



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

21ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου

«Προστασία δασικών οικοσυστημάτων και φυσικού περιβάλλοντος-Οικολογική και κοινωνικοοικονομική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών»

**Επιμέλεια Έκδοσης: Μαρίνα Χαβενετίδου,
Ιωάννης Σπανός, Θεοχάρης Ζάγκας,
Διονύσιος Γαϊτάνης, Τσιρούκης Αχιλλέας, Ουρούζη Αγγελική**

Λουτρά Αιδηψού, 22-25 Οκτωβρίου 2023

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΑΙΓΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΔΗΜΟΣ ΙΣΤΙΑΙΑΣ-ΑΙΔΗΨΟΥ

ΔΗΜΟΣ ΛΙΜΝΗΣ-ΜΑΝΤΟΥΔΙΟΥ-ΑΓΙΑΣ ΑΝΝΑΣ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΓΕΩΤΕΕ)

ΕΛΓΟ -ΔΗΜΗΤΡΑ

ΧΟΡΗΓΟΙ

ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΣΤ' ΚΥΝΗΓΕΤΙΚΗ ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ (ΚΟΜΑΘ)

ΕΝΩΣΗ ΔΑΣΙΚΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑ

ALFA WOOD GROUP

ISBN: 978-618-84551-3-9

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Σπανός Ιωάννης, Πρόεδρος ΕΔΕ
Ζάγκας Θεοχάρης, Αντιπρόεδρος ΕΔΕ
Ουρούζη Αγγελική, Γενική Γραμματέας ΕΔΕ
Γαϊτάνης Διονύσιος, Ταμίας ΕΔΕ
Τσιρούκης Αχιλλέας, Μέλος ΕΔΕ Υπεύθυνος Δημοσίων Σχέσεων ΕΔΕ
Χαβενετίδου Μαρίνα, Γραμματέας Συνεδρίου, Επιμέλεια Έκδοσης Πρακτικών
Γκουντούφας Ευάγγελος, Γενικός Διευθυντής ΥΠΕΝ
Κελαϊδίτης Γεώργιος, Αντι-περιφερειάρχης Π.Ε. Εύβοιας
Κοτζιάς Ιωάννης, Δήμαρχος Ιστιαίας-Αιδηψού
Τσαπουρνιώτης Γεώργιος, Δήμαρχος Λίμνης-Μαντουδίου-Αγίας Άννας
Δέσποινα Κομίλη, Διευθύντρια Δασών Εύβοιας
Ζίγκηρης Σπυρίδων, Δασάρχης Λίμνης
Θαλασσινός Γεώργιος, Δασάρχης Ιστιαίας
Μπόκαρης Νικόλαος, Δασολόγος, εκπρόσωπος του ΓΕΩΤΕΕ
Παπαδόπουλος Ιωάννης, Καθηγητής Τμήματος ΔΕΞΥΣ ΠΘ
Παπαχρήστου Θωμάς, Διευθυντής Ερευνών, Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αθανασίου Μιλτιάδης
Ανδρεοπούλου Ζαχαρούλα
Γαϊτάνης Διονύσιος
Γιακουλάκη Μαρία
Ζάγκας Θεοχάρης
Ζάγκας Δημήτριος
Ευθυμίου Γεώργιος
Κουλελής Παναγιώτης
Μητσόπουλος Ιωάννης
Ξανθόπουλος Γαβριήλ
Παπαδόπουλος Ιωάννης
Παπαϊωάννου Αθανάσιος
Παπαϊωάννου Ευγενία
Παπαχρήστου Θωμάς
Παπασπυρόπουλος Κωνσταντίνος
Πλατής Παναγιώτης
Ράπτης Δημήτριος
Σαμαρά Θεανώ
Σπανός Ιωάννης
Σπανός Κωνσταντίνος
Σκορδάς Κυριάκος
Τρίγκας Μάριος
Τσιάρας Στέφανος
Τσιρούκης Αχιλλέας
Τσιτσώνη Θέκλα
Τσιώρας Πέτρος
Χαβενετίδου Μαρίνα

ΚΡΙΤΕΣ

Αβτζής Δημήτριος	Καούκης Κωνσταντίνος	Παπασπυρόπουλος
Ανδρεοπούλου	Καρατάσιου Μαρία	Κωνσταντίνος
Αθανασίου Μιλτιάδης	Καρέτσος Γεώργιος	Παπαχρήστου Θωμάς
Βραχνάκης Μιχαήλ	Κουλελής Παναγιώτης	Πετράκης Παναγιώτης
Γαϊτάνης Διονύσιος	Κουλουκούρας Ηλίας	Πιτινής Ηλίας
Γιακουλάκη Μαρία	Κουράκλη Περιστέρα	Πλατής Παναγιώτης
Γιαννούλας Βασίλειος	Λαζαρίδου Βασιλική	Προύτσος Νικόλαος
Γκανάσιος Χαρίσιος	Λάττας Παναγιώτης	Ράπτης Δημήτριος
Γρηγοριάδης Σάββας	Μαντζανάς Κωνσταντίνος	Σαμαρά Θεανώ
Διαμαντοπούλου Μαρία	Ματζίρης Ευάγγελος	Σπανός Ιωάννης
Ελευθεριάδου Ελένη	Μελιάδης Ιωάννης	Σπανός Κωνσταντίνος
Ζάγκας Δημήτριος	Μητσόπουλος Ιωάννης	Σύρμπα Ευδοξία
Ζάγκας Θεοχάρης	Μιχόπουλος Παναγιώτης	Τάκος Ιωάννης
Ζαρόβαλη Μαρία	Μπλάνας Γεώργιος	Τσακαλδήμη Μαριάνθη
Θεοδωρόπουλος	Μυρωνίδης Δημήτριος	Τρακάλα Γεωργία
Κωνσταντίνος	Ξανθόπουλος Γαβριήλ	Τρίγκας Μάριος
Ιακωβόγλου Βαλασία	Ουρούζη Αγγελική	Τσιάρας Στέφανος
Ιωάννου Κωνσταντίνος	Παλαιολόγου Παλαιολόγος	Τσιρούκης Αχιλλέας
Καζάνα Βασιλική	Παντέρα Αναστασία	Τσιτσώνη Θέκλα
Καζαντζίδης Σάββας	Παπαδόπουλος Ιωάννης	Τσιώρας Πέτρος
Κακούρος Πέτρος	Παπαϊωάννου Αθανάσιος	Φωτιάδης Γεώργιος
Καλαμποκίδης	Παπαϊωάννου Ευγενία	Χαβενετίδου Μαρίνα
Κωνσταντίνος		

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Χαβενετίδου Μαρίνα Δρ. Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος, ΕΔΙΠ ΑΠΘ

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ



ΑΙΓΙΔΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ



ΔΗΜΟΣ ΙΣΤΙΑΙΑΣ-ΑΙΔΗΨΟΥ



ΔΗΜΟΣ ΛΙΜΝΗΣ-ΜΑΝΤΟΥΔΙΟΥ-ΑΓΙΑΣ ΑΝΝΑΣ



ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΓΕΩΤΕΕ)



ΕΛΓΟ - ΔΗΜΗΤΡΑ



ΧΟΡΗΓΟΙ

ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΣΤ' ΚΥΝΗΓΕΤΙΚΗ ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ (ΚΟΜΑΘ)



**ΕΝΩΣΗ ΔΑΣΙΚΗΣ
ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

ALFA WOOD GROUP



ALFA WOOD GROUP

Χαιρετισμός του Προέδρου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας

Δρ. Ιωάννης Σπανός

Πρόεδρος Ελληνικής Δασολογικής
Εταιρείας (ΕΔΕ) & Οργανωτικής
Επιτροπής, Διευθυντής Ερευνών

ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ/Ινστιτούτο Δασικών
Ερευνών



Αγαπητοί σύνεδροι, εκπρόσωποι των επιστημονικών, εκπαιδευτικών, ερευνητικών και πολιτικών Φορέων, μέλη της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας και Γεωτεχνικοί, αγαπητοί συναδέλφισσες, φοιτητές, κυρίες και κύριοι:

Εκ μέρους της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας και της Οργανωτικής Επιτροπής του 21ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, σας καλωσορίζω στα Λουτρά Αιδηψού (Βόρεια Εύβοια) σε ένα όμορφο τόπο με πλούσιο φυσικό περιβάλλον που πριν από δύο έτη καταστράφηκε βάνουσα από τις δασικές πυρκαγιές.

Η Ελληνική Δασολογική Εταιρεία (ΕΔΕ) είναι Επιστημονικό Σωματείο μη Κερδοσκοπικό (Ν.Π.Ι.Δ.) και ιδρύθηκε το 1980 από καθηγητές του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) και ερευνητές του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης. Σκοπός της ΕΔΕ είναι η προαγωγή της επιστήμης της Δασολογίας και του Φυσικού Περιβάλλοντος στην Ελλάδα.

Τα Πανελλήνια Δασολογικά Συνέδρια καθιερώθηκαν να γίνονται ανά διετία (εδώ και 43 χρόνια από την ίδρυση της ΕΔΕ. Το 21ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, με τίτλο «**Προστασία δασικών οικοσυστημάτων και φυσικού περιβάλλοντος-Οικολογική και κοινωνικοοικονομική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών**», έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και η φετινή διοργάνωση αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς αφενός πραγματοποιείται στις δύσκολες και αντίξοες συνθήκες που σήμερα μαστίζεται η χώρα μας, αφετέρου διεξάγεται στον απόηχο των καταστροφικών πυρκαγιών των τελευταίων ετών. Το 21ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο αναμένεται να το παρακολουθήσουν περισσότεροι από 1.000 σύνεδροι από την Ελλάδα και Κύπρο.

Τα δάση, εκτός από την προσφορά ξυλείας και άλλων αγαθών, παρέχουν ανεκτίμητες ωφέλειες στον άνθρωπο και διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη διατήρηση και αναβάθμιση της οικολογικής ισορροπίας και βιοποικιλότητας ~~στη~~ πλανήτη. Παράγουν σημαντικές ποσότητες ξύλου και βιομάζας και προσφέρουν ποικιλία δασικών προϊόντων που αξιοποιούνται σε διάφορους τομείς της οικονομίας. Ο υδρολογικός και προστατευτικός ρόλος των δασών είναι σημαντικός, διότι προστατεύουν το έδαφος από φαινόμενα όπως οι πλημμύρες, οι διαβρώσεις, οι κατολισθήσεις κλπ, και εξασφαλίζουν την παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων νερού. Επίσης, είναι σημαντικός ο ρόλος του δάσους για αναψυχή, ξεκούραση, υπαίθριες δραστηριότητες και γενικότερα για την υγεία του ανθρώπου, ιδιαίτερα σήμερα που ολόκληρος ο πλανήτης και η χώρα μας πλήττεται βάνουσα από την οικονομική κρίση και τις τελευταίες πανδημίες.

Στο Συνέδριο αυτό θα τιμήσουμε τρεις αξιόλογους δασολόγους επιστήμονες (Δρ Ευάγγελο Καραγιάννη-Ομότιμο Καθηγητή ΑΠΘ, Δρ Απόστολο Σκαλτσογιάννη-Καθηγητή ΑΠΘ και κ. Γεώργιο Βούρτσα-Δασάρχη Κιλκίς) που βοήθησαν την ΕΔΕ και την Δασολογική Επιστήμη και τους ευχαριστώ θερμά για την πολύτιμη προσφορά τους

Οργανωτικά, αξίζει να αναφερθεί ότι το 21ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο έχει την τιμή να βρίσκεται υπό την αιγίδα του ΥΠΕΝ (Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας).

Στη διάρκεια των εργασιών του 21ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου θα ανακοινωθούν αποτελέσματα επιστημονικών ερευνών της Δασολογικής επιστήμης και του Φυσικού Περιβάλλοντος, και τα πορίσματά τους θα δώσουν απαντήσεις σε πολλά από τα επείγοντα δασοπονικά και περιβαλλοντικά προβλήματα της χώρας μας.

Επίσης, εκ μέρους της Οργανωτικής Επιτροπής, εκφράζω τις θερμές ευχαριστίες σε όλους τους συν-διοργανωτές, τους χορηγούς, την επιστημονική επιτροπή, τους κριτές των εργασιών και γενικότερα σε όλους τους συνεργάτες της διοργάνωσης.

Σας ευχαριστώ για την συμμετοχή σας και την αμέριστη ηθική και οικονομική συμπαράσταση στο 21ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο και σας εύχομαι υγεία και καλή διαμονή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεντρικές ομιλίες	Σελ.
ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ : ΔΥΟ ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ Γκουντούφας, Ε.	18
Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ Αλεξάνδρου, Χ.	20
ΤΑ ΔΑΣΗ ΤΗΣ Π.Ε. ΕΥΒΟΙΑΣ Κομίλη, Δ.	22
ΜΕΤΑΠΥΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Ζάγκας, Θ.	27
Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ Σπανός, Ι.	36

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές	Σελ.
ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΑΝΕΠΙΤΥΓΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΠΟ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟ ΤΗΣ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ Μπαχαντουριάν, Μ., Καλαμποκίδης, Κ., Παλαιολόγου, Π., Χαλεπλής, Κ.	43
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΥΡΙΚΩΝ ΚΑΘΕΣΤΩΤΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΕ ΕΝΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΚΛΙΜΑ Καλαμποκίδης, Κ., Παλαιολόγου, Π., Αριανούτσου, Μ., Ξανθόπουλος, Μ.	52
ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΒΕΒΛΗΜΕΝΗ Η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ; Παλαιολόγου Π., Καλαμποκίδης, Κ.	60
ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ Ζεγγώλη, Ε., Ξανθόπουλος, Γ., Παπανικολάου, Ι., Ψομιάδης, Ε.	68
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΜΕΣΩΝ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΗΜΙΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ Δρόσος, Β., Σισμανίδης, Ι., Σταυρίδης, Β., Σταυρίδου, Σ., Φαρμάκης, Ε., Γιαννούλας, Β.	79
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΕΥΣΗΣ ΨΥΧΡΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ ΣΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ Ξανθόπουλος, Γ., Αθανασίου, Μ., Καούκης, Κ.	88
ΑΠΟΦΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ Τσιουτσιουρήγας, Δ., Τσιάρας, Σ., Ράπτης, Δ., Καζάνα, Β.	100
ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΣΤΟ ΠΙΛΟΤΙΚΟ ΕΡΓΟ ΤΗΣ ΧΙΟΥ: ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ Κορακάκη, Ε., Αθανασίου, Μ., Ξανθόπουλος, Γ., Σολωμού, Α., Αβραμίδου, Ε., Προύτσος, Ν., Καρέτσος, Γ., Μιχόπουλος, Π., Καούκης, Κ., Μπουρλέτσικας, Α., Μάντακας, Γ., Σαζεΐδης, Χ., Ξαγοράρης, Χ., Φύλλας, Ν., Τζηρίτης, Η.	107
ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗ ΚΑΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ Αθανασίου, Μ., Κορακάκη, Ε., Τζηρίτης, Η., Ξανθόπουλος, Γ., Μπουχούνας, Τ., Καρέτσος, Γ., Αβραμίδου, Ε., Σολωμού, Α., Προύτσος, Ν., Μιχόπουλος, Π., Καούκης, Κ., Μπουρλέτσικας, Α., Μάντακας, Γ., Βαγιανός, Ν., Ροδάκης, Γ., Σιταρά, Σ.	117
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ, ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ. Τζηρίτης, Η., Αθανασίου, Μ., Κορακάκη, Ε., Ροδάκης, Γ., Ξανθόπουλος, Γ.	129
ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗ ΚΑΥΣΗ: Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ Καούκης, Κ., Ξανθόπουλος, Γ., Αθανασίου, Μ., Κορακάκη, Ε., Τζηρίτης, Η., Μάντακας, Γ.	138
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΜΕΝΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΧΙΟΥ Σολωμού, Α., Καρέτσος, Γ., Προύτσος, Ν., Αβραμίδου, Ε., Τζηρίτης, Η., Κορακάκη, Ε.	151

Θεματική Ενότητα: Δασική Βιομετρία	Σελ.
ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΜΗΜΑΤΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ ΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΔΕΙΓΜΑ ΑΤΟΜΩΝ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ Διαμαντοπούλου, Μ.	158
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΣΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΔΑΣΟΣ ΠΕΡΤΟΥΛΙΟΥ Γεωργιάκης, Α., Διαμαντοπούλου, Μ., Σιάφαλη, Ε., Χρυσάνθου Π., Σταματέλλος, Γ.	167

Θεματική Ενότητα: Δασική Διαχειριστική	Σελ.
ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (<i>Pinus nigra</i> Arn.) Ράπτης, Α., Καζάνα Β., Καλούδης, Σ., Βλαχάβας, Α., Παπαδοπούλου, Α., Ψαρρά, Α., Τσιτλακίδης, Α.	174
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SENTINEL-2, ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ. Καλλιωνίδου, Α., Φαρασλής, Ι., Τσιρούκης, Α., Λέτσιος, Β., Προβίδα, Φ.-Α.	183
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΥΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΒΟΙΑ ΜΕ ΤΟ ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ FIREURISK Σισμάνης, Μ., Στεφανίδου, Α., Σταυρακούδης, Α., Βαρελά, Β., Γήτας, Ι.	192
ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΥΣΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΟΥ 2021 ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ Βαρελά, Β., Ευτυχίδης, Γ., Γήτας, Ι.	199

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική	Σελ.
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΠΡΕΜΝΟΦΥΟΥΣ ΔΑΣΟΥΣ ΔΡΥΟΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΙΔΙΟΚΤΗΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΓΕΩΡΓΙΤΣΑΣ Μπεκίρη, Σ., Παπασπυρόπουλος, Κ.	206
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΤΟΠΙΚΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ LEADER / CLLD ΤΗΣ Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ Κουτής, Β., Τρίγκας, Μ.	215
Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΙΚΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Ντάνος, Β., Χαργκρέϊβ, Α., Τρίγκας, Μ.	224
ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΗ ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑ : ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΕΝΟΥ ΕΡΕΥΝΑΣ Βενέτη, Α., Καραγκούνη, Γ.	231
ΕΤΑΙΡΙΚΗ ΦΙΛΑΝΘΡΩΠΙΑ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΤΟΥ 2021 Γκιρτζιμανάκη, Μ., Παπασπυρόπουλος, Κ.Γ.	239
ΑΠΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΚΥΝΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΘΗΡΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΔΑΣΙΚΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑ Μπίρτσας, Π., Λιάκου, Χ., Μπισούκη, Σ., Τερηιάδου, Α., Χατζηνίκος, Ε., Παπασπυρόπουλος, Κ.	247
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΞΑΓΩΓΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΕ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΑΣΗ Παπανικολάου, Ζ., Γούλας, Α.	254
Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ Γούλας, Α., Παπανικολάου, Ζ.	261
MARKETING ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΦΡΟΥΤΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΑΣΗ Θεοδοσίου, Γ., Παπανικολάου, Ζ., Γούλας, Α.	267
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΜΕΓΑΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΗΣ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ Παλάσκα, Α., Τρίγκας, Μ., Παπαδόπουλος, Ι., Νούσκα-Παλάσκα, Π.	274
MARKETING ΜΗ ΕΥΛΩΔΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΓΟΡΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ Πελεκάνη, Φ., Τρίγκας, Μ.	283

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικολογία	Σελ.
ΔΕΝΔΡΟΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΞΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΗΡΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΑΤΑΝΟΥ ΑΓΙΟΥ ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ ΟΜΑΛΩΝ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ ΩΣ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟ ΜΝΗΜΕΙΟ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ Σπανός, Ι., Ξανθάκης, Μ., Σαμαρά, Θ., Ιωάννου, Κ., Χαβαλές, Ε., Χαβεντιδου, Μ., Μόκκα, Ε.	293
ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΑΙΩΝΟΒΙΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ Δ. ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ Παπαδόπουλος, Α., Ραντογιάννης, Ι., Παπαδοπούλου, Π., Λάππα, Β., Παντέρα, Α.	301
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΗΛΙΚΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ Μαρτίνης, Α., Μινώτου, Χ., Σκιαδαρέσης, Α-Φ., Αποστολόπουλος, Π., Πολυμέρης, Γ., Τσιρούκης, Α., Ποίραζιδης, Κ.	306
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2016-2022 Ροτζιώκου, Ο., Τσιάρας, Σ., Μανάκου, Β. Τρακάλα, Γ., Τσιρούκης, Α.	315

Θεματική Ενότητα: Νέες Τεχνολογίες	Σελ.
ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ Κολιούσκα, Χ.	323
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ ΣΤΗ ΛΗΜΝΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ Κουράκλη, Π., Χουβαρδάς, Α., Ρίζου, Σ.	331
ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ GOOGLE EARTH ENGINE ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΕ ΔΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Καταγής, Θ.	338
ΨΗΦΙΑΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΓΙΑ ΒΙΩΣΙΜΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ Βαρβάρης, Ι., Ανδρεοπούλου, Ζ., Στράντζαλη, Π., Βαρβάρη, Ε.	346

Θεματική Ενότητα: Δασική Πολιτική	Σελ.
Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΑΝΑΦΥΧΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟ-ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ Γεωργιάς, Α., Τσιτσώνη, Θ., Ανδρεοπούλου, Ζ., Παπασπυρόπουλος, Κ.	356
ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΝΕΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ Βλάχου, Μ., Καραδόντα, Α., Παπαδόπουλος, Ι.	364
ΤΟ GREEN MANAGEMENT ΣΤΗ ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ Λιασκοπούλου, Α., Παπαδόπουλος, Ι.	375
ΧΡΗΣΤΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ (NDM) ΣΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ Καραδόντα, Α., Παπαδόπουλος, Ι.	383

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία	Σελ.
ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΔΑΣΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΜΕΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ Τζαμτζής, Ι., Γκανάτσας, Π., Κόκκορης, Ι., Σαμαριτάκης, Β., Μπότσης, Α., Τζηρίτης, Η., Καλεβρά, Ν., Γεωργιάδης, Ν.	394
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ, ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ, ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO ₂) ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ Μπαλωμένος, Θ., Νταλός, Γ., Μητάνη, Α., Κουτσιανίτης, Α., Νινίκας, Κ.	406
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΠΑΡΘΕΝΟ ΔΑΣΟΣ ΦΡΑΚΤΟΥ Παπαδοπούλου, Α., Ράπτης, Α., Σιώπη, Μ., Τσιτσώνη, Θ.	416
ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ ΦΑΙΝΟΦΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΤΙΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ Παπαγιαννοπούλου, Α., Γεωργιάδου, Α., Τσιτσώνη, Θ.	424
ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΦΛΟΙΟΦΑΓΟ ΕΝΤΟΜΟ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΡΙΣΤΕΡΩΝΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Οικονόμου, Ε., Θανάσης, Γ., Γκανάτσας, Π.	430

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΕΛΑΤΗΣ-ΔΡΥΟΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ Σύρμα, Ε., Τσιτσώνη, Θ., Μάνιος, Ν.	440
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ Τσιτσώνη, Θ., Δημητρακόπουλος, Α., Γούναρης, Ν., Παπαλάμπρος, Λ.	448

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία	Σελ.
ΣΧΕΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΑΣΟΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ Β. ΕΥΒΟΙΑ Γκίνη, Φ., Βραχνάκης, Μ., Καζόγλου, Ι., Σαμαράς, Δ., Κορομπίλιας, Γ.	459
ΣΥΝΘΕΣΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΒΟΣΚΟΜΕΝΑ ΠΟΟΛΙΒΑΔΑΣΤΟΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ Καζόγλου, Ι., Γιακουλάκη, Μ., Τραϊανοπούλου, Ι., Τσιομπάνη, Ε., Βραχνάκης, Μ., Φωτιάδης, Γ.	468
ΑΥΤΟΧΘΟΝΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΡΑΧΥΚΕΡΑΤΙΚΗ ΦΥΛΗ ΒΟΟΕΙΔΩΝ: ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΒΟΣΚΗΣΗ ΣΕ ΦΥΣΙΚΑ ΠΟΟΛΙΒΑΔΑ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΠΡΕΣΠΩΝ Ζαρόβαλη, Μ., Γιακουλάκη, Μ., Καζόγλου, Ι., Τραϊανοπούλου, Ι., Τσιομπάνη, Ε.	476
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΑΤΙΑ ΤΩΝ ΖΩΓΡΑΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ Γιακουλάκη, Μ., Τσιομπάνη, Ε., Σκορδέλη Γ.	484
ΕΡΓΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΛΙΒΑΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΛΕΙΤΟΡΙΑΣ ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ Θεοδωρακόπουλος, Ι., Γιακουλάκη, Μ., Τσιομπάνη, Ε., Δαμαλής, Ε.	493
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΝΕΡΟΒΟΥΒΑΛΩΝ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ ΣΤΑ ΛΙΒΑΔΙΑ Τσιομπάνη, Ε., Γιακουλάκη, Μ.	502
ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΔΑΣΟΠΟΝΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ Καζέλη, Ε., Τσιομπάνη, Ε., Γιακουλάκη, Μ.	510
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΒΟΣΚΗΣΗΣ ΠΡΟΒΑΤΩΝ ΣΕ ΔΥΟ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΟΥΣ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΥΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ GPS Μπακογιώργος, Γ., Βουράκη, Σ., Αρσένος Γ., Παντέρα, Α.:	518
ΒΟΣΚΗΣΗ ΒΟΟΕΙΔΩΝ ΣΕ ΘΑΜΝΟΛΙΒΑΔΑ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ Οικονόμου, Α., Γιακουλάκη, Μ., Καζόγλου, Ι., Βραχνάκης, Μ., Ξανθόπουλος, Γ.	525
ΤΟ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΧΟΡΤΟΛΙΒΑΔΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ Αθανασιάδης, Ι., Γιακουλάκη, Μ.	532

Θεματική Ενότητα: Άγρια Ζωή	Σελ.
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΟΥ Ε.Δ. ΠΑΡΝΗΘΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΡΠΙΑΚΤΙΚΑ ΠΤΗΝΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΧΡΥΣΑΕΤΟΥ (<i>Aquila chrysaetos</i>) Τσιακίρης, Ρ., Αζμάνης, Π., Βασιλάκης Δ., Αθανασίου Σ., Σώκος Χ., Μπόκαρης Ν.	541
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΩΝ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ Ποϊραζίδης, Καρρής, Γ., Μαρτίνης, Α., Γαστεράτος, Ι., Βούλγαρης, Μ.-Δ.	548

Θεματική Ενότητα: Υλωρική	Σελ.
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΛΟΙΟΦΑΓΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) ΣΤΟ ΠΕΥΚΟΔΑΣΟΣ ΤΗΣ ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ Αβτζής, Δ., Ελευθεριάδου, Ν., Καλτσίδης, Α. Γκουρογιάννης, Ι., Καλτσάς, Δ., Κουτσούκος, Ε., Γαλαζούλας, Α., Faccoli, M.	557
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΤΟ ΦΥΛΟ ΤΩΝ ΑΣΚΟΜΥΚΗΤΩΝ, ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΑΤΤΙΚΗΣ. Καούνας, Β.	562

Θεματική Ενότητα: Δασική Βοτανική	Σελ.
ΑΥΤΟΦΥΗ ΔΑΣΙΚΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΦΥΤΩΡΙΑ: ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ Ελευθεριάδης, Α.	573
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΝΟΟΙΚΩΝ ΕΝΔΗΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΧΛΩΡΙΔΑΣ ΤΩΝ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ Σκιαδαρέσης, Α.-Φ., Μαρτίνης, Α., Ποϊραζίδης, Κ.	580

Θεματική Ενότητα: Δασική Γενετική	Σελ.
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΥΨΗΛΟΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΓΡΙΕΛΙΑΣ (<i>Olea europaea var. sylvestris</i>) ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΓΡΟΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΥ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ (ΑΓΡΙΕΛΑΙΟ) - ΜΙΑ ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ Παλιούρα, Κ., Τσακτσίρα, Μ., Παπουλίδης, Ι., Μπεκιαρούδης, Ε., Σκαλτσογιάννης, Α.	589

Θεματική Ενότητα: Υλογρηστική-Τεχνολογία Ξύλου	Σελ.
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΟ ΚΟΡΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΟΜΗ ΕΝΟΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ ΠΑΥΛΩΝΙΑΣ (<i>Paulownia tomentosa</i>) ΣΤΟ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΤΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ Σπανός, Κ., Χαβενετίδου, Μ., Γαϊτάνης, Δ., Τσιώρας, Π.	597
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕ ΕΚΘΕΣΗ ΕΙΣΠΝΕΥΣΙΜΗΣ ΣΚΟΝΗΣ ΞΥΛΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΜΕ ΑΛΥΣΟΠΡΙΟΝΟ Λήμου, Β., Χατζηκωστή, Β.	606
ΠΡΟΦΙΛ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΩΝ ΡΗΤΙΝΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΣΤΗΝ Β. ΕΥΒΟΙΑ Γιαμούκη, Χ., Τσιώρας, Π.	615
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΝΤΟΧΩΝ ΣΕ ΞΥΛΕΙΑ ΠΕΥΚΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΥ ΞΥΛΙΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ Τύλελη, Μ., Σκαρβέλης, Μ., Ράμμου, Α., Μπόθος, Ι., Τσίποτας, Δ.	623

Θεματική Ενότητα: Δασική Εδαφολογία	Σελ.
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ Παπαϊωάννου, Α., Τσιτσώνη, Θ., Παπαϊωάννου, Ε.	630
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ Παπαϊωάννου, Ε., Πιπινής, Η., Ζαχαριάκη, Έ., Κατράνας, Δ., Στεφάνου, Σ., Γάκης, Σ.	637
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (<i>CASTANEA SATIVA</i> MILL.) Ιωάννου, Μ.-Ε.	644

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση	Σελ.
ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΜΟΝΟΠΑΤΙΩΝ ΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ Τσιούρη, Α., Ζάγκας, Θ.	653
ΑΠΟΨΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΦΟΙΤΩΝ ΔΙΕΚ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΕ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΝΔΗΜΙΑ Χαβενετίδου, Μ., Τσιώρας, Σ., Γιόρτσος, Γ.	661
ΑΠΟΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Τσιώρας, Σ., Χαβενετίδου, Μ.	669
Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΑ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΝΔΗΜΙΚΑ ΦΥΤΑ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΙΠΠΟΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) ΣΤΟ ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ Τσιρούκης, Α., Τρακάλα, Γ., Μαρτίνης, Α., Μινώτου, Χ., Ζάγκα, Θ.	678
ΤΑ ΠΟΛΥΘΕΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΤΗΣ Π.Ε. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ – ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙΟΥ Τρακάλα, Γ., Μαρτίνης, Α., Ζάγκας, Θ., Καρρής, Γ., Τσιρούκης, Α.	687

ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΕ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΩΣ ΜΟΧΛΟΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΦΑΡΑΓΓΙΟΥ ΔΗΜΟΣΑΡΗ Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ Σαραμάντου, Χ.	696
---	-----

Θεματική Ενότητα: Υδρολογία-Υδρονομικά Έργα	Σελ.
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΤΟΥ 2021 ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Γεωργαντζής, Κ., Γκανάτσιος, Χ., Σαπουντζής, Μ.	707
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΥΠΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΗΓΗΣΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΤΟΝ ΑΥΓΟΥΣΤΟ ΤΟΥ 2019 Ακριώτης, Α.	714

Θεματική Ενότητα: Αστικό Πράσινο	Σελ.
ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ, ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΚΕΙΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ Παπαδόπουλος, Ι., Ζαρόβαλη, Μ.	723
ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΕΙΣ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΥΠΑΓΟΜΕΝΕΣ ΣΤΙΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ Τσαουσιδου, Κ., Ζαρόβαλη, Μ., Παπαδόπουλος, Ι.	731
ΑΠΟΦΕΙΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ Παπασπυρόπουλος, Κ.Γ., Αλεξίου, Ε., Μπακόλα, Α., Κούτλα Κ., Τζαφέρου, Σ., Γκουντούφας, Ε.	739

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περιλήψεις	Σελ.
ΝΟΜΟΛΟΓΙΑΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ Κωδονά, Μ.	746
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ Τάλλαρους, Π. Νταλός, Γ., Νινίκας, Κ., Μιτάνη, Α.	754
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ: ΕΝΑ ΝΕΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ Παπαδόπουλος, Ι., Τρίγκας, Μ.	763
ΤΟ ΕΝΔΕΔΕΙΓΜΕΝΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΟΝ ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΚΗΠΟ ΧΑΛΕΠΠΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ, ΕΤΟΙΜΟ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ Φαρσάκογλου, Α.-Μ., Scotti, I., Fady, B., Αραβανόπουλος, Φ.	771
ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΘΕΣΗ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΔΑΣΟΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΓΡΟΤΕΣ ΤΟΥ Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ Γκίνη, Μ.-Ρ., Βραχνάκης, Μ., Καζόγλου, Ι., Σαμαράς, Δ., Λούκα, Δ., Τρίγκας, Μ.	772
Ο ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΚΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΥ ΘΕΜΑΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (LANDNET) ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΓΡΟΔΑΣΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ RESALLIANCE Αβραμίδου, Ε., Γούναρη, Σ., Κορακάκη, Ε., Κουλελής, Π., Πιτταρά, Ειρήνη, Προύτσος, Ν., Σολωμού, Α., Γκισάκης, Β., Τάσκος, Δ., Γεωργίου, Δ., Καούκης, Κ., Μάντακας, Π., Παναγιωτοπούλου, Δ., Σουλιώτη, Ν., Ξανθόπουλος, Γ.	780
Η ΑΣΚΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ ΣΤΟ ΔΑΣΟΣ Γούναρη, Σ., Γκόρας, Γ.	785

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις	Σελ.
ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ 16 ^ο ΣΤΟΝ 20 ^ο ΑΙΩΝΑ: ΣΥΝΔΥΑΖΟΝΤΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΡΧΕΙΩΝ, ΠΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ G.I.S. Αρβανίτης, Π.	787
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚÖPPEN: ΕΙΝΑΙ ΧΡΗΣΙΜΗ ΣΤΟΥΣ ΔΑΣΟΛΟΓΟΥΣ; Γκουβάς, Μ.	795
Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΑΣΟ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ Κλειδαρά, Χ., Ανδρεοπούλου, Ζ., Μιχαηλίδης, Α.	806
Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΠΟΛΙΤΗ Λαζαρίδου, Β., Κατσνίκας, Δ., Λουκέρης, Δ., Κατσνίκας, Κ.	813
Η ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ. Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΠΥΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ Μπαλιούσης, Ε.	818
ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΕ ΔΑΣΙΚΑ ΕΙΔΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ Νάσκα, Α., Αραβανόπουλος, Φ.	823
ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Παπάζογλου, Α., Δημητρακόπουλος, Α.	836
ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΚΑΤΑΚΤΗΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ SOLANUM ELAEAGNIFOLIUM: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Προφήτης, Σ., Μπλάνης Η., Φωτιάδης, Γ.	843
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΛΕΙΔΑΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΙΧΘΥΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ & ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ Στούλας, Β.-Ο., Κοκκινάκης, Κ., Ανδρεοπούλου, Ζ.	849
ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΧΛΩΡΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΝΑΡΞΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ Χατζίδου, Μ., Δημητρακόπουλος, Α.	856
ΖΩΝΕΣ ΜΙΞΗΣ ΔΑΣΩΝ –ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΝΟΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Χρυσάφη, Ε., Μαλλίνης, Γ., Μητσόπουλος, Ι.	863

Κεντρικές Ομιλίες

ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ : ΔΥΟ ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ

Γκουντούφας, Ευάγγελος¹; Τσιλίκουνας, Σταύρος¹; Λούκα, Βερενίκη¹; Δρούγας, Παναγιώτης¹

¹Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος.

Το καλοκαίρι του 2021 η χώρα μας βίωσε μια τεράστια περιβαλλοντική καταστροφή, εξαιτίας των δασικών πυρκαγιών που κατέστρεψαν περίπου 500.000 στρμ. δασικών οικοσυστημάτων στη Βόρεια Εύβοια. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και ειδικότερα η Δασική Υπηρεσία βρέθηκε αντιμέτωπη με μια μεγάλη πρόκληση, αυτή της ταχείας αποκατάστασης των καμένων εκτάσεων σε χρόνο εξαιρετικά περιορισμένο, με σκοπό να προληφθούν οι συνέπειες της διάβρωσης των εδαφών εξαιτίας των βροχοπτώσεων της φθινοπωρινής και χειμερινής περιόδου.

Στο πλαίσιο αυτό και με βάση τις ασφυκτικές προθεσμίες εντός των οποίων έπρεπε να υλοποιηθούν τόσο οι προπαρασκευαστικές όσο και οι ουσιαστικές διαδικασίες, από την Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος του ΥΠΠΕΝ εκδόθηκαν τρεις (3) Υπουργικές Αποφάσεις με τις οποίες ρυθμίστηκαν :

- θέματα απόληψης καμένης βλάστησης εντός ιδιωτικών εκτάσεων,
- οι διαδικασίες μελέτης και εκτέλεσης έργων από τους Αναδόχους αποκατάστασης και αναδάσωσης, καθώς και
- η άμεση έναρξη κατασκευής αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών Ορεινών Υδρονομικών Έργων με τη διαδικασία του κατεπείγοντος από τους Δασικούς συνεταιρισμούς των πληγισίων περιοχών.

Παράλληλα, αποτυπώθηκε χαρτογραφικά το σύνολο των καμένων εκτάσεων με θεματικά πεδία το σύνολο της καμένης έκτασης, τα δάση-δασικές εκτάσεις σύμφωνα με τον αναρτημένο δασικό χάρτη της κάθε περιοχής, τα είδη δασικής βλάστησης, τους τύπους και τα χαρακτηριστικά εδαφών, το υδρογραφικό δίκτυο (ρέματα) σε σχέση με τις ζώνες δυνητικού κινδύνου πλημμύρας κ.α.

Σε περιφερειακό επίπεδο, το προσωπικό των αρμόδιων Δασικών Υπηρεσιών της Εύβοιας διαθέτοντας την απαραίτητη εμπειρία και πλήρη τεχνογνωσία και παρά τις πολύ μεγάλες δυσκολίες υποστελέχωσης που αντιμετωπίζουν, κατέβαλλαν και καταβάλλουν καθημερινά κάθε δυνατή προσπάθεια ανταπόκρισης στις επιτακτικές ανάγκες που έχουν προκύψει μετά τα καταστροφικά φαινόμενα και ανταποκρίνονται στο έπακρο.

Στην κατεύθυνση αυτή, στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας εκδόθηκαν άμεσα άδειες κοπής και απόληψης της παρόδιας δασικής βλάστησης από τα οικεία δασαρχεία προς την Περιφέρεια και τους Δήμους. Μέσα σε διάστημα είκοσι (20) ημερών από τη λήξη της πυρκαγιάς συντάχθηκε αναγνωριστική μελέτη από τη Διεύθυνση Δασών Εύβοιας, η οποία οδήγησε σε 18 επιμέρους οριστικές μελέτες ορεινών αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων.

Δύο χρόνια μετά το παραγόμενο έργο των Δασικών Υπηρεσιών στις καμένες εκτάσεις είναι τεράστιο:

- Συντάχθηκαν και εκτελέστηκαν άμεσα τα έργα αντιδιαβρωτικής προστασίας σε 9 λεκάνες απορροής: 1.877.789 μέτρα κορμοδέματα, 29.739 τ.μ. ξυλοφράγματα, 26.929 μέτρα κλαδοπλέγματα, 233.838 μέτρα σανιδότοιχοι. Προϋπολογισμός: 13.000.000€
- Εκτελούνται έργα αντιπλημμυρικής προστασίας σε 9 λεκάνες απορροής και συγκεκριμένα 439 φράγματα και προφράγματα, τα οποία βρίσκονται σε ποσοστό

ολοκλήρωσης 90% στις περιοχές Λίμνης και 30% στις περιοχές Ιστιαίας.
Προϋπολογισμός: 18.800.000€

- Παραδόθηκε πλήρως αποκατεστημένο το «Δασικό Χωριό Παπάδων» το οποίο είχε καταστραφεί στο μεγαλύτερο μέρος του από την πυρκαγιά. Προϋπολογισμός έργου: 1.170.000€.
- Υλοποιούνται και τα εννέα (9) έργα που έχουν ενταχθεί στο Πρόγραμμα “Αγροτική Ανάπτυξη της Ελλάδας 2014-2020”, και αφορούν έργα αντιπλημμυρικά, έργα αποκατάστασης και έργα πρόληψης, συνολικού προϋπολογισμού 3.353.534,66 €.
- Υλοποιούνται έργα από πιστώσεις του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων έτους 2023, τα οποία αφορούν δασικές μελέτες, διαχείριση υποβαθμισμένων δασών κ.α., προϋπολογισμού 96.000€.
- Υλοποιούνται έργα αντιτυρικής προστασίας στο πλαίσιο του προγράμματος Antinero συνολικού προϋπολογισμού 1.314.821€.
- Υλοποιείται το επταετές πρόγραμμα της ΔΥΠΑ απασχόλησης ρητινεργατών για 301 άτομα, ενώ αναμένεται η υλοποίηση του τρίτου κύκλου.

Οι παραπάνω αποτελούν ένα μόνο μέρος από το σύνολο των δράσεων αποκατάστασης που, με τα πενήντα μέσα σε στελεχιακό δυναμικό, οι Δασικές Υπηρεσίες της Εύβοιας έβγαλαν εις πέρας μέσα στα τελευταία δύο χρόνια. Οι πρόσφατες πλημμύρες Daniel και Elias ήρθαν να καταδείξουν το γεγονός ότι στο νέο πλαίσιο που διαμορφώνει η αλλαγή του κλίματος, ο ρόλος των Δασικών Υπηρεσιών καθίσταται περισσότερο σημαντικός όσο ποτέ. Η άμεση ανταπόκριση των Δασικών Υπηρεσιών στις προκλήσεις που εμφανίστηκαν ως συνέπεια των δασικών πυρκαγιών του 2021 ανέδειξε τον ρόλο τους τόσο απέναντι στο φυσικό περιβάλλον όσο και στην τοπική κοινωνία και αποτελεί παράδειγμα καλής πρακτικής για την άμεση αντιμετώπιση των συνεπειών των φυσικών καταστροφών στο μέλλον.

Κεντρικές Ομιλίες

Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

**Χαράλαμπος Αλεξάνδρου,
Διευθυντής Τμήματος Δασών Κύπρου**

Αιτία του προβλήματος και των δυσκολιών προστασίας των δασών και του φυσικού περιβάλλοντος από όποια οπτική γωνία και αν το κοιτάξεις είναι ο άνθρωπος.

Οι κύριοι παράγοντες που επιδρούσαν αρνητικά επί των μεσογειακών δασών ήταν τρεις, οι πυρκαγιές, η υπερβόσκηση και η υπερεκμετάλλευση. Σήμερα έχουν προστεθεί, οι αλλαγές στις χρήσεις γης, η κλιματική αλλαγή, ενώ θα μπορούσε να προστεθεί και η υπερπροστασία, ειδικά η επιβολή από τις ΜΚΟ του δόγματος του «μη αγγίγματος». Οι δασικές πυρκαγιές αδιαμφισβήτητα, αποτελούν τη χειρότερη απειλή για τα μεσογειακά δάση. Η εγκατάλειψη της υπαίθρου μαζί με την κλιματική αλλαγή είναι υπεύθυνες για τον εφιάλτη των «Μεγάλης κλίμακας» δασικών πυρκαγιών.

Στην Κύπρο με το υπάρχον σύστημα έχουμε δύο γεωγραφικές περιοχές. Η μια περιοχή είναι τα κρατικά δάση και μια ζώνη 2 Km από την οροθετική γραμμή των κρατικών δασών η οποία αποτελεί περίπου το 57% της υπαίθρου. Αρμόδιο σε αυτήν την περιοχή, τόσο για την πρόληψη όσο και για την καταστολή είναι το ΤΔ. Η δεύτερη περιοχή είναι οι υπόλοιπες περιοχές της υπαίθρου. Αρμόδιος για την πρόληψη είναι οι επαρχιακές Διοικήσεις και για την καταστολή η Πυροσβεστική Υπηρεσία. Την τελευταία 10ετία είχαμε κατά μέσο όρο 247 πυρκαγιές το χρόνο οι οποίες έκαιαν το 0.5% των δασικών εκτάσεων. Αιτία αυτών των πυρκαγιών είναι ο άνθρωπος και όχι μόνο αυτό, το 38%, είναι πυρκαγιές εκ προθέσεως. Εξακολουθούν να έχουν τα σκήπτρα οι γεωργικές δραστηριότητες, αυτές όμως που ανεβαίνουν επικίνδυνα είναι οι πυρκαγιές από ηλεκτροφόρα καλώδια οι οποίες πλέον σε ότι αφορά τις πυρκαγιές από αμέλεια καταλαμβάνουν τη δεύτερη θέση.

Οι δασικές πυρκαγιές δεν αποτελούν μόνο τη χειρότερη απειλή για τα δάση. Πλέον συνιστούν και θέμα ασφάλειας. Είναι ένα πρόβλημα το οποίο ολοένα και χειροτερεύει. Οι πυρκαγιές που βιώνουμε σήμερα δεν είναι οι πυρκαγιές που είχαμε, δεν είναι οι πυρκαγιές που ξέραμε. Έχουν αλλάξει και αλλάζουν συνεχώς.

Ένα επιδεινούμενο, δύσκολο και πολύπλοκο πρόβλημα μόνο με ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης μπορεί να αντιμετωπισθεί και μάλιστα πρέπει να υπάρχει συνεχής και εφ' όλης της ύλης βελτίωση του. Που πρέπει να επικεντρωθούν οι δράσεις μας.

(α) Στη βελτίωση του συστήματος. Αδιαμφισβήτητα το καλύτερο σύστημα είναι αυτό στο οποίο υπεύθυνες θα είναι οι Δασικές Υπηρεσίες και οι Πυροσβεστικές Υπηρεσίες θα έχουν την ευθύνη για την προστασία των οικισμών, μεμονωμένων κατοικιών, υποστατικών και υποδομών.

(β) Διαχείριση της Βλάστησης. Ενώ η βλάστηση είναι ο μόνος από τους τρεις μόνιμους παράγοντες που καθορίζουν τον κίνδυνο έκρηξης και επέκτασης των πυρκαγιών επί του οποίου δύναται να παρέμβει ο άνθρωπος, δεν γίνονται όσα πρέπει να γίνονται.

(γ) Διάταξη των δυνάμεων, έτσι ώστε να υπάρχει έγκαιρη ανίχνευση και κατά κανόνα ο μέγιστος χρόνος της επέμβασης να είναι τα δέκα (10) λεπτά.

(δ) Αξιολόγηση της πυρκαγιάς στο χρόνο μηδέν και εφαρμογή της στρατηγικής «για να αποφύγεις μια μεγάλη καταστροφική πυρκαγιά, κινητοποίησε από το αρχικό στάδιο όσες δυναμεις απαιτούνται για την κατάσβεση μιας μεγάλης δασικής πυρκαγιάς».

(ε) Ναι στην ενίσχυση της αεροπυρόσβεσης, όμως τα πτητικά μέσα δεν είναι πανάκεια.

(στ) Αξιοποίηση της τεχνολογίας κατά κανόνα συμπληρωματικά του υφιστάμενου συστήματος.

(ζ) Σχέδια Διαχείρισης Κρίσεων. Οι κρίσεις δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο από ένα Φορέα.

(η) Αντιμετώπιση των εκ προθέσεως πυρκαγιών.

(θ) Η ανάγκη για διεθνή συνεργασία ολοένα και θα είναι μεγαλύτερη. Απαραίτητα να καθορισθεί μέγιστος χρόνος ανάπτυξης της βοήθειας ο οποίος πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο μικρός.

Τα δάση, την ίδια ώρα που δίνουν τη μάχη για να αντιμετωπισθεί η κλιματική αλλαγή, υποβαθμίζονται όχι μόνο από τις πυρκαγιές αλλά και από μια σειρά από άλλους παράγοντες. Πρέπει λοιπόν να τα διαφυλάξουμε και να τα προστατεύσουμε, αν θέλουμε να συνεχίσει η ζωή στον πλανήτη μας.

Κεντρικές Ομιλίες

ΤΑ ΔΑΣΗ ΤΗΣ Π.Ε. ΕΥΒΟΙΑΣ

Δέσποινα Κομίλη,

Διεύθυνση Δασών Εύβοιας

Το νησί της Εύβοιας, εκτείνεται κατά μήκος της ανατολικής Στερεάς Ελλάδας από τον Μαλλιακό Κόλπο μέχρι και το νότιο άκρο της Αττικής. Το σχήμα της Εύβοιας είναι στενόμακρο, έχει συνολικό μήκος 180 χιλιόμετρα και πλάτος, που κυμαίνεται από 8 έως 50 χιλιόμετρα. Η συνολική της επιφάνεια ανέρχεται στα 4170 Km² και καταλαμβάνει το 3,17 % της συνολικής επιφάνειας της Ελλάδας. Είναι το δεύτερο μεγαλύτερο νησί της Ελληνικής Επικράτειας, μετά την Κρήτη

Ο νομός της Εύβοιας αποτελείται από τα νησιά της Εύβοιας και της Σκύρου και ένα μικρό τμήμα της ηπειρωτικής Στ. Ελλάδας (Βοιωτικές ακτές).

Διοικητικά υπάγεται στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας

Οι δασικές υπηρεσίες της Εύβοιας υπάγονται στην αρμοδιότητα του ΥΠΠΕΝ και σήμερα απαρτίζονται από την Δ/ση Δασών που έχει την έδρα της την Χαλκίδα και τα τέσσερα Δασαρχεία

- Το Δασαρχείο Χαλκίδας με έκταση περιοχή ευθύνης 1.415.660 στρ.
- Το Δασαρχείο Αλιβερίου με έκταση περιοχή ευθύνης 1.696.640 στρ.
- Το Δασαρχείο Λίμνης με έκταση περιοχή ευθύνης 570.730 στρ.
- Το Δασαρχείο Ιστιαίας με έκταση περιοχή ευθύνης 550.000 στρ.

Ο Νομός της Εύβοιας χαρακτηρίζεται από έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο. Η ιδιαιτερότητα του ανάγλυφου της οδηγεί στον διαχωρισμό της σε τρία τμήματα - περιοχές:

- **την Βόρεια Εύβοια**, με εξαιρετικά δάση Χαλεπίου Πεύκης και μοναδικά δάση δρυός που εκτείνονται στην περιοχή του όρους **Τελέθριο**,
- **την Κεντρική Εύβοια**.
- Εδώ βρίσκεται ο κύριος ορεινός όγκος της Δίρφυος – με τα όρη του Ξηροβουνίου, τον Πυξάρια, το Καντήλι τον Όλυμπο με δάση Χαλεπίου Πεύκης, ελάτης, καστανιάς και αιφυλλών πλατυφύλλων
- **την Νότια Εύβοια**
 - Κύριος ορεινός όγκος εδώ είναι το όρος Όχη, με δάση αιφυλλών πλατυφύλλων και τον μοναδικό Καστανοδάσος – με την ονομασία Καστανολλογος στο όρος Όχη

Το νησί της Σκύρου καλύπτεται από δάση Χαλεπίου Πεύκης κυρίως στην δυτική πλευρά και από χορτολοβαδικές εκτάσεις.

Οι φυτοκοινωνικές διαπλάσεις που απαντώνται είναι:

- η Θερμομεσογειακή διάπλαση της ανατολικής μεσογείου
- η μεσογειακή διάπλαση της Αριάς
- ζώνη φυλλοβόλων δασών
- ζώνη κεφαλληνιακής Ελάτης

Το σύνολο των εκτάσεων που υπάγονται στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας (δάση, δασικές, γυμνές χορτολιβαδικές κ.λπ) καταλαμβάνουν το 53,3% της συνολικής επιφάνειας της Εύβοιας.

Το κύριο δασοπονικό είδος είναι η Χαλέπιος Πεύκη, η οποία καταλαμβάνει έκταση 89.346 Ηα.

Τα εκτεταμένα δάση της Χαλεπιου Πεύκης βρίσκονται στην Βόρεια , και Κεντρική Εύβοια έχουν διφυή μορφή με υπόροφο αειφύλλων πλατυφύλλων .

Σε μικρότερη έκταση απαντώνται δάση ελάτης, Μαύρης Πεύκης, καστανιάς, δρυός και Αριάς .

Τα δάση της Ευβοίας παρέχουν σημαντικά προϊόντα όπως:

- την ΡΗΤΙΝΗ, που συλλέγεται από τα δάση της Χαλεπίου Πεύκης και πριν την πυρκαγιά του έτους 2021 η Εύβοια παρήγαγε το 85%της Ελληνικής παραγωγής.
- Το ξύλο. (τεχνική ξυλεία και καυσόξυλο),
- Εξυπηρετούν τις ανάγκες της **μελισσοκομίας** για την παραγωγή του μελιού.
- Εξυπηρετούν τις ανάγκες **της κτηνοτροφίας** και συμβάλουν στην παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων
- Επίσης η δασική υπηρεσία καλύπτει μέρος των ατομικών αναγκών του δασόβιου και παραδασοβιου πληθυσμού σε καυσόξυλα ατελώς.

Εκτός των προαναφερόμενων ωφελειών – προϊόντων τα δάση της Εύβοιας προσφέρουν ποικίλες οικοσυστημικές υπηρεσίες, και συμβάλουν και στην παραγωγή αδιατίμητων δασικών προϊόντων όπως

- Προστασία των εδαφών (π.χ. από την διάβρωση)
- Συμμετέχουν στον κύκλο του ύδατος
- Ρυθμίζουν το τοπικό κλίμα ,καθώς και το παγκόσμιο κλίμα (κυρίως με την αποθήκευση άνθρακα)·
- Συμμετέχουν στη βιοποικιλότητα
- Ψυχική ανάταση και ευημερία (δασική αναψυχή)
- Αποτελούν την βάση για την παροχή υπηρεσιών όπως (π.χ. τουρισμός, κυνήγι)

Στην χωρική αρμοδιότητα της Ευβοίας, έχουν καταγραφεί εκατόν τριάντα εννέα (139) εγχώρια (ελληνικά) ενδημικά είδη χλωρίδας και περί τα σαράντα (40) είναι τοπικά ενδημικά είδη που απαντώνται μόνο στην Εύβοια

Σημειώνεται ότι στην οροσειρά της Δίρφους απαντάται το μοναδικό αρωματικό και φαρμακευτικό είδος με την επιστημονική ονομασία *sideritis Euboea* με κοινή ονομασία , **το ΤΣΑΙ ΤΗΣ ΔΙΡΦΥΟΣ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΑΠΟΛΥΤΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ Π.Δ.67/81**

Λόγω της ιδιαιτερότητας της πλούσια τοπικής χλωρίδας σε συνδυασμό με τις άριστες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, τα μικροπεριβάλλοντα που δημιουργούνται και της ορνιθοπανίδας που διαβιεί στα δάση της Εύβοιας , έχουν θεσμοθετηθεί έντεκα (11) προστατευόμενες περιοχές (NATURA, ΖΕΠ κ.λπ).

Επιπλέον η ποικιλότητα της βλάστησης, οι χαραδρώσεις με εξαιρετα φαράγγια (όπως το Δημοσαρι στην νότια Εύβοια), ο συνδυασμός βουνού και θάλασσας και η χρήση του δάσους από εκδρομείς, περιπατητές, ποδηλάτες , αναρριχητές, προσκυνητές στα υπάρχοντα μοναστήρια, παραθεριστές και τους κατοίκους του νησιού δίδουν στα δάση της Εύβοιας μεγάλη αξία από αισθητική άποψη.

Εκτός όμως από τα κύρια δασοπονικά είδη που προαναφέρθηκαν, το δασικό οικοσύστημα της περιοχής απαρτίζεται και από άλλα είδη, θαμνώδους μορφής, τα αρωματικά – φαρμακευτικά μελισσοκομικά είδη, τα οποία και αυτά συνεισφέρουν σημαντικά στην

σταθερότητα και την οικολογική ισορροπία αυτού. (κουνούκλα, κολιζος, ρίγανη μέντα, φασκόμηλο κ.λπ)

Τα τελευταία χρόνια η αυξημένη ζήτηση και το ενδιαφέρον για την συλλογή προς εμπορία ενός μεγάλου φάσματος των προαναφερόμενων ειδών όπως θρουμπι, ριγανι, σπαθόχορτο κ.λπ που φύονται στα δάση ανέδειξε το θέμα της διαχείρισης αυτών.

Θεωρείται επιβεβλημένη η διαχείριση τους η οποία θα προστατέψει τα συγκεκριμένα είδη από την εξαφάνιση λόγω της αλόγιστης και άναρχης συλλογής, θα διατηρήσει την βιοποικιλότητα στα δάση της **Ευβοίας ταυτόχρονα θα αναδείξει την δασοπονία πολλαπλών χρήσεων.**

Από ιδιοκτησιακής άποψης τα δάση της Εύβοιας, διακρίνονται σε δημόσια, ιδιωτικά, κοινοτικά, , μοναστηριακά και διακατεχόμενα.

Τα δημόσια δάση καταλαμβάνουν το 20 % ,

Ιδιωτικά και τα διακατεχόμενα καταλαμβάνουν το 76%

Τα μοναστηριακά 2,8%

Δημοτικά-κοινοτικά 1,2%

Στην χωρική αρμοδιότητα των Δασικών Υπηρεσιών του Νομού Ευβοίας, δραστηριοποιούνται περί τους σαράντα τέσσερις (44) αναγκαστικούς δασικούς συνεταιρισμούς .

Την τελευταία εικοσαετία πολλά από τα δάση τα οποία έχουν αναγνωρισθεί ως ιδιωτικά στα πλαίσια των διατάξεων του Ν. 3208/2003, υπέρ των Αναγκαστικών Δασικών Συνεταιρισμών, δεν διαχειρίζονται με αποτέλεσμα την συσσώρευση καύσιμης ύλης λόγω της σύστασής τους από χαλέπιο πεύκη και υπόροφο αειφύλλων πλατυφύλλων. Θα ήταν αναγκαίο να εξεταστεί η χρηματοδότηση από την μη δημόσια δασοπονία των Αναγκαστικών Δασικών Συν/σμών που είναι ιδιοκτήτες δασών για την σύνταξη των διαχειριστικών μελετών .

Είναι γεγονός ότι τα μέλη των συνεταιρισμών είναι φυσικά πρόσωπα. των οποίων η κύρια απασχόληση δεν είναι δασική και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει πρόβλημα στον τιθέμενο δασοπονικό σκοπό. Άλλοι επιθυμούν την απόληψη ξύλου, άλλοι μόνο την κάλυψη των ατομικών αναγκών σε καυσόξυλα, άλλοι την αλλαγή χρήσης των δασών (π.χ. αγροί) με συνέπεια να δημιουργούνται προβλήματα ακόμα και σε αυτά τα δάση που διαχειρίζονται σύμφωνα με τις εγκεκριμένες διαχειριστικές μελέτες.

Οι βασικές αρχές της Δασολογικής επιστήμης της **ενιαίας διαχείρισης των δασών**, και της **«αειφορίας των καρπώσεων»**, είναι δύσκολο να εφαρμοστούν γιατί πολλές φορές τα μέλη των συνεταιρισμών αυτών εμμένουν στην παραδοσιακή διαχείριση, των εδώ και εκατοντάδων χρόνων, της **«μερίδας μου»**, της έκτασης που ρητίνευαν οι αρχικοί δικαιοπάροχοι τους και των άτυπων διανομών που έχουν κάνει.

Η διαχείριση των δημοσίων δασών της Εύβοιας πραγματοποιείται με την εφαρμογή του Π.Δ. 126/1986 και του άρθρου 134 του Ν.Δ. 86/69. Στην περιοχή της Εύβοιας δραστηριοποιούνται (11) ΔΑΣΕ που αναλαμβάνουν – εκτελούν διάφορες εργασίες στα δημόσια δάση π.χ. υλοτομικές, εργασίες

βελτίωσης υποβαθμισμένων δασών κ.λπ Το δικαίωμα ρητίνευσης των δημοσίων δασών παραχωρείται συνήθως χωρίς δημοπρασία στους ΔΑΣΕ.

Ο υλοτομούμενος ξυλώδης όγκος από τα δάση της Ευβοίας που διατίθεται στο εμπόριο διαμορφώνεται σε τεχνική ξυλεία και καυσόξυλο και η συνολική παραγωγή για το **έτος 2020** από τα δημόσια δάση ήταν 1.383 κ.μ. τεχνικό ξύλο και 2.581 κ.μ καυσόξυλα, αντίστοιχα από τα ιδιωτικά δάση η τεχνική ξυλεία ήταν 1.695 κ.μ. και τα καυσόξυλα 18.103 κ.μ.

Το ίδιο έτος χορηγήθηκαν συνολικά 6500 κ.μ ξυλώδους όγκου από την δασική υπηρεσία από τα δημόσια και μη δημόσια δάση για την κάλυψη ατομικών αναγκών των κατοίκων.

Μετά την Μεγα πυρκαγιά το έτος 2021 που έκαψε συνολικά 500.000 στρ. στην Βόρεια Εύβοια στις περιοχές αρμοδιότητας των Δασαρχείων Λίμνης και Ιστιαίας, η δασική υπηρεσία προκειμένου να αντιμετωπιστούν άμεσα οι δυσμενείς συνθήκες που δημιουργήθηκαν προέβη στην σύνταξη μελετών και έγκριση συνολικά εννέα μελετών για την εκτέλεση αντιδιαβρωτικών έργων (κορμοδέματα, κορμοφράγματα κ.λπ) τα οποία εκτελέστηκαν άμεσα από τα Δασαρχεία Λίμνης και Ιστιαίας είτε με την διαδικασία της αναδοχής είτε με την χρηματοδότηση από το ΥΠΕΝ. Στην συνέχεια συντάχθηκαν και εγκρίθηκαν δέκα μελέτες για την εκτέλεση αντιπλημμυρικών έργων (φράγματα βάρους) τα περισσότερα από αυτά έχουν υλοποιηθεί. Τα προαναφερόμενα έργα αντιπλημμυρικής προστασίας χρηματοδοτήθηκαν από το ΥΠΕΝ.

Μέσα στο έτος 2024 θα ολοκληρωθεί και η απόληψη του καμένου ξυλώδους κεφαλαίου από τις καμένες εκτάσεις .

Στις εκτάσεις που καήκαν το 2021 και καλύπτονταν από την Χαλεπιο Πεύκη από τα μέχρι τώρα στοιχεία διαπιστώνεται ότι η φυσική αναγέννηση είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Επίσης παρατηρήθηκε ότι είχαμε σε κάποιες θέσεις και φυσική αναγέννηση της Μαύρης Πεύκης.

Στην περίπτωση των εκτάσεων που καλύπτονταν από Ελάτη απαιτείται η παρέμβαση μας προκειμένου να αναδασωθούν τεχνητά όπως και στην περίπτωση της Μαύρης Πεύκης αλλά και στις διπλοκαμένες εκτάσεις που καλύπτονταν από φυσική αναγέννηση Χαλεπίου Πεύκης. Για αυτό το λόγο η υπηρεσία μας ενέκρινε την μελέτη αναδάσωσης διπλοκαμένων εκτάσεων (φυσική αναγέννηση Χαλεπίου Πεύκης) και εκτάσεων που καλύπτονταν από Ελάτη και Μαύρη Πεύκη πριν την πυρκαγιά και ευελπιστούμε στην χρηματοδότηση για την εκτέλεση των προβλεπόμενων εργασιών.

Μέχρι την εκδήλωση της πυρκαγιάς τα δάση της Χαλεπιού Πεύκης στην Βόρεια Εύβοια ήταν άρρηκτα συνδεδεμένα με τον δασόβιο πληθυσμό ο οποίος εργαζόταν μέσα σε αυτά .

Ειδικότερα η ρητίνευση αυτών απέδιδε οικονομικούς πόρους στον δασόβιο – παραδασόβιο πληθυσμό αλλά μετά την πυρκαγιά , με την εφαρμογή του ειδικού επταετούς προγράμματος μεγάλος αριθμός των ρητινοσυλλεκτων απασχολείται στα δύο Δασαρχεία Λίμνης και Ιστιαίας σε διάφορες εργασίες καθαρισμών κ.λπ.

Με την καταστροφή των συστάδων ενός δάσους από πυρκαγιά έχουμε σοβαρή διαταραχή στη διαχείριση του όπως :

- Μείωση της παραγωγής των δασικών προϊόντων ρητίνης και ξύλου καθ όσον ο βασικότερος παράγων που είναι το ξυλώδες κεφάλαιο έχει καταστραφεί.
- Διαταραχή στη σειρά των υλοτομιών ,της αειφορίας των καρπώσεων και στην μέθοδο αναγέννησης της συστάδας.
- Διαταραχή στο υδρολογικό δυναμικό της περιοχής .
- Τη δημιουργία ακανόνιστων συστάδων τόσο σε ξυλώδες κεφάλαιο όσο και σε διαχειριστική μορφή

Έτσι επιτακτική είναι η ανάγκη για την λήψη μέτρων στα εναπομείναντα δάση της Χαλεπίου Πεύκης και ειδικότερα να προβληματιστούμε στο πως πρέπει να διαχειριστούμε τον υπόροφο των αειφύλλων πλατυφύλλων, τους δασοκομικούς χειρισμούς που θα πρέπει να εφαρμόζουμε στην διαχείριση της Χαλεπίου, τον χρόνο περιφοράς των δασοκομικών χειρισμών.

Αλλά και για τις καμένες εκτάσεις όπου έχει ήδη εμφανιστεί η φυσική αναγέννηση της Χαλεπίου Πεύκης ποιες επεμβάσεις μπορούν να γίνουν ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό στην φάση της νεοφυτείας για την αποφυγή του «στανιάσματος» στην αύξηση.

- Συμπερασματικά γίνεται κατανοητό, ότι τα δάση της Εύβοιας σήμερα και στον μέλλον μπορούν να συμβάλουν στην εξεύρεση οικονομικών πόρων για το τοπικό πληθυσμό , αρκεί να υπάρξει η σωστή διαχείριση τους , η οποία θα είναι βασισμένη στις αρχές και απαιτήσεις της δασολογικής επιστήμης η οποία εκφράζεται μέσω των διαχειριστικών σχεδίων.
- Οι Δασικές Υπηρεσίες της Εύβοιας καταβάλλουν σημαντική προσπάθεια να τεθούν υπό καθεστώς διαχείρισης όλα τα δημόσια δάση και να ολοκληρωθούν οι σχετικές διαχειριστικές μελέτες που έχουν λήξει .
- Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονιστεί η ανάγκη για προαγωγή και ανάπτυξη της δασικής αναψυχής, ως ένα ακόμη μέσο για την ανάδειξη της Εύβοιας , και προς αυτή την κατεύθυνση η Δ/ση Δασών Εύβοιας έχει εγκρίνει μελέτες βελτίωσης και σήμανσης μονοπατιών και έχει προχωρήσει την διαδικασία καταγραφής όλων των υφιστάμενων μονοπατιών της Εύβοιας σύμφωνα με την ισχύουσα Υ.Α η οποία θα έχει ολοκληρωθεί μέχρι το τέλος του χρόνου.
- Η Δ/ση Δασών είναι σε απόλυτη συνεργασία με τα Δασαρχεία συντάσσουν μελέτες για τα ορεινά υδρονομικά, μελέτες παρόδιων καθαρισμών , δημιουργίας χώρων δασικής αναψυχής βελτίωσης δασικής οδοποιίας κλπ , με στόχο την ένταξη τους σε προγράμματα χρηματοδότησης.
- Η Δ/ση Δασών έχει αναρτήσει αναμορφώσει και κυρώσει τον δασικό χάρτη όλης της Ευβοίας και ετοιμάζεται να προβεί στην συμπληρωματική κύρωση αυτού μέχρι το τέλος του έτους.

Σήμερα το σύνολο των δασικών υπηρεσιών της Ευβοίας διαθέτει στελέχη με υψηλό επίπεδο γνώσεων και δεξιοτήτων και παρόλο την έλλειψη προσωπικού , ανταποκρίνονται όσο μπορούν καλύτερα στις απαιτήσεις προστασίας και διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων στην σύνταξη μελετών και στην εκτέλεση έργων .

Ελπίζουμε ότι αυτή η συνάντηση θα δώσει σωστές κατευθύνσεις στους δασολόγους της πράξης για την οικολογική αποκατάσταση των πυρόπληκτων περιοχών και θα συμβάλει στην διαμόρφωση μιας νέας δασικής πολιτικής για τα πυρόπληκτες περιοχές σε βάθος χρόνου.

Κεντρικές Ομιλίες

ΜΕΤΑΠΥΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Θεοχάρης Δ. Ζάγκας

Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ

Περίληψη

Οι δασικές πυρκαγιές, σύμφωνα με διαχρονικές πυροοικολογικές έρευνες, θεωρούνται φυσικές για τη λεκάνη της Μεσογείου. Ωστόσο, η σημαντική αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών τόσο σε αριθμό όσο και σε καιγόμενη έκταση ανά πυρκαγιά κατά τις τελευταίες δεκαετίες, οδηγούν στην εκτίμηση ότι αυτές έχουν πλέον τα χαρακτηριστικά των οικολογικών καταστροφών και όχι των οικολογικών διαταραχών του παρελθόντος.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι κάποια φυτικά είδη, κυρίως θάμνοι και είδη δρυός είναι ανθεκτικά στη φωτιά και κάποια άλλα, όπως τα είδη πεύκης, είναι ευαίσθητα. Οι σημαντικότερες επιδράσεις των δασικών πυρκαγιών στα μεσογειακά, δασικά οικοσυστήματα μετά από σφοδρές πυρκαγιές είναι η διαφοροποίηση της σύνθεσής τους σε φυτικά είδη και η έντονη διάβρωση του εδάφους.

Η διάβρωση του εδάφους αποτελεί μη αντιστρεπτή οικολογική ζημιά και για τον λόγο αυτό επιβάλλεται η άμεση λήψη των απαραίτητων δασοκομικοτεχνικών μέτρων για την ελαχιστοποίηση της διάβρωσης και τον περιορισμό καταστροφικών φαινομένων.

Οι καμένες εκτάσεις θα πρέπει να εξετάζονται και να παρακολουθούνται συστηματικά, ως προς το θέμα της φυσικής αναγέννησης των δασών. Σε περίπτωση αδυναμίας φυσικής αναγέννησής τους, αυτή θα πρέπει να γίνει τεχνητά με οικονομικό και οικολογικά συμβατό τρόπο, σύμφωνα με τις αρχές της Δασοκομίας.

Μετά από μια δασική πυρκαγιά θα πρέπει να ακολουθήσει η σύνταξη ενός σχεδίου μεταπυρικής διαχείρισης και η σταδιακή υλοποίησή του. Αυτό θα περιλαμβάνει:

- Υλοτομία των δένδρων και θάμνων
- Αξιοποίηση μέρους του ξύλου για την κατασκευή των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων
- Κατασκευή των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων (ξυλοφράγματα, κορμοδέματα, κλαδοπλέγματα, αυλάκωση κατά τις ισοϋψείς, λιθοπλήρωτα συρματοκιβώτια, ξερολιθιές κ.λ.π.)
- Αξιοποίηση του πλεονάζοντος κορμοξύλου για τεχνική χρήση και του λεπτού ξύλου για βιομηχανική χρήση και ενέργεια.
- Τεχνητή αναδάσωση εκεί όπου η φυσική αναγέννηση δεν αναμένεται να εγκατασταθεί, με τον πιο οικονομικό και οικολογικά αποδεκτό τρόπο.
- Προστασία από τη βόσκηση και οποιαδήποτε άλλη ανθρωπογενή επέμβαση.
- Μέτρα για τη διατήρηση και επανεγκατάσταση της πανίδας.
- Συστηματική παρακολούθηση του οικοσυστήματος τα επόμενα 5-6 χρόνια για την αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων τα οποία θα προκύψουν.

Εισαγωγή

Η φωτιά αποτελεί σημαντικό οικολογικό παράγοντα για τα δασικά οικοσυστήματα της λεκάνης της Μεσογείου. Σήμερα υπάρχει η βεβαιότητα ότι οι φωτιές ήταν συχνές κατά τη διάρκεια του ύστερου τεταρτογενούς (Carrion κ.α. 2003) και πιθανώς πολύ πιο πριν, καθώς πολλά είδη έχουν αναπτύξει επαρκείς προσαρμοστικούς μηχανισμούς, έτσι ώστε να διατηρούνται και να αναγεννώνται μετά από επαναλαμβανόμενες δασικές πυρκαγιές (Ζάγκας 1987, Τσιτσώνη 1991, Pausas 2004, Pausas & Verdú 2005, Pausas κ.α. 2008). Έτσι, η φυτική βιοποικιλότητα των δασικών οικοσυστημάτων της εν λόγω περιοχής έχει επηρεαστεί από το εν γένει ιστορικό των δασικών πυρκαγιών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω θα πρέπει να δεχτούμε ότι οι φωτιές είναι φυσικές, δηλαδή υπήρχαν, υπάρχουν και θα υπάρχουν, αφού εμφανίζονται διαχρονικά επί πολλούς αιώνες και τα φυτά έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται σε αυτές.

Ωστόσο, έρευνες για τις δασικές πυρκαγιές κατά τις τελευταίες δεκαετίες δείχνουν ότι, αυτές είναι ζημιογόνες για τα μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα υπό την έννοια ότι προκαλούν αλλαγές στη φυτοκοινότητα (Kazanis & Arianoutsou, 2004; Rodrigo κ.α., 2004, de Louis κ.α., 2006, Arman κ.α., 2007) και σημαντικές εδαφικές απώλειες (Marques & Mora 1992, de Louis κ.α. 2005, Pausas κ.α. 2008). Επιπλέον, αποτελούν σημαντική απειλή για τους κατοίκους και τις περιουσίες πληττόμενων περιοχών, καθώς και τις υποδομές τους.

Οι μεγάλες δασικές πυρκαγιές (megafires) είναι σχετικά νέες για την περιοχή της λεκάνης της Μεσογείου και, εύλογα, οι άνθρωποι και ο επιστημονικός κόσμος τις θεωρούν άκρως καταστροφικά συμβάντα.

Στην περιοχή της Μεσογείου έχουν αναπτυχθεί πολλοί πρώιμοι πολιτισμοί, όπως της Μεσοποταμίας, της Αιγύπτου, των Φοινίκων, των Ιουδαίων, των Ελλήνων, των Αράβων και των Ρωμαίων, με πολλές συγκρούσεις και ανακατατάξεις, όπως οι πόλεμοι, οι αλλαγές στην ιδιοκτησία και τις χρήσεις γης, οι μεταναστεύσεις και οι συνακόλουθες κοινωνικοοικονομικές ανακατατάξεις, οι οποίες συνεχίζονται μέχρι σήμερα. Μια σειρά σοβαρών διαταραχών, ως αποτέλεσμα του συνδυασμού δασικών πυρκαγιών, αλόγιστων και ανεξέλεγκτων υλοτομιών, υπερβόσκησης, εκχερσώσεων, αποψιλώσεων, εκριζώσεων και βαθμιδώσεων, οδήγησαν στη δημιουργία μιας μεγάλης ποικιλίας τροποποιημένων, από τον άνθρωπο, τοπίων. Όλες αυτές οι πιέσεις συνδυαζόμενες ποικιλοτρόπως δημιούργησαν τη σημερινή κατάσταση, η οποία απέχει πολύ από αυτή του φυσικού μεσογειακού τοπίου.

Τις τελευταίες δεκαετίες, ειδικά στο ευρωπαϊκό (Βόρειο) τμήμα της Μεσογείου, η αλλαγή των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών (βιομηχανοποίηση, αστικοποίηση, εγκατάλειψη της υπαίθρου, αλλαγή χρήσεων γης) οδήγησε στην εγκατάλειψη πολλών γεωργικών εκτάσεων και τη μετατροπή τους σε πρόσκοπα δάση, πολλά των οποίων είναι πολύ εύφλεκτα (πευκοδάση, πρινώνες) και στην αλλαγή του τοπίου, καθώς και των συνθηκών έναρξης και διάδοσης δασικών πυρκαγιών (Moreira κ.α. 2001, Pausas 2004, Ζάγκας 2007).

Η εγκατάλειψη της αγροτικής γης ομογενοποίησε το προϋπάρχον μωσαϊκό χρήσεων γης και δημιούργησε μια επικίνδυνη συνέχεια της καύσιμης ύλης σε μεγάλη έκταση, στην οποία συνέβαλε και η απουσία των βοσκόντων ζώων. Η συνέχεια αυτή της καύσιμης ύλης φτάνει πολλές φορές έως το εσωτερικό (νεοϊδρυθέντων) οικισμών, με αποτέλεσμα να απειλούνται οι άνθρωποι και οι περιουσίες τους. Επομένως, θα μπορούσαμε να αναδείξουμε ως κύρια αιτία της αύξησης τους αριθμού των δασικών πυρκαγιών και τις αντίστοιχα μεγάλες καιγόμενες εκτάσεις ανά πυρκαγιά, την αλλαγή χρήσεων γης (Pausas, 2004, Pausas κ.α. 2008). Στο πλαίσιο αυτό παρατηρούμε τα εξής:

-Αύξηση των επικόρυφων πυρκαγιών ακόμα και σε ορεινές υπομεσογειακές περιοχές (Ολυμπος, Πιέρια, Γράμμος, Πίνδος, Ροδόπη, Ταΰγετος, Πάρνηθα, Μαίναλο, Ευρυτανία κ.α.).

-Αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των δασικών πυρκαγιών στις διάφορες περιοχές

Τύποι μεσογειακών οικοσυστημάτων

Οι σημαντικότεροι τύποι μεσογειακών οικοσυστημάτων είναι οι εξής:

α) Οικοσυστήματα θαμνώνων με κυριαρχία παραβλαστανόντων ειδών.

Τα οικοσυστήματα θαμνώνων αειφύλλων πλατυφύλλων, στους οποίους κυριαρχούν παραβλαστανόντα είδη, είναι πολύ συνηθισμένοι στη λεκάνη της Μεσογείου. Ο πιο τυπικός εκπρόσωπος είναι τα garrigue ή πρινώνες, όπως αποκαλούνται στην Ελλάδα, στους οποίους κυριαρχεί ο πρίνος (*Quercus coccifera*) σε θαμνώδη μορφή. Το είδος αυτό είναι πολύ ανθεκτικό ακόμα και σε πολύ συχνά επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές (Trabaud, 1991) και γι' αυτό η φωτιά αποτελεί σε πολλές χώρες, παράνομα βέβαια από μέρους των βοσκών, το μέσο βελτίωσης της βοσκησιμότητάς τους από τις αίγες.

β) Οικοσυστήματα θαμνώνων με κυριαρχία μη παραβλαστανόντων ειδών.

Τα μεσογειακά “πυρόφιλα” ή “πυράντοχα” οικοσυστήματα μπορεί να κυριαρχούνται από θάμνους που δεν παραβλαστάνουν. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι πληθυσμοί αυτών των ειδών επιβιώνουν μετά από μια πυρκαγιά μέσω μιας τράπεζας σπερμάτων, η οποία διατηρείται μετά τη φωτιά (σπέρματα με σκληρό περίβλημα), επιτρέποντας έτσι τη μεταπυρική τους αναγέννηση (Arianoutsou & Thanos, 1996, Ferrandis κ.α., 1999, Baeza & Vallejo, 2006, Pausas κ.α., 2008). Βλέπουμε λοιπόν, ότι οι πληθυσμοί αυτοί αναγεννώνται με σπέρματα. Η φύτευση, πολλών από αυτά, διεγείρεται από τη φωτιά και από τις ιδιαίτερες συνθήκες, που αυτή δημιουργεί, με αποτέλεσμα οι πληθυσμοί αυτής της κατηγορίας να ενισχύονται μετά την πυρκαγιά. Τα είδη αυτά είναι εύφλεκτα επίσης, αλλά περισσότερο ξηρανθεκτικά από τα παραβλαστάνοντα (Paula & Pausas, 2006, Saura – Mas & Lloret, 2007, Pausas κ.α., 2008). Αυτοί οι πληθυσμοί δεν εμφανίζονται μόνο μετά τη φωτιά, αλλά αποικίζουν εγκαταλελειμμένους αγρούς, υποβαθμισμένα εδάφη και σχετικά άγονα κράσπεδα.

γ) Αείφυλλα πλατύφυλλα σκληρόφυλλα δάση.

Οι μεσογειακές αείφυλλες δρύες παραβλαστάνουν έντονα μετά από σοβαρές διαταραχές, όπως οι δασικές πυρκαγιές (Pausas, 1997, Debusshe κ.α., 2001, Espelta κ.α., 2003, Pausas κ.α., 2008). Το πιο διαδεδομένο είδος είναι η Αριά (*Quercus ilex*) και η φελλοφόρος δρυς (*Q. suber*) στα δυτικά της Μεσογείου και η Αριά (*Q. ilex*), η Λατζιά (*Q. alnifolia*) και η καλλιπρινός (*Q. calliprinos*) στα ανατολικά. Λόγω της μεγάλης ικανότητας παραβλάστησης, τα είδη αυτά διαχειρίζονται από την αρχαιότητα έως σήμερα πρεμνοφυώς για την παραγωγή καυσόξυλων και ξυλανθράκων. Παρόλα αυτά, αυτά συνεχίζουν να υπάρχουν ως σήμερα. Μεγάλης ηλικίας άτομα δεν παραβλαστάνουν. Με όπλο την παραβλάστηση τα είδη αυτά, μετά από μια πυρκαγιά, σε μεικτές συστάδες με κωνοφόρα είδη (πεύκες) ενισχύουν την παρουσία τους.

δ) Πευκοδάση

Σε ό,τι αφορά τα πευκοδάση της Μεσογείου θα πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι κανένα από τα είδη πεύκης, που συμμετέχουν σε αυτά, δεν παραβλαστάνει. Για τα πιο κοινά είδη της χαμηλής ζώνης, χαλέπιο (*Pinus halepensis*), τραχεία (*P. brutia*) και θαλάσσια (*P. pinaster*), η μεταπυρική αναγέννηση βασίζεται στην τράπεζα σπερμάτων της κόμης που προστατεύτηκε στους κλειστούς κώνους (Ζάγκας 1987, Σπανός 1992, Daskalaku & Thanos 1996, Habrouk κ.α. 1999, Thanos & Doussi 2000, Tarpas κ.α. 2001, Pausas κ.α. 2008). Η φυσική αναγέννηση για τα τρία αυτά είδη είναι εξασφαλισμένη με την πυκνότητα των φυταρίων να διαφέρει ανάλογα με τις σταθμολογικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά της δασικής πυρκαγιάς. Φυσικά, αναγέννηση δεν αναμένεται στην περίπτωση νεαρών συστάδων (ηλικίας <30 (20) ετών, όταν η κλίση του εδάφους είναι >50% ή όταν η σφοδρότητα της πυρκαγιάς είναι καταστροφική για την τράπεζα σπερμάτων.

Ένα άλλο είδος μεσογειακής πεύκης είναι η κουκουναριά (*P. pinea*). Παρότι δεν έχει τους μηχανισμούς των προηγούμενων ειδών, χάρη στους πολύ χονδρούς κώνους και τα παχύτοιχα σπέρματά της εμφανίζει μια κάποια, έστω και περιορισμένη φυσική αναγέννηση.

Οι ορεινές πεύκες, μαύρη (*P. nigra*) και δασική (*P. sylvestris*) δεν αναγεννώνται μετά από επικόρυφη πυρκαγιά. Η μαύρη πεύκη εμφανίζει συνήθως πυκνή αναγέννηση μετά από έρπουσα πυρκαγιά.

ε) Φυλλοβόλα

Δρυοδάση

Τα φυλλοβόλα δρυοδάση αναγεννώνται με παραβλάστηση μετά από πυρκαγιά και επειδή εκτός από τα πρεμνοβλαστήματα έχουμε και ριζοβλαστήματα, παρατηρείται, ακόμη και αύξηση της πυκνότητας των συστάδων μετά από πυρκαγιά (Ζάγκας 1994).

Μεταπυρική Διαχείριση

Μετά από μια δασική πυρκαγιά βρισκόμαστε μπροστά σε ένα πένθιμο τοπίο, το οποίο όμως δεν είναι το μοναδικό πρόβλημα. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε είναι η διάβρωση των εδαφών, ιδιαίτερα σε ισχυρά κεκλιμένες εκτάσεις. Σοβαρό πρόβλημα αποτελεί και ο κίνδυνος πλημμυρικών φαινομένων, καθώς και ο κίνδυνος

ποιοτικής υποβάθμισης (έως αχρήστευσης) των υδατικών πόρων. Μείζονος οικονομικής σημασίας είναι και η αξιοποίηση του καμένου ξύλου, με τη μορφή της έκτακτης κάρπωσης, μεγάλης συνήθως κλίμακας, που συνεπάγεται την προσπάθεια για μια άριστη οργάνωση σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η άμεση συγκομιδή και αξιοποίηση του ξύλου.

Για όλα αυτά κρίνεται απαραίτητη μια συστηματική οργάνωση και ένας ιδεατός σχεδιασμός για την κατά χώρο και χρόνο διεξαγωγή των απαραίτητων δασοκομικοτεχνικών εργασιών. Η ιεράρχηση των εργασιών αυτών έχει ως εξής :

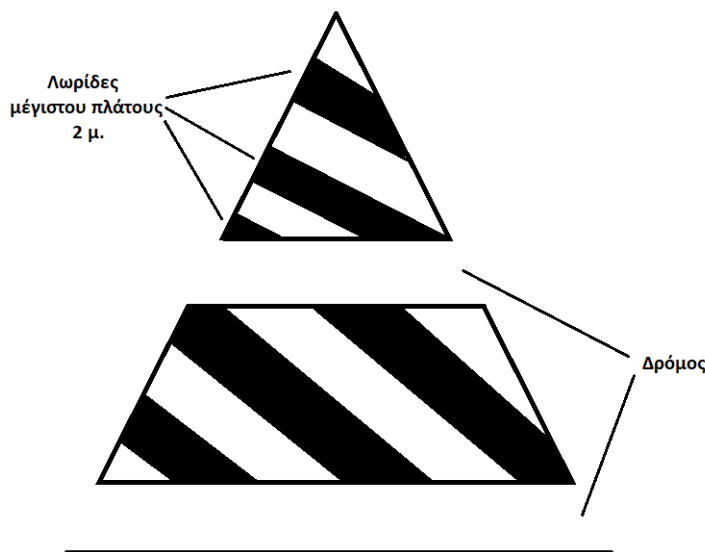
α) Άμεση έναρξη των υλοτομικών εργασιών και παράλληλη εκτέλεση των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων

β) Κατασκευή κορμοδεμάτων και ξυλοφραγμάτων με την απαιτούμενη ποσότητα κορμοξύλου και εξωδάσωση της υπόλοιπης ποσότητας ξύλου.

γ) Διευθέτηση των κλαδιών και του λεπτού ξύλου των θάμνων κατά μήκος των χωροσταθμικών καμπυλών με τη μορφή των κλαδοπλεγμάτων και διακοπή κατά διαστήματα της συνέχειάς τους.

δ) Εκτέλεση των εργασιών με τη μέγιστη δυνατή επιμέλεια για την προστασία των παραβλαστημάτων και των αρτιφύτων.

ε) Σε περίπτωση καθυστέρησης των υλοτομιών και των εργασιών συγκομιδής του ξύλου, καλό είναι να επιλέγονται, μετά από λεπτομερή σχεδιασμό, στενές λωρίδες διαταγμένες με μικρή σχετικά κλίση επί της πλαγιάς έτσι ώστε οι ζημιές στη φυσική αναγέννηση και στο έδαφος κατά τις εργασίες συγκομιδής του ξύλου να είναι οι μικρότερες δυνατές.



Εικόνα 1. Λωρίδες ελαφρά κεκλιμένες για την εξωδάσωση του ξύλου μετά την εμφάνιση της φυσικής αναγέννησης

Υλοτομία καμένων δένδρων και θάμνων

Η καμένη δενδρώδης και θαμνώδης βλάστηση, συνθέτει ένα πένθιμο τοπίο και θυμίζει με τον πιο δραματικό τρόπο την καταστροφή η οποία συντελέστηκε σε μια περιοχή. Για τον λόγο αυτό τα δένδρα και οι θάμνοι θα πρέπει να υλοτομηθούν το συντομότερο. Το ξύλο τους είναι υγιές στο μεγαλύτερο μέρος του και κατάλληλο για όλες τις χρήσεις όπως και πριν την έλευση της φωτιάς. Ένα μέρος θα αξιοποιηθεί για την κατασκευή των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων, ενώ το υπόλοιπο θα εξαχθεί και θα αξιοποιηθεί κατάλληλα από τις δασικές υπηρεσίες. Οι κορμοί των δένδρων και θάμνων μετά την υλοτομία τους πρέπει να αποκλαδώνονται και τα κλαδιά τους να διατάσσονται κατά μήκος των χωροσταθμικών (κλαδοπλέγματα). Η υλοτομία των δένδρων πρέπει να γίνεται χαμηλά εκτός των

περιπτώσεων όπου τα παραμένοντα πρέμνα είναι απαραίτητα για την στήριξη των κορμοδεμάτων ή ξυλοφραγμάτων.

Οι παραπάνω εργασίες διευθέτησης και αξιοποίησης του καμένου υλικού κρίνονται απαραίτητες και για έναν πρόσθετο λόγο. Εάν αυτές παραλειφθούν, οι κορμοί των δένδρων και των θάμνων θα πέσουν επί του εδάφους τα επόμενα 2-4 χρόνια. Τα κλαδιά τους και οι κορμοί τους θα βρίσκονται έτσι σε άμεση επαφή με πυκνή, αγρωστώδη βλάστηση η οποία ξηραίνεται κατά τη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου. Έτσι ο κίνδυνος έναρξης και διάδοσης δασικής πυρκαγιάς, 5-7 χρόνια μετά την προηγηθείσα, είναι υπαρκτός, σύμφωνα με έρευνες του κορυφαίου αμερικανού Δασοκόμου - Πυρκαγιολόγου J. K. Agee (Agee 1993).

Αντιπλημμυρικά – Αντιδιαβρωτικά έργα

Στα πιο επικλινή και ευδιάβρωτα εδάφη θα πρέπει να εκτελεστούν όλα τα απαραίτητα έργα για τον περιορισμό της διάβρωσης, την κατακράτηση των μεγαλύτερων κατά το δυνατόν ποσοτήτων φερτών υλικών και την ομαλή πορεία των πλεοναζόντων υδάτων προς το υδρογραφικό δίκτυο και τη θάλασσα.

Αυτά είναι :

- Μικρά ξύλινα φράγματα
- Κλαδοπλέγματα
- Κορμοδέματα
- Αυλάκωση κατά τις ισοϋψείς
- Ξερολιθιές
- Λιθοπλήρωτα συρματοκιβώτια

και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις προστασίας οικισμών και ιδιαίτερης σημασίας υποδομών, τσιμεντένια φράγματα μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους.

Κατασκευή μικρών ξύλινων φραγμάτων

Σε χαρακτηριστικά σημεία εντός των κοιτών σχεδιάζονται και κατασκευάζονται μικρού σχετικά μεγέθους ξυλοφράγματα. Οι θέσεις κατασκευής τους πρέπει να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- Μικρό πλάτος κοίτης
- Σταθερή (πετρώδης) κοίτη και πρανή.

Τα χαρακτηριστικά αυτά συμβάλλουν στο να είναι απόλυτα ασφαλή και λειτουργικά και το κόστος κατασκευής τους να είναι σχετικά χαμηλό.

Κατασκευή κλαδοπλεγμάτων-κλαδοσωρών

Τα κλαδοπλέγματα ενδείκνυνται για τον μετριασμό της διάβρωσης. Στο πλαίσιο των υλοτομιών οι ποσότητες των παραγόμενων κλαδιών είναι πολύ μεγάλες. Τα κλαδιά αυτά θα πρέπει να διευθετηθούν κατάλληλα κατά μήκος των χωροσταθμικών προκειμένου να προστατέψουν το έδαφος από τη διάβρωση συμβάλλοντας ταυτόχρονα στη βελτίωση της αισθητικής του τοπίου, αλλά και της μελλοντικής αντιπυρικής προστασίας. Για τον λόγο αυτό επιβάλλεται η διακοπή της συνέχειάς τους ανά τακτά διαστήματα.

Κατά θέσεις θα στερεώνονται σε υπάρχοντα πρέμνα για να είναι πιο σταθερά και λειτουργικά. Σε επικλινείς εκτάσεις επιβάλλεται η κατασκευή τους να είναι πιο επιμελημένη. Όπου τα κλαδιά πλεονάζουν αυτά μπορούν να διυθετούνται με τη μορφή κλαδοσωρών κατά διαστήματα και σε κατάλληλες θέσεις έτσι ώστε να συμβάλουν με τον καλύτερο τρόπο στην προστασία του εδάφους και στον εμπλουτισμό του σταδιακά με πολύτιμη οργανική ουσία.

Κατασκευή κορμοδεμάτων

Τα κορμοδέματα, όταν κατασκευαστούν σωστά, αποτελούν την πιο σημαντική κατηγορία αντιδιαβρωτικών έργων μετά την καταστροφή των δασών από πυρκαγιές.

Σε ώριμες συστάδες, το κορμόξυλο αφθονεί και για τον λόγο αυτό αποτελεί φθινό και καλό υλικό. Για την κατασκευή των κορμοδεμάτων θα πρέπει να γίνουν διαδοχικά τα εξής :

- Υλοτομία κορμών και διατήρηση κατά θέσεις υψηλών πρέμνων στερέωσης των κορμών
- Αποκλάδωση των κορμών

-Τοποθέτηση των κορμών κατά μήκος των ισοϋψών καμπυλών και στερέωση τους στα ειδικά διαμορφωμένα πρέμνα ή σε ειδικούς για τον σκοπό αυτό πασσάλους.

-Τοποθέτηση εδάφους κατά μήκος της γραμμής επαφής, κορμών – επιφάνειας εδάφους για την καλύτερη αντιδιαβρωτική και υδρονομική λειτουργία τους, αλλά και για τη συγκράτηση των σπερμάτων και τη συμβολή στη φυσική αναγέννηση του καμένου δάσους.

Τα κορμοδέματα κατασκευάζονται σε απόσταση 5-6 μ. μεταξύ τους επί των πλαγιών και ενδιάμεσα παρεμβάλλονται σειρές κλαδοπλεγμάτων. Όπως στα κλαδοπλέγματα, έτσι και εδώ, ανά τακτά διαστήματα θα πρέπει να διακόπτεται η συνέχειά τους.

Σε περίπτωση έλλειψης της απαραίτητης και κατάλληλης ποσότητας κορμοξύλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαμηλής ποιότητας σανίδια, οπότε τα κορμοδέματα, υποκαθίστανται από τα σανιδοδέματα. Η τεχνική κατασκευής τους είναι σχεδόν ή ίδια με αυτή των κορμοδεμάτων.

Αυλάκωση κατά τις ισοΐψεις

Η αυλάκωση κατά τις ισοΐψεις σε πλαγιές με ασθενή έως μέτρια κλίση μπορεί να γίνει μηχανικά. Σε πλαγιές όμως με ισχυρή κλίση θα πρέπει να γίνει χειρωνακτικά.

Ξερολιθιές – Λιθοπλήρωτα συρματοκιβώτια

Σε περιοχές με αφθονία λίθων μπορούν να κατασκευαστούν ξερολιθιές με τη μορφή τοίχων αντιστήριξης ή μικροφραγμάτων ή για τον ίδιο σκοπό να χρησιμοποιηθούν λιθοπλήρωτα συρματοκιβώτια.

Λίθοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συμπληρωματικά των αυλακώσεων κατά τις ισοΐψεις

Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των έργων και εργασιών

Τα έργα θα πρέπει να υλοποιούνται το συντομότερο δυνατόν γιατί ο Νοέμβριος κρίνεται ο πλέον επικίνδυνος μήνας.

Τα ιδεατά χρονοδιαγράμματα εκτέλεσης των έργων έχουν ως εξής :

-Υλοτομία δένδρων και θάμνων έως τον Δεκέμβριο

-Εξωδάσωση δασικών προϊόντων έως τον Δεκέμβριο

-Διευθέτηση υπολειμμάτων υλοτομίας (κορμοπλέγματα) έως τον Δεκέμβριο –

Ιανουάριο

-Κατασκευή ξύλινων φραγμάτων έως αρχές Νοεμβρίου

-Κατασκευή κορμοδεμάτων έως τον Νοέμβριο – Δεκέμβριο του ίδιου έτους.

Τα πιο απαιτητικά και χρονοβόρα έργα μπορούν να καθυστερήσουν κάπως, αλλά θα πρέπει να ολοκληρωθούν οπωσδήποτε έως το ερχόμενο Φθινόπωρο.

Φυσική αναγέννηση και μέτρα υποβοήθησής της

Τα μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα έχουν αναπτύξει μηχανισμούς φυσικής αναγέννησής τους. Τα αείφυλλα πλατύφυλλα με παραβλάστηση και τα κωνοφόρα με την τράπεζα σπερμάτων κόμης και εδάφους. Φυτευτικές παρεμβάσεις θα πρέπει να γίνονται σε περιοχές όπου δεν αναμένεται φυσική αναγέννηση του δάσους κωνοφόρων που προϋπήρχε, είτε λόγω της έντονης κλίσης του εδάφους, είτε λόγω έλλειψης σπερμάτων εξ αιτίας του νεαρού των δασοσυστάδων. Φυτευτικές παρεμβάσεις με πλατύφυλλα είδη προτείνονται περίξ οικισμών, πολυσύχναστων οδών, έργων υποδομής και κυρίως υπεράνω ταμιευτήρων νερού.

Τηρούνται απαρέγκλιτα :

Η οικολογική αρχή

Η οικονομική αρχή

Η αρχή της ελάχιστης επέμβασης

Παραδείγματα από την Κύπρο

Πολύτιμα συμπεράσματα προέκυψαν από έρευνα για τη μεταπυρική φυσική αναγέννηση μετά την πυρκαγιά στην περιοχή του Σαϊττά Τροόδους στις 29 Ιουνίου του 2007. Η αναγέννηση ήταν επαρκής στις πλαγιές με κλίση μικρότερη του 50% που έφεραν ώριμες συστάδες τραχείας πεύκης (ηλικίας 60-80 ετών). Αντίθετα σε πλαγιές μεγάλης κλίσης η αναγέννηση ήταν απύσχα ακόμη και στις πιο ευνοϊκές για τη φυσική αναγέννηση βόρειες

εκθέσεις. Η απουσία αντιδιαβρωτικών έργων στις πλαγιές μεγάλης κλίσης είχε αρνητική επίδραση στη φυσική αναγέννηση (Χριστοδούλου κ.α. 2009).

Στην ίδια περιοχή η σπορά ως μέθοδος τεχνητής αναγέννησης έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα, ενώ οι φυτεύσεις βωλοφύτων φυταρίων, είχαν μεγάλη αποτυχία (Χαραλάμπους κ.ά. 2009).

Ιδιαίτερης σημασίας είναι η επισήμανση ότι με βάση την ηλικία των προϋπαρχόντων συστάδων και την κλίση του εδάφους θα πρέπει να επιλέγονται οι εκτάσεις όπου δεν αναμένεται φυσική αναγέννηση και να γίνεται όσο είναι δυνατό γρηγορότερα τεχνητή αναδάσωση με την κατάλληλη κατά περίπτωση μέθοδο (Zagas κ.α. 2004, Χαραλάμπους κ.α. 2009, Χριστοδούλου κ. α. 2009).

Την άνοιξη του 2022 διεξήχθη έρευνα για τη μεταπυρική αναγέννηση στις καμένες εκτάσεις του Αρακαπά. Η φυσική αναγέννηση χαρακτηρίστηκε ως πολύ φτωχή και αποδόθηκε στην όψιμη άνοιξη αυτού του έτους και μένει να οριστικοποιηθεί η άποψη αυτή μετά την επαναληπτική δειγματοληψία στις μόνιμες επιφάνειες οι οποίες εγκαταστάθηκαν σε όλη την καμένη έκταση. Πάντως στα μέσα Απριλίου, διαπιστώθηκε ότι οι καμένες εκτάσεις, παρά την πενιχρή έως μηδενική φυσική αναγέννηση τραχείας πεύκης, είχαν μια ικανοποιητική κάλυψη από ποώδη βλάστηση, γεγονός που σημαίνει μια υγιή αντίδραση του οικοσυστήματος και μια ελπίδα για μειωμένη διάβρωση (υποβάθμιση του εδάφους) που αποτελεί την πιο σημαντική έννοια μας (αγωνία μας) μετά την πυρκαγιά (Κυριάκου και Μακρής 2022).

Διαχείριση ορίων τραχείας και μαύρης πεύκης

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει για την αντιμετώπιση της μεταπυρικής αναγέννησης στη ζώνη μείξης τραχείας και μαύρης πεύκης. Σε περίπτωση επικόρυφης πυρκαγιάς στη ζώνη αυτή αναμένεται συμπεριφορά εισβολέα από πλευράς της τραχείας πεύκης η οποία εμφανίζει σχετικά πλούσια φυσική αναγέννηση σε αντίθεση με τη μαύρη πεύκη η οποία δεν αναγεννάται. Για τον λόγο αυτό εφόσον διαπιστωθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει να εισάγετε τεχνητά η μαύρη πεύκη και παράλληλα να ευνοείται με τα κατάλληλα δασοκομικά μέτρα και συγκεκριμένα τη θετική επιλογή.

Συμπεράσματα-Σύνοψη

Όλα τα παραπάνω θα πρέπει να συμπεριληφθούν στο Σχέδιο Μεταπυρικής Διαχείρισης το οποίο θα συνοδεύεται από όλα τα απαραίτητα στοιχεία και τις λεπτομέρειες. Δυνατότητες υπάρχουν πολλές, όπως και περιορισμοί με σημαντικότερους τους οικονομικούς, τους χρονικούς και αυτούς που αφορούν την εξεύρεση και οργάνωση του κατάλληλου ανθρώπινου δυναμικού.

Όπως πριν την πυρκαγιά η πρόληψη είναι το σημαντικότερο μέρος στο μεγάλο ζήτημα της αντιμετώπισης της μάστιγας των πυρκαγιών, έτσι και τώρα στο πλαίσιο της μεταπυρικής διαχείρισης θα πρέπει να δράσουμε προληπτικά, εκτελώντας ιεραρχικά και άμεσα τα αναγκαία για κάθε περίπτωση έργα. Έτσι θα αποφύγουμε τα χειρότερα και δεν θα τρέχουμε πίσω από δυσάρεστα γεγονότα.

Χρειάζεται Συνεννόηση
Οργάνωση
Συνεργασία

Σε αυτόν τον αγώνα δρόμου κανείς δεν περισσεύει, όπως και στο ζήτημα της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών.

Βιβλιογραφία

- Agee J. K. 1993. Fire Ecology of Pacific Northwest Forests. Island Press, Covelo.
- Arianoutsou M. and Thanos C. A. 1996. Legumes in example from Greece. Intern . Journal of Wildland Fire 6:77-82
- Arman X., Rodrigo A., Retana J. 2007. Vegetation type and dryness drive the post – fire regeneration in Mediterranean plant communities at a regional scale. Journal of Vegetation Science 18:111-122.
- Baeza M. J., Vallejo 2006. Ecological mechanisms involved in dormancy breakage in *Ulex parviflorus* seeds. Plant Ecology 183:191-205.
- Carrion J. S., Sanchez – Gomez P., Mota J. F., Yll R. Chain C. 2003, Holocene vegetation dynamics, fire and grazing in the Sierra de Gador, Southern Spain. The Holocene 13 : 839-849.
- Daskalaku E. N., Thanos C. A. 1997. Aleppo pine (*Pinus halepensis*) post fire regeneration : the role of canopy and soil seed banks. International Journal of Wildland Fire 6:59-66.
- de Louis M., Roventos J., González- Hidalgo 2005. Fire and torrential rainfall : effects on seedling establishment in Mediterranean gorse shrublands. Acta Oecologica 30:54-61.
- de Louis M., Raventos J., Gonzalez – Hidalgo J. C. 2006. Post fire vegetation succession in Mediterranean gorse shrublands. Acta Oecologica 30:54-61.
- Dubushe M., Debusshe G., Lepart G. 2001. Changes in the vegetation of *Quercus pubescens* woodland after cessation of coppicing and grazing. Journal of Vegetation Science 12:81-92 .
- Espelta J. M., Retana J., Habrouk 2003. Resprouting patterns after fire and response to stool cleaning of two coexisting Mediterranean oaks with contrasting leaf habits on two different sites. Forests Ecology and Management 179:401-414
- . Ferrandis P., Herranz J. M., Martinez – Sanchez J. 1999. Effect of fire on hard – coated Cistaceae seed banks and its influence on techniques for quantifying seed banks. Plant Ecology 144:103-114
- Ζάγκας Θ. 1987 : Έρευνα της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου Πεύκης μετά από πυρκαγιά στην περιοχή του όρους Πατέρας. Επ. Επ. Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. Τόμος Λ : 301-327.
- Ζάγκας Θ. 1992. Εξέλιξη συστάδων δρυός μετά από πυρκαγιά στην περιοχή του Ν. Πιερίας, Επ. Επ. Τμήματος Δασολογίας και Φ. Π. Α.Π.Θ. Τόμος ΛΕ/2:649-665.
- Ζάγκας Θ. 2007. Αξιοποίηση Ορεινών Περιοχών., Πρακτικά 13^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου Ε.Δ.Ε.
- Habrouk A., Retana J., Espelta J. M. 1999. Role of heat tolerance and cone protection of seeds in the response of three pine species to wildfires. Plant Ecology 145:91-99.
- Kazanis D., Arianoutsou M. 2004. Factors determining low Mediterranean ecosystems resilience to fire : the case of *Pinus halepensis* forests, In “Proceedings of the 10th MEDECOS Conference”, Rhodes, Greece, (Millpress : Rotterdam, the Netherlands).
- Κυριάκου Β., Μακρής Α. 2022. Έρευνα της φυσικής αναγέννησης μετά τη δασική πυρκαγιά στην περιοχή του Αρακαπά της Κύπρου. Διπλωματική Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Σελ. 108.
- Marques M. A., Mora E. 1992. The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest (Spain). Catena 19:333-344.
- Moreira F., Rego F. C. Ferreira P. G. 2001. Temporal (1958 – 1995) pattern of change in a cultural landscape of north – western Portugal implications for fire occurrence. Landscape Ecology 16:557-567
- Paula S., Pausas J. C. 2006. Leaf traits and resprouting ability in the Mediterranean basin. Functional Ecology 20:941-947.
- Pausas J. C. 1997. Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. Journal of Vegetation Science 8:703-706.
- Pausas J. G. 2004. Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Medit. Basin). Climatic Change 63 : 337-350.

Pausas J. G., Verdú M. 2005. Plant persistence traits in fire prone ecosystems of the Mediterranean Basin a phylogenetic approach. *Oikos* 109 : 196-102.

Pausas J. G. Lloret J., Rodrigo A., Vallejo R. 2008. Are wild fires a disaster in the Mediterranean basin? – A review. *Intern. J. of Wildland Fire* 17 :713-723.

Rodrigo A., Retana J., Pico X. 2004. Direct regeneration is not the only response of Mediterranean forests to large fires. *Ecology* 85:716-729.

Saura – Mas S., Lloret F. 2007. Leaf and shoot water content and leaf dry matter content of Mediterranean woody species with different postfire regenerative strategies. *Annals of Botany* 99:545-554.

Σπανός Ι. 1992. Ανάλυση δομής και φυσική αναγέννηση τραχείας πεύκης Θάσου. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ.

Tapias R., Gil L., Fuestes – Utrilla P., Pardos J. A. 2001. Canopy seed banks in Mediterranean pines of south – eastern Spain : a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait. *Journal of Ecology* 89:629-638.

Thanos C. A., Doussi M. A. 2000. Post – fire regeneration of *Pinus brutia* forests. In “Ecology, Biography and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin”. (Eds G. NE’ Eman, L. Trabaud) pp. 291-301.

Trabaud L. 1991. Fire regimes and phytomass growth dynamics in a *Quercus coccifera* garrigue. *Journal of Vegetation Science* 2:307-314.

Τσιτσώνη Θ. 1991 : Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση χαλεπίου πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π. Α.Π.Θ.

Χαραλάμπους Α., Χριστοδούλου Π., Ζάγκας Θ. 2009. Τεχνητή αναγέννηση τραχείας πεύκης μετά από πυρκαγιά στο όρος Σαϊττά, Τροόδους. Πρακτικά 14^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου ΕΔΕ.

Χριστοδούλου Π., Χαραλάμπους Α., Ζάγκας Θ. 2009. Φυσική αναγέννηση τραχείας πεύκης μετά από πυρκαγιά στο όρος Σαϊττά, Τροόδους. Πρακτικά 14^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου ΕΔΕ.

Zagas T., Ganatsas P., Tsitsoni T. and Tsakalidimi M., 2004. Postfire regeneration of *Pinus halepensis* Mill. stands in Sithonia peninsula, northern Greece. *Plant Ecology* 171: 91-99.

Κεντρικές Ομιλίες

ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Ιωάννης Σπανός

Πρόεδρος Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας (ΕΔΕ) & Οργανωτικής Επιτροπής, Διευθυντής Ερευνών ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ/Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών

Εισαγωγή

Δασικό Οικοσύστημα και Περιβάλλον

Το δασικό οικοσύστημα είναι ένα πολύτιμο και πολυσύνθετο οικολογικό σύστημα που διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στην οικολογική προστασία του περιβάλλοντος. Το δάσος, με είδη του φυτικού και ζωϊκού βασιλείου δημιουργούν μία ξεχωριστή βιοκοινότητα. Η χλωρίδα και πανίδα του δάσους (βιοκοινότητα), το κλίμα και το έδαφος μιας περιοχής αποτελούν ένα πολύτιμο φυσικό οικοσύστημα.



Τα δάση, εκτός από την προσφορά ξυλείας και άλλων αγαθών, παρέχουν ανεκτίμητες ωφέλειες στον άνθρωπο και διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη διατήρηση και αναβάθμιση της οικολογικής ισορροπίας και βιοποικιλότητας στον πλανήτη. Παράγουν σημαντικές ποσότητες ξύλου και βιομάζας και προσφέρουν ποικιλία δασικών προϊόντων που αξιοποιούνται σε διάφορους τομείς της οικονομίας. Ο υδρολογικός και προστατευτικός ρόλος των δασών είναι σημαντικός, διότι προστατεύουν το έδαφος από ακραία και επικίνδυνα φαινόμενα όπως πλημμύρες, διαβρώσεις, κατολισθήσεις και εξασφαλίζουν την παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων νερού. Επίσης, είναι σημαντικός ο ρόλος του δάσους για αναψυχή, ξεκούραση, υπαίθριες δραστηριότητες και γενικότερα για την υγεία του ανθρώπου.

Παγκόσμιες Ημέρες Δασών και Περιβάλλοντος

Σε Παγκόσμιο επίπεδο δύο ημέρες του έτους εορτάζονται για να προστατεύουμε και να αγαπάμε το Δάσος και το Περιβάλλον.

Παγκόσμια Ημέρα Δασοπονίας: Η Διεθνής Ημέρα Δασών καθιερώθηκε να γιορτάζεται την πρώτη Ημέρα της Άνοιξης, στις 21 Μαρτίου κάθε χρόνου, με απόφαση της Γενικής Συνέλευσης του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών το 2012. Μέχρι το 2012 η 21η Μαρτίου ήταν γνωστή ως «Παγκόσμια Ημέρα Δασοπονίας» και εορταζόταν για σαράντα συναπτά έτη (1972-2012). Από το 2012 και στη συνέχεια η πρώτη ημέρα της Άνοιξης καθιερώθηκε να εορτάζεται ως Διεθνής Ημέρα Δασών και Παγκόσμια Ημέρα Ξύλου, αποσκοπώντας στην προστασία των δασών και του φυσικού περιβάλλοντος.

Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος: Το 1972, ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) καθιέρωσε την 5η Ιουνίου σαν Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος για προστασία, ευαισθητοποίηση και αναβάθμιση του Περιβάλλοντος.

Κατηγορίες δασικών οικοσυστημάτων, ζώνες διάπλασης της γης

Οι κυριότερες κατηγορίες των δασικών οικοσυστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο είναι:

- * Δάση ψυχρόβιων κωνοφόρων
- * Δάση της Εύκρατης ζώνης
- * Δάση της υποτροπικής ζώνης
- * Τροπικά δάση

Δασικά Οικοσυστήματα της Γής

Η κατανομή των δασών και τα ποσοστά της συνολικής χερσαίας επιφάνειας στις διάφορες Ηπείρους παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

<i>Ηπειρος</i>	<i>Ποσοστά δασοκάλυψης (%)</i>
Ευρώπη και Βόρεια Ασία (παλαιά Σοβιετική Ένωση)	38
Αφρική	28
Βόρεια Αμερική	30
Νότια Αμερική	33
Νότιος Ασία	20
Χώρες Ειρηνικού Ωκεανού	9

Παγκόσμιες περιοχές και φαινόμενα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που επηρεάζονται από την αλλαγή του κλίματος

- *Φαινόμενο του θερμοκηπίου
- *Δάσος του Αμαζονίου
- *Ερημος της Σαχάρας
- *Τρύπα του όζοντος
- *Παγετώνες της δυτικής Ανταρκτικής
- *Παγετώνες της Γροιλανδίας
- *Οροπέδιο του Θιβέτ
- *Βαλβίδες αλατότητας
- *Θερμό Ρεύμα Βόρειο
- *Μουσώνες
- *Αποθέσεις μεθανίου

Δασικά οικοσυστήματα της Ευρώπης (Ζώνες εξάπλωσης των δασών)

Οι κυριότερες κατηγορίες των δασικών οικοσυστημάτων της Ευρώπης είναι:

- * Βόρεια ζώνη (boreal)
- * Ατλαντική (atlantic)
- * Ηπειρωτική (continental)
- * Αλπική (alpine)
- * Μεσογειακή (mediterranean)
- * Μακαρονησιακή (macaronesian)

Κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις

«Κλιματική Αλλαγή» νοείται η μεταβολή του κλίματος της γης που εκτείνεται σε μεγάλη χρονική κλίμακα, η οποία εκδηλώνεται ως αλλαγές στις καιρικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν το κλίμα σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με όλες τις εκτιμήσεις ένα ποσοστό της τάξης του 6% των ευρωπαϊκών δασών ανά έτος υφίσταται συνέπειες συνδεδεμένες με την κλιματική αλλαγή. Σημαντικό μέρος αυτών συντελείται στη Μεσογειακή λεκάνη και εκφράζεται ως νεκρώσεις δένδρων, μείωση της ζωτικότητας πληθυσμών ως αποτέλεσμα καταπόνησης από την ξηρασία, αλλαγές στη γενετική συγκρότηση των πληθυσμών δασικών ειδών, αύξηση προσβολών από έντομα και αλλαγές σε ένταση και εποχικότητα δασικών πυρκαγιών στις οποίες εκτίθενται τα δάση.

Τον Νοέμβριο του 2021 έγινε στη Γλασκώβη η 26η Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή. Πράγματι, τις τελευταίες δεκαετίες οι φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, πυρκαγιές, κατολισθήσεις, ξηρασίες, κλπ) επιδεινώθηκαν ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής και σήμερα η παγκόσμια οικονομία πλήττεται με ανυπολόγιστες ζημιές σε περιουσίες και ανθρώπινα θύματα.

Η μέση θερμοκρασία της γης είναι κατά 0,85°C υψηλότερη πριν από στο τέλος του 19ου αιώνα και σήμερα σταδιακά αυξάνεται με ραγδαίο ρυθμό και το 2030 υπολογίζεται να αυξηθεί κατά 1,5°C. Ο όρος "Κλιματική Αλλαγή" συνδέεται με την σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες (χρήση ορυκτών και υγρών καυσίμων, αποψίλωση των δασών, δασικές πυρκαγιές, αύξηση εντατικής κτηνοτροφίας, κ.ά). Με τις δραστηριότητες αυτές, εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα τεράστιες ποσότητες επιβλαβών αερίων, με συνέπεια να έχουμε αύξηση του "φαινομένου του θερμοκηπίου" και υπερθέρμανση του πλανήτη.

Τα κύρια και επιβλαβή αέρια που εκπέμπονται και είναι υπεύθυνα για την κλιματική αλλαγή είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου και φθοριούχα αέρια.

Τα κυριότερα αίτια που συντελούν στην Κλιματική αλλαγή και στην υπερθέρμανση του πλανήτη είναι:

Η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου: παράγονται δύο επικίνδυνα αέρια, το διοξείδιο του άνθρακα και υποξείδιο του αζώτου.

Η αποψίλωση των δασών και δασικές πυρκαγιές: το δάσος και τα δένδρα συμβάλλουν στη ρύθμιση του κλίματος, διότι απορροφούν το CO₂ από την ατμόσφαιρα, αλλά όταν μειώνονται η βιομάζα, ο αποθηκευμένος άνθρακας ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα και επιδεινώνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η αύξηση της κτηνοτροφίας: οι αγελάδες και τα αιγοπρόβατα παράγουν μεγάλες ποσότητες μεθανίου κατά την πέψη της τροφής τους.

Τα αζωτούχα λιπάσματα: ευθύνονται για τις εκπομπές υποξειδίου του αζώτου.

Τα φθοριούχα αέρια: έχουν τεράστια θερμοκρατική επίδραση, έως και 23.000 φορές μεγαλύτερη από αυτή του CO₂.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής για την επιβίωση του ανθρώπου και γενικότερα για την διατήρηση της χλωρίδας και πανίδας θα είναι τεράστιες για το μέλλον. Υπολογίζεται, ότι αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη μεγαλύτερη από δύο (2) βαθμούς θα είναι καταστροφική, διότι θα δημιουργηθούν τεράστιες δασικές πυρκαγιές, θα ενταθεί το φαινόμενο της ερημοποίησης και θα υπάρξει λειψυδρία σε ολόκληρο τον πλανήτη.



Βιοποικιλότητα

Η βιολογική ποικιλότητα ή «βιοποικιλότητα» αποτελεί ένα από τα αντικείμενα έρευνας της επιστήμης της οικολογίας και της δασολογίας.

Πρώτος ο βιολόγος Lovejoy το 1980 έδωσε τον ορισμό της βιοποικιλότητας, σύμφωνα με τον οποίο «βιολογική ποικιλότητα είναι η ποικιλία μεταξύ των ζώντων οργανισμών από όλες τις πηγές συμπεριλαμβανομένων, μεταξύ των άλλων, των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων συστημάτων καθώς και των οικολογικών συμπλεγμάτων τα οποία σχηματίζουν. Περιλαμβάνει την ποικιλότητα μέσα στα είδη, μεταξύ των ειδών και μεταξύ των οικοσυστημάτων».

Η μεγάλη σημασία της βιοποικιλότητας σε παγκόσμιο επίπεδο άρχισε το 1992 στην Βραζιλία (Ρίο) όπου μαζεύτηκαν όλοι οι ηγέτες του κόσμου για να προστατεύουν τα απειλούμενα έμβια είδη του πλανήτη μας.

Κίνδυνοι που απειλούν τα Ελληνικά δάση

- *Πυρκαγιές
- *Παράνομες εκχερσώσεις και καταπατήσεις
- *Υποβάθμιση και μη διαχείριση των δασών.
- *Κατάργηση της Κρατικής Εκμετάλλευσης δασών (στις δεκαετίες 1980 -1990) και υποβάθμιση των Δασικών Συνεταιρισμών. Οι δασεργάτες μετατράπηκαν σε εμπόρους δασικών προϊόντων και δεν επιτελούν το έργο των Συνεταιρισμών.
- *Υπερβόσκηση
- *Ρύπανση (σκουπίδια, απόβλητα, φυτοφάρμακα, κ.α.).
- *Διαβρώσεις-Πλημμύρες
- *Παράνομες υλοτομίες
- *Αντίξοες καιρικές συνθήκες
- *Ασθένειες (μήκυτες, έντομα, παράσιτα, κ.α.)

Δίκτυο Φύση 2000-Οικότοποι της Ελλάδας

Το δίκτυο Φύση (NATURA 2000) είναι ένα Ευρωπαϊκό δίκτυο προστασίας φυτικών περιοχών με πλούσια βιοποικιλότητα ή επαπειλούμενα φυτικά και ζωικά είδη.

Η χώρα μας, είναι μία από τις σημαντικότερες περιοχές της Ευρώπης σε ποικιλία οικοτόπων, βιοτόπων και πολλών (ενδημικών και σπάνιων) φυτών και ζώων (στη χώρα μας καταγράφηκαν συνολικά πάνω από 6.000 είδη φυτών, πολλά από τα οποία είναι ενδημικά ή σπάνια).

Στο πλαίσιο του έργου επιλέχθηκαν πάνω από 300 περιοχές της χώρας μας, όπου καταγράφηκαν όλα τα φυτικά και ζωικά «σημαντικά είδη», και ιδιαίτερα τα κινδυνεύοντα, σπάνια, ενδημικά και είδη που προστατεύονται από Εθνικές, ευρωπαϊκές ή Διεθνείς συμβάσεις.

Εκπαίδευση και Δασική Έρευνα στη χώρα μας.

Σήμερα, στην χώρα μας υπάρχουν πέντε (5) Πανεπιστημιακές Σχολές (Τμήματα) συναφείς με τα Δάση και το Ξύλο και δύο (2) Ερευνητικά Ινστιτούτα που ερευνούν την προστασία, αξιοποίηση και αναβάθμιση των δασών, του ξύλου και γενικότερα του Φυσικού Περιβάλλοντος. Οι Πανεπιστημιακές Σχολές έχουν έδρα την Θεσσαλονίκη/Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (η παλαιότερη Σχολή Δασολογίας στην Ελλάδα), την Ορεστιάδα/Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, τη Δράμα/Διεθνές Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, την Καρδίτσα/Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το Καρπενήσι/Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Επίσης, σε όλη την Επικράτεια της χώρας σε διάφορα Πανεπιστήμια υπάρχουν Τμήματα (ή Σχολές) συναφείς με το Περιβάλλον.

Τα ερευνητικά Ινστιτούτα που είναι υπεύθυνα για την Δασική και Μεσογειακή έρευνα της χώρας (και είναι τα παλαιότερα στη χώρας μας) είναι δύο: το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών με έδρα την Θεσσαλονίκη και το Ινστιτούτο Δασικών Μεσογειακών Οικοσυστημάτων με έδρα την Αθήνα. Σήμερα ανήκουν στον Ελληνικό Γεωργικό Οργανισμό ΔΗΜΗΤΡΑ (ενώ παλαιότερα ανήκαν στην Γενική Διεύθυνση Δασών του Υπουργείου Γεωργίας και στο Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας/ΕΘΙΑΓΕ που το 2011 συγχωνεύτηκε με τρεις Οργανισμούς του ΥΠ.Α.Α.Τ.). Τα δύο Ινστιτούτα είναι Εθνικής εμβέλειας, παρακολουθούν και εκπονούν την έρευνα και τις σύγχρονες προκλήσεις της Παγκόσμιας, Ευρωπαϊκής και Εθνικής Δασοπονίας. Σήμερα, εκτελούν πλείστα Εθνικά και Ευρωπαϊκά προγράμματα σχετικά με την προστασία, αξιοποίηση και αναβάθμιση του δάσους, των φυσικών Μεσογειακών οικοσυστημάτων και γενικότερα την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.

Η προσφορά των Ελληνικών δασών στην κοινωνία

Η Ελλάδα είναι μια ορεινή χώρα με πολύτιμα παραγωγικά και προστατευτικά δάση και πλούσια σε βιοποικιλότητα. Τα υψηλά δάση, οι δασικές εκτάσεις, τα χερσόλιβαδα, οι υγροβιότοποι και η άγρια ζωή (πανίδα και ορνιθοπανίδα) αποτελούν πολύτιμη φυσική κληρονομιά που σήμερα

καλύπτουν πάνω από το ήμισυ (50%) της χερσαίας επιφάνειας. Από αρχαιοτάτων χρόνων, τα Ελληνικά δάση αποτελούσαν την φυσική κληρονομιά και ήταν η κύρια αιτία επιβίωσης και ανάπτυξης του αρχαίου πολιτισμού. Από πλείστα αρχαιολογικά ευρήματα και πριν από 3 έως 4.000 έτη από το ξύλο των δασών κατασκευάστηκαν εμπορικά και πολεμικά πλοία (τριήρεις), όπλα και κατασκευές (τόξα, βέλη, δόρυ, σάρισα, δούρειος ίππος, κ.ά.), εργαλεία και ξυλόγλυπτα που έκαναν υπερήφανη την Ελλάδα σε ολόκληρο τον κόσμο για τους ένδοξους πολιτισμούς (Μίνωες, Αχαιοί, Δωριείς, Μακεδόνες, κ.ά.).

Τα Ελληνικά δασικά οικοσυστήματα, αν και σήμερα υποβαθμίστηκαν σε μεγάλο ποσοστό λόγω τα ανθρώπινων δραστηριοτήτων (δασικές πυρκαγιές, εκχερσώσεις, λαθροϋλοτομίες, έντονη αστικοποίηση, κ.ά.) προσφέρουν τα μέγιστα στην Εθνική Οικονομία με τα προϊόντα του δάσους (ξυλώδη και μη) και τις ποικίλες κοινωφελείς υπηρεσίες (αναψυχή, περιβαλλοντική εκπαίδευση, αποθήκευση και φιλτράρισμα νερού, προστασία από πλημμύρες και διαβρώσεις, προστασία από ρύπους, αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής με την δέσμευση των επιβλαβών αερίων της ατμόσφαιρας κ.ά.).

Το ξύλο και η δασική βιομάζα αποτελούν πολύτιμα ανανεώσιμα υλικά για πολλές ανθρώπινες χρήσεις (θέρμανση, ενέργεια, κατασκευές, έπιπλα, οικοδομές, εργαλεία, χαρτί, ξυλοπλάκες, κ.ά.). Επίσης, τα δασικά οικοσυστήματα προσφέρουν και μη ξυλώδη πολύτιμα προϊόντα, όπως ρητίνη, τρόφιμα (καρποί, κάστανα, καρύδια, κουκουνάρι, μανιτάρια, βότανα, φαρμακευτικά φυτά, αιθέρια έλαια και άλλα αρώματα, μέλι, κ.ά.) και πολλές υπαίθριες δραστηριότητες αναψυχής (κυνήγι, ψάρεμα, σπόρ, κ.ά.).

Μία κύρια δραστηριότητα των Ελληνικών δασών και δασικών εκτάσεων (που ασκείται από την αρχαιότητα έως και σήμερα) είναι η βόσκηση και κτηνοτροφία (που γίνεται κυρίως σε δασικές, χορτολιβαδικές και ορεινές εκτάσεις). Όμως, σήμερα η βόσκηση πρέπει να γίνει με σύγχρονα διαχειριστικά σχέδια όπου θα τηρηθούν οι αρχές της αειφορικής παραγωγής με επιστημονικά κριτήρια, χωρίς να υποβαθμίζονται τα δασικά οικοσυστήματα (με την προστασία της αναγέννησης και της διάβρωσης από την βόσκηση κυρίως των αιγών).

Επίσης, η άσκηση ορθολογικής και αειφορικής Δασοπονίας στη χώρας μας θα επιφέρει και νέες θέσεις εργασίας που θα απασχοληθούν στην προστασία, αξιοποίηση και αναβάθμιση των δασικών οικοσυστημάτων (υπολογίζονται ότι στις δασικές και υπαίθριες εργασίες μπορούν να απασχοληθούν πάνω από 70 επαγγέλματα). Πρόσφατες επιστημονικές μελέτες, σχετικές με την καλλιέργεια, προστασία, και αξιοποίηση της Ελληνικών δασών, έδειξαν ότι θα δημιουργήσουν πάνω από 60.000 νέες θέσεις εργασίας και θα αναβαθμίσουν τις τοπικές και «ξεχασμένες» υπαίθριες κοινωνίες και την συγκράτηση των νέων στον τόπο τους (εφόσον εξασφαλιστούν οι αναγκαίες πιστώσεις).

Δασικοί χάρτες-Δασολόγιο

Η σύνταξη των Δασικών Χαρτών που θεσμοθετήθηκε με το νόμο 2664/1998 αρ.27 και 28, είναι αναμφίβολα ένα από τα μεγαλύτερα έργα που σήμερα υλοποιείται στη χώρα μας. Οι δασικοί χάρτες οριοθετούν τις εκτάσεις δασικού χαρακτήρα και αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την προστασία και αναβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, τον αναπτυξιακό σχεδιασμό και αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για την κατάρτιση του Δασολογίου (όπως άλλωστε προβλέπεται και από το Σύνταγμα).

Όμως, οι δασικοί χάρτες που αναρτήθηκαν πρόσφατα, έφεραν στην επιφάνεια, όλα τα προβλήματα και τις παθογένειες που η ίδια η Πολιτεία δημιούργησε στο πέρασμα των χρόνων με τις αποφάσεις της και την έλλειψη κατάλληλων μέτρων.

Στην προσπάθειά της, να επιλύσει τα προβλήματα που ανέκυψαν και υπό την πίεση κοινωνικών αντιδράσεων, κατέφυγε πολλές φορές σε λύσεις αντιεπιστημονικές και αντίθετες προς τις αρχές του Συντάγματος (άρθρο 24 παρ.1 και ερμηνευτική δήλωση και άρθρο 117 παρ. 3). Ενδεικτικά αναφέρουμε τους δύο τελευταίους Νόμους (Ν. 4389/2016 για τις οικιστικές πυκνώσεις και Ν. 4467/2017 Δικαίωμα εξαγοράς ή επέμβασης που όμως κρίθηκαν από το ΣτΕ ως αντισυνταγματικοί). Επίσης, πρόσφατα εκδόθηκε Απόφαση του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ/ΔΠΔ/35724/2004/16-04-2021), ύστερα από σχετική γνωμοδότηση του Τεχνικού Συμβουλίου Δασών για την εξαίρεση των εκτάσεων που καλύπτονται από το θαμνώδες είδος, ασπάλαθος (*Calycotome villosa*), από το προστατευτικό καθεστώς της δασικής νομοθεσίας. Η απόφαση αυτή είναι παντελώς αντιεπιστημονική και δημιουργεί έντονο προβληματισμό, για την

προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και την τύχη αυτών των ιδιαίτερων οικοσυστημάτων (και πιθανόν να είναι και αυτή αντισυνταγματική, καθώς σύμφωνα με την ερμηνευτική δήλωση του άρθρου 24 του Συντάγματος για τα δάση και τις δασικές εκτάσεις δεν υπάρχει εξαίρεση ειδών ξυλώδους βλάστησης).

Όλα τα ξυλώδη είδη (δέντρα, θάμνοι, φρύγανα) είναι εξίσου σημαντικά σε μια περιοχή, καθώς επιτελούν πολύτιμες οικολογικές λειτουργίες, συμβάλλουν στη βιοποικιλότητά της, παρέχουν αντιδιαβρωτική προστασία, παράγουν οξυγόνο, συμμετέχουν στον κύκλο του νερού και του άνθρακα, και αποτελούν ενδιαιτήματα της άγριας πανίδας.

Με το νόμο 3208/2003 και μετέπειτα με το νόμο 4280/2014 τα φρύγανα συμπεριλήφθηκαν στο προστατευτικό καθεστώς της δασικής νομοθεσίας, με αποτέλεσμα οι εκτάσεις στις οποίες φύονται να χαρακτηρίζονται ως δασικές.

Τα φρύγανα είναι μικρά φυτά, συνήθως θάμνοι, με μικρά και αγκαθωτά φύλλα όπως π.χ. ασπάλαθος (*Calicotome villosa*), λαδανιά (*Cistus creticus*, *C. salvifolius*), αστοιβίδα (*Sarcopoterium spinosum*), ασφόδελος (*Asphodelus aestivus*), ρείκι (*Erica manipuliflora*), θυμάρι (*Thymus spp.*), φασκόμηλο (*Salvia triloba*) κ.α. Είναι ο χαρακτηριστικός τύπος βλάστησης των μεσογειακών οικοσυστημάτων και συνήθως είναι αποτέλεσμα υπερβόσκησης, επαναλαμβανόμενων δασικών πυρκαγιών και κατά συνέπεια υποβάθμισης της προϋπάρχουσας βλάστησης δάσους και μακκίας βλάστησης.

Τέλος, το Δασολόγιο (αίτημα πολλών δεκαετιών της δασικής κοινότητας) που θεσμοθετήθηκε αρχικά με το νόμο 998/1979 αρ.11,12,13 και αργότερα με τον νόμο 3208/2003 αρ.3, ανέκαθεν αποτελούσε ρητή επιταγή του συντάγματος αρ. 24 και σήμερα πρέπει άμεσα να αποπερατωθεί για να υπάρξει η προστασία και αναβάθμιση των Δασών και η ανάπτυξη της Ελληνικής Δασοπονίας. Αποτελεί σημαντικό έργο για την οργάνωση και διαχείριση του δασικού πλούτου της χώρας μας αλλά και για την άσκηση ορθής δασικής πολιτικής και πρέπει να επιταχυνθεί η διαδικασία κατάρτισής του.

Δασικές πυρκαγιές

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος καταστροφής των δασών της χώρας μας ήταν και είναι οι δασικές πυρκαγιές, φαινόμενο που ενισχύθηκε ιδιαίτερα στις τελευταίες δεκαετίες, λόγω των σημαντικών κοινωνικοοικονομικών και θεσμικών αλλαγών οι οποίες έλαβαν χώρα. Τα δάση της χώρας μας ανήκουν στα Μεσογειακά οικοσυστήματα, τα οποία από αρχαιοτάτων χρόνων κατοικήθηκαν και επηρεάστηκαν από διάφορες φυλές και πολιτισμούς, και υποβαθμίστηκαν από την πρόωμη ανθρωπογενή εκμετάλλευση. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες παρατηρήθηκαν τεράστιες δασικές πυρκαγιές που προκάλεσαν ανεπανόρθωτες ζημιές σε περιουσίες αλλά και πολλά ανθρώπινα θύματα (Πελοπόννησος 2007, Μάτι 2019, Εύβοια, Αττική, Ηλεία, Χαλκιδική, Δαδιά, Πάρνηθα 2021,2022,2023, Έβρος-Ροδόπη 2023 κλπ.), ιδιαίτερα την τελευταία πενταετία, όπου κήκαν πάνω από 3.000.000 στρέμματα σε ολόκληρη την Ελληνική Επικράτεια. Οι μεγάλες πυρκαγιές οφείλονται κυρίως σε φυσικά και ανθρωπογενή αίτια, όπως κεραυνοί, εμπρησμοί από αμέλεια ή πρόθεση (ξηρές καταιγίδες, τσιγάρα, καύση καλαμιών, υπολειμμάτων κλαδεύσεων, ηλεκτρικά καλώδια, εγκατάλειψη ορεινής υπαίθρου, αλλαγή χρήσης γης, κλπ.). Το τίμημα που πληρώνει σήμερα η χώρα μας είναι οδυνηρό, διότι τα τελευταία χρόνια τα δάση, ο δασικός πλούτος και γενικότερα το φυσικό περιβάλλον καταστρέφονται από τις δασικές πυρκαγιές με αυξανόμενο ρυθμό. Κάθε καλοκαίρι, οι πυρκαγιές αποτεφρώνουν πολλές χιλιάδες στρέμματα πολύτιμων δασών μας και γενικά καταστρέφουν τη φυσική βλάστηση με ανυπολόγιστες συνέπειες στο περιβάλλον και την Εθνική μας οικονομία.

Η αιφορική διαχείριση των δασών εξαρτάται άμεσα από τη δασοπροστασία. Είναι αδύνατη η ύπαρξη δάσους, εάν δεν προστατευθεί αποτελεσματικά από τους κάθε μορφής κινδύνους και κυρίως από την πυρκαγιά. Η διατήρηση των δασών και η προστασία τους από τις πυρκαγιές στηρίζεται στο τρίπτυχο: πρόληψη-κατάσβεση-αποκατάσταση. Η πρόληψη της δασικής πυρκαγιάς εξαρτάται από τη σωστή οργάνωση της αντιπυρικής προστασίας, τον έγκαιρο εντοπισμό και πρόσβαση στο χώρο της πυρκαγιάς, την άμεση επέμβαση και πρώτη προσβολή στα πρώτα 10-15 λεπτά, πριν η φωτιά λάβει ανεξέλεγκτες διαστάσεις. Είναι αδύνατο να γίνει κατάσβεση δασικής πυρκαγιάς, εάν δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα πρόληψης. Τόσο τα προληπτικά μέτρα, όσο και τα κατασταλτικά και τα μέτρα αποκατάστασης, πρέπει να υλοποιούνται από τον ίδιο Φορέα Προστασίας Δασών. Σήμερα, τα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης των δασικών πυρκαγιών εμπίπτουν στην αρμοδιότητα της Δασικής

Υπηρεσίας, χωρίς δυστυχώς τα απαραίτητα μέσα και το έμπυχο δυναμικό, ενώ τα κατασταλτικά μέτρα (κατάσβεση) έχουν μεταφερθεί από το 1998 από τη Δασική Υπηρεσία στην αρμοδιότητα του Πυροσβεστικού Σώματος. Στη χώρα μας το αντιπυρικό σχέδιο πρόληψης δασικών πυρκαγιών συντάσσεται από τη Δασική Υπηρεσία, ενώ το σχέδιο καταστολής (κατάσβεσης) δασικών πυρκαγιών από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Ξοδεύουμε δισεκατομμύρια ευρώ για την καταστολή των δασικών πυρκαγιών (από την Πυροσβεστική Υπηρεσία) και αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων και ελάχιστα χρήματα για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Σήμερα, τα δάση μας δεν διαχειρίζονται (λόγω έλλειψης Δασολόγων-Περιβαλλοντολόγων, Δασοπόνων, Δασοφυλάκων και λοιπού προσωπικού) με αποτέλεσμα την συσσώρευση εύφλεκτης βιομάζας και την αύξηση του κινδύνου έναρξης και ταχείας εξάπλωσης των πυρκαγιών. Τα τελευταία χρόνια με τον κατακερματισμό των αρμοδιοτήτων για τον αντιπυρικό σχεδιασμό είχαμε τεράστιες και μη ελεγχόμενες δασικές πυρκαγιές με πολλά θύματα, οικολογικές ζημιές, πλημμύρες και καταστροφές περιουσιών.

Η πρόσφατη υπαγωγή της Δασικής Υπηρεσίας στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας μετά από πολλά χρόνια υπαγωγής της στις Αποκεντρωμένες Διοικήσεις των Περιφερειών και στο Υπουργείο Εσωτερικών είναι προς τη σωστή κατεύθυνση, αλλά απαιτούνται κι άλλες συντονισμένες κινήσεις από πλευράς Πολιτείας.



Προτάσεις προστασίας και αναβάθμισης των Ελληνικών Δασών

- Νέα Εθνική Στρατηγική για τα δάση.
- Αναδιοργάνωση της Δασικής Υπηρεσίας με προσλήψεις επιστημονικού και εργατοτεχνικού προσωπικού και εφαρμογή όλων των απαραίτητων μέτρων για τη σωστή και απρόσκοπτη διαχείριση των δασών μας.
- Αύξηση χρηματοδότησης για την Δασοπονία.
- Σύνταξη Δασολογίου και ολοκλήρωση του Εθνικού Κτηματολογίου.
- Καθορισμός ζωνών χρήσης γης: (οικιστική, περιαστική, δασική, γεωργική, κτηνοτροφική, λατομική, βιομηχανική).
- Επανεξέταση και επαναδιαπραγμάτευση από την Πολιτεία για αλλαγή του Νομικού πλαισίου της δασοπυρόσβεσης. Πρέπει να συσταθεί άμεσα ένας ανεξάρτητος Ενιαίος Φορέας Δασοπροστασίας και να γίνει το Δασο-πυροσβεστικό Σώμα (ΔΑΣΩ), όπως προτάθηκε παλαιότερα (το 1997) από την Διακομματική Επιτροπή της Βουλής, όπου συμφώνησαν και όλα τα Πολιτικά Κόμματα. Υπεύθυνος φορέας για το ΔΑΣΩ, προβλεπόταν να είναι η Δασική Υπηρεσία (Υπουργείο Γεωργίας ή ΥΠΕΝ / Γενική Γραμματεία Δασών & Φυσικού Περιβάλλοντος).
- Να επανέλθει το πόρισμα της υπερκομματικής επιτροπής που συστάθηκε για την αναδιοργάνωση της δασοπυρόσβεσης το 2018 (με συντονιστή τον Γερμανό Καθηγητή Goldammer, όπου κατέληξε να επανέλθει ο πλήρης έλεγχος πρόληψης και καταστολής των δασικών πυρκαγιών στη Δασική Υπηρεσία.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ
ΥΛΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΑΝΕΠΤΥΓΜΕΝΩΝ
ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΠΟ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟ ΤΗΣ
ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ**

**Μπαχαντουριάν, Μαργαρίτα^{1*}; Καλαμποκίδης, Κώστας²; Παλαιολόγου,
Παλαιολόγος³; Χαλεπλής, Κυριάκος⁴**

¹ ΥΠΕΝ, Δασαρχείο Κασσάνδρας, Κασσάνδρεια 63077, margaretbachantourian@gmail.com

² Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας, Μυτιλήνη 81100 kalabokidis@aegean.gr

³ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Καρπενήσι 36100, palaiologou@aua.gr

⁴ Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος, ΠΥ Πολυγύρου, Πολύγυρος 63100, haleplisk@yahoo.com

* Επικοινωνία: margaretbachantourian@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται την εφαρμογή νέων μεθόδων χωρικής βελτιστοποίησης των μέτρων διαχείρισης της δασικής καύσιμης ύλης στη χερσόνησο της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Οι αλγόριθμοι Minimum Travel Time και Treatment Optimization Model του λογισμικού προσομοίωσης πυρκαγιών Flam Map χρησιμοποιήθηκαν μαζί με άλλα δεδομένα για τη δημιουργία οκτώ χωρικών συνόλων τα οποία συνδυάστηκαν με τη χρήση της μεθόδου Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Στα αποτελέσματα παράχθηκαν δύο τελικοί χάρτες προτεραιότητας για δύο σενάρια διαχείρισης δασών (ένα ελέγχου και ένα ρεαλιστικό) όπου 48 km² της περιοχής μελέτης χαρακτηρίστηκαν ως θέσεις υψηλής προτεραιότητας για εφαρμογή έργων διαχείρισης στο σενάριο ελέγχου, ενώ 60 km² κατατάχθηκαν στην κατηγορία υψηλής προτεραιότητας στο ρεαλιστικό σενάριο.

***Λέξεις-κλειδιά:** Προσομοιώσεις πυρκαγιάς, MTT, TOM, Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων, Ζώνες μίξης δάσους-κατοικίας.*

Εισαγωγή

Η επικρατούσα πολιτική της εγκατάλειψης της διαχείρισης των δασών με τον περιορισμό του διαθέσιμου προϋπολογισμού στον τομέα της πρόληψης και την εξοικονόμηση χρημάτων υπέρ της καταστολής (Aparicio κ.α 2022) έχει οδηγήσει στην αύξηση της συσσώρευσης της δασικής καύσιμης ύλης στα ελληνικά δάση. Επιπλέον, οι ζώνες μίξης δάσους –κατοικίας (WUI) έχουν επεκταθεί ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες με αποτέλεσμα τη δραματική αύξηση του αριθμού των ανθρώπων και των κατασκευών που πλήττονται από πυρκαγιές σε παγκόσμια κλίμακα (Bar-Massada κ.α. 2013). Μια σημαντική πρόκληση λοιπόν για τους διαχειριστές των φυσικών πόρων είναι η κατανόηση από πού μπορεί να προέρχεται ο μεγαλύτερος κίνδυνος εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών και ποια μέτρα είναι απαραίτητα να ληφθούν για να καταστούν οι ζώνες μίξης δάσους –κατοικίας λιγότερο εκτεθειμένες και ευάλωτες.

Ως διαχείριση της καύσιμης ύλης νοείται το δασοκομικό μέτρο που μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του δάσους από την επιφάνεια έως την κόμη των δέντρων με σκοπό τον μετριασμό της συμπεριφοράς των πυρκαγιών, αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της καταστολής τους. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαχείρισης της καύσιμης ύλης εξαρτάται από παράγοντες όπως ο τύπος και το μέγεθος των δασικών συστάδων, τα χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης, η τοπογραφία, η διαθέσιμη χρηματοδότηση, η ιδιοκτησία της γης, η εμπειρία του διαχειριστή, οι παραδόσεις και το εθνικό νομοθετικό πλαίσιο (ΥΠΕΝ 2020).

Προηγούμενες έρευνες έχουν αναλύσει ευρέως την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού έργων διαχείρισης καύσιμης ύλης για την αλλαγή της δομής των δασών και τη μείωση της συμπεριφοράς

των δασικών πυρκαγιών (Graham κ.α. 2004, Agee 2006, Ager κ.α. 2011, Chung 2015). Οι Finney κ.α. (2007), ανέπτυξαν έναν αλγόριθμο βελτιστοποίησης που προσδιορίζει τις περιοχές με προτεραιότητα για διαχείριση της καύσιμης ύλης και οι οποίες μπορούν να επιτύχουν τη μεγαλύτερη επιβράδυνση στους ρυθμούς εξάπλωσης της πυρκαγιάς. Στην Καταλονία της Ισπανίας, οι Alcasena κ.α. (2018), προσδιόρισαν κατάλληλες στρατηγικές θέσεις σε δασικές εκτάσεις για την εφαρμογή προδιαγεγραμμένης καύσης για την επίτευξη τριών ανταγωνιστικών στόχων. Στη Μακεδονία, οι Palaiologou κ.α. (2021), ανέπτυξαν τρία εναλλακτικά σενάρια δασικής διαχείρισης για να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα πέντε διαχειριστικών προτεραιοτήτων.

Στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων με χρήση GIS για τη χωρική βελτιστοποίηση της διαχείρισης της καύσιμης ύλης σε ένα τυπικό μεσογειακό οικοσύστημα ιδιαίτερα επιρρεπές στις δασικές πυρκαγιές. Ο στόχος ήταν η υποστήριξη των αποφάσεων των υπευθύνων της τοπικής Δασικής Υπηρεσίας, οι οποίοι φέρουν την κύρια ευθύνη της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών με στόχο την προστασία της ανθρώπινης ζωής και της περιουσίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη διεξαγωγή της έρευνας ήταν αρχικά η δημιουργία ενός συνόλου δεδομένων κάλυψης γης –του KASSANDRADATASET 2018 (Bachantourian κ.α. 2022) συνδυάζοντας δεδομένα πεδίου και φωτοερμηνεία σειράς ορθοφωτογραφιών. Το προϊόν αναπτύχθηκε για να κατηγοριοποιήσει τους τύπους βλάστησης της χερσονήσου Κασσάνδρας σε μοντέλα καύσιμης ύλης (MKY) κατάλληλα για τη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς πυρκαγιάς. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται ο πλήρης κατάλογος των συνόλων της βάσης δεδομένων KASSANDRA DATASET 2018 που περιλαμβάνει πέντε ομάδες κάλυψης γης, με 12 κατηγορίες κάλυψης γης, αντιστοίχιση των κατηγοριών με MKY καθώς και αντίστοιχα ποσοστά κάλυψης για όλη την περιοχή μελέτης.

Πίνακας 1. Ομάδες και κατηγορίες του προϊόντος KASSANDRA DATASET 2018 σε αντιστοίχιση με το κατάλληλο MKY και τα αντίστοιχα ποσοστά τους.

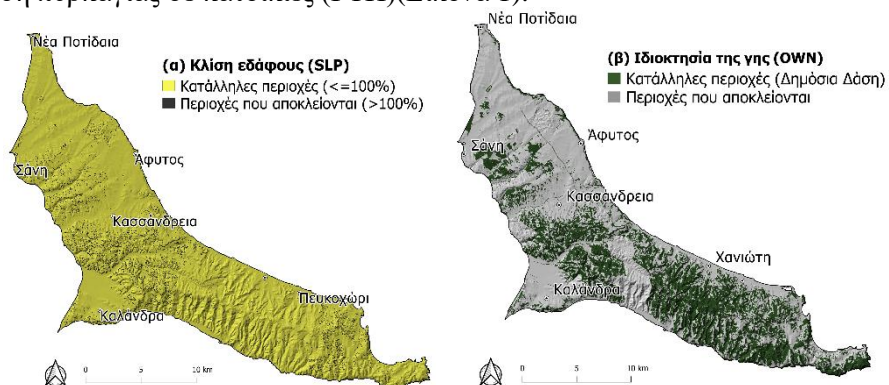
Table 1. *Kassandra Dataset land cover groups and classes, matched with the appropriate fuel model and their corresponding percentages.*

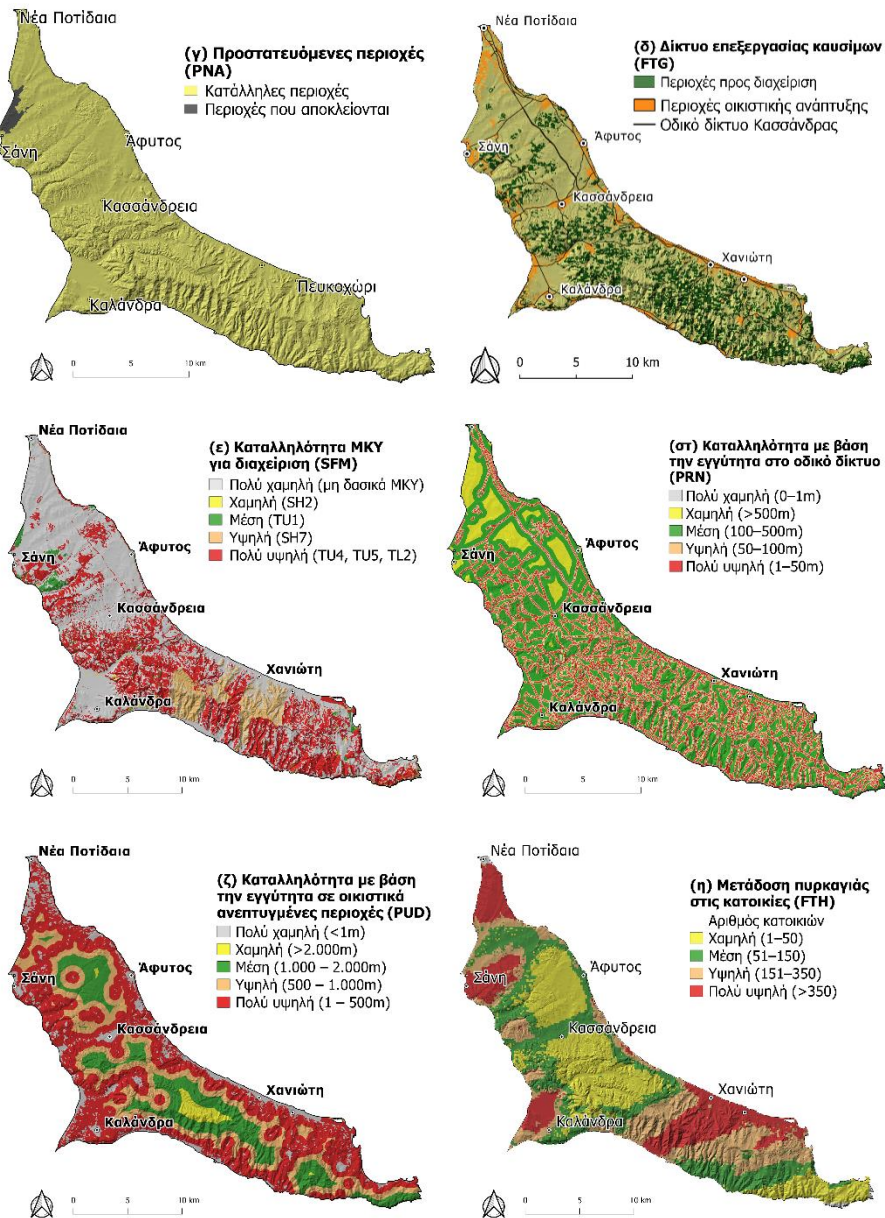
Ομάδα κάλυψης γης	Κατηγορίες κάλυψης γης	Κωδικός MKY	MKY	Κάλυψη γης (%)	km ²	Κάλυψη γης ομάδας (%)
Τεχνητές επιφάνειες	Αστική/Οικιστική	91	NB1	2,91	10,19	9,61
	WUI	102	GR2	6,70	23,51	
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις	Καλλιεργήσιμες	101	GR1	27,65	96,92	44,43
	Ελαιώνες	161	TU1	16,78	58,83	
Δάση	Θαμνώνες/μέτριο	142	SH2	0,64	2,24	43,96
	Σκληροφυλλική βλάστηση/ Μεσονειακή	147	SH7	8,13	28,48	
	Δάσος κωνοφόρων/ Διαχειρισμένο	161	TU1	1,84	6,47	
	Δάσος κωνοφόρων/ Νεοφυτεία	164	TU4	9,10	31,90	
	Δάσος κωνοφόρων	165	TU5	23,96	83,99	
	Δάσος πλατύφυλλων	182	TL2	0,29	1,00	
Υγρότοποι	Υγρότοποι	98	NB8	0,66	2,32	0,66
Άγονα	Άγονο έδαφος	99	NB9	1,34	4,69	1,34
	Σύνολο			100,00	350,55	100,00

Συνολικά 10.000 τυχαία κατανεμημένες αναφλέξεις σε όλη την περιοχή μελέτης προσομοιώθηκαν με τους αλγόριθμους Ελάχιστου Χρόνου Διάδοσης Πυρκαγιάς – Minimum Travel Time (MTT) και Μοντέλου Βελτιστοποίησης Επεμβάσεων – Treatment Optimization Model (TOM) του FlamMap (Finney 2007). Στόχος ήταν να προκύψουν δύο νέοι πυρικοί παράγοντες που σχετίζονται με την πυρκαγιά: α) η μετάδοση της πυρκαγιάς σε κτίσματα, Fire Transmission to Houses (FTH), ο οποίος υπολογίζει τον αριθμό των σπιτιών που εκτίθενται σε πυρκαγιές που ξεκινούν από μια συγκεκριμένη τοποθεσία και πρόκειται να απειλήσουν τουλάχιστον μια κατοικία (Ager κ.α. 2016), με στόχο τον εντοπισμό των περιοχών από όπου ξεκινούν οι επικίνδυνες πυρκαγιές και εκεί να εφαρμοστούν κατάλληλες παρεμβάσεις για τη διαχείριση της καύσιμης ύλης τους, και β) το πλέγμα διαχείρισης της καύσιμης ύλης, Fuel Treatment Grid (FTG) για τον εντοπισμό περιοχών όπου οι εργασίες διαχείρισης της καύσιμης ύλης επιβραδύνουν τους ρυθμούς ανάπτυξης μιας πυρκαγιάς. Στη περίπτωση του FTG, το απαιτούμενο για την εφαρμογή του αλγόριθμου TOM ιδανικό τοπίο δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα μιας θεωρητικής διαχείρισης χωρίς περιορισμούς, μέσω ενός συνόλου κανόνων που άλλαξαν τις τιμές του ύψους έναρξης εναέριας καύσιμης ύλης (CBH), της κάλυψης κόμης (CC), των MKY (FM) και της φαινομενικής πυκνότητας της εναέριας καύσιμης ύλης (CBD). Η σημαντικότητα των δύο προαναφερόμενων πυρικών παραγόντων έγκειται στο γεγονός πως μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με το πού πρέπει να εφαρμοστεί η διαχείριση της καύσιμης ύλης.

Χρησιμοποιήθηκε ένα καιρικό σενάριο δυσμενών συνθηκών που ομοιάζει με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης δασικής πυρκαγιάς στην περιοχή μελέτης που συνέβη στις 21 Αυγούστου 2006, με ταχύτητα ανέμου 62 km h^{-1} και κυρίαρχη διεύθυνση ανέμου 90° . Η υγρασία της νεκρής (ξηρής) καύσιμης ύλης ορίστηκε ως 1-hr=3%, 10-hr=4%, 100-hr=5% και η ζωντανή υγρασία ως LH=30% και LW=60%, ενώ η περιεκτικότητα των βελονών σε υγρασία ορίστηκε στο 70% που αντιστοιχεί σε συνθήκες πολύ ξηρής κόμης (Rothermel 1983).

Δημιουργήθηκαν οκτώ κριτήρια (Εικόνα 1, α-η) με βάση την εμπειρία των διαχειριστών, τη σχετική βιβλιογραφία ή επειδή επιβάλλονταν από την ελληνική και την ευρωπαϊκή νομοθεσία, τα οποία καλύπτουν κλιματολογικές, τεχνικές, τοπογραφικές, κοστολογικές, οικολογικές και κοινωνικές διαστάσεις. Τέσσερα από αυτά είναι κριτήρια αποκλεισμού, δηλαδή περιορίζουν την ανάλυση σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, αποκλείοντας εκείνες που μπορεί να θεωρηθούν ακατάλληλες για διαχείριση και περιλαμβάνουν: α) την κλίση εδάφους (SLP), β) την ιδιοκτησία της γης (OWN), γ) τις προστατευόμενες φυσικές περιοχές (PNA) και δ) το δίκτυο επεξεργασίας της καύσιμης ύλης (FTG), ενώ τέσσερα είναι μη αποκλειστικά κριτήρια, δηλαδή καθορίζουν τον βαθμό καταλληλότητας των διαφόρων γεωγραφικών περιοχών και βαθμολογήθηκαν ανάλογα με την απόστασή τους από το σημείο ενδιαφέροντος σε κλίμακα τιμών 0-100, με το μηδέν να αντιπροσωπεύει τις περιοχές με τη χαμηλότερη προτεραιότητα για διαχείριση και το 100 τις περιοχές με την υψηλότερη. Αυτά είναι: ε) η καταλληλότητα MKY για διαχείριση (SFM), στ) η γειτνίαση με το οδικό δίκτυο (PRN), ζ) η γειτνίαση με περιοχές οικιστικής ανάπτυξης (PUD) και η) η μετάδοση πυρκαγιάς σε κατοικίες (FTH) (Εικόνα 1).





Εικόνα 1.Χάρτες κριτηρίωνγια(α) την κλίση της επιφάνειας του εδάφους (SLP), (β) την ιδιοκτησία γης (OWN)(γ) τις προστατευόμενες περιοχές (PNA)(δ) το δίκτυο επεξεργασίας της καύσιμης ύλης (FTG),(ε) την καταλληλότητα των MKY για διαχείριση (SFM), (ςτ) τη γειννίαση με το οδικό δίκτυο (PRN), (ζ) τη γειννίαση με περιοχές οικιστικής ανάπτυξης (PUD) και (η) τη μετάδοση πυρκαγιάς σε κατοικίες (FTH).

Figure 1. The criteria map for (a) slope (SLP); (b) land ownership (OWN); (c) fuel treatment grid (FTG); (d) protected natural areas (PNA); (e) suitable fuel models (SFM); (f) proximity to the road network (PRN); (g) proximity to urban development areas (PUD); (h) fire transmission to houses (FTH).

Η συνολική βαθμολογία κάθε κριτηρίου επηρεάζεται από τον συντελεστή βαρύτητας που του αποδίδεται και υποδηλώνει τη σημασία του κριτηρίου. Στην παρούσα έρευνα, οι συντελεστές βαρύτητας ορίστηκαν με δύο διαφορετικές μεθόδους α) με την εφαρμογή πανομοιότυπων συντελεστών σε όλα τα κριτήρια (0,25), διαιρώντας τη μονάδα (που είναι το άθροισμα των συντελεστών) με τον αριθμό των κριτηρίων (σενάριο ελέγχου) και β) με βάση τη μέθοδο των συγκρίσεων ανά ζεύγη Analytic Hierarchy Process (AHP), η οποία αποδίδει διαφορετικό συντελεστή παραγόντων στα κριτήρια, μια προσέγγιση που θεωρείται πιο ρεαλιστική, δεδομένου ότι οι διαχειριστές με βάση τη σημαντική προσωπική τους εμπειρία έχουν διαφορετικές

προτεραιότητες και αποδίδουν διαφορετικές βαρύτητες στους συντελεστές (ρεαλιστικό σενάριο). Έτσι υψηλότερες βαρύτητες αποδόθηκαν στα κριτήρια SFM και FTH, ενώ τα κριτήρια PUD και PNA ακολούθησαν με χαμηλότερη βαρύτητα (Πίνακας 2).

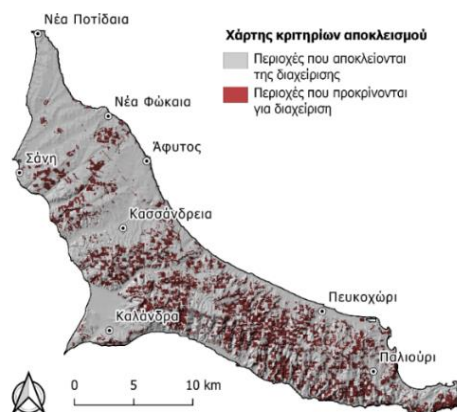
Πίνακας 2. Συντελεστές βαρύτητας για τα δύο σενάρια μετά την εφαρμογή της μεθόδου σταθμισμένου αθροίσματος για τα τέσσερα διαφορετικά κριτήρια. Καταλληλότητα MKY (SFM), εγγύτητα στο οδικό δίκτυο (PRN), εγγύτητα σε οικιστικά ανεπτυγμένες περιοχές (PUD) και μετάδοση πυρκαγιάς σε κατοικίες (FTH).

Table 2. Calculated factor weights for the two scenarios after applying the weighted sum method for the four different criteria. Suitable Fuel Models (SFM); Proximity to the Road Network (PRN); Proximity to Urban Development areas (PUD); Fire Transmission to Houses (FTH).

Υπολογισμένοι συντελεστές βαρύτητας				
	SFM	PRN	PUD	FTH
Σενάριο ελέγχου (1)	0,25	0,25	0,25	0,25
Ρεαλιστικό σενάριο (2)	0,41	0,07	0,21	0,31

Αποτελέσματα

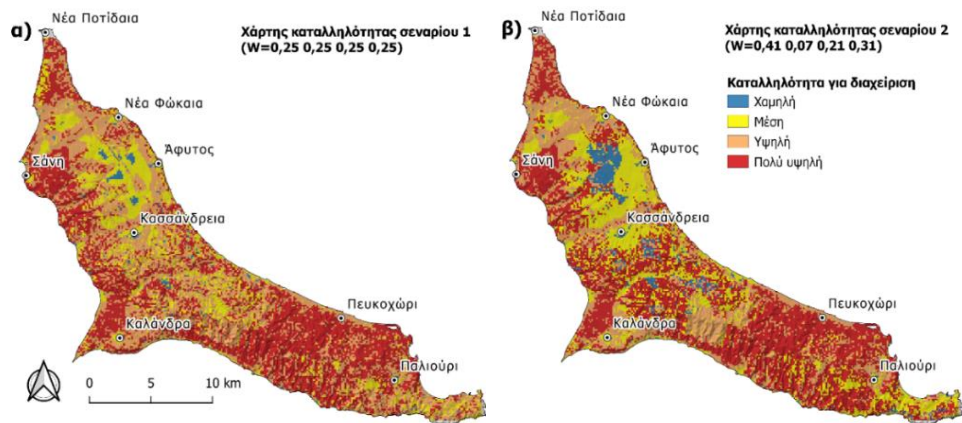
Με την εφαρμογή της πολυκριτηριακής χωρικής ανάλυσης και τη χρήση των GIS δημιουργήθηκε το πρώτο χαρτογραφικό υπόβαθρο λαμβάνοντας υπόψη τα κριτήρια αποκλεισμού και αφού αφαιρέθηκαν όλα τα εικονοστοιχεία που αποκλείστηκαν από τις εργασίες διαχείρισης της καύσιμης ύλης (Εικόνα 2). Ένα αναμενόμενο υψηλό ποσοστό της συνολικής έκτασης (80,94%), που αντιστοιχεί σε 281 km², αποκλείστηκε από τις διαθέσιμες προς διαχείριση εκτάσεις, ενώ τα υπόλοιπα 66 km² (περίπου 19% της συνολικής έκτασης) πληρούσαν τις προϋποθέσεις για διαχείριση της καύσιμης ύλης.



Εικόνα 2. Χωρική κατανομή περιοχών που πληρούν τις προϋποθέσεις για διαχείριση της καύσιμης ύλης (με κόκκινο χρωματισμό) βάσει των κριτηρίων αποκλεισμού στη χερσόνησο της Κασσάνδρας.

Figure 2. Areas qualified for receiving fuel treatments (in red) based on the exclusion criteria in the Cassandra peninsula.

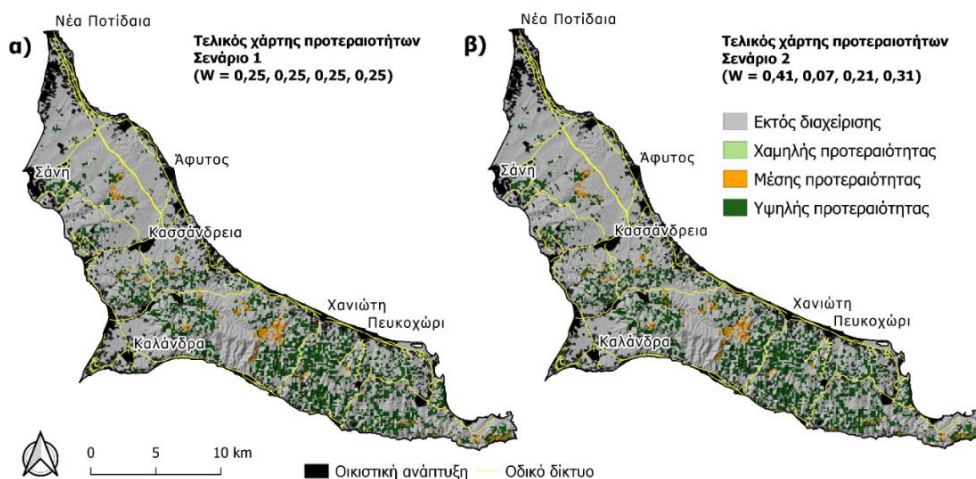
Στη συνέχεια, ο κατάλληλος συντελεστής βαρύτητας αποδόθηκε στα υπόλοιπα τέσσερα κριτήρια επιλεξιμότητας, δηλαδή στα κριτήρια SFM, PNA, PUD και FTH, τα οποία αθροίστηκαν με χαρτογραφική άλγεβρα μεταξύ τους. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για τα δύο σενάρια, με αποτέλεσμα να προκύψουν δύο ενδιάμεσοι χάρτες καταλληλότητας, στους οποίους κανένα μεν εικονοστοιχείο δεν αποκλείεται της διαχείρισης, τα αποτελέσματα δε των οποίων ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες, από χαμηλή έως πολύ υψηλή καταλληλότητα σε κλίμακα 0–100 (Εικόνα 3α, 3β). Η σύγκριση των δύο σεναρίων έδειξε σημαντική μείωση κατά 45,74 km² στην κατηγορία "υψηλής καταλληλότητας" μεταξύ του σεναρίου ελέγχου και του ρεαλιστικού σεναρίου.



Εικόνα 3. Ενδιάμεσοι χάρτες καταλληλότητας για την κατανομή των μέτρων διαχείρισης καύσιμης ύλης λαμβάνοντας υπόψη α) ίδιους συντελεστές βαρύτητας και β) υπολογισμένους συντελεστές βαρύτητας.

Figure 3. Intermediate suitability map for fuel treatments allocation considering a) the same weights and b) calculated factor weights for the four non-exclusionary criteria.

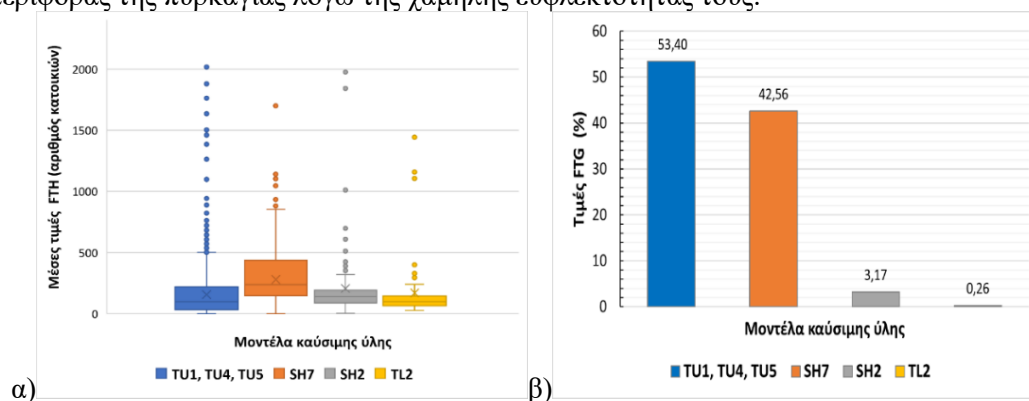
Οι τελικοί χάρτες προτεραιότητας (Εικόνα 4α και 4β) προέκυψαν από τον πολλαπλασιασμό του χάρτη περιοχών αποκλεισμού (Εικόνα 2) με το αντίστοιχο ενδιάμεσο χάρτη καταλληλότητας κάθε σεναρίου (Εικόνα 3α και 3β), και προσδιορίζουν τις περιοχές που μεγιστοποιούν τα επίπεδα επίτευξης πολλαπλών κριτηρίων για την προστασία των οικιστικά αναπτυγμένων περιοχών λαμβάνοντας ένα εύρος τιμών από 0 έως 100, με την τιμή = 0 να αντικατοπτρίζει περιοχές “εκτός διαχείρισης” και τις τιμές μεταξύ 51-100 “περιοχές υψηλής προτεραιότητας”. Οι δύο τελικοί χάρτες βέλτιστης κατανομής φαίνεται πως συγκεντρώνουν τις περιοχές υψηλής προτεραιότητας (με σκούρο πράσινο χρωματισμό) στο κεντρικό και νότιο τμήμα της χερσονήσου, όπου βρίσκονται οι περισσότερες οικιστικά ανεπτυγμένες περιοχές. Συνολικά 47,70 km² (13,72%) στο σενάριο 1 και 59,69 km² (17,17%) στο σενάριο 2 κατατάσσονται στις περιοχές υψηλής προτεραιότητας για να δεχτούν άμεσα εργασίες διαχείρισης καύσιμης ύλης, αποκαλύπτοντας ότι στο ρεαλιστικό σενάριο (2) αυξάνεται το κόστος εφαρμογής του σχεδίου σε σύγκριση με το σενάριο ελέγχου (1). Οι μέσης και οι χαμηλής προτεραιότητας βαθμίδες εμφανίζουν πολύ χαμηλότερα ποσοστά από την υψηλή κατηγορία, αποδεικνύοντας τον υψηλό κίνδυνο που διατρέχει η πλειονότητα των περιοχών της χερσονήσου για εκδήλωση μεγάλων δασικών πυρκαγιών.



Εικόνα 4. Βέλτιστη κατανομή μέτρων διαχείρισης καύσιμης ύλης λαμβάνοντας υπόψη α) ίσους συντελεστές βαρύτητας και β) διαφορετικούς συντελεστές βαρύτητας.

Figure 4. Optimized fuel treatment allocation considering a) the same weights and b) unequal weights, after removing the pixels excluded from receiving fuel treatments.

Ο πυρικός δείκτης FTH παρουσίασε ενδιαφέροντα χωρικά μοτίβα αποδίδοντας ισχυρή συσχέτιση με τις μεγάλες σε έκταση και υψηλής πυκνότητας τουριστικές περιοχές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ορισμένα περιστατικά πυρκαγιάς θα μπορούσαν δυνητικά να επηρεάσουν έως και 2.500 κατοικίες. Οι υψηλότερες τιμές του FTH παρατηρήθηκαν στο βορειότερο και στο δυτικό τμήμα (περιοχή της Καλάνδρας) της Κασσάνδρας (Εικόνα 1, **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**) και σημειώθηκαν σε γεωργικώς καλλιεργήσιμες εκτάσεις, οι οποίες αποκλείστηκαν από τη διαχείριση της καύσιμης ύλης τους, επομένως σε αυτές τις περιοχές η εφαρμογή ενός σχεδίου διαχείρισης δεν θα μπορούσε να αποτελέσει εργαλείο αποτροπής του κινδύνου έκθεσης των δομών σε πυρκαγιά. Ωστόσο, οι περιοχές που καλύπτονται από δάση κωνοφόρων, όπως η περιοχή της Σάνη και οι οικισμοί της Χανιώτης και του Πευκοχωρίου, έχουν μεγάλες πιθανότητες μείωσης της μετάδοσης της πυρκαγιάς στις κατοικίες τους, καθώς βρίσκονται σε περιοχές υψηλής προτεραιότητας για τη διαχείριση της καύσιμης ύλης τους. Από την ερμηνεία των θηκογραμμάτων της Εικόνας 5α φαίνεται πως δεν είναι εύκολη η πρόβλεψη ενός μέσου αριθμού δομών που θα επηρεαστούν λαμβάνοντας υπόψη αποκλειστικά τον τύπο κάλυψης γης του σημείου ανάφλεξης της πυρκαγιάς, καθώς οι περισσότερες σε αριθμό τιμές του FTH δεν βρίσκονται κοντά στη μέση τιμή της κατανομής. Αποτυπώνεται όμως ότι μια πυρκαγιά δυνητικά θα μπορούσε να εκθέσει περισσότερες κατοικίες όταν η έναρξή της γίνεται από MKY SH7, καθώς αυτός ο τύπος καύσιμης ύλης έχει την υψηλότερη διάμεσο και το μεγαλύτερο εύρος τιμών (Εικόνα 5α). Από την άλλη πλευρά, το στενότερο εύρος τιμών παρατηρήθηκε στα δάση πλατύφυλλων (MKY TL2) και στους αραιούς θάμνους (MKY SH2). Αναφορικά με τα ποσοστά των τιμών του FTG αυτά παρουσίασαν σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των τεσσάρων δασικών τύπων κάλυψης γης (**Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** 5β), δηλαδή, το 53,40% της έκτασης των δασών κωνοφόρων μπορεί δυνητικά να μειώσει τη συμπεριφορά πυρκαγιάς μετά την εφαρμογή των εργασιών διαχείρισης καύσιμης ύλης, με το αντίστοιχο ποσοστό για τη μεσογειακή μακία να είναι 42,56%. Από την άλλη πλευρά, οι εργασίες διαχείρισης καύσιμης ύλης που γίνονται σε αραιούς θάμνους (MKY SH2) και σε πλατύφυλλα (MKY TL2) έχουν πολύ χαμηλό δυναμικό για επιτυχή περιορισμό της πυρκαγιάς, γεγονός που σημαίνει ότι ακόμη και αν οι περιοχές αυτές διαχειριστούν, δεν θα επιτύχουν ουσιαστική μείωση της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς λόγω της χαμηλής ευφλεκτότητάς τους.



Εικόνα 5.α) Θηκογράμματα των μέσων τιμών FTH εκφρασμένες σε αριθμό εκτεθειμένων κατοικιών και β) Τιμές FTG εκφρασμένες σε ποσοστά (%) για τα διαφορετικά MKY που εξετάστηκαν.

Συντομογραφίες: TU1, TU4, TU5 = κωνοφόρα, SH7= μεσογειακή μακία, SH2= θαμνώνες και TL2= πλατύφυλλα.

Figure 5. Box-plots of a) average FTH values and b) percentages of FTG for different fuel models. Abbreviations: TU1, TU4, TU5: coniferous; SH7: Mediterranean maquis; SH2: shrublands; TL2: broadleaves.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η έρευνα αυτή είναι η πρώτη στην Ελλάδα, αλλά και μία από τις πρώτες στη λεκάνη της Μεσογείου, κατά την οποία εφαρμόζεται πολυκριτηριακή χωρική ανάλυση με βάση τα GIS για τη διαχείριση της καύσιμης ύλης σε συνδυασμό με μοντέλα προσομοίωσης πυρκαγιάς (Bachantourian κ.α. 2023). Οι τελικοί χάρτες χωρικής βελτιστοποίησης επαληθεύτηκαν με δεκάδες αυτοψίες από τους υπεύθυνους της τοπικής Δασικής Υπηρεσίας, προκειμένου να επιβεβαιωθούν ή να απορριφθούν οι περιοχές που είχαν αρχικά επιλεγεί. Η διαδικασία επαλήθευσης στο πεδίο

αποκάλυψε διάφορα ζητήματα προς συζήτηση. Αρχικά, το κατακερματισμένο τοπίο της Κασσάνδρας με τις δασικές εκτάσεις να γειτνιάζουν με περιφραγμένες οικιστικά ανεπτυγμένες περιοχές εμπόδιζε σε πολλές περιπτώσεις τη διαχείριση των δασών. Επιπλέον, διαπιστώθηκαν σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ της πραγματικής κλίσης του εδάφους στο πεδίο και των κλίσεων που δίνονταν από το DEM των ορθοφωτογραφιών υψηλής ανάλυσης (2m x2m). Έτσι, για περιοχές που απορρίφθηκαν στο γραφείο λόγω της απότομης κλίσης τους, η αυτοψία έδειξε ότι μπορούσαν τελικά να διαχειριστούν, αλλά και το αντίστροφο. Τέλος, η πολυπλοκότητα των δασικών ιδιοκτησιών στην Κασσάνδρα, με τις μικρές ιδιοκτησίες ή τις εκτάσεις που ανήκουν σε πολλούς ιδιοκτήτες με ανταγωνιστικά συμφέροντα, είναι παράγοντες που εμποδίζουν την ορθή εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης. Σε μια εναλλακτική προσέγγιση της παρούσας μελέτης, περισσότερα ή διαφορετικά κριτήρια θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν ως σημεία υψηλού κινδύνου ανάφλεξης, όπως για παράδειγμα, το εναέριο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΔΔΗΕ ή τα εγκατεστημένα δίκτυα φωτοβολταϊκών πάνελ (Φ/Β). Στατιστικά, περίπου το 30% των ενάρξεων πυρκαγιάς στην Κασσάνδρα προέρχεται από βραχυκυκλώματα στα καλώδια των πυλώνων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (Δασαρχείο Κασσάνδρας & Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Κασσάνδρας 2021), ενώ κατά την τελευταία δεκαετία, η ευρεία εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ευθύνεται για συμβάντα πυρκαγιάς που προκλήθηκαν από την πυκνότητα σκόνης γύρω από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, τη θερμοκρασία περιβάλλοντος ή τη δομή του υλικού του φωτοβολταϊκού πάνελ (Wu κ.α. 2020). Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας χρησιμοποιήθηκαν για την κατάρτιση των τοπικών σχεδίων αντιπυρικής προστασίας των δασών των επόμενων ετών. Το σχέδιο χρηματοδοτήθηκε και εφαρμόστηκε στη χερσόνησο της Κασσάνδρας μέσω των δράσεων "AntiNero I" και "AntiNero II" του ΤΑΙΠΕΔ σε συνεργασία με το ΥΠΕΝ, τα έτη 2022 και 2023 αντίστοιχα. Δεδομένου ότι αφορά σε ένα τριετές σχέδιο πρόληψης δασικών πυρκαγιών, μια ενδιαφέρουσα μελλοντική ερευνητική εργασία θα αποτελούσε η μελέτη και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της χωροταξικής κατανομής και της απόδοσης αυτού λίγα χρόνια μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής του.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν το ΥΠΕΝ, τη Δασική Υπηρεσία και το Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος για την καθοριστική τους συμβολή σε αυτή την εργασία.

Abstract

This study discusses the application of new methods of spatial optimization of forest fuel management interventions in the peninsula of Kassandra, Chalkidiki, Greece. The MTT and TOM algorithms of the FlamMap fire simulation software were used, along with other data, to create eight spatial sets that were combined with the use of Multicriteria Decision Analysis and Geo Figureic Information Systems. The results produced two final priority maps for two forest management scenarios (control and realistic), with 48 km² of the study area classified as high priority sites in the control scenario, and 60 km² classified as high priority in the realistic scenario.

Βιβλιογραφία

- Agee, J., 2006. The Fallacy of Passive Management Managing for Firesafe Forest Reserves. *Conservation in Practice*, 3, 18–26.
- Ager, A. A., Day, M. A. and Vogler, K., 2016. Production possibility frontiers and socioecological trade offs for restoration of fire adapted forests. *J. Environ. Manage.* [online], 176, 157–168.
- Ager, A. A., Vaillant, N. M. and Finney, M. A., 2010. A comparison of landscape fuel treatment strategies to mitigate wildland fire risk in the urban interface and preserve old forest structure. *For.Ecol.Manag.* [online], 259 (8), 1556–1570.
- Ager, A., Vaillant, N. and Finney, M. A., 2011. Application of fire behavior models and geo Figureic information systems for wildfire risk assessment and fuel management planning. *J. Combust.*
- Alcasena, F. J., Ager, A. A., Salis, M., Day, M. A. and Vega-Garcia, C., 2018. Optimizing prescribed fire allocation for managing fire risk in central Catalonia. *Sci. Total Environ*, 621, 872–885.

Aparício, B. A., Pereira, J. M. C., Santos, F. C., Bruni, C. and Sá, A. C. L., 2022. Combining wildfire behaviour simulations and network analysis to support wildfire management: A Mediterranean landscape case study. *Ecol. Indic.*, 137, 108726.

Bachantourian, M., Chaleplis, K., Gemitzi, A., Kalabokidis, K., Palaiologou, P. and Vasilakos, C., 2022. Evaluation of MODIS, Climate Change Initiative, and CORINE Land Cover Products Based on a Ground Truth Dataset in a Mediterranean Landscape. *Land*, 11 (9).

Bachantourian, M., Kalabokidis, K., Palaiologou, P. and Chaleplis, K., 2023. Optimizing Fuel Treatments Allocation to Protect the Wildland–Urban Interface from Large-Scale Wildfires in Greece. *Fire*, 6 (2), 75.

Bar-Massada, A., Stewart, S. I., Hammer, R. B., Mockrin, M. H. and Radeloff, V. C., 2013. Using structure locations as a basis for mapping the wildland urban interface. *J. Environ. Manage.*, 128, 540–547.

Chung, W., 2015. Optimizing Fuel Treatments to Reduce Wildland Fire Risk. *Curr. For. Rep.* [online], 1 (1), 44–51.

Finney, M. A., 2007. A computational method for optimising fuel treatment locations. *Int. J. Wildland Fire* [online], 16 (6), 702–711.

Graham, R. T., McCaffrey, S. and Jain, T. B., 2004. Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity [online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Palaiologou, P., Kalabokidis, K., Ager, A. A., Galatsidas, S., Papalampros, L. and Day, M. A., 2021. Spatial Optimization and Tradeoffs of Alternative Forest Management Scenarios in Macedonia, Greece. *Forests* [online], 12 (6).

Rothermel, R. C., 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires [online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.

Wu, Z., Hu, Y., Wen, J. X., Zhou, F. and Ye, X., 2020. A Review for Solar Panel Fire Accident Prevention in Large-Scale PV Applications. *IEEE Access*.

Δασαρχείο Κασσάνδρας και Πυροσβεστικό Κλιμάκιο Κασσάνδρας, 2021. Στατιστικά Δασικών Πυρκαγιών. GR Survey Data Base. Κασσάνδρεια.

ΥΠΕΝ, 2020. Επικαιροποίηση των Τεχνικών Προδιαγραφών κατάρτισης μελετών Σχεδίων Αντιπυρικής Προστασίας και καθορισμός του τρόπου υπολογισμού του κόστους σύνταξης αυτών. Αθήνα.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΥΡΙΚΩΝ ΚΑΘΕΣΤΩΤΩΝ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΕ ΕΝΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΚΛΙΜΑ**

**Καλαμποκίδης, Κωνσταντίνος^{1*}; Παλαιολόγου, Παλαιολόγος²; Αριανούτσου, Μαργαρίτα³;
Ξανθόπουλος, Γαβριήλ⁴**

¹ Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωγραφίας, Μυτιλήνη 81100, kalabokidis@aegean.gr

² Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Καρπενήσι 36100, palaiologou@aau.gr

³ Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Ιλίσια, Αθήνα 15784, marianou@biol.uoa.gr

⁴ Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, Αθήνα 11528, gxnrte@fria.gr

* Επικοινωνία: kalabokidis@aegean.gr

Περίληψη

Η μελέτη αυτή εφάρμοσε συγκεκριμένα πυρικά καθεστώτα (ΠΚ) στους κύριους τύπους βλάστησης της Ελλάδας, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η συχνότητα, η ένταση, το μέγεθος, η εποχή εκδήλωσης και η σφοδρότητα της φωτιάς. Στα ΠΚ-I και ΠΚ-II εμφανίζονται πυρκαγιές μέτριας σφοδρότητας έως πλήρους «αντικατάστασης» της συστάδας με κύκλο φυσικής επαναφοράς της φωτιάς έως 35 και 100 έτη, αντίστοιχα. Κύκλοι πυρκαγιάς 35 έως 200 ετών παρατηρούνται σε φυλλοβόλα και κωνοφόρα δάση (ΠΚ-III και ΠΚ-IV) σε μεγάλα υψόμετρα με χαμηλή έως μικτή σφοδρότητα, με πυρκαγιές που περιστασιακά μπορεί να γίνουν πλήρους «αντικατάστασης» της συστάδας, Δάση μεγάλου υψομέτρου (ΠΚ-V) έχουν κύκλους πυρκαγιάς που υπερβαίνουν τα 200 χρόνια και πυρκαγιές οποιασδήποτε σφοδρότητας, ενώ η σοβαρότητα της πυρκαγιάς ποικίλλει ανάλογα με τις μετεωρολογικές και τοπικές συνθήκες.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, δασικές πυρκαγιές, τύποι βλάστησης, συχνότητα πυρκαγιάς, σφοδρότητα πυρκαγιάς

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια οι δασικές πυρκαγιές ολοένα και πληθαίνουν σε συχνότητα, ενώ συγχρόνως γίνονται μεγαλύτερες σε μέγεθος και δριμύτερες σε ένταση (μεγαπυρκαγιές). Ταυτόχρονα, επιμηκύνεται και η αντιπυρική περίοδος. Μελέτες υποστηρίζουν ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη αλλάζει τελικά τα πρότυπα θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων σε όλο τον κόσμο (IPCC 2021). Ωστόσο παραμένει ένα ανοιχτό ερευνητικό ερώτημα το πώς ακριβώς η κλιματική αλλαγή μεταφράζεται σε σημαντικές αλλαγές στα καθιερωμένα πυρικά καθεστώτα (fire regimes) των δασικών πυρκαγιών, με όρους συχνότητας και μεσοδιαστήματος των περιστατικών, εποχικότητας, μεγέθους καμένων εκτάσεων, θερμικής έντασης και σφοδρότητας του φαινομένου.

Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι το κλίμα διαμορφώνει άμεσα τα πυρικά καθεστώτα μέσω της επίδρασης του στη διάρκεια της αντιπυρικής περιόδου και στην υγρασία της καύσιμης ύλης (Pausas & Paula 2012, Jolly κ.α. 2015). Ωστόσο, το κλίμα διαμορφώνει επίσης έμμεσα τα πυρικά καθεστώτα μέσω της επίδρασης του στην παραγωγικότητα των φυτών και την προώθηση της εγκαθίδρυσης ορισμένων τύπων βλάστησης έναντι άλλων σε συγκεκριμένους τόπους (Miller & Urban 1999, Krawchuk κ.α. 2009). Στην πραγματικότητα, αυτές οι έμμεσες επιδράσεις μπορεί να είναι πιο σημαντικές από τις άμεσες. Οι ανατροφοδοτήσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της φωτιάς και της βλάστησης πρέπει επίσης να συνεκτιμηθούν σωστά για να επιτευχθεί η κατανόηση και πρόβλεψη των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής. Για παράδειγμα, η φωτιά μπορεί να αλλάξει τα πρότυπα διαδοχής της βλάστησης, επιδρώντας έτσι καταλυτικά στη δομή και σύνθεση της βλάστησης που με τη σειρά τους, επηρεάζουν το πυρικό καθεστώς που θα προκύψει μετά τη

διαταραχή (Turner 2010, Donato κ.α. 2016). Κατά συνέπεια, τα πυρικά καθεστώτα και η βλάστηση δεν είναι ανεξάρτητοι παράγοντες (Bond κ.α. 2005) και η απόκρισή τους στην κλιματική αλλαγή είναι εγγενώς συνδεδεμένη (Flannigan κ.α. 2000, Keane κ.α. 2015).

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα Μεσογειακού κλίματος οικοσυστήματα μπορεί να προκύψουν από πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των άμεσων επιπτώσεων στους υδατικούς πόρους και των επακόλουθων τροποποιήσεων στην ευφλεκτότητα και τα πυρικά καθεστώτα (ή καθεστώτα πυρκαγιάς), που οδηγούν σε αλλαγές στη σύνθεση της φυτοκοινότητας και κατά συνέπεια στην παραγωγικότητά της (Mouillot κ.α. 2002, Moreira κ.α. 2012). Η πυρογεωγραφία και η βιοφυσική της Μεσογειακής καύσιμης ύλης σήμερα (Kalabokidis & Palaiologou 2019) παραπέμπουν σε αναμενόμενες αυξήσεις στη συχνότητα εμφάνισης των πυρκαγιών και στο μέγεθος της καμένης έκτασης βάσει των σεναρίων κλιματικής αλλαγής, ενώ το χρονικό διάστημα επιστροφής ανθρωπογενών κυρίως πυρκαγιών στην περιοχή της Ελλάδας θα μειωθεί σημαντικά. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις δασικές πυρκαγιές ενδέχεται να γίνουν περισσότερο σοβαρές τα επόμενα χρόνια λόγω της συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων και όχι της συνολικής αλλαγής στα «μέσα» κλιματικά πρότυπα (IPCC 2021).

Πυρικά Καθεστώτα της Ελλάδας

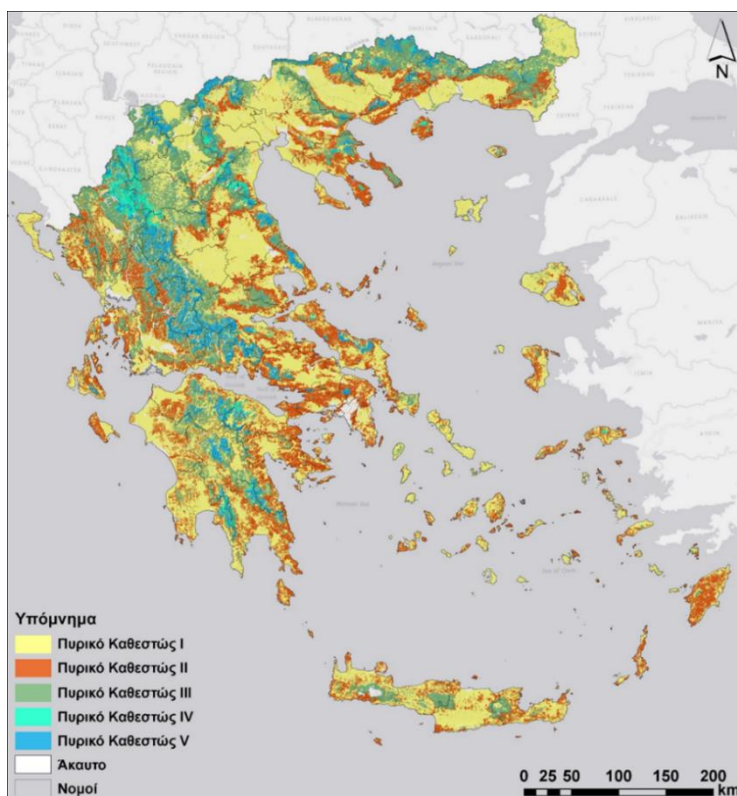
Η βλάστηση που παράγει την περισσότερη καύσιμη ύλη στην Ελλάδα προέρχεται από τέσσερις μεγάλες ομάδες ειδών: α) κωνοφόρα, β) φυλλοβόλα (στα οποία κυριαρχούν τα διάφορα είδη δρυός), γ) αείφυλλους-σκληρόφυλλους θάμνους και δ) αγρωστώδη φυτά σε μίξη με φρύγανα. Είναι σύνηθες διαφορετικά φυτικά είδη να αναμειγνύονται, σχηματίζοντας ένα μικτό πεδίο νεκρής καύσιμης ύλης με διαφορετικές ιδιότητες, ενώ η ζωντανή καύσιμη ύλη δημιουργεί μία κατακόρυφη (ladder fuel) ή/και οριζόντια συνέχεια (horizontal continuity) εύφλεκτων συνθηκών που ευνοούν την εξάπλωση της πυρκαγιάς. Στα καθεστώτα επικόρυφης πυρκαγιάς ή πυρκαγιάς κόμης (crown fire regimes) η διαθέσιμη καύσιμη ύλη αποτελείται κυρίως από βλαστούς μικρής διαμέτρου και μεγαλύτερης διαμέτρου νεκρά κλαδιά που διατηρούνται στην κόμη των φυτών (ειδικά σε θαμνώδεις εκτάσεις), ενώ το διαθέσιμο προς καύση ζωντανό φύλλωμα ποικίλλει εποχιακά και με την ηλικία και την αναλογία νεκρής προς ζωντανή φυτομάζα (Keeley κ.α. 2012). Συχνά, σε αυτές τις πυρκαγιές δεν καταναλώνεται όλη η υπέργεια βιομάζα.

Οι χαμηλότερες ποσότητες καύσιμης φυτομάζας βρίσκονται σε χορτολιβαδικά οικοσυστήματα (συνήθως με 5 τόνους/εκτάριο), ακολουθούμενες από τις θαμνώδεις εκτάσεις χαμηλότερου ύψους με ποσότητες καύσιμης ύλης μεταξύ 5 και 20 τόνους/εκτάριο και τις πυκνές θαμνώδεις εκτάσεις (20–100 τόνους/εκτάριο) (Dimitrakopoulos 2002, Palaiologou κ.α. 2020). Η συνολική υπέργεια βιομάζα στα περισσότερα δάση είναι σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στα χορτολιβαδικά και θαμνώδη οικοσυστήματα. Ωστόσο, όπου επικρατούν τα καθεστώτα έρπουσας πυρκαγιάς ή πυρκαγιάς επιφανείας (surface fire regimes), είναι η νεκρή επιφανειακή καύσιμη ύλη, η οποία θεωρείται διαθέσιμη κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς και όχι η κόμη των δένδρων. Η ποσότητα της καύσιμης ύλης στα δάση αυτά κυμαίνεται από 10 έως και 200 τόνους/εκτάριο. Σε περιπτώσεις που υπάρχουν στον υπόροφοθάμνοι και δενδρύλλια, η διαθέσιμη καύσιμη ύλη κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς αυξάνεται σημαντικά και επιπλέον επιτρέπει στη φωτιά να φτάσει στην κόμη των δένδρων και να γίνει επικόρυφη.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, καθορίστηκαν πέντε τύποι πυρικών καθεστώτων (ΠΚ) που περιγράφουν το γενικό μοτίβο στο οποίο οι πυρκαγιές συμβαίνουν φυσικά σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα για εκτεταμένη χρονική περίοδο, χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό παραγόντων όπως συχνότητα, ένταση, μέγεθος, εποχή εκδήλωσης και σφοδρότητα της φωτιάς. Υπάρχουν τέσσερις ευρέως αποδεκτές ταξινομήσεις της σφοδρότητας της δασικής πυρκαγιάς: υπορόφου, σφοδρότητας πυρκαγιάς πλήρους «αντικατάστασης» της συστάδας, μικτής σφοδρότητας και χωρίς φωτιά. Ελλείπει ελληνικών ειδικών καθεστώτων πυρκαγιάς, προσαρμόσαμε αυτά που προτάθηκαν από τους Kilgore (1981), Hardye κ.α. (2001) και Schmidt κ.α. (2002), τα οποία εφαρμόζονται επί του παρόντος στο έργο LANDFIRE (Ryan & Opperman 2013), στους κύριους ελληνικούς τύπους βλάστησης λαμβάνοντας υπόψη τη συχνότητα και τη σφοδρότητα της φωτιάς (Kalabokidis κ.α. 2023, in press).

Το πυρικό καθεστώς I είναι το πιο εκτεταμένο, καλύπτοντας το 44% της Ελλάδας, ακολουθούμενο από το καθεστώς πυρκαγιάς II με κάλυψη 23,5% (Εικόνα 1). Αυτά τα δύο πυρικά

καθεστώτα καταγράφονται σε χαμηλούς αγκαθωτούς θάμνους (φρύγανα) και λιβάδια σε χαμηλά υψόμετρα <math><800\text{ m}</math> από την επιφάνεια της θάλασσας (ΠΚ-I), και επίσης χαμηλού υψόμετρου αειφυλλους θάμνους (maquis) και κωνοφόρα των ειδών της χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*), της τραχειάς πεύκης (*Pinus brutia*) και της κουκουναριάς (*Pinus pinea*) (ΠΚ-II). Και τα δύο καθεστώτα παράγουν πυρκαγιές μέτριας σφοδρότητας έως πλήρους «αντικατάστασης» της συστάδας προκαλώντας νέκρωση σε περισσότερο από 75% των ανώτερων στρωμάτων της κόμης (ΠΚ-II) ή μέχρι 75% των επιφανειακών στρωμάτων καύσιμης ύλης (ΠΚ-I). Η κύρια διαφορά τους είναι ότι οι πυρκαγιές στο ΠΚ-I έχουν κύκλο φυσικής επαναφοράς έως 35 χρόνια, ενώ στο ΠΚ-II έως 100 χρόνια. Το ΠΚ-I εντοπίζεται στις μεγάλες πεδιάδες της Ελλάδας (Θεσσαλία, Κεντρική Μακεδονία, Δυτική Ελλάδα και Κεντρική Ελλάδα), στα νησιά του Αιγαίου και στην Κρήτη. Το ΠΚ-II απαντάται σε πολλά νησιά του Αιγαίου (Θάσος, Σαμοθράκη, Λέσβος, Χίος, Σάμος, Ικαρία, Ρόδος), Κρήτη, Αττική, Εύβοια, Πελοπόννησο, Θράκη και στα παράκτια μέρη της Μακεδονίας (Kalabokidis κ.α. 2023, in press).



Εικόνα 1. Τα πυρικά καθεστώτα της Ελλάδας
Figure 1. FireregimesofGreece

Το πυρικό καθεστώς III καλύπτει περίπου το 12,5% της Ελλάδας (Εικόνα 1) και κυριαρχεί στα βόρεια τμήματα της χώρας (από τη Δυτική Μακεδονία έως τη Θράκη). Καταγράφεται κυρίως σε συστάδες φυλλοβόλων πλατυφύλλων ειδών (*Quercus* spp., *Acer* spp., *Tilia* spp., *Castanea sativa* κ.α.) και μερικών κωνοφόρων σχετικά μεγάλων υψομέτρων (*Pinus sylvestris*, *P. peuce*, *P. leucodermis* κ.α.), σε θαμνώδεις εκτάσεις και λιβάδια μεγάλων υψομέτρων >800 m που προκαλούν πυρκαγιές χαμηλής έως μικτής σφοδρότητας, οι οποίες περιστασιακά μπορεί να γίνουν πλήρους «αντικατάστασης» της συστάδας, και έχουν κύκλο φωτιάς μεταξύ 35 και 200 έτη.

Το πυρικό καθεστώς IV καλύπτει μόνο το 1,5% της Ελλάδας (Εικόνα 1), και καταγράφεται ως επί το πλείστον στα βόρεια τμήματα της οροσειράς της Πίνδου και νοτιότερα στην Πελοπόννησο σε συστάδες κωνοφόρων της μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*) με κύκλο φωτιάς μεταξύ 35 και 200 έτη και χαμηλής έως μικτής σφοδρότητας πυρκαγιές, οι οποίες υπό αντίξοες συνθήκες μπορεί να γίνουν πλήρους «αντικατάστασης» της συστάδας. Ωστόσο, πολύ συχνά οι πυρκαγιές στη μαύρη πεύκη είναι επιφανείας και δεν καταστρέφουν την κόμη των δένδρων, ενώ συχνά επίσης απομένουν άκαυτες νησίδες μέσα στα όρια της καμένης έκτασης (Christopoulou κ.α. 2014).

Το πυρικό καθεστώς V καλύπτει το 6% της Ελλάδας (Εικόνα 1), κυρίως σε μεγαλύτερα υψόμετρα οροσειρών (Ροδόπη, Πίνδος, Όλυμπος), με κύκλο φωτιάς άνω των 200 ετών. Εμφανίζονται πυρκαγιές οποιασδήποτε σφοδρότητας, ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες και τις συνθήκες της τοποθεσίας, και καταγράφεται κυρίως σε δάση οξυάς (*Fagus spp.*), σημύδας (*Betula spp.*), ελάτης (*Abies spp.*) και ερυθρελάτης (*Picea abies*). Το υπόλοιπο 12,5% της χώρας αντιστοιχεί σε καταστάσεις χωρίς φωτιά (απυρικό καθεστώς) όπως αστικές περιοχές, βραχώδεις βουνοκορφές, λίμνες και παρόχθιες περιοχές (Kalabokidis κ.α. 2023, inpress).

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι μεγάλες δασικές πυρκαγιές προκύπτουν από πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ της κλιματικής αλλαγής, των καιρικών συνθηκών, της τοπογραφίας, της βλάστησης και των ανθρώπων γενικά (Palaiologou κ.α. 2018). Έτσι, ιστορικά, είναι δύσκολο να αποδοθεί ο ατομικός ρόλος ενός συγκεκριμένου παράγοντα σε μία συγκεκριμένη καταστροφική πυρκαγιά. Για να κατανοήσουμε τον ρόλο της κλιματικής αλλαγής και της καύσιμης ύλης στην εκδήλωση των δασικών πυρκαγιών, είναι απαραίτητο να εξετάσουμε τα πυρικά καθεστώτα (δηλαδή το πόσο μεγάλες, πόσο συχνά και υπό ποιες συνθήκες καίνε οι πυρκαγιές με την πάροδο του χρόνου) σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία. Για να εξελιχθεί μία ανάφλεξη βλάστησης σε καταστροφική πυρκαγιά, οι συνθήκες κλίματος και βιομάζας πρέπει να είναι οι κατάλληλες. Τα καθεστώτα πυρκαγιάς ποικίλουν καθοριζόμενα από τις κλιματικές συνθήκες και τη διαθεσιμότητα της βιομάζας ως καύσιμης ύλης. Υπό τις συνθήκες του ξηροθερμικού κλίματος, η ένταση της πυρκαγιάς καθορίζεται κυρίως από τη διαθέσιμη ποσότητα ζωντανού και νεκρού φυτικού υλικού. Ωστόσο, πολλά οικοσυστήματα ανήκουν σε ενδιάμεσες καταστάσεις κατά μήκος αυτής της συνέχειας μεταξύ κλίματος και βιομάζας, και παραμένει ασαφές πώς η κλιματική αλλαγή και η διαχείριση των πυρκαγιών έχουν συμβάλει στις αλλαγές στα χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς που καταγράφονται σε τοπική κλίμακα (π.χ. όπου και εφαρμόζεται διαχείριση). Σε ορισμένες περιοχές, η κλιματική αλλαγή προβλέπεται να κάνει στενότερη τη σχέση του καθεστώτος της πυρκαγιάς με την κατάσταση της καύσιμης ύλης.

Η διαχείριση πυρκαγιών των διαφόρων τύπων δασών σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής πρέπει να λαμβάνει υπόψη την ομάδα πυρικού καθεστώτος που ανήκουν. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι τύποι πυρικού καθεστώτος συνδέονται με συγκεκριμένους τύπους βλάστησης. Κατά συνέπεια, η διαχείριση των περιστατικών πυρκαγιών πρέπει να είναι συνάρτηση των μηχανισμών απόκρισης των κυρίαρχων φυτικών ειδών που συγκροτούν τον συγκεκριμένο τύπο βλάστησης (Αριανούτσου & Καζάνης 2012) αλλά και της επικινδυνότητας της καύσιμης ύλης που αντιπροσωπεύουν (με χαρακτηριστικά όπως ο ρυθμός συσσώρευσης φυτομάζας, η ποσότητα και η διάταξη της καύσιμης ύλης, και συνεπακόλουθα η συμπεριφορά της πυρκαγιάς).

Όσον αφορά τον τύπο ΠΚ-I, τα φρύγανα και τα αγρωστώδη φυτά ή χορτολίβαδα είναι γενικά καλά προσαρμοσμένα στη φωτιά (Αριανούτσου 1984). Οι πυρκαγιές μπορεί να έχουν σημαντική ένταση, αλλά οι φλόγες έχουν χαμηλό χρόνο παραμονής, και παρόλο που ακόμη και το 100% της βλάστησης μπορεί να καεί, υπάρχει μικρή επίδραση στο έδαφος (Αριανούτσου & Margaritis 1982a). Οι πυρκαγιές συνήθως δεν βλάπτουν αυτή τη βλάστηση μακροπρόθεσμα, καθώς είναι προσαρμοσμένη στη φωτιά και μπορεί εύκολα να αναγεννηθεί. Δύο αξιοσημείωτες εξαιρέσεις είναι όταν η συχνότητα των πυρκαγιών είναι ακραία, για οποιουδήποτε λόγους (και λόγω κλιματικής αλλαγής), και όταν η κλίση της τοποθεσίας είναι πολύ μεγάλη, οπότε υπάρχει σοβαρή πιθανότητα διάβρωσης του εδάφους. Ωστόσο, υπάρχουν και περιοχές που δυνητικά θα υποστήριζαν υψηλούς θάμνους ή σπανιότερα δάση, αλλά καλύπτονται από φρύγανα λόγω ενός «φαύλου» κύκλου συχνά επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών που ακολουθείται από υπερβόσκηση (Αριανούτσου & Margaritis 1982b, Αριανούτσου 1985).

Ο τύπος του ΠΚ-II καταγράφεται σε είδη προσαρμοσμένα στη φωτιά που κατά κανόνα μπορούν να ανακάμψουν μετά από πυρκαγιά. Τα πεύκα αυτής της ομάδας έχουν κλειστούς ξηροχασικούς κώνους (serotinous cones), μεταξύ άλλων φυσικών χαρακτηριστικών τους, οι οποίοι ανοίγουν υπό την επίδραση της θερμότητας που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της φωτιάς και απελευθερώνουν εκατοντάδες σπερμάτων αρκετές ώρες μετά το πέρασμα της (Thanos & Daskalaku 2000, Vallejo κ.α. 2012). Οι τύποι αυτοί βλάστησης διατρέχουν τον κίνδυνο ανωριμότητας (immaturity risk, Keeley κ.α. 1999, Vallejo κ.α. 2012), αν συμβεί ένα νέο περιστατικό πυρκαγιάς πριν ο πληθυσμός των αναγεννόμενων ατόμων πεύκης έχει σχηματίσει

επαρκή αριθμό κόνων, και συνεπώς επαρκή επίγεια τράπεζα σπερμάτων από την οποία θα μπορούσαν να προκύψουν νέα άτομα (Thanos & Daskalaku 2000, Vallejo κ.α. 2012). Οι αειφύλλοι-σκληρόφυλλοι μεσογειακοί θάμνοι έχουν την ικανότητα να αναβλαστήσουν σχεδόν αμέσως μετά τη φωτιά, αρκεί να έχουν τα απαραίτητα αποθέματα υδατανθράκων στο ριζικό τους σύστημα (Αριανούτσου & Καζάνης 2012), τα οποία για να σχηματιστούν απαιτούν και αυτά κάποιο χρόνο.

Ωστόσο, και οι θαμνώνες αειφύλλων-σκληροφύλλων μπορεί επίσης να αντιμετωπίσουν προβλήματα φυσικής αναγέννησης αν εκτεθούν σε συχνά περιστατικά πυρκαγιών. Αν οι θαμνώνες αυτοί βρίσκονται σε εδάφη με κλίσεις, η πιθανότητα εδαφικής διάβρωσης είναι υψηλή. Τα φορτία καύσιμης ύλης είναι υψηλά έως πολύ υψηλά, ειδικά σε ανοιχτά πευκοδάση με πυκνό υπόροφο θάμνων και η ένταση της φωτιάς μπορεί να είναι ακραία κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες. Καθώς αυτά τα οικοσυστήματα βρίσκονται κοντά σε αστικές περιοχές των χαμηλότερων υψομετρικών (και παράκτιων) τμημάτων της χώρας και υπάρχουν σε όλες σχεδόν τις περιοχές μίξης δασών και οικισμών (WUI), οι πυρκαγιές αυτής της ομάδας είναι πιθανόν να προκαλέσουν ζημιές σε ιδιοκτησίες και υποδομές, και να απειλήσουν τη ζωή και την ασφάλεια των ανθρώπων. Η απόκριση μετά την πυρκαγιά θα πρέπει επίσης να θεωρηθεί ως ευκαιρία για δημιουργία ανθεκτικών δασικών συστάδων και προσαρμοσμένων περιαστικών τοπίων στη διεπαφή της πολεοδομημένης και δασικής περιοχής εν μέσω κλιματικών ανωμαλιών.

Το ΠΚ-III απαντάται γενικά σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο όπου ο καιρός είναι ευνοϊκός για καύση μόνο για λίγες ημέρες σε μία κανονική πυρική περίοδο. Γενικά, χρειάζεται χρόνος σε αυτά τα δάση για να συσσωρευτεί η καύσιμη ύλη. Οι αναφλέξεις που προκαλούνται από τον άνθρωπο είναι επίσης σχετικά σπάνιες. Ως αποτέλεσμα, η συχνότητα πυρκαγιάς είναι χαμηλή. Ωστόσο, όταν εκδηλώνεται πυρκαγιά μπορεί υπό προϋποθέσεις να είναι υψηλής έντασης. Η διαχείριση των πυρκαγιών θα πρέπει να δίνει έμφαση στην ενεργή διαχείριση των δασών με προτεραιότητα τις γηραιότερες συστάδες με υψηλή συσσώρευση φυτομάζας, όπου η αναγέννηση θα πρέπει να διευκολυνθεί μέσω επιλεκτικής ή υπόσκιας υλοτομίας, αποκάλυψης του ανόργανου εδάφους ή ακόμη και ελεγχόμενης καύσης κάτω από τον υπόροφο των δένδρων. Η πρόληψη των πυρκαγιών με τη μορφή της εντατικής διαχείρισης της καύσιμης ύλης (Omi 2015) γενικά δεν είναι απαραίτητη.

Η διαχείριση πυρκαγιών του τύπου ΠΚ-IV θα πρέπει να είναι παρόμοια με εκείνη του τύπου ΠΚ-III, με την κατανόηση ότι οι ημέρες με υψηλό δυναμικό καύσης είναι γενικά πιο συχνές λόγω της κλιματικής αλλαγής (Rovithakis κ.α. 2022) και οι πυρκαγιές υψηλής έντασης και πλήρους «αντικατάστασης» της συστάδας μπορεί να είναι αρκετά πιθανές. Στις περιπτώσεις πυρκαγιάς σε δάση μαύρης πεύκης έμφαση πρέπει να δίνεται στην παρουσία συστάδων που παραμένουν άκαυτες καθώς η αναγέννηση των καμένων συστάδων θα προκύψει από τη διασπορά σπερμάτων από τις άκαυτες και τη φύτευση τους στο καμένο έδαφος (Christopoulou κ.α. 2014). Σημαντική επίδραση στην αναγέννηση έχει και η δομή του τοπίου καθώς και τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος, επειδή εδάφη υπερκείμενα ιζηματογενών πετρωμάτων διευκολύνουν την πρόσβαση σε νερό και θρεπτικά λόγω της μικρότερης πυκνότητάς τους (Christopoulou κ.α. 2019). Στις περιοχές με υπεράριμα δένδρα μαύρης πεύκης, έχει πολύ μεγάλη σημασία η μη κοπή και απομάκρυνση των καμένων κορμών, δεδομένου ότι αυτοί μπορούν να μας αποκαλύψουν μέσω της δενδρο-χρονολόγησης την ιστορία των περιστατικών φωτιάς στην περιοχή (Fulé κ.α. 2008, Touchan κ.α. 2012, Christopoulou κ.α. 2013). Είναι γνωστό ότι η μαύρη πεύκη διαθέτει παχύ φλοιό που προστατεύει τα ώριμα άτομα από τη φωτιά, ακόμη και σε περιστατικά μεγάλης έντασης. Στα συστήματα αυτά, προσοχή μεγάλη απαιτείται και στην απόληψη των καμένων κορμών. Συστήνεται η αποφυγή αποψιλωτικής ξύλευσης για λόγους διατήρησης της ιστάμενης φυτομάζας ως περιοχές - καταφύγια ειδών της ορνιθοπανίδας, η οποία συμβάλλει στη διασπορά σπερμάτων της μαύρης πεύκης και μέσω αυτής στην αποίκιση των καμένων εκτάσεων (Vallejo κ.α. 2012).

Το ΠΚ-V συναντάται γενικά σε δάση μεγάλου υψομέτρου. Τα είδη δένδρων σε αυτά τα δάση είναι γενικά αραιοί, επομένως η περισσότερη ποσότητα της καύσιμης ύλης αποτελείται από πεσμένα νεκρά ξυλώδη υπολείμματα και βελόνες ή φύλλα ως στρωμνή. Ο κίνδυνος πυρκαγιάς αυξάνεται όταν οι συστάδες γερνούν, μέσω συσσώρευσης νεκρών κορμών και κλαδιών στο έδαφος ως αποτέλεσμα ζημιών από χιόνι, ανεμορριπίες, θνησιμότητα από έντομα κ.α. Οι φυσικές αναφλέξεις λόγω κεραυνών είναι μία σημαντική αιτία πυρκαγιάς, αλλά οι γρήγορες ανοδικές μετωπικές

πυρκαγιές (upslope/ windhead fires) από δάση χαμηλότερου υψομέτρου μπορούν επίσης να κάψουν αυτά τα συστήματα, όπως έγινε στην περίπτωση του δάσους της ενδημικής ελάτης (*Abies cephalonica*) στην Πάρνηθα κατά την καταστροφική πυρκαγιά του 2007. Ο σχεδιασμός διαχείρισης των πυρκαγιών θα πρέπει να προσδιορίζει περιοχές όπου η συσσώρευση της καύσιμης ύλης έχει αυξήσει τον κίνδυνο πυρκαγιάς και θα πρέπει να ενεργεί μέσω της δασοκομίας για την ανανέωση των συστάδων, αφαιρώντας όχι μόνο δένδρα που μπορούν να υλοτομηθούν αλλά και νεκρό ξύλο από το δασικό έδαφος.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η οικολογία και η συμπεριφορά των πυρκαγιών είναι ένα προϊόν πολυπαραγοντικών αλληλεπιδράσεων που συμπεριλαμβάνουν περίπλοκες συσχετίσεις μεταξύ διαφορετικών παραγόντων της βίωσης και της ατμόσφαιρας. Επομένως, η ανάλυση των πυρικών καθεστώτων με τις παρούσες κλιματικές συνθήκες δεν επιδέχεται εύκολα συγκρίσεις με τις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Τα πυρικά καθεστάτα στη Μεσογειακή Λεκάνη επηρεάζονται επίσης και από άλλους παράγοντες, πέρα από εκείνους που σχετίζονται άμεσα με τις κλιματικές συνθήκες, όπως κοινωνικοοικονομικές παραμέτρους, χρήσεις γης και έντονες ανθρώπινες πιέσεις. Οι παράγοντες αυτοί συχνά επηρεάζουν την έναρξη και διάδοση πυρκαγιών στα αγροδασικά οικοσυστήματα και μπορούν να μεταβάλουν χαρακτηριστικές παραμέτρους των ΠΚ. Συνολικά, το κλίμα και ο καιρός έχουν βαθιά επίδραση με την πάροδο του χρόνου στο πυρικό καθεστώς (συχνότητα, ένταση, μέγεθος και εποχικότητα πυρκαγιών) αλλά και στους τύπους βλάστησης (και καύσιμης ύλης) της Ελλάδας. Στην Ελλάδα, η διαχείριση πρέπει επίσης να λάβει υπόψη τις οικοσυστημικές αξίες των δασών που εκτίθενται σε κίνδυνο και την πιθανότητα αλλαγών του καθεστώτος πυρκαγιάς λόγω της αυξημένης παρουσίας των ανθρώπων ως πηγής σκόπιμων ή τυχαίων αναφλέξεων. Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή απαιτεί βαθιά κατανόηση του ρόλου της καύσιμης ύλης των Μεσογειακών δασών και της αποτελεσματικής διαχείρισής τους, σε κλίμακες που θα αποτρέψουν μελλοντικές απώλειες και θα επανεισάγουν την πυρο-ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων (ΕΑΔΟ 2023).

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή έλαβε υποστήριξη από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης Horizon 2020, έργο “FIRE-RES: Innovative technologies and socio-ecological-economic solutions for fire resilient territories in Europe” στο πλαίσιο της συμφωνίας χρηματοδότησης αρ.(grant agreement No.)101037419.

Abstract

The study focuses on the adaptation of fire regimes (FR) to different vegetation cover types in Greece that describe the general patterns in which wildland fires occur in a given ecosystem over an extended period of time, using a combination of factors such as fire frequency, intensity, size, season of occurrence and burn severity. FR-I and FR-II are found in low-altitude shrublands, grasslands, Mediterranean evergreen shrubs and pine forests, and produce moderate to stand-replacement fires with intervals of up to 35 years and 100 years, respectively. FR-III is mainly seen in deciduous broadleaf species and some conifers at high altitudes, with low- to mixed-severity fires occurring every 35 to 200 years. FR-IV is recorded mostly in *Pinus nigra* forests with a fire cycle between 35 and 200 years. FR-V occurs in *Fagus* spp., *Betula* spp., *Abies* spp. and *Picea abies* forests, with a return fire cycle of over 200 years and wildfires of varying severity depending on local conditions.

Βιβλιογραφία

Αριανούτσου, Μ., και Καζάνης, Δ., 2012. Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς στα χερσαία οικοσυστήματα της Ελλάδας. Στο: Παπαγεωργίου Α.Χ., Καρέτσος Γ., Κατσαδωράκης Γ (επιμ. έκδοσης). Το δάσος: Μία ολοκληρωμένη προσέγγιση. WWFΕλλάς, Αθήνα, σελ. 103-116.

Arianoutsou, M., and Margaritis, N., 1982a. Decomposers and the fire cycle in a phryganic (East Mediterranean) ecosystem. *Microb. Ecol.* 8: 91-98.

Arianoutsou, M., and Margaritis, N., 1982b. Phryganic (East Mediterranean) Ecosystems and Fire. *Ecol. Medit.* 8(1-2): 473-480.

Arianoutsou, M., 1984. Post-fire successional recovery of a phrygic (East Mediterranean) ecosystem. *Acta Oecol. (Oecol. Plantarum)*, 59(9): 387-394.

Arianoutsou, M., 1985. Desertification by overgrazing in Greece: the case of Lesbos island. *J. of Arid Environ.* 9: 237-242.

Bond, W.J., Woodward, F.I., Midgley, G.F., 2005. The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New Phytol.* 165(2): 525-538.

Christopoulou, A., Fulé, P., Andriopoulos, P., Sarris, D., Arianoutsou, M., 2013. Dendrochronology-based fire history of *Pinus nigra* forests in Mount Taygetos, Southern Greece. *For. Ecol. Manage.* 293: 132-139.

Christopoulou, A., Fyllas, N., Andriopoulos, P., Koutsias N., Dimitrakopoulos, P., Arianoutsou, M., 2014. Post-fire regeneration patterns of *Pinus nigra* in a recently burned area in Mount Taygetos, Southern Greece: The role of unburned forest patches. *For. Ecol. Manage.* 327: 148-156.

Christopoulou, A., Mallinis, G., Vassilakis, E., Farangitakis G.P., Fyllas N., Kokkoris G.D., Arianoutsou, M., 2019. Assessing the impact of different landscape features on post-fire forest recovery with multitemporal remote sensing data: the case of Mount Taygetos (southern Greece). *Int. J. Wildland Fire* 28(7): 521-532.

Cowling, R.M., Rundel, P.W., Lamont, B.B., Arroyo, M.K., Arianoutsou, M., 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *Trends Ecol.Evol.* 11(9): 362-366.

Dimitrakopoulos, A., 2002. Mediterranean fuel models and potential fire behaviour in Greece. *Int. J. Wildland Fire.* 11(2): 127-130.

Donato, D.C., Harvey, B.J., and Turner. M.G., 2016. Regeneration of montane forests 24 years after the 1988 Yellowstone fires: A fire-catalyzed shift in lower treelines? *Ecosphere* 7(8): p.e01410.

ΕΑΔΟ, 2023. Η Ανθεκτικότητα των Ελληνικών Δασικών Οικοσυστημάτων στην Κλιματική Αλλαγή. Επιτροπή για την Ανθεκτικότητα των Ελληνικών Δασικών Οικοσυστημάτων στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΑΔΟ) [Μ. Αριανούτσου, Χ. Ζερεφός, Κ. Καλαμποκίδης, Α. Πούπκου, Φ. Αραβανόπουλος (επιμ.)]. Ακαδημία Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα, 547 σελ, ISBN 978-960-404-413-9.

Flannigan, M.D., Stocks, B.J., Wotton, B.M., 2000. Climate change and forest fires. *Sci. Total Environ* 262(3): 221-229.

Fulé, P.Z., Ribas, M., Gutiérrez, E., Vallejo, R., Kaye, M.W., 2008. Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest of eastern Spain. *For. Ecol. Manage.* 255: 1234-1242.

Hanan, E.J., 2020. Megafires: Climate change or land management? The Niskanen Center, Washington, D.C. 20002, U.S.A. <https://www.niskanencenter.org/megafires-climate-change-or-land-management>.

Hardy, C.C., Schmidt, K.M., Menakis, J.P., Sampson, R.N., 2001. Spatial data for national fire planning and fuel management. *Int. J. Wildland Fire* 10: 353-372.

IPCC, 2021 by Arias, P.A., Bellouin, N., Coppola, E. κ.α. Technical Summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V. κ.α. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 33-144. doi:10.1017/9781009157896.002.

Jolly, W.M., Cochrane, M.A., Freeborn, P.H., Holden, Z.A., Brown, T.J., Williamson, G.J., Bowman, D.M., 2015. Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nat. Commun.* 6(1): 1-11.

Kalabokidis, K. and Palaiologou, P., 2019. Mediterranean Forest Fuels. In: *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*. Manzello S. (ed), Springer, Cham., 13 pages.

Kalabokidis, K., Palaiologou, P., Xanthopoulos, G., 2023. Pyro-geoFigurey of the Greek landscape. In: Darques, R., Sidiropoulos, G., and Kalabokidis, K. (eds) *The GeoFigurey of Greece. Managing Crises and Building Resilience*. World Regional GeoFigurey Book Series. Springer Nature, Cham (to be published).

Keane, R.E., McKenzie, D., Falk, D.A., Smithwick, E.A., Miller, C., Kellogg, L.K.B., 2015. Representing climate, disturbance, and vegetation interactions in landscape models. *Ecol. Modell.* 309: 33-47.

Keeley, J.E., Ne'eman, G. and Fotheringham, C.J., 1999. Immaturity risk in a fire dependent pine. *J. Med. Ecol.* 1: 41-48.

Keeley, J.E., Bond, W.J., Bradstock, R.A., Pausas, J.G., Rundel, P.W., 2012. Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management. Cambridge University Press, New York, USA, 508 pages.

Kilgore, B.M., 1981. Fire in ecosystem distribution and structure: western forests and scrublands. In: *The Bark Beetles, Fuels, and Fire Bibliography*. Mooney H, Bonnicksen T, Christensen N (eds), USDA Forest Service, General Technical Report, pp. 58-89.

Krawchuk, M.A., Moritz, M.A., Parisien, M.A., Van Dorn, J., Hayhoe, K., 2009. Global pyrogeography: the current and future distribution of wildfire. *PloS one*, 4(4): p.e5102.

Miller, C., and Urban, D.L., 1999. A model of surface fire, climate and forest pattern in the Sierra Nevada, California. *Ecol. Modell.* 114(2-3): 113-135.

Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De las Heras, J., 2012. Post-fire management and restoration of southern European forests, vol 24. Springer Science & Business Media, Berlin.

Mouillot, F., Rambal, S., Joffre, R., 2002. Simulating climate change impacts on fire frequency and vegetation dynamics in a Mediterranean type ecosystem. *Glob. Chang. Biol.* 8: 423-437.

Omi, P.N., 2015. Theory and Practice of Wildland Fuels Management. *Curr. For. Rep.* 1 (2):100-117.

Palaiologou, P., Ager, A.A., Nielsen-Pincus, M., Evers, C., Kalabokidis, K., 2018. Using transboundary wildfire exposure assessments to improve fire management programs: a case study in Greece. *Int. J. Wildland Fire* 27: 501-513.

Palaiologou, P., Kalabokidis, K., Ager, A.A., Day, M.A., 2020. Development of comprehensive fuel management strategies for reducing wildfire risk in Greece. *Forests* 11(8): 789.

Pausas, J.G., and Paula, S., 2012. Fuel shapes the fire-climate relationship: evidence from Mediterranean ecosystems. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 21(11): 1074-1082.

Rovithakis, A., Grillakis, M.G., Seiradakis, K.D., Giannakopoulos, C., Karali, A., Field, R., Lazaridis, M., Voulgarakis, A., 2022. Future climate change impact on wildfire danger over the Mediterranean: the case of Greece. *Environ. Res. Lett.* 17(4): 045022.

Ryan, K.C., and Opperman, T.S., 2013. LANDFIRE – A national vegetation/fuels data base for use in fuels treatment, restoration, and suppression planning. *For. Ecol. Manag.* 294: 208-216.

Schmidt, K., Menakis, J.P., Hardy, C.C., Hann, W.J., Bunnell, D.L., 2002. Development of coarse-scale spatial data for wildland fire and fuel management. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO. 41 pages.

Thanos, C.A., and Daskalakou, E.N., 2000. Reproduction in *Pinus halepensis* and *P. brutia*. In: *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, Neeman, G., Trabaud, L. (eds), Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 79-90.

Touchan, R., Baisan, C., Mitsopoulos, I., Dimitrakopoulos, A., 2012. Fire history in European black pine (*Pinus nigra* Arn.) forests of the Valia Kalda, Pindus Mountains, Greece. *Tree Ring Res.* 68(1): 45-50.

Turner, M.G., 2010. Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology* 91(10): 2833-2849.

Vallejo, V.R., Arianoutsou, M., and Moreira, F., 2012. Fire Ecology and Post-Fire Restoration Approaches in Southern European Forest Types. In: *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*, Moreira F., Arianoutsou M., Corona P., De Las Heras J. (eds), *Managing Forest Ecosystems* 24, pp. 93-120, Springer Science + Business Media B.V.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΒΕΒΛΗΜΕΝΗ Η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Παλαιολόγου, Παλαιολόγος^{1*}; Καλαμποκίδης, Κωνσταντίνος²

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Καρπενήσι 36100, palaiologou@aua.gr

² Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωγραφίας, Μυτιλήνη 81100, kalabokidis@aegean.gr

* Επικοινωνία: palaiologou@aua.gr

Περίληψη

Ο μετριασμός του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών απαιτεί τη συνέργεια πολλών φορέων και την υιοθέτηση ολιστικών προσεγγίσεων δασικής διαχείρισης που στοχεύουν τόσο στην πρόληψη, όσο και στη βελτίωση της ικανότητας και αποτελεσματικότητας της καταστολής τους. Η παρούσα έρευνα εστιάζει στην πρόληψη. Μελετώντας και αξιοποιώντας τη συσσωρευμένη γνώση από την πρακτική εφαρμογή διαχείρισης της βιομάζας/ καύσιμης ύλης διεθνώς, αλλά και τη σχετική βιβλιογραφία, προτείνεται το πώς θα επιτευχθεί η βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης της δασικής βιομάζας στην Ελλάδα αξιοποιώντας, παράλληλα με τις μηχανικές μεθόδους, την αγροδασοπονία και την προδιαγεγραμμένη καύση. Τέλος, προτείνονται βελτιώσεις στον σχεδιασμό των σεναρίων διαχείρισης των δασών με στόχο την επίτευξη πολλαπλών στόχων με παράλληλη μοντελοποίηση των αποτελεσμάτων με χρήση νέων τεχνολογιών και λογισμικών.

Λέξεις κλειδιά: δασικές πυρκαγιές, προδιαγεγραμμένη καύση, δασοκομία, αγροδασοπονία, Antinero

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη ολοκληρωμένων και στρατηγικών προγραμμάτων δασικής διαχείρισης επιτρέπει την υιοθέτηση μίας συμπληρωματικής προσέγγισης μεταξύ της καταστολής των πυρκαγιών και της διαχείρισης της βιομάζας (ή αλλιώς, καύσιμης ύλης), λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η πλήρης καταστολή όλων των πυρκαγιών δεν είναι μία εφικτή και λογική μακροπρόθεσμη στρατηγική (Keane κ.α. 2008). Πλέον όλο και συχνότερα επισημαίνεται η σημασία που έχει η διαχείριση των δασών για τον μετριασμό του κινδύνου των μεγάλων δασικών πυρκαγιών για την προστασία της ζωής και των οικισμών. Αυτό έρχεται σε έντονη αντίθεση με τις δεκαετίες 1950-1970, όταν η παραγωγή και η διαχείριση ξυλείας με τις παραδοσιακές μεθόδους αγροδασοπονίας ήταν οι υψηλότερες προτεραιότητες διαχείρισης (Papageorgiou κ.α. 2004, Papanastasis κ.α. 2009, Spanos κ.α. 2018). Η ανάμειξη φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων (Liu κ.α. 2007) έχει δημιουργήσει τοπία με μεγάλες ποσότητες καύσιμης ύλης και παράλληλα, υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα που με βεβαιότητα θα επηρεάζεται από περιστατικά δασικών πυρκαγιών των οποίων η καταστολή είναι από δύσκολη έως αδύνατη. Ο συνδυασμός της αύξησης της δασικής κάλυψης, της μείωσης της ετήσιας απολήψιμης ξυλείας και της επακόλουθης συσσώρευσης νεκρής και ζωντανής βιομάζας υποδηλώνει την ανάγκη για αύξηση της έκτασης που υφίσταται διαχείριση ετησίως, με στόχο τη μείωση του ρυθμού εξάπλωσης και της έντασης των πυρκαγιών που μπορεί να βλάψουν κατοικημένες περιοχές, πολιτιστικά μνημεία, οικολογικές περιοχές και αξίες, και οικοσυστημικές υπηρεσίες.

Υλικά και Μέθοδοι

Διαχείριση της δασικής βιομάζας στην Ελλάδα

Το θέμα της αναδάσωσης και της αύξησης της δασικής βιομάζας εντείνεται από τη μείωση της απασχόλησης στον τομέα της δασικής διαχείρισης, η οποία μειώθηκε κατά το ήμισυ μεταξύ 2009 και 2015 (δηλαδή απομένουν περίπου 23 χιλιάδες άτομα στον κλάδο) (Papageorgiou κ.α. 2004, FOREST EUROPE 2020). Ωστόσο, η απαιτούμενη αύξηση της δασικής διαχείρισης είναι απίθανο

να προέλθει από τις λίγες εκατοντάδες ιδιωτών ιδιοκτητών δασών που διαχειρίζονται μόνο το 8% όλων των δασών της Ελλάδας, καθώς πρόκειται για επιχειρήσεις που παράγουν κυρίως καυσόξυλα με πολύ χαμηλή κερδοφορία και περιορισμένη μερική απασχόληση, ενώ δραστηριοποιούνται κυρίως σε αγροτικές ημιορεινές περιοχές (Parageorgiou κ.α. 2004). Από τα παραπάνω, είναι σαφές ότι το Ελληνικό Κράτος θα πρέπει να ασχοληθεί πιο ενεργά με τη διαχείριση των δασών και να προωθήσει πολιτικές που μπορούν τελικά να αυξήσουν την ετήσια διαχειριζόμενη έκταση που είτε δέχεται διαχείριση για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς, είτε διαχειρίζεται για την επίτευξη οικολογικών στόχων ή την αποκατάσταση των εκτάσεων (π.χ. ανόρθωση πρεμνοφυών δασών), ενισχύοντας παράλληλα τη συνεργασία μεταξύ των κύριων ιδιοκτητών γης (δημόσιες, δημοτικές, εκκλησιαστικές και ιδιωτικές δασικές εκτάσεις).

Ο κατακερματισμός του τοπίου οδηγεί σε αναποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνου πυρκαγιάς (Busby κ.α. 2012, Salis κ.α. 2018), καθώς η συνεργασία μεταξύ διαφορετικών ιδιοκτητών γης επηρεάζεται από την έλλειψη χρηματοδότησης, τα αντικρουόμενα συμφέροντα, την κακή κουλτούρα διαχείρισης, την επιθυμητή μέθοδο διαχείρισης του κάθε ιδιοκτήτη και τα κίνητρα τους. Γενικά, το τρέχον σχήμα ιεράρχησης της κρισιμότητας των έργων διαχείρισης (δηλαδή αυτά που θα λάβουν εν τέλει τη χρηματοδότηση) εστιάζει σε μικρής κλίμακας, διάσπαρτα έργα διαχείρισης της καύσιμης ύλης γύρω από τη διεπιφάνεια πόλης-περιαστικής φύσης (π.χ. πρόγραμμα Antinero), τις υποδομές και άλλους πολύτιμους υλικούς και άυλους πόρους (Henderson κ.α. 2005, Xanthopoulos κ.α. 2006, Kalabokidis κ.α. 2008, Bachantourian κ.α. 2023) (N. 998/1979, 25-1).

Ο τρέχων σχεδιασμός πυροπροστασίας είτε είναι ανύπαρκτος για πολλές περιοχές και τύπους βλάστησης της χώρας, είτε επικεντρώνεται στενά στη διαχείριση μικρών εκτάσεων κοντά σε δρόμους και κοινότητες που ελάχιστη επίδραση μπορούν να έχουν στην αναχαίτηση μίας μεγάλης κλίμακας πυρκαγιάς. Μία πιο αποτελεσματική στρατηγική θα επέκτεινε τις θετικές επιπτώσεις της διαχείρισης της βιομάζας σε κλίμακες τοπίου, σε αντίθεση με την περιορισμένη χωρικής κλίμακας διαχείριση που εφαρμόζεται τώρα, για να επιβραδύνει την εξάπλωση των μεγάλων πυρκαγιών και να μειώσει την ένταση τους, διευκολύνοντας έτσι τις προσπάθειες καταστολής τους.

Συχνά οι περιοχές που εφαρμόζεται διαχείριση της καύσιμης ύλης επαναδασώνονται με ταχεία αναβλάστηση των φρυγάνων και θαμνώνων, μερικές φορές με πιο εύφλεκτη βλάστηση από αυτή που αφαιρέθηκε, ενώ συνήθως και λόγω έλλειψης κονδυλίων δεν γίνονται επακόλουθες δράσεις συντήρησης τους ώστε να παραμείνουν ως ζώνες μειωμένης καύσιμης ύλης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Τα περισσότερα έργα διαχείρισης της καύσιμης ύλης αφορούν την κατασκευή αντιπυρικών ζωνών σε δασικές εκτάσεις κοντά σε οικισμούς, ενώ η χωροθέτηση σε πυκνές δασικές περιοχές εφαρμόζεται δίχως στρατηγική αξιολόγηση των πιθανών ροών της πυρκαγιάς στο τοπίο, ώστε αυτές οι ζώνες να μπορούν να διακόψουν τη συνέχεια της πυκνής βλάστησης τέμνοντας κάθετα αυτές τις ροές, που εν πολλοίς καθορίζονται από την τοπογραφία της περιοχής και άρα μπορεί να είναι προβλέψιμες (Rachmawati κ.α. 2016, Aparício κ.α. 2022). Οι άκρες και τα όρια αυτών των αντιπυρικών ζωνών συχνά είναι καλυμμένες από βλάστηση με δυνατότητα παραγωγής πυρκαγιών υψηλής έντασης που με τη σειρά τους προκαλούν νέες πυρκαγιές μέσω της δράσης του πετάγματος και μεταφοράς των καυτρών (κηλίδωση/ spotting) που μπορούν υπό προϋποθέσεις να ταξιδέψουν χιλιόμετρα μακριά από το φλεγόμενο μέτωπο (Finney & Cohen 2003).

Ως αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, έως σήμερα η μόνη αποτελεσματική διαχείριση του κινδύνου από τις δασικές πυρκαγιές συμβαίνει εξ ολοκλήρου από τις κατασταλτικές δυνάμεις, κατά κύριο λόγο με τη χρήση εναέριων μέσων πυρόσβεσης, ώστε να προστατευθούν οι ανθρώπινες ζωές, η ιδιωτική περιουσία και άλλες αξίες σε κίνδυνο. Οι περιοχές εφαρμοσμένης προ-κατασταλτικής διαχείρισης (αντιπυρικές ζώνες πλήρως καθαρισμένες ή στεγασμένες, οδικοί άξονες, καθαρισμοί έπειξ των δρόμων και των δικτύων μεταφοράς ενέργειας) σχεδόν πάντα έχουν αποτύχει στην αναχαίτηση της πυρκαγιάς από μόνες τους, ενώ συχνά ακόμα και η συμβολή επίγειων κατασταλτικών πυροσβεστικών δυνάμεων δεν επαρκεί.

Πλαίσιο βελτίωσης του αντιπυρικού σχεδιασμού

Οι στρατηγικές διαχείρισης της καύσιμης ύλης στο τοπίο πρέπει να μπορούν να κλιμακωθούν καταλλήλως ώστε να προσαρμόζονται σε συγκεκριμένα προβλήματα και προκλήσεις της

διαχείρισης του κινδύνου, δηλαδή οι δράσεις πρόληψης πρέπει να καλύπτουν τόσο την περιοχή όπου πηγάει ο κίνδυνος, όσο και τις αξίες που αναμένεται ότι θα επηρεαστούν από αυτό τον κίνδυνο, π.χ. εξοχικές ή μόνιμες κατοικίες, περιοχές ύδρευσης, φυσικές περιοχές αυξημένου κάλλους κλπ. Για την περίπτωση σχεδίων και προγραμμάτων προστασίας των οικισμών, αυτό σημαίνει ότι τα τοπία με εύφλεκτη καύσιμη ύλη που περιβάλλουν αυτούς τους οικισμούς (μεγάλη κλίμακα) πρέπει να διαχειρίζονται συνδυαστικά με δράσεις διαχείρισης τόσο εντός της οικιστικής ζώνης (μέτρια κλίμακα), όσο και στη ζώνη ανάφλεξης κατοικιών (Home Ignition Zone), που αντιπροσωπεύει τη μικρότερη κλίμακα διαχείρισης (δηλαδή κήποι και αυλές) (Calkin κ.α. 2014). Όπως δείχνει και η διεθνής εμπειρία, οι εκτάσεις διαχείρισης της καύσιμης ύλης πρέπει να είναι σε θέση να περιορίζουν δραστικά την ταχύτητα εξάπλωσης μίας πυρκαγιάς ακόμα και χωρίς τη συμβολή κατασταλτικών δυνάμεων.

Μελέτες έχουν δείξει ότι η μείωση της αύξησης του μεγέθους μίας μεγάλης πυρκαγιάς μπορεί να επιτευχθεί μέσω της συλλογικής επίδρασης πολλών έργων διαχείρισης που εφαρμόζονται στο τοπίο με συγκεκριμένα πρότυπα χωροθέτησης μεταβάλλοντας τη διάταξη και την πυκνότητα αυτών των διαχειριζόμενων μονάδων (Finney 2001, Ager κ.α. 2013, Chung κ.α. 2013). Τα τυχαία και χωρίς σχεδιασμό πρότυπα χωροθέτησης των διαχειριστικών έργων είναι αναποτελεσματικά στην επίτευξη μεταβολών στους ρυθμούς εξάπλωσης των μεγάλων πυρκαγιών σε σύγκριση με τα στρατηγικά σχεδιασμένα πρότυπα, επειδή επιτρέπουν στη φωτιά να κινείται εύκολα πλευρικά γύρω από τις διαχειριστικές μονάδες, εκτός εάν εφαρμοστεί διαχείριση σε πολύ μεγάλα τμήματα του τοπίου – κυρίως με την εφαρμογή της μεθόδου της προδιαγεγραμμένης καύσης (Hayes κ.α. 2004).

Αποτελέσματα

Βελτιστοποίηση της διαχείρισης της βιομάζας

Η υψηλή πολυπλοκότητα των προτύπων μετάδοσης των δασικών πυρκαγιών δια μέσου αρκετών διαφορετικών ιδιοκτησιών, καθεστώτων διαχείρισης και τύπων βλάστησης δεν μπορεί να μετριάσει με τη διαχείριση μόνο εντός των δασών κωνοφόρων αλλά απαιτεί μία συντονισμένη στρατηγική αγροδασικής διαχείρισης των ελαιώνων, των δασωμένων αγρών, των δασών δρυός ή κωνοφόρων και των θαμνώνων αείφυλλων-πλατύφυλλων. Η έκταση και η επιλογή τόσο των μεθόδων διαχείρισης όσο και της χωροθέτησης των διαχειριστικών μονάδων πρέπει να λαμβάνει υπόψη μία σειρά συνδυαζόμενων μεταβλητών και παραμέτρων όπως: 1) των χωρικών προτύπων των ανθρώπινων και οικολογικών αξιών, 2) των στόχων διαχείρισης των πυρκαγιών και τη διαθέσιμη χρηματοδότηση, 3) των πυρικών καθεστώτων και 4) της έκθεσης των οικισμών και άλλων αξιών σε κίνδυνο όπως μετριέται με την πιθανότητα καύσης και την ένταση της πυρκαγιάς με την οποία εκτιμάται ότι θα επηρεαστούν (Ager κ.α. 2013).

Πρόσφατες μελέτες στις Ηνωμένες Πολιτείες έδειξαν ότι η διαχείριση ενός τοπίου ακόμα και σε ποσοστό 30% της συνολικής του έκτασης μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην εξάπλωση και την ένταση της πυρκαγιάς όχι μόνο εκεί που εφαρμόστηκε, αλλά σε ολόκληρο το τοπίο – με άλλα λόγια, δεν χρειάζεται να εφαρμόζεται διαχείριση σε κάθε συστάδα ενός δάσους (Ager κ.α. 2021). Εν συντομία, οι στρατηγικές διαχείρισης της καύσιμης ύλης θα πρέπει να χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό επεξεργασίας των επιφανειακών ποσοτήτων της με παράλληλη μείωση του βάθους και της συνέχειας της (π.χ. θρυμματισμός, προδιαγεγραμμένη καύση), επιπλέον στις δασοκομικές πρακτικές για την αλλαγή της δομής της κόμης των δένδρων (π.χ. αραίωση και χαμηλό κλάδεμα), καθώς και τη δημιουργία υποδομών και χώρων ασφάλειας για τη διευκόλυνση των δραστηριοτήτων καταστολής (π.χ. οδικά δίκτυα επαρκούς πλάτους και βατότητας και σημεία ύδρευσης).

Οι περισσότερες πρόσφατες μελέτες συμφωνούν ότι η διαχείριση με συνδυασμό των μεθόδων των αραιώσεων και της προδιαγεγραμμένης καύσης έχει θετικά αποτελέσματα στη μείωση της σφοδρότητας καύσης, της θνησιμότητας των δένδρων και του καψίματος της κόμης σε σύγκριση με περιοχές που δεν δέχτηκαν διαχείριση, ενώ αν εφαρμοστεί μόνο προδιαγεγραμμένη καύση ή αραίωση χωρίς αυτές να συνδυαστούν, τότε η επίδραση τους είτε είναι μικρή ή μηδενίζεται (Kalies & Yocom Kent 2016). Σε περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου της προδιαγεγραμμένης καύσης, απαιτούνται μηχανικές μέθοδοι διαχείρισης όπως αραιώσεις (εμπορικές ή μη εμπορικές, ανάλογα

με τη βλάστηση και τις συνθήκες της κάθε δασοσυστάδας), θρυμματισμοί ή υλοτόμηση ολόκληρων δένδρων όταν επικρατούν συνθήκες υψηλών φορτίων καύσιμης ύλης ή σε πυκνά δασικά οικοσυστήματα με κλιμακωτή βλάστηση για να μειωθεί η πυκνότητα της κόμης.

Η χρονική αναντιστοιχία μεταξύ της περιόδου εφαρμογής των έργων διαχείρισης της καύσιμης ύλης και της πιθανότητας να συναντήσουν κάποια πυρκαγιά εντός του χρόνου ζωής τους (δηλαδή πριν η βλάστηση επανακάμψει στις περιοχές όπου εφαρμόστηκαν αυτά τα έργα), καθώς και το ποιες μέθοδοι διαχείρισης θα εφαρμοστούν και πώς για κάθε περιοχή, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν οι φορείς διαχείρισης πυρκαγιάς καταρτίζουν τα σχέδια αντιπυρικής προστασίας. Επιπλέον, ο σημαντικότερος υλικοτεχνικός περιορισμός της διαχείρισης είναι ο τρόπος με τον οποίο οι κορμοί που έχουν κοπεί μετακινούνται στον πλησιέστερο χώρο συλλογής ή επεξεργασίας ξυλείας και ποια υποδομή απαιτείται (π.χ. άνοιγμα νέων δρόμων). Η ύπαρξη μονάδων επεξεργασίας ξύλου κοντά στις περιοχές διαχείρισης μπορεί να μειώσει το κόστος μεταφοράς της ξυλείας και το κλιματικό της αποτύπωμα. Εξαιτίας όμως της ύπαρξης μίας παρακμάζουσας αγοράς ξύλου στη χώρα μας λόγω φθηνότερων εισαγωγών ξυλείας, οι υφιστάμενες βιομηχανίες ξυλείας πάσχουν από την έλλειψη επενδύσεων και δυνατοτήτων επεξεργασίας και τυποποίησης προϊόντων που προέρχονται από χαμηλότερη ποιότητα ξυλείας, δηλαδή της ξυλείας που πρέπει να βγει από τα δάση για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς (μικρότερης διαμέτρου κορμοί θερμόβιων κωνοφόρων).

Ένα άλλο ζήτημα είναι η διαχείριση των υπολειμμάτων υλοτομίας για την αποφυγή αυξημένου μελλοντικού κινδύνου πυρκαγιάς σε περιπτώσεις όπου δεν θα ακολουθεί καύση (προδιαγεγραμμένη ή σε σωρούς) ή θρυμματισμός. Η μόνη δυνατή επιλογή είναι η ακόμα συχνότερη καύση σε σωρούς αυτών των υπολειμμάτων, ίσως μέσω θεσμικών παρεμβάσεων ώστε να καταστεί υποχρεωτική για κάθε δραστηριότητα υλοτόμησης ή μείωσης της καύσιμης ύλης. Εν μέσω κλιματικής κρίσης, θεωρείται ότι το κλιματικό αποτύπωμα της μεταφοράς των υπολειμμάτων με φορτηγά όπως γίνεται έως τώρα είναι υψηλό και οικονομικά ασύμφορο, αλλά μπορεί να είναι επιθυμητό όταν η απομάκρυνση από το υλοτόμιο του δάσους και η διάθεση ή καύση τους σε άλλες περιοχές καθίσταται απαραίτητη για λόγους πυρασφάλειας.

Μείωση της δασικής βιομάζας με την αγροδασοπονία

Τα σημερινά πυρικά καθεστώτα επηρεάστηκαν από την αγροτική έξοδο, την Κοινή Αγροτική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την πολιτική ιστορία της Ελλάδας. Χαρακτηρίζονται σε μεγάλο βαθμό από ανθρωπογενείς πυρκαγιές αντικατάστασης των συστάδων υψηλής σφοδρότητας, με περίτροπους χρόνους καύσης <50 ετών, που συνήθως καίνε εντός εγκαταλελειμμένων πρώην γεωργικών εκτάσεων όπου παρατηρείται συσσώρευση της ζωντανής καύσιμης ύλης και παράλληλη εξάπλωση σε μη διαχειριζόμενες δασικές περιοχές, κυρίως θερμόβιων κωνοφόρων, όπου παρατηρείται συσσώρευση της νεκρής καύσιμης ύλης.

Οι ελαιοκαλλιέργειες στις οποίες οι ιδιοκτήτες εφαρμόζουν υψηλής εντάσεως εργασίες έχουν ως αποτέλεσμα τα φορτία της καύσιμης ύλης εκεί να είναι πολύ μικρά, όπως και στα διαχειριζόμενα δάση κωνοφόρων, λειτουργώντας έτσι κατά την επέλαση μίας πυρκαγιάς ως στεγασμένες αντιπυρικές ζώνες, εφόσον φυσικά συνεχίσουν να διατηρούνται με αυτά τα χαμηλά φορτία βιομάζας. Αναμένουμε ότι είναι εφικτό να δημιουργηθεί ένα πυρανθεκτικό τοπίο εάν οι παραδοσιακές και λελογισμένες πρακτικές διαχείρισης της βλάστησης, και με χρήση της ελεγχόμενης καύσης όπου πρέπει, συνεχιστούν με παράλληλη ενθάρρυνση και επέκταση σε μη διαχειριζόμενες εκτάσεις της χώρας.

Η αγροδασοπονία μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς αφαιρώντας μέρος της βλάστησης του δασικού υπορόφου, ενώ παρέχει επίσης έσοδα από την πώληση της βιομάζας ως τροφή για τα ζώα ή βιοκαύσιμο (Rigueiro-Rodríguez κ.α. 2009). Η δασοπονική κτηνοτροφία (silvo-pastoralism) μπορεί να μειώσει την εύφλεκτη βιομάζα στον δασικό υπόροφο, ιδιαίτερα τη χορτολιβαδική και ξυλώδη βλάστηση χαμηλού ύψους, χρησιμοποιώντας άλογα, αγελάδες, χοίρους και κατσίκες – οι τελευταίες προτιμούν να τρέφονται με ξυλώδεις θάμνους και νεαρά δένδρα (Damianidis κ.α. 2021). Η Δασική Υπηρεσία έχει την εξουσία να χορηγεί άδειες σε άτομα που διαμένουν σε παραδασόβιους οικισμούς για τη συγκομιδή ξυλείας προς κάλυψη οικιακών αναγκών ή για εμπορικούς λόγους, μία οικονομικά αποδοτική και κοινωνικά αποδεκτή εναλλακτική λύση σε σχέση με τη διαχείριση της καύσιμης ύλης με μηχανικές μεθόδους που εκτελούνται από

εργολάβους και μπορεί σε συγκεκριμένες περιοχές να προκαλέσει κοινωνικές αντιδράσεις. Το μέτρο αυτό της αδειοδότησης μπορεί να επεκταθεί σε μη διαχειριζόμενες ή εγκαταλελειμμένες εκτάσεις και ιδιωτικά/ μη δημόσια δάση, εντός σαφώς καθορισμένων ζωνών συγκομιδής. Αυτές οι ζώνες θα μπορούσαν να χαρτογραφηθούν εντοπίζοντας περιοχές όπου προβλέπεται να ξεκινήσουν νέες πυρκαγιές που θα προκαλέσουν μεγάλη έκθεση των οικισμών σε αυτές με υψηλό κίνδυνο για τους πολίτες. Για την προστασία των ιδιωτικών δασών κωνοφόρων, εκτιμάται ότι θα ήταν σημαντική η συμβολή της υποχρεωτικής απομάκρυνσης της καύσιμης ύλης σε ιδιωτικές γεωργικές εκτάσεις υψηλού κινδύνου για τη μετάδοση πυρκαγιών εντός των ιδιωτικών/ μη δημοσίων δασών.

Προδιαγεγραμμένη καύση

Από όλα τα προηγούμενα εγείρεται το ερώτημα πώς η Ελλάδα μπορεί να διαχειριστεί μεγάλες εκτάσεις με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς για οικισμούς και μνημεία, όπου συνυπάρχουν πολλαπλές ιδιοκτησίες και με περιορισμένη ή καθόλου χρηματοδότηση για την εκτέλεση μηχανικών πρακτικών διαχείρισης της καύσιμης ύλης. Σε προηγούμενες έρευνες (Palaiologou κ.α. 2018, Palaiologou κ.α. 2021), τονίστηκε ότι η προδιαγεγραμμένη ή ελεγχόμενη καύση (prescribed or controlled burning) είναι παράνομη στην Ελλάδα και ότι απαιτείται μεταρρύθμιση της νομοθεσίας για να καταστεί δυνατή η λελογισμένη εφαρμογή της. Ως αποτέλεσμα, το κόστος της επένδυσης σε έργα διαχείρισης για την επίτευξη των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων στη μεταβολή της συμπεριφοράς των μελλοντικών πυρκαγιών είναι σημαντικά υψηλότερο σε σύγκριση με παρόμοιες εφαρμογές έργων σε άλλες χώρες με καθιερωμένη κουλτούρα ή πρόσφατη πρακτική χρήσης της προδιαγεγραμμένης καύσης.

Η επανεισαγωγή της φωτιάς ως εργαλείο διαχείρισης μπορεί να είναι μία σημαντική οικονομικά αποδοτική στρατηγική για την επίλυση πολλών οικολογικών και διαχειριστικών προκλήσεων στο Ελληνικό τοπίο, αλλά απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για τον εντοπισμό πιθανών θέσεων εφαρμογής και για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της στη μείωση του ρυθμού εξάπλωσης και της έντασης των μελλοντικών πυρκαγιών. Νομικά πλαίσια και συστήματα επαγγελματικής διαπίστευσης για τη χρήση της φωτιάς με στόχο τη διαχείριση της καύσιμης ύλης υπάρχουν επί του παρόντος στη Γαλλία και στην Πορτογαλία (Montiel and Kraus 2010) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παραδείγματα καλής εφαρμογής και πρακτικών για την Ελλάδα.

Αν επιτευχθεί μία νομοθετική μεταρρύθμιση που θα επέτρεπε την εφαρμογή μίας πολιτικής θεσμοθετημένης εφαρμογής της προδιαγεγραμμένης καύσης ως αποδεκτής μεθόδου για τη μείωση της καύσιμης ύλης, η οποία θα συμπεριλαμβάνει και την αντικατάσταση των παράνομων πυρκαγιών που ξεκινούν από τους κτηνοτρόφους για τον καθαρισμό των βοσκήσιμων γαιών (για παράδειγμα, Πυροσβεστική Διάταξη 9/2021 – ΦΕΚ Β 1923/13.05.2021, άρθρα 5-6 για την καύση χορτολιβαδικών εκτάσεων και βοσκοτόπων), η Ελλάδα θα μπορούσε να εφαρμόσει διαχείριση της καύσιμης ύλης με μειωμένο κόστος και παράλληλη αύξηση των διαχειριζόμενων εκτάσεων. Η συχνή καύση σε μία περιοχή μειώνει την ένταση και τη σφοδρότητα των μελλοντικών πυρκαγιών, ενώ η έλλειψη της φωτιάς για μεγάλα διαστήματα οδηγεί γενικά σε πυρκαγιές υψηλότερης σφοδρότητας που καταναλώνουν μεγάλο μέρος της υπέργειας ζωντανής και νεκρής βλάστησης (Kalabokidis & Wakimoto 1992, Moreira κ.α. 2011, USDA Forest Service 2014, Pritchard κ.α. 2020).

Ιδιοκτησία γης και κατακερματισμός του τοπίου

Διαπιστώθηκε σε πρόσφατες έρευνες (Palaiologou κ.α. 2018) ότι γεωργικές, μη διαχειριζόμενες και προστατευόμενες εκτάσεις οι οποίες στερούνται ενεργής διαχείρισης της καύσιμης ύλης, έχουν τη μεγαλύτερη δυνατότητα να προκαλέσουν πυρκαγιές που μπορούν να φτάσουν τόσο σε κοινότητες όσο και σε πολιτισμικά ή φυσικά μνημεία. Γεωργικές εκτάσεις με εγκαταλελειμμένες ή μερικώς διαχειριζόμενες ελαιοκαλλιέργειες και μη διαχειριζόμενες θαμνώδεις εκτάσεις κοντά σε κατοικημένες περιοχές ήταν οι πηγές της υψηλότερης μετάδοσης πυρκαγιάς και έκθεσης των οικισμών. Αναδασωμένες εκτάσεις στην Ελλάδα έχουν προκαλέσει πυρκαγιές ως σημεία έναρξης ή έχουν συντελέσει ώστε να μεταφερθούν μέσω αυτών πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας στο παρελθόν (π.χ. Βαρθολομίο Ηλείας 2007, Έβρος 2011, Άγιο Όρος 2012) και αναμένεται να συμβεί ξανά λόγω της έλλειψης των απαιτούμενων αραιώσεων και αφαίρεσης βιομάζας (Zagas κ.α. 2013). Σε πολλές περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας, οι τουριστικές τοποθεσίες είναι ως επί το πλείστον

δασώδεις και σε γειτνίαση με οικιστικές κοινότητες, επιτρέποντας στις πυρκαγιές να διασχίζουν τα σύνορα τους και να απειλούν κτήρια και κατοικίες. Αντιθέτως, λιβάδια, διαχειριζόμενες και ιδιωτικές εκτάσεις που δέχονται διαχείριση της καύσιμης ύλης ή κάποιας μορφής διαταραχή (καύσεις για τον καθαρισμό της βλάστησης από γεωργούς ή κτηνοτρόφους, δασοκομία, πυρκαγιές ή/και βόσκηση) επηρεάζουν σχετικά λίγες κοινότητες.

Η επίλυση των προβλημάτων που προκαλεί ο κατακερματισμός της γης στη διαχείριση του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών απαιτεί από τους δημόσιους φορείς διαχείρισης γης και τους ιδιώτες ιδιοκτήτες γης να κατανοήσουν πλήρως τον βαθμό στον οποίο η πυρκαγιά αποτελεί κοινό κίνδυνο για όλους (π.χ. μικρούς ή μεγάλους ιδιοκτήτες, δημόσιους ή μη δημόσιους φορείς, επιχειρήσεις – όλοι κατέχοντας γη στην ίδια περιοχή) και απαιτεί συλλογική δράση η οποία θα υποστηρίζεται από ένα σύστημα διακυβέρνησης του κινδύνου που θα αντιλαμβάνεται την κλίμακα των μεγάλων περιστατικών πυρκαγιών και πώς αυτές επηρεάζουν όλους τους ιδιοκτήτες του κατακερματισμένου Ελληνικού τοπίου. Προτείνουμε να προωθηθούν θεσμικές αλλαγές και παρεμβάσεις ώστε όταν επιλέγονται περιοχές εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της καύσιμης ύλης, με τον χαρακτήρα του κατεπείγοντος και της προώθησης του Δημοσίου συμφέροντος και της ασφάλειας της ζωής των πολιτών, να επιτρέπεται στις κρατικές αρχές να εφαρμόζουν το σχέδιο διαχείρισης (με το αντίστοιχο τίμημα και πρόστιμο) ακόμα και χωρίς τη σύμφωνη γνώμη των ιδιοκτητών του κατακερματισμένου τοπίου, εκτός και εάν οι ίδιοι προτείνουν και εφαρμόσουν σε εύλογο χρονικό διάστημα άλλα μέτρα διαχείρισης της καύσιμης ύλης εντός των ιδιοκτησιών τους.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Δεδομένου ότι τα αυξανόμενα φορτία καύσιμης ύλης και η συνέχεια τους στον χώρο αποτελούν τον κύριο παράγοντα που ευθύνεται για τα πρόσφατα καταστροφικά περιστατικά πυρκαγιών στην Ελλάδα, πρέπει να γίνει κατανοητό από τους φορείς σχεδιασμού της πολιτικής προστασίας ότι η διαχείριση της καύσιμης ύλης έχει αποδειχθεί διεθνώς ότι είναι μία αποτελεσματική στρατηγική για να επιτευχθεί ο κατακερματισμός και η διακοπή της συνέχειας της στον χώρο, που με τη σειρά της συμβάλει στη μείωση της σφοδρότητας μίας πιθανής πυρκαγιών (ΕΑΔΟ 2023). Συμβουλεύουμε την Ελληνική Πολιτεία να προωθήσει την κατάλληλη νομοθεσία που απαιτείται ώστε να δημιουργηθούν νέα διαχειριστικά σχέδια, όχι μόνο για τα παραγωγικά δάση, αλλά και για δάση ή δασικές εκτάσεις που μέχρι τώρα βρίσκονται εκτός του συστήματος διαχείρισης της Δασικής Υπηρεσίας (π.χ. θερμόβια δάση κωνοφόρων ή θαμνώδεις εκτάσεις) τα οποία θα περιλαμβάνουν αναλύσεις που εξετάζουν τις βιοφυσικές, επιχειρησιακές, οικονομικές και υλικοτεχνικές πτυχές της εφαρμογής διαφορετικών σεναρίων δασικής διαχείρισης. Τα σχέδια αυτά πρέπει να στοχεύουν στην εκπλήρωση διαφορετικών προτεραιοτήτων (δασοκομία πολλαπλών στόχων), με μετρήσιμα αποτελέσματα όχι μόνο για το ποια θα είναι η προβλεπόμενη συγκομιδή ξυλείας, αλλά και για άλλες σημαντικές προτεραιότητες όπως η προστασία των οικισμών και των προστατευόμενων περιοχών από τις πυρκαγιές (ΕΑΔΟ 2023). Τελικά, αλλαγές στον τρόπο διαχείρισης μίας περιοχής υπόσχονται τη δραστικότερη μείωση στις πιθανότητες εκδήλωσης καταστροφικών πυρκαγιών. Για παράδειγμα, η διαχείριση της βλάστησης σε ένα πυριγενές οικοσύστημα έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στη συμπεριφορά των πυρκαγιών από οποιαδήποτε άλλη πρακτική (με εξαίρεση ίσως τη βόσκηση). Συνολικά, ένας ιδανικός συνδυασμός μεθόδων διαχείρισης της καύσιμης ύλης που θα εντάσσονται σε μία στρατηγική διαχείρισης του τοπίου παρέχει τη μεγαλύτερη δυνατή πυρασφάλεια εν μέσω δυσμενών κλιματικών συνθηκών που προβλέπονται (π.χ. Bachantourian κ.α. 2023), αν και δεν υπάρχουν εγγυήσεις ότι οι μεγάλες πυρκαγιές μπορούν να αποτραπούν όταν συντρέχουν φυσικοί παράγοντες τους οποίους δεν ελέγχει ο άνθρωπος με τις σύγχρονες επιστημονικές γνώσεις και τεχνολογικές δυνατότητες του.

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή έλαβε υποστήριξη από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης Horizon 2020, έργο “FIRE-RES: Innovative technologies and socio-ecological-economic solutions for fire resilient territories in Europe” στο πλαίσιο της συμφωνίας χρηματοδότησης (grant agreement No.) αρ. 101037419.

Abstract

It is considered as *a priori* knowledge that there is no way to eliminate fire from the flammable and fire-adapted ecosystems of Greece. Managing the risk arising from large scale wildfires requires the synergy of many actors, methodologies and practices and the adoption of holistic management approaches aimed at both prevention and improving the capacity and effectiveness of fire suppression. This research focuses on prevention. By studying and utilizing the accumulated knowledge from the practical application of biomass/fuel management internationally and the relevant literature, this work aims to propose how to achieve optimization of biomass management efficiency in Greece by utilizing, in parallel with mechanical methods, agroforestry and prescribed burning. Finally, it proposes improvements in the design of forest management scenarios to achieve multiple objectives while modelling their results using new technologies and software.

Βιβλιογραφία

Ager, A.A., Vaillant, N.M. & Mcmahon, A. 2013. Restoration of fire in managed forests: a model to prioritize landscapes and analyze tradeoffs. *Ecosphere* 4(2): art29.

Ager, A.A., Evers, C.R., Day, M.A., Alcasena, F.J. & Houtman, R. 2021. Planning for future fire: scenario analysis of an accelerated fuel reduction plan for the western United States. *Landsc. Urban Plan.* 215: 104212.

Aparicio, B.A., Pereira, J.M.C., Santos, F.C., Bruni, C. & Sá, A.C.L. 2022. Combining wildfire behaviour simulations and network analysis to support wildfire management: A Mediterranean landscape case study. *Ecol. Indic.* 137: 108726.

Bachantourian, M., Kalabokidis, K., Palaiologou, P. & Chaleplis, K. 2023. Optimizing fuel treatments allocation to protect the wildland–urban Interface from large-scale wildfires in Greece. *Fire* 6(2): 75.

Busby, G.M., Albers, H.J. & Montgomery, C.A. 2012. Wildfire Risk Management in a Landscape with Fragmented Ownership and Spatial Interactions. *Land Econ.* 88: 496-517.

Calkin, D.E., Cohen, J.D., Finney, M.A. & Thompson, M.P. 2014. How risk management can prevent future wildfire disasters in the wildland-urban interface. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 746-751.

Chung, W., Jones, G., Krueger, K., Bramel, J. & Contreras, M. 2013. Optimising fuel treatments over time and space. *Int. J. Wildland Fire* 22: 1118-1133.

Damianidis, C., Santiago-Freijanes, J.J., Den Herder, M., Burgess, P., Mosquera-Losada, M.R., κ.α. 2021. Agroforestry as a sustainable land use option to reduce wildfires risk in European Mediterranean areas. *Agrofor. Syst.* 95: 919–929.

ΕΑΔΟ, 2023. Η Ανθεκτικότητα των Ελληνικών Δασικών Οικοσυστημάτων στην Κλιματική Αλλαγή. Επιτροπή για την Ανθεκτικότητα των Ελληνικών Δασικών Οικοσυστημάτων στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΑΔΟ) [Μ. Αριανούτσου, Χ. Ζερεφός, Κ. Καλαμποκίδης, Α. Πούπκου, Φ. Αραβανόπουλος (επιμ.)]. Ακαδημία Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα, 547 σελ, ISBN 978-960-404-413-9.

Finney, M.A. 2001. Design of regular landscape fuel treatment patterns for modifying fire growth and behavior. *For. Sci.* 47: 219-228.

Finney, M. & Cohen, J. 2003. Expectation and evaluation of fuel management objectives in fire, fuel treatments, and ecological restoration. *Fire, Fuel Treatments, and Ecological Restoration: Conference Proceedings*, 16–18 April 2002, RMRS-P-29, 2003 Fort Collins, CO. Missoula, MT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 353–366.

Forest Europe 2020. State of Europe’s Forests 2020. In: Raši, R. (ed.). *Liaison Unit Bratislava, Slovakia: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.*

Hayes, J.L., Ager, A.A. & Barbour, R.J. (eds.) 2004. *Methods for integrated modeling of landscape change: Interior Northwest Landscape Analysis System. General Technical Report PNW-GTR-610*, Portland, OR: USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Henderson, M., Kalabokidis, K., Marmaras, E., Konstantinidis, P. & Marangudakis, M. 2005. Fire and society: a comparative analysis of wildfire in Greece and the United States. *Hum. Ecol. Rev.* 12: 169-182.

Kalabokidis, K.D. & Wakimoto, R.H. 1992. Prescribed burning in uneven-aged stand management of ponderosa pine/Douglas-fir forests. *J. Environ. Manage.* 34(3):221-235.

Kalabokidis, K., Iosifides, T., Henderson, M. & Morehouse, B. 2008. Wildfire policy and use of science in the context of a socio-ecological system on the Aegean Archipelago. *Environ. Sci. Policy* 11:408-421.

Kalies, E.L. & Yocom Kent, L.L. 2016. Tamm Review: Are fuel treatments effective at achieving ecological and social objectives? A systematic review. *For. Ecol. Manag.* 375: 84-95.

Keane, R.E., Agee, J.K., Fule, P., Keeley, J.E., Key, C., Kitchen, S.G., Miller, R. & Schulte, L.A. 2008. Ecological effects of large fires on US landscapes: benefit or catastrophe? *Int. J. Wildland Fire* 17: 696-712.

Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S.R., Alberti, M., Folke, C., κ.α. 2007. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science* 317: 1513-1516.

Montiel, C. & Kraus, D.T. 2010. Best practices of fire use: prescribed burning and suppression: fire programmes in selected case-study regions in Europe, Porvoo, Finland, European Forest Institute.

Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., κ.α. 2011. Landscape - wildfire interactions in southern Europe: Implications for landscape management. *J. Environ. Manage.* 92:2389-2402.

Palaiologou, P., Ager, A.A., Nielsen-Pincus, M., Evers, C. & Kalabokidis, K. 2018. Using transboundary wildfire exposure assessments to improve fire management programs: a case study in Greece. *Int. J. Wildland Fire* 27: 501-513.

Palaiologou, P., Kalabokidis, K., Troumbis, A.Y., Day, M.A., Nielsen-Pincus, M. & Ager, A.A. 2021. Socio-ecological perceptions of wildfire management and effects in Greece. *Fire* 4(2): 18.

Papageorgiou, K., Vakrou, A., Trakolis, D. & Malamidis, G. 2004. GREECE: Sustainable Forest Management and the challenge ahead for Greek state forestry. In: Humphreys, D. (ed.) *Forests for the future: National forest programmes in Europe Luxembourg: European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST)*.

Papanastasis, V.P., Mantzanas, K., Dini-Papanastasi, O. & Ispikoudis, I. 2009. Traditional Agroforestry Systems and Their Evolution in Greece. In: Rigueiro-Rodríguez, A., Mcadam, J. & Mosquera-Losada, M. R. (eds.) *Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects*. Dordrecht: Springer Netherlands.

Prichard, S.J., Povak, N.A., Kennedy, M.C. & Peterson, D.W. 2020. Fuel treatment effectiveness in the context of landform, vegetation, and large, wind-driven wildfires. *Ecol. Appl.* 30, e02104.

Rachmawati, R., Ozlen, M., Reinke, K.J. & Hearne, J.W. 2016. An optimisation approach for fuel treatment planning to break the connectivity of high-risk regions. *For. Ecol. Manag.* 368: 94-104.

Rigueiro-Rodríguez, A., Fernández-Núñez, E., González-Hernández, P., Mcadam, J.H. & Mosquera-Losada, M.R. 2009. Agroforestry Systems in Europe: Productive, Ecological and Social Perspectives. In: Rigueiro-Rodríguez, A., Mcadam, J. & Mosquera-Losada, M. R. (eds.) *Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects*. Dordrecht: Springer Netherlands.

Salis, M., Del Giudice, L., Arca, B., Ager, A.A., Alcasena, F., Lozano, O., Bacciu, V., Spano, D. & Duce, P. 2018. Modeling the effects of different fuel treatment mosaics on wildfire spread and behavior in a Mediterranean agro-pastoral area. *J. Environ. Manage.* 212: 490-505.

Spanos, K., Gaitanis, D., Skouteri, A., Petrakis, P. & Meliadis, I. 2018. Implementation of Forest Policy in Greece in Relation to Biodiversity and Climate Change. *Open J. Ecol.* 8: 174-191.

USDA Forest Service 2014. *The National Strategy: The final phase in the development of the National Cohesive Wildland Fire Management Strategy*.

Xanthopoulos, G., Caballero, D., Galante, M., Alexandrian, D., Rigolot, E. & Marzano, R. 2006. Forest fuels management in Europe. In: Andrews, P. L., Butler, B.W. (ed.) *Fuels Management-How to Measure Success*. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Zagas, T., Raptis, D., Zagas, D. & Karamanolis, D. 2013. Planning and assessing the effectiveness of traditional silvicultural treatments for mitigating wildfire hazard in pine woodlands of Greece. *Nat. Hazards* 65: 545-561.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ

Ζευγώλη, Εμμανουέλα¹ ; Ξανθόπουλος, Γαβριήλ² ; Παπανικολάου, Ιωάννης¹ ; Ψωμιάδης, Εμμανουήλ¹

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα, Ιερά Οδός 75, 118 55, e-mail: emmazevgoli@gmail.com, i.pap@aua.gr, mpsoniadis@aua.gr

²Ελληνικός Οργανισμός “ΔΗΜΗΤΡΑ”, Ινστιτούτο Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων, Αθήνα, Τέρμα Αλκμάνος, 11528, e-mail: gxnrte@fria.gr

Περίληψη

Μετά τις αλλεπάλληλες καταστροφές που βίωσε η Ελλάδα από τις δασικές πυρκαγιές κατά τα τελευταία έτη, άρχισε να γίνεται προφανής η ανάγκη να δοθεί έμφαση στην πρόληψη τους. Έτσι, το 2021 εφαρμόζεται το πρόγραμμα ΔΡΥΑΔΕΣ της Γ.Γ. Πολιτικής Προστασίας, για μείωση της καύσιμης ύλης. Μετά τις πυρκαγιές του 2021 χρηματοδοτήθηκε ένα νέο πρόγραμμα πρόληψης από το Υπ. Περιβάλλοντος με τίτλο “Anti-NERO” που ξεκίνησε το 2022 και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα (2023). Το πρόγραμμα περιλαμβάνει πρακτικές διαχείρισης της καύσιμης ύλης όπως καθαρισμούς βλάστησης και συντήρηση αντιπυρικών ζωνών. Σκοπός της εργασίας είναι η καταγραφή των επεμβάσεων στην Αττική και μια αρχική θεωρητική αποτίμηση των αποτελεσμάτων τους. Στο πλαίσιο αυτό, δημιουργήθηκαν χάρτες που απεικονίζουν την θέση και το είδος των επεμβάσεων ανά Δασαρχείο. Παράλληλα, αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητά τους με μετρήσεις καύσιμης ύλης μετά από τις επεμβάσεις μέσω BEHAVE PLUS.

***Λέξεις κλειδιά:** πρόληψη δασικών πυρκαγιών, διαχείριση καύσιμης ύλης, συμπεριφορά δασικής πυρκαγιάς, Anti-Nero, BehavePlus*

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αυξητική τάση του φαινομένου των δασικών πυρκαγιών έχει αποτυπωθεί ευρέως από την επιστημονική κοινότητα (Calkin κ.α. 2005, Xanthopoulos 2007, San-Miguel-Ayanz κ.α. 2013, Doerr & Santin 2016, Tedim κ.α. 2018, Singleton κ.α. 2019, Moreira κ.α. 2020) καθώς καταστροφικές πυρκαγιές που ξεπερνούν την ικανότητα των χωρών για καταστολή εμφανίζονται με αυξημένη συχνότητα σε όλο το κόσμο (Viegas 2013) και κάποιες φορές οδηγούν σε ανθρώπινες απώλειες (Molina-Terren κ.α. 2019). Στις Μεσογειακές χώρες, η μείωση της αγροτικής δραστηριότητας και η εγκατάλειψη των δασικών εκτάσεων έχουν οδηγήσει σε αύξηση της ποσότητας και της συνέχειας της καύσιμης ύλης (fuel continuity) (Xanthopoulos & Nikolov 2019) που σε συνδυασμό με την πλούσια και εύφλεκτη βλάστηση των περιοχών αυτών (Pausas κ.α. 2008) έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση δασικών πυρκαγιών μεγάλης έντασης, μεγέθους και δριμύτητας σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Την ίδια στιγμή, έχει τεκμηριωθεί από τη διεθνή βιβλιογραφία, πως οι πολιτικές διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών οι οποίες εστιάζουν στην καταστολή και την εξάλειψη της πυρκαγιάς αγνοώντας την σημασία της πρόληψης και μιας ολιστικής προσέγγισης του ζητήματος, φαίνεται πως οδηγούν σε αδιέξοδο, αδυνατώντας να επιλύσουν το πρόβλημα παγκοσμίως (Xanthopoulos 2007, Tedim κ.α. 2016, Tedim κ.α. 2018, Moreira κ.α. 2020, Xanthopoulos κ.α. 2020, Hoffman κ.α. 2022).

Στα πλαίσια της πρόληψης, για να επιτευχθεί ο περιορισμός των αρνητικών επιπτώσεων μιας πυρκαγιάς στο περιβάλλον και τις ανθρώπινες κοινωνίες, δίνεται έμφαση στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να υπάρξει αλλαγή της συμπεριφοράς της φωτιάς και συγκεκριμένα μείωση του ρυθμού εξάπλωσης και της έντασης της πυρκαγιάς (Agee 1996, Agee κ.α. 2000, Agee & Lolley 2006, Ascoli κ.α. 2020). Μια από τις πιο σημαντικές πρακτικές πρόληψης των δασικών πυρκαγιών για την δημιουργία ανθεκτικών στην πυρκαγιά περιοχών, αποτελεί η διαχείριση της καύσιμης ύλης

η οποία περιλαμβάνει καθαρισμούς του υπορόφου και του ανορόφου, απομάκρυνση δασικού υλικού ή αποκλάδωση δέντρων, δημιουργία αντιπυρικών (fire breaks) και στεγασμένων ζωνών (fuel breaks), προδιαγεγραμμένο πυρ κ.α. (Agee & Skinner 2005). Οι πρακτικές αυτές βρίσκουν εφαρμογή σε ολόκληρο το κόσμο και στην Ευρώπη ενώ ορισμένες και στην Ελλάδα (Xanthopoulos κ.α. 2006).

Η Ελλάδα είναι μια χώρα της Μεσογείου με μακρά ιστορία στις δασικές πυρκαγιές και δεν αποτελεί εξαίρεση στο καθεστώς που περιγράφεται παραπάνω. Η μεταφορά της ευθύνης της δασοπυρόσβεσης από τη Δασική Υπηρεσία στην Πυροσβεστική το 1998 οδήγησε στην αποδυνάμωση της Δασικής Υπηρεσίας και την σχεδόν εξαφάνιση της εφαρμογής μέτρων πρόληψης των δασικών πυρκαγιών στη χώρα (Xanthopoulos κ.α. 2004, Xanthopoulos κ.α. 2006). Τα επόμενα χρόνια υπήρξε απότομη αύξηση των πιστώσεων για την καταστολή που χρησιμοποιήθηκαν για την προμήθεια εναέριων μέσων και πυροσβεστικών οχημάτων ενώ παράλληλα ο προϋπολογισμός για εργασίες πρόληψης και ο ρόλος της Δασικής Υπηρεσίας ελαχιστοποιήθηκαν (Xanthopoulos κ.α. 2004, Xanthopoulos κ.α. 2006). Η μειωμένη συμμετοχή της δασικής υπηρεσίας στην λήψη αποφάσεων για την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών και η αποδυνάμωση της, σε συνδυασμό με την εγκατάλειψη της υπαίθρου από τον αγροτικό πληθυσμό, οδήγησαν σε αυξημένη συσσώρευση καύσιμης ύλης στα δάση (Xanthopoulos 2015).

Οι αντιπυρικές περιόδους του 2018 και του 2021, ήταν εκείνες που κινητοποίησαν την Ελληνική Κυβέρνηση σε μια αλλαγή νοοτροπίας και στη χρηματοδότηση προγραμμάτων πρόληψης των δασικών πυρκαγιών. Στο πλαίσιο αυτό, τα δύο βασικά προγράμματα πρόληψης τα οποία τέθηκαν σε εφαρμογή είναι οι “ΔΡΥΑΔΕΣ” και το “Anti-NERO” με χαρακτηριστική έμφαση στην διαχείριση της καύσιμης ύλης σε διάφορες περιοχές της χώρας. Η επιχείρηση “ΔΡΥΑΔΕΣ” η οποία εφαρμόστηκε στην Αττική υπό την απόλυτη ευθύνη της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, έλαβε χώρα το καλοκαίρι του 2021 με σκοπό την αποφυγή επανάληψης μιας καταστροφής όπως η τραγική πυρκαγιά στο Μάτι στις 23 Ιουλίου 2018 (<https://www.kathimerini.gr/politics/561774877/kyvernisi-programma-dryades-gia-na-min-yparxei-neo-mati/>). Παρ’ όλα αυτά, η αντιπυρική περίοδος του 2021 χαρακτηρίστηκε από μεγάλες δασικές πυρκαγιές που συνοδεύτηκαν από μεγάλες καταστροφές. Ύστερα από αυτό, τον Σεπτέμβριο του 2021, η Ελληνική Κυβέρνηση, δημιούργησε ένα νέο Υπουργείο, το “Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας” το οποίο, επιπλέον μια σειράς μέτρων ενίσχυσης της καταστολής που έλαβε για την αντιπυρική περίοδο του 2022, υποστήριξε και την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Έτσι, χρηματοδοτήθηκε από την Κυβέρνηση ένα πρόγραμμα προληπτικών καθαρισμών των δασών με την ονομασία “Anti-NERO”, το οποίο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε συνεργασία με το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας (<https://ypen.gov.gr/programma-proliptikon-katharismou-dason-antinerono/>). Το πρόγραμμα του οποίου η υλοποίηση ξεκίνησε την άνοιξη του 2022 και συνεχίζεται και το 2023, αποτελεί το κεντρικό πεδίο μελέτης της παρούσας εργασίας.

Η παρούσα εργασία, έχει ως σκοπό την καταγραφή των σύγχρονων δράσεων πρόληψης που έχουν λάβει χώρα στην Αττική στο πλαίσιο των προγραμμάτων που αναφέρθηκαν προηγουμένως, με έμφαση στα προγράμματα Anti-NERO IA και IB, μια πρώτη αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της προσπάθειας και κατάθεση σκέψεων και προτάσεων για τη συνέχεια των δράσεων στο εγγύς μέλλον.

Υλικά και Μέθοδοι

Συλλογή δεδομένων για τις επεμβάσεις πρόληψης

Σε συνεργασία με την Δασική Υπηρεσία και τους αναδόχους τους έργου “Anti-NERO” έγινε συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για τις επεμβάσεις πρόληψης, ώστε να μπορέσει να γίνει η καταγραφή τους. Τα δεδομένα αφορούσαν: 1) ψηφιοποιημένα αρχεία των τελικών εκτάσεων στις οποίες εκτελέστηκαν τα έργα πρόληψης, 2) φωτογραφικό υλικό από τις επεμβάσεις (πριν, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών και μετά από αυτές), 3) καταγραφή τυχόν δυσκολιών που αντιμετωπίστηκαν από τις ομάδες των εργολάβων ή τα δασαρχεία κατά την εκτέλεση των εργασιών, 4) τις μελέτες ή μελετοκατασκευές πάνω στις οποίες βασίστηκε ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των επεμβάσεων. Σε ορισμένες θέσεις ήταν απαραίτητη η ψηφιοποίηση κάποιων εκτάσεων με τη χρήση του λογισμικού ArcMap 10.8. Με το ίδιο λογισμικό δημιουργήθηκαν οι αναλυτικοί χάρτες, οι οποίοι παρουσιάζουν το είδος και την θέση της επέμβασης ενώ με το

λογισμικό ArcGis Pro δημιουργήθηκε ο συγκεντρωτικός χάρτης των επεμβάσεων της Αττικής. Στη συγκεκριμένη εργασία, έχουν συμπεριληφθεί οι εργασίες που έγιναν στα πλαίσια των δύο πρώτων φάσεων του προγράμματος “Anti-NERO”, δηλαδή το “Anti-NERO IA & IB”. Κάποιες από τις εργασίες της δεύτερης φάσης δεν έχουν ολοκληρωθεί επίσημα ακόμα και για τον λόγο αυτό, ο συνολικός χάρτης της Αττικής δεν βρίσκεται στη τελική του μορφή και δεν θα παρουσιαστεί σε αυτή την εργασία. Ο συγκεντρωτικός χάρτης θα συνοδεύεται και από το αντίστοιχο αρχείο, το οποίο θα καθοδηγεί τον χρήστη αναφορικά με την κωδικοποίηση των χαρτών.

Όσον αφορά το πρόγραμμα “ΔΡΥΑΔΕΣ” η συλλογή δεδομένων δεν κατέστη δυνατή, όμως έγιναν επισκέψεις σε σημεία στα οποία είχαν εφαρμοστεί επεμβάσεις καθαρισμού, έγιναν παρατηρήσεις καθώς και φωτογραφική τεκμηρίωση. Επίσης, έγινε μια πρώτη προσπάθεια να ελεγχθεί η δυνατότητα εντοπισμού των θέσεων των επεμβάσεων με τη σύγκριση εικόνων του GoogleEarth που είχαν ληφθεί πριν από τις επεμβάσεις και αμέσως μετά κατά το θέρους του 2021. Οι εργασίες αφορούσαν σε έντονους καθαρισμούς υπορόφου και ανορόφου, σε δάση χαλεπίου πεύκης, στις περιοχές Ιπποκράτειος πολιτεία και Νέα Μάκρη.

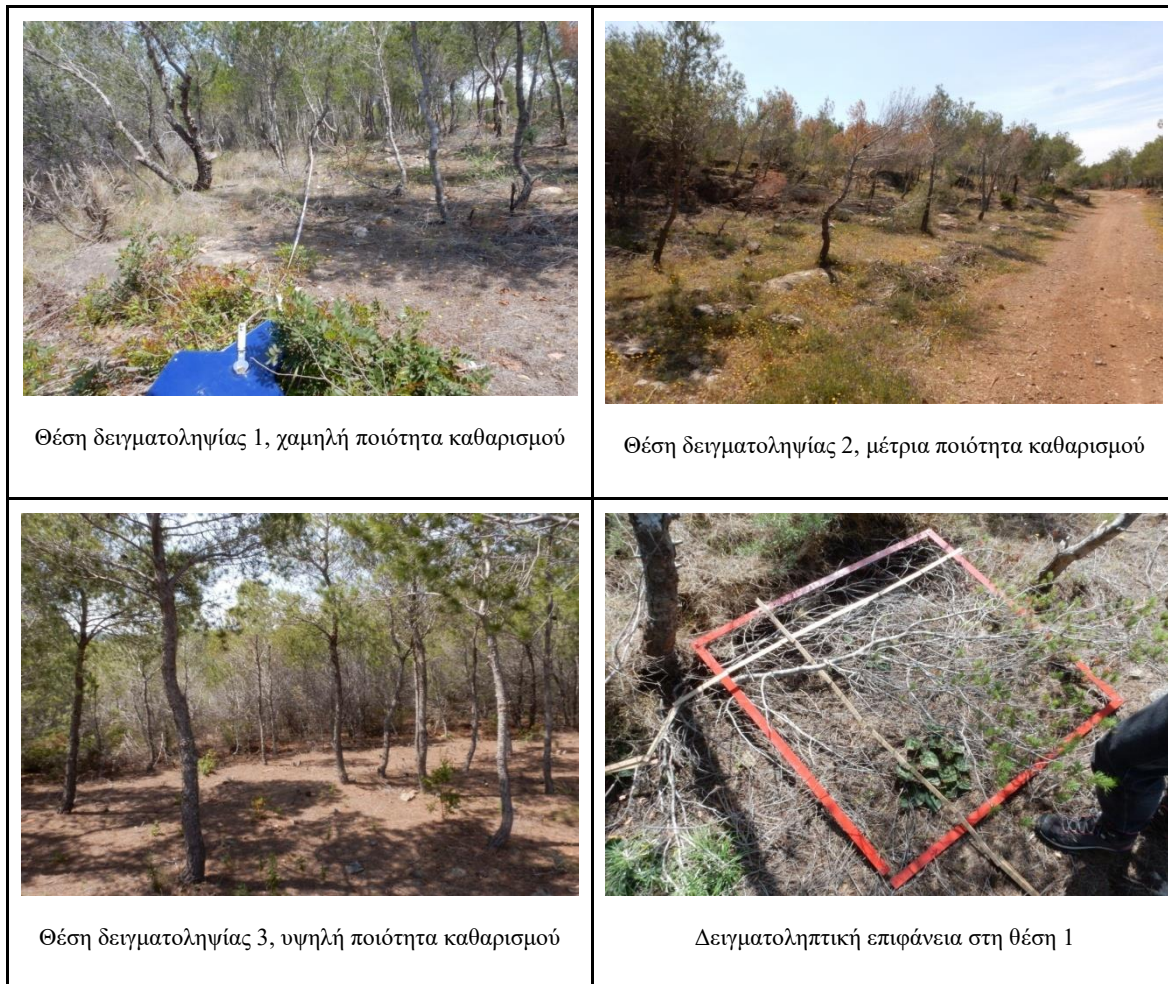
Εργασίες Υπαίθρου

Για την δημιουργία τοπικών μοντέλων καύσιμης ύλης, απαιτείται η απόκτηση στοιχείων σχετικά με διάφορες παραμέτρους της καύσιμης ύλης, οπότε εφαρμόστηκε η μέθοδος της καταστροφικής δειγματοληψίας, η οποία εκτελέστηκε με βάση μεθόδους οι οποίες αναφέρονται στις εργασίες των Brown (1974), Brown κ.α. (1982) και έχει αξιοποιηθεί στο παρελθόν από τους Xanthopoulos & Manasi (2002) και Ξανθόπουλος κ.α. (2009).

Οι θέσεις δειγματοληψίας που επιλέχθηκαν, εντοπίζονται στην περιοχή του Λαυρίου και η επιλογή τους βασίστηκε στην ποιότητα των επεμβάσεων καθαρισμού που είχαν εφαρμοστεί σε αυτές. Η βλάστηση αφορούσε πυκνή συστάδα χαλεπίου πεύκης με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων που προερχόταν από αναγέννηση της πυρκαγιάς του 1985. Τα δέντρα, για την ηλικία τους είχαν μικρό ύψος, λεπτούς κορμούς και πολύ μεγάλη πυκνότητα. Σε όλες τις θέσεις, έγιναν καθαρισμοί του υπορόφου, αραίωση των δέντρων, κλαδεύσεις και θρυμματισμός των υπολειμμάτων. Στην πρώτη θέση, μετά τους καθαρισμούς υπήρχαν αρκετά κλαδιά στο έδαφος, τα οποία δεν είχαν θρυμματιστεί όπως είχε συμβεί σε κάποια σημεία μέσα στη θέση. Στη δεύτερη θέση, η οποία βρισκόταν αντιδιαμετρικά της πρώτης στην άλλη πλευρά του δασικού δρόμου, η ποσότητα ξυλώδους υλικού στο έδαφος ήταν πιο περιορισμένη. Τέλος, στη τρίτη θέση παρατηρήθηκε η υψηλότερη ποιότητα καθαρισμού και στον ξηροτάπητα εντοπίζονταν μόνο βελόνες από την χαλέπιο πεύκη και καθόλου έως ελάχιστο ξυλώδες υλικό από τις κλαδεύσεις. Στο σχήμα 1 φαίνονται ενδεικτικά οι 3 θέσεις δειγματοληψίας.

Στην κάθε θέση δειγματοληψίας τοποθετήθηκε μετροταινία μήκους 50 m κατά μήκος της βλάστησης και παράλληλα στον δασικό δρόμο. Στη συνέχεια, για τη μέτρηση, σε κάθε σημείο δειγματοληψίας, οριοθετήθηκαν τρεις τετραγωνικές δειγματοληπτικές επιφάνειες (plots) ενός τετραγωνικού μέτρου ($1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2$), με βήμα πέντε μέτρα κατά μήκος της μετροταινίας, όπου και μετρούνταν η κάλυψη (COV), το ύψος (HGT) και η ξηρή βιομάζα των θάμνων. Μόνο στη τρίτη θέση, λήφθηκαν δεδομένα από δύο δειγματοληπτικές επιφάνειες, καθώς οι συνθήκες της βλάστησης ήταν ομοιογενείς σε όλη την έκταση της θέσης. Οι μετρήσεις του ύψους των θάμνων γίνονταν σε 4 θέσεις κατά μήκος 4 παράλληλων γραμμών που απείχαν 20 cm μεταξύ τους, μέσα στην τετραγωνική επιφάνεια 1 m^2 (plot). Στα σημεία όπου το μέτρο δεν συναντούσε κάποιον θάμνο, η τιμή τους ύψους καταγραφόταν ως 0. Από τις 16 μετρήσεις (4×4), μέσα σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος για το ύψος των θάμνων (HGT) και λαμβάνοντας υπ' όψιν της μηδενικές μετρήσεις ως απουσία θάμνων, προέκυψε η κάλυψη αυτών (COV). Για την μέτρηση των κλάσεων μεγέθους (διαμέτρου) της ζωντανής και νεκρής βιομάζας, μέσα στη δειγματοληπτική επιφάνεια, έγινε συλλογή και διαχωρισμός αυτών με την χρήση διαχωριστικού διαμέτρου (go-no-gogauge) (Brown 1974). Οι κλάσεις μεγέθους αφορούσαν: την καύσιμη ύλη 1-h ($<0,63\text{ cm}$) και 10-h ($0,64-2,54\text{ cm}$) καθώς δεν υπήρχε βιομάζα μεγαλύτερης διαμέτρου στις θέσεις δειγματοληψίας. Ακολούθησε ζύγιση της ζωντανής και νεκρής καύσιμης ύλης για την απόκτηση μετρήσεων υγρού βάρους, με τη χρήση φορητού ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας 0,1 g. Για να γίνει η απαραίτητη αναγωγή σε βάρος ξηρής καύσιμης ύλης, συλλέχθηκε 1 δείγμα για κάθε κατηγορία καύσιμης ύλης, το οποίο τοποθετήθηκε σε κουτιά με κάλυμμα για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας στο εργαστήριο. Μετά την ζύγιση στο πεδίο (υγρό

βάρος), ακολούθησε ξήρανση σε κλίβανο στους 105 °C για 48 ώρες και μέτρηση του ξηρού βάρους (g) για τον υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας των δειγμάτων. Στο σχήμα 1, παρουσιάζονται οι θέσεις δειγματοληψίας και η δειγματοληπτική επιφάνεια για τις μετρήσεις βιομάζας.



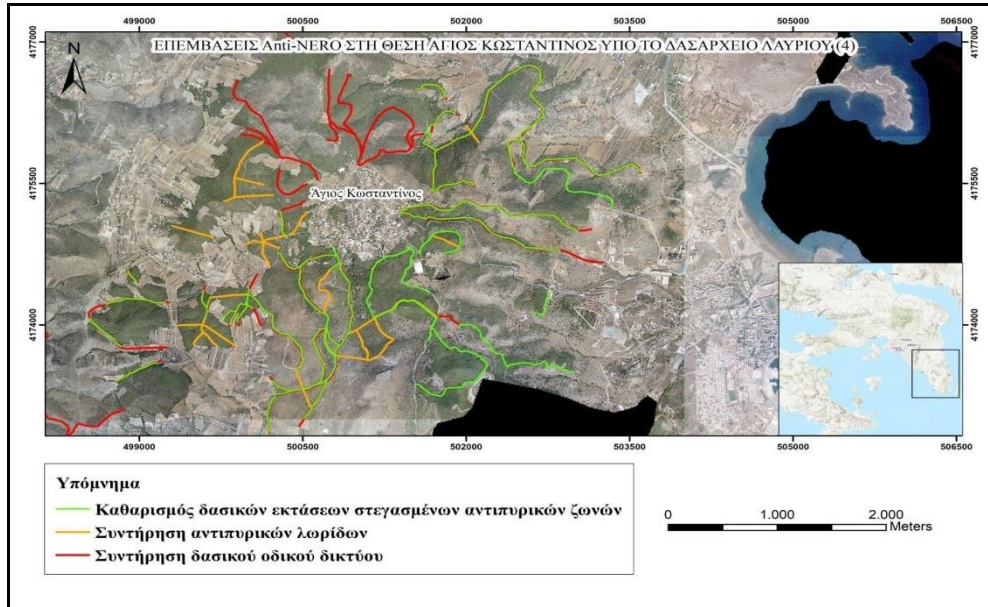
Σχήμα 1. Οι τρεις θέσεις δειγματοληψίας στο Λαύριο και μια από τις δειγματοληπτικές επιφάνειες για τις μετρήσεις βιομάζας.

Figure 1. The treated areas and the sampling plot used for biomass estimation.

Αποτελέσματα

Αναλυτικοί Χάρτες Επεμβάσεων “Anti-NERO”

Οι χάρτες που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας, έχουν ως σκοπό την επιχειρησιακή χρήση τους από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, για τον αντιπυρικό σχεδιασμό και την οργάνωση της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών στη χώρα. Παρακάτω, στο σχήμα 2, παρατίθεται ένας ενδεικτικός χάρτης από τις επεμβάσεις που εκτελέστηκαν από το δασαρχείο του Λαυρίου, όπου είναι δυνατόν να εντοπιστούν η χωρική θέση, το είδος και η έκταση των εργασιών.

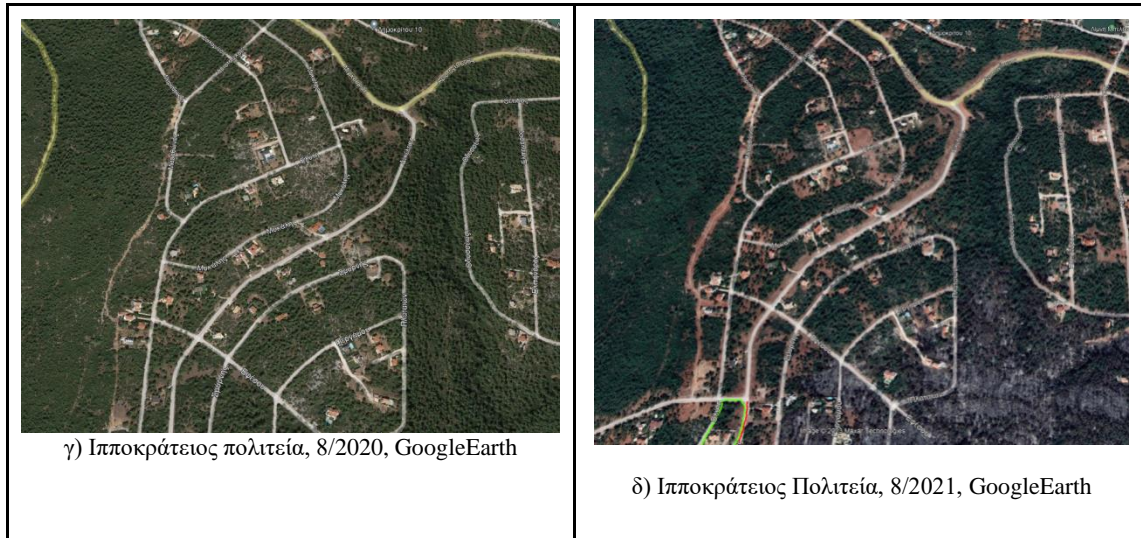


Σχήμα 2. Αναλυτικός χάρτης για τις επεμβάσεις “Anti-NERO” υπό την αρμοδιότητα του δασαρχείου του Λαυρίου.
Figure 2. Detailed map of the “Anti-Nero” fire prevention treatments at Lavrio, Attica.

Παρατήρηση επεμβάσεων μέσω Googleearth

Οι επεμβάσεις μείωσης της καύσιμης ύλης που εφαρμόστηκαν στα πλαίσια του προγράμματος “ΔΡΥΑΔΕΣ” επέτρεψαν την παρατήρησή τους μέσω εικόνων του GoogleEarth. Ύστερα από επίσκεψη στην Ιπποκράτειο πολιτεία και τη Νέα Μάκρη, παρατηρήθηκε πως οι καθαρισμοί της βλάστησης αφορούσαν τον υπόροφο και τον ανόροφο του δάσους και ήταν αρκετά εκτεταμένοι. Μάλιστα, αναφορικά με τον ανόροφο, εντοπίστηκαν πεύκα από τα οποία είχε αφαιρεθεί η κόμη, ενώ στον υπόροφο σε πολλές περιπτώσεις είχε αφαιρεθεί σχεδόν όλη η βλάστηση. Για τον λόγο αυτό, κατέστη δυνατό να εντοπίσουμε τις διαφορές στην βλάστηση πριν και μετά τις επεμβάσεις μέσω του GoogleEarth. Στο σχήμα 3, παρουσιάζονται οι θέσεις στη Νέα Μάκρη και την Ιπποκράτειο πολιτεία καθώς και οι εικόνες από το GoogleEarth που αποτυπώνουν την αλλαγή.





Σχήμα 3. Ενδεικτικές φωτογραφίες από τους καθαρισμούς υπό το πρόγραμμα “ΔΡΥΑΔΕΣ” (α,β) και παρατήρηση των επεμβάσεων από δορυφορικές εικόνες GoogleEarth (γ, δ).

Figure 3. Photos from the treated areas after the “DRYADES” program (a,b) and detection of the treatments from Google Earth pictures (c,d)

Τοπικά Μοντέλα Καύσιμης Ύλης

Για την δημιουργία των τοπικών μοντέλων καύσιμης ύλης εκτός από τα δεδομένα για κάθε κατηγορία βιομάζας, απαιτούνται ο λόγος επιφάνειας προς όγκο (S/V ratio) της λεπτής νεκρής καύσιμης ύλης, της πτώδους βλάστησης και της λεπτής κατηγορίας της καύσιμης ύλης των ξυλωδών φυτών, η περιεχόμενη θερμική ενέργεια, το βάθος του στρώματος της καύσιμης ύλης (Burgan & Rothermel 1984). Για τον σκοπό αυτό, έγιναν οι παρακάτω υποθέσεις, με βάση την εργασία των Dimitrakopoulos και Panon (2001), ώστε να οριστούν οι τιμές για τον λόγο επιφάνειας προς όγκο και την περιεχόμενη θερμική ενέργεια των καυσίμων:

Λόγος επιφάνειας προς όγκο για τα λεπτά καύσιμα:

Για τα ζωντανά φύλλα και κλαδάκια καθώς και για τον φυλλοτάπητα: 62.49 cm^{-1} ,

Για τα νεκρά ξυλώδη καύσιμα διαμέτρου $< 6\text{mm}$ (1h): 14 cm^{-1} ,

Περιεχόμενη θερμική ενέργεια για όλα τα καύσιμα: $19954 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Με βάση τα παραπάνω και χρησιμοποιώντας το υποσύστημα NEWMDL του BEHAVE (Burgan & Rothermel 1984) δημιουργήθηκαν τα ενδεικτικά μοντέλα καύσιμης ύλης που αντιπροσωπεύουν τις συνθήκες στις θέσεις δειγματοληψίας και παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Το μοντέλο 211 αφορά την “χαμηλή ποιότητα καθαρισμού”, το 212 την “μέτρια ποιότητα καθαρισμού” και το 213 την “υψηλή ποιότητα καθαρισμού”.

Πίνακας 1. Τιμές των παραμέτρων των τριών τοπικών μοντέλων για την ποιότητα καθαρισμού στο Λαύριο, Αττικής.

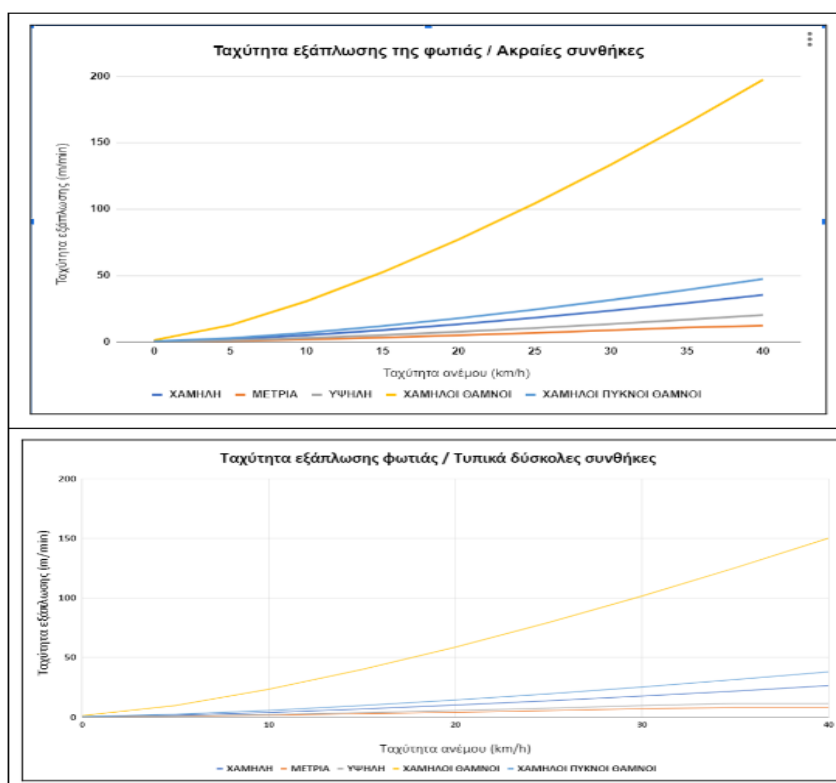
Table 1. Values of the three custom fuel models that were developed for Lavrio, Attica region.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΎΛΗΣ Νο.		
	211	212	213
Νεκρή βιομάζα 1h (tn/ha)	3.45	5.48	4.30
Νεκρή βιομάζα 10h (tn/ha)	0.61	1.17	0.31
Νεκρή βιομάζα 100h (tn/ha)	0	0	0
Ζωντανή πτώδης βιομάζα (tn/ha)	0	0	0
Ζωντανή βιομάζα ξυλωδών φυτών (θάμνων) (tn/ha)	1.33	0.12	0
Λόγος επιφάνειας προς όγκο νεκρής βιομάζας 1h (m^2/m^3)	5600	5700	5700
Λόγος επιφάνειας προς όγκο ζωντανής ξυλώδους βιομάζας (m^2/m^3)	6249	6249	-
Βάθος στρώσης καύσιμης ύλης (m)	0.106	0.0393	0.0416
Περιεχόμενη ενέργεια για όλα τα καύσιμα (kJ/kg)	19954	19954	19954
Ανώτατο όριο περιεχόμενης υγρασίας για εξάπλωση της φωτιάς (moisture of extinction) (%)	19	37	28

Στη συνέχεια, τα τοπικά μοντέλα καύσιμης ύλης χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου στο BehavePlus (v.6) και υπολογίστηκαν ο ρυθμός εξάπλωσης και το μήκος της φλόγας μιας

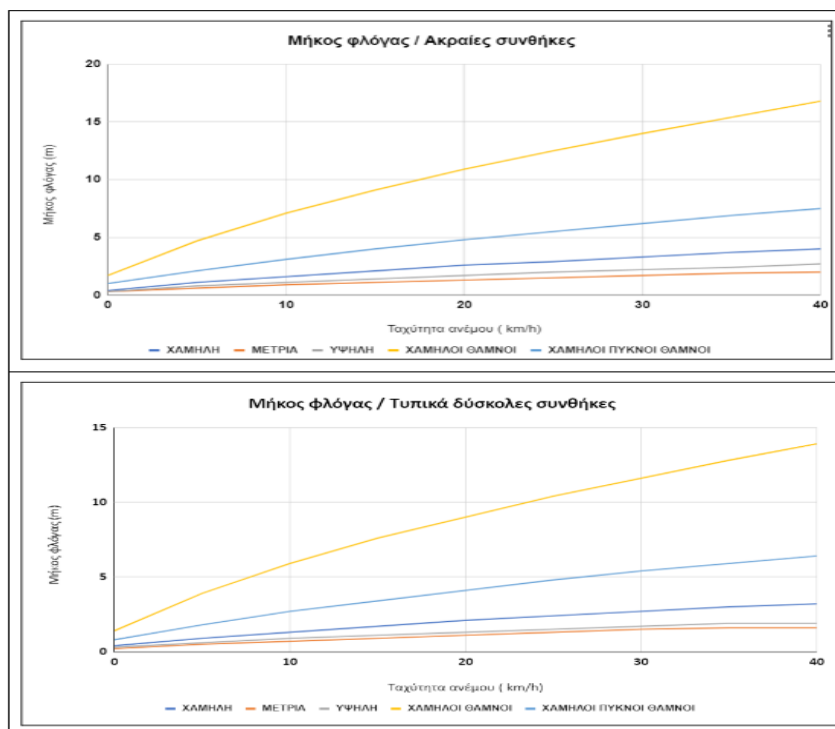
ενδεχόμενης πυρκαγιάς, για δύο σενάρια καιρικών συνθηκών: 1) ακραίες συνθήκες καλοκαιριού όπου η τιμή της υγρασίας των καυσίμων 1h είναι 3%, των 10h είναι 4% και της ζωντανής ξυλώδους καύσιμης ύλης 70%, 2) τυπικά δύσκολες συνθήκες καλοκαιριού όπου η τιμή της υγρασίας των καυσίμων 1h είναι 6%, των 10h είναι 7% και της ζωντανής ξυλώδους καύσιμης ύλης 85% (Burgan & Rothermel 1984). Για το δεύτερο σενάριο, έγινε μια τροποποίηση στην υγρασία της ζωντανής ξυλώδους καύσιμης ύλης ώστε να είναι αντιπροσωπευτική για τις συνθήκες του καλοκαιριού στην Ελλάδα καθώς οι αρχικές τιμές αφορούσαν τις συνθήκες που συναντώνται στην Αμερική. Επίσης, αναφορικά με την ταχύτητα του ανέμου, επιλέχθηκε ένα εύρος από 0 έως 40 km/h με βήμα 5, ενώ η τοπογραφική κλίση θεωρήθηκε 0.

Τα αποτελέσματα των τοπικών μοντέλων που δημιουργήθηκαν για το Λαύριο συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εισαγωγή στο BehavePlus (v.6) δύο ήδη υπάρχοντων μοντέλων καύσιμης ύλης, αντιπροσωπευτικών για τις ελληνικές συνθήκες. Τα μοντέλα που επιλέχθηκαν για αυτή τη σύγκριση ήταν το Μοντέλο Ι/Θαμνώνες Αείφυλλων-Πλατύφυλλων (Χαμηλά μακί ύψους έως 1.5m) (Δημητρακόπουλος κ.α. 2001, Dimitrakopoulos 2002) και το μοντέλο Αττική-32 που αφορά χαμηλούς και πυκνούς θάμνους σε δάσος χαλεπίου πεύκης (Ξανθόπουλος κ.α. 2009). Η σύγκριση των αποτελεσμάτων είχε ως σκοπό την αξιολόγηση της επίδρασης που είχαν οι επεμβάσεις καθαρισμού στην προβλεπόμενη συμπεριφορά της φωτιάς και τα ήδη υπάρχοντα μοντέλα θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικά για τις συνθήκες που επικρατούσαν στη περιοχή μελέτης πριν την εφαρμογή των καθαρισμών του υπορόφου. Στο σχήμα 4 και 5, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τον ρυθμό εξάπλωσης της φωτιάς και για το μήκος της φλόγας αντίστοιχα, για τα δύο σενάρια καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 4. Η ταχύτητα (ρυθμός) εξάπλωσης της φωτιάς σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου για όλα τα μοντέλα καύσιμης ύλης, στα δύο σενάρια καιρικών συνθηκών.

Figure 4. The rate of fire spread for the fuel models used in relation to wind speed and two summer weather scenarios.



Σχήμα 5. Το μήκος φλόγας της φωτιάς σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου για όλα τα μοντέλα καύσιμης ύλης, στα δύο σενάρια καιρικών συνθηκών.

Figure 5. The flame length for the fuel models used in relation to wind speed and two summer weather scenarios.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι αναλυτικοί χάρτες που παρουσιάζουν τις επεμβάσεις πρόληψης οι οποίες έχουν εφαρμοστεί μέχρι σήμερα στο πρόγραμμα “Anti-NERO”, αποτελούν ένα σημαντικό επιχειρησιακό εργαλείο για όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς που ασχολούνται με την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών. Η διάθεση των συγκεκριμένων χαρτών που αποτυπώνουν τις εργασίες που εκτελέστηκαν υπό το κάθε Δασαρχείο καθώς και ο συγκεντρωτικός χάρτης που θα περιλαμβάνει όλες τις εργασίες που ολοκληρώθηκαν τις δύο πρώτες φάσεις του προγράμματος, μπορούν να υποβοηθήσουν τον αντιπυρικό σχεδιασμό και την εκτέλεση του έργου της πυροσβεστικής στα πλαίσια της αντιπυρικής περιόδου. Επίσης, επιτυγχάνεται η ενημέρωση και η μεταφορά γνώσης, για τα μέτρα πρόληψης που έχει λάβει η χώρα, τόσο ανάμεσα στους φορείς όσο και στους πολίτες, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ετοιμότητα σε μια ενδεχόμενη κρίση.

Η επιτόπου επίσκεψη και καταγραφή των επεμβάσεων καθαρισμού που έγιναν στο πλαίσιο και των δύο προγραμμάτων πρόληψης, δημιούργησε ερωτήματα για την ένταση και τον τρόπο εφαρμογής των δράσεων. Στο πρόγραμμα “ΔΡΥΑΔΕΣ”, οι επεμβάσεις είχαν ιδιαίτερα έντονο χαρακτήρα και εστίαζαν εκτός από την μείωση της βλάστησης του υπορόφου και στον ανόροφο, όπου έγινε σε σημεία, αφαίρεση της κόμης των δένδρων. Η έντονη αφαίρεση του ανόροφου σε συνδυασμό με την σχεδόν εξ’ ολοκλήρου αφαίρεση του υπορόφου, δημιουργεί ερωτηματικά για το αν ο χώρος συνεχίζει να λειτουργεί ως ένα δασικό οικοσύστημα από πλευράς του πολυλειτουργικού του ρόλου (προστασία εδάφους, βιοποικιλότητα, αποτροπή πλημμυρών, κλπ.). Ταυτόχρονα η εικόνα απέχει πολύ από αυτή ενός δασικού οικοσυστήματος, κάτι που δεν μπορεί να αγνοείται, ιδίως όταν είναι ορατές στο ευρύ κοινό (Winter κ.α. 2002). Σήμερα, υπάρχουν αρκετές ιδέες ώστε οι επεμβάσεις να είναι αισθητικά αποδεκτές (Ryan 2005) κάτι που μπορεί να βελτιώσει την αποδοχή τους από το ευρύ κοινό (McCaffrey 2009).

Ο στόχος της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών είναι η διατήρηση της αισθητικής και της χαρακτηριστικής εικόνας ενός μεσογειακού δάσους σε συνδυασμό με την εφαρμογή επεμβάσεων πρόληψης, οι οποίες συνεργατικά με τον κατάλληλο αντιπυρικό σχεδιασμό θα προστατέψουν το δάσος και την ανθρώπινη ζωή. Αντίστοιχα, η ένταση των καθαρισμών δεν σχετίζεται γραμμικά με την αποτελεσματικότητα αυτών σε μία ενδεχόμενη πυρκαγιά. Η αποτελεσματικότητα των

εργασιών πρόληψης επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων και οι καθαρισμοί βλάστησης, ανάλογα με το μέγεθος και την θέση τους, πρέπει να αντιμετωπίζονται ως εργαλείο για την καλύτερη και πιο επιτυχημένη καταστολή ή την παθητική προστασία περιουσιακών στοιχείων, όταν εκτελούνται σε ζώνες μίξης-δασών οικισμών (WUI) (Agee κ.α. 2000, Agee & Skinner 2005, Xanthopoulos κ.α. 2006). Μάλιστα, στο σχήμα 3(δ), φαίνεται πως η πυρκαγιά του 2021 στην Ιπποκράτειο πολιτεία, προχώρησε και μέσα σε περιοχές που είχαν καθαριστεί στο πλαίσιο του προγράμματος “ΔΡΥΑΔΕΣ”. Πρέπει να γίνει κατανοητό πως οι εργασίες αυτές, αν δεν έχουν μεγάλο μέγεθος (π.χ. πλάτος 200m) και άρα πολύ μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος, δεν μπορούν να σταματήσουν μια φωτιά χωρίς να συνδυάζονται με την κατάλληλη καταστολή. Το ίδιο ισχύει και στις περιπτώσεις ακραίων καιρικών συνθηκών όπου ισχυρός άνεμος συνδυάζεται με χαμηλή σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα και χαμηλή υγρασία καύσιμης ύλης, μεταφέροντας καύτρες πολύ μπροστά από το μέτωπο, ευνοώντας την εξάπλωση της πυρκαγιάς πέρα από οποιοδήποτε εμπόδιο (Finney κ.α. 2003).

Τα αποτελέσματα για την προβλεπόμενη συμπεριφορά της φωτιάς που προέκυψαν από τα τοπικά μοντέλα καύσιμης ύλης που δημιουργήθηκαν και η σύγκριση τους με τα αποτελέσματα ήδη υπάρχοντων μοντέλων για θαμνώνες στην Ελλάδα, είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων. Αρχικά, παρατηρείται πως σε όλες τις θέσεις που είχε εφαρμοστεί καθαρισμός της βλάστησης, ανεξάρτητα από την ποιότητα αυτού, η ταχύτητα εξάπλωσης της φωτιάς προβλέπεται δραστικά μειωμένη τόσο στις ακραίες καιρικές συνθήκες όσο και στις τυπικές δύσκολες για τα δεδομένα του ελληνικού καλοκαιριού. Η μείωση αυτή είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το Μοντέλο I των χαμηλών θάμνων (ύψους έως 1,5 μ) αλλά είναι εξίσου σημαντική και σε σχέση με το μοντέλο 32 της Αττικής (χαμηλοί πυκνοί θάμνοι), σε όλες τις θέσεις των καθαρισμών. Όσον αφορά τις διαφορές στην ποιότητα των καθαρισμών, φαίνεται πως οι δύο θέσεις με την υψηλή και μέτρια ποιότητα, δεν εμφανίζουν ιδιαίτερες διαφορές στην ταχύτητα εξάπλωσης, ενώ διαφέρουν αρκετά σε σχέση με τις προβλέψεις συμπεριφοράς μετά από χαμηλής ποιότητας καθαρισμό. Παρόμοια εικόνα εμφανίζεται και αναφορικά με το μήκος της φλόγας, που και στα δύο σενάρια καιρικών συνθηκών, οι καθαρισμοί φαίνεται πως την μειώνουν σημαντικά. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως η μείωση στο μήκος της φλόγας, είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις δυνατότητες καταστολής, καθώς καθορίζει τι μέσα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την κατάσβεση της φωτιάς. Και σε αυτή τη περίπτωση, η χαμηλή ποιότητα καθαρισμού επιτυγχάνει την μικρότερη μείωση του μήκους της φλόγας, όμως και πάλι παρατηρείται αρκετή και ουσιαστική μείωση.

Συμπερασματικά, αναδεικνύεται πως οι καθαρισμοί της βλάστησης, διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στον περιορισμό της συμπεριφοράς της φωτιάς και στην διευκόλυνση του έργου καταστολής. Οι καθαρισμοί που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος “Anti-NERO”, φαίνεται πως είναι αποτελεσματικοί και σε συνδυασμό με την διάθεση των δεδομένων για την χωρική τους θέση και το είδος αυτών, ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμοι στους επιχειρησιακούς φορείς, μπορούν να συνδράμουν στον αντιπυρικό σχεδιασμό και την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στη χώρα.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής διατριβής της συγγραφέως στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, η οποία εκπονήθηκε με την χορήγηση υποτροφίας από το Ίδρυμα Ωνάση. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται προς την κ. Σοφία Κολάρου από την Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος και προς όλα τα Δασαρχεία της Αττικής για την συνεργασία τους και την παροχή των απαραίτητων δεδομένων για το πρόγραμμα “Anti-NERO”. Ακόμη, ευχαριστίες εκφράζονται προς τον Βασίλη Γιαννακόπουλο για την εθελοντική του συμβολή στις εργασίες πεδίου.

Abstract

In Greece, as the country experienced many devastating fires in recent years, it became clear that there is a strong need for prevention. Thus, in 2021, a series of fire prevention actions to reduce fuel were carried out as part of a program of the General Secretariat of Civil Protection titled

"DRYADES", and then, after the disastrous fire season of 2021, a fire prevention program was organized and financed by the Ministry of the Environment with the title "Anti-NERO", which started in 2022 and continues until today (2023). The program consists of fuel management practices, such as removal of the understory shrub vegetation, overstory thinning and firebreak maintenance. The objective of this work is to document the treatments implemented in Attica and to make an initial evaluation of their results in preventing forest fires and mitigating their effects. In this context, maps were created that demonstrate the location and the type of treatment implemented by the Forest Service, in the region of Attica. In this regard, indicative local post-treatment fuel models were created for three treated locations and the predicted fire behavior was evaluated using the BehavePlus software.

Βιβλιογραφία

- Agee, J. K., 1996, January. The influence of forest structure on fire behavior. In Proceedings of the 17th annual forest vegetation management conference (pp. 52-68).
- Agee, J. K., Bahro, B., Finney, M. A., Omi, P. N., Sapsis, D. B., Skinner, C. N., ... & Weatherspoon, C. P., 2000. The use of shaded fuelbreaks in landscape fire management. *Forest ecology and management*, 127(1-3), 55-66.
- Agee, J. K., & Skinner, C. N., 2005. Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest ecology and management*, 211(1-2), 83-96.
- Agee, J. K., & Lolley, M. R., 2006. Thinning and prescribed fire effects on fuels and potential fire behavior in an eastern Cascades forest, Washington, USA. *Fire Ecology*, 2, 3-19.
- Ascoli, D., Russo, L., Giannino, F., Siettos, C., & Moreira, F., 2018. Firebreak and fuelbreak. *Encyclopedia of wildfires and wildland-urban interface (WUI) fires*, 1-9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8_70-1
- Brown, J.K., 1974. Handbook for inventorying downed woody material. INT-GTR-16. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 24 p.
- Brown, J. K., Oberheu, R. D., Johnston, C. M., 1982. Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the Interior West. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT- 129. Ogden, Utah. 48p.
- Burgan, R. E., Rothermel, R.C., 1984. Behave: fire behavior prediction and fuel modeling system, fuel subsystem (Vol. 167). US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Calkin, D. E., Gebert, K. M., Jones, J. G., & Neilson, R. P., 2005. Forest Service large fire area burned and suppression expenditure trends, 1970–2002. *Journal of Forestry*, 103(4), 179-183.
- Dimitrakopoulos, A. P., 2002. Mediterranean fuel models and potential fire behaviour in Greece. *International Journal of Wildland Fire*, 11(2), 127-130.
- Dimitrakopoulos, A. P., & Panov, P. I., 2001. Pyric properties of some dominant Mediterranean vegetation species. *International Journal of Wildland Fire*, 10(1), 23-27.
- Doerr, S. H., & Santín, C., 2016. Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities in a changing world. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150345.
- Finney, M. A., 2003. Calculation of fire spread rates across random landscapes. *International Journal of Wildland Fire*, 12(2), 167-174.
- Hoffman, K. M., Christianson, A. C., Gray, R. W., & Daniels, L., 2022. Western Canada's new wildfire reality needs a new approach to fire management. *Environ. Res. Lett*, 17, 061001.
- McCaffrey, S. 2009. Crucial factors influencing public acceptance of fuels treatments. *Fire Management Today*, 69(1), 9.
- Molina-Terrén, D. M., Xanthopoulos, G., Diakakis, M., Ribeiro, L., Caballero, D., Delogu, G. M., ... & Cardil, A., 2019. Analysis of forest fire fatalities in southern Europe: Spain, Portugal, Greece and Sardinia (Italy). *International journal of wildland fire*, 28(2), 85-98.
- Moreira, F., Ascoli, D., Safford, H., Adams, M. A., Moreno, J. M., Pereira, J. M., ... & Fernandes, P. M., 2020. Wildfire management in Mediterranean-type regions: paradigm change needed. *Environmental Research Letters*, 15(1), 011001.
- Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, R., 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin?—A review. *International Journal of wildland fire*, 17(6), 713-723.

Ryan, R. L., 2005. Social science to improve fuels management: A synthesis of research on aesthetics and fuels management (Vol. 261). USDA Forest Service, North Central Research Station.

San-Miguel-Ayanz, J., Moreno, J. M., & Camia, A., 2013. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives. *Forest Ecology and Management*, 294, 11-22.

Singleton, M. P., Thode, A. E., Meador, A. J. S., & Iniguez, J. M., 2019. Increasing trends in high-severity fire in the southwestern USA from 1984 to 2015. *Forest ecology and management*, 433, 709-719.

Tedim, F., Leone, V., Amraoui, M., Bouillon, C., Coughlan, M. R., Delogu, G. M., ... & Xanthopoulos, G., 2018. Defining extreme wildfire events: Difficulties, challenges, and impacts. *Fire*, 1(1), 9.

Tedim, F., Leone, V., & Xanthopoulos, G., 2016. A wildfire risk management concept based on a social-ecological approach in the European Union: Fire Smart Territory. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 18, 138-153.

Viegas, D.X., 2013. Are Extreme Forest Fires the New Normal? *The Conversation*. Available online: <https://theconversation.com/areextreme-forest-fires-the-new-normal-15824>. (accessed on 26 March 2023).

Winter, G. J., Vogt, C., & Fried, J. S., 2002. Fuel treatments at the wildland-urban interface: Common concerns in diverse regions. *Journal of Forestry*, 100(1), 15-21.

Xanthopoulos, G., & Manasi, M., 2002. A practical methodology for the development of shrub fuel models for fire behavior prediction. In *Forest fire research and wildland fire safety: Proceedings of IV International Conference on Forest Fire Research 2002 Wildland Fire Safety Summit*, Luso, Coimbra, Portugal, 18-23 November 2002. Millpress Science Publishers, pp 124.

Xanthopoulos, G., C. Labris, and C. Golfinos. 2004. The June 4, 2001 fire in the wildland urban interface areas of Northern Attica: Evolution, firefighting problems and damages. Pp. 19-28. In *Proceedings of the International Workshop on "Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge"*, May 15-16, 2003, Athens, Greece. National Agricultural Research Foundation, Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, Athens, Greece. 239 p.

Xanthopoulos, G., Caballero, D., Galante, M., Alexandrian, D., Rigolot, E., & Marzano, R., 2006, March. Forest fuels management in Europe. In *Fuels management-how to measure success: Conference proceedings*. USDA Forest Service, Portland, OR.

Xanthopoulos, G., 2007, May. Forest fire policy scenarios as a key element affecting the occurrence and characteristics of fire disasters. In *Proceedings of the 4th international wildland fire conference (Vol. 14, p. 17)*.

Xanthopoulos, G., 2015. Wildfire and safety issues in Greece. pp.157-175. In "Current International Perspectives on Wildland Fires, Mankind and the Environment". B. Leblon and M. C. Alexander (editors). Nova Science Publishers, New York, USA. 262 p.

Xanthopoulos, G., and Nikolov N., 2019. "Wildfires and fire management in the Eastern Mediterranean, Southeastern Europe, and Middle East regions." .

Xanthopoulos, G., Leone V., and Delogu G.M., 2020. "The suppression model fragilities: The "firefighting trap"." *Extreme wildfire events and disasters*. Elsevier. 135-153.

Δημητρακόπουλος, Α. Π., V. Mateeva, και Γ. Ξανθόπουλος., 2001. Μοντέλα καύσιμης ύλης Μεσογειακών Τύπων βλάστησης της Ελλάδος. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα ΓΕΩΤΕΕ*. Σειρά VI, Τόμος 12(3): 192-206.

Ξανθόπουλος Γ., Σ. Δόσης, Α. Καρπή, Ε. Παναγιωτίδου, και Δ. Σουφλής., 2009. Αντιπροσωπευτικά μοντέλα δασικής καύσιμης ύλης για την περιφέρεια της Αττικής: Δημιουργία και λογισμικό αξιοποίησης. Σελ. 615-626. Στα πρακτικά του 14ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 1-4 Νοεμβρίου 2009, Πάτρα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. 1101 σελ.

<https://www.kathimerini.gr/politics/561774877/kyvernisi-programma-dryades-gia-na-min-yparxei-neo-mati/>

<https://ypen.gov.gr/programma-proliptikon-katharismou-dason-antinero/>

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΜΕΣΩΝ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΗΜΙΟΡΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

**Δρόσος, Βασίλειος¹; Σισμανίδης, Ιωάννης¹; Φαρμάκης, Ευριπίδης²; Γιαννούλας, Βασίλειος³,
Φαρμάκης, Κωνσταντίνος⁴; Σταυρίδης, Βασίλειος¹; Σταυρίδου, Στυλιανή⁵**

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα, Αθ. Πανταζίδου 193, vdrosos@fmenr.duth.gr, sisman21@gmail.com, billstavridis@hotmail.com

²Mediterranean College, Cyber Security, Θεσσαλονίκη, Ίωνος Δραγούμη 3, evripidisfarmakis@gmail.com

³Κολλέγιο Απόστολος Παύλος, Θεσσαλονίκη, Τζων Κέννεντυ 119, konfarmakis@gmail.com

⁴Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Πανεπιστημιούπολη, vgiannou@for.auth.gr

⁵Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Καρδίτσα, Β. Γρίβα 11-13, stella.stv@hotmail.com

Περίληψη

Η εργασία επικεντρώνεται στο μοντέλο αριστοποίησης της διάνοιξης του δάσους ημιορεινών περιοχών λαμβάνοντας υπόψη και την πρόληψη και την καταστολή των δασικών πυρκαγιών. Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε η ημιορεινή περιοχή Μηλιές – Βυζίτσα – Πινακάτες του νομού Μαγνησίας. Το ποσοστό της προστασίας των δασών της περιοχής εξετάζεται υπό το πρίσμα αν το συνολικό μήκος του σωλήνα αντιστοιχεί στην πραγματική επιχειρησιακή ικανότητα για να φτάσουν μια πηγή φωτιάς. Περιπολίες μικρών και ευκίνητων 4×4 κατάλληλα εξοπλισμένων (σωλήνες μήκους 500 μέτρων και πιεστικό για ανάντη κατάσβεση μέχρι 300 μέτρα) για πρώτη προσβολή της φωτιάς στους θερινούς μήνες, σε συνδυασμό με τα πυροφυλάκια και την εφαρμογή της ηλεκτρονικών τεχνολογικών μέσων για έγκαιρη ειδοποίηση καλύπτουν ικανοποιητικά τη δασοπροστασία της περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: προστασία, δασοπυρόσβεση, διάνοιξη δάσους, ζώνες προστασίας

Εισαγωγή

Στο άμεσο μέλλον η αύξηση της έντασης της κλιματικής κρίσης, με συνεπακόλουθο την έντονη παρατεταμένη ξηρασία, θα υπονομεύσει σημαντικά τις προσπάθειες για βιώσιμη ανάπτυξη. Θα διογκώσει τους κινδύνους φυσικών καταστροφών καθώς και την συχνότητά τους, όπως οι δασικές πυρκαγιές που με τη σειρά τους θα επηρεάσουν δυσμενώς τη αειφορική ανάπτυξη. Καθότι μετά τις εκτεταμένες πυρκαγιές θα επακολουθήσουν καταστροφικές πλημμύρες, εξαιτίας της έλλειψης της βλάστησης, που κατακρατάει το νερό και συγκρατεί το έδαφος. Έτσι τελικά θα ενταθεί και το φαινόμενο της ερημοποίησης. Οι συνέπειες των χειμαρρικών φαινομένων είναι ακόμη μεγαλύτερες στο αστικό περιβάλλον ως επακόλουθο της απογύμνωσης του δάσους από το φύλλωμά του. Οι επιπτώσεις τέτοιων καταστροφών είναι ραγδαίες και έχουν άμεσο αντίκτυπο στην οικονομική και κοινωνική ζωή του τόπου. Σήμερα τα ποσά που δαπανούνται για την καταστολή των πυρκαγιών και την αποκατάσταση των ζημιών που ακολουθούν αυτές, ανέρχονται σε πολλές εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ. Ωστόσο δε δίνεται η πρέπουσα βαρύτητα και επένδυση στην πρόληψη των πυρκαγιών, το κόστος της οποίας είναι με βεβαιότητα κατά πολύ μικρότερο από αυτό της καταστολής και τα αποτελέσματα πολύ πιο ουσιαστικά. Μια ακόμη αναμφισβήτητη αιτία πρόκλησης πυρκαγιών είναι και η έλλειψη καταγραφής δασών, δασικών και χορτολιβαδικών εκτάσεων, όπως και των εμπραγμάτων δικαιωμάτων σ' αυτό το πλαίσιο της κατάρτισης του δασικού κτηματολογίου, των δασικών χαρτών και των χαρτών χρήσεων γης. Όμως το έργο αυτό που ξεκίνησε από το 1976, συνεχίστηκε με τη μορφή των δασικών χαρτών, το 1997 πέτυχε την κατάρτιση δασικών χαρτών αλλά όχι για το σύνολο της επικράτειας. Οι δασικοί χάρτες είναι απαραίτητο εργαλείο, τόσο κατά το στάδιο της αντιμετώπισης των φυσικών καταστροφών (για την

καθοδήγηση των οχημάτων και τμημάτων δασοπυρόσβεσης κ.ά.), όσο και κατά το στάδιο της αποκατάστασης και επαναφοράς της περιοχής στο πλαίσιο της αειφορικής ανάπτυξης. Αποτελώντας επιτακτική πλέον ανάγκη καθώς η συχνότητα κατά τα τελευταία έτη και η ένταση των τραγικών καταστροφικών γεγονότων αυξάνει με την πραγμάτωση των δραματικών αποτελεσμάτων τους. Γι' αυτό η προστασία του δασικού οικοσυστήματος είναι «ο θεμέλιος λίθος πάνω στον οποίο πρέπει να οικοδομηθεί και να προστατευθεί η αειφορική (βιώσιμη) ανάπτυξη». Είναι επίσης σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα νέα περιβαλλοντικά και ανθρωπογενή δεδομένα. Τα οικοσυστήματα της χώρας μας ανήκουν σε εκείνα που θα επηρεαστούν (υποβαθμιστούν) ιδιαίτερα καθώς βρίσκονται στην ευαίσθητη Μεσογειακή Ζώνη. Έτσι η δημιουργία του κατάλληλου συστήματος υποδομών και διοικητικής οργάνωσης, θα διαδραματίσει καταλυτικό ρόλο τόσο κατά τη πρόληψη όσο και κατά τη καταστολή, ενώ και η διεπιστημονική και διεθνής συνεργασία αποτελούν πυλώνια υψίστης σημασίας για τη Ελλάδα.

Οι δύσκολες εδαφοκλιματικές και δασικές συνθήκες, που χαρακτηρίζουν τα ορεινά δάση της ηπειρωτικής και νησιώτικης Ελλάδας, προκαλούν μια σειρά από δυσκολίες στον σχεδιασμό, τη διαχείριση και τη κατασκευή δικτύων των δασικών δρόμων. Το γεγονός αυτό απαιτεί ενδελεχή μελέτη των συνθηκών που επικρατούν σε κάθε δασική έκταση, πέραν της διερεύνησης των παραγόντων που επηρεάζουν το δασικό οδικό δίκτυο, με σκοπό την ανίχνευση και κατασκευή οικονομοτεχνικών και φιλικών προς το περιβάλλον δασικών δρόμων. Η παρούσα έρευνα εξετάζει και αναλύει κυρίως την πρόληψη και την πρώτη επέμβαση, μετά την με την πάροδο ή αποτυχία των ενεργειών πυρόσβεσης, ο έλεγχος είναι δύσκολος και καθίσταται υψηλού κόστους διότι απαιτείται υποστήριξη αεροσκαφών και οι ζημιές- καταστροφές είναι ανεξέλεγκτες. Στις 23 Ιουλίου 2018 δύο μεγάλες πυρκαγιές ξέσπασαν στην Αττική, η πρώτη στην Κινέττα και η δεύτερη κοντά στο Νταού Πεντέλης. Στη δεύτερη περίπτωση η πυρκαγιά επεκτάθηκε ανεξέλεγκτα και πέρασε μέσα από τους οικισμούς Νέος Βουτζάς και Μάτι με αποτέλεσμα να χάσουν τη ζωή τους 102 άνθρωποι και να τραυματιστούν δεκάδες άλλοι. Από τις δύο πυρκαγιές καταστράφηκαν ολοσχερώς ή έπαθαν ζημιές χιλιάδες σπίτια ενώ κάηκαν και δεκάδες χιλιάδες στρέμματα δάσους. Η πυρκαγιά στο Νέο Βουτζά και στο Μάτι είναι η φονικότερη στην ιστορία του σύγχρονου Ελληνικού κράτους και η δεύτερη πιο φονική πυρκαγιά παγκοσμίως κατά τον 21ο αιώνα, μετά τις πυρκαγιές στην Αυστραλία στις 7 Φεβρουαρίου 2009 που είχαν σκοτώσει 180 άτομα.

Ο σχεδιασμός του συστήματος δασοπυρόσβεσης διακρίνεται στον σχεδιασμό της πρόληψης και της καταστολής. Η οδική πυκνότητα σε ημιορεινές περιοχές πρέπει να ανέρχεται σε περισσότερο από 12,5 μ./εκτάριο για προστασία και από πυρκαγιές, που αντιστοιχεί σε οδική απόσταση 800 μ. (Doukas κ.α. 2008). Οι υλοτομίες συγκομιδής είναι επιλογικές ή αποψιλωτικές κατά ομάδες (Σχήμα 1) πράγμα που δυσχεραίνει την οικονομοτεχνική αξιοποίηση βαρέων δασικών μηχανημάτων.

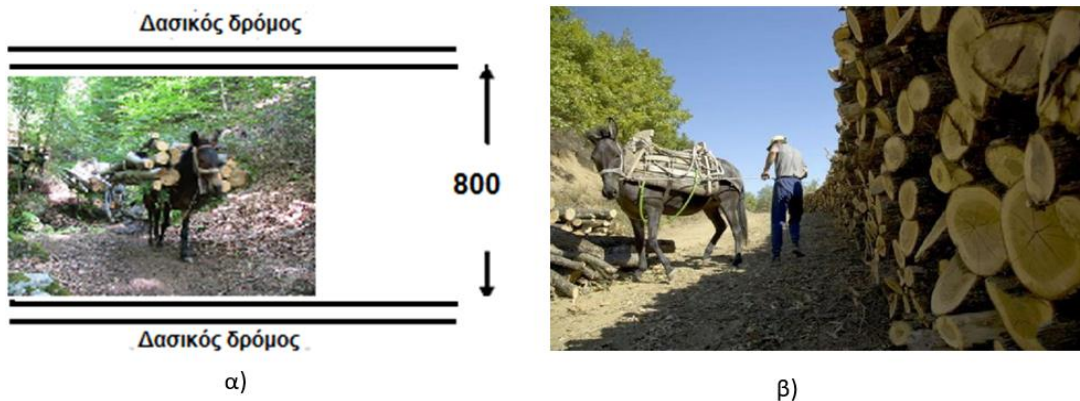


Σχήμα 1. Μερικά αποψιλωτικές υλοτομίες κατά ομάδες σε περιοχές με καλές κλιματικές συνθήκες αναβλάστησης.

Figure 1. Clearcut logging by groups in areas with good regrowth climatic conditions.

Έτσι σήμερα η συγκομιδή καυσόξυλων ημιορεινών δασών πραγματοποιείται με αλυσοπρίονα και η μετατόπιση με ζώα φόρτου (Σχήμα 2), ενώ του τεχνικού ξύλου με γεωργικούς ή βιομηχανικούς ελκυστήρες από τρακτερόδρομους ή δασικούς δρόμους. Σε κλίσεις μικρότερες του 30 % όπως σε χώρες του εξωτερικού (Ρουμανία) γίνεται και με κάρα.

Η εργασία επικεντρώνεται στο μοντέλο αριστοποίησης της διάνοιξης του δάσους ημιορεινών περιοχών λαμβάνοντας υπόψη και την πρόληψη και την καταστολή των δασικών πυρκαγιών.



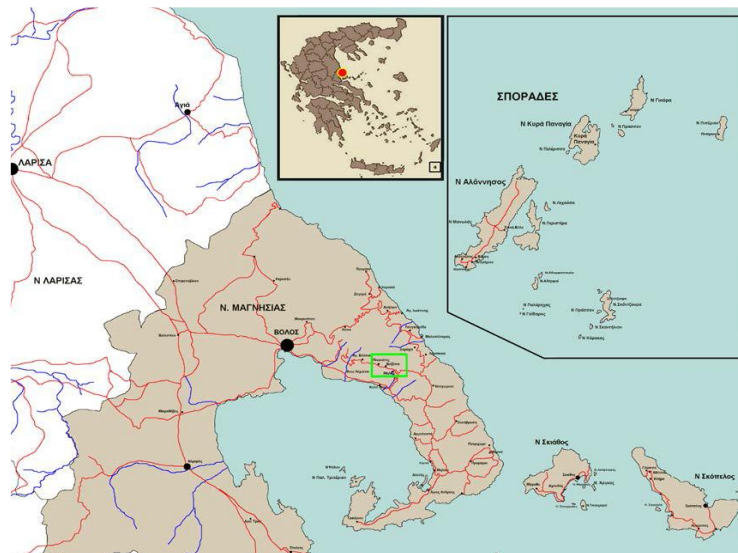
Σχήμα 2. Υπάρχουσα μετατόπιση καυσόξυλου με ζώα φόρτου (α) και στοιβαζή στο δασικό δρόμο (β).
Figure 2. Existing skidding of firewood with drought animals (a) and stacking on the forest road (b).

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

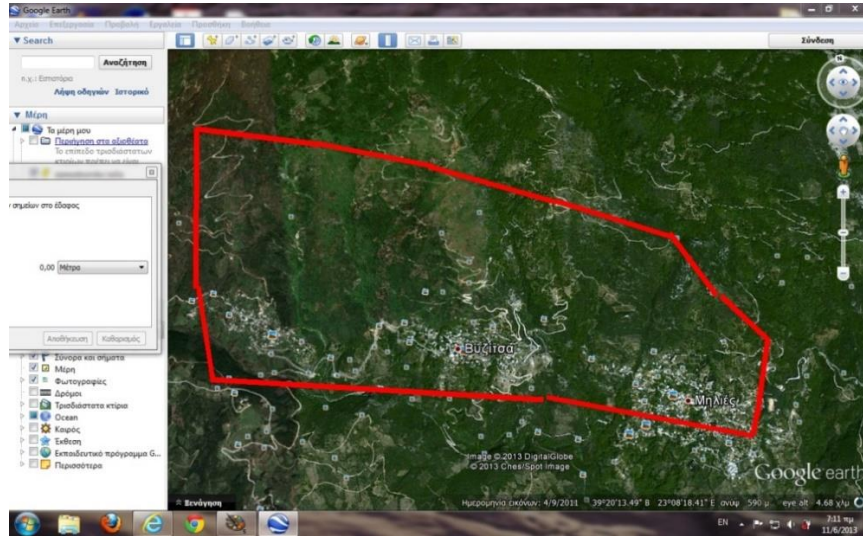
Η συγκεκριμένη περιοχή, αποτελεί συγχώνευση του δάσους του δημοτικού διαμερίσματος Μηλιών με το εξ αδιαιρέτου δάσος Αγίου Γεωργίου - Πινακατών και Βυζίτσας, σύμφωνα με το Εθνικό πρόγραμμα «Καποδίστριας».

Καταλαμβάνει μέρος των ΒΔ και ΝΑ κλιτύων του κεντρικού Πηλίου και έχει υπερθαλάσσιο ύψος από 0 μ. μέχρι 1.466μ. (κορυφή «Τσάκος»). Ειδικότερα, εξαπλώνεται στις εκατέρωθεν κλιτύες των κορυφογραμμών «Σκιτσοραύλι» (ή «Κορυφή» ή «Εύζωνος» ή «Αυχένας» - 1.451 μ.) – «Ζυγός» - «Δραμάλα» (ή «Τσάκος» ή «Ίσωμα» - 1.466μ.) – «Μέγα Ίσωμα» (1.410μ), «Γεροκωσταντέικο» (806μ.), «Κεφάλες» (705μ), «Δεξαμενή» (700μ), «Βουλωμένη Πέτρα» (1.145μ.) κ. ά. Η παραστατική εμφάνιση της θέσης του δάσους φαίνεται στο σχήμα 3 κλίμακας 1:200.000.



Σχήμα 3. Περιοχή έρευνας Μηλιές - Πηλίου.
Figure 3. Research area of Milies - Pelion.

Ο δασικός χάρτης ημιορεινού Πηλίου (Μηλιές, Βυζίτσα, Πινακάτες) όπως ορίζεται στο Google earth παρουσιάζεται στο σχήμα 4.



Σχήμα 4. Περιοχή έρευνας Πηλίου (Μηλιές, Βυζίτσα, Πινακάτες) όπως ορίζεται στο Google earth.
Figure 4. Research area of Pelion (Milies, Vyzitsa, Pinakates) as defined in Google earth.

Σχεδιασμός διάνοιξης για την πρώτη επέμβαση

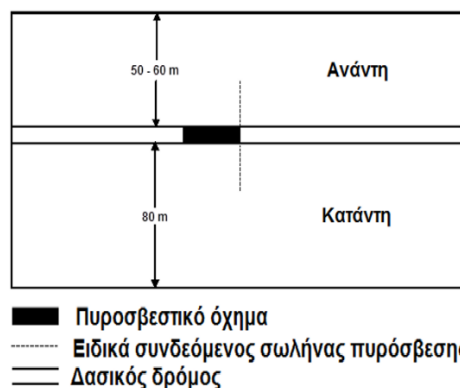
Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή η πρόληψη για καταστολή στα 15 πρώτα λεπτά είναι το σημαντικότερο στάδιο προστασίας, γιατί η επιχείρηση καταστολής πέραν των πρώτων 15 λεπτών οδηγεί σε ανεξέλεγκτες καταστάσεις. Οι μέθοδοι πρόληψης και ο σχεδιασμός είναι καθήκον της Δασικής Υπηρεσίας σε συνεργασία με τη Πυροσβεστική Διοίκηση. Η καταστολή αποτελεί καθήκον των πυροσβεστικών δυνάμεων.

Οι σημαντικότερες δασοτεχνικές υποδομές για την πρόληψη της πυρκαγιάς είναι:

1. Δίκτυο Δρόμων (διάνοιξη) για προστασία από πυρκαγιά
2. Η κατανομή του δικτύου (Ζώνες προστασίας)
3. Η ανάπτυξη αυτόνομου δικτύου τροφοδοσίας ύδατος

Η άμεση καταστολή της πυρκαγιάς απαιτεί πρόσβαση από τους δασικούς δρόμους στην εστία της πυρκαγιάς και κατάλληλο εξοπλισμό των πυροσβεστικών οχημάτων με ειδικούς σωλήνες (Akay et. al. 2012, Oguz et. al. 2012).

Στο σχήμα 5, παρουσιάζεται η ζώνη προστασίας με κανόνι εκτόξευσης από το δασικό δρόμο ή με συμβατικούς μικρού μήκους σωλήνες (Σχήμα 6). Η διαφορά στην απόσταση ανάντη και κατάντη δημιουργείται εξαιτίας της μεγαλύτερης ανάγκης σε πίεση νερού ανάντη. Παρατηρούμε ότι η δυνατότητα κατάσβεσης είναι περιορισμένη.



Σχήμα 5. Ζώνη προστασίας με συμβατικούς μικρού μήκους σωλήνες.
Figure 5. Protection zone with conventional short length hoses.



Σχήμα 6. Κατάσβεση από το δρόμο με μικρού μήκους σωλήνες.
Figure 6. Fire extinguishing from the road with short hoses.

Στο σχήμα 7 παρουσιάζεται η ζώνη προστασίας όταν χρησιμοποιούνται ειδικοί συνδεόμενοι σωλήνες σε μήκος 300 μέτρων ανάντη και 500m κατόντη. Η διαφορά στα μέτρα ανάντη και κατόντη λόγω της μεγαλύτερης ανάγκης σε πίεση νερού ανάντη. Η απόσταση των 300 μ. ανάντη εξαρτάται από τη δυνατότητα παραγωγής πίεσης της αντλίας των οχημάτων, αλλά είναι επαρκής για μέση κλίση εδάφους 30% στα συνήθη πυροσβεστικά (Tsakalidis & Gitas 2008), που μπορεί να φθάσει και το 100%. Π.χ. η Πυροσβεστική αντλία ROSENBAUER NH20 σε όχημα της ΕΛΒΟ (Σχήμα 8) διαθέτει παροχή αντλίας σε χαμηλή πίεση: 1750 l/min στα 10bar και σε υψηλή πίεση: 400 l/min στα 40 bar.



Σχήμα 7. Η ζώνη προστασίας, όταν χρησιμοποιούνται ειδικοί συνδεόμενοι σωλήνες σε μήκος 300 μέτρων ανάντη και 500 μέτρων κατόντη.

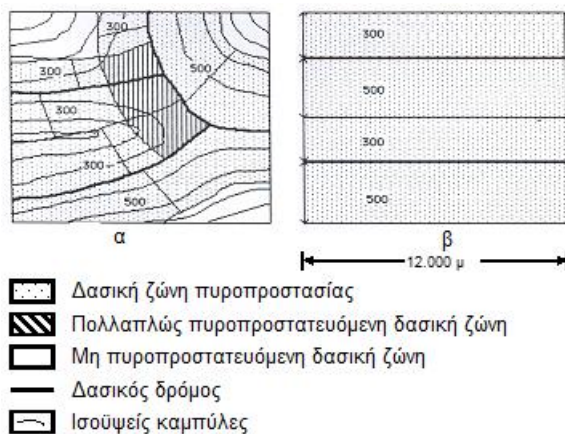
Figure 7. The protection zone, when special connecting hoses are used in a length of 300 meters uphill and 500 meters downhill.



Σχήμα 8. Τυπικό δασοπυροσβεστικό όχημα (UNIMOG συμπαραγωγή της ΕΛΒΟ).

Figure 8. Typical forest firefighting vehicle (UNIMOG co-production of ELVO).

Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται η πραγματική και η ιδεατή κάλυψη προστασίας.

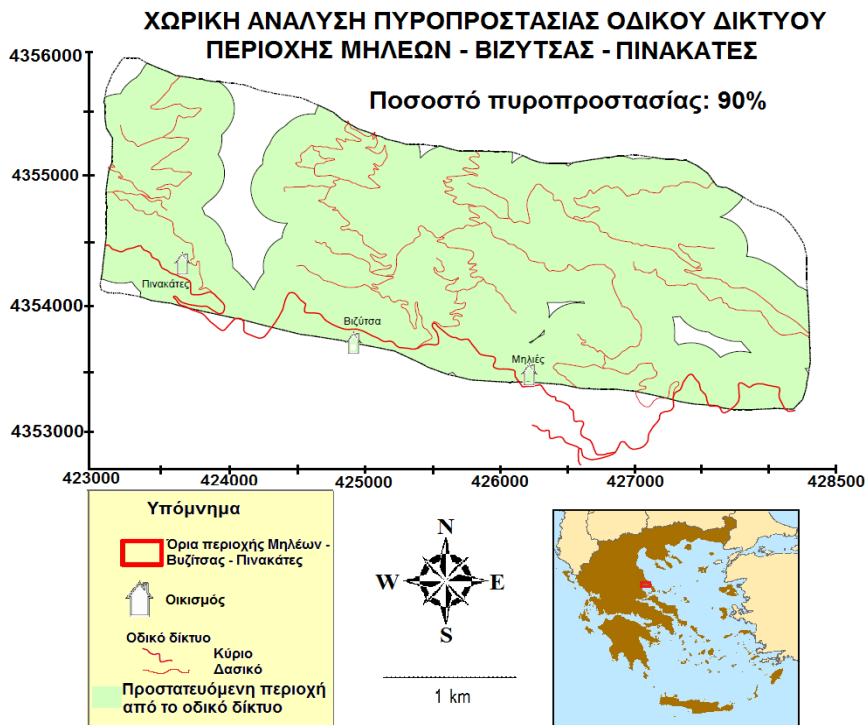


Σχήμα 9. Η πραγματική (α) και η ιδεατή (β) κάλυψη προστασίας.
Figure 9. Actual (a) and ideal (b) protection coverage.

Για το λόγο αυτό αποφασίστηκε να εξετασθούν τρεις περιπτώσιολογικές μελέτες σχετικά με δασικές περιοχές, που προστατεύονται από την πυρκαγιά με οχήματα πυρόσβεσης. Η πρώτη αντιστοιχεί σε ένα εύρος ζώνης καταστολής πυρκαγιάς, με ακτίνα ικανότητας 150m ανηφορικά και κατηφορικά 250m από το σημείο στάσης του πυροσβεστικού οχήματος. Η δεύτερη αντιστοιχεί σε ικανότητα καταστολής πυρκαγιάς 200m ανηφορικά και κατηφορικά 400m και η τρίτη αντιστοιχεί σε ικανότητα καταστολής πυρκαγιάς 300m ανηφορικά και κατηφορικά 500m.

Αποτελέσματα

Το ποσοστό δασοπροστασίας για Μηλιές Πηλίου και τον καθορισμό προστατευόμενων και μη προστατευόμενων από πυρκαγιά περιοχών παρουσιάζεται στο σχήμα 10.



Σχήμα 10. Χάρτης με ποσοστό δασοπροστασίας και τον καθορισμό προστατευόμενων και μη προστατευόμενων από πυρκαγιά περιοχών.

Figure 10. Map with percentage of forest protection and the definition of protected and non-fire protected areas.

Όπως φαίνεται το ποσοστό πυροπροστασίας 90% είναι από τα υψηλότερα στη χώρα σύμφωνα με σχετικές μελέτες (Drosos κ.α. 2014a, Drosos κ.α. 2014b, Karantzidis κ.α. 2015). Όσον αφορά

την χωροκατανομή του οδικού δικτύου στο υπάρχον δίκτυο με την πρώτη περιπτώσιολογική μελέτη που αντιστοιχεί σε ένα εύρος ζώνης καταστολής πυρκαγιάς, με ακτίνα ικανότητας 300m ανηφορικά και κατηφορικά 500m από το σημείο στάσης (όπου το πυροσβεστικό όχημα στέκεται) η περιοχή είναι καλυμμένη πλήρως.

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι:

Είναι φανερό ότι κατά την πραγματική σχεδίαση δρόμων του δικτύου υπάρχουν διπλές και τριπλές καλύψεις δασικής προστασίας στις διασταυρώσεις, οπότε επιλέγουμε τη διαδρομή του σωλήνα με την μικρότερη απόσταση και υψομετρική διαφορά ανάντη. Σε ρέματα στενής διατομής οι συνθήκες ανέμου που δημιουργεί η ίδια η φωτιά, μπορεί να δημιουργήσει διαφοροποίηση της συμπεριφοράς της, με αλλαγή της κατεύθυνσης διάδοσης και επιτάχυνση της διάδοσής της στα ανάντη της αντίθετης πλαγιάς, με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό του προσωπικού κατάσβεσης. Γι' αυτό στην πραγματική σχεδίαση πρέπει να προβλέπονται και συνδετήριοι δρόμοι μεταξύ των παραλλήλων, προκειμένου να διαφεύγουν τα οχήματα σε περίπτωση εγκλωβισμού.

Οι θετικές επιδράσεις της κατασκευής δασικών δρόμων στη διαχείριση και ανάπτυξη του ημιορεινού χώρου ποσοτικά μπορούν μόνο μερικώς να υπολογισθούν. Φυσικά πάντοτε με κύριο γνώμονα την προστασία της βιοποικιλότητας και του μικροοικοσυστήματος της περιοχής.

Για να επιτευχθεί το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα στη δασοπυρόσβεση με το ελάχιστο δυνατό κόστος δαπανών, τα μέτρα και οι δαπάνες πρέπει να επικεντρώνονται κυρίως στο στάδιο της πρόληψης με μέγιστο όριο αυτό της πρώτης επέμβασης, στα πλαίσια ενός πολύ καλά οργανωμένου σχεδίου κατά χώρο και κατά χρόνο. Μετά την αποτυχία της πρώτης επέμβασης πρόκειται για «διάσωση» με υπερβολικά υψηλές δαπάνες. Ένα εναέριο μέσο κοστίζει ανάλογα με τον τύπο 9.000-35.000 ευρώ / ώρα. Έτσι κάθε χρόνο η αντιπυρική προστασία εκτιμάται ότι κοστίζει 300.000.000-1.000.000.000 ευρώ (Σταματόπουλος 2013). Σύμφωνα με τα στοιχεία της περιβαλλοντικής οργάνωσης WWF Ελλάδας στο πλαίσιο του προγράμματος Active citizens fund των ΕΕΑ Grants, με εταίρο το Μεσογειακό Ινστιτούτο Ερευνητικής Δημοσιογραφίας (MIPR), για το 2016 – 2020, έδειξε ότι το 84% (771.213.375 ευρώ) των πόρων κατευθύνεται στην καταστολή και μόλις το 16% (149.343.062 ευρώ) στην πρόληψη.

Η συμβολή της σύγχρονης τεχνολογίας όπως της ψηφιακής φωτογραμμετρίας, της τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι πολύ σημαντική, ιδιαίτερα στο σχεδιασμό για τη διαχείριση της πυρκαγιάς, επιτρέποντας την ρεαλιστική, αποτελεσματική και γρήγορη επεξεργασία χωρικών δεδομένων συμβάλλοντας έτσι καθοριστικά στον επιτυχή σχεδιασμό και στην ορθολογικότερη αποκατάσταση της πληγείσας περιοχής. Συγκεκριμένα τα ΓΣΠ είναι πολύτιμα εργαλεία σε θέματα αποτελεσματικότητας και ακρίβειας όχι μόνο στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων, αλλά και για την παρουσίαση ποικίλων χωρικών αναλύσεων σχετικών με τα μοντέλα διάνοιξης και τα συστήματα πυροπροστασίας από το έδαφος. Καθώς και για την ακριβή αποτίμηση των μεγεθών της καταστροφής. Απαιτείται όμως πρακτική επανεξέταση της λειτουργικότητάς τους κατά τη διεξαγωγή της αντιμετώπισης του συμβάντος.

Μέτρα συντονισμού της δασοπυρόσβεσης για τη σωστή διαχείριση και πρόληψη:

1. Να διατεθούν/ έτος έγκαιρα οι απαραίτητοι και αναγκαίοι πόροι για την αντιμετώπιση της φύλαξης, επιτήρησης, πρόληψης πυρκαγιών και καθαρισμού του υπορόφου των δασών.
2. Να εκπονηθούν ειδικές διαχειριστικές μελέτες για ελεγχόμενη βόσκηση και θήρα σε όλα τα εύφλεκτα παράλια και μη δάση.
3. Να επαναλειτουργήσουν και να δημιουργηθούν πυροφυλάκια με την απαραίτητη στελέχωση για την καλύτερη και 24ωρη εποπτεία των δασών (πυρασφάλεια- λαθροθηρία- λαθροϊλοτομία).
4. Φορητές θερμικές κάμερες εποχουμένων περιπόλων και εγκατάσταση σταθερών θερμικών καμερών για επιτήρηση όλο το 24 h.
5. Να διερευνηθούν οι πιο αποτελεσματικοί τρόποι απόληψης και χρήσης της υπέργειας βιομάζας του υπορόφου των εύφλεκτων δασών.
6. Να παρέχεται ουσιαστική προστασία και οικολογική διαχείριση στους Εθνικούς Δρυμούς και τις υπόλοιπες προστατευόμενες περιοχές (Εθνικά πάρκα, NATURA 2000 κ.ά.) με εξειδικευμένο προσωπικό.
7. Να δημιουργηθούν συνθήκες που να διευκολύνουν το έργο της πυροπροστασίας και πυρόσβεσης με τη χάραξη των απαραίτητων αντιπυρικών οδών τη βελτίωση και καλύτερη

συντήρηση, την αύξηση των φραγμάτων ανάσχεσης- τροφοδοσίας, των υδατοδεξαμενών καθώς επίσης και των κρουστών υδροδότησης των πυροσβεστικών οχημάτων, των δασικών δρόμων, οι οποίοι όταν κατασκευάστηκαν πληρούσαν τις ανάγκες της εποχής κατασκευής τους Γ' κατηγορίας χωρίς τεχνικά έργα, μονόστιβοι (στενοί), επισφαλείς και συχνά απροσπέλαστοι από τα πυροσβεστικά οχήματα.

8. Να εκσυγχρονιστεί ο στόλος των πυροσβεστικών οχημάτων, να κατασκευαστούν, όπου το επιτρέπει η διαμόρφωση του εδάφους, ελικοδρόμια σε ορεινές περιοχές και να εγκατασταθούν γεννήτριες και αντλιοστάσια.

9. Να αυξηθούν τα ποσοστά αναδάσωσης με παράλληλη υποβοήθηση άλλων μεθόδων και μέσων, όπως η απαγόρευση της βοσκής και της θήρας, η υποβοήθηση της φυσικής αναγέννησης με την τεχνητή με σπορά ή φύτευση κ.ά. όπου κρίνεται αναγκαίο. Να καταρτιστούν Τοπικά Αναπτυξιακά Προγράμματα για το σύνολο των ορεινών και δυσπρόσιτων περιοχών της Ελλάδας με ενσωμάτωση προγραμμάτων αναδάσωσης θέτοντας όμως σαφείς χρονικούς και ποσοτικούς στόχους εύκολα ελέγξιμους και σχεδιασμός έργων για την πρόληψη και καταστολή των πυρκαγιών.

10. Να υπάρξει άμεση διάθεση και ορθολογική διαχείριση των πόρων και εξεύρεση σύγχρονων μέσων, με ενοικίαση ή αγορά, για την σωστή αντιμετώπιση και ανταπόκριση στις αυξημένες απαιτήσεις της κοινωνίας και της χώρας στην αντιμετώπιση των καταστροφών που αυξάνουν με την κλιματική εξέλιξη.

11. Να επισπευστεί όσο είναι δυνατόν η κατάρτιση του Εθνικού Κτηματολογίου που θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των καιρών. Η κατάρτιση των Δασικών Χαρτών συνεπάγεται και την κατάρτιση των χαρτών χρήσης γης για κάθε περιφέρεια και να ξεκαθαρίσει έτσι το φλέγων ζήτημα των ζωνών χρήσης γης ανά νομό.

12. Να αρχίσει συντονισμένα η εκπαίδευση των πολιτών όλων των ηλικιών στο να αφουγκράζονται το δασικό οικοσύστημα και τις ανάγκες του τα οφέλη και τη συμβολή του στην ποιότητα ζωής, διότι μόνο έτσι θα γίνουν ενεργοί πολίτες με οικολογική συνείδηση ικανοί να προστατέψουν ένα αειφορικό δάσος που θα παρέχει στο διηνεκές τα προϊόντα του και τις υπηρεσίες του.

13. Να τίθενται αυτοματοποιημένα σχέδια επιχειρήσεων σε εφαρμογή, σχέδια ετοιμότητας των αντίστοιχων φορέων που είναι αρμόδιοι για την αντιμετώπιση και καταπολέμηση των πυρκαγιών και την προστασία των δασών και να σταματήσει η άσκοπη διαμάχη μεταξύ τους δημιουργώντας ένα Κέντρο Εκτάκτων Φυσικών Ανθρωπογενών Καταστροφών (Κ.Ε.Φ.Α.Κ) διοίκηση για ενιαία εθνική πολιτική, για τον εκσυγχρονισμό στο καθεστώς πρόληψης και διαχείρισης φυσικών καταστροφών.

Abstract

This paper focuses on the optimization model of the opening up of the forest semi mountainous areas taking into account the prevention and suppression of forest fires. Research area is the semi mountainous forest area of Milies-Vizitsa-Pinakates of Magnesia Prefecture. The percentage of forest protection area is examined under the light whether the total hose length corresponds to the actual operational capacity to reach a fire source. Patrols of small and agile 4x4 vehicles suitably equipped (500-meter-long hoses and pressure for upstream extinguishing up to 300 meters) for the first attack of the fire in the summer months, in combination with fire stations and the application of electronic technological items for early notification satisfactorily cover the forest protection of the area.

Βιβλιογραφία

Akay, A. E., Doukas, K., Erdaş, O., Oğuz, H., & Sivrikaya, F. 2012. Using GIS techniques to determine fire protection zones considering forest road network. *Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment Hotel Croatia, October*, 8-12. Doukas, K., Karantzidis, N., Mpsianas, G., 2008. Forest Constructions for Protection and Harvesting Operations Before and After Forest Fires in Greece. International Conference FORMEC'08-KWF

“New Developments in Forest Engineering” (Schmallenberg 2008). June 2-5, 2008, North Rhine-Westphalia, Germany. Schmallenberg 2008 Proceedings, ISBN: 978-3-9811335-2-3 in CD format.

Drosos, V., Giannoulas, V., and Daoutis, Ch., 2014a. Forest constructions infrastructures for the prevision, suppression and protection before and after forest fires. Second International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2014), (Coral Beach Hotel 2014). April 7-10, 2014, Paphos, Cyprus. Coral Beach Hotel 2014 Proceedings SPIE 9229, 92291C doi:10.1117/12.2069663.

Drosos, V.C., Giannoulas, V.J., Stergiadou, A., Karagiannis, Ev., and Doukas, A.-K. G., 2014b. Protection against fire in the mountainous forests of Greece case study: forest complex of W. Nestos. Second International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2014), (Coral Beach Hotel 2014). April 7-10, 2014, Paphos, Cyprus. Coral Beach Hotel 2014 Proceedings SPIE 9229, 92291G doi:10.1117/12.2069664.

Karantzidis N., Drosos V., Mintsis G. and Doucas K.-A. G., 2015. Determining Fire Protection Zones In The University Forest Of Taxiarchis – Vrastama In Greece. International Journal of scientific research and management (IJSRM), 3(11): 3650-3655.

Oguz, H., Akay, A.E., Erdas, O., Doucas, K., Culci, S., 2012. The Effects of Forest Fires on Land Use/Land Cover Change: A Case Study of Samandag, JUFRO WD 7.01.08 Hydro ecology Conference “Forest-Water Interactions with respect to Air Pollution and Climate Change” (Kahramanmaraş 2012). September 5-8, 2012, Turkey. Kahramanmaraş 2012 Proceedings, pp. 34-45.

Σταματόπουλος, Ε., 2013. Μέτρα για τη διαμόρφωση μιας νέας συνολικής πολιτικής με έμφαση την πυροπροστασία των δασών. Εφημερίδα Π.Κ.Δ, Αρ. φύλλου 55. Αθήνα.

Tsakalidis, S., and Gitas, J., 2008. Use of Geographic Information Systems (GIS) in identifying sites with fire-fighting facilities. Geotechnical Scientific Issues, 19(2): 60-72.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΕΥΣΗΣ ΨΥΧΡΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ ΣΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ξανθόπουλος, Γαβριήλ¹; Αθανασίου, Μιλτιάδης²;Καούκης, Κωνσταντίνος¹

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 11528, Αθήνα, e-mail: gxnrct@fria.gr, kako@fria.gr

²Wildfire Management Consulting and Training,

Θωμά Παλαιολόγου 8, 13673 Αχαρνές, e-mail: info@m-athanasiou.gr

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιαστεί με κατανοητό τρόπο η επίδραση που έχει η έλευση ψυχρού μετώπου στην εξέλιξη μιας δασικής πυρκαγιάς, οι κίνδυνοι που συνεπάγεται για το προσωπικό καταστολής και ο ενδεδειγμένος τρόπος αντιμετώπισης. Αρχικά, εξηγείται συνοπτικά η έννοια του ψυχρού μετώπου στην μετεωρολογία, τα φαινόμενα που συνοδεύουν την έλευσή του και ο τρόπος με τον οποίο αυτή επηρεάζει την πυρκαγιά. Στη συνέχεια, καθώς πολλές καταστροφικές πυρκαγιές στη χώρα μας έχουν λάβει μεγάλες διαστάσεις εξαιτίας αυτού του φαινομένου και ο μηχανισμός δασοπυρόσβεσης παρουσιάζει διαχρονικά αδυναμίες στην αντιμετώπισή τους, στην εργασία καταγράφονται και αναλύονται μερικές από τις σημαντικότερες πυρκαγιές αυτής της κατηγορίας, ώστε να γίνει κατανοητό πως πρέπει να σχεδιαστεί η τακτική για την αντιμετώπισή τους.

Λέξεις κλειδιά: Δασική πυρκαγιά, ψυχρό μέτωπο, δασοπυρόσβεση, Ελλάδα

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές είναι ένας φυσικός παράγοντας στα περισσότερα δασικά οικοσυστήματα του πλανήτη, που κατά τις τελευταίες δεκαετίες γίνεται όλο και περισσότερο ένας σημαντικός κίνδυνος, ιδίως στις περιοχές με Μεσογειακό κλίμα που περιλαμβάνουν και τη χώρα μας. Η επιδείνωση της κατάστασης και των προκαλούμενων καταστροφών οφείλεται σε μια σειρά από λόγους με κυριότερους την κλιματική μεταβολή, την εγκατάλειψη της υπαίθρου και τη μειωμένη διαχείριση των δασών που έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας και της συνέχειας της καύσιμης ύλης, καθώς και τη δημιουργία εκτεταμένων ζωνών μίξης δασών-οικισμών που αυξάνει την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιών, την έντασή τους αλλά και το μέγεθος των ζημιών. Η αντίδραση των περισσότερων χωρών σε αυτή την επιδείνωση είναι η ενίσχυση του δασοπροσβεστικού μηχανισμού, κάτι που όμως δεν έχει λύσει το πρόβλημα παρά την κατακόρυφη αύξηση του κόστους. Τα τελευταία χρόνια έχει καταδειχθεί ότι η λύση βρίσκεται στην πρόληψη και τη δημιουργία ανθεκτικών στην πυρκαγιά τοπίων. Όμως, σε κάθε περίπτωση η ύπαρξη ενός αποτελεσματικού και αποδοτικού μηχανισμού δασοπυρόσβεσης είναι απολύτως απαραίτητη.

Η χώρα μας, κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει βιώσει μεγάλες καταστροφές από δασικές πυρκαγιές σαν αποτέλεσμα των λόγων που προαναφέρθηκαν, σε συνδυασμό με διαχρονικά σφάλματα πολιτικής ως προς την ολοκληρωμένη διαχείριση αυτών, αλλά και προφανείς αδυναμίες του μηχανισμού δασοπυρόσβεσης (Goldammer κ.α. 2019). Ιστορικά μετά από κάθε καταστροφή στη χώρα μας (2000, 2007, 2018, 2021), έγιναν σημαντικές προσπάθειες ενίσχυσης του μηχανισμού αυτού με προσωπικό και μέσα αλλά δυστυχώς η καλή οργάνωση και εκπαίδευση, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, παραμένει ζητούμενο καθώς η επιστημονική γνώση αξιοποιείται στην πράξη σε περιορισμένο βαθμό.

Στην εργασία αυτή γίνεται μία προσπάθεια να επισημανθεί ένα από τα σημαντικά κενά γνώσης που υπάρχουν σήμερα στον δασοπροσβεστικό μηχανισμό, τουλάχιστον όπως αποτυπώνεται από σειρά μεγάλων και καταστροφικών πυρκαγιών που έλαβαν χώρα στην Ελλάδα από το 1992 μέχρι σήμερα. Το κενό αυτό αφορά την έλευση ψυχρού μετώπου από τη χώρα μας κατά τη θερινή περίοδο. Συγκεκριμένα, επιδιώκεται η αναγνώριση της σημασίας του για τη δασοπυρόσβεση και

γίνονται προτάσεις για τον κατάλληλο τρόπο αντιμετώπισης των κινδύνων που προέρχονται από αυτό το φαινόμενο.

Υλικά και Μέθοδοι

Αρχικά, παρουσιάζονται μερικές βασικές γνώσεις σχετικά με τον ορισμό του ψυχρού μετώπου και γίνεται σύντομη περιγραφή των χαρακτηριστικών του. Στη συνέχεια, για να γίνει κατανοητή η σημασία της έλευσης ψυχρού μετώπου κατά την θερινή περίοδο από τη χώρα μας επιλέχθηκε ένας αριθμός σημαντικών δασικών πυρκαγιών της περιόδου 1992-2021 που εξελίχθηκαν υπό την επίδραση των μεταβολών του πεδίου του ανέμου (διεύθυνση και ταχύτητα) που συνοδεύουν αυτό το φαινόμενο. Για την αναγνώριση και περιγραφή αυτών συγκεντρώθηκαν όσα στοιχεία υπήρχαν διαθέσιμα, καταφεύγοντας συχνά στο προσωπικό αρχείο των συγγραφέων. Στις πηγές περιλαμβάνονται δημοσιευμένες εργασίες, μετεωρολογικά δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, κλπ., δορυφορικές εικόνες από διάφορες πηγές (NASA, EFFIS, κλπ.) αποσπάσματα εφημερίδων, καταγραφή τηλεοπτικών δελτίων ειδήσεων, κλπ., καθώς και προσωπικές παρατηρήσεις. Η τεκμηρίωση κάθε πυρκαγιάς, λόγω περιορισμών χώρου, περιλαμβάνει σύντομη περιγραφή με έμφαση στη χαρτογραφική παρουσίαση της εξέλιξής της και της καμένης έκτασης. Με την παρουσίαση αυτών των πυρκαγιών καταδεικνύονται τα στοιχεία που αυξάνουν τις δυσκολίες και τους κινδύνους για το προσωπικό καταστολής. Τα συμπεράσματα περιλαμβάνουν προτάσεις για αξιοποίηση αυτής της γνώσης για πιο αποτελεσματική και ασφαλέστερη αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών που επηρεάζονται από την έλευση ψυχρού μετώπου.

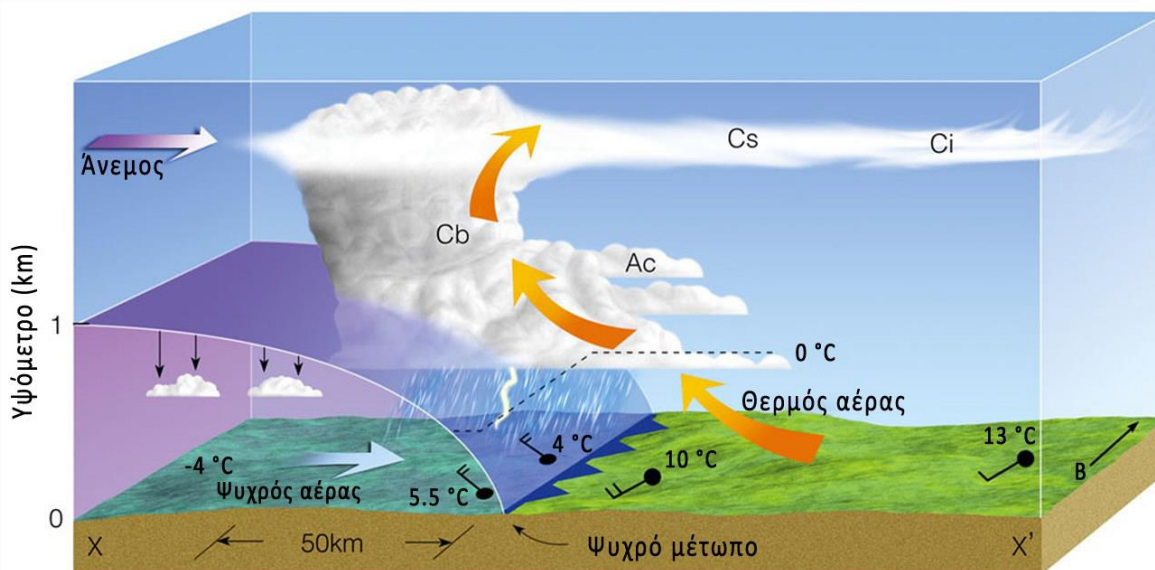
Ορισμοί - Περιγραφή

Στην μετεωρολογία, ως αέριες μάζες ορίζονται τεράστιες μάζες αέρα, με διάμετρο κατά κανόνα μεγαλύτερη των 1500 km, που παρουσιάζουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό οριζόντια ομοιογένεια καιρικών στοιχείων. Η μεταβατική ζώνη μεταξύ δύο γειτονικών αερίων μαζών ονομάζεται ζώνη ασυνέχειας ή μετωπική επιφάνεια (Ζαμπάκας 1981). Κατά κανόνα, στα εγχειρίδια μετεωρολογίας, γίνεται λεπτομερής περιγραφή των μετώπων και μαθηματική ανάλυση των συνθηκών για τη δημιουργία τους και την εκδήλωση καταιγίδων που συνήθως τα συνοδεύουν (Ζαμπάκας 1981, Ζιακόπουλος & Φραγκούλη 2015, Lutgens & Tarbuck 1989). Η παρούσα εργασία δεν στοχεύει σε πλήρη μετεωρολογική ανάλυση αλλά σε ανάδειξη της σημασίας της έλευσης μετώπου στην εξέλιξη των δασικών πυρκαγιών, επικεντρωμένη στον Ελληνικό χώρο. Για τις ανάγκες της εργασίας δίδεται ο εξής βασικός ορισμός: Ως ψυχρό μέτωπο ορίζεται η νοητή διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ δύο αερίων μαζών διαφορετικής θερμοκρασίας από τις οποίες η ψυχρότερη προχωράει και αντικαθιστά την θερμότερη που προηγείται. Στους χάρτες καιρού τα ψυχρά μέτωπα σχεδιάζονται σαν συνεχείς μπλε γραμμές, με τρίγωνα κατά μήκος του μετώπου που δείχνουν με την κορυφή τους την κατεύθυνση της κίνησης (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης 2015), ενώ τα θερμά μέτωπα που προηγούνται παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα και ημικύκλια κατά μήκος αυτών (Σχήμα 1). Η κίνηση των μετώπων συνδέεται κατά κανόνα με την ύπαρξη και κίνηση ενός βαρομετρικού χαμηλού (L) (Σχήμα 1). Πρέπει να τονισθεί ότι κατά το θέρος η θερμή αέρια μάζα μπορεί, παραδείγματος χάρη, να έχει θερμοκρασία 38 °C και η ψυχρή να έχει 30°C, δηλαδή δεν είναι πραγματικά κρύα, απλά η ψυχρή αέρια μάζα έχει αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία. Το μήκος του μετώπου είναι αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα. Όπως φαίνεται σε καθ' ύψος τομή, κάθετη προς το μήκος του μετώπου (Σχήμα 2), καθώς η ψυχρή αέρια μάζα κινείται ταχύτερα από τη θερμή που προηγείται, ο ψυχρός αέρας, που είναι πυκνότερος και βαρύτερος, εισχωρεί κάτω από τον θερμό και τον αναγκάζει να κινηθεί ανατολικότερα. Ταυτόχρονα τον εξαναγκάζει και σε κατακόρυφη ανοδική κίνηση οπότε αυτός, καθώς ανεβαίνει ψύχεται, φθάνει το σημείο κορεσμού και (υπό προϋποθέσεις) δημιουργούνται καταιγίδες. Οι καταιγίδες είναι πιθανότερες πλησιέστερα προς τον πυρήνα του βαρομετρικού χαμηλού ενώ απουσιάζουν σε απόσταση από αυτό, στο μέρος του μετώπου που συχνά αναφέρεται ως «η ουρά» αυτού (trailing end). Ιδιαίτερα κατά το θέρος, η έλευση ψυχρού μετώπου από την Ελλάδα αφορά συχνά την ουρά αυτού και δεν φέρνει βροχή ή καταιγίδες, ιδίως στο νότιο τμήμα της χώρας. Επισημαίνεται ότι η Κύπρος που βρίσκεται νοτιότερα, κατά κανόνα δεν επηρεάζεται από διέλευση ψυχρού μετώπου κατά το θέρος. Η κίνηση των ψυχρών μετώπων, γίνεται συνήθως από τη δύση προς την ανατολή, κινούνται δηλαδή από την Ιταλία προς την Ελλάδα, με ταχύτητα 30-50 km/h, με συνηθέστερη μέση ταχύτητα

τα 35 km/h. Κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο η διέλευση γίνεται νοτιότερα ενώ κατά το θέρος βορειότερα, με την Ελλάδα να επηρεάζεται κυρίως από την «ουρά».



Σχήμα 1. Έλευση ψυχρού μετώπου πάνω από την Ελλάδα στις 5 Αυγούστου 2021 (πηγή δορυφορική εικόνα από τον ιστότοπο Zoom Earth της NASA).
Figure 1. Arrival of a cold front over Greece on August 5, 2021 (Source of satellite image from NASA's Zoom Earth).



Σχήμα 2. Κατακόρυφη τομή μιας ψυχρής μετωπικής επιφάνειας και τα καιρικά φαινόμενα (νέφη, υετός, άνεμος) που τη συνοδεύουν (Πηγή: Κατσαφάδος & Μαυροματιδής 2015).

Figure 2. Vertical section of a cold frontal surface and the weather phenomena (clouds, rain, wind) that accompany it (Source: Katsafados & Mavromatidis 2015).

Έλευση ψυχρού μετώπου και δασικές πυρκαγιές

Η έλευση ψυχρού μετώπου κατά τους θερινούς μήνες χαρακτηρίζεται από σημαντικές και απότομες μεταβολές στις μετεωρολογικές παραμέτρους που επηρεάζουν την εκδήλωση και εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών. Συγκεκριμένα, πριν την άφιξη του μετώπου, κατά κανόνα, η θερμοκρασία είναι υψηλή και η σχετική υγρασία χαμηλή με αποτέλεσμα η λεπτή καύσιμη ύλη να είναι προθερμασμένη και με χαμηλή περιεχόμενη υγρασία. Αυτό αυξάνει τις πιθανότητες εκδήλωσης πυρκαγιάς καθώς ο άνεμος που μπροστά από το μέτωπο είναι θερμός και έχει νοτιοδυτική (ΝΔ) διεύθυνση αρχίζει σταδιακά να ενισχύεται. Έτσι, ιδίως όταν το μέτωπο πλησιάζει σε κάποια περιοχή σε μεσημβρινές ή μεταμεσημβρινές ώρες, δηλαδή τις ώρες μέγιστης θερμοκρασίας και υψηλού κινδύνου και εκεί υπάρχουν ήδη κάποιες πυρκαγιές σε εξέλιξη, αυτές με την ενίσχυση του ΝΔ ανέμου αρχίζουν να εξαπλώνονται προς τα βόρεια – βορειοανατολικά (ΒΑ) με μεγάλη ταχύτητα και ένταση. Με την άφιξη του μετώπου, η ψυχρότερη αέρια μάζα που εισβάλλει, προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας και αύξηση της σχετικής υγρασίας αλλά η επίδραση αυτής της μεταβολής στην καύσιμη ύλη δεν είναι στιγμιαία. Συγκεκριμένα, η λεπτή νεκρή καύσιμη ύλη στο έδαφος (πευκοβελόνες, φύλλα, χόρτα, λεπτά κλαδάκια) χρειάζεται μία έως τρεις ώρες για να προσροφήσει υγρασία από την ατμόσφαιρα και να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία της. Αντίθετα, υπάρχει μία ταχύτατη μεταβολή του ανέμου με αύξηση της έντασής του και στροφή της διεύθυνσής του από νοτιοδυτική σε βορειοδυτική (ΒΔ). Η τάξη μεγέθους του χρόνου μέσα στον οποίο ολοκληρώνεται αυτή η μεταβολή είναι ένα έως δύο δεκάλεπτα, και η επίδραση στην εξέλιξη της πυρκαγιάς είναι εντυπωσιακή και επικίνδυνη για απροετοίμαστους πυροσβέστες και πολίτες. Αυτό συμβαίνει γιατί το μέτωπο μιας πυρκαγιάς που βρίσκεται σε εξέλιξη προς ΒΑ, σταδιακά παύει να εξαπλώνεται με ταχύτητα, ενώ όλη η νοτιοανατολική πλευρά της πυρκαγιάς, που μπορεί να έχει μήκος χιλιομέτρων, μετατρέπεται ξαφνικά σε μέτωπο που αρχίζει να εξαπλώνεται ως κεφαλή μεγάλου μήκους προς τα νοτιοανατολικά (ΝΑ) υπό την επίδραση του ισχυρού βορειοδυτικού ανέμου. Αυτό συνεπάγεται πολύ μεγάλο κίνδυνο για τους πυροσβέστες που βρίσκονται σε αυτή την πλευρά, ιδίως αν είναι ανυποψίαστοι, καθώς το έργο τους γίνεται ξαφνικά πολύ δυσκολότερο και μπορεί να κινδυνέψουν να εγκλωβιστούν. Καθώς το νέο μέτωπο έχει πλέον πολύ μεγάλο μήκος, μέσα στις επόμενες λίγες (συνήθως 4-6) ώρες, καίγεται πολύ μεγάλη έκταση. Μάλιστα όσο περισσότερο έχει εξαπλωθεί η πυρκαγιά με την καθοδήγηση του ΝΔ ανέμου, πριν γίνει η «στροφή» και η αλλαγή της διεύθυνσης σε ΒΔ, τόσο μεγαλύτερη είναι η καμένη έκταση μετά από την αλλαγή της διεύθυνσης. Στη συνέχεια, με την πτώση της έντασης του ανέμου και την αύξηση της υγρασίας της καύσιμης ύλης η συμπεριφορά της

πυρκαγιάς γίνεται ηπιότερη και εφόσον υπάρξει καλά οργανωμένη αντιμετώπιση παρουσιάζεται ευκαιρία ελέγχου της πυρκαγιάς.

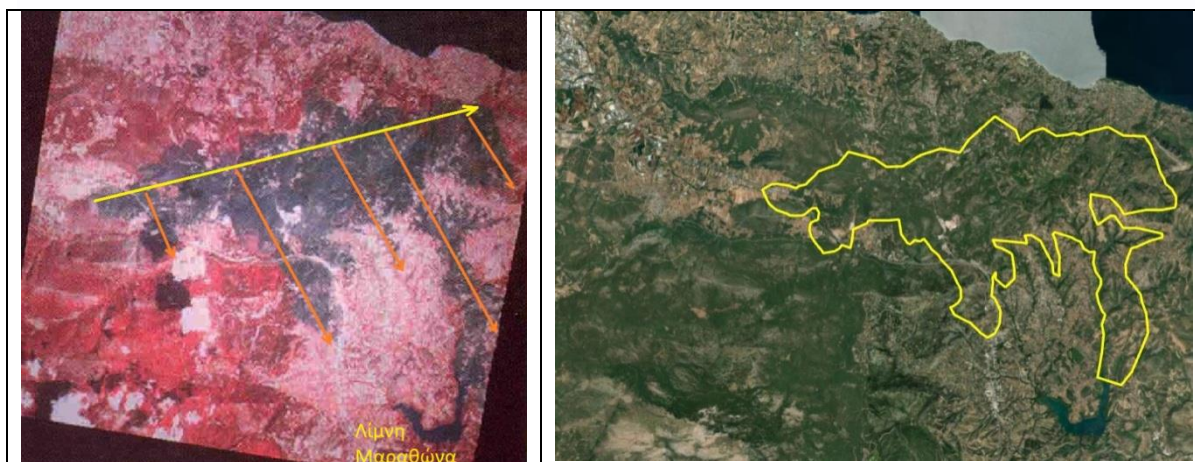
Τα παραπάνω αποτελούν μία γενική περιγραφή που βέβαια διαφοροποιείται κατά περίπτωση, ιδίως όσον αφορά την ένταση των ανέμων (συνήθως φθάνουν τα 5-6 μποφόρ) και την εκδήλωση ή μη καταιγίδων. Οφείλει να αναφερθεί και πάλι ότι δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις που δημιουργούνται καταιγίδες στη βόρεια Ελλάδα ενώ η νότια επηρεάζεται μόνο από τις αλλαγές στην ένταση και την διεύθυνση του ανέμου. Οι καταιγίδες συνοδεύονται κατά κανόνα από κεραυνούς οπότε υπάρχει αυξημένος κίνδυνος έναρξης πυρκαγιάς ιδίως όταν στα σημεία πτώσης των κεραυνών δεν ακολουθεί σημαντική βροχόπτωση. Το ότι συχνά αυτές οι ενάρξεις πυρκαγιών είναι πολλαπλές, ταυτόχρονες και συχνά σε δυσπρόσιτα μέρη, σε συνδυασμό με τις αλλαγές του ανέμου, αποτελεί μία επιπλέον συνθήκη πολύ αυξημένου κινδύνου.

Παραδείγματα σημαντικών πυρκαγιών που επηρεάστηκαν από ψυχρό μέτωπο

Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα επιλεγμένων πυρκαγιών που επηρεάστηκαν από ψυχρό μέτωπο με αποτέλεσμα να λάβουν μεγάλες διαστάσεις σε μικρό χρόνο δημιουργώντας σημαντικά προβλήματα στις δυνάμεις δασοπυρόσβεσης.

Πυρκαγιά Αυλώνα, 5 Σεπτεμβρίου 1992

Η πυρκαγιά ξεκίνησε κοντά στον σκουπιδότοπο του Αυλώνα Αττικής, στον οποίο καιγόntonταν σκουπίδια. Ο νοτιοδυτικός άνεμος που προηγήθηκε της έλευσης του μετώπου μετέφερε καύτρες που ξεκίνησαν την πυρκαγιά περί τα 300 μ. από τον σκουπιδότοπο. Η πυρκαγιά κινήθηκε αρχικά προς ΒΑ, υπερπηδώντας την εθνική οδό Αθηνών-Θεσσαλονίκης που ήταν τότε υπό κατασκευή (κίτρινο βέλος) (Σχήμα 3). Στη συνέχεια, ο άνεμος στράφηκε σε ΒΔ και η νότια πλευρά της πυρκαγιάς μετατράπηκε σε ελάχιστο χρόνο σε μέτωπο μεγάλου μήκους, που κινήθηκε προς ΝΑ (πορτοκαλί βέλη), υπερπηδώντας και πάλι την εθνική οδό και καίγοντας τεράστια έκταση σε λίγες ώρες. Ένα από τα δάκτυλα αυτού του μετώπου έφθασε στη λίμνη του Μαραθώνα. Κάηκαν συνολικά 60.000 στρέμματα, από τα οποία περίπου τα μισά κάηκαν τις πρώτες έξι ώρες από την έναρξη της πυρκαγιάς.



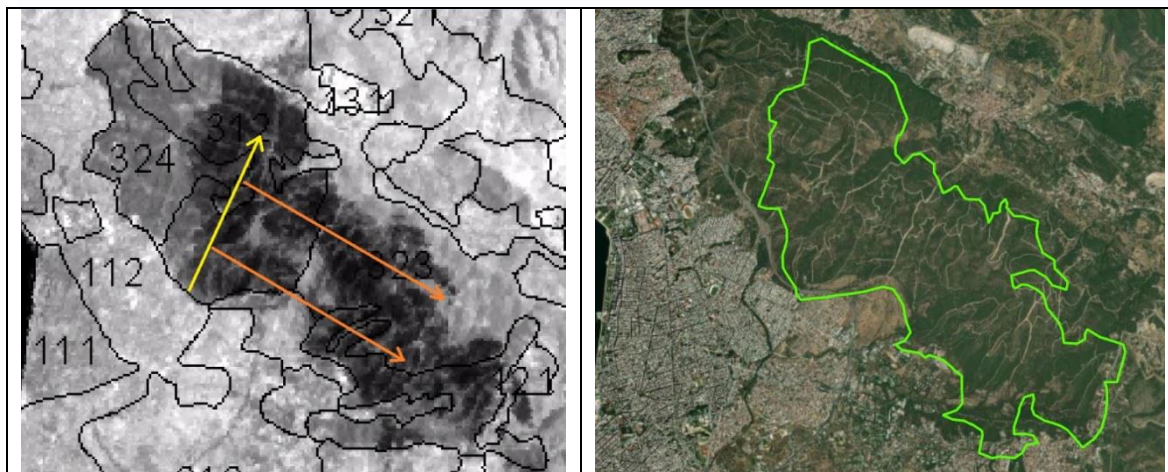
Σχήμα 3. Η εξέλιξη της πυρκαγιάς του Αυλώνα της 5^{ης} Σεπτεμβρίου 1992 (Πηγή εικόνων: «Γεωτρόπιο» εφημερίδας «Ελευθεροτυπία» (αριστερά) και GoogleEarth (δεξιά)

Figure 3. The evolution of the Avlona fire of September 5, 1992 (Source of images: "Geotropio" of "Eleftherotypia" newspaper (left) and Google Earth (right))

Πυρκαγιά δάσους πάρκου Θεσσαλονίκης, 6 Ιουλίου 1997

Η πυρκαγιά στο δάσος-πάρκο Θεσσαλονίκης (Σείχ-Σου) ξεκίνησε κοντά στην Άνω Τούμπα, στις 15:35, με θερμοκρασία 39°C και ΝΔ άνεμο. Η κεφαλή της αρχικά κινήθηκε Β-ΒΑ προς το ξενοδοχείο Φιλίππειο και το Ρετζίκι (κίτρινο βέλος) (Σχήμα 4), όπου και προσπάθησαν να την ανακόψουν οι επίγειες δυνάμεις, καθώς δεν ήταν άμεσα διαθέσιμη υποστήριξη από τον αέρα. Λίγο πριν τις 19:00, με το πέρασμα ψυχρού μετώπου και τη στροφή του ανέμου σε ΒΔ, οι αρχικές εκφράσεις ανακούφισης από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης ότι «σώθηκε το Φιλίππειο» μετατράπηκαν σε φωνές αγωνίας καθώς η ΝΑ πλευρά της πυρκαγιάς μετατράπηκε σε μέτωπο που

εξαπλώθηκε με μεγάλη ταχύτητα προς το Πανόραμα (πορτοκαλί βέλη), φθάνοντας στη βάση του λόφου κατά τις πρώτες νυκτερινές ώρες οπότε και κόπασε ο άνεμος και σταμάτησε η γρήγορη εξάπλωση της πυρκαγιάς. Χρειάστηκε μια δεύτερη μάχη για την τελική κατάσβεση κατά τις θερμές ώρες της επόμενης ημέρας.



Σχήμα 4. Η εξέλιξη της πυρκαγιάς του δάσους πάρκου Θεσσαλονίκης(6-7 Ιουλίου 1997)και η τελική της περίμετρος.
Figure 4. The evolution of the Thessaloniki park forest fire(6-7 July 1997) and its final perimeter.

Πυρκαγιές σε Αττική και γύρω νομούς, 4 Ιουλίου 1998

Νωρίς το μεσημέρι της 4^{ης} Ιουλίου 1998, μετά από ένα τετραήμερο υψηλών θερμοκρασιών, που ξεπέρασαν τους 40°C, χαμηλής σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας και άπνοιας, η άφιξη και διέλευση ενός ψυχρού μετώπου αποτέλεσε μια πολύ μεγάλη έκπληξη για το Πυροσβεστικό Σώμα που μόλις είχε αναλάβει την ευθύνη της δασοπυρόσβεσης. Η 4^η Ιουλίου ήταν ημέρα Σάββατο και για πολλούς κατοίκους των μεγαλουπόλεων ήταν η πρώτη ημέρα διακοπών. Η άπνοια ξεγέλασε πολλούς που ξεκίνησαν να κάνουν καθαρισμούς αυλών καίγοντας χόρτα και κλαδιά, αλλά και να ανάβουν ψησταριές. Περί τις 12 το μεσημέρι άρχισε η ενίσχυση του ανέμου, από ΝΔ διεύθυνση, που έφθανε στα 5-6 μποφόρ. Πριν τις 14:00 η διεύθυνση άλλαξε σε ΒΔ, η ταχύτητα έφθασε τα 7 μποφόρ και δάκτυλα πυρκαγιάς άρχισαν να κινούνται προς ΝΑ, καίγοντας μεγάλη έκταση σε λίγο χρόνο. Το απόγευμα εκείνο ανακοινώθηκε ότι ξέσπασαν σε ελάχιστο χρόνο περισσότερες από 100 πυρκαγιές από τις οποίες οι 25 περίπου οφείλονταν σε καύση σκουπιδότοπων (Xanthopoulos 1999).

Καθώς το ψυχρό μέτωπο πέρασε κατά τις θερμές ώρες της ημέρας από την Κορινθία, Αττική, Βοιωτία και Εύβοια, εκεί εξελίχθηκαν και οι μεγαλύτερες πυρκαγιές. Χαρακτηριστικά παρουσιάζονται οι πυρκαγιές που ξεκίνησαν στο Άνω Διμηνιώ και το Σοφικό Κορινθίας και στον Πισσώνα Εύβοιας (σχήμα 5) καθώς και εκείνες στον Άγιο Θωμά και το Δήλεσι Βοιωτίας (Σχήμα 6). Η εξέλιξη των πυρκαγιών μετά την αλλαγή του ανέμου σε ΒΔ παρουσιάζεται με πορτοκαλί βέλη. Επισημαίνεται ότι η πυρκαγιά του Σοφικού ήταν σε εξέλιξη για αρκετές ημέρες πριν την 4^η Ιουλίου, ελεγχόμενη με συνεχείς ρίψεις νερού από τον αέρα αλλά χωρίς τελική κατάσβεση και αναζωπυρώθηκε με την έλευση του ψυχρού μετώπου.



Σχήμα 5. Οι πυρκαγιές της 4^{ης} Ιουλίου 1998 σε Άνω Διμηνιό Αιγαλίας και Σοφικό Κορινθίας (αριστερά) και Πισσόνα Εύβοιας (δεξιά).

Figure 5. The fires of July 4, 1998 in AnoDiminio of Aegialia and Sofiko of Corinthia (left) and Pissona of Evia (right).



Σχήμα 6. Οι πυρκαγιές της 4^{ης} Ιουλίου 1998 σε Άγιο Θωμά Βοιωτίας και Δήλεσι (κόκκινη περίμετρος). Με κίτρινο χρώμα παρουσιάζεται για σύγκριση η περίμετρος της πυρκαγιάς του Αυλώνα της 5^{ης} Σεπτεμβρίου 1992.

Figure 6. The fires of July 4, 1998 in Agios Thomas (Boiotia) and Delesi (red perimeter). The perimeter of the Avlona fire of September 5, 1992 is shown in yellow for comparison.

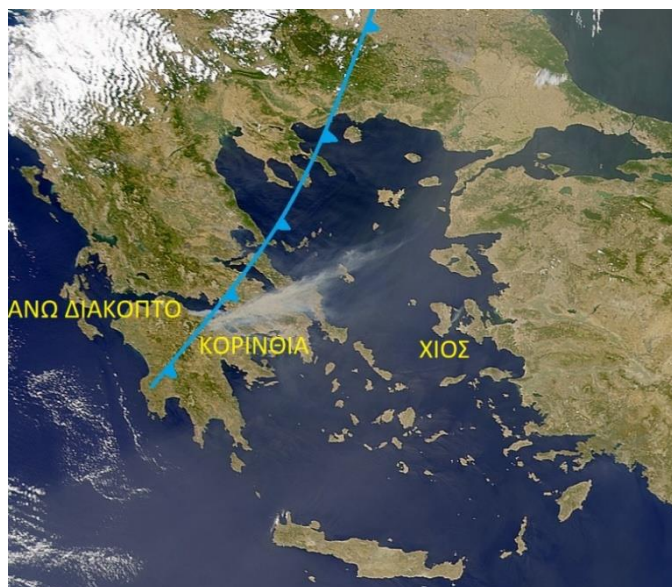
Πυρκαγιές στη Βόρεια Πελοπόννησο, 12-13 Ιουλίου 2000

Η έλευση ενός ψυχρού μετώπου στις 13 Ιουλίου 2000 προκάλεσε τεράστιες καταστροφές στο βόρειο τμήμα της Πελοποννήσου. Στο σχήμα 7 παρουσιάζεται ο χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς που εκδόθηκε το μεσημέρι της 12^{ης} Ιουλίου 2000, από το Συντονιστικό Κέντρο του Πυροσβεστικού Σώματος (με επιμέλεια του πρώτου συγγραφέα) με ισχύ για την 13^η Ιουλίου 2000. Η πρόβλεψη, που έλαβε υπόψη την επερχόμενη έλευση του ψυχρού μετώπου, ήταν στο απολύτως μέγιστο επίπεδο κινδύνου (κατηγορία 5, κατάσταση συναγερμού) για την Κορινθία και στο επίπεδο κινδύνου 4 (πολύ υψηλός κίνδυνος) στην περιοχή του δασαρχείου Αιγίου. Η πρόβλεψη επαληθεύτηκε και στις δύο περιοχές, με δύο πολύ καταστροφικές πυρκαγιές, την πυρκαγιά του Άνω Διακοπτού Αιγαλίας και την πυρκαγιά στα Άνω Πιτσά Κορινθίας.



Σχήμα 7. Ο χάρτης πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς για την 13-7-2000, στο πρωτοσέλιδο της εφημερίδας TA NEA της 13-7-2000.

Figure 7. The fire danger prediction map for Greece, valid for 7-13-2000, on the front page of the 7-13-2002 issue of the newspaper "TA NEA".



Σχήμα 8. Δορυφορική εικόνα της 13-7-2000 από τον δορυφόρο ORBVIEW 2 της NASA, με σχεδιασμένη την κατά προσέγγιση θέση του ψυχρού μετώπου την στιγμή της λήψης.

Figure 8. Satellite image of 7/13/2000 from NASA's ORBVIEW 2 satellite. The approximate location of the cold front at the time of acquisition is plotted with a blue line.

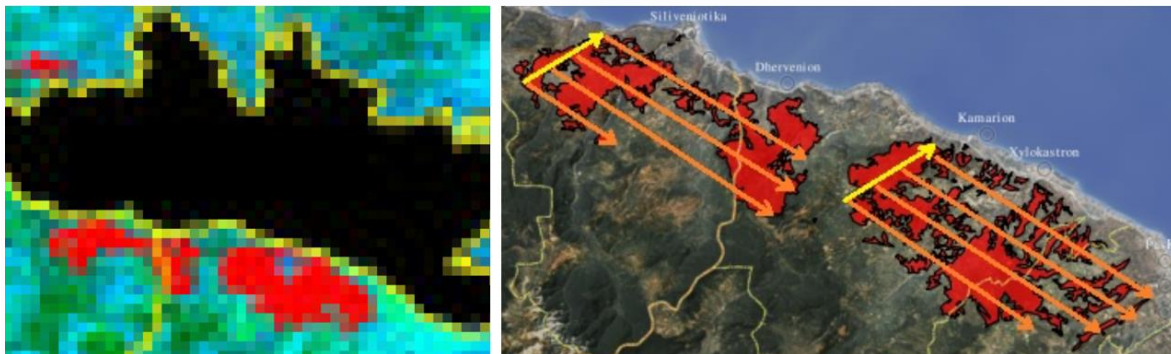
Στη δορυφορική εικόνα της 13-7-2000 από τον δορυφόρο ORBVIEW 2 της NASA, που παρουσιάζεται στο σχήμα 8, έχει σχεδιαστεί κατά προσέγγιση η θέση του ψυχρού μετώπου κατά τη στιγμή της λήψης της, με βάση την αλλαγή κατεύθυνσης της στήλης καπνού των δύο πυρκαγιών. Παρατηρείται ότι βόρεια από την Ελλάδα το ψυχρό μέτωπο συνοδεύεται από νεφώσεις και πιθανώς καταιγίδες, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο στην «ουρά» του πάνω από στην Ελλάδα. Το σχήμα 9 αποτελεί μεγέθυνση τμήματος του σχήματος 8, όπου είναι ορατή η στήλη καπνού μιας πυρκαγιάς στην Χίο. Εκεί, ο άνεμος πνέει από σαφώς ΝΔ διεύθυνση, ενώ η στήλη της πυρκαγιάς του Άνω Διακοπτού έχει στραφεί προς ΝΑ καθώς επηρεάζεται ήδη από ΒΔ άνεμο μετά την έλευση του ψυχρού μετώπου. Αντίθετα, το μέτωπο δεν έχει φθάσει στην πυρκαγιά της Κορινθίας όπου ο άνεμος έχει ακόμη ΝΔ κατεύθυνση και ο καπνός κινείται προς ΒΑ.

Παρά την πρόβλεψη και την θέση των πυροσβεστικών δυνάμεων σε εγρήγορση, οι δύο πυρκαγιές που είχαν ξεκινήσει το απόγευμα της 12^{ης} Ιουλίου, η μία στην Αιγιαλεία κοντά στο Άνω Διακοπτό και η άλλη στην Κορινθία στην περιοχή της κοινότητας Άνω Πιτσά, δεν κατέστη δυνατό να ελεγχθούν έως το επόμενο πρωινό. Η αύξηση της έντασης του ανέμου με ΝΔ διεύθυνση, αργά το απόγευμα της 12^{ης} Ιουλίου, πριν φθάσει το μέτωπο (κίτρινα βέλη στο σχήμα 10), οδήγησε τις δύο πυρκαγιές προς την παραλία του Κορινθιακού κόλπου, ενώ η «στροφή» του ανέμου σε ΒΔ νωρίς το πρωί της 13^{ης} Ιουλίου και η σημαντική ενίσχυσή του (7-8 μποφόρ), οδήγησε τα δύο μέτωπα προς ΝΑ, στον ορεινό όγκο παράλληλα με την ακτογραμμή (πορτοκαλί βέλη στο σχήμα 10). Η πυρκαγιά του Άνω Διακοπτού σχεδόν ενώθηκε με την πυρκαγιά της Κορινθίας. Η καμένη έκταση έγινε γρήγορα πολύ μεγάλη. Μέσα σε μία ημέρα, η πυρκαγιά της Κορινθίας έκαψε 200.000 στρέμματα ενώ η πυρκαγιά της Αιγιαλείας ξεπέρασε τα 100.000 (δεν υπάρχει ακριβής εκτίμηση γιατί δεν έχει περιληφθεί στα επίσημα στοιχεία του Πυροσβεστικού Σώματος για το 2000).



Σχήμα 9. Λεπτομέρεια της στήλης καπνού των πυρκαγιών του Άνω Διακοπτού, της Κορινθίας και της Χίου το πρωί της 13-7-2000.

Figure 9. Detail of the smoke column from the fires of Ano Diakopto, Corinthia and Chios in the morning of 7-13-2000.

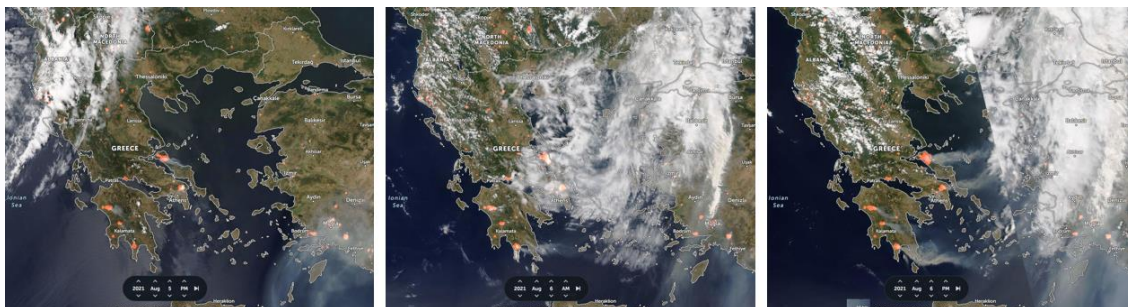


Σχήμα 10. Παρουσιάζεται αριστερά, η καμένη έκταση των δύο πυρκαγιών της Βόρειας Πελοποννήσου, της 12-13 Ιουλίου 2000, από εικόνα χαμηλής ανάλυσης περιλαμβανόμενη σε έκθεση του Joint Reseach Center (JRC) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (JRC 2001) και δεξιά ο τρόπος που εξαπλώθηκαν οι δύο πυρκαγιές, σχεδιασμένος σε εικόνα από τη διαχρονική χαρτογράφηση των δασικών πυρκαγιών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/).

Figure 10. Shown on the left, the burned area of the two fires of Northern Peloponnese, on July 12-13, 2000, from a low-resolution image included in a report of the Joint Reseach Center (JRC) of the European Commission (JRC 2001), and on the right, the way the two fires spread, plotted on an image from the chronological mapping of forest fires by the National Observatory of Athens (http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/).

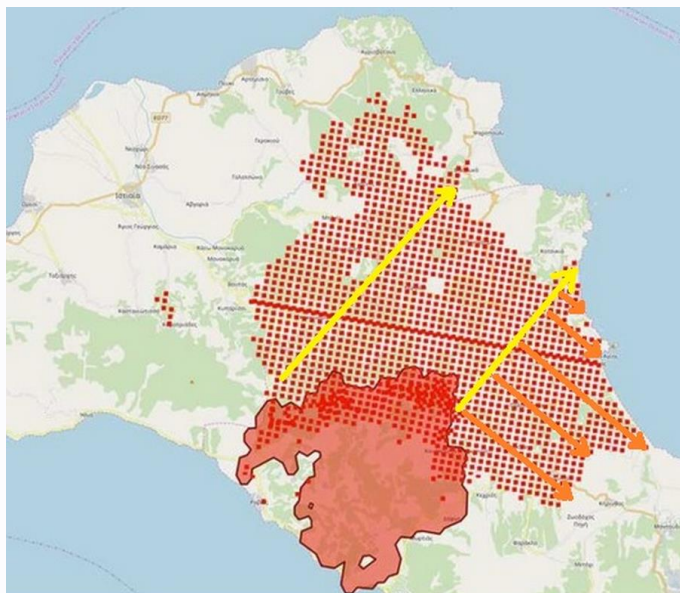
Η πυρκαγιά της Βόρειας Εύβοιας, 3-10 Αυγούστου 2021

Η πυρκαγιά της Βόρειας Εύβοιας υπήρξε η μεγαλύτερη καταγεγραμμένη δασική πυρκαγιά στην ιστορία της χώρας μας, καθώς η καμένη έκταση ξεπέρασε τα 500.000 στρέμματα. Ξεκίνησε υπό συνθήκες καύσωνα στις 3 Αυγούστου κοντά στη Λίμνη Ευβοίας και συνέχισε να εξαπλώνεται τουλάχιστον έως τις 10 Αυγούστου. Καθώς διήρκεσε πολλές ημέρες επηρεάστηκε από διάφορες μετεωρολογικές συνθήκες που συνετέλεσαν, σε συνδυασμό με την αναποτελεσματική αντιμετώπιση, στο να φθάσει στις τεράστιες διαστάσεις που έλαβε. Ιδιαίτερα σημαντική θέση μεταξύ αυτών των συνθηκών είχε η έλευση ενός ψυχρού μετώπου που έφθασε στην Ελλάδα τις απογευματινές ώρες της 5^{ης} Αυγούστου 2021 και επηρέασε την πυρκαγιά της Β. Εύβοιας κατά τη νύκτα από 5 προς 6 Αυγούστου (σχήμα 11).



Σχήμα 11. Αλληλουχία τριών δορυφορικών εικόνων από την έλευση ψυχρού μετώπου πάνω από την Ελλάδα στις 5 και 6 Αυγούστου 2021 που επηρέασε σημαντικά την εξάπλωση της πυρκαγιάς της Β. Εύβοιας (πηγή: <https://zoom.earth/maps/satellite-hd/#view=38.829,23.355,7z/date=2021-08-05,pm/overlays=heat,fires>).
 Figure 11. Sequence of three satellite images from the passage of a cold front over Greece on August 5 and 6, 2021 that significantly affected the spread of the N. Evia fire (source: <https://zoom.earth/maps/satellite-hd/#view=38.829,23.355,7z/date=2021-08-05,pm/overlays=heat,fires>).

Αριστερά στο σχήμα 11, φαίνεται το ψυχρό μέτωπο να βρίσκεται στον ορεινό όγκο της Πίνδου το απόγευμα της 5^{ης} Αυγούστου, ενώ η στήλη του καπνού στη Β. Εύβοια δείχνει ότι επηρεάζεται από ΒΔ άνεμο. Κατά τις πρώτες νυκτερινές ώρες, πριν την άφιξη του μετώπου ο άνεμος έγινε ΝΔ και ενισχύθηκε. Έτσι, μέσα στη νύκτα η πυρκαγιά δημιούργησε ταχύτατα κινούμενο μέτωπο προς ΒΑ, και έφθασε μέχρι την παραλία Κοτσικιά, βόρεια από την παραλία της Αγίας Άννας. Στη συνέχεια, με το πέρασμα του ψυχρού μετώπου, ο άνεμος έγινε ΒΔ καθοδηγώντας την πυρκαγιά προς ΝΑ, και καίγοντας τον οικισμό και τις τουριστικές εγκαταστάσεις στην παραλία της Αγίας Άννας εντός της 6^{ης} Αυγούστου. Στο σχήμα 12 εξηγείται η κίνηση της πυρκαγιάς πριν την άφιξη του ψυχρού μετώπου (με κίτρινα βέλη) και μετά έλευση αυτού (πορτοκαλί βέλη) πάνω σε εικόνα της υπηρεσίας Copernicus της Ευρωπαϊκής Επιτροπής όπου αποτυπώνεται (κατά προσέγγιση) με κόκκινο χρώμα τι είχε κάψει η πυρκαγιά έως την 5^η Αυγούστου, ενώ οι κόκκινες κουκίδες δείχνουν την εξέλιξη της φωτιάς έως τις 6 Αυγούστου.



Σχήμα 12. Η εξάπλωση της πυρκαγιάς της Β. Εύβοιας κατά τη διάρκεια την νύκτας της 5^{ης} προς 6^η Αυγούστου 2021, και τις πρώτες πρωινές ώρες (πηγή: ανάρτηση της 6^{ης} Αυγούστου στο eviaportal.gr, <https://eviaportal.gr/ekseliksi-fotias-evnoia-apo-doryforiko-systima-copernicus-paraskevi-6-avgoustou/>).

Figure 12. The spread of the N. Evia fire during the night of August 5 to 6, 2021, and in the early morning hours (source: post of August 6 on eviaportal.gr, <https://eviaportal.gr/ekseliksi-fotias-evnoia-apo-doryforiko-systima-copernicus-paraskevi-6-avgoustou/>).

Η εξέλιξη της πυρκαγιάς συνεχίστηκε την 7^η Αυγούστου με μελτέμι (ΒΑ άνεμος) που οδήγησε την πυρκαγιά ΝΔ, προς το όρος Κανδήλι. Όταν κόπασε το μελτέμι, έδωσε την ευκαιρία στην πυρκαγιά να αναπτύξει στο βόρειο τμήμα της (Ελληνικά, Αγριοβότανο, Πευκί, Γούβες) ισχυρή

κατακόρυφη επαγωγική στήλη και εκρηκτική συμπεριφορά κατά τις επόμενες ημέρες (8 & 9 Αυγούστου) οπότε ήταν εξαιρετικά δύσκολο να ελεγχθεί.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι πυρκαγιές που παρουσιάστηκαν παραπάνω αποτυπώνουν σαφώς το μέγεθος της δυσκολίας που συνεπάγεται η έλευση ψυχρού μετώπου από την περιοχή μιας πυρκαγιάς και τη δυνατότητα να προκαλέσει γρήγορη εξάπλωση και μεγάλη καμένη έκταση σε λίγες ώρες. Για να αντιμετωπισθεί αποτελεσματικά η έλευση ενός μετώπου, οι συμμετέχοντες στη δασοπυρόσβεση και ιδίως εκείνοι που συντονίζουν, πρέπει:

- Να γνωρίζουν τα χαρακτηριστικά του μετώπου όπως περιεγράφηκαν παραπάνω.
- Να ενημερώνονται εγκαίρως για τον χρόνο άφιξης του μετώπου. Αυτό μπορεί να σημαίνει ανάγκη στοχευμένης ενημέρωσης από το συντονιστικό κέντρο, που αξιοποιώντας το υπάρχον δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών στη χώρα, μπορεί να παρακολουθεί τη στροφή του ανέμου από ΝΔ σε ΒΔ, που αποτελεί στοιχείο ότι το μέτωπο έφθασε σε αυτόν τον σταθμό (π.χ. Κέρκυρα) και προχωράει ανατολικότερα με την ταχύτητα που προαναφέρθηκε.
- Να καταβάλουν κάθε προσπάθεια ώστε να κατασβησθεί πλήρως κάθε φωτιά που ξεκινάει ή είναι σε εξέλιξη πριν την άφιξη του μετώπου.
- Αν δεν είναι δυνατό να ολοκληρωθεί το σβήσιμο μιας σε εξέλιξη πυρκαγιάς, ή σε περίπτωση εκδήλωσης νέας πυρκαγιάς πριν την έλευση του μετώπου, να σχεδιάζουν άμεσα την επιχείρηση αντιμετώπισης, λαμβάνοντας υπόψη την αναμενόμενη αλλαγή διεύθυνσης του ανέμου. Συγκεκριμένα, πριν αρχίσει να ενισχύεται ο ΝΔ άνεμος που προηγείται του μετώπου, πρέπει να δοθεί έμφαση στην κατάσβεση του Β-ΒΑ-Α τμήματος της περιμέτρου. Το Δ-ΒΔ τμήμα της περιμέτρου απαιτεί την μικρότερη σχετικά προσοχή. Αντίθετα, το ΝΑ-Ν τμήμα απαιτεί την μέγιστη προσοχή και προσπάθεια. Όταν με την ενίσχυση του ΝΔ ανέμου αρχίσει η εξάπλωση προς ΒΑ, ακριβώς πριν την άφιξη του ψυχρού μετώπου, η προσπάθεια κατάσβεσης στο ΝΑ-Ν τμήμα της περιμέτρου πρέπει να μεγιστοποιηθεί. Η προσπάθεια πρέπει να ξεκινάει από ένα ασφαλές σημείο «αγκύρωσης» στο ΝΔ άκρο της περιμέτρου και να προχωράει κατά μήκος της Ν-ΝΑ πλευράς αυτής, με συνεχή πρόοδο των δυνάμεων χωρίς όμως να «αφήνονται» κενά μεταξύ τους, καθότι με τη στροφή του ανέμου σε ΒΔ ξαφνικά θα δημιουργηθούν μέτωπα (δάκτυλοι πυρκαγιάς) κινούμενα προς τα ΝΑ, δηλαδή προς τη θέση τους. Αν υπάρχουν κενά μεταξύ των οχημάτων ή των ομάδων δασοπυροσβεστών που εργάζονται εκεί υπάρχει σημαντική πιθανότητα το νέο μέτωπο να περάσει ανάμεσά τους αυξάνοντας τον κίνδυνο εγκλωβισμού τους. Τονίζεται ότι κατά μήκος του Ν-ΝΑ τμήματος, πρέπει να γίνεται κατάσβεση και όχι αναμονή σε δρόμους παράλληλα της πλευράς της περιμέτρου γιατί τότε, με την αλλαγή κατεύθυνσης του ανέμου, θα έχει χώρο και «ευκαιρία» η πυρκαγιά να δημιουργήσει μέτωπο προς τους πυροσβέστες. Σε περίπτωση διάνοιξης ζώνης με χειρωνακτικά ή μηχανικά μέσα, σε απόσταση από τα πλάγια, υπάρχει ο ίδιος κίνδυνος, οπότε πρέπει, εφόσον επιτρέπουν οι συνθήκες, και ενώ ο άνεμος είναι ακόμη ΝΔ, να εφαρμοστεί κατάκαυση της βλάστησης μεταξύ της ζώνης και των πλαγιών της πυρκαγιάς.
- Να λαμβάνουν υπόψη τους κατά τον σχεδιασμό τη χωρική κατανομή της βλάστησης και καύσιμης ύλης στον δασικό και αγροτικό χώρο, αναζητώντας θέσεις όπου οι αναμενόμενες αλλαγές κατεύθυνσης του μετώπου θα δώσουν ευκαιρίες αντιμετώπισης, αλλά και θέσεις καταφυγής για το προσωπικό σε περίπτωση κινδύνου.
- Να ενημερώνουν το προσωπικό τους για τα ανωτέρω ώστε να αναμένει τις αλλαγές και να γνωρίζει για τις ευκαιρίες αντιμετώπισης, τις διεξόδους διαφυγής και τις θέσεις καταφυγής σε περίπτωση κινδύνου.

Μία περίπτωση στην οποία εφαρμόστηκαν οι παραπάνω οδηγίες, με θετικά αποτελέσματα, ήταν η πυρκαγιά Συκαμίνου – Καλάμου στις 4 Ιουνίου του 2001. Με την έμφαση που δόθηκε στα Ν-ΝΑ τμήματα της περιμέτρου της πυρκαγιάς, με ανάθεση του συγκεκριμένου έργου σε υψηλόβαθμο αξιωματικό του Πυροσβεστικού Σώματος, όταν ο άνεμος στράφηκε σε ΒΔ, δεν δημιουργήθηκε μέτωπο ή δάκτυλα με κατεύθυνση προς ΝΑ, όπως είχε γίνει στην πυρκαγιά του Αυλώνα (1992). Κάηκαν συνολικά 3.400 στρέμματα (Xanthopoulos κ.α. 2004).

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι στην αντιμετώπιση των πυρκαγιών, πέρα από τη γενναιότητα, το φιλότιμο και τα ισχυρά δασοπυροσβεστικά μέσα, απαιτείται πολύ καλή γνώση ως

προς το πως θα κινηθεί μια πυρκαγιά, για να προσαρμοστούν ανάλογα και έγκαιρα οι ενέργειες ώστε να είναι αποτελεσματικές και ασφαλείς. Τα χαρακτηριστικά και οι κίνδυνοι που συνδέονται με την έλευση ψυχρού μετώπου είναι ένα μόνο από τα στοιχεία τα οποία πρέπει να γνωρίζει και να λαμβάνει υπόψη ο συντονιστής κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς. Είναι όμως ιδιαίτερα σημαντικό, όπως καταδείχθηκε από τα παραδείγματα μεγάλων πυρκαγιών που παρουσιάστηκαν σε αυτή την εργασία.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του έργου ResAlliance- «Ανθεκτικότητα του τοπίου, Συμμαχία γνώσης για τη γεωργία και τη δασοκομία στη λεκάνη της Μεσογείου» - που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, European Research Executive Agency (REA), στο πλαίσιο του προγράμματος πλαισίου Horizon Europe (Project 101086600).

Abstract

The aim of this paper is to present in an understandable way the effect that the arrival of a cold front has on the development of a forest fire, the risks it entails for the suppression personnel, and the appropriate way of managing it. First, the concept of a cold front in meteorology, the phenomena that accompany its arrival and the way it affects the fire are briefly explained. Then, as many fires in our country have become large and catastrophic due to this phenomenon, and the forest fire fighting mechanism has repeatedly manifested weaknesses in dealing with them over time, in this work some of the most important past fires of this category are briefly documented and analyzed, in order to improve the understanding of fire managers and to explain the needed tactics to fight them affectively and safely.

Βιβλιογραφία

- Ζαμπάκας, Ι., 1981. Γενική κλιματολογία. Πανεπιστημιακό Εγχειρίδιο, Αθήνα. Σελ, 494.
- Ζιακόπουλος, Δ., Φραγκούλη, Β., 2015. Το εγχειρίδιο του μετεωρολόγου-προγνώστη. (Ηλεκτρονική Έκδοση). Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Αθήνα. Σελ. 192. (ISBN 978-618-82094-0-4)
- Κατσαφάδος Π., Μαυροματίδης, Η., 2015. Εισαγωγή στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και την Κλιματική Αλλαγή. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Σελ.311
- Goldammer, J.G., Ξανθόπουλος, Γ., Ευτυχίδης, Γ., Μαλλίνης, Γ., Μητσόπουλος, Ι., Δημητρακόπουλος, Α., 2019. Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937/Β/2018) για την ανάλυση των υποκείμενων αιτιών και τη διερεύνηση των προοπτικών διαχείρισης των μελλοντικών πυρκαγιών δασών και υπαίθρου στην Ελλάδα. Global Fire Monitoring Center. Σελ. 155 (διαθέσιμο σε https://www.government.gov.gr/wp-content/uploads/2019/02/independent_committee-compressed.pdf).
- JRC, 2001. Forest fires in Southern Europe: Report No 1. July 2001. European Commission, Joint Research Center. Pages 43.
- Lutgens, F.K., Tarbuck, E.J., 1989. The Atmosphere – An introduction to meteorology. Prentice Hall Inc. Pages 491.
- Xanthopoulos, G., 1999. The 1998 forest fire season in Greece: A forest fire expert's account. International Forest Fire News (ECE/FAO) 20: 57-60 (διαθέσιμο σε https://gfmcc.online/iffn/country/gr/gr_12.html)
- Xanthopoulos, G., Labris, C., Golfinos, C., 2004. The June 4, 2001 fire in the wildland urban interface areas of Northern Attica: Evolution, firefighting problems and damages. Pp. 19-28. In Proceedings of the International Workshop on "Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge", May 15-16, 2003, Athens, Greece. National Agricultural Research Foundation, Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, Athens, Greece. Pages239 (διαθέσιμο σε <http://www.fria.gr/WARM/chapters/warmCh03Xanthopoulos.pdf>).

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΑΠΟΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τσιουτσιουρήγας, Δημήτριος¹; Τσιάρας, Στέφανος^{1,2}; Ράπτης, Δημήτριος¹; Καζάνα, Βασιλική¹

¹ Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, tsioutsourigasd@gmail.com, stefanostsiaras@emt.ihu.gr, d_rapt@for.ihu.gr, vkazana@for.ihu.gr

² Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, stsiaras@uth.gr

Περίληψη

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν τη μεγαλύτερη απειλή των δασών και των δασικών εκτάσεων, καθώς προκαλούν μεγάλες καταστροφές σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, επιφέροντας ανυπολόγιστες επιπτώσεις για το οικοσύστημα, τον πλανήτη και την οικονομία. Ο σκοπός της εργασίας είναι η καταγραφή των απόψεων των πολιτών, που έχουν μια ιδιαίτερη σχέση με το δάσος, σχετικά με τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών, το νομικό πλαίσιο που διέπει την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών και το αίσθημα ασφάλειας που έχουν οι πολίτες όταν επισκέπτονται ένα δάσος κατά τη θερινή περίοδο. Το βασικό μεθοδολογικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ερωτηματολόγιο και η ανάλυση των δεδομένων έγινε με περιγραφικές μεθόδους. Από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες στην έρευνα στο σύνολό τους έχουν αρνητική άποψη για τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα.

***Λέξεις κλειδιά:** Κλιματική αλλαγή, πολιτική για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών, νομικό πλαίσιο πυροπροστασίας, μεσογειακά οικοσυστήματα, δασική υπηρεσία*

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές είναι ο μεγαλύτερος κίνδυνος των δασών και των δασικών εκτάσεων, καθώς προκαλούν μεγάλες καταστροφές σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, επιφέροντας ανυπολόγιστες επιπτώσεις για το οικοσύστημα, τον πλανήτη και την οικονομία (Καϊλίδης 1993).

Από οικολογικής άποψης, η φωτιά αποτελεί σημαντικό παράγοντα και μάλιστα σε ορισμένα χερσαία οικοσυστήματα, όπως για παράδειγμα στις μεσογειακές φυτικές διαπλάσεις των αειφύλλων πλατυφύλλων και των μεσογειακών κωνοφόρων, εμφανίζονται φυσικές πυρκαγιές κατά σχεδόν κανονικά διαστήματα (Ντάφης 1986). Επομένως, οι δασικές πυρκαγιές δεν μπορούν ποτέ να εξαλειφθούν τελείως.

Η άνοδος της θερμοκρασίας λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, η συσσώρευση της καύσιμης ύλης καθώς και η επίδραση του ανθρώπου στα μεσογειακά οικοσυστήματα παρέχουν άριστες συνθήκες για την ανάπτυξη πυρκαγιών (Sarris κ.α., 2013). Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλη αύξηση της καύσιμης ύλης στην περιοχή της Μεσογείου, η οποία οφείλεται στις αλλαγές των χρήσεων της γης και στη μείωση της χρήσης της βιομάζας: η απόληψη της βιομάζας τα παλαιότερα χρόνια αποτελούσε ρυθμιστικό παράγοντα για την αποτροπή εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών (Moreira κ.α., 2011, Pausas & Munoz 2012, Fernandes 2013). Η πρακτική που ασκούν οι περισσότερες μεσογειακές χώρες είναι αυτή της καταστολής μετά την εκδήλωση του συμβάντος, δηλαδή πυρόσβεση. Παρ' όλα αυτά η συγκεκριμένη τακτική και τα αποτελέσματα της δεν μπορούν να θεωρηθούν αποτελεσματικά (Xanthopoulos κ.α. 2006). Κύριο μέτρο αποτροπής και ελέγχου αποτελούν οι αντιπυρικές ζώνες, ωστόσο όπως βρέθηκε από έρευνες στη νότια Γαλλία, απέτυχαν να επιτελέσουν τη βασική τους λειτουργία ως βασική γραμμή άμυνας (Perchat & Rigolot 2005). Παράλληλα, σε μια προσπάθεια περιγραφής της καταστροφικής επίδρασης των πυρκαγιών τα τελευταία χρόνια, ο όρος Μεγα-πυρκαγιές (Mega-fires) έχει εισαχθεί για να περιγράψει «πυρκαγιές οι οποίες καίνε εκτάσεις πάνω από 10000 ha και θεωρούνται οικολογικού τύπου καταστροφές που καίνε μεγάλες εκτάσεις γης και δεν συμπίπτουν με τα διαχρονικά ιστορικά δεδομένα» σύμφωνα με αρκετούς μελετητές (Daniel κ.α. 2007, Bradstock 2008, Stephens κ.α. 2014).

Στον Ελλαδικό χώρο τα αίτια των δασικών πυρκαγιών παραμένουν σε μεγάλο ποσοστό άγνωστα (57,24% των καμένων εκτάσεων), ενώ ακολουθούν οι πυρκαγιές από αμέλεια με ποσοστό 11,26%, οι εμπρησμοί με ποσοστό 11,49%, η καύση αγρών με 8,25%, η δημιουργία βοσκοτόπων με 7,67% και τέλος οι φυσικές πυρκαγιές αποτελούν μόλις το 4,09% (Ξανθόπουλος κ.α. 2019)

Σύμφωνα με τη μελέτη της Επιτροπής Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής (ΕΜΕΚΑ 2011) της Τράπεζας της Ελλάδας, τα παραγωγικά δάση της Ελλάδας (δάση ερυθρελάτης, ελάτης, οξιάς και μαύρης Πεύκης) αναμένεται να μειωθούν κατά 6% περίπου μέχρι το 2100, με αντίστοιχη μείωση της παραγόμενης ξυλείας και την περαιτέρω οικονομική συρρίκνωση του δασικού τομέα στην Ελλάδα. Παράλληλα, αναμένεται αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών κατά τη θερινή περίοδο και αντίστοιχη αύξηση των καμένων δασικών εκτάσεων κατά 15% περίπου, αυξάνοντας κατά περίπου 60 εκατομμύρια ευρώ το σχετικό κόστος κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών και της αποκατάστασης των ζημιών. Παρόμοιες είναι και οι εκτιμήσεις της μελέτης του Ευρωπαϊκού Ινστιτούτου Δασών (Biriot 2009), σύμφωνα με την οποία ο κίνδυνος από τις δασικές πυρκαγιές αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, κυρίως εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Η κλιματική αλλαγή αυξάνει την ένταση των δασικών πυρκαγιών με τα ακραία καιρικά φαινόμενα (πολύ υψηλές θερμοκρασίες, πολύ χαμηλές σχετικές υγρασίες, θυελλώδεις άνεμοι κλπ.), επεκτείνει τη γεωγραφική εξάπλωση πυρκαγιών, αλλά και επιμηκύνει την περίοδο υψηλού κινδύνου (Τσιάρας & Τσιρούκης 2023).

Ο σκοπός της εργασίας είναι η καταγραφή των απόψεων των πολιτών που έχουν άμεση αλληλεπίδραση με τα δασικά οικοσυστήματα, σε θέματα που σχετίζονται με τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών, το νομικό πλαίσιο που διέπει την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών και το αίσθημα ασφάλειας που έχουν οι πολίτες όταν επισκέπτονται ένα δάσος κατά τη θερινή περίοδο.

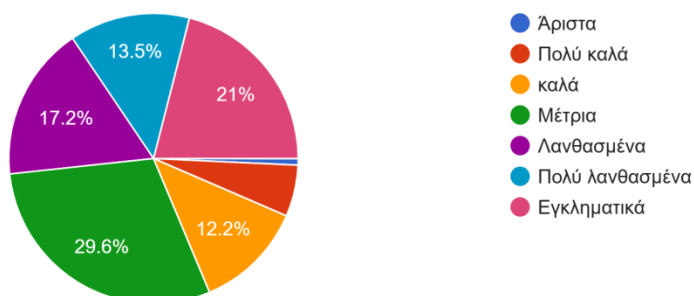
Υλικά και Μέθοδοι

Το βασικό μεθοδολογικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας ήταν το ερωτηματολόγιο, το οποίο δημιουργήθηκε με τη σχετική υπηρεσία που παρέχει η Google (Google forms). Το ερωτηματολόγιο κυκλοφόρησε και διαμοιράστηκε στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social media) τον Φεβρουάριο του 2023. Επιλέχθηκαν κυρίως σελίδες που σχετίζονται με τη δασική υπηρεσία, τη θήρευση άγριων ζώων, τη συλλογή μανιταριών, καθώς και σελίδες με μέλη που απολαμβάνουν την παρατήρηση άγριας ζωής, φυτών, και την πεζοπορία. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με περιγραφικές μεθόδους και η παρουσίαση τους γίνεται με κυκλικά διαγράμματα.

Το σύνολο των τελικών απαντήσεων ανήλθε σε 560. Το 51,4% των συμμετεχόντων στην έρευνα ήταν άντρες και το 48,6% ήταν γυναίκες. Όσον αφορά στην ηλικία των συμμετεχόντων, οι περισσότεροι ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα 17-30 έτη (27,8%) και ακολουθούσε η ηλικιακή ομάδα 41-50 (25,1%). Ακολούθησαν οι ηλικιακές ομάδες 31-40 (24,6%), 51-60 (18,51%), 61-70 (3,4%) και 71-80 (0,5%).

Αποτελέσματα

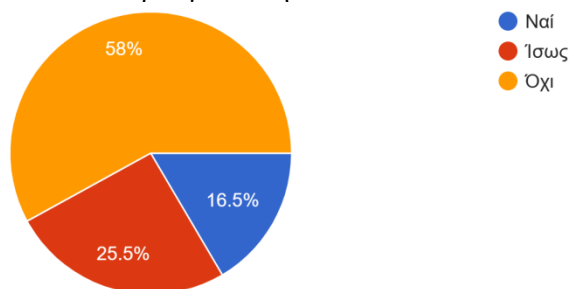
Στη συνέχεια της εργασίας παρουσιάζονται με τη μορφή σχημάτων οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην έρευνα.



Σχήμα 1. Απαντήσεις στην ερώτηση «Θεωρείτε πως γίνεται σωστή διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα;»

Figure 1. Responses to the question «Do you think that forest fires are properly managed in Greece?»

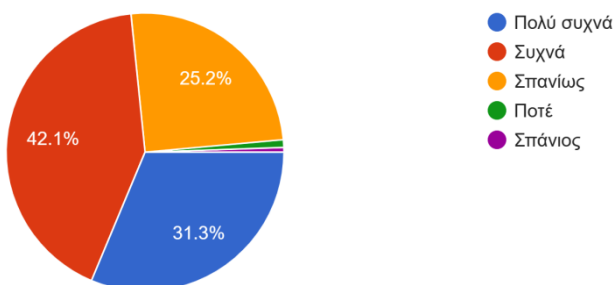
Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «*Θεωρείτε πως γίνεται σωστή διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα;*». Η πιο κοινή άποψη ανάμεσα στους ερωτηθέντες ήταν ότι γίνεται μέτρια διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα (ποσοστό 29,6%), ενώ ποσοστό άνω του 50% θεωρεί γίνεται λανθασμένη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών (ποσοστό 51,7%). Στον αντίποδα, μόλις το 18,6% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι γίνεται σωστή διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα.



Σχήμα 2. Απαντήσεις στην ερώτηση «*Θεωρείτε πως τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει πρόοδος στην εφαρμογή της νομοθεσίας σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές;*»

Figure 2. Responses to the question «Do you consider that in recent years there has been progress in the implementation of legislation on forest fires?»

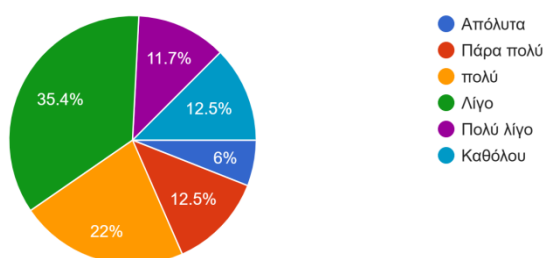
Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «*Θεωρείτε πως τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει πρόοδος στην εφαρμογή της νομοθεσίας σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές;*». Μόλις το 16,5% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι έχει υπάρξει πρόοδος, ενώ πάνω από τους μισούς συμμετέχοντες (ποσοστό 58%) πιστεύουν ότι δεν έχει υπάρξει πρόοδος. Ένας στους τέσσερις ερωτηθέντες (ποσοστό 25,5%) δεν μπορεί να δηλώσει με βεβαιότητα ότι έχει υπάρξει πρόοδος στην εφαρμογή της νομοθεσίας σχετικά με την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών.



Σχήμα 3. Απαντήσεις στην ερώτηση «*Επιλέγετε το δάσος για αναψυχή στον ελεύθερο χρόνο σας, πχ για έναν περίπατο;*»

Figure 3. Responses to the question «Do you usually select the forest for recreation purposes during your free time, e.g. for a walk?»

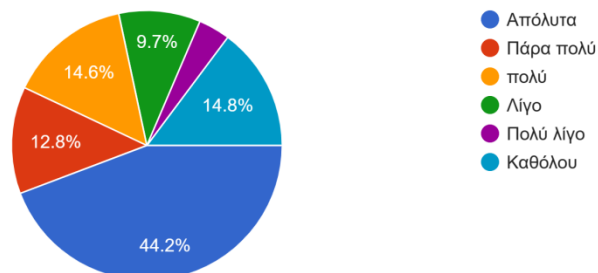
Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «*Επιλέγετε το δάσος για αναψυχή στον ελεύθερο χρόνο σας, πχ για έναν περίπατο;*». Σχεδόν τρεις στους τέσσερις ερωτηθέντες (ποσοστό 73,4%) απάντησαν ότι επιλέγουν συχνά ή πολύ συχνά το δάσος ως προορισμό αναψυχής στον ελεύθερο χρόνο τους. Στον αντίποδα ένας στους τέσσερις συμμετέχοντες στην έρευνα απάντησαν ότι σπανίως επιλέγουν το δάσος ως προορισμό αναψυχής στον ελεύθερο χρόνο τους.



Σχήμα 4. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων που επέλεξαν το δάσος για αναψυχή σχετικά με το αν αισθάνονται ασφαλείς κατά τη θερινή περίοδο, όταν υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιάς.

Figure 4. Responses of participants who choose the forest for recreation on whether they feel safe during the summer period, when there is an increased risk of fire.

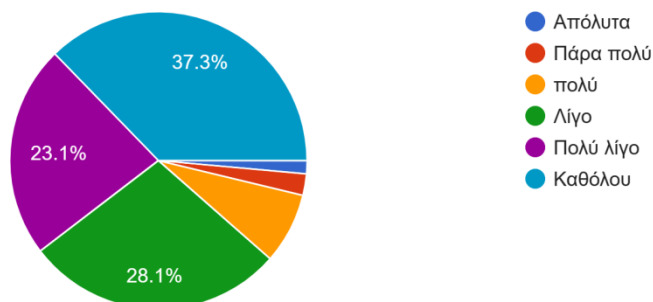
Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «Αν επιλέγετε το δάσος για αναψυχή, νιώθετε ασφαλείς κατά τη θερινή περίοδο, όταν υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιάς;». Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων σε ποσοστό περίπου 60% απάντησε ότι νιώθουν λίγο έως καθόλου ασφαλείς κατά την επίσκεψή τους σε ένα δάσος τη θερινή περίοδο. Αντίθετα, σχεδόν το 40% των συμμετεχόντων απάντησε ότι αισθάνονται ασφαλείς (πολύ έως απόλυτα ασφαλείς) κατά την επίσκεψή τους σε ένα δάσος τη θερινή περίοδο.



Σχήμα 5. Απαντήσεις στην ερώτηση «Θεωρείτε ότι η δασοπυρόσβεση πρέπει να είναι αρμοδιότητα και της δασικής υπηρεσίας και όχι αποκλειστικά της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας;»

Figure 5. Answers to the question «Do you think that forest firefighting should be the responsibility of the Forest Service and not exclusively of the Fire Service?»

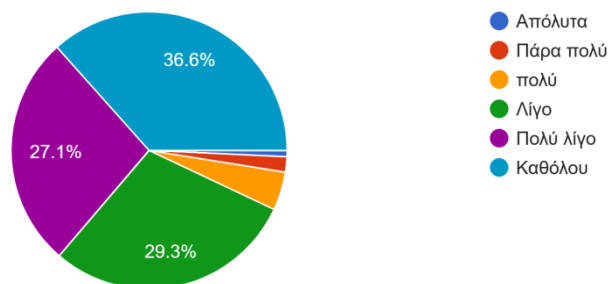
Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «Η δασοπυρόσβεση εδώ και πολλά χρόνια (από το 1998) έχει περάσει από τη δασική υπηρεσία στην αρμοδιότητα της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας. Θεωρείτε ότι η δασοπυρόσβεση πρέπει να είναι αρμοδιότητα της δασικής υπηρεσίας;» Ποσοστό άνω του 70% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι η δασοπυρόσβεση πρέπει να ανήκει στις αρμοδιότητες της δασικής υπηρεσίας και μάλιστα το 44,2% των συμμετεχόντων στην έρευνα συμφωνούν απόλυτα με τη συγκεκριμένη πρόταση.



Σχήμα 6. Απαντήσεις στην ερώτηση «Θεωρείτε ότι οι προστατευόμενες περιοχές στην Ελλάδα προστατεύονται σωστά από τις δασικές πυρκαγιές;»

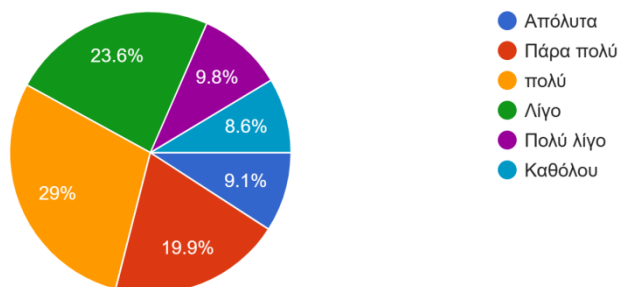
Figure 6. Answers to the question «Do you think that protected areas in Greece are properly protected from forest fires?»

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «Θεωρείτε ότι οι προστατευόμενες περιοχές στην Ελλάδα προστατεύονται σωστά από τις δασικές πυρκαγιές;». Η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων (ποσοστό 88,5%) δεν θεωρεί ότι οι προστατευόμενες περιοχές προστατεύονται σωστά από τον κίνδυνο εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών, απαντώντας καθόλου (37,3%), πολύ λίγο (23,1%) ή λίγο (28,1%) στην προηγούμενη ερώτηση. Από την άλλη μεριά, μόλις το 11,5% των ερωτηθέντων πιστεύει το αντίθετο, ότι δηλαδή οι προστατευόμενες περιοχές στην Ελλάδα είναι θωρακισμένες απέναντι στον κίνδυνο των δασικών πυρκαγιών.



Σχήμα 7. Άποψη των συμμετεχόντων για την προστασία των οικισμών που βρίσκονται κοντά σε δάση
Figure 7. Participants' views on the protection of settlements near forests.

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «*Θεωρείτε ότι οι οικισμοί στην Ελλάδα που βρίσκονται κοντά σε δάση προστατεύονται σωστά από τις δασικές πυρκαγιές;*». Όπως και στην προηγούμενη ερώτηση η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων στην έρευνα απάντησε αρνητικά και μάλιστα σε ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό (93%). Πιο συγκεκριμένα, το 36,6% των ερωτηθέντων απάντησε «Καθόλου», το 27,1% απάντησε «Πολύ λίγο» και το 29,3% απάντησε «Λίγο». Μόλις το 7% απάντησε ότι θεωρεί πως οι οικισμοί στην Ελλάδα που βρίσκονται κοντά σε δάση προστατεύονται επαρκώς από τις δασικές πυρκαγιές.



Σχήμα 8. Άποψη των συμμετεχόντων για την αποτελεσματικότητα της χρήσης τεχνολογίας για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών
Figure 8. Participants' views on the effectiveness of the use of technology for forest fire management

Στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ερώτηση «*Θεωρείτε ότι αν με τη βοήθεια στατιστικών μεθόδων και προβλέψεων γνωρίζαμε πόσες θα είναι οι καμένες εκτάσεις, θα μπορούσαμε να προστατευτούμε σωστά απέναντι στις δασικές πυρκαγιές;*». Το 58% των ερωτηθέντων απάντησε ότι συμφωνεί με τη συγκεκριμένη πρόταση, ενώ το 42% απάντησε ότι δεν συμφωνεί.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Όπως διαπιστώθηκε από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, οι συμμετέχοντες στην έρευνα στο σύνολό τους έχουν αρνητική άποψη για την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα. Επιπρόσθετα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δεν θεωρεί ότι έχει υπάρξει πρόοδος τα τελευταία χρόνια στην εφαρμογή της νομοθεσίας σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές, μολονότι οι νομοθετικές παρεμβάσεις των κυβερνήσεων στην Ελλάδα είναι αρκετές τα τελευταία χρόνια. Το συγκεκριμένο γεγονός, εκτός από τις προφανείς αστοχίες που καταγράφονται από τη μεριά των πολιτών, δείχνει και μια αδυναμία από πλευράς των κυβερνήσεων στην Ελλάδα να επικοινωνήσουν τα νομοθετικά μέτρα με τρόπο εύληπτο στους πολίτες της χώρας. Η μεγάλη πλειοψηφία των συμμετεχόντων επιλέγει το δάσος ως προορισμό αναφυχής, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σχέση που έχουν με το δάσος και η οποία λήφθηκε υπόψη κατά τον διαμοιρασμό του ερωτηματολογίου. Από την άλλη μεριά όμως, μολονότι επιλέγουν το δάσος για αναφυχή, εντούτοις οι περισσότεροι δεν αισθάνονται ιδιαίτερα ασφαλείς όταν το επισκέπτονται κατά τους μήνες της αντιπυρικής περιόδου, γεγονός που συνάδει με τις προηγούμενες απαντήσεις των συμμετεχόντων. Προς επίρρωση της ανασφάλειας που νιώθουν οι πολίτες προέκυψε η απάντησή

τους ότι θα επιθυμούσαν πιο ενεργό ρόλο της δασικής υπηρεσίας στη δασοπυρόσβεση, καθώς θεωρούν ότι το υπάρχον μοντέλο με τη συμμετοχή του Πυροσβεστικού Σώματος δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό. Εξίσου αρνητική είναι η στάση των συμμετεχόντων στην έρευνα για το πόσο ευάλωτες είναι οι προστατευόμενες περιοχές στην Ελλάδα από τις δασικές πυρκαγιές, αλλά και για τους οικισμούς που βρίσκονται κοντά σε δάση. Τέλος, οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες στην έρευνα θεωρούν ότι η χρήση της τεχνολογίας μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό όπλο στην αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών.

Είναι σαφές ότι το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, αλλά και σε άλλες χώρες της Μεσογείου, είναι τεράστιο και επιδεινώνεται με την πάροδο των ετών, εξαιτίας και της κλιματικής αλλαγής. Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών απαιτούνται τολμηρά νομοθετικά βήματα από πλευράς κυβερνήσεων, επενδύοντας στον τομέα της πρόληψης και όχι της καταστολής. Βασικός αρωγός σε αυτή την προσπάθεια θα πρέπει να είναι η υποστελεχωμένη δασική υπηρεσία, η οποία όμως επιβάλλεται να στελεχωθεί άμεσα με το απαραίτητο εξειδικευμένο προσωπικό για την καλύτερη και πιο αποτελεσματική διαχείριση των δασών της χώρας μας, ακολουθώντας το μοντέλο της μεσογειακής δασοπονίας -το οποίο άλλωστε προτείνεται από την Εθνική Στρατηγική για τα δάση 2018-2038. Παράλληλα, απαιτείται απλοποίηση των διαδικασιών καταστολής, με τον περιορισμό του αριθμού των εμπλεκόμενων φορέων, το οποίο μόνο σύγχυση δημιουργεί. Είναι αναγκαίο λοιπόν να δημιουργηθεί ένας ενιαίος φορέας δασοπυρόσβεσης, στον οποίο θα μετέχει και η δασική υπηρεσία, άριστα εκπαιδευμένος και απόλυτα εξειδικευμένος για την αντιμετώπιση αποκλειστικά των δασικών πυρκαγιών. Ο φορέας θα πρέπει να εφοδιαστεί με όλα τα απαραίτητα τεχνολογικά μέσα για την έγκαιρη ειδοποίηση για το ξέσπασμα πυρκαγιάς, και για την εξέλιξή της με τη χρήση εξειδικευμένων μοντέλων, τα οποία θα λαμβάνουν υπόψη μετεωρολογικές συνθήκες, την ποσότητα και το ποσοστό σχετικής υγρασίας της καύσιμης ύλης, το ανάγλυφο κλπ. Σημαντικό επίσης είναι να αξιοποιηθούν καλές πρακτικές από άλλες χώρες της Μεσογείου, αλλά και του υπόλοιπου κόσμου, που αντιμετωπίζουν συχνά το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, όπως για παράδειγμα η Κύπρος, η Ιταλία, η Γαλλία, η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Τουρκία, το Ισραήλ, η Αυστραλία και οι Η.Π.Α.

Abstract

Forest fires are the greatest threat to forests and woodlands, as they cause great destruction in a very short period, causing incalculable impacts on the ecosystem, the planet and the economy. The purpose of the paper is to record the views of citizens, who have a special relationship with the forest regarding the management of forest fires, the legal framework that governs the response to forest fires and the sense of security that citizens have when visiting a forest in the summer season. The primary methodological tool used was the questionnaire, and the data analysis was done with descriptive methods. From the presentation of the results, it emerged that the survey participants have a negative view of the management of forest fires in Greece.

Βιβλιογραφία

- Birot, Y., 2009. Η ζωή μας με τις δασικές πυρκαγιές: Η άποψη της επιστήμης. Μια συνεισφορά στο Διάλογο Επιστήμης-Πολιτικής. Discussion Paper15. European Forest Institute (EFI). Finland.
- Bradstock, R. A., 2008. Effects of large fires on biodiversity in south-eastern Australia: disaster or template for diversity?. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6): 809-822.
- Daniel, T. C., Carroll, M. S., & Moseley, C., 2007. People, fire, and forests: a synthesis of wildfire social science. University of Oregon. Institute for Resilient Organizations, Communities, and Environments (IROCE).
- Fernandes, P. M., 2013. Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning*, 110: 175-182.
- Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, E., ... & Bilgili, E., 2011. Landscape-wildfire interactions in southern Europe: implications for landscape management. *Journal of environmental management*, 92(10): 2389-2402.
- Pausas, J. G., & Fernández-Muñoz, S., 2012. Fire regime changes in the Western Mediterranean Basin: from fuel-limited to drought-driven fire regime. *Climatic change*, 110(1): 215-226.
- Perchat, S., & Rigolot, E., 2005. Comportement au feu et utilisation par les forces de lutte des coupures de combustible touchées par les grands incendies de la saison 2003.

Sarris, D., Christopoulou, A., Angelonidi, E., Koutsias, N., Fulé, P. Z., & Arianoutsou, M., 2013. Increasing extremes of heat and drought associated with recent severe wildfires in southern Greece. *Regional Environmental Change*, 14(3): 1257–1268.

Stephens, S. L., Burrows, N., Buyantuyev, A., Gray, R. W., Keane, R. E., Kubian, R., ... & Van Wagendonk, J. W., 2014. Temperate and boreal forest mega-fires: Characteristics and challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(2): 115-122.

Xanthopoulos, G., Caballero, D., Galante, M., Alexandrian, D., Rigolot, E., & Marzano, R. (2006). Forest fuels management in Europe. In: Andrews, Patricia L.; Butler, Bret W., comps. 2006. *Fuels Management-How to Measure Success: Conference Proceedings*. 28-30 March 2006; Portland, OR. Proceedings RMRS-P-41. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 29-46 (Vol. 41).

Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής - ΕΜΕΚΑ (2011). *Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα*. Τράπεζα της Ελλάδος, Ιούνιος 2011. Επιμέλεια Έκδοσης: Ίδρυμα Εκτόπωσης Τραπεζογραμματίων και Αξιών της Τράπεζας της Ελλάδος.

Καϊλίδης, Δ., 1993. *Δασικές Πυρκαγιές*. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.

Ντάφης, Σ., 1986. *Δασική Οικολογία*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.

Τσιάρας, Σ., Τσιρούκης, Α., 2023. *Περιβάλλον και Βιώσιμη Ανάπτυξη [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Ξανθόπουλος, Γ., Ευτυχίδης, Γ., Μάλλινης, Γ., Μητσόπουλος, Ι., & Δημητρακόπουλος, Α., 2019. *Επιτροπή για τις προοπτικές διαχείρισης πυρκαγιών δασών και υπαίθρου στην Ελλάδα: Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937/Β/2018) για την ανάλυση των υποκείμενων αιτιών και τη διερεύνηση των προοπτικών διαχείρισης των μελλοντικών πυρκαγιών δασών και υπαίθρου στην Ελλάδα*.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΣΤΟ ΠΙΛΟΤΙΚΟ ΕΡΓΟ ΤΗΣ
ΧΙΟΥ: ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

**Κορακάκη, Ευαγγελία^{1*}; Αθανασίου, Μιλτιάδης²; Ξανθόπουλος, Γαβριήλ¹; Σολωμού,
Αλεξάνδρα¹; Αβραμίδου, Ευαγγελία¹; Προύτσος, Νικόλαος¹; Καρέτσος, Γεώργιος¹;
Μιχόπουλος, Παναγιώτης¹; Καούκης, Κωνσταντίνος¹; Μπουρλέτσικας, Αθανάσιος¹;
Μάντακας, Γεώργιος¹; Σαζεΐδης, Χριστόδουλος³; Ξαγοράρης, Χρήστος³; Φύλλας, Νικόλαος³;
Τζηρίτης, Ηλίας⁴**

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ", Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Τ.Κ. 11528, Ιλίσια – Αθήνα, ekorakaki@elgo.gr.

²Wildfire Management Consulting and Training, Θωμά Παλαιολόγου 8, Τ.Κ. 13673, Αθήνα, info@m-athanasiou.gr

³Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διαχείρισης Βιοποικιλότητας, Κτήριο «Ξενία Α», Λόφος Πανεπιστημίου, Τ.Κ. 81100, Μυτιλήνη, sazeides@env.aegean.gr.

⁴WWF Ελλάς, Χερσαίο Πρόγραμμα, Χαριλάου Τρικούπη 119-121, Τ.Κ. 11473 Αθήνα, e.tziritis@wwf.gr

*e-mail: e.korakaki@fria.gr

Περίληψη

Η προδιαγεγραμμένη καύση αποτελεί ένα σημαντικό διαχειριστικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να έχει ευεργετικές επιδράσεις, όπως η μείωση του κινδύνου από πυρκαγιές του οικοσυστήματος και η βελτίωση της υγείας του. Η παρακολούθηση των επιπτώσεων από την εφαρμογή της μεθόδου, είναι πολύ σημαντική ώστε να βελτιώνονται οι προδιαγραφές χρήσης της και να ελαχιστοποιούνται οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι μεσοπρόθεσμες επιπτώσεις της εφαρμογής της προδιαγεγραμμένης καύσης, σε μεσογειακού τύπου δασικά οικοσυστήματα στη Χίο. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή της προδιαγεγραμμένης καύσης δεν επιφέρει σημαντικές μεταβολές στις φυσιολογικές λειτουργίες της βλάστησης και στις εδαφικές ιδιότητες, ενώ υπάρχουν ενδείξεις αύξησης της φυτικής ποικιλότητας.

***Λέξεις κλειδιά:** μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα, υδατικό δυναμικό, εδαφικές ιδιότητες, φυτική ποικιλότητα, πρόληψη δασικών πυρκαγιών.*

Εισαγωγή

Η προδιαγεγραμμένη καύση (ΠΚ), αποτελεί ένα εργαλείο διαχείρισης της βλάστησης το οποίο μπορεί να εξυπηρετήσει ποικιλία διαχειριστικών στόχων, όπως την πρόληψη δασικών πυρκαγιών, τη βελτίωση οικοτόπων, βοσκοτόπων, την προστασία της βιοποικιλότητας, τον έλεγχο ή τον μετριασμό ασθενειών και εντόμων (Fernandes κ.α. 2013, Valkó κ.α. 2016, Alcañiz κ.α. 2018). Ωστόσο, είναι σημαντικό να αξιολογηθεί η επίδραση της εφαρμογής της ΠΚ στο φυσικό περιβάλλον, καθώς και να παραχθούν επιστημονικά δεδομένα τα οποία θα αξιοποιηθούν για τη δημιουργία οδηγιών και προδιαγραφών που θα διασφαλίζουν την ορθή, ασφαλή και αποδοτική χρήση της μεθόδου.

Η ΠΚ θεωρείται ότι δεν έχει σημαντικές επιπτώσεις στα διάφορα στοιχεία του δασικού οικοσυστήματος, λόγω της χαμηλής έντασης της φωτιάς (Cawson κ.α. 2012). Ωστόσο, ο αριθμός των εργασιών που μελετούν τις μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της ΠΚ στη Μεσογειακή βλάστηση είναι ακόμα περιορισμένες και πολλές φορές τα αποτελέσματά τους είναι αντικρουόμενα (Alcañiz κ.α. 2018). Επομένως, είναι σημαντικό να συνεχίσουμε να μελετούμε τη

συμπεριφορά της ΠΚ και τις επιπτώσεις της, ώστε να μπορέσουμε να συνεισφέρουμε ουσιαστικά στη δημιουργία και βελτίωση των προδιαγραφών για την εφαρμογή της και να επιτύχουμε το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών, μέσω της μείωσης της καύσιμης ύλης, με έναν ασφαλή και οικολογικά αποδεκτό τρόπο.

Στην παρούσα εργασία διερευνούμε τις μεσοπρόθεσμες επιπτώσεις της εφαρμογής της ΠΚ, σε μεσογειακού τύπου δασικά οικοσυστήματα στη Χίο, μελετώντας τις φυσιολογικές λειτουργίες της βλάστησης, ποικίλες εδαφικές ιδιότητες και την εξέλιξη της φυτικής και επιγενετικής ποικιλότητας, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή ΠΚ.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή Μελέτης

Η παρούσα μελέτη υλοποιήθηκε πιλοτικά στο νησί της Χίου (Athanasίου κ.α., 2022). Η προδιαγεγραμμένη καύση (ΠΚ) εφαρμόστηκε τον Φεβρουάριο, τον Απρίλιο και τον Δεκέμβριο του 2022 και τον Μάρτιο του 2023, εκτός των αντιπυρικών περιόδων, σε δημόσιες ή δημοτικές δασικές εκτάσεις και δάση της Χίου. Παρακολούθησαμε τις οικολογικές επιπτώσεις της εφαρμογής της καύσης σε 9 πειραματικές επιφάνειες (ΠΕ), συνολικής έκτασης περίπου 40 στρεμμάτων, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τους παρακάτω δασικούς τύπους:

- συστάδες τραχείας πεύκης με φρυγανική βλάστηση στον υπόροφο (3 ΠΕ)
- συστάδες τραχείας πεύκης με βελονοτάπητα στον υπόροφο (2 ΠΕ)
- περιοχές με φρυγανική βλάστηση (χωρίς ανώροφο, 2 ΠΕ)
- περιοχές με μακία βλάστηση (χωρίς ανώροφο, 1 ΠΕ)
- περιοχές με αναγέννηση τραχείας πεύκης (χωρίς ανώροφο, αντιπυρική ζώνη, 1 ΠΕ)

Ο αριθμός των ΠΕ ποικίλει από τέσσερις έως εννέα, ανάλογα με τη μελετώμενη παράμετρο και τις απαιτήσεις της σε χρόνο προετοιμασίας και μέτρησης. Σε κάθε περίπτωση έχει μελετηθεί τουλάχιστον μία ΠΕ ανά δασικό τύπο, πλην της επιφάνειας με αναγέννηση τραχείας πεύκης, στην οποία δεν μελετήθηκε η εδαφική αναπνοή, ο ρυθμός αποσύνθεσης και διήθησης του νερού στο έδαφος και οι δείκτες μικροβιακής βιομάζας, λόγω περιορισμών σε χρόνο και πόρους.

Μέθοδοι – Μελετώμενες παράμετροι

Κατά την υλοποίηση του πιλοτικού ερευνητικού έργου, μελετήθηκε σειρά παραμέτρων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή ΠΚ, με σκοπό να:

- Να υποστηριχθούν οι αποφάσεις για την εφαρμογή της ΠΚ, ώστε με την επιθυμητή συμπεριφορά φωτιάς να επιτευχθούν, με ασφάλεια, τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα.
- Να καταγραφούν τα χαρακτηριστικά της καύσης και άλλων αβιοτικών παραγόντων, με στόχο τη δημιουργία οδηγιών και προδιαγραφών χρήσης της μεθόδου.
- Να αξιολογηθεί η επίδραση της εφαρμογής ΠΚ στο φυσικό περιβάλλον.

Ακολουθεί πιο αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας ανά κατηγορία παραμέτρων που μελετήθηκαν:

Παρακολούθηση της υδατικής κατάστασης της βλάστησης

Αξιολογήθηκε η υδατική κατάσταση της βλάστησης και η απόκρισή της στις συνθήκες που δημιουργεί η ΠΚ, στις 9 ΠΕ, με στόχο την εκτίμηση της ευφλεκτικότητά της βλάστησης, αλλά και την κατανόηση των μηχανισμών απόκρισης και προσαρμογής της βλάστησης στην ξηρασία. Η υδατική κατάσταση των φυτών εκτιμήθηκε με τη χρήση φορητού οργάνου μέτρησης υδατικού δυναμικού φυτών (stem water potential), μέσω της μεθόδου του θαλάμου πίεσης Scholander (Boyer 1967), ενώ για την μελέτη της μεταβολής της υδατικής κατάστασης των ατόμων τραχείας πεύκης, χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος της θερμικής μεταφοράς για τον προσδιορισμό της ροής των φυτικών χυμών (Granier 1985). Η μέθοδος της θερμικής μεταφοράς εμφανίζει συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες τεχνικές (Κορακάκη & Ραδόγλου 2009) και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα, σε δάσος χαλεπίου Πεύκης στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής (Fotelli κ.α. 2019, Korakaki & Fotelli 2021).

Παρακολούθηση των μεταβολών της υγρασίας και της θερμοκρασίας στο έδαφος

Για τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης της υγρασίας του εδάφους με τη συμπεριφορά της φωτιάς, της επίδρασης της ΠΚ στη θερμοκρασία του εδάφους και τη σημασία αυτών για την εφαρμογή της ΠΚ, έγιναν μετρήσεις όσον αφορά την υγρασία του εδάφους, τη θερμοκρασία του εδάφους και τις μετεωρολογικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, έγινε συνεχής καταγραφή της θερμοκρασίας εδάφους, κατά τη διάρκεια της καύσης, σε βάθος 2, 6, 10 και 20 cm από την επιφάνεια του εδάφους, σε τρεις θέσεις για κάθε δοκιμή της ΠΚ στις 9 ΠΕ. Στα ίδια σημεία όπου έγιναν οι μετρήσεις θερμοκρασίας, πραγματοποιήθηκαν επίσης σημειακές μετρήσεις υγρασίας εδάφους, πριν και μετά τη φωτιά. Η ένταση της φωτιάς καταγράφηκε φωτογραφικά μέσω του μήκους φλόγας.

Παρακολούθηση εδαφικής αναπνοής, ρυθμού αποσύνθεσης και δεικτών μικροβιακής βιομάζας

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις εδαφικής αναπνοής με τη χρήση του αναλυτή ανταλλαγής αερίων Licor Li-8100 (Lincoln, NE, USA), σε έξι ΠΕ, έπειτα από την εγκατάσταση στο έδαφος τεσσάρων πλαστικών κολλάρων, 24 ώρες πριν την ΠΚ, εσωτερικής διαμέτρου 10 cm. Τα δύο τοποθετήθηκαν εντός της περιοχής που πραγματοποιήθηκε η καύση και δύο εκτός, με το ένα δίπλα από τον μάρτυρα. Η εδαφική αναπνοή μετρήθηκε ακριβώς πριν την εφαρμογή ΠΚ και μετά το πέρας 24 ωρών από την καύση. Ταυτόχρονα με τις μετρήσεις της εδαφικής αναπνοής τοποθετήθηκαν φακελάκια τσαγιού, σε παρακείμενες θέσεις, και εφαρμόστηκε η μέθοδος Tea Bag Index, με βάση το πρωτόκολλο των Keuskamp κ.α. (2013) για τον προσδιορισμό του ρυθμού αποσύνθεσης. Για τον προσδιορισμό του μικροβιακού άνθρακα εφαρμόστηκε η μέθοδος απολύμανσης-εκχύλισης (Vance κ.α. 1987). Οι μετρήσεις εδαφικής αναπνοής και ρυθμού αποσύνθεσης επαναλήφθηκαν τρεις και έξι μήνες μετά την ΠΚ. Για το μικροβιακό άζωτο χρησιμοποιήθηκαν τα εκχυλίσματα που προέκυψαν από την ανάλυση του μικροβιακού άνθρακα και στην συνέχεια εφαρμόστηκε η μέθοδος Kjeldhal (Bremner 1960).

Αποτύπωση του ρυθμού της διήθησης του νερού στο έδαφος

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του ρυθμού διηθητικότητας του νερού σε τέσσερις ΠΕ, στις οποίες διενεργήθηκε η προδιαγεγραμμένη καύση, τον Απρίλιο 2022, ήτοι ΧΑΔΑ (ΠΕ με μακκία βλάστηση), ΑΠΙΟΣ (ΠΕ τραχείας πεύκης με βελονοτάπητα στον υπόροφο) και ΡΕΣΤΑ (1ΠΕ με φρυγανική βλάστηση και 1 ΠΕ τραχείας πεύκης με φρυγανική βλάστηση στον υπόροφο). Σε κάθε ΠΕ εγκαταστάθηκαν τρία σημεία όπου μετρήθηκε η διηθητικότητα πριν και μετά την εφαρμογή της ΠΚ. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε mini disk infiltrometer διαμέτρου 4,5 cm και δημιουργήθηκε σχετικό σκαρίφημα των σημείων μέτρησης και παρακολούθησης των μεταβολών των εδαφικών χαρακτηριστικών, τα οποία σημάνθηκαν με κόκκινη ταινία και μεταλλικό στύλο ύψους 0,5 m.

Μετρήσεις διαφοροποιήσεων θρεπτικών στοιχείων, άνθρακα και κοκκομετρικής σύστασης και παρακολούθηση εδαφικής διάβρωσης

Από τις εννέα ΠΕ, συλλέχθηκαν δείγματα εδαφών μέχρι το βάθος των 20 cm, αφού απομακρύνθηκαν οι ξηρές βελόνες και φύλλα από τον τάπητα του εδάφους. Στις πέντε από τις εννέα επιφάνειες, που έχουν εκτεθεί σε μία περίοδο χειμερινών βροχοπτώσεων, συλλέχθηκαν δείγματα και μετά την εφαρμογή ΠΚ. Τα εδάφη ξηράθηκαν, κοσκινίστηκαν και κάποια αλέσθηκαν σε σφαιρόμυλο για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων του οργανικού άνθρακα, του αζώτου και του ανθρακικού ασβεστίου. Μετρήθηκαν το pH (ηλεκτρομετρικά) και η αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος (BAI 1984) και προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα, των ανταλλάξιμων κατιόντων Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} και K^{+} , του οργανικού + αμμωνιακού αζώτου (N), του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3), των αμμωνιακών ιόντων και των νιτρικών ιόντων (Benton Jones 2001). Η μηχανική σύσταση εκτιμήθηκε με τη μέθοδο του υδρομέτρου (Bouyoukos 1951). Οι συγκεντρώσεις όλων των εδαφικών παραμέτρων εκφράστηκαν σε ξηρό στον αέρα έδαφος.

Στις εννέα ΠΕ που πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες εδαφών, τοποθετήθηκαν μεταλλικά καρφιά ακριβώς μετά την ολοκλήρωση της προδιαγεγραμμένης καύσης με σκοπό να μετρηθεί η εδαφική διάβρωση. Η τοποθέτηση έγινε σε τρεις θέσεις ανά ΠΕ και οι πρώτες μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν το καλοκαίρι 2024.

Παρακολούθηση της εξέλιξης της φυτικής ποικιλότητας

Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των προδιαγεγραμμένων καύσεων στη βιοποικιλότητα, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες για την καταγραφή των αυτοφυών φυτικών ειδών. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τετράγωνα δειγματοληπτικά πλαίσια (1m x 1m) εντός και εκτός 7 ΠΕ (2 ΠΕ με μακία βλάστηση / Χαδά, Σκλαβιά; 2 ΠΕ /συστάδες τραχείας πεύκης με βελονοτάπητα στον υπόροφο / Αίπος, Κορακάρι; 2 ΠΕ με φρυγανική βλάστηση / Ρεστά, Βολισσός, 1 ΠΕ Δρυός με φυλλοτάπητα στον υπόροφο / Αγ. Γεώργιος) της περιοχής έρευνας, την εαρινή περίοδο (Απρίλιο) του έτους 2022 και μετρήθηκε ο πλούτος των αυτοφυών φυτικών ειδών. Η καταγραφή επαναλήφθηκε μετά την εφαρμογή ΠΚ, τον Απρίλιο 2023 στις 3 ΠΕ (Χαδά, Ρεστά, Αίπος), ενώ στις υπόλοιπες 4 ΠΕ θα πραγματοποιηθεί τον Απρίλιο 2024, καθώς σε αυτές οι καύσεις ολοκληρώθηκαν τον Μάρτιο 2023.

Μελέτη επιγενετικής βιοποικιλότητας

Η μελέτη της επιγενετικής ποικιλότητας πραγματοποιήθηκε σε άτομα τραχείας πεύκης, σε 3ΠΕ που περιλαμβάνουν ανώροφο τραχείας πεύκης, καθώς και σε 1 ΠΕ που περιλαμβάνει μακία βλάστηση. Στη τελευταία συλλέχθηκαν δείγματα (φυτικός ιστός) από αγριελιά (*Olea oleaster*), σχίνο (*Pistacia lentiscus*), πουρνάρι (*Quercus coccifera*), κουμαριά (*Arbutus unedo*), ασπάλαθο (*Calicotome villosa*) και λαδανιά (*Cistus creticus*). Οι δειγματοληψίες έγιναν πριν και μετά τη προδιαγεγραμμένη καύση, με στόχο να συνδυαστούν τα αποτελέσματα της επιγενετικής ποικιλότητας με την υδατική τους κατάσταση των δειγμάτων πριν και μετά τη φωτιά. Ο φυτικός ιστός που συλλέχθηκε μεταφέρθηκε στο εργαστήριο για την ομογενοποίηση των δειγμάτων με υγρό άζωτο και την εκχύλιση DNA. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η μέθοδος MSAP (methylation sensitive amplified polymorphisms) με σκοπό να βρεθούν συσχετίσεις του υδατικού δυναμικού με το επιγενετικό προφίλ των φυτών.

Αποτελέσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται κάποια προκαταρκτικά αποτελέσματα, καθώς οι αναλύσεις κάποιων παραμέτρων (όπως επιγενετικής ποικιλότητας, διάβρωσης, βιοποικιλότητας, κ.λπ.) είναι ακόμα σε εξέλιξη. Η παρακολούθηση της εδαφικής διάβρωσης αναμένεται να πραγματοποιηθεί το Φθινόπωρο 2023. Αντίστοιχα, η παρακολούθηση της βιοποικιλότητας θα επαναληφθεί τον Μάιο 2024, οπότε και θα ολοκληρωθεί.

Υδατική κατάσταση βλάστησης

Το **υδατικό δυναμικό** στις ΠΕ με μακία βλάστηση και φρύγανα, παρουσιάζει τη μέση μέγιστη τιμή του (λιγότερο αρνητική) πριν την ανατολή του ηλίου (predawn) και συνεχίζει να μειώνεται σταδιακά μέχρι να φτάσει την ελάχιστη τιμή του, κατά τις μεσημβρινές ώρες (midday) οπότε και είναι μεγαλύτερες οι διαπνευστικές απώλειες της βλάστησης. Στα δείγματα φυτικού ιστού που συλλέχθηκαν μέσα από την επιφάνεια που εφαρμόστηκε η ΠΚ, από άτομα που είχαν «καψαλιστεί», το υδατικό δυναμικό παρουσίασε μία σημαντική αύξηση, με τιμές παρόμοιες με αυτές πριν εφαρμοστεί η καύση (Σχήμα 1). Αντιθέτως, στα δείγματα φυτικού ιστού που συλλέχθηκαν από την περιφέρεια της επιφάνειας που εφαρμόστηκε η ΠΚ, το υδατικό δυναμικό συνέχισε τη μειούμενη διακύμανση, όπως αναμένεται να συμβεί κατά τις μεσημβρινές ώρες τις ημέρας (Σχήμα 1). Στις ΠΕ που πραγματοποιήθηκε προδιαγεγραμμένη καύση σε βελονοτάπητα, στον υπόροφο συστάδας τραχείας πεύκης, το υδατικό δυναμικό των ατόμων πεύκης φαίνεται να μην επηρεάστηκε καθόλου από τη φωτιά.



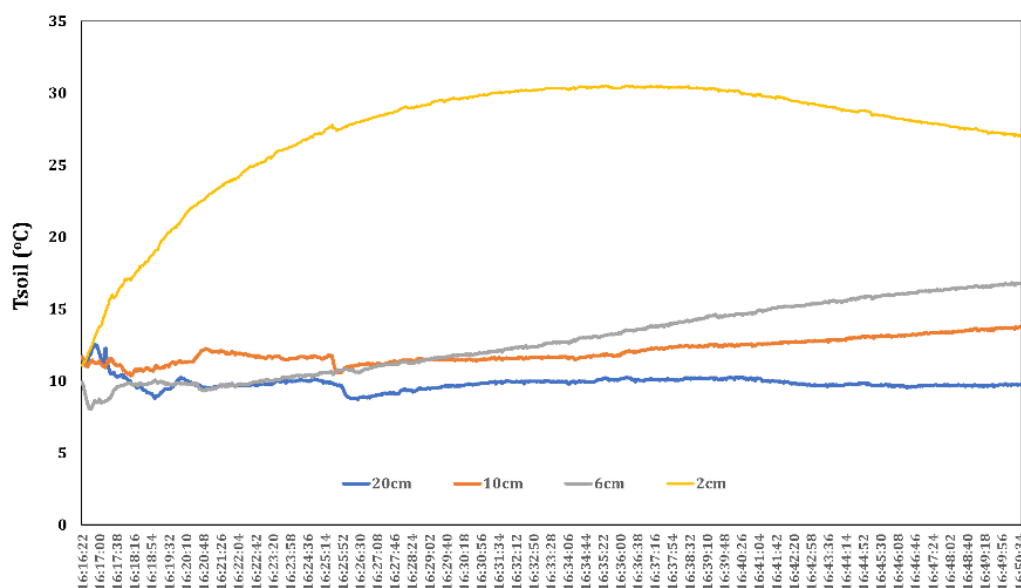
Σχήμα 1. Διακύμανση υδατικού δυναμικού μακκίας βλάστησης, βλαστών που συλλέχθηκαν πριν την ανατολή του ηλίου, πριν και μετά την εφαρμογή ΠΠ.

Figure 1. Fluctuation of water potential in maquis, on tissues collected before dawn, before and after the application of prescribed burning.

Εδαφικές παράμετροι

Όσον αφορά στη θερμοκρασία και στην υγρασία εδάφους, στην ΠΕ με φρύγανα, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των χειρισμών (μάρτυρας, καμένο), κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Στην ΠΕ με μακκία βλάστηση, παρά τις φαινομενικές διαφορές στη θερμοκρασία εδάφους, εντούτοις δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χειρισμών, ενώ όσον αφορά στην υγρασία η μοναδική διαφορά μεταξύ μάρτυρα και καμένου, παρατηρήθηκε κατά τον μήνα Απρίλιο. Όμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στην ΠΕ με βελονοτάπητα με ανώροφο τραχείας πεύκης, όπου οι θερμοκρασίες μεταξύ των χειρισμών, κατά τους μήνες των μετρήσεων δεν παρουσιάζουν διαφορές και μόνο κατά τον Απρίλιο εμφανίζεται διαφορά στην υγρασία του εδάφους. Αξίζει να σημειωθεί ότι όπου παρατηρήθηκε υγρασιακή διαφορά, οι υψηλότερες τιμές μετρήθηκαν στις καμένες περιοχές.

Κατά την παρακολούθηση της θερμοκρασίας εδάφους σε τέσσερα βάθη, 2, 6, 10 και 20 cm από την επιφάνεια του εδάφους, παρατηρήθηκε αύξηση μόνο στο επιφανειακό έδαφος (2 cm, Σχήμα 2), σε όλους του δασικούς τύπους.



Σχήμα 2. Διακύμανση της θερμοκρασίας εδάφους κατά τη διάρκεια εφαρμογής προδιαγεγραμμένης καύση, σε τέσσερα βάθη, σε επιφάνεια βελονοτάπητα με ανώροφο τραχείας πεύκης.

Figure 2. Fluctuation of soil temperature during the application of prescribed burning at four different soil depths, on a needle-covered area with an overstory of *Pinus brutia*.

Σχετικά με το ρυθμό διήθησης του νερού στο έδαφος, βρέθηκε πολύ μικρός στην ΠΕ με βελονοτάπητα στον υπόροφο και τραχεία πεύκη στον ανώροφο, από 0,120 έως 0,834 cm/h. Στην ΠΕ με φρύγανα, οι μετρήσεις ήταν λίγο υψηλότερες και κυμάνθηκαν από 1,051 έως 2,237 cm/h. Αντίστοιχες ήταν και οι μετρήσεις στην μία ΠΕ με μακία βλάστηση, με τιμές της υδραυλικής αγωγιμότητας που κυμάνθηκαν από 1,334 έως 2,512 cm/h.

Στα φρύγανα (Σχήμα3Α) βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά της εδαφικής αναπνοής μόνο κατά τον μήνα Ιούλιο, με υψηλότερη μέση τιμή στα σημεία με ΠΚ. Ομοίως, στη μακία βλάστηση (Σχήμα 3Β) υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, με τον Απρίλιο και τον Ιούλιο να εμφανίζουν στατιστικά υψηλότερες τιμές στις καμένες εκτάσεις. Ο ρυθμός αποσύνθεσης, στην ΠΕ με βελονοτάπητα και ανώροφο τραχείας πεύκης, εμφανίζει υψηλότερες τιμές στις καμένες εκτάσεις μόνο κατά τη σύγκριση των χειρισμών κατά τον ίδιο μήνα, αλλά όχι μεταξύ των μηνών.

Σχετικά με τα μικροβιακά χαρακτηριστικά των εδαφών, εμφανίζεται μείωση τόσο στον μικροβιακό άνθρακα, όσο και στο μικροβιακό άζωτο, σε όλες τις υπό μελέτη περιοχές κατά τον μήνα Απρίλιο, ακριβώς μετά την καύση, αλλά οι τιμές του επανέρχονται μετά την πάροδο τριών μηνών, στο επίπεδο αυτών προ της ΠΚ.

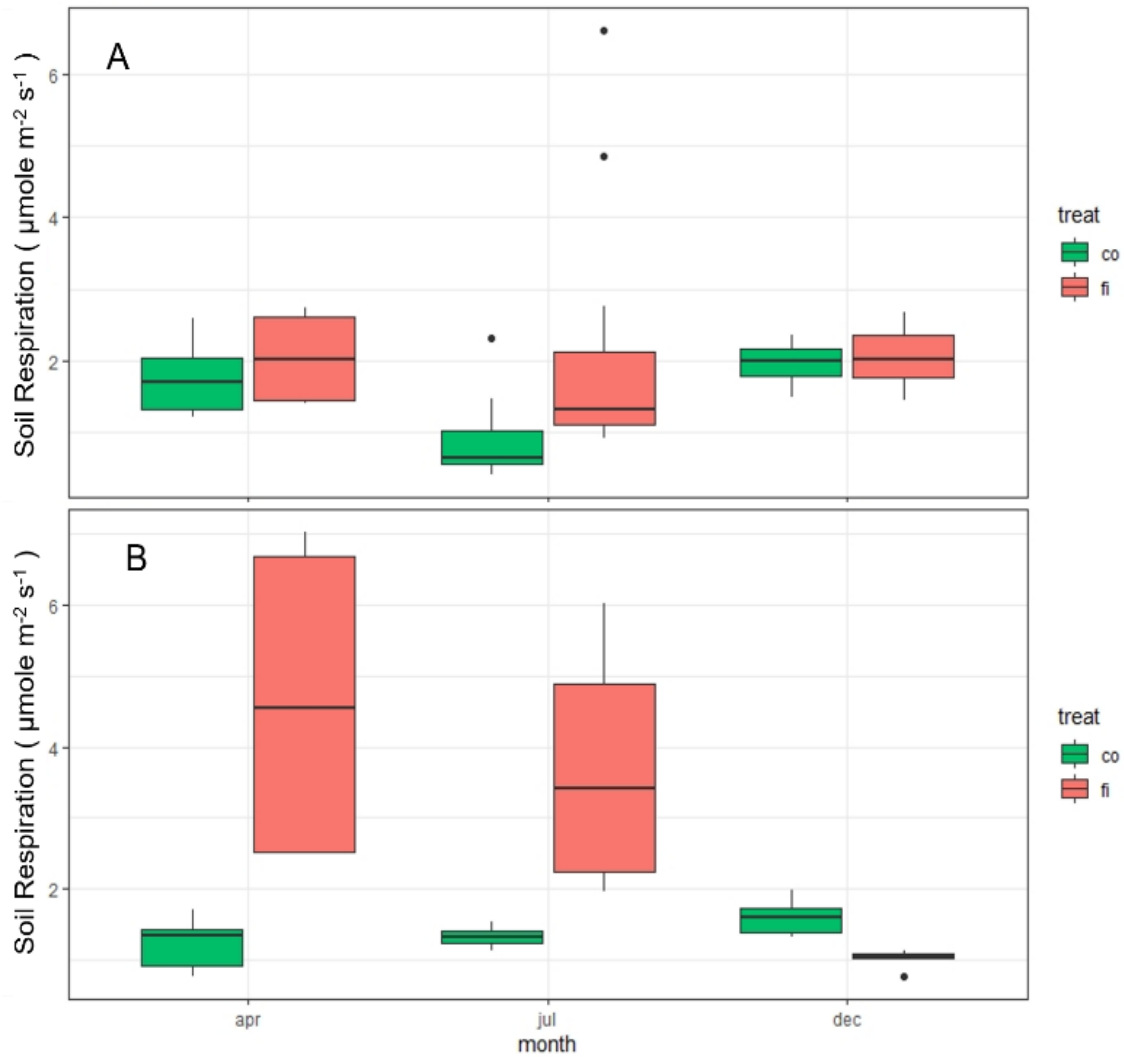
Η συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα μειώθηκε σημαντικά, μετά την καύση, σε δύο μόνο περιοχές, στα Ρεστά (φρύγανα) και στον Αγ. Στέφανο (βελονοτάπητας με ανώροφο τραχείας πεύκης). Στην πρώτη μειώθηκε και η αναλογία C/N, ενώ στη δεύτερη περιοχή μειώθηκε ταυτόχρονα και το διαθέσιμο άζωτο του εδάφους. Τέλος, στην περιοχή των Ρεστών και του Αίπου (βελονοτάπητας με ανώροφο τραχείας πεύκης), αυξήθηκαν σημαντικά και οι συγκεντρώσεις των ασβεστίου και μαγνησίου. Ενδεικτικά, στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εδαφικών αναλύσεων μαζί με τη στατιστική σύγκριση των παραμέτρων μετά και πριν την εφαρμογή της ΠΚ, σε μία ΠΕ με φρύγανα (Πίνακας 1).

Χλωριδική και επίγενετική ποικιλότητα

Συνολικά στην περιοχή μελέτης, προσδιορίστηκαν 100 είδη φυτικά είδη που συμμετέχουν στη χλωρίδα των 7 επιλεγμένων ΠΕ της περιοχής έρευνας και εκπροσωπούν 40 οικογένειες. Στις 3 ΠΕ, πριν την εφαρμογή της ΠΚ, καταγράφηκαν 67 φυτικά είδη που ανήκουν σε 28 οικογένειες, ενώ μετά την εφαρμογή της ΠΚ καταγράφηκαν 75 φυτικά είδη που ανήκουν σε 30 οικογένειες.

Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα της συσχέτισης της επιγενετικής ποικιλότητάς με το υδατικό δυναμικό δείχνουν θετική συσχέτιση, γεγονός που υποδηλώνει την αύξηση της επιγενετικής ποικιλότητας όταν το φυτά χάνουν υδατικό δυναμικό μετά τη φωτιά. Τα

αποτελέσματα αναμένεται να ενισχυθούν όταν η ανάλυση ολοκληρωθεί.



Σχήμα 3. Θηκόγραμμα εδαφικής αναπνοής ανά περιοχή, μήνα και χειρισμό. Α) φρύγανα, Β) μακία, (co) πριν την φωτιά και μάρτυρας και (fi) καμένη περιοχή.
Figure 3. Boxplot of soil respiration per study area, month and treatment. A) phrygana, B) maquis, (co) pre-fire and control, and (fi) burned area.

Πίνακας 1. Ιδιότητες εδαφών της περιοχής Ρεστών (φρύγανα) μετά (8/4/2023) και πριν (13/4/22) τη χρήση του προδιαγεγραμμένου πυρός.

Table 1. Soil properties at Resta (Phrygana) after (8/4/2023) and before (13/4/2022) the use of prescribed fire.

Μετά	pH	Οργ. C (%)	Ολικό N (g/kg)	Οργ. N(g/kg)	Αμμ. N(mg/kg)	Νιτ. N(mg/kg)	C/N	Αγωγ.(μ S/cm)	Άργιλ. ος(%)	Ca(meq/100 g εδ.)	Mg(meq/100 g εδ.)	K(meq/100 g εδ.)	Na(meq/100 g εδ.)
Μέσος όρος	7,5	1,27 ^a	2,06	2,05	5,92	10,5	6,2 ^a	443	14,4	9,42	1,44	0,38	0,10
Παραλλ/τα	(6)	(24)	(24)	(12)	(42)	(60)	(24)	(25)	(8)	(35)	(14)	(12)	(7)
Πριν													
Μέσος όρος	8,0	3,31 ^β	1,75	1,72	6,99	21,7	20 ^β	529	12,1	11,4	1,31	(0,26)	0,10

Παράλληλα	(3)	(20)	(19)	(10)	(10)	(47)	(35)	(50)	(21)	(57)	(13)	(38)	(18)
-----------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Η παραλλακτικότητα σε ποσοστά (%) της τυπικής απόκλισης επί του μέσου όρου. Διαφορετικά γράμματα στην ίδια στήλη σημαίνουν στατιστική διαφορά για τουλάχιστον 0,05 επίπεδο πιθανότητας. Απουσία γραμμάτων σημαίνει μη στατιστική σημαντικότητα.

Variability is expressed in percentages (%) of standard deviation over the average values. Different letters in the same column mean statistical difference for at least 0.05% probability level. The absence of letters means non-statistical significance.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η χρήση φωτιάς χαμηλής έντασης κατά τις προδιαγεγραμμένες καύσεις εξυπηρέτησε τον στόχο μείωσης της καύσιμης ύλης και της συντήρησης αντιπυρικών και στεγασμένων ζωνών. Σύμφωνα με τα ως τώρα αποτελέσματα της παρακολούθησης των μεσοπρόθεσμων οικολογικών επιπτώσεων δεν υπήρξαν ενδείξεις ότι επηρεάζονται αρνητικά οι λειτουργίες του οικοσυστήματος τραχείας πεύκης στις στεγασμένες ζώνες, ούτε εκείνες της γειννιάζουσας θαμνώδους ή δενδρώδους βλάστησης. Μάλιστα η αύξηση στο υδατικό δυναμικό που παρατηρήθηκε, σε άτομα θαμνώδους βλάστησης, που είχαν «καψαλιστεί», θα μπορούσε να αποτελεί ένα προσαρμοστικό μηχανισμό που εμφανίζουν τα φυτά, στις απότομες, σχετικά υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της ΠΚ, κλείνοντας τα στόματα τους στην επιφάνεια του φύλλου, με σκοπό την οικονομία νερού και την αποφυγή απότομων διαπνευστικών απωλειών.

Στις ΠΕ που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις διηθητικότητας, εξαιτίας της απολύτου ελεγχόμενης έντασης της καύσης δεν φαίνεται να δημιουργήσαν υδατοαπωθητικό στρώμα. Σε παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταλήξει οι εργασίες των Vadilonga κ.α. (2008) στην Καταλονία (Ανατολική Ισπανία) και Fernández κ.α. (2008) στην Γαλικία (Βόρεια Ισπανία), σύμφωνα με τα οποία εντοπίστηκαν μικρές και μη σημαντικές μεταβολές στη διηθητικότητα των εδαφών που υποβλήθηκαν σε χαμηλής έντασης πυρκαγιές.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων για την εδαφική αναπνοή κατά τον Ιούλιο έχουν δείξει μη στατιστικά σημαντική αύξηση στις καμένες περιοχές, συμφωνώντας με έρευνες που έχουν διεξαχθεί σε διαφορετικά οικοσυστήματα (Wüthrich κ.α., 2002). Η κατά κανόνα αύξηση της αναπνοής του εδάφους θα μπορούσε να οφείλεται στην αύξηση της δραστηριότητας των φυτών για μεταφορά θρεπτικών από τις ζωντανές ρίζες προς τον ριζικό κόμβο για δημιουργία νέας βλάστησης, προς αντικατάσταση της καμένης. Σε κάθε περίπτωση, κατά τον Δεκέμβριο η αναπνοή του εδάφους φαίνεται να επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα σε σχέση με τον μάρτυρα, υποδεικνύοντας την πιθανή επαναφορά των λειτουργιών του εδάφους.

Ο ρυθμός αποσύνθεσης εμφάνισε κάποιες μεταβολές μετά την εφαρμογή της ΠΚ, εντούτοις δεν παρουσιάζεται κάποιο μοτίβο αύξησης ή μείωσης του σε σχέση με την μη καμένη περιοχή. Ωστόσο, με το πέρασμα τριών μηνών εμφανίζεται μείωση των ρυθμών αποσύνθεσης, κάτι αναμενόμενο κατά τους ξηρότερους μήνες του έτους, χωρίς όμως να υπάρχει ιδιαίτερη διαφοροποίηση μεταξύ καμένου και μάρτυρα.

Οι δείκτες μικροβιακής βιομάζας εμφανίζουν μη στατιστικά σημαντική μείωση στις καμένες περιοχές σε σχέση με τους μάρτυρες. Παρά την μείωση φαίνεται ότι, στο έδαφος έχει διατηρηθεί η ισορροπία των μικροοργανισμών, αφού και οι δύο αυτοί δείκτες (μικροβιακός άνθρακας και άζωτο) φαίνεται να επανέρχονται στα επίπεδα του μάρτυρα κατά το επόμενο τρίμηνο.

Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή ΠΚ δεν επιφέρει σημαντικές μεταβολές στις βασικές ιδιότητες των εδαφών. Μετά την καύση ο οργανικός άνθρακας μειώθηκε σημαντικά σε 2 μόνο ΠΕ, γεγονός που αποδεικνύει ότι μειώθηκε η καύσιμη ύλη. Στην πρώτη μειώθηκε και η αναλογία C/N, πράγμα θετικό για τη γονιμότητα των εδαφών. Στην δεύτερη όμως περιοχή μειώθηκε ταυτόχρονα και το διαθέσιμο άζωτο του εδάφους, πράγμα που μπορεί να επιφέρει συνέπιες στη γονιμότητα του. Ωστόσο, κάτι τέτοιο πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω με μελλοντικές δειγματοληψίες και αναλύσεις στην περιοχή του Αγ. Στεφάνου, δεδομένου ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα συχνά επανέρχεται η αρχική κατάσταση. Τέλος, σε μερικές περιπτώσεις αυξήθηκαν σημαντικά και οι συγκεντρώσεις των ασβεστίου και μαγνησίου, το οποίο είναι θετικό γιατί εμπλουτίζεται το έδαφος με αυτά τα θρεπτικά στοιχεία.

Όσον αφορά την φυτική ποικιλότητα, παρατηρήθηκε αύξηση του πλούτου των φυτικών ειδών μετά την εφαρμογή της ΠΚ στις 3 ΠΕ. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην ενεργοποίηση της φύτευσης σπερμάτων της εδαφικής τράπεζας από τη θερμότητα της φωτιάς.

Συμπερασματικά η συνολική εδαφική δραστηριότητα φαίνεται να παραμένει ισορροπημένη μετά την εφαρμογή των ΠΚ. Ωστόσο, θα ήταν χρήσιμο να πραγματοποιηθούν περισσότερες μετρήσεις σε βάθος χρόνου για να μπορέσουν να εκτιμηθούν οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις και να εκτιμηθεί εάν τα εδάφη εξακολουθούν να βρίσκονται σε ισορροπία και αν η παρατηρούμενη αύξηση της φυτικής ποικιλότητας παραμένει ως εύρημα.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς επιθυμούν να ευχαριστήσουν την εταιρία Procter&Gable που χρηματοδότησε το παρόν έργο. Την Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος/ΥΠΠΕΝ και ιδιαίτερα τη Διεύθυνση Δασών Χίου που υποστήριξαν τον σχεδιασμό και την υλοποίηση με κάθε πρόσφορο μέσο. Επίσης, την Περιφερειακή Διοίκηση Πυροσβεστικών Υπηρεσιών Βορείου Αιγαίου, την Πυροσβεστική Υπηρεσία Χίου και τον Δήμο Χίου για την αμέριστη τεχνική συμπαράσταση και όλους τους εθελοντές της Ομάδας Εθελοντικής Δράσης Χίου «Ομικρον» που δίχως αυτούς η υλοποίηση του έργου θα ήταν αδύνατη. Επίσης, ευχαριστούμε τους ανώνυμους κριτές για την αξιολόγησή και βελτίωση της εργασίας.

Abstract

Prescribed burning is an important management tool that can have beneficial effects, such as reducing the fire risk and promoting ecosystem health. Monitoring the impacts of its application is crucial to improve standards and procedures for the use of the prescribed fire and minimize potential negative effects on the natural environment. In this study, the short-term effects of prescribed burning were examined in Mediterranean-type forest ecosystems on the island of Chios. Preliminary results showed that the application of prescribed burning did not cause significant changes in vegetation's physiological functions and soil properties, while there were indications of increased plant diversity.

Βιβλιογραφία

- Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M., Úbeda, X., 2018. Effects of prescribed fires on soil properties: a review. *Sci. Total Environ.* 613–614, 944–957.
- Athanasίου M., Bouchounas T., Korakaki E., Tziritis E., Xanthopoulos G., Sitara S. 2022. Introducing the use of fire for wildfire prevention in Greece: pilot application of prescribed burning in Chios Island. In *proc. of the 9th Int. Conf. on Forest Fire Research: Advances in Forest Fire Research & 17th Int. Wildland Fire Safety Summit*, 11-18/11/2022, Coimbra, Portugal. D. G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 169, full text on CD (p. 1487-1494), https://doi.org/10.14195/978-989-26-2298-9_227.
- B.A.I. (Booker Agriculture International) 1984. *Tropical soil manual*, Booker Agriculture International Limited, London.
- Benton Jones J.Jr. 2001. *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC Press, London.
- Bouyoukos, G. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. 430: 434-437.
- Boyer J. S. 1967. Leaf Water Potentials Measured with a Pressure Chamber. *Plant Physiol.* 42(1): 133–137. Doi: 10.1104/pp.42.1.133
- Bremner, J. M. 1960. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *The Journal of Agricultural Science*, 55(1), 11-33.
- Cawson, J.G., Sheridan, G.J., Smith, H.G., Lane, P.N.J. 2012. Surface Runoff and Erosion after Prescribed Burning and the Effect of Different Fire Regimes in Forests and Shrublands: A Review. *Int. J. Wildland Fire*, 21, 857–872.
- Fernandes, P.M., Davies, M.G., Ascoli, D., Fernández, C., Moreira, F., Rigolot, E., Stoof, C.R., Vega, J.A., Molina, D., 2013. Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Front. Ecol. Environ.* 11, 4–14.
- Fernández, C., Vega, J., Fonturbel, T., Jiménez, E., Pérez, J., 2008. Immediate effects of prescribed burning, chopping and clearing on runoff, infiltration and erosion in a shrubland area in Galicia (NW Spain). *Land Degrad. Dev.* 19, 502–515.

Fotelli, M.N., Korakaki, E., Paparrizos, S.A., Radoglou, K., Awada, T., Matzarakis, A., 2019. Environmental Controls on the Seasonal Variation in Gas Exchange and Water Balance in a Near-Coastal Mediterranean Pinushalepensis Forest. *Forests* 10: 313.

Granier, A., 1985. A new method of sap flow measurement in tree stems. *Ann. Sci. For.* 42: 193–200.

Keuskamp, J.A., Dingemans, B.J.J., Lehtinen, T., Sarneel, J.M., Hefting, M.M., 2013. Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods EcolEvol* 4, 1070–1075. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12097>

Korakaki, E. and Fotelli, M.N., 2021. Sap Flow in Aleppo Pine in Greece in Relation to Sapwood Radial Gradient, Temporal and Climatic Variability. *Forests*:12: 2.

Κορακάκη, Ε., Ραδόγλου, Κ., 2009. Σύγχρονες τεχνολογίες προσδιορισμού της ροής χυμών στα δασικά οικοσυστήματα. Εφαρμογές στην Ελλάδα. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων Δ.Π.Θ. Τόμος 2, 41-56.

Tolhurst KG, Flinn DW. 1992. Ecological impacts of fuel reduction burning in dry sclerophyll forest: first progress report. Melbourne (Australia):Department of Conservation and Environment, Victoria. Forest Research Report No. 349.

Vadilonga, T., Ubeda, X., Germann, P., Lorca, M., 2008. Effects of prescribed burnings on soil hydrological parameters. *Hydrol. Process.* 22, 4249–4256.

Valkó, O., Deák, B., Magura, T., Török, P., Kelemen, A., Tóth, K., Horváth, R., Nagy, D.D., Debnár, Z., Zsigrai, G., Kapocsi, I., Tóthmérész, B., 2016. Supporting biodiversity by prescribed burning in grasslands - a multi-taxa approach. *Sci. Total Environ.* 572, 1377–1384.

Vance, E. D., Brookes, P. C., & Jenkinson, D. S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil biology and Biochemistry*, 19(6), 703-707.

Wüthrich, C., Schaub, D., Weber, M., Marxer, P., Conedera, M., 2002. Soil respiration and soil microbial biomass after fire in a sweet chestnut forest in southern Switzerland. *Catena* 48:201–215.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗ ΚΑΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ:
ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

**Αθανασίου, Μιλτιάδης¹; Κορακάκη, Ευαγγελία²; Τζηρίτης, Ηλίας³; Ξανθόπουλος, Γαβριήλ²;
Μπουχούνας, Τριαντάφυλλος⁴; Καρέτσος, Γεώργιος²; Αβραμίδου, Ευαγγελία²; Σολωμού,
Αλεξάνδρα²; Προύτσος, Νικόλαος²; Μιχόπουλος, Παναγιώτης²; Καούκης, Κωνσταντίνος²;
Μπουρλέτσικας, Αθανάσιος²; Μάντακας, Γεώργιος²; Βαγιανός, Νικόλαος⁵; Ροδάκης,
Γεώργιος⁵; Σιταρά, Σταματία⁵**

¹Wildfire Management Consulting and Training, Θωμά Παλαιολόγου 8, 13673 Αχαρνές, e-mail: info@m-athanasiou.gr

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 11528, Αθήνα, e-mail: e.korakaki@fria.gr, gxnrct@fria.gr, karetsos@fria.gr, avramidou@fria.gr, solomou@fria.gr, np@fria.gr, mipa@fria.gr, mpat@fria.gr, kako@fria.gr, mage@fria.gr

³WWF Ελλάς, Χαριλάου Τρικούπη 119 - 121, 11473, Αθήνα, e-mail: e.tziritis@wwf.gr

⁴GigonisEcospatialServices, 28^{ης} Οκτωβρίου 20, 57500, Επανομή, email: info@gigonis.gr

⁵Ομάδα Εθελοντικής Δράσης Χίου ΟΜΙΚΡΟΝ, Περιφερειακή οδός, Βροντάδος, 82150, Χίος, email: info@omikron.org.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφονται τα πρώτα βήματα για τη δημιουργία προδιαγραφών χρήσης της μεθόδου της προδιαγεγραμμένης καύσης στην Ελλάδα. Στο πλαίσιο του διετούς πιλοτικού ερευνητικού προγράμματος «Προσαρμογή του αγροδασικού περιβάλλοντος στη κλιματική αλλαγή & αύξηση της ανθεκτικότητάς του στις δασικές πυρκαγιές: Πιλοτική εφαρμογή προδιαγεγραμμένου πυρός για τη διαχείριση της καύσιμης ύλης και τη μείωση της έντασης των δασικών πυρκαγιών», πραγματοποιήθηκαν προδιαγεγραμμένες καύσεις στη Χίο. Προέκυψαν σημαντικά ευρήματα σχετικά με τη χρήση της φωτιάς για τη διαχείριση της δασικής βλάστησης, τις επιδράσεις της φωτιάς στο έδαφος και στη βιοποικιλότητα. Στόχος του προγράμματος είναι θεσμοθέτηση και εισαγωγή της μεθόδου στην ελληνική πραγματικότητα, η υιοθέτηση και η αποδοτική της χρήση για την οικονομικά βιώσιμη διαχείριση της καύσιμης ύλης, τη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων και την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Στους μακροπρόθεσμους στόχους της σχετικής με το πιλοτικό πρόγραμμα εφαρμοσμένης έρευνας, περιλαμβάνεται η ενίσχυση της ανθεκτικότητας του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος.

Λέξεις κλειδιά: Προδιαγεγραμμένη καύση, διαχείριση βλάστησης, πρόληψη δασικών πυρκαγιών, αειφορία

Εισαγωγή

Ως προδιαγεγραμμένη καύση (ΠΚ) μπορεί να οριστεί η προγραμματισμένη και ελεγχόμενη χρήση της φωτιάς, σε καθορισμένη περιοχή, υπό συγκεκριμένες συνθήκες και προϋποθέσεις, βάσει συγκεκριμένων διαδικασιών και προδιαγραφών, με σκοπό τη διαχείριση της δασικής βλάστησης, την ενίσχυση της ανθεκτικότητας του τοπίου (Samara κ.α. 2018), την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και την επίτευξη διαχειριστικών στόχων όπως η βελτίωση οικοτόπων, βοσκοτόπων, η προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας (Varner κ.α. 2021), ο έλεγχος ή ο μετριασμός ασθενειών και εντόμων, η αφαίρεση ή η αντιμετώπιση ανεπιθύμητων ξενικών, εισβλητικών και χωροκατακτητικών ειδών χλωρίδας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη βόσκηση ή/και μηχανικές μεθόδους (Stephens κ.α. 2012), ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μιας περιοχής (Jain κ.α. 2012, Moghaddas κ.α. 2010). Στις περιοχές που πραγματοποιούνται ΠΚ, η ένταση και η δριμύτητα των δασικών πυρκαγιών είναι μειωμένη και η δασοπυρόσβεση είναι πιο ασφαλής, ενίοτε και πιο εύκολη (Fernandes κ.α. 2013, 2022).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η μέθοδος χρησιμοποιείται συστηματικά στην Πορτογαλία και σε περιοχές της Ισπανίας, της Γαλλίας και της Ιταλίας, κυρίως για τη μείωση της καύσιμης ύλης (Silva κ.α. 2010). Στις υπόλοιπες περιοχές της Ευρώπης, η ΠΚ δεν αξιοποιείται (Rego κ.α. 2010) παρόλο που είναι αναγκαία για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς και μπορεί να ωφελήσει τα οικοσυστήματα με ποικίλους τρόπους ενισχύοντας την ανθεκτικότητά τους και προστατεύοντας αποτελεσματικά τη βιοποικιλότητα.

Στην Ελλάδα, οι πρώτες προσπάθειες εισαγωγής και αξιοποίησης της ΠΚ έγιναν τις δεκαετίες του 1970 και του 1980 (Παπαναστάσης 1977, Τσιουβάρας κ.α. 1987, Nastis 1989) χωρίς όμως δυστυχώς να ευδοκιμήσουν. Χωρίς σταθερή χρηματοδότηση, σαφές νομικό πλαίσιο και διακριτούς διαχειριστικούς στόχους, η μέθοδος δεν υιοθετήθηκε και το εγχείρημα εγκαταλείφθηκε. Έτσι, μέχρι σήμερα η μέθοδος δεν εφαρμόζεται, η φωτιά δεν χρησιμοποιείται συστηματικά για τη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων και δεν υπάρχει θεσμικό πλαίσιο για την αξιοποίηση της μεθόδου στην πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Για τη θεσμοθέτηση και εισαγωγή της μεθόδου στην ελληνική πραγματικότητα, για την υιοθέτηση και την αποδοτική της χρήση, είναι αναγκαία η συμμόρφωση των δυνητικών χρηστών με σχετικά υφιστάμενα πρότυπα και διαδικασίες που ήδη χρησιμοποιούνται στο εξωτερικό αλλά και η εναρμόνιση με σχετικές προδιαγραφές στην ελληνική επικράτεια. Η δε βελτίωση υφιστάμενων προδιαγραφών αλλά και η δημιουργία και ανάπτυξη νέων, οδηγεί στην ανάγκη μέτρησης και προσεκτικής μελέτης παραμέτρων, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις ΠΚ, για τη συσχέτιση της τεκμηριωμένης, κατά την ΠΚ, συμπεριφοράς της φωτιάς με τις επιπτώσεις στο έδαφος και τη βιοποικιλότητα.

Τον Δεκέμβριο του 2019, στο πλαίσιο συνεργασίας με τη Διεύθυνση Δασών Χίου και την ομάδα εθελοντικής δράσης Χίου ΟΜΙΚΡΟΝ, έλαβε χώρα από τον πρώτο συγγραφέα α) επίδειξη τεχνικών για ασφαλείς και αποτελεσματικές προδιαγεγραμμένες καύσεις, σε δοκιμές πολύ μικρής κλίμακας στο νησί και β) πρόσθετη κατάρτιση εθελοντών της ΟΜΙΚΡΟΝ σε μεθόδους καταστροφικής δειγματοληψίας της βλάστησης για την μέτρηση και την εκτίμηση της δομής της (διάταξη της βλάστησης στο χώρο όπως οριζόντια και κατακόρυφη συνέχεια) και της κατάστασής της ως προς τα επίπεδα της περιεχόμενης υγρασίας της. Την πρώτη αυτή δοκιμαστική εφαρμογή ακολούθησε συγκεκριμένο ερευνητικό πιλοτικό πρόγραμμα με αντικείμενο την εφαρμογή του προδιαγεγραμμένου πυρός για τη διαχείριση της καύσιμης ύλης (Athanasίου κ.α. 2022). Η ομάδα του έργου αποτελούνταν από στελέχη, ερευνητές, ειδικούς επιστήμονες και εθελοντές του WWF Ελλάς, του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων (ΙΜΔΟ) του ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», της Διεύθυνσης Δασών Χίου και της ομάδας εθελοντικής δράσης Χίου ΟΜΙΚΡΟΝ. Οι εργασίες της ομάδας ξεκίνησαν τον Ιούνιο του 2021 και θα ολοκληρωθούν το φθινόπωρο του 2023, οι δε προδιαγεγραμμένες καύσεις ξεκίνησαν τον Φεβρουάριο του 2022 και ολοκληρώθηκαν τον Μάρτιο του 2023. Για το πιλοτικό πρόγραμμα εκδόθηκαν οι υπ. αρ. πρωτ. ΥΠΕΝ / ΔΠΔ / 37100 / 2080 / 23/06/2021 και ΥΠΕΝ / ΔΠΔ / 23284/1293/30/03/2022 (για τις επιφάνειες εντός δικτύου Natura) εγκρίσεις έρευνας, ενώ η Πυροσβεστική Υπηρεσία Χίου και ο Δήμος Χίου το υποστήριξαν παρέχοντας πυροσβεστικά υδροφόρα οχήματα και προσωπικό κατά τις καύσεις.

Η Χίος επιλέχθηκε για την υλοποίηση του διευτούς πιλοτικού προγράμματος διότι είναι ένα νησί με ποικιλία μεσογειακής βλάστησης (φρυγανική, μακία, πευκοδάση) και τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν σχετικά με τις κατάλληλες μετεωρολογικές συνθήκες, τα επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας της νεκρής και ζωντανής βλάστησης και την επίδραση της φωτιάς στους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του φυσικού περιβάλλοντος, θα μπορέσουν να αξιοποιηθούν και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας. Επίσης, λόγω της νησιωτικότητας, η φέρουσα ικανότητα της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας και της Δασικής Υπηρεσίας στη Χίο είναι περιορισμένες, ενώ οι δασικές πυρκαγιές συχνά πλήττουν ή επηρεάζουν αρνητικά σημαντικές οικονομικές δραστηριότητες του νησιού όπως οι μαστιχοκαλλιέργειες και οι ελαιοκαλλιέργειες. Επομένως, η διάχυση γνώσεων και η εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης της βλάστησης για την αύξηση της ανθεκτικότητας του νησιού στις δασικές πυρκαγιές, μπορεί να αποτελέσει προτεραιότητα στρατηγικού χαρακτήρα. Επιπλέον, οι τοπικοί φορείς συνεργάζονται στενά και το ενδιαφέρον τους για την πρόληψη και τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών είναι έκδηλο. Επίσης, η Διεύθυνση Δασών Χίου είναι θετικά διακείμενη σε καινοτόμες δράσεις για τη διαχείριση της βλάστησης και στο νησί δραστηριοποιείται η εξαιρετικά αποτελεσματική Ομάδα Εθελοντικής Δράσης Χίου ΟΜΙΚΡΟΝ, η οποία ασχολείται με όλο το φάσμα της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών στο νησί (Ascoli κ.α. 2023).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται προκαταρκτικά αποτελέσματα σχετικά με τις συνθήκες στις οποίες εφαρμόστηκε η μέθοδος της ΠΚ για τη διαχείριση δασικής βλάστησης. Επιπλέον, δεδομένα τεκμηριωμένης συμπεριφοράς φωτιάς κατά τις ΠΚ, βρίσκονται ακόμη υπό επεξεργασία και συσχετίζονται με την επίδρασή της στα δασικά οικοσυστήματα όπου εφαρμόστηκε έτσι, ώστε να δημιουργηθούν προδιαγραφές χρήσης της μεθόδου στην Ελλάδα.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τον αρχικό εντοπισμό και την επιλογή των περιοχών εφαρμογής ΠΚ, μέλη της ομάδας έργου εργάστηκαν συστηματικά στο πεδίο με τα στελέχη της Διεύθυνσης Δασών Χίου και τους εθελοντές της ομάδας ΟΜΙΚΡΟΝ, κατά την αντιπυρική περίοδο του 2021. Παράλληλα με τις αυτονίες, έγιναν συναντήσεις εργασίας στα γραφεία της Διεύθυνσης Δασών Χίου και διαβούλευση με αντικείμενο τις υπονήφιες περιοχές. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν αλληλογραφία με δασοκτήμονες όπως η Ιερά Μητρόπολη Χίου και ιδιώτες, καθώς και ενημερωτικές συναντήσεις με την Πυροσβεστική Υπηρεσία Χίου, το Δήμο Χίου και την Ένωση Μαστιχοπαραγωγών. Με κριτήρια τους δασικούς τύπους, τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, το ιδιοκτησιακό καθεστώς καθώς και το καθεστώς προστασίας τους, αρχικά επιλέχθηκαν δεκαέξι (16) επιφάνειες για την εφαρμογή των ΠΚ (Πίνακας 1).

Συγκεκριμένα εξαιρέθηκαν α) οι περιοχές που φιλοξενούν συστάδες φοινικικής αρκεύθου (*Juniperus phoenicea*) διότι η φυσική τους αναγέννηση είναι σχεδόν μηδενική εάν καούν καθώς και β) οι περιοχές όπου οι μορφολογικές κλίσεις ήταν πολύ μεγάλες για την αποφυγή πρόκλησης διάβρωσης. Οι περιοχές που επιλέχθηκαν ήταν κυρίως δημόσιες ή δημοτικές δασικές εκτάσεις και περιλήφθηκαν επίσης αντιπυρικές και στεγασμένες ζώνες με σκοπό τη συντήρησή τους.

Επειδή κατά τη διάρκεια του προγράμματος οι αναβολές προγραμματισμένων ΠΚ λόγω ακατάλληλων καιρικών συνθηκών ήταν πολλές, η ανάγκη τροποποιήσεων και προσαρμογών ήταν διαρκής. Για την κάλυψη πρακτικών αναγκών που ανέκυπταν, η Διεύθυνση Δασών Χίου υπέδειξε πέντε (5) ακόμη εναλλακτικές επιφάνειες, που ήταν ουσιαστικά φυσικές προεκτάσεις κάποιων από τις 16 αρχικά επιλεγμένες.

Πίνακας 1. Οι δεκαέξι (16) επιφάνειες που επιλέχθηκαν για την εφαρμογή προδιαγεγραμμένων καύσεων στη Χίο [Natura: Πανευρωπαϊκό δίκτυο προστασίας της φύσης Natura 2000. KAZ: Καταφύγιο Άγριας Ζωής. Special Protection Area - SPA: Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ). Site of Community Importance - SCI: Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (TKΣ)].

Table 1. Sixteen (16) plots for the prescribed burning application in Chios island.

Natura / KAZ	Βλάστηση	Εμβαδόν (m ²)	Χαρακτήρας έκτασης
Εκτός	Μακί και λίγα φρύγανα	3.099	Δημοτική
Εκτός	Μακί	1.528	Δημόσια
Εκτός	Μακί	2.167	Δημόσια
Εκτός	Πόες και βελονοτάπητας	5.741	Δημόσια
SPA (GR4130003)	Αναγέννηση τραχείας πεύκης και φρύγανα	2.750	Δημοτική
K385	Φρύγανα	2.900	Δημόσια
K385	Φρύγανα και χόρτα	6.812	Ιδιωτική (I.N. Μεταμόρφωσης Σωτήρος)
K385	Φρύγανα και χόρτα	4.578	Ιδιωτική (I.N. Μεταμόρφωσης Σωτήρος)
Εκτός	Βελονοτάπητας	10.641	Δημόσια
SCI (GR4130001) SPA (GR4130003)	Φρύγανα και χόρτα	9.573	Δημοτική
SCI (GR4130001) SPA (GR4130003) K362	Φρύγανα	1.172	Δημόσια
SCI (GR4130001) SPA (GR4130003) K362	Φρύγανα	294	Δημόσια
SCI (GR4130001) SPA (GR4130003) K362	Φρύγανα	388	Δημόσια

Natura / KAZ	Βλάστηση	Εμβαδόν (m ²)	Χαρακτήρας έκτασης
SCI (GR4130001) SPA (GR4130003) K362	Φρύγανα	1.491	Δημόσια
SCI (GR4130001) SPA (GR4130003) K362	Φρύγανα	1.584	Δημόσια
SCI (GR4130001) SPA (GR4130003) K362	Φυλλοτάπητας δρυός	1.031	Ιδιωτική (εντός αγροτικών εκτάσεων)
		55.749	

Η κοινωνική αποδοχή του εγχειρήματος είναι καθοριστικής σημασίας γι' αυτό αποτελεί απαραίτητο τμήμα της μεθοδολογίας εφαρμογής της Π.Κ. (Merkhofer 1993, Loomis κ.α. 2001, McCaffrey 2004, Mazzotta κ.α. 2012, Knowlton 2013). Αναπόσπαστο επίσης τμήμα της μεθοδολογίας αποτελεί η ασφάλεια (Alexander & Thorburn 2015) και η επίτευξη των διαχειριστικών στόχων κατά τις Π.Κ. Γι' αυτό, πριν από την έναρξη των ΠΚ, διοργανώθηκαν τον Οκτώβριο του 2021, α) εργαστήριο για την ενημέρωση των πολιτών, των τοπικών Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης σχετικά με την Π.Κ. και διανεμήθηκε σχετικό ενημερωτικό φυλλάδιο (source: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/factsheetfinal_elgo_wwf.pdf) και β) εκπαιδευτικό εργαστήριο για την κατάρτιση των υποψήφιων συμμετεχόντων στις ΠΚ. Παρόλο που οι περισσότεροι ήταν έμπειροι εθελοντές δασοπυροσβέστες, περιγράφηκαν λεπτομερώς η ροή των εργασιών πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις ΠΚ, η σημασία της κατάρτισης και της απόκτησης δεξιοτήτων για τις δειγματοληψίες βλάστησης και για τον έλεγχο της συμπεριφοράς της φωτιάς, συζητήθηκαν οι αναμενόμενες δυσκολίες, επισημάνθηκαν ιδιαιτερότητες του προγράμματος όπως πιθανές αναβολές λόγω καιρού και υπογραμμίστηκαν ζητήματα ασφάλειας, συντονισμού, οργάνωσης και εύρυθμης λειτουργίας της ομάδας του έργου.

Πριν από κάθε ΠΚ, γινόταν πρόβλεψη της συμπεριφοράς της φωτιάς με βάση το δελτίο πρόβλεψης του καιρού και τη κατάσταση (περιεχόμενη υγρασία και δομή) της βλάστησης, οπότε στη συνέχεια αποφασιζόταν η πραγματοποίηση της καύσης ή η αναβολή της. Συγκεκριμένα συλλέγονταν δείγματα ζωντανής βλάστησης που περιλάμβαναν φύλλωμα και κλαδίσκους διαμέτρου έως 0,63 cm (LiveWoody: LW) και δείγματα νεκρής βλάστησης που περιλάμβαναν καύσιμα της 1 ώρας (1-hr), δηλαδή κλαδίσκους διαμέτρου έως 0,63 cm, νεκρές βελόνες (ξηροτάπητα) και χόρτα (στις περιπτώσεις όπου αυτά υπήρχαν). Αρχικά γινόταν ζύγιση του υγρού βάρους (g), ακολουθούσε ξήρανση σε κλίβανο στους 105 °C για 48 ώρες στο εργαστήριο και στη συνέχεια γινόταν η μέτρηση του ξηρού βάρους (g) για τον υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας των δειγμάτων (FMC, %). Η πρόβλεψη συμπεριφοράς της φωτιάς λάμβανε χώρα αξιοποιώντας το σύστημα πρόβλεψης συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών BehavePlus (Andrews κ.α. 2005) και αξιολογώντας τις προβλέψεις που προκύπταν, εκτιμώντας την ενδεχόμενη συμπεριφορά της φωτιάς, με εμπειρικό επίσης τρόπο, για την κάθε περίπτωση.

Πριν από τις ΠΚ, ενίοτε λάμβανε χώρα αποψίλωση βλάστησης σε ζώνες καθορισμένου πλάτους (έως και 0,5 m, περίπου) κατά μήκος των περιμέτρων των επιλεγμένων για καύση επιφανειών (Σχήμα 1) και ο ρυθμός διάνοιξης τους ($m \cdot h^{-1}$), μετρήθηκε, ώστε να υπολογιστεί το αντίστοιχο κόστος και να υπάρχει η δυνατότητα σχετικής εκτίμησης στο μέλλον. Σε κάποιες περιπτώσεις γινόταν αποκλάδωση σε μεμονωμένα δένδρα για την αύξηση του ύψους βάσης της κόμης τους με σκοπό την προστασία της. Όλοι οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν τα κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ), είτε κατά τη χρήση χειρωνακτικών εργαλείων για τη δημιουργία αποψιλωμένων ζωνών είτε κατά τις ΠΚ.



α. Φωτογραφία: Γιώργος Ροδάκης

Εικόνα 1.α. Δημιουργία απομιλωμένης ζώνης με χειρωνακτικά εργαλεία, σε φρυγανική κυρίως βλάστηση πριν από την ΠΚ, β., Αξιοποίηση υφιστάμενων φυσικών διακοπών (δρόμου και μονοπατιού) κατά την ΠΚ σε μακία βλάστηση.

Picture 1.a. Preparing a firebreak with hand tools before conducting a prescribed burn in phrygana, b. Utilizing natural firebreaks (road and trail) during a prescribed burn in maquis.



β. Φωτογραφία: Andrea Bonneti

Πριν από την έναρξη της κάθε ΠΚ λάμβανε χώρα ενημέρωση όλων των συμμετεχόντων και καθοριζόταν ο τρόπος ελέγχου της φωτιάς εντός των ορίων των προκαθορισμένων επιφανειών. Παρόλο που η παρουσία πυροσβεστικού υδροφόρου οχήματος δίπλα στην επιφάνεια ήταν απαραίτητη με βάση το σχετικό πρωτόκολλο, ο έλεγχος της φωτιάς επιτυγχάνονταν με τη χρήση των εκάστοτε κατάλληλων τεχνικών καύσης σε συνδυασμό με τη διαρκή παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών. Σε επιλεγμένες θέσεις εφαρμόστηκε καταστροφική δειγματοληψία της βλάστησης για την αναλυτική περιγραφή της. Συγκεκριμένα, μετρήθηκαν το φορτίο των επιφανειακών καυσίμων (kgm^{-2}), η κάλυψή τους (αδιάστατο μέγεθος), το ύψος τους (cm) και η περιεχόμενη τους υγρασία (%) (Αθανασίου κ.α. 2017). Κατά θέσεις και ανά χρονικά διαστήματα, λαμβάνονταν επίσης, δείγματα για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας της βλάστησης και την εκτίμηση της κατάστασής της και κατά τη διάρκεια αλλά και μετά από τις ΠΚ.

Η εξάπλωση και συμπεριφορά της φωτιάς κατά τις ΠΚ, μαγνητοσκοπήθηκε και φωτογραφήθηκε με χρήση φωτογραφικών μηχανών/βιντεοκαμερών (π.χ. Canon EOS 70D DSLR) και Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) συγκεκριμένα με το πολυκόπτερο DJI Phantom 4 Pro για να υπολογιστούν τιμές του ρυθμού εξάπλωσης της φωτιάς (ROS, $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$) και του μήκους φλόγας (FL, m). Παράλληλα με την τεκμηρίωση της συμπεριφοράς της φωτιάς και της χωρικής της εξάπλωσης, καταγράφονταν οι μετεωρολογικές συνθήκες, (Alexander & Thomas, 2003, Αθανασίου & Ξανθόπουλος 2009, 2015, Αθανασίου 2015).

Επιπλέον παράμετροι που μετρήθηκαν και καταγράφηκαν (Αθανασίου κ.α. 2022), πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από τις πειραματικές προδιαγεγραμμένες καύσεις, είναι οι ακόλουθες. Σχετικά με το έδαφος, μετρήθηκαν 1) η διηθητικότητα του νερού (mm) με mini disk infiltrometer διαμέτρου 4,5 cm, 2) η θερμοκρασία του ($^{\circ}\text{C}$) σε διάφορα βάθη και 3) η υγρασία (%) με θερμοηλεκτρικά ζεύγη τύπου K (type K, chromel-alumel thermo couples), 4) η διαβρωσιμότητα μέσω παρακολούθησης των μεταβολών των εδαφικών χαρακτηριστικών, 5) η μηχανική σύσταση του εδάφους που εκτιμήθηκε με τη μέθοδο του υδρομέτρου (Bouyoukos, 1951), 6) οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων, 7) η αναπνοή, 8) ο ρυθμός αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας με βάση το πρωτόκολλο των Keuskamp κ.α. (2013), 9) τα ένζυμα και 10) η μικροβιακή δραστηριότητα από ερευνητές του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Επίσης, μετρήθηκαν 11) το υδατικό δυναμικό (MPa) με τη χρήση φορητού οργάνου μέτρησης μέσω της μεθόδου του θαλάμου πίεσης Scholander (Boyer 1967), 12) η χλωριδική βιοποικιλότητα των περιοχών, 13) η επιγενετική ποικιλότητα και 14) η ροή των φυτικών χυμών των δένδρων ($\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$) σε συστάδες τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*), παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τη συμπεριφορά των δένδρων υπό την επίδραση της φωτιάς. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της θερμικής μεταφοράς, η οποία έχει συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες τεχνικές (Κορακάκη και Ραδόγλου 2009) και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα, σε δάσος χαλεπίου Πεύκης στην Κασσάνδρα

Χαλκιδικής (Fotelli κ.α. 2019, Korakaki & Fotelli 2021). Η συσχέτιση της τεκμηριωμένης συμπεριφοράς της φωτιάς κατά τις ΠΚ με τις επιπτώσεις της στο έδαφος και τη βιοποικιλότητα και η προσεκτική μελέτη των σχετικών παραμέτρων, θα οδηγήσει στη βελτίωση υφιστάμενων προδιαγραφών χρήσης της φωτιάς κατά την εφαρμογή της μεθόδου της ΠΚ καθώς και στη δημιουργία και ανάπτυξη νέων. Συνοπτικά, οι εργασίες που ακολουθήθηκαν για την πραγματοποίηση των προδιαγεγραμμένων καύσεων, περιλάμβαναν:

- α. Πριν την προδιαγεγραμμένη καύση:
- Δειγματοληψίες βλάστησης για την μέτρηση της περιεχόμενης υγρασίας της
 - εργασίες προετοιμασίας βλάστησης πριν την καύση για την τήρηση των απαραίτητων μέτρων ασφαλείας
 - εγκατάσταση επίγειου εξοπλισμού μαγνητοσκόπησης και προετοιμασία ΣμηΕΑ για την καταγραφή και μέτρηση της συμπεριφοράς της φωτιάς
 - εργασίες ανάπτυξης πυροσβεστικών εγκαταστάσεων και δοκιμή της λειτουργίας τους
 - ασφάλεια σκηνής (δηλαδή της περιοχής πραγματοποίησης της ΠΚ και γύρω από αυτήν) με την τοποθέτηση ενημερωτικών, προειδοποιητικών πινακίδων και κώνων για τους διερχόμενους πολίτες
 - τοποθέτηση φορητού μετεωρολογικού σταθμού για τη συνεχή μέτρηση και καταγραφή των μετεωρολογικών συνθηκών και σύγκρισή τους με το δελτίο πρόβλεψης καιρού. Οι μετεωρολογικές συνθήκες λαμβάνονταν και από τον παρατηρητή (Lookout) αλλά και από συμμετέχοντες στην εφαρμογή της ΠΚ, με φορητά μετεωρολογικά όργανα
 - ενημέρωση (briefing) όλων των συμμετεχόντων πριν την έναρξη της προδιαγεγραμμένης καύσης, ανάλυση του σχετικού σχεδίου, περιγραφή της πιθανής συμπεριφοράς φωτιάς, ερμηνεία των αρχικών LACES [Lookout (Παρατηρητές), Anchorpoints (Σημεία αγκύρωσης) και Awareness (Επίγνωση και Αντίληψη), Communications (Επικοινωνίες), Escape routes (Διαδρομές διαφυγής) και Safetyzones (Ασφαλείς περιοχές), (Alexander & Thorburn 2015)] και διανομή ρόλων
- β. Κατά τη διάρκεια της προδιαγεγραμμένης καύσης
- δοκιμαστική καύση σημειακά, για την αρχική παρατήρηση της συμπεριφοράς της φωτιάς και τις απαραίτητες εκτιμήσεις της δυναμικής συμπεριφοράς της
 - καταγραφή συμπεριφοράς φωτιάς και ενίοτε της ροής των φυτικών χυμών των δένδρων
 - συλλογή δεδομένων σε ειδικές φόρμες (π.χ. συντεταγμένες θέσεων φωτογραφικού εξοπλισμού από τις οποίες γινόταν η καταγραφή της συμπεριφοράς της φωτιάς, μετεωρολογικές μετρήσεις, δείγματα βλάστησης, κατανάλωση καυσίμων και συμμετέχοντες)
- γ. Μετά την προδιαγεγραμμένη καύση
- οριοθέτηση της ΠΚ και έναρξη φύλαξης της καμένης περιοχής
 - απενημέρωση (debriefing) και επισήμανση τυχόν λαθών αλλά και ορθών πρακτικών
 - φύλαξη με τουλάχιστον ένα πυροσβεστικό όχημα (η διάρκειά της κυμαινόταν ανάλογα με τις συνθήκες)
 - φωτογράφιση των ήδη καμένων περιοχών ανά χρονικά διαστήματα, στο πλαίσιο της παρακολούθησής τους, μετά την ολοκλήρωση της φύλαξης

Αποτελέσματα

Οι προδιαγεγραμμένες καύσεις πραγματοποιήθηκαν τον Φεβρουάριο του 2022 σε φρύγανα, τον Απρίλιο και τον Δεκέμβριο του 2022 σε φρύγανα και ξηροτάπητα πευκοδάσους και τον Μάρτιο του 2023 σε φρύγανα, αείφυλλα πλατύφυλλα (μακί) και αναγέννηση τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*). Από τις είκοσι μία (21) συνολικά διαθέσιμες επιφάνειες, κάηκαν οι εννέα (9) που αντιστοιχούν σε 4 από τα τουλάχιστον 5,6 εκτάρια (ha) που ήταν αρχικά διαθέσιμα για την εφαρμογή της ΠΚ. Μερικά προκαταρκτικά ευρήματα αναφέρονται παρακάτω, καθώς ένας μεγάλος όγκος δεδομένων ακόμη αναλύεται. Σε κάποιες περιπτώσεις, παράλληλα με την επιστημονική έρευνα, οι ΠΚ εξυπηρέτησαν και τη συντήρηση στεγασμένων ζωνών (shaded fuel breaks) (Σχήμα 2) και αντιπυρικών ζωνών (firebreaks) (Σχήμα 3.β). Στις στεγασμένες ζώνες, κύριος στόχος ήταν η ελεγχόμενη καύση της επιφανειακής βλάστησης, χωρίς όμως τη νέκρωση των δένδρων.



Σχήμα 2. Συντήρηση και επέκταση στεγασμένης ζώνης με την εφαρμογή ΠΚ (Φωτογραφία: AndreaBonetti).
Figure 2. Treating and extending a shaded fuel break with prescribed burning.

Σε άλλες περιπτώσεις, δε, μακία βλάστηση που έτεινε να αποκτήσει δενδρώδη μορφή (π.χ. άτομα κοκορεβυθιάς: *Pistacia terebinthus*), προστατεύθηκαν επίσης είτε με τους κατάλληλους χειρισμούς της υποκείμενης βλάστησης πριν την ΠΚ, είτε με την επιλογή της κατάλληλης τεχνικής κατά τη χρήση της φωτιάς, για τον έλεγχο της συμπεριφοράς της (Σχήμα 3.α). Επίσης, καταγράφηκαν συνδυασμοί μετεωρολογικών συνθηκών και καταστάσεων βλάστησης που ευνοούσαν την αραίωση της αναγέννησης τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*) 10 περίπου ετών και όχι την πλήρη καύση της (Σχήμα 3.β), σε αντιπυρική ζώνη μορφολογικής κλίσης περίπου 30%. Σε αυτή την περίπτωση, η σχετική υγρασία του αέρα κυμάνθηκε γύρω από την τιμή 70%, η θερμοκρασία του αέρα γύρω από τους 14°C και η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος των 2 m από το έδαφος, γύρω από τα 5 km·h⁻¹. Επιπλέον, η FMC των καυσίμων 1-ημετήθηκε ίση με 21%, η FMC του *Brachypodium ramosum* που είχε σημαντική παρουσία στην περιοχή που πραγματοποιήθηκε η ΠΚ μετρήθηκε ίση με 57% και η FMC των καυσίμων LW της αναγέννησης της τραχείας πεύκης (δηλαδή των ζωντανών βελονών της πεύκης) μετρήθηκε ίση με 134%.

Καταγράφηκαν επίσης μετεωρολογικές συνθήκες και καταστάσεις βλάστησης, στις οποίες παρατηρήθηκε πολύ αργή εξάπλωση ή παύση εξάπλωσης της φωτιάς σε περιοχές που καλύπτονταν από λαδανιά (*Cistus spp.*) (Athanasίου κ.α. 2023). Σε αυτές, παρατηρήθηκε μίξη της λαδανιάς με το *Brachypodium ramosum* σε σημαντικές διακυμάνσεις και διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του, με την FMC του δεύτερου είδους να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 40%, σε μία περίπτωση. Στον πίνακα 2 οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στο πεδίο «1-hr». Ανάλογα και με την οριζόντια συνέχεια της επιφανειακής αυτής βλάστησης καθώς και με την ύπαρξη σημαντικών διακοπών, η φωτιά είτε εξαπλώθηκε υποβοηθούμενη σε κάποιο βαθμό από το *Brachypodium ramosum* είτε σταμάτησε να εξαπλώνεται, αντίστοιχα λόγω και των υψηλών τιμών περιεχόμενης υγρασίας, κυρίως των LW.

Πίνακας 2. Πραγματικές τιμές ROS κατά την εφαρμογή ΠΚ, σε μίξη της λαδανιάς (*Cistus spp.*) με *Brachypodium ramosum*.
Table 2. ROS observed during prescribed burns in *Cistus spp.* mixed with *Brachypodium ramosum*.

Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας Midflame Wind Speed (km·h ⁻¹)(Rothermel 1983)	1-hr (%)	LW (%)	Slope (%)	ROS (m·min ⁻¹)
0	13	118	5	0.8
0	13	118	0	0.7
10	13	118	0	1.3
5	15	118	5	1.8

0	42	128	84	0.0
0	30	128	70	0.4
5	25	128	36	0.6
7	20	128	60	0.0
0	17	128	36	1.3
0	20	128	60	0.0



α. Φωτογραφία: Μιλτιάδης Αθανασίου

β. Φωτογραφία: Andrea Bonneti

Εικόνα 3.α. Συντήρηση στεγασμένης ζώνης με ΠΚ, χωρίς νέκρωση των δένδρων *Pinus brutia* και των θάμνων *Pistacia terebinthus*, β. ΠΚ σε αναγέννηση *Pinus brutia* για τη συντήρηση αντιπυρικής ζώνης.

Picture 3. a. Prescribed fire treatment of a shaded fuel break without killing its *Pinus brutia* trees and *Pistacia terebinthus* shrubs, b. Prescribed fire treatment of a firebreak covered by young *Pinus brutia* trees.

Επίσης, μετρήσεις του ROS κατά τη διάρκεια των ΠΚ σε περιοχές που καλύπτονταν από λαδανιά αξιοποιήθηκαν μαζί με μετρήσεις ROS δασικών πυρκαγιών στον ίδιο δασικό τύπο, για να αξιολογηθεί η ακρίβεια των προβλέψεων του συστήματος πρόβλεψης BehavePlus (Andrews κ.α. 2005) με δεδομένο εισόδου Μοντέλο Καύσιμης Ύλης (M.K.Y.) που έχει δημιουργηθεί για αυτό το φρυγανικό είδος από τους Αθανασίου κ.α. (2017). Προέκυψε ότι οι προβλέψεις του BehavePlus γι' αυτό το M.K.Y., πρέπει να πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή 1,425 για να εκτιμηθούν οι αναμενόμενες πραγματικές τιμές ROS σε περιοχές που καλύπτονται από λαδανιά (Athanasίου κ.α. 2023). Με βάση αυτό το εύρημα, οι αναμενόμενες τιμές ROS για διάφορες τιμές της midflame wind speed και τιμές μορφολογικής κλίσης (slope steepness, %), παρουσιάζονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Αναμενόμενες τιμές ROS ($m \cdot min^{-1}$), σε περιοχές που καλύπτονται από λαδανιά (*Cistus spp.*) για διάφορες τιμές ταχύτητας ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας και τιμές μορφολογικής κλίσης.

Table 3. Expected ROS ($m \cdot min^{-1}$) values for a range of midflame wind speed and slope conditions in *Cistus spp.* phryganic fields.

Midflame Wind Speed, $km \cdot h^{-1}$	Slope Steepness (%)				
	0 (Επίπεδο: Horizontal)	10	30	60	100
0	0,2	0.2	0.5	1.2	2.9
1,1	0,5	0.5	0.6	1.5	3.2
2,8	0,7	0.7	1.0	1.7	3.5
5	1,2	1.2	1.5	2.2	3.9
7.7	1,7	1.7	1.9	2.6	4.3

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στα προκαταρκτικά αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία, στα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση του συνόλου των δεδομένων που αποκτήθηκαν κατά τις ΠΚ του προγράμματος καθώς και σε σχετική βιβλιογραφία, θα βασιστεί πρακτικός οδηγός προδιαγραφών, που θα δημιουργηθεί για την εφαρμογή της προδιαγεγραμμένης καύσης στην Ελλάδα.

Λόγω των μετεωρολογικών συνθηκών (βροχοπτώσεις και ισχυροί άνεμοι) που επικράτησαν μεγάλα χρονικά διαστήματα του φθινοπώρου του 2021 και του χειμώνα 2021 – 2022, στη Χίο, οι οποίες δεν ήταν ευνοϊκές για την εφαρμογή προδιαγεγραμμένου πυρός, υπήρξαν σημαντικά εμπόδια στην τήρηση του αρχικού χρονοδιαγράμματος του προγράμματος και αποκλίσεις στην

υλοποίηση των σχετικών δράσεων. Πολλές φορές ακυρώθηκαν προγραμματισμένες επισκέψεις, ταξίδια αναβλήθηκαν λόγω του καιρού, αλλά και κατά την παρουσία της ομάδας έργου στη Χίο υπήρξαν ημέρες που δεν πραγματοποιήθηκαν ΠΚ λόγω κυρίως του ισχυρού ανέμου. Το φθινόπωρο του 2021 δεν υπήρξαν «παράθυρα καιρού» δηλαδή χρονικά διαστήματα με κατάλληλες μετεωρολογικές συνθήκες για εφαρμογή ΠΚ, ενώ κατά το φθινόπωρο του 2022 παρατάθηκε η αντιτυρική περίοδος κατά 15 ημέρες, έως τις 15 Νοεμβρίου λόγω εκτεταμένης ανομβρίας. Αμέσως ακολούθησαν βροχοπτώσεις και υπήρξαν μόνο δύο μικρά παράθυρα καιρού στις αρχές Δεκεμβρίου 2022 και στις αρχές Μαρτίου 2023, τα οποία αξιοποιήθηκαν.

Η ΠΚ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη βόσκηση και με δασοκομικούς χειρισμούς (Stephens κ.α. 2012, Τσιουβάρας κ.α. 1987, Nastis 1989). Οι τελευταίοι χρησιμοποιούνται συχνά για τη διαχείριση της δασικής βλάστησης και την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών (Ράπτης κ.α. 2009, Σαμαρά κ.α. 2015, Κουράκλη κ.α. 2021, Σύρμπα κ.α. 2021).

Η παράλληλη με τις ΠΚ επιστημονική έρευνα (Bonner κ.α. 2021), η προσεκτική χρήση της φωτιάς και η σύνδεσή της με την οικονομική δραστηριότητα τοπικά, θα καταστήσουν βιώσιμη την αξιοποίηση της μεθόδου. Μετά την ολοκλήρωση του πιλοτικού προγράμματος, οι ΠΚ θα χρειαστεί να συνεχιστούν και να συνοδεύονται από επιστημονική έρευνα και τεκμηρίωση της επίδρασης της φωτιάς στους οικοτόπους (Fernandes κ.α. 2013, 2022), για την περαιτέρω βελτίωση των προδιαγραφών και την ανάδειξη των κατάλληλων βέλτιστων πρακτικών (Castellnou κ.α. 2010).

Η ΠΚ είναι συνδυασμός επιστήμης, τεχνικής και τέχνης. Είναι ένα πολύ αποτελεσματικό διαχειριστικό εργαλείο που όμως απαιτεί σύνεση, αυτοπεποίθηση αλλά και αυτοσυγκράτηση κατά τη χρήση του. Προϋποθέτει γνώσεις, δεξιότητες και σημαντική εμπειρία στη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών αλλά και των δασικών εκτάσεων εν γένει, εκ μέρους των χρηστών.

Η υλοποίηση αποτελεσματικών ΠΚ δεν εξαντλείται στη δυνατότητα ασφαλούς χρήσης της φωτιάς ως ελεγχόμενης καύσης για την μείωση της καύσιμης ύλης και μόνο. Οι καύσεις εκτός από ελεγχόμενες είναι και προδιαγεγραμμένες, δηλαδή είναι καύσεις με διαχειριστικούς στόχους οι οποίοι έχουν τεθεί πριν από την πραγματοποίησή τους. Γι' αυτό, μετά την πραγματοποίηση των ΠΚ χρειάζεται να ελέγχεται η επίτευξη των στόχων που είχαν τεθεί.

Κάποιες τεχνικές που αξιοποιούνται κατά τις ΠΚ, έχουν εκ των πραγμάτων οικουμενικό χαρακτήρα, σε αρκετές όμως περιπτώσεις χρειάζεται να αποκτηθούν και να αναλυθούν επιπλέον δεδομένα προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για ιδιαίτερα τοπικά χαρακτηριστικά ώστε να υποστηριχθούν αποφάσεις σχετικά με α) τη συχνότητα εφαρμογής της μεθόδου, β) τον ενδεχόμενο συνδυασμό της με βόσκηση ή με δασοκομικούς χειρισμούς με χειρωνακτικά μέσα ή γ) την μη εφαρμογή ΠΚ σε κάποιες περιοχές όπου είναι κρίσιμο να προστατευτούν το έδαφος και η βιοποικιλότητα.

Συνεπώς, η πιθανή άκριτη και βιαστική μεταφορά προδιαγραφών από το εξωτερικό στην ελληνική πραγματικότητα χωρίς την παράλληλη διεξαγωγή εφαρμοσμένης επιστημονικής έρευνας στην Ελλάδα για την υποστήριξη της εφαρμογής της μεθόδου της ΠΚ, είναι δυνητικά προβληματική επειδή είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε σταδιακό εκφυλισμό του εργαλείου και σε διαχειριστικά λάθη, αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και αδιέξοδα. Άλλωστε ένα από τους σκοπούς του παρόντος προγράμματος είναι να τεθούν οι βάσεις για την βιώσιμη εφαρμογή της μεθόδου στην χώρα μας.

Abstract

This paper presents the first steps of a 2-year pilot project on prescribed burning (PB) in Greece. We conducted planned field PB experiments and obtained fire behavior data matched with the fire impact on soil properties, the effects on trees and the plant biodiversity. The experimental fires served as an excellent training tool, also, for some of the participants (volunteer and professional firefighters, land managers and researchers). The project aims to introduce PB as a tool for forest fuel management, increase social-ecological resilience to wildfire and contribute to a climate – resilient future. To re-introduce the use of fire in wildfire prevention in Greece, as an accurate and effective management tool, more research is needed.

Βιβλιογραφία

Alexander, M.E., Thomas D.A., 2003. Wildland Fire Behavior Case Studies and Analyses: Other Examples, Methods, Reporting Standards, and Some Practical Advice. *Fire Management Today*, 63 (4): 4-12.

Alexander, Martin E., Thorburn, William R. 2015. LACES: Adding an “A” for Anchor point(s) to the LCES wildland firefighter safety system. Chapter 4 (pages 121-144) in Leblon, Brigitte; Alexander, Martin E. (editors), *Current International Perspectives on Wildland Fires, Mankind and the Environment*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc. 272 p.

Andrews, P.L., Bevins, C., Seli, R. 2005. Behave Plus Fire Modeling System, Version 4.0: User’s Guide, General Technical Report RMRS-GTR-106 Revised, Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: Ogden, UT, USA, Volume 106, p. 132.

Ascoli, D., Plana, E., Oggioni, S. D., Tomao, A., Colonico, M., Corona, P., ... & Barbati, A., 2023. Fire-smart solutions for sustainable wildfire risk prevention: Bottom-up initiatives meet top-down policies under EU green deal. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 92, 103715.

Αθανασίου, Μ. & Ξανθόπουλος, Γ. 2009. Η συμπεριφορά των μεγάλων δασικών πυρκαγιών του 2007 στην Ελλάδα. Σελ. 591-602. Στα πρακτικά του 14ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου με θέμα "Οικολογική και Κοινωνικοοικονομική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών - Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος", 1-4 Νοεμβρίου 2009, Πάτρα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 1101 σελ.

Αθανασίου Μ., Ξανθόπουλος, Γ. 2015. Δασικές πυρκαγιές σε Μεσογειακούς θαμνώνες, φρύγανα και χορτολίβαδα στην Ελλάδα: Σύγκριση της παρατηρηθείσας συμπεριφοράς πυρκαγιάς με τις προβλέψεις του BehavePlus. Σελ. 175-183. Στα πρακτικά του 17ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 4-7 Οκτωβρίου 2015, Αργοστόλι, Κεφαλονιά. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία & Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου. 979 σελ.

Αθανασίου, Μ., Ξανθόπουλος, Γ., Μαρτίνης, Α., Φούκης, Θ. και Γαϊτάνη, Σ. 2017. Δημιουργία Μοντέλου Καύσιμης Ύλης για τη λαδανιά (*Cistus spp.*) στην Ελλάδα. Σελ. 698-705. Στα πρακτικά του 18ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου & International Workshop, 8-11 Οκτωβρίου 2017, Έδεσσα Πέλλας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 1742 σελ.

Athanasίου, Μ., Bouchounas, T., Korakaki, E., Tziritis, E., Xanthopoulos, G., Sitara, S. 2022. Introducing the use of fire for wildfire prevention in Greece: pilot application of prescribed burning in Chios island. In proceedings of the 9th International Conference on Forest Fire Research: Advances in Forest Fire Research & 17th International Wildland Fire Safety Summit, 11-18 November 2022, Coimbra, Portugal. D. G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 169, full text on CD (p. 1487-1494), https://doi.org/10.14195/978-989-26-2298-9_227.

Athanasίου, Μ., Martinis, Α., Korakaki, Ε. And Avramidou, Ε., 2023. Development of a Fuel Model for *Cistus spp.* and Testing Its Fire Behavior Prediction Performance. *Fire* 6, no. 7: 247. <https://doi.org/10.3390/fire6070247>.

Bonner, S.R., Hoffman, C.M., Kane, J.M., Varner, J.M., Hiers, J.K., O’Brien, J.J., Rickard, H.D., Tinkham, W.T., Linn, R.R., Skowronski, N., Parsons, R.A. and Sieg, C.H. 2021. Invigorating Prescribed Fire Science Through Improved Reporting Practices. *Front. For. Glob. Change* 4:750699. doi: 10.3389/ffgc.2021.750699.

Bouyououkos, G. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. 430: 434-437.

Boyer J. S. 1967. Leaf Water Potentials Measured with a Pressure Chamber. *Plant Physiol.* 42(1): 133–137. Doi: 10.1104/pp.42.1.133.

Castellnou, M., Kraus, D., Miralles, M., 2010. Prescribed burning and suppression fire techniques: from fuel to landscape management. In: Montiel C., Kraus D. (Eds) - Best practices of fire use – prescribed burning and suppression fire programmes in selected case-study Regions in Europe. European Forest Institute Research Report 24: 3-16.

Fernandes, P.M., Davies, G.M., Ascoli, D., Fernandez, C., Moreira, F., κ.α. 2013. Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Ecological Society of America, 11 (1), pp. e4-e14. 10.1890/120298.hal-02650706.

Fernandes, P. M., Rossa, C. G., Madrigal, J., Rigolot, E., Ascoli, D., Hernando, C., Guijarro, M. 2022. Prescribed burning in the European Mediterranean Basin. *Global Applications of Prescribed Fire*. CSIRO Publishing, 230-248.

Fotelli, M.N., Korakaki, E., Paparrizos, S.A., Radoglou, K., Awada, T., Matzarakis, A., 2019. Environmental Controls on the Seasonal Variation in Gas Exchange and Water Balance in a Near-Coastal Mediterranean *Pinus halepensis* Forest. *Forests* 10: 313.

Jain, Theresa B., Battaglia, Mike A., Han, Han-Sup, Graham, Russell T., Keyes, Christopher R., Fried, Jeremy S., Sandquist, Jonathan E. 2012. A comprehensive guide to fuel management practices for dry mixed conifer forests in the northwestern United States. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-292. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 331 p.

Keuskamp, J.A., Dingemans, B.J.J., Lehtinen, T., Sarneel, J.M., Hefting, M.M., 2013. Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods EcolEvol* 4, 1070–1075. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12097>.

Knowlton, K. 2013. Where there's fire, there's smoke: Wildfire smoke affects communities distant from deadly flames. NRDC Issue Brief.

Κορακάκη, Ε. & Ραδόγλου, Κ., 2009. Σύγχρονες τεχνολογίες προσδιορισμού της ροής χυμών στα δασικά οικοσυστήματα. Εφαρμογές στην Ελλάδα. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων Δ.Π.Θ. Τόμος 2, 41-56.

Korakaki, E. and Fotelli, M.N., 2021. Sap Flow in Aleppo Pine in Greece in Relation to Sapwood Radial Gradient, Temporal and Climatic Variability. *Forests*:12: 2. <https://doi.org/10.3390/f12010002>.

Κουράκλη, Π., Ζαρόβαλη, Μ., Πεταλίδου, Μ. & Καλαϊτζή, Σ. 2021. Πρόληψη και αντιτυρική προστασία στη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού στο Δημόσιο περιαστικό δάσος Θεσσαλονίκης. Σελ. 94-101. Στα πρακτικά του 20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 3-6 Οκτωβρίου 2021, Τρίκαλα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 900 σελ.

Loomis, J. B., L. S. Bair, and A. Gonzales-Caban. 2001. Prescribed Fire and Public Support: Knowledge Gained, Attitudes Changed in Florida. *Journal of Forestry* no. 99 (11):18-22.

Mazzotta, D., C.S. Olsen, and E. Toman. 2012. Perceptions of smoke management and prescribed fire programs: an analysis of opportunities in communication, community-based partnerships and interagency decision making. Paper read at Third Human Dimensions of Wildland Fire Conference.

McCaffrey, S. 2004. Fighting Fire with Education: What Is the Best Way to Reach Out to Homeowners?" *Journal of Forestry* no. 102 (5):12-19.

McCaffrey, S. M., & C. S. Olsen, 2012. Research perspectives on the public and fire management: a synthesis of current social science on eight essential questions. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station.

Merkhofer, MW. 1993. Risk assessment methods: approaches for assessing health and environmental risks: Plenum Publishing Corporation.

Moghaddas, J.J., Collins, B.M., Menning, K., Moghaddas, E.E.Y., Stephens, S.L. 2010. Fuel treatment effects on modeled landscape level fire behavior in the northern Sierra Nevada. *Canadian Journal of Forest Research* 40, 1751-1765.

Nastis A., 1989. Control of forest fires in Mediterranean region by use of prescribed burning and grazing: Effect on forest ecosystem, CEE EV4V 0095 – GR (TT), Progress report of the year 1989.

Παπαναστάσης Β., 1977. Έκθεση των αποτελεσμάτων του σεμιναρίου στη Θάσο για την βελτίωση των τραχειοδασών με την μέθοδο της προδιαγεγραμμένης καύσης. Δασικά Χρονικά Τεύχος 4-5, Απρίλιος-Μάιος 1977.

Ράπτης, Δ., Ζάγκας, Θ., Ζάγκας, Δ., Μανώλης, Ε., Μησιάκας, Μ., Δαμάσκος, Χ., Ζάγκα, Θ. και Καραμανώλης, Δ. 2009. Σχεδιασμός και Αξιολόγηση της Αποτελεσματικότητας Κλασικών Δασοκομικών Χειρισμών για τη Μείωση του Κινδύνου Έναρξης και Διάδοσης Δασικής Πυρκαγιάς στο Δάσος Θινών Βαρθολομιού. Πρακτικά 14ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, Πάτρα, 1 – 4 Νοεμβρίου. Σελ 661-676.

Rego, F., Rigolot, E., Fernandes, P., Montiel, C., & Silva, J. S. 2010. Towards integrated fire management. European Forest Institute, Policy Brief 4.

Rothermel, R.C. 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. Gen. Tech. Rep. INT-143. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 161 p.

Σαμαρά, Θ., Σπανός Ι., Ράπτης, Δ. 2015. Δασοκομικές Επεμβάσεις σε Περιαστικά Δάση για την Πρόληψη Πυρκαγιάς. Πρακτικά 17ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. Κεφαλονιά 4-7 Οκτωβρίου 2015. Σελ 1117-1131.

Samara, Th. Raptis, D. & Spanos, I. 2018. Fuel Treatments and Potential Fire Behavior in Peri-Urban Forests in Northern Greece. *Environments*. 5. 79. 10.3390/environments5070079.

Silva J.S., Rego F.C., Fernandes P., Rigolot. E. 2010. Introducing the Fire Paradox. hal-02823738.

Stephens, Scott L., McIver, James D., Boerner, Ralph E.J., Fettig, Christopher J., Fontaine, Joseph B., Hartsough, Bruce R., Kennedy, Patricia L., Schwilk, Dylan W. 2012. Effects of forest fuel-reduction treatments in the United States. *Bioscience* 62:549-560.

Σύρμπα, Ε., Τσιτσώνη, Θ., Μάνιος, Ν. 2021. Ανάλυση δομής μικτών συστάδων Ελάτης – Μαύρης πεύκης στον Παρνασσό. Σελ. 440-447. Στα πρακτικά του 20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 3-6 Οκτωβρίου 2021, Τρίκαλα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 900 σελ.

Τσιουβάρας, Κ., Παπαναστάσης, Β., Νάστις, Α. και Λ. Λιάκος, 1987. Εξέλιξη της υπόροφης βλάστησης και της αναγέννησης μετά την υλοτομία ανωρόφου και την καύση υπολειμμάτων σε συστάδα τραχείας πεύκης Θάσου. Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας 30 Σεπτεμβρίου-2 Οκτωβρίου 1987.

Varner, J.M., Hiers, J.K., Wheeler, S.B., McGuire, J., Quinn-Davidson, L., Palmer, W.E., Fowler, L. 2021. Increasing Pace and Scale of Prescribed Fire via Catastrophe Funds for Liability Relief. *Fire*, 4, 77. <https://doi.org/10.3390/fire4040077>.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ, ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ.**

**Τζηρίτης, Ηλίας¹; Αθανασίου, Μιλτιάδης²; Κορακάκη, Ευαγγελία³; Ροδάκης, Γεώργιος⁴;
Ξανθόπουλος, Γαβριήλ⁵**

¹WWF Ελλάς, Χερσαίο Πρόγραμμα, Χαριλάου Τρικούπη 119-121, 11473 Αθήνα, e.tziritis@wwf.gr

²Wildfire Management Consulting and Training, Θωμά Παλαιολόγου 8,13673, Αθήνα, info@m-athanasiou.gr

³Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα», Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, 11528, Αθήνα, e.korakaki@fria.gr

⁴Ομάδα Εθελοντικής Δράσης Χίου «Ομικρον», Περιοχή Κοφινάς, 82100 Βροντάδος, Χίος, giorgosrodakis65@gmail.com

⁵Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα», Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, 11528, Αθήνα, gxnrte@fria.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά η ιστορική αναδρομή, οι πρόσφατες εξελίξεις και προτάσεις για το μέλλον, σχετικά με την εισαγωγή και υιοθέτηση της μεθόδου της προδιαγεγραμμένης καύσης (ΠΚ) στην Ελλάδα. Σχεδόν μισό αιώνα μετά τις πρώτες προσπάθειες έρευνας και εφαρμογής της, αυτή δεν έχει ακόμη θεσμοθετηθεί, παρόλο που αν εφαρμοστεί ακολουθώντας συγκεκριμένους κανόνες, μπορεί να πετύχει ποικίλους διαχειριστικούς στόχους. Σκοπός της πιλοτικής εφαρμογής της στη Χίο είναι η δημιουργία προδιαγραφών χρήσης για την αξιοποίησή της, σε εθνικό επίπεδο.

Λέξεις κλειδιά: προδιαγεγραμμένη καύση, πρόληψη δασικών πυρκαγιών, εθελοντές.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές μεγάλης έντασης και δριμύτητας αποτελούν τις πιο άμεσες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζουν τα Μεσογειακά δάση (IPCC 2018). Η ενίσχυση της ανθεκτικότητας των δασικών οικοσυστημάτων μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω εφαρμογής μεθόδων που ενισχύουν την πρόληψη δασικών πυρκαγιών.

Η προδιαγεγραμμένη καύση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο δασικής διαχείρισης, διαχείρισης της καύσιμης ύλης και πρόληψης δασικών πυρκαγιών. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες του κόσμου και προκρίνεται ως ενδεδειγμένη πρακτική με πολλαπλά οφέλη, όπως προκύπτει από σχετικές έρευνες και μελέτες, τόσο για τη δασική διαχείριση, όσο και για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών (Fernandes & Rigolot 2022).

Ως προδιαγεγραμμένη καύση ορίζεται η προγραμματισμένη και ελεγχόμενη χρήση της φωτιάς, σε καθορισμένη περιοχή, υπό συγκεκριμένες συνθήκες και προϋποθέσεις και βάσει συγκεκριμένων διαδικασιών και προδιαγραφών με ευθύνη της κατά τόπο δασικής υπηρεσίας, με σκοπό τη διαχείριση της δασικής βλάστησης, την ενίσχυση της ανθεκτικότητας του τοπίου, την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και την επίτευξη διαχειριστικών στόχων όπως η βελτίωση οικοτόπων, βοσκοτόπων, η προστασία της βιοποικιλότητας, ο έλεγχος ή ο μετριασμός ασθενειών και εντόμων, η αφαίρεση ή η αντιμετώπιση ανεπιθύμητων ξενικών, εισβλητικών και χωροκατακτητικών ειδών χλωρίδας (Wright & Bailey 1982, Ryne κ.α. 1992, WWF και ΙΜΔΟ 2023).

Το WWF Ελλάς με εταίρους το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων (ΙΜΔΟ) του ΕΛΓΟ «ΜΗΜΗΤΡΑ», τη Διεύθυνση Δασών Χίου και την ομάδα εθελοντικής δράσης Χίου «Ομικρον» και με την συμβολή της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Χίου και του Δήμου Χίου, σχεδίασε και υλοποίησε ένα πιλοτικό έργο εφαρμογής προδιαγεγραμμένης καύσης για τη διαχείριση της καύσιμης ύλης ως εργαλείου για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Το έργο μέσα από την πιλοτική εφαρμογή καύσεων σε πραγματικές συνθήκες και την καταγραφή και

ανάλυση επιστημονικών δεδομένων στοχεύει στη δημιουργία προδιαγραφών εφαρμογής της μεθόδου στη χώρα μας, αλλά και στην ενδυνάμωση του ρόλου της δασικής υπηρεσίας στη διαχείριση της βλάστησης. Επιπλέον, οι τοπικοί φορείς καταρτίζονται στα θέματα χρήσης της προδιαγεγραμμένης καύσης. Στην παρούσα εργασία γίνεται παρουσίαση της φιλοσοφίας και των δράσεων του έργου με έμφαση στα καινοτόμα στοιχεία του.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Περιοχή μελέτης αποτέλεσε το νησί της Χίου, ένα νησί με τυπικά μεσογειακά χαρακτηριστικά και με ποικιλία τύπων βλάστησης (φρύγανα, μακί, θερμόφιλα κωνοφόρα) έτσι ώστε τα ερευνητικά ευρήματα να μπορούν να μεταφερθούν και να αξιοποιηθούν σε όλη τη χώρα. Λόγω νησιωτικότητας, οι πόροι στη Χίο είναι περιορισμένοι ενώ οι δασικές πυρκαγιές επηρεάζουν σημαντικές οικονομικές δραστηριότητες όπως οι μαστιχοκαλλιέργειες, οι ελαιοκαλλιέργειες, η κτηνοτροφία και η μελισσοκομία. Στην πυρκαγιά του 2012 υπολογίζεται ότι κάηκαν 180.000 μαστιχόδεντρα σε μία έκταση 20.000 στρεμμάτων που αντιστοιχεί στο 12% της καλλιεργήσιμης έκτασης της Χίου, ενώ η οικονομική ζημιά εκτιμήθηκε σε 4 εκατομμύρια ευρώ. Η καταστροφή στη Χίο δεν περιορίστηκε στην παραγωγή της μαστίχας, αλλά έπληξε και άλλες παραγωγικές δραστηριότητες, όπως η μελισσοκομία που υπέστη απώλεια παραγωγής σε ποσοστό της τάξης του 60%. Το 2016, πάλι στη Χίο, οι πυρκαγιές έκαψαν άλλα 35.000 μαστιχόδεντρα και προκάλεσαν ζημιές ύψους 520 χιλιάδων ευρώ (Goldammer κ.α. 2019).

Για την επιλογή της Χίου ως περιοχή μελέτης συντέλεσαν επίσης οι ώριμες και καλές σχέσεις μεταξύ των διαφορετικών τοπικών φορέων, η συναντίληψη και οι κοινές δράσεις σε θέματα δασικών πυρκαγιών. Ακρογωνιαίο λίθο για την επιτυχία του έργου αποτελεί και η μακροχρόνια και ευρεία συνεργασία σε προγράμματα πρόληψης μεταξύ των αρμόδιων τοπικών φορέων, του WWF Ελλάς, του ΙΜΔΟ, των εθελοντικών ομάδων και της τοπικής κοινωνίας.

Μελέτη παραδειγμάτων του εξωτερικού

Κατά τον σχεδιασμό του έργου πραγματοποιήθηκε εκτενής βιβλιογραφική επισκόπηση και μελέτη της χρήσης της προδιαγεγραμμένης καύσης σε χώρες με παράδοση στη χρήση της φωτιάς ως διαχειριστικό εργαλείο. Στην Αυστραλία, τις Η.Π.Α. και τον Καναδά εφαρμόζεται ως μέθοδος διαχείρισης δασικών καυσίμων και πρόληψης δασικών πυρκαγιών ήδη από τη δεκαετία του 1950, ενώ στην Ευρώπη είναι πιο εντατική η χρήση της από το 2000 στη Γαλλία, την Πορτογαλία, την Ισπανία και την Ιταλία. Επίσης, εκτός από εργαλείο πρόληψης δασικών πυρκαγιών, έχει αρχίσει να εισάγεται και να εφαρμόζεται και ως εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης (Rigolot 2005).

Η διεθνής εμπειρία και η αξιολόγηση που γίνεται σε διάφορες χώρες αναδεικνύει ότι στις περιοχές που εφαρμόζεται η προδιαγεγραμμένη καύση, συχνά σε συνδυασμό και με βόσκηση ή/και μηχανικές μεθόδους, η ένταση και η δριμύτητα των δασικών πυρκαγιών είναι μειωμένες. Η εφαρμογή της στην Πορτογαλία και την Καταλονία έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση του κινδύνου δασικών πυρκαγιών, καθώς έχουν περιοριστεί τα περιστατικά και οι καμένες εκτάσεις. Ειδικά στη βορειοδυτική Πορτογαλία, έχει μετρηθεί ότι η προδιαγεγραμμένη καύση μειώνει κατά 96% τη δυνητική ένταση δασικών πυρκαγιών υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες (Fernandes & Botelho 2004). Στη Γαλλία, στην περιοχή Mardes-Coronat των Γαλλικών Πυρηνίων, η χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης ως εργαλείο διαχείρισης βοσκολιβάδων και θαμνότοπων από τους επίσημους θεσμικούς φορείς και με την καθοδήγηση του Εθνικού Ινστιτούτου Αγροτικής Έρευνας της Γαλλίας (Institute National de la Recherche Agronomique-INRAe) οδήγησε σε σημαντική μείωση των πυρκαγιών που προκαλούνταν από ανεξέλεγκτες καύσεις ιδιωτών για τη δημιουργία ή τη βελτίωση βοσκοτόπων (Lambert 2010).

Στην Αυστραλία, αν και ο πρωταρχικός σκοπός χρήσης της μεθόδου ήταν η προστασία περιουσιών και ανθρώπων από τις ανεξέλεγκτες πυρκαγιές, πλέον φαίνεται ότι εξυπηρετεί όχι μόνο τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των πυρκαγιών, αλλά και ζητήματα διαχείρισης και διατήρησης της βιοποικιλότητας (Australasian Fire and Emergency Services Authorities Council 2021). Ενδεικτικά, μετά από δασικές πυρκαγιές οι οποίες καίνε μεγάλες εκτάσεις και προκαλούν εκτεταμένες καταστροφές, προτείνεται - μεταξύ άλλων - η εφαρμογή της προδιαγεγραμμένης καύσης για την αραίωση της πυκνής και συνεχούς βλάστησης λόγω της έντονης αναγέννησης που ακολουθεί. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση του κινδύνου που προέρχεται από την καύσιμη ύλη (hazard-reduction burns) και έχει υποστηριχθεί ότι πρέπει κατά κάποιον τρόπο να θεωρείται υποχρέωση των γαιοκτημόνων. Και για αυτό τον λόγο άλλωστε, τα τελευταία χρόνια

υποστηρίζονται οι αυτόχθονες πληθυσμοί για την αναβίωση της προδιαγεγραμμένης καύσης (AFAC 2015). Εμπειρικές παρατηρήσεις και σχετική επιστημονική έρευνα έδειξαν ότι η μείωση της καύσιμης ύλης μέσω προδιαγεγραμμένης καύσης μπορεί να βελτιώσει τη δυνατότητα καταστολής των περισσότερων πυρκαγιών, ωστόσο, αυτό εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την συμπεριφορά της πυρκαγιάς (AFAC 2015). Επιπρόσθετα, η μείωση της καύσιμης ύλης προσφέρει έμμεσα οφέλη μέσω του μετριασμού της δριμύτητας των πυρκαγιών, της προστασίας των περιουσιών και του μετριασμού των επιπτώσεων σε φυσικούς πόρους, όπως το νερό και το έδαφος. Σε συγκεκριμένα περιστατικά πυρκαγιών, όπως στις μεγάλες πυρκαγιές του Περθ το 2011, διαπιστώθηκε ότι σε περιοχές που είχε προηγουμένως εφαρμοστεί η προδιαγεγραμμένη καύση ήταν πιο εύκολη και αποτελεσματική η καταστολή με συγκεκριμένες μεθόδους (προσβολή στις πλευρές της πυρκαγιάς). Μάλιστα, η σχετική έκθεση αξιολόγησης των πυρκαγιών αυτών καταλήγει σε προτάσεις για την εντατικοποίηση των προγραμμάτων προδιαγεγραμμένης καύσης (Government of Western Australia 2011).

Ιδιαίτερη είναι η περίπτωση της χρήσης της μεθόδου στη Σαρδηνία, όπου αποτελεί έναν τρόπο επίλυσης των προβλημάτων που είχαν δημιουργηθεί λόγω των ανεξέλεγκτων πυρκαγιών για τη δημιουργία βοσκοτόπων από κτηνοτρόφους. Η ενσωμάτωση της προδιαγεγραμμένης καύσης σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης της υπαίθρου αποτέλεσε σημαντικό όχημα για τη συνεργασία των αρχών και των τοπικών εμπλεκόμενων φορέων και την ομαλοποίηση των σχέσεων τους (Ascoli & Bovio 2013).

Η εφαρμογή της μεθόδου σε σαβάνες στη Βραζιλία έχει οδηγήσει στη μείωση των πυρκαγιών υψηλής έντασης και έχει συμβάλει στην αύξηση της ετερογένειας των δασικών οικοσυστημάτων μέσω της διατήρησης ενός μωσαϊκού διαφορετικών δασικών ειδών. Η ασυνέχεια στην καύσιμη ύλη αλλά και η ποικιλία ειδών που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της καύσης, οδηγούν στην αύξηση της ανθεκτικότητας των δασικών οικοσυστημάτων στις δασικές πυρκαγιές (Santos κ.α. 2021).

Για τη βαθύτερη κατανόηση των παραδειγμάτων του εξωτερικού πραγματοποιήθηκαν επίσης συνεντεύξεις με στελέχη της δασικής υπηρεσίας της κυβέρνησης της Αλμπέρτα (Καναδάς) και στελέχη του INRAE (Γαλλία).

Η χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης στην Ελλάδα

Παράλληλα ερευνήθηκε η πιλοτική χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης στη χώρα μας. Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν προσπάθειες αξιοποίησης της προδιαγεγραμμένης καύσης από στελέχη της δασικής υπηρεσίας και μέλη της επιστημονικής κοινότητας. Ειδικότερα, κατά τις δεκαετίες του 1970 και του 1980 υλοποιήθηκαν ορισμένα πιλοτικά προγράμματα σε Θάσο, Βόρεια Εύβοια και Σέρρες με σκοπό την επιστημονική τεκμηρίωση και την εξαγωγή συμπερασμάτων (Παπαναστάσης 1977, Τσιουβάρας 1987, Νάστης 1989). Στη Θάσο, υπήρχε περιοδική εφαρμογή (κάθε 3 χρόνια με κάποια επανάληψη 1974, 1977, κ.λπ.) πειραματικών προδιαγεγραμμένων καύσεων σε αγροτεμάχια σε ώριμες συστάδες *Pinus brutia* (Παπαναστάσης 1977). Δεδομένου ότι εκείνα τα χρόνια, υπήρχε έλλειψη δεδομένων και ερευνητικών πορισμάτων από την Ελλάδα, σχετικά με τη χρήση της πυρκαγιάς, οι δασολόγοι που εφαρμόζαν την μέθοδο είχαν ακολουθήσει αμερικανικά πρότυπα. Μέσα από επιστημονικές συναντήσεις και εργαστήρια, είχαν επιδείξει τον τρόπο χρήσης της φωτιάς, συζητώντας επίσης οικολογικά και διαχειριστικά ζητήματα, καθώς και τον πιθανό συνδυασμό της με τη βόσκηση και τις μηχανικές μεθόδους (Τσιουβάρας κ.ά. 1987, Νάστης 1989). Δυστυχώς αυτές οι προσπάθειες δεν εξελίχθηκαν σε μια πιο ευρεία εφαρμογή της μεθόδου και εγκαταλείφθηκαν για διάφορους λόγους (έλλειψη πόρων, επιστημονικής καθοδήγησης, απουσία ξεκάθαρων στόχων, ανυπαρξία θεσμικής υποστήριξης). Η πιο πρόσφατη πιλοτική εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στην Οίτη ως μέθοδος διαχείρισης για την ανόρθωση των ψευδαλπικών ποολίβαδων (Μαντζανάς κ.α. 2018).

Για την ελληνική περίπτωση, με βάση και το γεγονός ότι αρκετοί από τους ανθρώπους που πραγματοποίησαν τις πιλοτικές εφαρμογές τις δεκαετίες του 1970 και του 1980 δεν βρίσκονται πλέον στη ζωή, πραγματοποιήθηκε από τους δύο πρώτους συγγραφείς, συνέντευξη στον πρώην δασάρχη Λίμνης Ηλίας Καπράλο, οποίος ήταν παρών στις καύσεις στη Βόρεια Εύβοια.

Χαρτογράφηση και συνεργασία φορέων

Πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση των άμεσα επωφελούμενων και εμπλεκόμενων φορέων (πέραν των εταίρων) για τους οποίους εξετάστηκε και ο ρόλος τους ή πιθανή εμπλοκή τους στο έργο, αλλά καταγράφηκε και η όποια παραδοσιακή σχέση ή/και γνώση με τη φωτιά (π.χ. κτηνοτρόφοι, ρητινοκαλλιεργητές). Ενδεικτικά αναφέρονται η Πυροσβεστική Υπηρεσία Χίου, το

Γραφείο Πολιτικής Προστασίας του Δήμου Χίου, η Ιερά Νέα Μονή Χίου, η Μητρόπολη Χίου, Ψαρών και Οινουσσών (ως δασοκτήμονες), η Φιλοδασική Ένωση Χίου, οι πρόεδροι των τοπικών κοινοτήτων στις περιοχές μελέτης, η Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου και η Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών Χίου.

Μια από τις καινοτομίες του έργου ήταν και η συνεργασία πολλών διαφορετικών φορέων σε μια τέτοιου είδους δράση. Αυτό αποτέλεσε από μόνο του μια σημαντική πρόκληση καθώς απαιτεί χρόνο για ωρίμανση σχέσεων και αποδοχής των στόχων του έργου. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η κουλτούρα συνεργασίας που προϋπήρχε στη Χίο στο θέμα πρόληψης δασικών πυρκαγιών, ήταν ένας θετικός παράγοντας για την επιτυχή πραγματοποίηση των εργασιών του έργου.

Ενημέρωση και εκπαίδευση

Πριν από την έναρξη των προδιαγεγραμμένων καύσεων, τον Οκτώβριο 2021, διοργανώθηκε ενημερωτικό – εκπαιδευτικό διήμερο από το WWF Ελλάς, το Ινστιτούτο Δασικών Μεσογειακών Οικοσυστημάτων του ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», τη Διεύθυνση Δασών Χίου και την Ομάδα Εθελοντικής Δράσης Χίου «Ομικρον».

Την πρώτη ημέρα προσκλήθηκαν οι πολίτες της Χίου μέσω των τοπικών ΜΜΕ καθώς και εθελοντικές ομάδες πολιτικής προστασίας, πολιτικοί, κοινωνικοί και οικονομικοί φορείς της Χίου. Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε, στους πολίτες της Χίου το τί είναι η προδιαγεγραμμένη καύση, πώς θα εφαρμοστεί στο νησί και σε τί θα ωφελήσει. Οι εργασίες της πρώτης ημέρας ολοκληρώθηκαν με τις ερωτήσεις που διατυπώθηκαν από τους παρευρισκόμενους και τη συζήτηση που ακολούθησε. Τη διαδικασία ενημέρωσης για το ευρύ κοινό συμπλήρωσε σχετικό ενημερωτικό φυλλάδιο. Σκοπός της εκδήλωσης ήταν να εξηγηθεί δημόσια ο σκοπός του έργου και να παρουσιαστεί μια άλλη οπτική της χρήσης της φωτιάς μέσω της προδιαγεγραμμένης καύσης ως εργαλείο διαχείρισης και όχι μόνο ως απειλή. Την επόμενη ημέρα, πραγματοποιήθηκε κλειστό τεχνικό εργαστήριο κατάρτισης των συμμετεχόντων στις προδιαγεγραμμένες καύσεις, προερχόμενων από τη Διεύθυνση Δασών Χίου, το Τμήμα Πολιτικής Προστασίας Περιφερειακής Ενότητας Χίου, το Γραφείο Πολιτικής Προστασίας Δήμου Χίου, τη Διοίκηση Πυροσβεστικών Υπηρεσιών Χίου, την Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου, και την Ομάδα Εθελοντικής Δράσης Χίου «Ομικρον». Περιγράφηκαν λεπτομερώς η ροή των εργασιών πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις καύσεις, η σημασία της κατάρτισης και της απόκτησης δεξιοτήτων για τις δειγματοληψίες βλάστησης και τον έλεγχο της συμπεριφοράς της φωτιάς, συζητήθηκαν οι αναμενόμενες δυσκολίες, επισημάνθηκαν ιδιαιτερότητες του έργου όπως πιθανές αναβολές λόγω καιρού, υπογραμμίστηκαν ζητήματα ασφάλειας και αναλύθηκε το σχετικό πρωτόκολλο. Η διήμερη συνάντηση ολοκληρώθηκε με την αναφορά σε ζητήματα συντονισμού, οργάνωσης και εύρυθμης λειτουργίας της ομάδας του έργου και τη δέσμευση από τους συμμετέχοντες, υπογράφοντας σχετικό κείμενο, για το ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις που αποκόμισαν από το πρόγραμμα, εκτός προγράμματος. Η προσέλευση και η συμμετοχή ήταν εντυπωσιακές, επιβεβαιώνοντας την πολύ καλή συνεργασία μεταξύ των υπηρεσιών στο νησί της Χίου.



Εικόνα 1. Εκπαίδευση εθελοντών και στελεχών τοπικών φορέων πριν την έναρξη των καύσεων
Figure 1. Training of volunteers and local officials before the start of the burnings

Η ενημέρωση του πληθυσμού στις περιοχές πραγματοποίησης των καύσεων αλλά και η κατάρτιση των στελεχών των συμμετεχόντων φορέων είναι ιδιαίτερα σημαντική. Πριν από τέτοια

εγχειρήματα, είναι σημαντικό να ξεπερνιούνται ανησυχίες και προβληματισμοί που ενδεχομένως ξεκινούν από την έλλειψη γνώσης και εξοικείωσης προκειμένου η προδιαγεγραμμένη καύση εκτός από την οικολογική της διάσταση να αποκτήσει και κοινωνικά αποδεκτή διάσταση. Άλλωστε ένας από τους αντικειμενικούς σκοπούς της εφαρμογής της είναι και η προστασία ζώων, περιουσιών και υποδομών από μεγάλης έντασης πυρκαγιές. Επίσης η κατάρτιση των συμμετεχόντων είναι σημαντική καθώς μια ομάδα έργου που αποτελείται από διαφορετικούς φορείς πρέπει να μιλάει «κοινή γλώσσα», να έχει ξεκαθαρίσει στόχους και μεθοδολογία.

Τέλος, μέλη της ομάδας έργου πιστοποιήθηκαν στη χρήση προδιαγεγραμμένης καύσης από την Σχολή Πολιτικής Προστασίας της Καταλονίας σε ειδικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα που πραγματοποίησαν το Pau Costa Foundation και η Πυροσβεστική Υπηρεσία της Καταλονίας, βελτιώνοντας την ήδη υπάρχουσα τεχνογνωσία και μελετώντας από κοντά ένα παράδειγμα του εξωτερικού.

Εργασίες πεδίου

Με την έκδοση των εγκρίσεων υπ. αρ. πρωτ. ΥΠΕΝ / ΔΠΔ / 37100 / 2080 / 23-06-021 και ΥΠΕΝ / ΔΠΔ / 23284/1293/30-03-2022 ξεκίνησαν και οι εργασίες πεδίου. Για την επιλογή των περιοχών εφαρμογής του προδιαγεγραμμένης καύσης, μέλη της ομάδας έργου, μαζί με τους εθελοντές της ομάδας Όμικρον, εργάστηκαν συστηματικά στο πεδίο για τον αρχικό εντοπισμό πιθανών θέσεων εφαρμογής προδιαγεγραμμένου πυρός. Με κριτήρια τους δασικούς τύπους, τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, το ιδιοκτησιακό καθεστώς καθώς και το καθεστώς προστασίας, το ανάγλυφο και την προοπτική μεταφοράς του παραδείγματος σε άλλες περιοχές με παρόμοια χαρακτηριστικά επιλέχθηκαν είκοσι-μία (21) επιφάνειες σε όλο το νησί για την εφαρμογή των προδιαγεγραμμένων καύσεων συνολικού εμβαδού 5.6ha. Οι επιφάνειες βρίσκονταν επι το πλείστον σε δημόσιες ή δημοτικές δασικές εκτάσεις και δάση της Χίου, ενώ υπήρξε και περίπτωση ιδιωτικής δασικής έκτασης αφού πρώτα εξασφαλίστηκε η γραπτή συναίνεση του ιδιοκτήτη.

Για την πραγματοποίηση των καύσεων συντάχθηκαν οδηγίες και σχετικό πρωτόκολλο που περιλάμβανε εργασίες προετοιμασίας (π.χ. γραμμές ελέγχου, αποκλαδώσεις, αποψιλώσεις). Εφαρμόστηκαν αυστηρά μέτρα και πρωτόκολλα ασφαλείας κατά την εφαρμογή (π.χ. παρουσία πυροσβεστικού οχήματος, επιλογή κατάλληλων καιρικών συνθηκών, αποψίλωση βλάστησης σε επιλεγμένες επιφάνειες, τήρηση συγκεκριμένου πρωτοκόλλου ενεργειών, εκπαίδευση εμπλεκόμενων, κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας). Οι επιφάνειες καύσης προετοιμάστηκαν με τη χρήση χειρωνακτικών εργαλείων και την εθελοντική εργασία των εθελοντών της Όμικρον.

Ο ρόλος των εθελοντών

Ένα σημαντικό στοιχείο καινοτομίας του έργου είναι ο κομβικός ρόλος των εθελοντών και η εφαρμογή, στη πράξη, της επιστήμης των πολιτών (citizen science). Στις εργασίες του έργου συμμετείχαν συνολικά 20 εθελοντές της Όμικρον. Η Ομάδα Εθελοντικής Δράσης Χίου - Όμικρον δημιουργήθηκε το 1999. Έχει την έδρα της στο νησί της Χίου. Δραστηριοποιείται σε ολόκληρο το νησί και δυνητικά σε όλη την Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, και είναι αρκετά ενεργή στην καταστολή πυρκαγιών, στην πρόληψη μέσω της δημιουργίας και συντήρησης στεγασμένων αντιπυρικών ζωνών (Athanasίου 2016, Athanasίου 2018, Ascoli κ.α. 2023), στην ευαισθητοποίηση του πληθυσμού καθώς και σε δραστηριότητες αποκατάστασης και αναδάσωσης (όπως η φύτευση δενδρυλλίων για την αποκατάσταση της δασικής βλάστησης σε ερημοποιημένες περιοχές).

Σημαντικό μέρος της εργασίας των καταστροφικών δειγματοληψιών και μετρήσεις βλάστησης, της συμπλήρωσης ειδικών φορμών μετρήσεων, της κωδικοποίησης δεδομένων, της προετοιμασίας πριν τις καύσεις αλλά και της παρακολούθησης των επιφανειών μετά τις καύσεις πραγματοποιήθηκαν από τους ειδικά εκπαιδευμένους εθελοντές της Όμικρον.



Εικόνα 2 Δημιουργία γραμμής ελέγχου από εθελοντές της Όμικρον κατά την διάρκεια της καύσης
Figure 2. Fire break set up by Omikron volunteers during the burn

Η ανάγκη για θεσμοθέτηση

Όπως αναφέραμε παρά τις προσπάθειες του παρελθόντος για την υιοθέτηση της προδιαγεγραμμένης καύσης ως μεθόδου πρόληψης δασικών πυρκαγιών και ως διαχειριστικό εργαλείο, δεν υφίσταται ως σήμερα σχετική νομική πρόβλεψη για τη χρήση της στην Ελλάδα. Αυτό ουσιαστικά έχει αποτελέσει τροχοπέδη για αντίστοιχες πρωτοβουλίες και την έναρξη δημόσιου διαλόγου για την εφαρμογή της μεθόδου.

Η πιο πρόσφατη πρόταση για τη θεσμοθέτηση της χρήσης της προδιαγεγραμμένης καύσης και για την αξιολόγηση των προϋποθέσεων εφαρμογής του στην Ελλάδα μαζί με την αξιοποίηση της φωτιάς ως μέσου δασοπυρόσβεσης (αντιπύρ), έχει γίνει από την Ανεξάρτητη Επιτροπή για τις Προοπτικές Διαχείρισης Πυρκαγιών Δασών και Υπαίθρου στην Ελλάδα (Goldammer κ.α. 2019, Ξανθόπουλος κ.α. 2019).

Κρίσιμο στοιχείο για την ορθή αξιοποίηση της προδιαγεγραμμένης καύσης αποτελεί η ρητή πρόβλεψη και ρύθμισή της στη νομοθεσία με τη θεσμοθέτηση των απαιτούμενων διαδικασιών, προδιαγραφών και προϋποθέσεων, και την αποσαφήνιση των αρμοδιοτήτων και της συνεργασίας των υπεύθυνων φορέων, προκειμένου να σχεδιαστεί με επιστημονικό και τεκμηριωμένο τρόπο και να υλοποιείται με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα σε διαφορετικές περιοχές και τύπους βλάστησης. Όλες οι χώρες που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο έχουν θεσμοθετήσει το κατάλληλο νομικό πλαίσιο που ανταποκρίνεται στο σύστημα οργάνωσης της δασικής διαχείρισης και της πρόληψης των δασικών πυρκαγιών.

Αποτελέσματα

Σημαντικό χαρακτηριστικό του έργου είναι α) η καταγραφή και επιστημονική ανάλυση δεδομένων για τη δημιουργία προδιαγραφών εφαρμογής της μεθόδου, β) η σύνοψη των διαδικασιών και η αποτύπωση της εμπειρίας από όλα τα στάδια (ερευνητικό, συμμετοχή κοινού, συνεργασίες, πειραματικές καύσεις κλπ) σε ένα πρακτικό οδηγό χρήσης που θα επιτρέψει τη μεταφορά της τεχνογνωσίας και του παραδείγματος σε άλλες περιοχές της χώρας μας. Σε συμφωνία με τη διεθνή εμπειρία και επιστημονική γνώση, τα αρχικά ευρήματα της ανάλυσης στο πλαίσιο του έργου, επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα (Fernandes κ.α. 2013) και την αποδοτικότητα της μεθόδου της προδιαγεγραμμένης καύσης.

Ένα από τα βασικά αποτελέσματα του έργου αποτελεί και η σύνταξη και υποβολή πρότασης του WWF Ελλάς και του ΙΜΔΟ για την ενσωμάτωση της προδιαγεγραμμένης καύσης στην εθνική νομοθεσία, στον ευρύτερο σχεδιασμό της Δασικής Υπηρεσίας και τη ρύθμιση της χρήσης της ως μιας μεθόδου δασικής διαχείρισης, διαχείρισης της καύσιμης ύλης, πρόληψης δασικών πυρκαγιών και διατήρησης του μεσογειακού τοπίου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η προδιαγεγραμμένη καύση αποτελεί μια μέθοδο που αποσκοπεί στην επίτευξη στόχων που σχετίζονται τόσο με τη δασική διαχείριση, όσο και την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, προτείνεται η προσθήκη συγκεκριμένης διάταξης για την προδιαγεγραμμένη καύση στη δασική νομοθεσία, και ειδικότερα στον ν. 998/1979. Η Δασική Υπηρεσία είναι η καθ' ύλην αρμόδια για τη διαχείριση των δασών και

δασικών εκτάσεων, την κατασκευή των πάσης φύσεως τεχνικών έργων και την εκτέλεση των πάσης φύσεως εργασιών προστασίας και αναπτύξεως των δασών και δασικών εκτάσεων (άρθρο 16 ν. 998/1979). Είναι, επίσης, αρμόδια για την πρόληψη δασικών πυρκαγιών. Τέλος, είναι επιφορτισμένη με την υλοποίηση της Εθνικής Στρατηγικής για τα δάση και του Σχεδίου Δράσης για τη δημόσια πολιτική πρόληψης πυρκαγιών.

Παράλληλα, προτείνεται η έκδοση υπουργικής απόφασης (κατ' εξουσιοδότηση της προτεινόμενης διάταξης του ν. 998/1979) που θα καθορίζει τα ζητήματα που αφορούν τις τεχνικές προδιαγραφές των απαιτούμενων μελετών για τον σχεδιασμό της προδιαγεγραμμένης καύσης, καθώς και τη διαδικασία και τις προδιαγραφές για την υλοποίηση των επιμέρους δράσεων και τον ρόλο των συμμετεχόντων φορέων.

Το έργο αποτέλεσε και ένα ζωντανό παράδειγμα συνεργασιών και συνέργειας διαφορετικών φορέων, επιστημόνων και εθελοντών με κοινό σκοπό την μελέτη και τεκμηρίωση μιας μεθόδου πρόληψης δασικών πυρκαγιών. Κατά την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών χρειάζονται συνεργασίες και συνθέσεις μεταξύ διαφορετικών φορέων, όπως υποδειγματικά πραγματοποιήθηκε στη Χίο.

Συζήτηση –Συμπεράσματα

Η αξιοποίηση της προδιαγεγραμμένης καύσης μπορεί να προσφέρει πολλαπλά οφέλη σε ζητήματα δασικής διαχείρισης και πρόληψης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα. Ειδικότερα, η μέθοδος αυτή αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη των στόχων που προβλέπονται στην Εθνική Στρατηγική για τα δάση (ΦΕΚ Β' 5351/2018). Πιο συγκεκριμένα, η προδιαγεγραμμένη καύση εντάσσεται στους γενικούς στόχους για την ενίσχυση της καινοτομίας στη διαχείριση (άρθρο 5 παρ. 3.1.2), την πρόληψη και τη μείωση του αριθμού των δασικών πυρκαγιών και των καμένων εκτάσεων (άρθρο 6 παρ. 3.3.1) και τη συστηματική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων (άρθρο 6 παρ. 3.4.4). Επιπλέον, η αρχή της βελτιστοποίησης που προβλέπεται στην Εθνική Στρατηγική αφορά στην επιλογή μέσων και στόχων ώστε να επιτυγχάνεται η άριστη σχέση μεταξύ εκροών και εισροών (ουσιαστικά να λαμβάνονται τα πιο κατάλληλα μετρά σε σχέση με τους στόχους, άρθρο 4 παρ. 6). Η αξιοποίηση της προδιαγεγραμμένης καύσης συνάδει με την αρχή αυτή καθώς όχι μόνο είναι χαμηλότερου κόστους σε σχέση με άλλες (μηχανικές) μεθόδους διαχείρισης της καύσιμης ύλης (Lambert 2010) αλλά παρέχει επίσης τη δυνατότητα να επιτευχθούν περισσότεροι στόχοι λόγω των πολλαπλών ωφελειών που προκύπτουν για τα δασικά οικοσυστήματα.

Με την αύξηση της συχνότητας, της έντασης ή/και της δριμύτητας των δασικών πυρκαγιών, διαφαίνεται σαφώς η ανάγκη για την αξιοποίηση της προδιαγεγραμμένης καύσης ως μεθόδου για την αποτελεσματική και στοχευμένη πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αλλά και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των δασικών οικοσυστημάτων.

Η καινοτομία της προσπάθειας έγκειται στην επαναφορά μιας παραδοσιακής τεχνικής για τον έλεγχο και τη διαχείριση της βλάστησης, αλλά σε νέες συνθήκες και με νέες προδιαγραφές, βασισμένη σε επιστημονική ανάλυση και εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων, στον τρόπο με τον οποίο θα προταθεί να συνεργάζονται οι κοινωνικοί εταίροι και εμπλεκόμενοι φορείς, τοπικά. Συνεργασία όχι μόνο των αρμόδιων δημόσιων φορέων αλλά και εθελοντών και χρηστών γης (κτηνοτρόφων, αγροτών) σε μια διευρυμένη συμμαχία.

Η θεσμοθέτηση και εφαρμογή της προδιαγεγραμμένης καύσης μπορεί να συμβάλλει και στην επίτευξη του Σχεδίου Δράσης για τη δημόσια πολιτική πρόληψης δασικών πυρκαγιών (Εθνική Στρατηγική για τα δάση, ΦΕΚ Β' 5351/2018), ειδικότερα σε ό,τι αφορά τους στόχους για την ενίσχυση της διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων, με έμφαση στην πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και τη διαχείριση της καύσιμης ύλης.

Θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι οι αρμόδιες υπηρεσίες (τόσο σε κεντρικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο των κατά τόπο δασικών υπηρεσιών) διαθέτουν προσωπικό με κατάλληλη ειδικευση σε ζητήματα προδιαγεγραμμένης καύσης για να μπορέσουν να συνδράμουν ουσιαστικά και έμπρακτα στην ορθή εφαρμογή της μεθόδου αυτής στην Ελλάδα βάσει ενδεδειγμένων πρακτικών. Η ανταλλαγή τεχνογνωσίας με επιστήμονες και δημόσιους φορείς από άλλες χώρες που διαθέτουν εμπειρία σε θέματα χρήσης της προδιαγεγραμμένης καύσης είναι πολύ σημαντική και θα πρέπει να προωθηθεί για τη διαρκή επιμόρφωση και κατάρτιση του προσωπικού των δασικών υπηρεσιών.

Επίσης, σε ό,τι αφορά τη χρηματοδότηση της υλοποίησης των δράσεων προδιαγεγραμμένης

καύσης, η ένταξη τους στα διαχειριστικά σχέδια και στον αντιπυρικό σχεδιασμό της Δασικής Υπηρεσίας επιτρέπει την αναζήτηση και εξεύρεση κονδυλίων από ποικίλες χρηματοδοτικές πηγές ανάλογα με τις ανάγκες και τη διαθεσιμότητα των σχετικών πόρων.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς επιθυμούν να ευχαριστήσουν την εταιρία Procter&Gamble που χρηματοδότησε το παρόν έργο. Την Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος/ΥΠΠΕΝ και ιδιαίτερα τη Διεύθυνση Δασών Χίου που από την πρώτη στιγμή υποστήριξαν τον σχεδιασμό και την υλοποίηση με κάθε πρόσφορο μέσο, την Περιφερειακή Διοίκηση Πυροσβεστικών Υπηρεσιών Βορείου Αιγαίου, την Πυροσβεστική Υπηρεσία Χίου και τον Δήμο Χίου για την αμέριστη τεχνική και ηθική συμπαράσταση και φυσικά όλους τους εθελοντές της Ομάδας Εθελοντικής Δράσης Χίου «Όμικρον» που δίχως αυτούς θα ήταν αδύνατη η πραγματοποίηση της προσπάθειας.

Abstract

This paper presents a brief historical review, recent developments and proposals for the future regarding the introduction and adoption of the prescribed burning method in Greece. Almost half a century after the first research and implementation efforts, it has not yet been established, although if implemented following specific rules, it can achieve a variety of management objectives. The aim of its pilot implementation in Chios is to create specifications for its use at national level.

Βιβλιογραφία

AFAC, 2015. Overview of prescribed burning in Australasia. Report for the National Burning Project -Subproject 1. Australasian Fire and Emergency Service Authorities Council Limited. March 2015.

Ascoli, D., Bovio, G., 2013. Prescribed burning in Italy: issues, advances and challenges. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, Volume 6, Issue 2, Pages 79-89.

Ascoli, D., Oggioni, S.D., Barbati, A., Tomao, A., Colonico, M., Corona, P., Giannino, F., Moreno, M., Xanthopoulos, G., Kaoukis, K., Athanasiou, M., Colaço, C., Rego, F., Sequeira, A.C., Acácio, V., Serra, M., Plana, E., 2023. Smart-Solutions for Wildfire Risk Prevention: Bottom-Up Initiatives Meet Top-Down Policies Under EU Green Deal. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4071721> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4071721>

Athanasiou, M., 2016. Forest fires: management, characteristics and prediction. Monograph for the Intensive Workshop “Analysis and Management of Anthropogenic Natural Hazards and Disasters, Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, Naxos, Erasmus+ project: McAgenda, 29/08/2016 – 11/09/2016. 36 p.

Athanasiou, M., 2018. Guidebook for Civil Protection volunteers’ safety in wildfire prevention and post-fire restoration activities. NSEA, eOUTLAND, Interreg V-A “Greece-Bulgaria 2014-2020” Cooperation Programme, 40 p. (In Greek with English Abstract).

Athanasiou, M., Bouchounas, T., Korakaki, E., Tziritis, E., Xanthopoulos, G., Sitara, S., 2022. Introducing the use of fire for wildfire prevention in Greece: pilot application of prescribed burning in Chios island. In proceedings of the 9th International Conference on Forest Fire Research: Advances in Forest Fire Research & 17th International Wildland Fire Safety Summit, 11-18 November 2022, Coimbra, Portugal. D. G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 169, full text on CD (p. 1487-1494), https://doi.org/10.14195/978-989-26-2298-9_227.

Australasian Fire and Emergency Services Authorities Council, 2021. National position on prescribed burning (AFAC Publication No. 2036). East Melbourne, Vic: Australia. AFAC Ltd.

Fernandes, P.M., Botelho, H.S., 2004. Analysis of the prescribed burning practice in the pine forest of northwestern Portugal. *Journal of Environmental Management* 70, 15–26.

Fernandes, P.M., Davies, M.G., Ascoli, D., Fernández, C., Moreira, F., Rigolot, E., Stoof, C.R., Vega, J.A., Molina, D., 2013. Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Front. Ecol. Environ.* 11, 4–14.

Fernandes, P.M., Rigolot, E., 2022. Prescribed burning in the European Mediterranean Basin. In book: *Global Application of Prescribed fire* (pp.230-248), Chapter: 13, Publisher: CSIRO Publishing

Goldammer, J.G., Ξανθόπουλος, Γ., Ευτυχίδης, Γ., Μαλλίνης, Γ., Μητσόπουλος, Ι., και Δημητρακόπουλος, Α., 2019. Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937/Β/2018) για την ανάλυση των υποκείμενων αιτιών και τη διερεύνηση των προοπτικών διαχείρισης των μελλοντικών πυρκαγιών δασών και υπαίθρου στην Ελλάδα. Global Fire Monitoring Center. 155 σελ.

Government of Western Australia, 2011. A Shared Responsibility-The report of the Perth Hills bushfire February 2011 Review

IPCC, 2018. Special Report on Global Warming of 1.5 °C (SR15), Turco, M. κ.α. Exacerbated fires in Mediterranean Europe due to anthropogenic warming projected with non-stationary climate-fire models. Nature Communications volume 9, Article number: 3821 (2018).

Lambert, B., 2010. The French prescribed burning network and its professional team in Pyrénees Orientales: lessons drawn from 20 years of experience. In Best Practices of Fire Use – Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions in Europe. EFI Research Report 24. (Eds C Montiel and D Kraus) pp. 90–106. European Forest Institute, Joensuu.

Μαντζανάς, Κ., Ευαγγέλου, Χ., Παπαναστάσης, Β.Π., Σολωμού, Α., Λυριντζής, Γ., Ισπικούδης, Σ., Ξανθόπουλος, Γ., Τσαγκάρη, Κ., Καρέτσος, Γ., 2018. Ανόρθωση ποολίβαδων της ψευδαλπικής ζώνης στον Εθνικό Δρυμό Οίτης Παρίση, Ζωή, Μ. και Π. Κακούρος (επιμ.). 2018. Η Ελληνική λιβαδοπονία μπροστά σε νέες προκλήσεις. Πρακτικά του 9ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Λάρισα 9-12 Οκτωβρίου 2018. Αθήνα. 450 σελ.

Νάστης, Α., 1989. Έλεγχος των δασικών πυρκαγιών στην περιοχή της Μεσογείου με τη χρήση προδιαγεγραμμένης καύσης και βόσκησης: Επίδραση στο δασικό οικοσύστημα, CEE EV4V 0095 - GR (TT), Έκθεση προόδου του έτους 1989.

Ξανθόπουλος, Γ., Αθανασίου, Μ., Καζάκης, Γ., Ghosh, D., Καούκης, Κ., 2019. Τα αντιπύρ και η χρήση του στην Ελλάδα. Σελ. 255-267. Στα πρακτικά του 19ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Λιτόχωρο, 29 Σεπτεμβρίου-2 Οκτωβρίου 2019, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 675 σελ

Παπαναστάσης, Β., 1977. Έκθεση των αποτελεσμάτων του σεμιναρίου στη Θάσο για την βελτίωση των τραχειοδασών με την μέθοδο της προδιαγεγραμμένης καύσης. Δασικά Χρονικά Τεύχος 4-5, Απρίλιος-Μάιος 1977.

Pyne, S.J., Andrews, P.L., Laven, R.D., 1996. Introduction to Wildland Fire, second ed., Wiley, New York, 769 pp.

Rigolot, E., 2005. Brûlagedirigé: Quinze ans d'expérimentation. Espaces Naturels 12: 16–17.

Santos, F.L.M., Nogueira, J., Souza, R.A.F.d., Falleiro, R.M., Schmidt, I.B., Libonati, R., 2021. Prescribed Burning Reduces Large, High- Intensity Wildfires and Emissions in the Brazilian Savanna. Fire 2021, 4, 56.

Τσιουβάρας, Κ., Παπαναστάσης, Β., Νάστης, Α., Λιάκος, Α., 1987. Εξέλιξη της υπόροφης βλάστησης και της αναγέννησης μετά την υλοτομία ανωρόφου και την καύση υπολειμμάτων σε συστάδα τραχείας πεύκης Θάσου. Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας 30 Σεπτεμβρίου-2 Οκτωβρίου 1987.

Wright, H.A., Bailey, A.W., 1982. Fire Ecology. John Wiley and Sons. New York.
WWF Ελλάς, Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, 2023. Έκθεση με τίτλο «Πρόταση για την ενσωμάτωση της προδιαγεγραμμένης καύσης στην εθνική νομοθεσία» (αδημοσίευτη).

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗ ΚΑΥΣΗ: Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Καούκης, Κωνσταντίνος¹; Ξανθόπουλος, Γαβριήλ¹; Αθανασίου, Μιλτιάδης²; Κορακάκη, Ευαγγελία¹; Τζηρίτης, Ηλίας³; Μάντακας, Γεώργιος¹

¹ Ελληνικός Αγροτικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ» Ινστιτούτο Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος 11528 Αθήνα, Ιλίσια, Τηλ: 210 7793142, e-mail:kako@fria.gr, gxnrct@fria.gr, mage@fria.gr

²Wildfire Management Consulting and Training, Θωμά Παλαιολόγου 8, 13673 Αχαρνές, e-mail: info@m-athanasiou.gr

³WWF Ελλάς, Χαριλάου Τρικούπη 119 - 121, 11473, Αθήνα, e-mail: e.tziritis@wwf.gr

Περίληψη

Το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει πιο έντονο λόγω της γενικότερης εγκατάλειψης της υπαίθρου και της μειωμένης διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή. Η προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος μέσω συνεχούς ενίσχυσης της καταστολής, δεν φαίνεται να λύνει το πρόβλημα. Αντίθετα μεγαθύνει συνεχώς το κόστος αντιμετώπισης χωρίς ανάλογη αποτελεσματικότητα. Η προσπάθεια που αφιερώνεται στην πρόληψη είναι περιορισμένου εύρους και πολύ χαμηλότερου προϋπολογισμού. Σήμερα, τόσο η σημασία της πρόληψης, όσο και οι μέθοδοι εφαρμογής της γίνονται όλο και πιο γνωστά. Ένα πολυεργαλείο για την πρόληψη είναι η προδιαγεγραμμένη καύση, μια τεχνική που εφαρμοζόμενη με επιστημονικό τρόπο μπορεί να συνεισφέρει στον περιορισμό των μεγάλων πυρκαγιών και ταυτόχρονα να βοηθήσει στη μείωση του κινδύνου απώλειας βιοποικιλότητας, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, του κόστους της καταστολής, αλλά και την επίτευξη άλλων διαχειριστικών στόχων.

Λέξεις κλειδιά: Προδιαγεγραμμένη καύση, δασικές πυρκαγιές, πρόληψη

Εισαγωγή

Ως πυρκαγιά υπαίθρου (ή δασική πυρκαγιά) ορίζεται μια απρογραμματίστη και μη ελεγχόμενη φωτιά που καίει την καύσιμη ύλη μιας φυσικής περιοχής όπως είναι το δάσος, μια δασική έκταση, μια χορτολιβαδική έκταση, μια αγροτική περιοχή ή συνδυασμός αυτών. Οι πυρκαγιές προκαλούνται συχνά από ανθρώπινες δραστηριότητες ή από φυσικά αίτια όπως οι κεραυνοί και μπορούν να συμβούν ανά πάσα στιγμή και οπουδήποτε. Αυτό συνέβαινε ανέκαθεν όμως τα τελευταία χρόνια οι πυρκαγιές αυτές έχουν εξελιχθεί σε μεγάλο πρόβλημα παγκοσμίως καθώς αυξάνεται η καταστροφικότητά τους και εμφανίζονται σε περιοχές όπου ήταν σπάνιες στο παρελθόν. Μία από τις βασικές αιτίες της αλλαγής των χαρακτηριστικών του φαινομένου που οδηγούν σε αύξηση της έντασης και της δριμύτητάς του, είναι η κλιματική αλλαγή. Στην τελευταία έκθεση της UNEP/UN (UNEP 2022) διαπιστώνεται ότι η κλιματική αλλαγή και οι αλλαγές χρήσεων γης χειροτερεύουν τις δασικές πυρκαγιές και προβλέπει παγκόσμια αύξηση των ακραίων πυρκαγιών ακόμη και σε περιοχές που δεν είχαν επηρεαστεί προηγουμένως. Οι ανεξέλεγκτες και ακραίες πυρκαγιές μπορεί να είναι καταστροφικές για τους ανθρώπους, τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα διαθέσιμα στοιχεία δείχνουν αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης και των ωκεανών κατά 0,85 °C (0,65 – 1,06 °C) κατά την περίοδο 1880-2012 (IPCC 2013). Επίσης η ειδική έκθεση της IPCC (2018) για τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη προβλέπει αύξηση θερμοκρασίας κατά 1,5 °C πάνω από την προβιομηχανική εποχή, γεγονός που επηρεάζει άμεσα προς το χειρότερο τα χαρακτηριστικά των δασικών πυρκαγιών, όμως επιπλέον δημιουργεί προβλήματα σχετικά με την βιοποικιλότητα όπως αυτό διατυπώνεται στην τέταρτη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) (Alcamo κ.α. 2007). Παράλληλα, δημιουργούνται φαύλοι κύκλοι καθώς, για παράδειγμα, οι πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας με τη σειρά τους έρχονται να

επιδεινώνουν το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, αφού συνεισφέρουν σημαντικές ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα και την απώλεια αποθηκών άνθρακα (Mekonen κ.α. 2022).

Επιπλέον της αλλαγής του κλίματος, η επιδείνωση του προβλήματος των πυρκαγιών υπαίθρου οφείλεται σαφώς και στις αλλαγές που έχουν παρατηρηθεί όσον αφορά την καύσιμη ύλη. Συγκεκριμένα, η εγκατάλειψη των καλλιεργειών, και η μείωση της κτηνοτροφίας και της κατανάλωσης δασικών προϊόντων έχουν οδηγήσει στη συσσώρευση καύσιμης ύλης αλλά και στην αύξηση της οριζόντιας και κάθετης συνέχειάς της στα μεσογειακά οικοσυστήματα (San-Miguel κ.α. 2013, Ξανθόπουλος 2023).

Αντιδρώντας στην επιδείνωση του προβλήματος των πυρκαγιών τα περισσότερα κράτη, κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, εστίασαν τις προσπάθειες τους στην καταστολή τους αυξάνοντας μονοδιάστατα τις εναέριες και επίγειες δυνάμεις δασοπυρόσβεσης. Αν και εμφανίζεται ως προφανής αντίδραση και είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακή, η πολιτική αυτού του τύπου οδηγεί στην λεγόμενη “παγίδα καταστολής” (fire fighting trap), μακροχρόνια επιδεινώνοντας το πρόβλημα (Moreira κ.α. 2020, Xanthopoulos κ.α. 2020).

Η πολιτική καταστολής των πυρκαγιών μπορεί να καθυστερήσει, αλλά δεν μπορεί να αποτρέψει την επιδείνωση του προβλήματος μακροπρόθεσμα, διότι η απουσία διαχείρισης των οικοσυστημάτων οδηγεί στη συσσώρευση καύσιμης ύλης (Jones & Pfliegner 2019) η οποία αυξάνει το ρίσκο καταστροφικών πυρκαγιών που προκαλούν μεγαλύτερες απώλειες άνθρακα, όχι μόνο από τη βιομάζα αλλά και από το έδαφος (Mekonen κ.α. 2022). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι αντιπυρικές περιόδους του 2007, του 2018 και του 2021, στην Ελλάδα.

Σχετικά με τη κοινωνική διάσταση του προβλήματος, οι συνήθειες στάσεις των πολιτών χαρακτηρίζονται από προκατάληψη και φόβο, καθώς έχουν απομακρυνθεί από το αγροδασικό περιβάλλον για δεκαετίες, έχουν απωλέσει πρωτογενή επαφή με τις αγροτικές εργασίες και την ιστορική χρήση της φωτιάς σε αυτές. Έτσι, η γνώμη τους επηρεάζεται από τα μηνύματα που λαμβάνουν από τα Μέσα Μαζικής Επικοινωνίας που κατά κανόνα είναι μονοδιάστατα υπέρ της καταστολής και οι περισσότεροι αντιλαμβάνονται τη φωτιά ως απειλή, ενισχύοντας έμμεσα την επιλογή της καταστολής. Στην ουσία, αγνοούν την οικολογική διάσταση της φωτιάς (Whelan 1995) και τη δυνατότητα χρήσης της ως διαχειριστικό εργαλείο των δασικών οικοσυστημάτων, αποκλείοντας οποιαδήποτε σχετική σκέψη (Regos κ.α. 2023).

Αντίθετα, στον επιστημονικό χώρο, η ιδέα της χρήσης της φωτιάς στο πλαίσιο της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών, με τη μορφή προδιαγεγραμμένης ελεγχόμενης καύσης, έχει αποκτήσει κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών σημαντική προβολή, βασισμένη σε πλήθος ερευνητικών εργασιών αλλά και στην σαφή τεκμηρίωση του αδιεξόδου στο οποίο οδηγεί η πολιτική της απόλυτης καταστολής των πυρκαγιών. Η χρήση αυτή ονομάζεται στην Αγγλική γλώσσα “prescribed burning” που στα Ελληνικά έχει μεταφραστεί ως «προδιαγεγραμμένο πυρ» ή «προδιαγεγραμμένη καύση».

Το προδιαγεγραμμένο πυρ είναι μια σκόπιμη εφαρμογή της φωτιάς στη βλάστηση προκειμένου να επιτευχθούν συγκεκριμένοι διαχειριστικοί στόχοι. Για να γίνει αυτό, η καύση εφαρμόζεται κάτω από προσεκτικά καθορισμένες (επιλεγμένες) συνθήκες περιβάλλοντος πυρκαγιάς και ακολουθώντας συγκεκριμένες επιχειρησιακές διαδικασίες που περιγράφονται σε ένα σχέδιο, το επιλεγόμενο «σχέδιο καύσης» (Fischer 1978). Οι κύριοι λόγοι για τη χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης είναι η προσπάθεια για μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς μέσω της μείωσης του φορτίου της καύσιμης ύλης (Pyne κ.α. 1996) και η επίτευξη άλλων διαχειριστικών στόχων, ιδίως σε οικοσυστήματα που είναι εξαρτώμενα από τη φωτιά (Chandler κ.α. 1983). Ως προς τους στόχους αυτούς, η προδιαγεγραμμένη καύση μπορεί να αξιοποιηθεί ως δασοκομική μέθοδος (π.χ. για την επίτευξη αραίωσης) (Lotan 1979), την διαχείριση ενδιαιτημάτων για την άγρια πανίδα και τον έλεγχο ζιζανίων, εντόμων και ασθενειών (Wright & Bailey 1982).

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ιστορική αναδρομή χρήσης της μεθόδου και η παράθεση παραδειγμάτων του εξωτερικού, στο πλαίσιο του διετούς πιλοτικού έργου εφαρμογής προδιαγεγραμμένης καύσης στη Χίο (Athanasίου κ.α. 2022).

Υλικά και μέθοδοι

Ιστορική αναδρομή της χρήσης φωτιάς και της εμφάνισης του προδιαγεγραμμένου πυρός

Η χρήση της φωτιάς από τον άνθρωπο έχει μια μακρά ιστορία σε διάφορες περιοχές στο κόσμο. Η εμφάνισή της χρονολογείται από το 1000–3000 π.Χ. περίπου (Pyne 1997, Tinner κ.α. 2009, Connor κ.α.2012). Μάλιστα η χρήση της φωτιάς στη διαχείριση του τοπίου προϋπήρχε του σύγχρονου πολιτισμού σε πολλές περιοχές του κόσμου και η γνώση και οι τεχνικές για τη χρήση της είχαν εξελιχθεί σημαντικά. Είναι χαρακτηριστικό ότι αυτόχθονοι πληθυσμοί της Βόρειας Αμερικής και Αβορίγινων της Αυστραλίας, χρησιμοποιούσαν εδώ και χρόνια την προδιαγεγραμμένη καύση ως απαραίτητο εργαλείο για τη διαχείριση φυσικών περιοχών για συγκεκριμένους λόγους, όπως ήταν η δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για μια ποικιλία φυτών που χρησιμοποιούσαν ή για είδη θηραμάτων (Zylstra 2011). Επίσης χρησιμοποιούσαν την προδιαγεγραμμένη καύση για τη μείωση του υπερπληθυσμού διάφορων επιβλαβών ειδών που μπορούσαν να υποβαθμίσουν την ποιότητα και την ποσότητα των φυτών που χρησιμοποιούσαν στην καθημερινότητά τους. Τέλος, αξιοποιούσαν τη φωτιά για τη δημιουργία ανοιγμάτων με σκοπό την εγκατάσταση οικισμών και για τη βελτίωση της πρόσβασης σε περιοχές με πολύ πυκνή βλάστηση. Γενικά, μέσα από τους αιώνες, η φωτιά ήταν το «κλειδί» για τη διατήρηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών που σχετίζονται με τη βόσκηση και τη αγροδασοπονία (Keeley κ.α. 2011).

Η ανάπτυξη της δασολογικής επιστήμης κατά τον 18^ο και 19^ο αιώνα που ξεκίνησε στις χώρες της κεντρικής Ευρώπης (π.χ. σχολή του Νανσύ, στη Γαλλία), όπου οι πυρκαγιές ήταν σπάνιες και ο φυσικός τους ρόλος σχετικά περιορισμένος, δεν περιέλαβε την γνώση για την φωτιά στο δάσος παρά μόνο ως εχθρό. Το περιεχόμενο αυτό διατηρήθηκε και όταν η δασολογία μεταλαμπαδεύτηκε στις ΗΠΑ, αλλά και στις χώρες της Μεσογείου όπως η Ελλάδα. Το αποτέλεσμα ήταν η επικράτηση της καταστολής των δασικών πυρκαγιών ως μοναδική προσέγγιση όσον αφορά τις πυρκαγιές στο πλαίσιο της διαχείρισης του δάσους. Το αποτύπωμα αυτής έγινε σύντομα ορατό διεθνώς, στις αναπτυγμένες χώρες, από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η εγκατάλειψη της υπαίθρου ως αποτέλεσμα κοινωνικοοικονομικών αλλαγών, οδήγησε σε μείωση του πληθυσμού. Ο πληθυσμός συσσωρεύτηκε σε μεγάλες πόλεις και αστικοποιήθηκε. Έτσι, σταδιακά χάθηκε η παραδοσιακή γνώση της χρήσης της φωτιάς ως εργαλείο διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων και έγινε αποδεκτή μια μονοδιάστατη πολιτική απόλυτης έμφασης στην καταστολή των πυρκαγιών (Ganteaume κ.α. 2013).

Η χρήση της μεθόδου της προδιαγεγραμμένης καύσης στο κόσμο

Η χρήση του σήμερα συναντάται σε αρκετές περιοχές όπως στην Αυστραλία, Αμερική και Ευρώπη. Όμως πως φτάσαμε στο να εφαρμοσθεί ως μέθοδο διαχείρισης των δασών στις περιοχές αυτές;

Αυστραλία

Στην Αυστραλία, η προστασία των δασών ξεκίνησε το 1918 με τη δημιουργία του Τμήματος Δασών της Δυτικής Αυστραλίας. Μέχρι τότε, συχνά καταγράφονταν μεγάλης έντασης πυρκαγιές, ως αποτέλεσμα της άναρχης εκμετάλλευσης των δασών για ξυλεία, καταστρέφοντας πολύ μεγάλες δασικές εκτάσεις που είχαν αναγεννηθεί μετά από την υλοτομία (Kessell 1920, Burrows κ.α. 1995). Είναι χαρακτηριστικό ότι οι δασολόγοι άποικοι που είχαν εκπαιδευτεί στην Ευρώπη είδαν τη φωτιά ως απειλή για το δάσος, αφού εξαντλεί τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και την οργανική ύλη και επιβραδύνει την ανάπτυξη των δέντρων (Kessell 1920). Όμως, καθώς τα οικοσυστήματα ευκαλύπτων της Αυστραλίας είναι απόλυτα προσαρμοσμένα στην φωτιά που είναι στοιχείο του φυσικού τους κύκλου, σε σχετικά σύντομο χρόνο έγιναν ορατά τα αποτελέσματα της προσπάθειας αποκλεισμού της φωτιάς. Κατά τα έτη 1940 και 1950 σημειώθηκαν εκτεταμένες και καταστροφικές πυρκαγιές με αποτέλεσμα να γίνει αντιληπτό ότι ο απόλυτος αποκλεισμός της φωτιάς από το δασικό οικοσύστημα ήταν ανέφικτος και μη βιώσιμος μακροπρόθεσμα (Wallace 1965). Έτσι το 1954, εγκρίθηκε η χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης σε μεγάλες περιοχές της χώρας, ως θεμελιώδες συστατικό της διαχείρισης των πυρκαγιών με σκοπό τη μείωση των φορτίων καύσιμης ύλης. Ωστόσο, οι περιορισμένοι οικονομικοί πόροι, η στοιχειώδης κατανόηση του καιρού και της συμπεριφοράς των πυρκαγιών, αποδείχθηκαν μια σημαντική πρόκληση για την εφαρμογή του. Το καλοκαίρι του 1961, πολλές επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν από καλοκαιρινές (ξηρές) καταιγίδες κεραυνών έκαψαν περίπου 150.000 εκτάρια δάσους κάτω από αντίξοες πυρομετεωρολογικές συνθήκες. Όμως στην περιοχή όπου είχε εφαρμοσθεί η προδιαγεγραμμένη καύση, αν και μικρή σχετικά περιοχή, ήταν εμφανής η μείωση της έντασης της

πυρκαγιάς και των ζημιών στο δάσος (McArthur 1962). Έτσι συστάθηκε επιτροπή για τις πυρκαγιές από το Τμήμα Δασών, η οποία κατέβαλε κάθε δυνατή προσπάθεια για να βελτιώσει και να επεκτείνει την πρακτική της ελεγχόμενης καύσης και να εξασφαλίσει ότι τα δάση θα λάμβαναν τη μέγιστη δυνατή προστασία σύμφωνα με τις δασοκομικές απαιτήσεις (Rodger 1961). Το Τμήμα Δασών επέκτεινε γρήγορα το πρόγραμμα προδιαγεγραμμένης καύσης, υποστηριζόμενο από έρευνα για την ανάπτυξη αξιόπιστων οδηγιών συμπεριφοράς πυρκαγιάς και σχετικών αποδοτικών τεχνικών αξιοποιώντας τις κατάλληλες καιρικές συνθήκες που απαιτούνται για χαμηλής έντασης φωτιάς, οικονομικά αποδοτική και χαμηλού κινδύνου προδιαγεγραμμένη καύση (McCaw κ.α.2003).

Τη δεκαετία του 1960 έγινε μια νέα αρχή στη κατανόηση της οικολογίας των πυρκαγιών, η οποία επεκτάθηκε στο πεδίο εφαρμογής και ενσωματώθηκε στην πρακτική διαχείρισης πυρκαγιών τις επόμενες δεκαετίες. Σε πολλές από τις περιοχές της Αυστραλίας όπως η Queensland, ο στόχος είναι η εφαρμογή της προδιαγεγραμμένης καύσης σε τουλάχιστον 5% της συνολικής έκτασης των δασών (McCormick & May 2021). Πρόκειται για έναν πολύ φιλόδοξο στόχο που είναι δύσκολο να επιτευχθεί λόγω των πόρων που απαιτούνται. Μια πρόσφατη μελέτη που ανέλυσε το κόστος σχετικά με το όφελος, πρότεινε την εφαρμογή κυρίως για την προστασία περιοχών μίξης δασών οικισμών (Flores κ.α. 2019). Στην Αυστραλία πλέον, η προδιαγεγραμμένη καύση χρησιμοποιείται ευρέως, συμπεριλαμβανομένων των αυτόχθονων πληθυσμών, και εφαρμόζεται στρατηγικά για τη μείωση των αέριων εκπομπών από τις δασικές πυρκαγιές (Edwards κ.α. 2021, Sangha κ.α. 2021).

Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

Η ιστορία όμως της Δασικής Υπηρεσίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ξεκίνησε με την ίδρυσή της το 1905. Μια από τις κύριες αποστολές της ήταν η καταστολή όλων των δασικών πυρκαγιών που ξεκινούσαν στα δάση που διαχειριζόταν. Οι εκτεταμένες πυρκαγιές του 1910 εδραίωναν τη Δασική Υπηρεσία ως τον κορυφαίο οργανισμό ελέγχου πυρκαγιών στη χώρα (Pyne 2006). Μια τεράστια πυρκαγιά στην περιοχή του Tiltamook της πολιτείας Όρεγκον, που έκαψε 120.000 ha παρθένου δάσους το 1933, αποτέλεσε το έναυσμα για την καθιέρωση το 1935 μια πολιτικής πολύ δυναμικής καταστολής κάθε πυρκαγιάς μέχρι τις 10 π.μ. της επόμενης ημέρας το αργότερο, που ονομάστηκε «the 10 a.m. policy» (Chambers 1987). Η πολιτική αυτή αρχικά έδειξε να έχει επιτυχία. Στις δυτικές ΗΠΑ, η συνολική ετησίως καιγόμενη έκταση μειώθηκε απότομα για μερικές δεκαετίες (Ryan κ.α. 2013). Με την πάροδο όμως των ετών, ο αποκλεισμός της φωτιάς από οικοσυστήματα όπου η πυρκαγιά είχαν μεγάλη φυσική συχνότητα, οδήγησε σε συσσώρευση καύσιμης ύλης και αλλαγή της οριζόντιας και κάθετης συνέχειάς της, καθώς και σε σημαντικές μεταβολές στη δομή, σύνθεση και λειτουργία αυτών των οικοσυστημάτων (Ryan κ.α. 2013). Έτσι, άλλαξαν οι συνθήκες κάνοντας την κατάσβεση των πυρκαγιών όλο και πιο απαιτητική. Η τάση της συνολικής καμένης έκτασης έγινε αυξητική και αυτό συνεχίζεται μέχρι σήμερα παρά τη συνεχή αύξηση των δυνάμεων καταστολής. Τα προβλήματα έγιναν νωρίτερα αντιληπτά στα εθνικά πάρκα όπου οικοσυστήματα που προηγουμένως ήταν δύσκολο να καούν, όπως τα δάση Sequoia, πλέον αντιμετώπιζαν κινδύνους.

Έτσι, το 1962 συστήθηκε μία επιτροπή με σκοπό να εξετάσει τα προβλήματα διαχείρισης της άγριας ζωής στα εθνικά πάρκα. Η επιτροπή, δεν περιόρισε την έκθεσή της στην άγρια ζωή, αλλά υιοθέτησε μια ευρύτερη οικολογική άποψη ότι τα πάρκα πρέπει να διαχειρίζονται ως οικοσυστήματα (Leopold κ.α. 1963). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, η Υπηρεσία Εθνικών Πάρκων (National Park Service) να αλλάξει την πολιτική της για τη φωτιά το 1968 και να αναγνωρίσει τον οικολογικό της ρόλο, επιλέγοντας στρατηγικά να επιτρέψει την εξάπλωση κάποιων πυρκαγιών, μέσα σε καθορισμένες περιοχές και υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις, για την επίτευξη συγκεκριμένων διαχειριστικών στόχων. Κατά την επόμενη δεκαετία άρχισε προσεκτικά η εφαρμογή της νέας πολιτικής, κυρίως σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου με ασυνέχειες στη βλάστηση, όπου δεν επιχειρείτο κατάσβεση σε πυρκαγιές που ξεκινούσαν από κεραυνούς, ακόμη και κατά τους θερινούς μήνες. Παραδείγματα εφαρμογής υπήρξαν στα εθνικά πάρκα Sequoia και Kings Canyon, Saguaro και Yosemite (Bancroft κ.α. 1984, vanWagtendonk 2007). Για τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν όροι όπως «Let burn policy», «Natural Prescribed Fire», «Natural Fire Management».

Η μεγαλύτερη ώθηση για τη χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης σε ορεινές περιοχές από τη Δασική Υπηρεσία προήλθε από τους διαχειριστές των δασών στα βόρεια Βραχώδη Όρη. Από το

1969 δημιουργήθηκε μία ερευνητική ομάδα στην πόλη Missoula της πολιτείας Montana με στόχο να μελετήσει πως η φωτιά μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στο φυσικό περιβάλλον. Το 1978 και μετά από πολλά χρόνια μελέτης και διαφωνιών η Δασική Υπηρεσία προχώρησε σε ανανέωση της πολιτικής της και στην αναθεώρηση του δόγματος «μόνο κατάσβεση, μέχρι την 10:00 το επόμενο πρωί», με την εισαγωγή μιας νέας πολιτικής που ενθάρρυνε τη χρήση της φωτιάς κάτω από συγκεκριμένους κανόνες (Chambers 1987) σε μια προσπάθεια να μιμηθεί τις πυρκαγιές από φυσικά αίτια που υπήρχαν παλαιότερα. Η ενεργή αυτή χρήση της φωτιάς ονομάστηκε προδιαγεγραμμένη καύση «prescribed fire». Ο όρος «prescription» είναι ο ίδιος που χρησιμοποιείται για τη συνταγή που δίνει ο γιατρός στον ασθενή για την φαρμακευτική του αγωγή. Στην περίπτωση του προδιαγεγραμμένου πυρός, η «συνταγή» αφορά το σχέδιο που πρέπει να εκπονείται στη φάση του σχεδιασμού. Το σχέδιο αυτό οφείλει να ορίζει την περιοχή όπου θα γίνει ο χειρισμός, να περιγράφει τους στόχους, να καθορίζει τις συνθήκες καύσης (π.χ. χρόνος καύσης, αποδεκτές μετεωρολογικές συνθήκες, κατάσταση βλάστησης, μέθοδοι έναυσης και ελέγχου της φωτιάς, κλπ.) ώστε να μπορεί να διεξαχθεί η καύση με ασφάλεια, και βέβαια να θέτει κριτήρια για την μεταπυρική παρακολούθηση και αξιολόγηση του βαθμού επίτευξης των στόχων.

Κατά τα πρώτα έτη εφαρμογής υπήρξαν ορισμένες περιπτώσεις αποτυχιών, όπως μη εξασφάλιση αναγέννησης ή αρνητικών επιπτώσεων στο έδαφος λόγω εξαιρετικά μεγάλης έντασης καύσης. Έτσι προς το τέλος της δεκαετίας του 1980 έγινε επαναξιολόγηση της μεθόδου. Ακολούθησαν αναθεωρήσεις των κανόνων εφαρμογής και το πρόγραμμα του προδιαγεγραμμένου πυρός συνεχίστηκε την περίοδο 1989-1999. Ο βαθμός στον οποίο η χρήση της φωτιάς έχει ενσωματωθεί στα πρωτόκολλα διαχείρισης ποικίλλει ανάλογα με τις περιοχές. Μάλιστα, σε κάποιες πολιτείες των ΗΠΑ έχει πιστοποιηθεί η διαδικασία προκειμένου να εφαρμόζεται με συγκεκριμένες προδιαγραφές, ενιαίες για όλους (Montana-ΗΠΑ, House Bill No. 587/2017). Κατά τα τελευταία έτη, στις ΗΠΑ, καίγονται ετησίως περίπου ένα εκατομμύριο εκτάρια με εφαρμογή προδιαγεγραμμένης καύσης (NIFC 2013a) που όμως είναι πολύ λιγότερα από τα εκτάρια που καίγονταν πριν την έναρξη της δράσης της Δασικής Υπηρεσίας (Ryan κ.α. 2013).

Ευρώπη και ζώνη της Μεσογείου

Στην Ευρώπη οι Δασικές Υπηρεσίες και η δασολογική επιστήμη έχουν μακρά ιστορία, όμως μέχρι και μετά τα μέσα του 20^{ου} αιώνα δεν υπήρξε πουθενά ουσιαστική μελέτη του προδιαγεγραμμένης καύσης και το δόγμα που επικράτησε, ήταν η καταστολή και εν μέρει η πρόληψη. Αξιοσημείωτο είναι όμως το γεγονός ότι υπάρχουν περιγραφές για τις αρχές του 19^{ου} αιώνα (Alexander 1988) για χρήση πρακτικών καύσης σε δάση Θαλασσίας πεύκης (*Pinus maritima*) σε περιοχές της Πορτογαλίας και της νότιας Γαλλίας, με την μορφή της προδιαγεγραμμένης καύσης. Στη Γαλλία, η καύση νομοθετήθηκε και γενικεύθηκε μεταξύ των ιδιοκτητών γης στις περιοχές Maures και Esterel (Alexandrian 1988). Η πρακτική αυτή όμως στη συνέχεια εγκαταλείφθηκε και από τις δύο χώρες.

Στη δεκαετία του 1960, εμφανίστηκε στην νότια Ευρώπη η χρήση και η μελέτη της προδιαγεγραμμένης καύσης (Pausas και Vallejo 1999), ενώ οι Λιάκος κ.α. (Liacos 1974) ξεκίνησαν σχετικούς πρωτοποριακούς πειραματισμούς στην Ελλάδα.

Μεταξύ του 1976 και του 1981, η Δασική Υπηρεσία της Πορτογαλίας δοκίμασε μια πρώιμη εφαρμογή της προδιαγεγραμμένης καύσης σε βορειοδυτικές περιοχές με πεύκα (Silva 1987, 1997). Στη συνέχεια, από το 1982, με τη συμβολή ερευνητών από τις ΗΠΑ, υλοποίησαν πρόγραμμα για τη μείωση της καύσιμης ύλης με προδιαγεγραμμένη καύση σε ποσοστό άνω του 55% της κοινοτικής δασικής έκτασης στην περιοχή. Τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα αυτό έδειξαν ανεπάρκεια σχεδιασμού, αλλά και μείωση του κινδύνου χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Fernandes & Botelho 2004). Το 1998-99 υλοποιήθηκε σε χώρες της Μεσογείου ένα Ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο με τίτλο «FIRE TORCH» που είχε ως στόχο τη βελτίωση της γνώσης για την προδιαγεγραμμένη καύση με σκοπό την αποτύπωση της κατάστασης στις Μεσογειακές χώρες όσον αφορά το προδιαγεγραμμένο πυρ, αλλά και την αξιολόγηση των επιπτώσεων της καύσης στην ορνιθοπανίδα, στα έντομα και στην υγεία των φυτών (Botelho κ.α. 2000).

Γενικά στην Ευρώπη, εκτός από την περιοχή της λεκάνης της Μεσογείου, η προδιαγεγραμμένη καύση έχει μεγάλη ιστορία εφαρμογής όπως στη διαχείριση ερεικώνων στην περιοχή του Ατλαντικού στην Αγγλία (Davies κ.α. 2008) και στην αναγέννηση δασών στη Σκανδιναβία (Granström 2001). Ωστόσο, η προδιαγεγραμμένη καύση ως επαγγελματική τεχνική διαχείρισης γης

(δηλαδή, έχοντας σαφείς προδιαγραφές και πρωτόκολλα αξιολόγησης) αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 (Silva κ.α. 2010). Στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, η προδιαγεγραμμένη καύση χρησιμοποιείται κυρίως για σκοπούς διατήρησης και αναγέννησης δασών.

Στην περιοχή της Μεσογείου, προγράμματα προδιαγεγραμμένης καύσης σχεδιάστηκαν τη δεκαετία του '80-90 για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς στη Γαλλία, την Πορτογαλία και την Ισπανία, οδηγώντας σε αύξηση του εκπαιδευμένου προσωπικού (Silva κ.α. 2010).

Στην Ιταλία, το ενδιαφέρον για τη προδιαγεγραμμένη καύση αυξήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '70 (Susmel 1977), περίπου ταυτόχρονα με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Ο Calabri (1981), επικεφαλής της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας της Εθνικής Δασικής Υπηρεσίας, αναγνώρισε την πιθανή χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης για τον εξορθολογισμό της χρήσης της φωτιάς στη διαχείριση περιοχών, την πρόληψη των πυρκαγιών για τις ανάγκες της βόσκησης και τη βελτίωση της παραγωγικότητας των λιβαδιών. Αναγνώρισε επίσης τη δυνατότητα εφαρμογής της προδιαγεγραμμένης καύσης για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς και την αναγέννηση των δέντρων σε πευκοδάση της Μεσογείου καθώς και για τη διακοπή καύσιμης ύλης για σκοπούς διαχείρισης, καθώς και τη δυναμική της αξία στην εκπαίδευση των πυροσβεστών. Στη δεκαετία του '80 ακολούθησε πειραματική προδιαγεγραμμένη καύση σε Μεσογειακά πευκοδάση της Τοσκάνης και για τη δημιουργία ασυνεχειών στα δασικάκαύσιμα (Σαρδηνία) υπό την επίβλεψη του Istituto Sperimentale di Selvicoltura (Buresti & Sulli 1983). Παρά τα «υποσχόμενα» αποτελέσματα (Calabri 1988), δεν υπήρξε παρακολούθηση αποτελεσμάτων τα επόμενα χρόνια, ούτε εφαρμόστηκαν στη συνήθη διαχείριση των δασών.

Σε αντίθεση με τη Γαλλία, την Πορτογαλία και την Ισπανία, όπου, μετά τα πειράματα ακολουθήσαν επενδύσεις σε έρευνα, αλλά και στην εφαρμογή και την κατάρτιση (Silva κ.α. 2010), το ενδιαφέρον για την προδιαγεγραμμένη καύση στην Ιταλία εξαφανίστηκε. Μόνο ένα πείραμα τεκμηριώθηκε τη δεκαετία του '90, με στόχο τη διαχείριση της καύσιμης ύλης στη Σαρδηνία (Massaiu 1999). Στα τελευταία 10 χρόνια, ωστόσο, η προδιαγεγραμμένη καύση κέρδισε ξανά την προσοχή. Πραγματοποιήθηκαν σεμινάρια, μαθήματα κατάρτισης και επιστημονικά πειράματα σε συνεργασία με πυροσβέστες και εθελοντικές ομάδες, τοπικούς διαχειριστές, πανεπιστήμια και επαγγελματίες από διάφορες περιφέρειες (Ascoli κ.α. 2012). Όπως αναφέρουν οι Rigolot & Lambert (2017) στη Γαλλία η προδιαγεγραμμένη καύση έχει μια ιστορία μεγαλύτερη από 25 χρόνια και συντονίζεται από την Εθνική Ομάδα Εργασίας προδιαγεγραμμένης καύσης, η οποία διαθέτει θεσμική αναγνώριση μέσω ειδικής νομοθεσίας και κανονισμών και συγκεκριμένο σύστημα εκπαίδευσης. Σημειώνεται ότι η Γαλλία για πρώτη φορά το 1992 εισήγαγε στη δασική νομοθεσία της την προδιαγεγραμμένη καύση (Loi n° 92-613 du 6 juillet 1992) και προχώρησε σε διευρυμένη πρόβλεψη και χρήση με τον Νόμο για τη Δασική Διαχείριση το 2001 (Loi d'Orientation Forestière 2001), τροποποιώντας τον Δασικό Κώδικα του 1987 (Lázaro & Montiel 2010). Σήμερα, στη Γαλλία οι προσπάθειες προδιαγεγραμμένης καύσης (Εικ. 1) συντονίζονται από Εθνική Ομάδα Εργασίας, που υποστηρίζεται από 23 τοπικές ομάδες καύσης. Η νομοθεσία είναι πλέον εξειδικευμένη και προβλέπει ειδικό πρόγραμμα εκπαίδευσης. Κατά μέσο όρο διαχειρίζονται με καύση περίπου 40.000 στρ. δασικών εκτάσεων (Rigolot & Lambert 2017).

Στην Πορτογαλία, η ελεγχόμενη καύση έχει ήδη θεσμοθετηθεί από το 2004, ενώ το 2006 στο πλαίσιο συγκεκριμένης νομοθεσίας για το Εθνικό Σύστημα Αντιπυρικής Προστασίας Δασών εισάγεται για πρώτη φορά ο όρος “τεχνική καύση”, που περιλαμβάνει την προδιαγεγραμμένη καύση αλλά και την καύση για λόγους αντιμετώπισης πυρκαγιών (αντιτύρ και κατάκαυση) (Regulamentado Fogo Técnico/DLn.º 124/2006, Decree – Law No. 17/2009 & Despachonº143031/2009. (το π.δ. τροποποιήθηκε και επικαιροποιήθηκε το 2009 και το 2014)). Με αφορμή τις καταστροφικές πυρκαγιές του 2017, που προκάλεσαν περισσότερους από 110 θανάτους, θεσπίστηκε το Εθνικό Σχέδιο Προδιαγεγραμμένης Καύσης (Εγκρίθηκε από το Υπουργικό Συμβούλιο της Πορτογαλικής Κυβέρνησης με την απόφαση Νο 59/8 Μαΐου 2017) ως μέρος του Εθνικού Προγράμματος αντιμετώπισης δασικών πυρκαγιών. Το Σχέδιο αυτό προβλέπει την προδιαγεγραμμένη καύση περίπου 100.000 στρεμμάτων ανά έτος σε περιοχές προτεραιότητας για την εκδήλωση δασικών πυρκαγιών. Όπως φαίνεται από το παράδειγμα της Πορτογαλίας, η εισαγωγή της μεθόδου γίνεται σταδιακά και προοδευτικά, ενσωματώνοντας αλλαγές και εμπειρία και εξειδικεύοντας περαιτέρω τις διαδικασίες όταν υπάρχει ανάγκη.

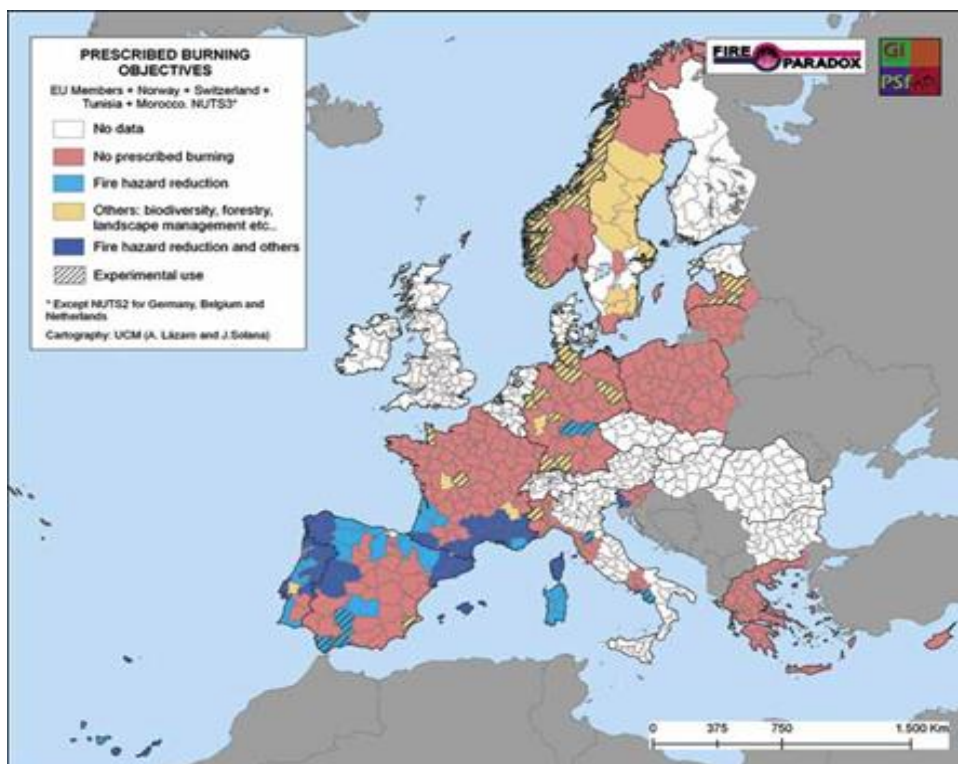


Εικόνα 1. Χρήση προδιαγεγραμμένης καύσης στη Γαλλία (Rigolot & Lambert, 2017).
Figure 1. Use of prescribed burning in France (Rigolot & Lambert, 2017).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της προδιαγεγραμμένης καύσης στην Πορτογαλία και την Καταλονία (Εικ.2) έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση του κινδύνου δασικών πυρκαγιών, καθώς έχουν περιοριστεί τα περιστατικά και οι καμένες εκτάσεις. Ειδικά στη Βορειοδυτική Πορτογαλία, έχει μετρηθεί ότι η προδιαγεγραμμένη καύση μειώνει κατά 96% τη δυνητική ένταση δασικών πυρκαγιών υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες (Fernandes&Botelho 2004). Επίσης στη Γαλλία, και ειδικά στην περιοχή Mardes-Coronat των Γαλλικών Πυρηναίων, η χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης ως εργαλείο διαχείρισης βοσκολμβάδων και θαμνότοπων από τους επίσημους θεσμικούς φορείς και με την καθοδήγηση του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών οδήγησε σε σημαντική μείωση των πυρκαγιών που προκαλούνταν από ανεξέλεγκτες καύσεις ιδιωτών για τη δημιουργία ή τη βελτίωση βοσκοτόπων (Lambert 2010).

Οι δασικές πυρκαγιές σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή αποτελούν μελλοντικές απειλές για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας στη νότια Ευρώπη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2020b). Ένας τρόπος για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων με κοινό τρόπο, είναι η ενίσχυση της συγκράτησης του άνθρακα από τα δάση με την υποκατάσταση των ανεξέλεγκτων μεγαπυρκαγιών από την προδιαγεγραμμένη καύση. Αυτό μπορεί να αποτελέσει μια ευκαιρία χαμηλού κόστους στην πολιτική για το κλίμα, αλλά για να συμβεί απαιτείται να εφαρμοσθούν αποτελεσματικές στρατηγικές. Ερευνητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι η προδιαγεγραμμένη καύση, μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο σε αυτό το πλαίσιο, αφού με την αποφυγή ή τον περιορισμό μεγάλων πυρκαγιών επιτυγχάνεται μείωση των συνολικών εκπομπών από τις πυρκαγιές στις Μεσογειακές χώρες (Narayan κ.α. 2007, Vilén&Fernandes 2011).



Εικόνα 2. Χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες για ποικίλους διαχειριστικούς σκοπούς (Lázaro & Montiel 2010).

Figure 2. Use of prescribed burning in different European countries for different management purposes (Lázaro & Montiel 2010).

Επίσης έχοντας υπόψη ότι η κλιματική αλλαγή θα συμβάλει στην αύξηση των μεγάλων δασικών πυρκαγιών, η χρήση της προδιαγεγραμμένης καύσης έχει τη δυνατότητα να περιορίσει αυτά τα μεγάλα επεισόδια πυρκαγιάς που προβλέπονται για τον εικοστό πρώτο αιώνα (Duane κ.α. 2019). Συμπεραίνουμε ότι παρόλο που υπάρχει μια σύγχυση κατά πόσο συνεισφέρει η προδιαγεγραμμένη καύση στην μείωση ή όχι των εκπομπών αερίων, το σίγουρο είναι ότι συνδέεται με άλλα οικονομικά πλεονεκτήματα, όπως η μείωση κόστους καταστολής των πυρκαγιών. Απαιτείται περισσότερη ευαισθητοποίηση και μεταφορά γνώσης σχετικά με την προδιαγεγραμμένη καύση στο δάσος (Fernandes 2018), για να εξαχθούν και ασφαλή συμπεράσματα για την εφαρμογή του. Σε αυτή την κατεύθυνση εργάστηκε ένα σημαντικό Ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο με τον τίτλο FIREPARADOX (2006-2010) που επικεντρώθηκε στη χρήση της φωτιάς τόσο ως διαχειριστικό εργαλείο όσο και για την καταστολή των πυρκαγιών (αντιπύρ). Παρόλα αυτά, αν και η προδιαγεγραμμένη καύση κατά τα τελευταία έτη έχει τραβήξει το ενδιαφέρον, αυτό δεν έχει αποτυπωθεί σε περισσότερες περιοχές εφαρμογής (Fernandes κ.α., 2022). Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει ότι οι πολιτικές για την διαχείριση των πυρκαγιών και οι δράσεις τους εστιάζονται στην προκαταστολή και τη καταστολή (Moreira κ.α. 2020), αφήνοντας σε «εμβρυακή φάση» την πρόληψη.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι η προδιαγεγραμμένη καύση μπορεί και πρέπει να χρησιμοποιείται για την επίτευξη των στόχων διαχείρισης που συνδέονται με τη μείωση της καύσιμης ύλης, προστατεύοντας τα οικοσυστήματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες από ακραίες πυρκαγιές. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της εξάπλωσης ανεπιθύμητων εντόμων και επιβλαβών ασθενειών, με την αφαίρεση εισβλητικών - ανεπιθύμητων φυτικών ειδών που απειλούν είδη που είναι εγγενή σε ένα οικοσύστημα. Τέλος, η εφαρμογή της μπορεί να είναι σημαντική στο πλαίσιο της εκτατικής κτηνοτροφίας, καθώς, αν νομοθετηθεί και σχεδιαστεί σωστά (αποφυγή υπερβόσκησης, εμπλουτισμός με επιθυμητά για τα ζώα είδη μετά την καύση, εξασφάλιση του ελάχιστου απαιτούμενου χρόνου επανάκαμψης) μπορεί να είναι ευεργετική για το περιβάλλον, και να βελτιώσει την παραγωγή, ενώ παράλληλα θα αποτρέψει ανεξέλεγκτες πυρκαγιές που συχνά προκαλούνται από αυτούς.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς επιθυμούν να ευχαριστήσουν την εταιρία Procter&Gable που χρηματοδότησε το έργο με τίτλο «Πρόληψη δασικών πυρκαγιών με τη συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας και την οριζόντια συνεργασία των αρμόδιων φορέων: Προσαρμογή του αγροδασικού περιβάλλοντος στη κλιματική αλλαγή & αύξηση της ανθεκτικότητάς του στις δασικές πυρκαγιές - Πιλοτική εφαρμογή προδιαγεγραμμένου πυρός για τη διαχείριση της καύσιμης ύλης και τη μείωση της έντασης των δασικών πυρκαγιών».

Abstract

The phenomenon of forest fires, in the last three decades, has become more intense due to the general abandonment of the countryside and the reduced management of forest ecosystems in combination with climate change which is constantly intensifying. Concentrating the effort to deal with the problem on a continuous reinforcement of fire suppression does not seem to solve the problem, instead it constantly increases the cost of fire management without commensurate effectiveness. The effort devoted to prevention is much less and relatively limited in scope, even though the techniques exist to deal with this phenomenon. A multi-use tool for prevention is prescribed burning. A technique formerly used by people living near forests, in various parts of the world, was to use fire to manage their land. Today, scientifically applied prescribed burning can contribute to solving the problem of limiting large fires and at the same time help reduce the risk of biodiversity loss, reduce greenhouse gas emissions caused by large fires, achieve other management goals, and also to reduce the costs of forest fire suppression.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alcamo, J., Moreno, J.M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R.J.N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J.E. and Shvidenko, A. 2007. *Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., *Cambridge University Press, Cambridge, UK*, 541-580.

Alexandrian, D., 1988. Feu contrôlé et contre-feu dans les Maures et l'Estérelen 1869. *Forêt Méditerranéenne* 10, 218–219.

Ascoli, D., Catalanotti, A., Valesse, E., Cabiddu, S., Delogu, G., Driussi, M., Esposito, A., Leone, V., Lovreglio, R., Marchi, E., Mazzoleni, S., Rutigliano, F., Strumia, S., Bovio, G., 2012. Prescribed burning experiences in Italy: an integrated approach to prevent forest fires. *Forest@ 9* (1): 20-38. [in Italian with English summary]

Athanasίου, M., Bouchounas, T., Korakaki, E., Tziritis, E., Xanthopoulos, G., Sitara, S., 2022. Introducing the use of fire for wildfire prevention in Greece: pilot application of prescribed burning in Chios island. In proceedings of the 9th International Conference on Forest Fire Research: Advances in Forest Fire Research & 17th International Wildland Fire Safety Summit, 11-18 November 2022, Coimbra, Portugal. D. G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 169, full text on CD (p. 1487-1494), https://doi.org/10.14195/978-989-26-2298-9_227.

Bacon, E. M., 1971. Keynote address. In: Prescribed burning symposium proceedings. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Bancroft, L., Nichols, T., Parsons, D., Graber, D., Evison, B., and VanWagtendonk, J., 1984. Evolution of the natural fire management program at Sequoia and Kings Canyon National Parks. Pages 174-180 in: J. Lotan, B.M. Kilgore, W.C. Fischer, and R.W. Mutch, technical coordinators. Proceedings of the symposium and workshop on wilderness fire. USDA Forest Service General Technical Report INT-182.

Botelho, H., Rigolot, E., Rego, F., Guarnieri, F., Bingelli, F., Vega, J., Fernandes, P., Prodon, R., Molina, D., Gouma, V. and Leone, V., 2000. FIRE TORCH: an European project to improve prescribed burning knowledge and use. In Proceedings of The Joint Fire Science Conference and Workshop – Crossing the Millennium: Integrating Spatial Technologies and Ecological Principles for a New Age in Fire Management. 15–17 June, Boise. (Eds L Neuenschwander and KC Ryan) pp. 173–179. University of Idaho, Moscow.

Buresti, E., Sulli, M., 1983. Il fuoco strumento colturale? *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo (Italy)* 16: 355-385.

Burrows, N.D., Ward, B. and Robinson, A.D., 1995. Jarrah forest fire history from stem analysis and anthropological evidence. *Aust For* 58: 7–16.

Calabri, G., 1981. Il fuoco prescritto, una discussa tecnica per la gestione dei boschi. *Monti e boschi* 32 (1): 35-42.

Calabri, G., 1988. L'introduction du brûlage contrôlé en Italie. In: *Proceedings of the "Atelier sur le brûlage contrôlé"*. Avignon (France) 14-18 Mars 1988. INRA-FAO-IUFRO, Avignon, France.

Chambers, J. W., 1987. The evolution of wildland fire management and policy. *Fire Management Notes*, 48(2), 5-8.

Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., Williams, D., 1983. *Fire in Forestry. Fire in forestry, Volume I: Forest fire behavior and effects*. John Wiley & Sons. New York, NY.450pp.

Christensen, N. L., 1978. Fire regimes in southeastern ecosystems. In: H. A. Mooney, T. M. Bonnicksen, N. L. Christensen, J. E. Lotan, and W. A. Reiners, eds. *Proceedings of the conference fire regimes and ecosystem properties*. Gen. Tech. Rep. WO-26. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service: 112-136.

Climate Change, 2013. *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, TF, Qin, D, Plattner, G-K, Tignor, M, Allen, SK, Boschung, J, Nauels, A, Xia, Y, Bex, V and Midgley, PM (Eds.), Cambridge University Press, pp.1535. <http://www.climatechange2013.org/>

Connor, S. E., Araújo, J., van der Knaap, W. O., & van Leeuwen, J. F., 2012. A long-term perspective on biomass burning in the Serra da Estrela, Portugal. *Quaternary Science Reviews*, 55, 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.08.007>

Davies, M. G., Gray, A., Hamilton, A., & Legg, C. J., 2008. The future of fire management in the British uplands. *Int J Biodivers Sci Ecosyst Serv Manag* 4(3), 127-147.

Duane, A., Aquilué, N., Canelles, Q., Morán-Ordoñez, A., De Cáceres, M., & Brotons, L., 2019. Adapting prescribed burns to future climate change in Mediterranean landscapes. *Sci. Total Environ.* 677, 68-83.

Edwards, A., Archer, R., De Bruyn, P., Evans, J., Lewis, B., Vigilante, T., Whyte, S. & Russell-Smith, J., 2021. Transforming fire management in northern Australia through successful implementation of savanna burning emissions reductions projects. *J. Environ. Manage.*, 290, 112568. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112568>.

European Commission, 2020b. *Biodiversity strategy for 2030 – concrete actions*. [https:// ec.europa.eu/environment/ strategy/biodiversity- strategy- 2030_ pt](https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_pt). Accessed 5 Apr 2021

Fernandes, P.M., 2018. Scientific support to prescribed under-burning in southern Europe: what do we know? *The Science of the Total Environment* 630, 340–348. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.214>

Fernandes, P.M., Botelho, H.S., 2004. Analysis of the prescribed burning practice in the pine forest of northwestern Portugal. *J. Environ. Manage.* 70, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2003.10.001>

Fernandes, P.M., Rossa, C.G., Madrigal, J., Rigolot, E., Ascoli, D., Hernando, C., Guiomar, N., Guijarro, M., 2022. Prescribed burning in the European Mediterranean Basin. In: Weir, J.R., Scasta, D. (Eds.), *Global application of prescribed fire*. CSIRO Publishing, Clayton South, pp. 230-248.

Fischer, W.C., 1978. Planning and evaluating prescribed fires-a standard procedure, *General Technical Report INT-43, USDA Forest Service, Ogden*, 19 pp.

Fischer, W.C., 1980. Fire management techniques for the 80's. In *The 1980 Ames Forester*. pp. 23-28. *USDA For. Serv.*

Florec, V., Burton, M., Pannell, D., Kelso, J., & Milne, G., 2019. Where to prescribe burn: the costs and benefits of prescribed burning close to houses. *Int. J. Wildland Fire*, 29(5), 440-458.

Ganteaume, A., Camia, A., Jappiot, M., San-Miguel-Ayanz, J., Long-Fournel, M., & Lampin, C., 2013. A review of the main driving factors of forest fire ignition over Europe. *Environmental Management* 51, 651–662.

Granström, A., 2001. Fire management for biodiversity in the European boreal forests. *Scandinavian Journal Forest Research* 3: 62-69.

IPCC., 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, TF, Qin, D, Plattner, G-K, Tignor, M, Allen, SK, Boschung, J, Nauels, A, Xia, Y, Bex, V and Midgley, PM (Eds.), Cambridge University Press, pp.1535.

IPCC., 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. IPCC. (2013).

IPCC., 2018. *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report On the Impacts of Global Warming of 1.5 °C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate change, Sustainable development, and Efforts to Eradicate Poverty*, Masson-Delmotte V., Zhai P., Pörtner H.-O., Roberts D., Skea J., Shukla P. R., κ.α. (Eds.), Geneva, Switzerland: IPCC (2018).

Jones, D. and Pfliegner, K., 2019. *Can We Use Nature to Mitigate Wildfire Risk? The Nature Conservancy διαθέσιμο στο* <https://www.brinknews.com/can-we-use-nature-to-mitigate-wildfire-risk/>.

Keeley, J.E., Bond, W.J., Bradstock, R.A., Pausas, J.G. and Rundel, P.W., 2011. *Fire in Mediterranean Ecosystems: Ecology, Evolution and Management*. Cambridge University Press, New York.

Kessell, S.L., 1920. Fires in eucalypt forests. *Aust For J* 3: 373–75.

Lambert, B., 2010. The French prescribed burning network and its professional team in Pyrénées Orientales: lessons drawn from 20 years of experience. *Best Practices of Fire Use Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions in Europe*, 89.

Lázaro, A., Montiel, C., 2010. Overview of Prescribed Burning Policies and Practices in Europe and Other Countries in Joaquim Sande Silva, Francisco Rego, Paulo Fernandes and Eric Rigolot (editors), 2010. *Towards Integrated Fire Management-Outcomes of the European Project Fire Paradox*. European Forest Institute Research Report 23, 2010.

Leopold, A.S., Cain, S.A., Cottam, C.M., Gabrielson, I.N. and Kimbal, T.L., 1963. *Wildlife management in the national parks*. Pages 1-8 in: *Transactions 28th North American wildlife and natural resources conference*. Wildlife Management Institute, Washington, DC, USA.

Liacos, L., 1974. Present studies of history of burning in Greece. In *Proceedings of the Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference*, No. 13. (Ed. E Komarek) pp. 65–95. Tall Timbers Research Station, Tallahassee.

Lotan, J.E., 1979. Integrating fire management into land-use planning: A multiple-use management research, development, and applications program. *Environmental management*, 3, 7-14.

Massaiu, A., 1999. *Il fuoco come tecnica di gestione territoriale. Applicazione di fuoco prescritto in Sardegna*. B.Sc. thesis, University of Florence, Italy, pp. 144.

McArthur, AG., 1962. *Control burning in eucalypt forests*. Canberra, Australia: ACT.

McCaw, L., Cheney, P. and Sneeuwjagt, R., 2003. Development of a scientific understanding of fire behaviour and use in south-west Western Australia. In: Abbott I and Burrows N (Eds). *Fire in ecosystems of south-west Western Australia: impacts and management*. Leiden, the Netherlands: Backhuys Publishers.

McCormick, B. and May, D., 2021. *Bushfires and fuel reduction burning*. Parliamentary Library of Australia Research Paper series 2021–221 31 p. Mekonen, Z.A., Riley, W.J., Randerson, J.T., Shirley, I.A., Bouskill, N.J., and Grant, R.F., 2022. «Wildfire exacerbates high-latitude soil carbon losses from climate warming» *Environmental Research Letters*, Volume 17, Number 9.

Mekonen, Z.A., Riley, W.J., Randerson, J.T., Shirley, I.A., Bouskill, N.J., and Grant, R.F., 2022. «Wildfire exacerbates high-latitude soil carbon losses from climate warming» *Environmental Research Letters*, Volume 17, Number 9.

Montana-HΠΑ, House Bill No. 587/2017

Moreira, F., Ascoli, D., Safford, H., Adams, M.A., Moreno, J.M., Pereira, J.M.C., Catry, F.X., Armesto, J., Bond, W., González, M.E., Curt, T., Koutsias, N., McCaw, L., Price, O., Pausas, J.G., Rigolot, E., Stephens, S., Tavsanoglu, C., Vallejo, V.R., Van Wilgen, B.W., Xanthopoulos, G., Fernandes, P.M., 2020. Wildfire management in Mediterranean-type regions: paradigm change needed. *Environmental Research Letters*, 15(1), 011001.

Narayan, C., Fernandes, P.M., van Brusselen, J. & Schuck, A., 2007. Potential for CO₂ emissions mitigation in Europe through prescribed burning in the context of the Kyoto Protocol. *For Ecol Manage* 251:164–173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.042>

NIFC (National Interagency Fire Center), 2013a. Prescribed fires.

Pausas, J.G. and Vallejo, V.R., 1999. The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In *Remote Sensing of Large Wildfires*. (Ed. E Chuvieco) pp. 3–16. Springer, Berlin.

Pyne, S. J., 1982. *Fire in America—a cultural history of wildland and rural fire*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 654 pp.

Pyne, S.J., 1997. *Vestal Fire. An Environmental History, Told Through Fire, of Europe and Europe’s Encounter with the World*. University of Washington Press, Seattle.

Pyne, S.J., 2006. *Year of the fires: the story of the great fires of 1910*. Viking, New York, New York, USA.

Pyne, S.J., Andrews, P.L., Laven, R.D., 1996. *Introduction to Wildland Fire*, second ed., Wiley, New York, 769 pp.

Regos, A., Pais, S., Campos, J.C., Lecina-Díaz, J., 2023. Nature-based solutions to wildfires in rural landscapes of Southern Europe: let’s be fire-smart! *International Journal of Wildland Fire* (in press).

Rigolot, E. and Lambert, B., 2017. Prospect on prescribed burning development in France. 1. International Congress on Prescribed Fires, European Forest Institute (EFI). INT., Feb 2017, Barcelone, Spain. fahal-02787723.

Rodger, G.J., 1961. Report of the Royal Commission appointed to enquire and report upon the bushfires of December 1960 and January, February and March 1961 in Western Australia. Perth, Australia: Government of Western Australia.

Ryan, K. C., Knapp, E. E., & Varner, J. M., 2013. Prescribed fire in North American forests and woodlands: history, current practice, and challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(s1), e15-e24.

Sangha, K. K., Evans, J., Edwards, A., Russell-Smith, J., Fisher, R., Yates, C., & Costanza, R., 2021. Assessing the value of ecosystem services delivered by prescribed fire management in Australian tropical savannas. *Ecosystem Services*, 51, 101343.

San-Miguel-Ayanz, J., Moreno, J. M., & Camia, A., 2013. Analysis of large fires in European Mediterranean land- scapes: lessons learned and perspectives, *For Ecol Manag* 294:11–22.

Silva, J.M., 1987. Fogo controlado. *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa* 103, 95–105.

Silva, J.M., 1997. Historique des feux contrôlés au Portugal. *Forêt Méditerranéenne* 18(4), 299–310.

Silva, J.S., Rego, F.C., Fernandes, P. & Rigolot, E., 2010. FIRE PARADOX White Book: towards integrated fire management. Outcomes of the European project Fire Paradox. Research Rep. 23, European Forest Institute, Joensuu, Finland, pp. 228.

Susmel, L., 1977. Ecology of systems and fire management in the Italian Mediterranean region. In: *Proceedings of the symposium “Environmental consequences of fire and fuel management in Mediterranean ecosystems”*, August 1-5, 1977, Palo Alto, California. Department of Agriculture, Forest Service, 1977. p. 307.

Tedim, F., Xanthopoulos, G. and Leone, V., 2015. Forest Fires in Europe: Facts and Challenges. pp. 77-99. In “*Wildfire Hazards, Risks, and Disasters*”. D. Paton (editor). Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 268 p.

Tinner, W., van Leeuwen, J.F., Colombaroli, D., Vescovi, E., van der Knaap, W.O., Henne, P.D., Pasta, S., D’Angelo, S., La Mantia, T., 2009. Holocene environmental and climatic changes at Gorgo Basso, a coastal lake in southern Sicily, Italy. *Quaternary Science Reviews*, 28(15-16), 1498-1510. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.02.001>

United Nations Environment Programme (UNEP), 2022. Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. A UNEP Rapid Response Assessment. Nairobi.

Van Wagtendonk, J. W., 2007. The history and evolution of wildland fire use. *Fire Ecology*, 3(2), 3-17.

Vanha-Majamaa, S.L., Ryömä, R., Kotiaho, J.S., Laaka-Lindberg, S., Lindberg, H., Puttonen, P.T., Toivanen, T., Kuuluvainen, T., 2007. Rehabilitating boreal forest structure and species composition in Finland through logging, dead wood creation and fire: the EVO experiment. *Forest Ecology and Management* 250 (1-2): 77-88.

Vilén, T. & Fernandes, P. M., 2011. Forest fires in Mediterranean countries:CO2 emissions and mitigation possibilities through prescribed burning. *Environ Manage* 48:558–567. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9681-9>

Vilun, T. And Fernandes, P.M., 2011. Forest fires in Mediterranean countries:CO2 emissions and mitigation possibilities through prescribed burning. *Environ Manage* 48:558–567. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9681-9>

Wallace, W.R., 1965. Fire in the jarrah forest environment. *J Roy Soc West Aust* 49: 33–44.

Whelan, R.J., 1995. *The Ecology of Fire*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995.

Wright, H.A., and Bailey, A.W., 1982. *Fire Ecology*. John Wiley and Sons. New York.

www.nifc.gov/fireInfo/fireInfo_stats_prescribed.html. Viewed 27 Mar 2013.

Xanthopoulos, G., V. Leone, and G. M. Delogu. 2020. The suppression model fragilities: The “firefighting trap”. pp. 135-153. In “Extreme Wildfire Events and Disasters”, F. Tedim, V. Leone and T. McGee, editors. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands. 271 p.

Zylstra, P. J., 2011. Forest flammability: modelling and managing a complex system. Ph.D. dissertation, The University of New South Wales, Sydney.

Ξανθόπουλος, Γ. 2023. Πυρκαγιές και Αγροδοσοπονία. Σελ. 192-199. Στο βιβλίο «Αναβίωση αγροδοσικών τοπίων την εποχή της κλιματικής αλλαγής: για τον άνθρωπο, την φύση και την τοπική οικονομία», Τσιακίρης, Ρ., Κ. Μαντζανάς, Γ. Καζόγλου, Π. Κακούρος και Β. Παπαναστάσης 2023 (Επιμελητές). Ευρωπαϊκό Δίκτυο Πολιτικών Ιδρυμάτων (EoP) και Πράσινο

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΣΤΗ
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΜΕΝΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ
ΤΗΣ ΧΙΟΥ**

**Σολωμού, Αλεξάνδρα^{1*}; Καρέτσος, Γεώργιος¹; Προύτσος, Νικόλαος¹; Αβραμίδου,
Ευαγγελία¹; Τζηρίτης, Ηλίας²; Κορακάκη, Ευαγγελία¹**

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ", Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Τ.Κ. 11528, Ιλίσια – Αθήνα.

²WWF Ελλάς, Χερσαίο Πρόγραμμα, Χαριλάου Τρικούπη 119-121, Τ.Κ. 11473 Αθήνα

*e-mail: asolomou@elgo.gr

Περίληψη

Η φωτιά είναι μία συχνή διαταραχή και κυρίαρχος παράγοντας τόσο για την εξέλιξη όσο και για την οικολογία των Μεσογειακών περιοχών. Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των προδιαγεγραμμένων καύσεων (ΠΚ) στη φυτική ποικιλότητα των πειραματικών επιφανειών (ΠΕ), πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες για την καταγραφή του αριθμού και της πυκνότητας των αυτοφυών φυτικών ειδών. Στις 3 ΠΕ, πριν την εφαρμογή της ΠΚ, καταγράφηκαν 67 φυτικά είδη που ανήκουν σε 28 οικογένειες, ενώ μετά την εφαρμογή της ΠΚ καταγράφηκαν 75 φυτικά είδη που ανήκουν σε 29 οικογένειες. Οι πολυπληθέστερες οικογένειες που παρατηρήθηκαν ήταν τα *Asteraceae*, *Poaceae* και *Fabaceae*. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι η ΠΚ έχει θετική επίδραση στην φυτική ποικιλότητα (αριθμός φυτικών ειδών, δείκτης Shannon-Wiener και Simpson) των καμένων δασικών σχηματισμών της Χίου. Το γεγονός της αύξησης της βιοποικιλότητας είναι ένα στοιχείο που συνηγορεί στην διευρυμένη εφαρμογή της ΠΚ εφόσον συγκριθούν και με τα συμπεράσματα των υπολοίπων τμημάτων της έρευνας.

Λέξεις κλειδιά: Προδιαγεγραμμένη καύση, βιοποικιλότητα, οικολογία, Μεσογειακά οικοσυστήματα, Χίος

Εισαγωγή

Η λεκάνη της Μεσογείου αποτελεί σημείο συνάντησης τριών ηπείρων, Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής και οι ιδιαίτερες συνθήκες της έχουν συμβάλει στην πλούσια βιοποικιλότητά της. Τα Μεσογειακά οικοσυστήματα παρουσιάζουν μια ιδιόμορφη βλάστηση που κυριαρχείται από αειθαλή- ανθεκτικά φυτά προσαρμοσμένα στο κλίμα που επικρατεί, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες που ακολουθούνται από ζεστά, ξηρά και ηλιόλουστα καλοκαίρια (Keeley κ.α. 2011).

Η Ελλάδα διαθέτει ένα από τα υψηλότερα επίπεδα βιοποικιλότητας στη Μεσόγειο και στην Ευρώπη. Χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα πλούσια χλωρίδα και πανίδα, μεγάλη ποικιλία οικοσυστημάτων και τοπίων. Η χλωρίδα της Ελλάδας συντίθεται από 6.600 ταξινομηκές μονάδες (taxa), στις οποίες περιλαμβάνονται 5.752 αυτοφυή ή επιγενή είδη. Η εξάπλωση τόσο των ενδημικών όσο και των κοινών φυτικών ειδών έχει συσχετιστεί με διάφορα παλαιογεωγραφικά μοτίβα. Ο πλούτος της ελληνικής χλωρίδας οφείλεται στο συνδυασμό παραγόντων όπως η γεωϊστορία, η γεωγραφική θέση και η γεωγραφία της χώρας (Dimopoulos κ.α. 2013).

Τα οικοσυστήματα των ξηρών περιοχών της Μεσογείου έχουν εξελιχθεί να καίγονται και μάλιστα η φωτιά αποτελεί κυρίαρχο παράγοντα τόσο για την εξέλιξη όσο και για την οικολογία τους (Hedo κ.α. 2014). Η φωτιά είναι γνωστό ότι είναι βασικό στοιχείο των μεσογειακών οικοσυστημάτων και τα φυτά στη Μεσόγειο και σε άλλα Μεσογειακού κλίματος οικοσυστήματα, έχουν αναπτύξει μηχανισμούς και έχουν προσαρμοστεί στις επιπτώσεις της φωτιάς, όπως η αναγέννηση, η ενεργοποίηση της φύτευσης των σπERMάτων, η βραδυχωρία των κώνων και ο παχύς φλοιός (Naveh 1975, Gill 1981, Thanos & Georghiou 1988, Keeley 1993, Thanos 2004).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες και η κλιματική αλλαγή αυξάνουν τη συχνότητα και την ένταση των πυρκαγιών σε επίπεδα που δεν επιτρέπουν στα δάση να ανακάμπτουν. Η ελεγχόμενη προδιαγεγραμμένη καύση(ΠΚ) είναι πρακτική που εφαρμόζεται ευρέως στις ΗΠΑ, την Αυστραλία και άλλες χώρες όπου οι δασικές πυρκαγιές παίρνουν μεγάλες διαστάσεις. Η προδιαγεγραμμένη καύση, αποτελεί ένα εργαλείο διαχείρισης της βλάστησης το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη δασικών πυρκαγιών, στη βελτίωση βοσκοτόπων και στην προστασία της βιοποικιλότητας (Fernandes κ.α. 2013, Valkó κ.α. 2016, Alcañiz κ.α. 2018). Με βάση τα παραπάνω σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης του ελεγχόμενου πυρός στη φυτική ποικιλότητα των καμένων δασικών σχηματισμών της Χίου και παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα.

Περιοχή Έρευνας

Η παρούσα μελέτη υλοποιήθηκε πιλοτικά στο νησί της Χίου. Η Χίος βρίσκεται στο βορειοανατολικό Αιγαίο λίγα χιλιόμετρα δυτικά από τα παράλια της Μικράς Ασίας. Αποτελεί το πέμπτο κατά σειρά μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και έχει έκταση 845 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Γιαννουλόπουλος & Λάμπας 2010).

Το κλίμα της Χίου λόγω της γεωγραφικής της θέσης και του νησιώτικου χαρακτήρα της ανήκει στο θαλάσσιο τύπο, ο οποίος χαρακτηρίζεται από χαμηλό θερμομετρικό εύρος, ήπιο χειμώνα και παρατεταμένο ξηρό και θερμό θέρος. Η Χίος κατατάσσεται κλιματολογικά στη «Ζώνη της Περιοχής του Αιγαίου», στην οποία περιλαμβάνεται όλη η νοτιοανατολική Ελλάδα μέχρι τη Θεσσαλία, όλα τα νησιά του Αιγαίου και η Κρήτη (πλην του νοτιοανατολικού της τμήματος). Σύμφωνα με τους Tsiros κ.α. (2020) και Proutsos κ.α. (2021), το κλίμα στη Χίο κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών είναι ύφυγρο σύμφωνα με το σύστημα κλιματικής ταξινόμησης της UNEP (1992) που βασίζεται στο υδατικό ισοζύγιο του Thornthwaite (1948). Με βάση τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής από τον σταθμό της ΕΜΥ, ο δείκτης ερημικότητας εμφανίζει τιμή 0,59 (ύφυγρο κλίμα) κατά την πρόσφατη κλιματική περίοδο 1960-1997 και παρουσιάζει απότομη μείωση σε σχέση με την προηγούμενη κλιματική περίοδο 1930-1960 οπότε η τιμή του ήταν σημαντικά πιο αυξημένη (0,74). Η αύξηση αυτή υποδεικνύει γρήγορη μεταβολή του κλίματος της περιοχής από το υγρό στο ύφυγρο, δηλαδή σε πιο ερημικές συνθήκες. Μεταξύ των δύο κλιματικών περιόδων καταγράφεται μείωση των βροχοπτώσεων από 705 mm την περίοδο 1930-1960 σε 530 mm την περίοδο 1960-1997 (Tsiros κ.α. 2020), αν και δεν εντοπίζεται μεγάλη αντίστοιχη αύξηση στους ρυθμούς της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (958 mm την περίοδο 1930-1960 και 904 mm την περίοδο 1960-1997). Οι ανωτέρω διαφοροποιήσεις οδηγούν στην μη σημαντική διαφοροποίηση του ετήσιου υδατικού ελλείμματος (427 mm και 417 mm, αντίστοιχα για τις δύο κλιματικές περιόδους: 1930-1960 και 1960-1997), όμως σε μεγάλη μείωση των υδατικών πλεονασμάτων του χειμώνα (από 173 mm σε 43 mm, αντίστοιχα).

Οι βροχοπτώσεις στην περιοχή κατά την πρόσφατη κλιματική περίοδο εμφανίζουν μεγάλες μηνιαίες και εποχιακές διαφοροποιήσεις, αναμενόμενες για το μεσογειακό κλίμα με υγρότερο μήνα τον Δεκέμβριο (122,2 mm) και ξηρότερο τον Ιούλιο και τον Αύγουστο οι οποίοι χαρακτηρίζονται από μηδενικό υετό. Η εποχιακή κατανομή του υετού στην περιοχή δείχνει γενικά ότι ο κύριος όγκος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε ποσοστό 56,4% αντιστοιχεί στο χειμώνα και μόλις το 0,2% το καλοκαίρι, με ενδιάμεσα αλλά παρόμοια ποσοστά την άνοιξη (21,3%) και το φθινόπωρο (22,0%).

Αντίστοιχες, διαφοροποιήσεις εντοπίζονται και για την θερμοκρασία αέρα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία φτάνει τους 17,29°C, με μέση μέγιστη τιμή στους 20,5°C και μέση ελάχιστη 12,5 °C. Εποχιακά κυμαίνεται από 10,1 °C τον χειμώνα έως 25,5 °C το καλοκαίρι με ενδιάμεσες τιμές 15,4 °C την άνοιξη και 18,1 °C το φθινόπωρο υποδεικνύοντας πιο ταχεία θέρμανση της περιοχής από τον χειμώνα προς το καλοκαίρι σε σχέση με τους πιο βραδείς ρυθμούς πτώσης της θερμοκρασίας από το καλοκαίρι στον χειμώνα (Πηγή: ΕΜΥ).

Η Χίος αποτελεί ένα νησί με πλούσια χλωρίδα. Στο νησί συναντώνται 76 από τα 250 είδη ορχιδέων της Ευρώπης. Η χλωρίδα του νησιού συμπληρώνεται και από άλλα σπάνια φυτά, όπως η φριτιλάρια (*Fritillaria carica* Rix subsp. *carica*) που φυτρώνει μόνο στο βόρειο τμήμα του νησιού, η καμπανούλα (*Campanula hagielia* Boiss.), ο πρόνους (*Prunus prostrata* Labill.), ο αστράγαλος (*Astragalus ptilodes* Boiss.), το ασιατικό κυκλάμινο (*Cyclamen persicum* Mill.), οι φριτιλάριας (*F. Bithynica* Baker και *F. Carica*Rix) και το τσάι του βουνού (*Sideritis sipylea* Boiss.).

Υλικά και μέθοδοι

Η προδιαγεγραμμένη καύση (ΠΚ) εφαρμόστηκε τις περιόδους Νοέμβριος 2021-Απρίλιος 2022 και Νοέμβριος 2022-Μάρτιος 2023, εκτός αντιπυρικής περιόδου, σε δημόσιες ή δημοτικές δασικές εκτάσεις και δάση της Χίου. Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των προδιαγεγραμμένων καύσεων στη βιοποικιλότητα, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες για την καταγραφή του αριθμού και της πυκνότητας των αυτοφυών φυτικών ειδών. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τετράγωνα δειγματοληπτικά πλαίσια (1m x 1m) στις 7 ΠΕ (2 ΠΕ με μακία βλάστηση / Χαδά, Σκλαβιά: 2 ΠΕ / συστάδες τραχείας πεύκης με βελονοτάπητα στον υπόροφο / Αίπος, Κορακάρι; 2 ΠΕ με φρυγανική βλάστηση / Ρεστά, Βολισσός, Αγ. Γεώργιος) της περιοχής έρευνας, την εαρινή περίοδο (Απρίλιο) του έτους 2022 και μετρήθηκε ο πλούτος και η πυκνότητα των αυτοφυών φυτικών ειδών. Η καταγραφή επαναλήφθηκε μετά την εφαρμογή ΠΚ, τον Απρίλιο 2023 στις 3 ΠΕ (Χαδά, Ρεστά, Αίπος), ενώ στις υπόλοιπες 4 ΠΕ θα πραγματοποιηθεί τον Απρίλιο 2024, καθώς σε αυτές οι καύσεις ολοκληρώθηκαν τον Μάρτιο 2023.



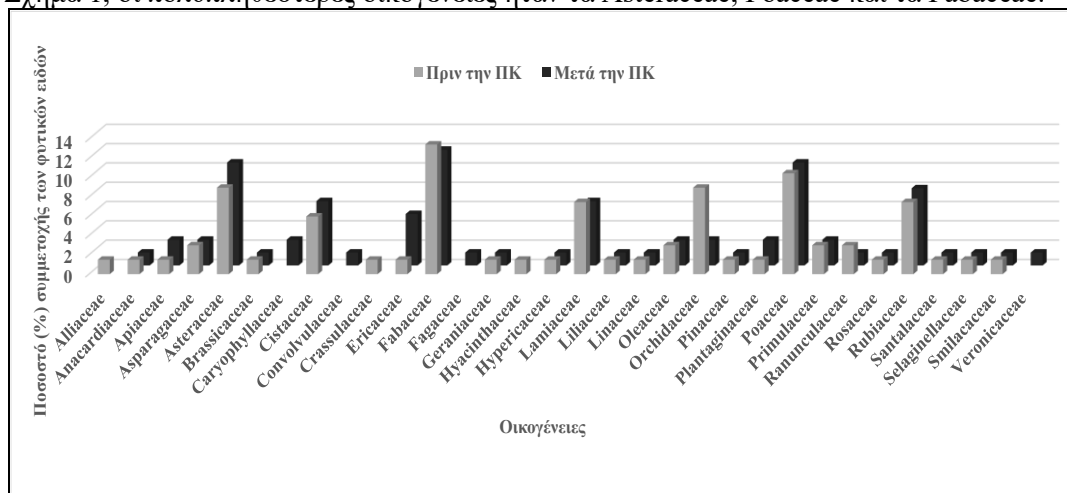
Εικόνα 1. Δειγματοληψία φυτικών ειδών στην περιοχή έρευνας.
Picture 1. Plant sampling in the study area.

Ημέτρηση του αριθμού των ειδών, ο δείκτης Shannon-Wiener (H') και ο δείκτης Simpson (D), αποτελούν διαδεδομένες μεθόδους υπολογισμού της φυτικής ποικιλότητας και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα. Για την ανάλυση των στοιχείων και τον υπολογισμό των δεικτών ποικιλότητας, κατασκευάστηκαν ειδικές βάσεις δεδομένων csv αρχείων στο εξειδικευμένο πρόγραμμα Species Diversity and Richness (Seaby & Henderson 2006).

Αποτελέσματα

Συνολικά στην περιοχή έρευνας, προσδιορίστηκαν 100 φυτικά είδη που συμμετέχουν στη χλωρίδα των 7 επιλεγμένων ΠΕ και εκπροσωπούν 40 οικογένειες. Στις 3 ΠΕ, πριν την

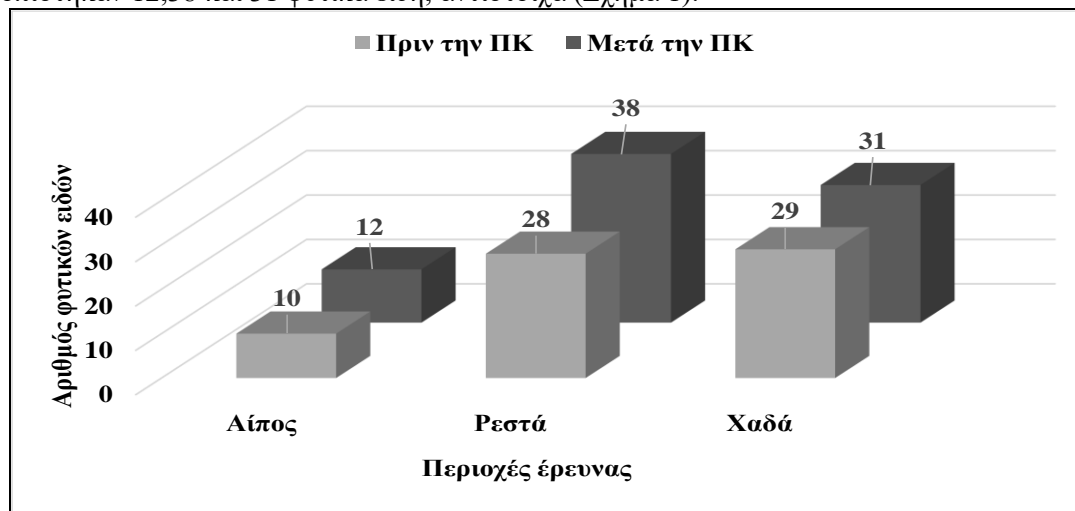
εφαρμογή της ΠΚ, καταγράφηκαν 67 φυτικά είδη που ανήκουν σε 28 οικογένειες, ενώ μετά την εφαρμογή της ΠΚ καταγράφηκαν 75 φυτικά είδη που ανήκουν σε 29 οικογένειες. Σύμφωνα με το Σχήμα 1, οι πολυπληθέστερες οικογένειες ήταν τα Asteraceae, Poaceae και τα Fabaceae.



Σχήμα 1. Σύνθεση της χλωρίδας των πειραματικών επιφανειών πριν και μετά την ΠΚ.

Figure 1. Plant composition of the experimental sites before and after the application of the prescribed burning.

Πιο αναλυτικά, στις περιοχές Αίπος, Ρεστά και Χαδά πριν την εφαρμογή της ΠΚ καταγράφηκαν 10, 28 και 29 φυτικά είδη, αντίστοιχα, ενώ στις περιοχές έρευνας, μετά την ΠΚ εντοπίστηκαν 12, 38 και 31 φυτικά είδη, αντίστοιχα (Σχήμα 1).



Σχήμα 2. Αριθμός φυτικών ειδών που καταγράφηκαν στις περιοχές έρευνας.

Figure 2. Plant species richness recorded in the study area.

Όσο αφορά στην ποικιλότητα των αυτοφυών φυτικών ειδών (αριθμός φυτικών ειδών, Shannon-Wiener και Simpson), το test τυχαιοποίησης του Solow (1993), ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας πριν και μετά την εφαρμογή της ΠΚ. Συγκεκριμένα, οι περιοχές στις οποίες είχε εφαρμοστεί η ΠΚ παρουσίασαν υψηλές τιμές φυτικής ποικιλότητας σε σύγκριση με τις τιμές φυτικής ποικιλότητας που εκτιμήθηκαν στις περιοχές πριν την εφαρμογή της ΠΚ.

Πίνακας 1. Δείκτες ποικιλότητας των φυτικών ειδών στις διάφορες θέσεις της περιοχής έρευνας.
Table 1. Plant diversity indices in the different places of the study area.

	Χαδά- πριν την ΠΚ	Χαδά-μετά την ΠΚ	Αίπος- πριν την ΠΚ	Αίπος- μετά την ΠΚ	Ρεστά-πριν την ΠΚ	Ρεστά-μετά την ΠΚ
Shannon-Wiener	2,56c	2,92a*	1,46f	1,90e	2,38d	2,72b
Simpson	0,85c	0,91a	0,70f	0,79e	0,83d	0,89b

*Διαφορετικά γράμματα στην ίδια σειρά σημαίνουν στατιστική διαφορά για τουλάχιστον 0,05 επίπεδο πιθανότητας.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα φυτικά είδη των Μεσογειακών οικοσυστημάτων έχοντας υποστεί τη δράση της φωτιάς για χιλιάδες χρόνια, έχουν αναπτύξει μηχανισμούς που τους εξασφαλίζουν την επιβίωση καθώς και την ταχεία αναγέννηση και επανάκαμψη (Trabaud 1994). Κύριος μηχανισμός είναι η βλαστική αναγέννηση (Resprouting) των καμένων ατόμων και η εγκατάσταση νέων ατόμων με τη διαδικασία της φύτευσης σπερμάτων (seed germination) (Keeley 2012).

Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκε ότι οι πολυπληθέστερες οικογένειες ήταν τα Asteraceae, Poaceae και Fabaceae γεγονός που αντικατοπτρίζει την επικρατούσα κατάσταση στον ελληνικό χώρο, καθώς οι οικογένειες αυτές συγκαταλέγονται στις τρεις πολυπληθέστερες οικογένειες στην Ελλάδα και τη Μεσόγειο. Τα είδη των φυτών που ανήκουν στις οικογένειες Asteraceae, Poaceae και Fabaceae, στην πλειονότητά τους εμφανίζονται σε οικοσυστήματα όπως της περιοχής έρευνας και περιλαμβάνουν φυτά με υψηλή οικολογική αξία (Blondel & Aronson 1995, Maxted & Bennett 2001, Dimopoulos κ.α. 2013).

Η φυτική ποικιλότητα πριν την εφαρμογή της ΠΚ παρατηρήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η ποικιλομορφία της τοπογραφίας της Χίου, η υψομετρική διαβάθμιση από το επίπεδο της θάλασσας έως την υψηλότερη κορυφή, η ποικιλία κλιματικών συνθηκών πιθανόν να δημιούργησαν πληθώρα διαφορετικών οικοθέσεων (σταθμών), οι οποίες υποστηρίζουν την ανωτέρω φυτική ποικιλότητα. Το γεωλογικό υπόστρωμα με τους διαφορετικούς τύπους εδαφών δημιουργεί μία ακόμη σημαντική παράμετρο για τα φυτά. Συγκεκριμένα, τα διαφορετικά πετρώματα της Χίου πιθανόν να δημιουργούν ποικίλους τύπους εδαφών οι οποίοι επηρεάζουν τη χημική σύσταση, τη συνεκτικότητα, το pH και τα θρεπτικά στοιχεία του υποστρώματος, πάνω στο οποίο φύονται τα φυτικά είδη. Επίσης, η υπάρχουσα γειτονική βλάστηση αλλά και η παλαιογεωγραφία, η αποίκιση της περιοχής από τον άνθρωπο και η φυλογένεση που αναπτύχθηκε στον χώρο με το πέρασμα του χρόνου σχετίζεται στενά με τον σημαντικό αριθμό και την ποικιλότητα των φυτικών ειδών που καταγράφηκαν στις περιοχές έρευνας πριν την εφαρμογή της ΠΚ.

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι η ΠΚ έχει σημαντική επίδραση στην φυτική ποικιλότητα (αριθμός φυτικών ειδών, δείκτης Shannon-Wiener και Simpson) των καμένων δασικών σχηματισμών της Χίου. Το συμπέρασμα αυτό απορρέει από τη διαφοροποίηση που παρουσιάζουν οι καμένες συγκριτικά με τις άκαυτες περιοχές. Ειδικότερα, παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές φυτικής ποικιλότητας μετά την εφαρμογή της ΠΚ σε σύγκριση με αυτές που καταγράφηκαν πριν την εφαρμογή της ΠΚ.

Η αυξημένη ποικιλότητα στις καμένες περιοχές θα μπορούσε να εξηγηθεί με διάφορους τρόπους όπως για παράδειγμα από την είσοδο κάποιων πρόδρομων ειδών, τα οποία εξαφανίζονται το επόμενο διάστημα σε συνθήκες ανταγωνισμού. Ακόμη, η αυξημένη φυτική ποικιλότητα θα μπορούσε να αποδοθεί στα πολλά είδη της οικογένειας Fabaceae που βρέθηκαν στα δείγματα, τα οποία παρουσιάζουν υψηλή αφθονία και κάλυψη κατά τα πρώτα μεταπυρικά έτη, καθώς η φύτευσή τους ευνοείται από τη δράση της φωτιάς (Παπαβασιλείου 2001). Μεγάλο μέρος των φυτικών ειδών της οικογένειας Fabaceae, είναι θερόφυτα, κυρίως ετήσιες πόες που η αναγέννησή τους πραγματοποιείται με φύτευση σπερμάτων (Arianoutsou 1995). Επίσης, άλλη μια πιθανή

εξήγηση αυτού του αποτελέσματος θα μπορούσε να αποδοθεί στο ότι τα φυτά που νεκρώνονται από τη φωτιά και αναγεννώνται με φύτευση των σπερμάτων τους εξαρτώνται από αυτόν τον μηχανισμό φύτευσης προκειμένου να υπάρχουν στη συγκεκριμένη περιοχή. Για αυτά τα φυτά, τα νεαρά αρτίβλαστα ωριμάζουν και παράγουν σπέρματα τα οποία τροφοδοτούν την τράπεζα σπερμάτων, εξασφαλίζοντας έτσι την ανάκαμψη του πληθυσμού των φυτικών ειδών (Pausas & Keeley 2014).

Σύμφωνα με την έρευνα των Kazanis και Arianoutsou (2002), η εξέλιξη της βλάστησης μετά τη φωτιά ακολουθεί το μοντέλο της «αυτοδιαδοχής», όπου η κοινότητα η οποία έχει καεί, όσο διαφορετική και αν φαίνεται από την άκαυτη, διατηρεί την χλωριδική της ταυτότητα. Έτσι τα γεώφυτα, που προϋπήρχαν στην περιοχή και επιβίωσαν, επωφελούνται από τις μεταπυρικές συνθήκες άφθονων θρεπτικών συστατικών, άφθονης ηλιακής ακτινοβολίας και υγρασίας, αλλά και από την απουσία ανταγωνιστών.

Εκτός από την εφαρμογή του ελεγχόμενου πυρός, η καταγραφή στοιχείων των περιβαλλοντικών παραμέτρων και άλλων δραστηριοτήτων (π.χ. βόσκηση), θα συνέβαλαν στην κατανόηση του βαθμού αλληλεπίδρασης αυτών των παραγόντων μαζί με τη φωτιά στη βιοποικιλότητα των περιοχών έρευνας.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς επιθυμούν να ευχαριστήσουν την εταιρία Procter&Gable που χρηματοδότησε το παρόν έργο. Την Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος/ΥΠΕΝ και ιδιαίτερα τη Διεύθυνση Δασών Χίου που από την πρώτη στιγμή υποστήριξαν τον σχεδιασμό και την υλοποίηση με κάθε πρόσφορο μέσο. Επίσης, την Περιφερειακή Διοίκηση Πυροσβεστικών Υπηρεσιών Βορείου Αιγαίου, την Πυροσβεστική Υπηρεσία Χίου και τον Δήμο Χίου για την αμέριστη τεχνική συμπαράσταση και φυσικά όλους τους εθελοντές της Ομάδας Εθελοντικής Δράσης Χίου «Ομικρον» που δίχως αυτούς η υλοποίηση του έργου θα ήταν αδύνατη.

Abstract

Fire is a frequent disturbance and dominant factor for both the evolution and the ecology of the Mediterranean regions. To assess the effects of prescribed burning (PB) on the plant diversity of the experimental plots (PE), sampling was carried out to record the number and density of native plant species. In 3 PE, before the implementation of the PB, 67 plant species belonging to 28 families were recorded, while after the implementation of the PB, 75 plant species belonging to 29 families were recorded. The most abundant families observed were Asteraceae, Poaceae and Fabaceae. From the analysis of the data, it emerged that the PB has a positive effect on the plant diversity (number of plant species, Shannon-Wiener and Simpson index) of the burned forest formations of Chios. The fact of the increase in biodiversity is an element that advocates for the expanded application of the PK if compared with the conclusions of the other parts of the research.

Βιβλιογραφία

- Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M., Úbeda, X., 2018. Effects of prescribed fires on soil properties: a review. *Sci. Total Environ.* 613–614, 944–957.
- Arianoutsou, M., 1995. Legume Post- Fire Flora and its Contribution in the Regeneration of Mediterranean Ecosystems after Fire. Project 91 ED 944 Final Report, General Secretariat of Research and Technology (in Greek).
- Blondel, J., Aronson, J., 1995. Biodiversity and ecosystem function in the Mediterranean basin. In: Davis, G.W., Richardson, D.M. eds. *Mediterranean-type ecosystems. The function of biodiversity.* Ecological Studies. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, pp. 43–119.
- Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., Tzanoudakis, D., 2013. Vascular plants of Greece: an annotated checklist. *Englera* 31, 1–372.
- Fernández, C., Vega, J., Fonturbel, T., Jiménez, E., Pérez, J., 2008. Immediate effects of prescribed burning, chopping and clearing on runoff, infiltration and erosion in a shrubland area in Galicia (NW Spain). *Land Degrad. Dev.* 19, 502–515.

- Gill, A.M., 1981. Adaptative response of Australian vascular plant species to fires. Pp. 243–271. In: Gill, A. M, Groves, R. H. & Noble, I. R. (eds), Fire and the Australian Biota. Australian Academy of Sciences, Canberra.
- Hedo, J., Lucas-Borja, M. E., Wic, C., Andrés-Abellán, M., de Las Heras, J., 2014. SE - Soil microbiological properties and enzymatic activities of long-term post-fire recovery in dry and semiarid Aleppo pine (*Pinus halepensis* M.) forest stands [WWW Document], n.d. URL <https://se.copernicus.org/articles/6/243/2015/> (accessed 7.19.23).
- Kazanis, D., Arianoutsou, M. 2002. Long term post-fire dynamics of *Pinus halepensis* forests of Central Greece: plant community patterns IV International Forest Fire Research Conference, Millpress, electronic edition.
- Keeley, J.E., 1993. Smoke-induced flowering in the fire-lily *Cyrtanthus ventricosus*. S. Afr. J. Bot. 59, 638.
- Keeley, J.E., Bond, W.J., Bradstock, R.A., Pausas, J.G., Rundel, P.W., 2011. Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management. Cambridge University Press.
- Maxted, N., Bennett, S.J., 2001. Legume diversity in the Mediterranean region. In: Maxted, N., Bennett, S.J. eds. Plant genetic resources of legumes in the Mediterranean. Dordrecht: Kluwer Academic, pp. 51–78.
- Naveh, Z., 1975. The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. Vegetatio 29, 199–208.
- Pausas, J.G., Keeley, J.E., 2014. Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems. New Phytologist 204, 55–65.
- Proutsos, N.D., Tsiros, I.X., Nastos, P., Tsaousidis, A., 2021. A note on some uncertainties associated with Thornthwaite’s aridity index introduced by using different potential evapotranspiration methods. Atmospheric Research 260, 105727.
- SE - Soil microbiological properties and enzymatic activities of long-term post-fire recovery in dry and semiarid Aleppo pine (*Pinus halepensis* M.) forest stands [WWW Document], n.d. URL <https://se.copernicus.org/articles/6/243/2015/> (accessed 7.19.23).
- Seaby, R.M., Henderson, P.A., 2006. Species diversity and richness IV. Measuring and Help. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.
- Thanos, C.A., 2004. Bradychory - the coining of a new term. In: Arianoutsou M. & Papanastasis V. (eds.), Ecology, Conservation and Management of Mediterranean Climate Ecosystems of the World. Proceedings of the MEDECOS 10th International Conference, Rhodes, Greece, Millpress, The Netherlands. (electronic edition).
- Thanos, C.A., Georghiou K., 1988. Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* ssp. creticus (L.) Heywood and *Cistus salviifolius* L. Plant Cell Environ. 11, 841-849.
- Trabaud, L., 1994. Post fire plant community dynamics in the Mediterranean basin. In J.M. Moreno and W.C. Oechel, editors. The role of Fire in Mediterranean-Type Ecosystems. Springer-Verlag, New York.
- Keeley, J., 2012. Fire in Mediterranean Climate Ecosystems—A Comparative Overview in: Israel Journal of Ecology and Evolution Volume 58 Issue 2-3 [WWW Document], n.d. URL https://brill.com/view/journals/ijee/58/2-3/article-p123_3.xml (accessed 7.19.23).
- Tsiros, I.X., Nastos, P., Proutsos, N.D., Tsaousidis, A., 2020. Variability of the aridity index and related drought parameters in Greece using climatological data over the last century (1900–1997). Atmospheric Research 240, 104914.
- Valkó, O., Deák, B., Magura, T., Török, P., Kelemen, A., Tóth, K., Horváth, R., Nagy, D.D., Debnár, Z., Zsigrai, G., Kapocsi, I., Tóthmérész, B., 2016. Supporting biodiversity by prescribed burning in grasslands - a multi-taxa approach. Sci. Total Environ. 572, 1377–1384.
- Παπαβασιλείου, Σ., 2001. Η σημασία των ψυχανθών στη μεταπυρική αναγέννηση Μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα, σελ. 235.

Θεματική Ενότητα: Δασική Βιομετρία

ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΜΗΜΑΤΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ ΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΔΕΙΓΜΑ ΑΤΟΜΩΝ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ

Διαμαντοπούλου, Μαρία¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Βιομετρίας, TK-54124, Θεσσαλονίκη, e-mail: mdiamant@for.auth.gr

Περίληψη

Η εφαρμογή μεθόδων μοντελοποίησης έχουν ως σκοπό να παρέχουν ακριβείς εκτιμήσεις δύσκολα μετρούμενων μεταβλητών, με δεδομένες τις μετρήσεις ευκολότερα μετρούμενων μεταβλητών στο πεδίο. Στην εργασία αυτή διερευνάται η δυνατότητα εφαρμογής της τεχνικής μηχανικής μάθησης της υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης SVR (Support Vector machine for Regression tasks), προκειμένου να εκτιμηθεί αυτοματοποιημένα και με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια ο ξυλώδης κορμικός όγκος μεταξύ οποιωνδήποτε υψών του κορμού, ως εναλλακτική προσέγγιση στη μεθοδολογία των εξισώσεων παλινδρόμησης. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου διερευνάται και αξιολογείται. Από τη διερεύνηση αυτή προέκυψε ότι η μέθοδος μηχανικής μάθησης ϵ -SVR, μπορεί να αποτελέσει αξιόπιστη εναλλακτική τεχνική στις κλασικές μεθόδους μοντελοποίησης, προκειμένου να επιτευχθεί η ακρίβεια της εκτίμησης της επιδιωκόμενης πληροφορίας, κερδίζοντας χρόνο και κόπο στις μετρήσεις πεδίου.

Λέξεις κλειδιά: Υποστηρικτική διανυσματική παλινδρόμηση (SVR), τμηματική ογκομέτρηση, Smalian, Πεύκη.

Εισαγωγή

Η ακριβής ογκομέτρηση των κορμών ιστάμενων δέντρων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ορθολογική και αιφορική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων. Η ακρίβεια εκτίμησης του κορμικού όγκου απαιτεί πολλές μετρήσεις σε κάθε δέντρο, κυρίως διαμέτρους σε διάφορα ύψη του κορμού και το ολικό ύψος του δέντρου. Εξαιτίας της δεδομένης δυσκολίας της μέτρησης αυτών των χαρακτηριστικών, και όχι μόνο, επιδιώκεται η εύρεση μεθόδων οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν σε ακριβή ογκομέτρηση των δέντρων. Ο ολικός κορμικός όγκος αλλά και ο τμηματικός ξυλώδης όγκος του κορμού, αποτελούν πληροφορίες οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν προς την κατεύθυνση του ακριβούς υπολογισμού των διαφόρων προϊόντων ξύλου τα οποία είναι δυνατό να προκύψουν από ένα διαχειριζόμενο δασικό οικοσύστημα, της ποσότητας άνθρακα που αυτό μπορεί να αποθηκεύσει καθώς και της ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα η οποία μπορεί να απορροφηθεί κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης.

Το μέγεθος των διαμέτρων, σε διάφορα ύψη από το έδαφος του κορμού ενός δέντρου μπορεί να σκιαγραφήσει την εν γένει ανάπτυξη του κορμού και να παρέχει τη δυνατότητα της ακριβούς, κατά το δυνατό, ογκομέτρησης του ιστάμενου κορμού των δέντρων, με μεθόδους τμηματικής ογκομέτρησης (Μάτης 2004, West 2009). Το πρόβλημα εύρεσης της κατάλληλης σχέσης εκτίμησης δύσκολα μετρούμενων βιολογικών μεταβλητών των οποίων οι τιμές διαμορφώνονται από πολλούς και ανεξέλεγκτους παράγοντες όπως κλιματεδαφικό περιβάλλον, βιολογία του ίδιου του οργανισμού κλπ., αποτελεί πεδίο εντατικής έρευνας στη δασολογική επιστήμη. Η ακριβής ογκομέτρηση του κορμού εξαρτάται από τον αριθμό των γνωστών διαμέτρων σε διάφορα ύψη αυτού, γεγονός το οποίο καθιστά επίπονη και χρονοβόρα τη διαδικασία λήψης στοιχείων υπαίθρου. Γενικότερα, η ακριβής εκτίμηση του ξυλώδους κορμικού όγκου μεταξύ διαφόρων υψών του κορμού των ιστάμενων δέντρων χωρίς να είναι απαραίτητη η υλοτόμησή τους, αποτελεί σημαντική πληροφορία για την ορθολογική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων.

Σήμερα, υπάρχουν διαθέσιμες πολλές μεθοδολογίες και τεχνικές κατάρτισης μοντέλων εκτίμησης παραμέτρων. Η περισσότερο διαδεδομένη και χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία είναι αυτή της παλινδρόμησης (Draper και Smith 1998, Ratkowsky 1990, Μάτης 2003) μέσω της οποίας καταρτίζονται πολύ καλά μοντέλα εκτίμησης με μικρά σχετικά σφάλματα. Η δυσκολία η οποία πρέπει να αντιμετωπιστεί στη διαχείριση των βιολογικών δεδομένων, είναι η προσέγγιση των προϋποθέσεων εφαρμογής της θεωρίας της παλινδρόμησης με ικανοποιητική ακρίβεια (Διαμαντοπούλου και Σταματέλλος 2013). Σε διαφορετική περίπτωση, προκειμένου να εξαχθεί ένα αξιόπιστο μοντέλο παλινδρόμησης, θα πρέπει να αναγνωριστούν και να αντιμετωπιστούν προβλήματα τα οποία προκύπτουν, συνήθεστερα εκ των οποίων είναι: α) ασταθής εκτίμηση των συντελεστών παλινδρόμησης, β) λανθασμένες αποφάσεις ελέγχων υποθέσεων, γ) λανθασμένα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης, δ) μεροληπτική επιλογή μεταβλητών του μοντέλου, ε) έλλειψη ανεξαρτησίας των παρατηρήσεων, και ε) ενδεχόμενη συσχέτιση μεταξύ παραγόμενων σφαλμάτων (Ratkowsky 1990, Draper και Smith 1998, Leites και Robinson 2004, Trincado και Burkhart 2006, Sharma και Parton 2009). Η παραβίαση των προϋποθέσεων αυτών αποτελεί συχνό φαινόμενο όταν αναλύονται και μοντελοποιούνται βιολογικά δεδομένα, όπως είναι τα δεδομένα που προέρχονται από μετρήσεις σε δέντρα στο δασικό περιβάλλον, αποτελώντας σοβαρό εμπόδιο στην εύρεση ενός στατιστικά αξιόπιστου και ταυτόχρονα ακριβούς μοντέλου εκτίμησης. Επιπρόσθετα, η προσπάθεια εύρεσης της κατάλληλης μορφής μοντέλου παλινδρόμησης το οποίο μπορεί να περιγράψει τα πρωτογενή δεδομένα, αποτελεί μια δύσκολη και χρονοβόρα απαίτηση, η οποία όμως πρέπει να αντιμετωπιστεί επιτυχώς. Γι' αυτούς τους λόγους, τελευταία, η επιστημονική έρευνα στο δασικό επιστημονικό πεδίο, έχει επικεντρωθεί στην εφαρμογή νέων μεθόδων μοντελοποίησης, όπως αυτή των ευφύων συστημάτων μηχανικής μάθησης και συγκριτικής αξιολόγησής τους με τις περισσότερο κλασικές μεθόδους μοντελοποίησης οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ευρέως και χρησιμοποιούνται και σήμερα, όπως πχ. η θεωρία της παλινδρόμησης, προκειμένου να διαπιστωθεί η χρησιμότητά τους στην επίλυση προβλημάτων της δασικής έρευνας (Diamantopoulou 2005, Diamantopoulou κ.α. 2009, Διαμαντοπούλου και Σταματέλλος 2013, Diamantopoulou κ.α. 2018, Özçelik κ.α. 2019, Bayat κ.α. 2020). Μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική προσέγγιση μοντελοποίησης η οποία αξίζει να διερευνηθεί στη δασική έρευνα, είναι η μεθοδολογία της υποστηρικτικής διανυσματικής μηχανικής μάθησης SVM (Support Vector Machine) η οποία φαίνεται να αποτελεί μια μεθοδολογία υψηλών δυνατοτήτων για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Η απαίτηση αξιόπιστων εκτιμήσεων και προβλέψεων του σύγχρονου επιστημονικού κόσμου, οι οποίες όμως βασίζονται σε βιολογικά δεδομένα, όπως αυτά που προέρχονται από δασικά οικοσυστήματα, εγείρει ακόμη πιο επιτακτικά την αναγκαιότητα εφαρμογής μοντέλων τα οποία έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν πρότυπα, όσο δυσδιάκριτα και αν είναι αυτά, μεταξύ των δεδομένων. Αυτή την προγνωστική ικανότητα η οποία υλοποιείται μέσω της εφαρμογής μη-γραμμικών συναρτήσεων Kernels, φαίνεται να διαθέτει η SVM μεθοδολογία όταν εφαρμόζεται σε προβλήματα ταξινόμησης (Boser κ.ά. 1992).

Σημαντικός κλάδος της υποστηρικτικής διανυσματικής μηχανικής μάθησης αποτελεί η υποστηρικτική διανυσματική παλινδρόμηση SVR (Support Vector machine for Regression tasks) (Vapnik κ.α. 1997, Vapnik 2000, Basak κ.α. 2007, García-Nieto κ.α. 2012). Οι Vapnik κ.α. (1997) εισήγαγαν και περιέγραψαν διεξοδικά τον ϵ -SVR αλγόριθμο, ο οποίος αποδεικνύεται πολύ αποτελεσματικός όταν χρησιμοποιείται για εκτιμήσεις και προβλέψεις βιολογικών δεδομένων. Για παράδειγμα οι Monnet κ.α. (2011) χρησιμοποίησαν αποτελεσματικά τον συγκεκριμένο αλγόριθμο για την πρόβλεψη διαφόρων μεταβλητών συστάδας όπως το ύψος κυριαρχούντων δέντρων, την κυκλική επιφάνεια, τη μέση διάμετρο και την πυκνότητα συστάδας. Οι Binoti κ.α. (2016) εφάρμοσαν τη μεθοδολογία για την ακριβή εκτίμηση όγκου δέντρων Ευκαλύπτου, ενώ οι Diamantopoulou κ.α. (2018), προσάρμοσαν τον ϵ -SVR αλγόριθμο για την ακριβή εκτίμηση όγκου φλοιού σκλήθρων (*Alnus glutinosa*, L.). Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προηγούμενη έρευνα, φαίνεται ότι η συγκεκριμένη τεχνική μηχανικής μάθησης αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω με δεδομένα από διαφορετικές περιοχές, διαφορετικά είδη και για διαφορετικές δασικές μεταβλητές.

Σκοπός της εργασίας αυτής αποτελεί η επιτυχημένη κατάρτιση μοντέλου υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης (SVR) εποπτευόμενης μηχανικής μάθησης, προκειμένου να κατασκευαστεί μοντέλο που θα έχει τη δυνατότητα να εκτιμά και να προβλέπει τον τμηματικό

κορμικό όγκο μεταξύ οποιωνδήποτε σημείων του κορμού, αλλά και τον ολικό κορμικό όγκο σε δέντρα τραχείας πεύκης κάνοντας χρήση εύκολα μετρούμενων μεταβλητών των δέντρων στο πεδίο, οι οποίες θα αποτελέσουν την τροφοδότηση δεδομένων στο μοντέλο. Η διαδικασία κατάρτισης του μοντέλου περιγράφεται, ενώ δίνονται τα αποτελέσματα ακρίβειας του καταρτισμένου μοντέλου χρησιμοποιώντας δεδομένα δέντρων τραχείας πεύκης. Τέλος, συζητούνται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου μοντελοποίησης.

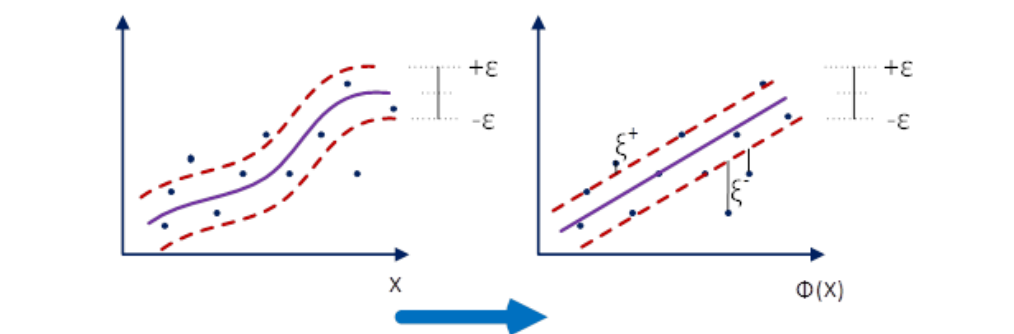
Υλικά και Μέθοδοι

Δεδομένα

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν δέντρα Τραχείας Πεύκης (*Pinus brutia*, Ten) από το περιαστικό δάσος Θεσσαλονίκης. Από συστηματικό δείγμα μεγέθους $n=57$ δέντρων συλλέχθηκαν, μεταξύ άλλων μετρήσεων, 534 μετρήσεις, προκειμένου το δείγμα αυτό να χρησιμοποιηθεί ως πιλοτικό προκειμένου να εξεταστεί η εφαρμογή της διαδικασίας μοντελοποίησης μηχανικής μάθησης. Το δείγμα πάρθηκε από τις δασοσκεπείς και μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις μεγέθους 2.600 ha, του περιαστικού δάσους έκτασης 3.018,84 ha (Γκατζογιάνη κ.α. 1996). Επί του κορμού των δέντρων αυτών μεταξύ των άλλων μεταβλητών, μετρήθηκαν η πρεμνική ($d_{0,3}$) και η στήθια διάμετρος ($d_{1,3}$) με παχύμετρο, οι διάμετροι (d_i) ανά ένα μέτρο πάνω από το στήθιαίο ύψος μέχρι το ολικό ύψος κάθε δέντρου με ρελασκόπιο και το ολικό ύψος (tht) με το υψόμετρο Blume-Leiss. Για τη διερεύνηση και κατάρτιση του καταλληλότερου μοντέλου, το δείγμα των δεδομένων χωρίστηκε κάνοντας χρήση τυχαίων αριθμών σε δύο διακριτά μέρη: α) στο δείγμα των δεδομένων κατάρτισης του μοντέλου το οποίο αποτελεί το 90% των συνολικών δεδομένων και β) στο δείγμα των δεδομένων επαλήθευσης του μοντέλου που καταρτίστηκε, το οποίο αποτελείται από το υπόλοιπο 10% των δεδομένων.

Μοντέλο υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης SVR (Support Vector machine for Regression tasks)

Η μεθοδολογία της υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης διατυπώθηκε ως τμήμα και μετεξέλιξη της υποστηρικτικής διανυσματικής μηχανικής μάθησης για θέματα ταξινόμησης (SVM). Προκειμένου να έχει τη δυνατότητα ο αλγόριθμος να λύσει προβλήματα εκτίμησης και πρόβλεψης ποσοτικών μεταβλητών, κατά την εφαρμογή της τεχνικής ϵ -SVR αρχικά δημιουργείται ένας χώρος πλάτους 2ϵ , με $\epsilon > 0$, έτσι ώστε τα αρχικά δεδομένα να βρίσκονται εντός του διαστήματος $[-\epsilon, +\epsilon]$. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται συναρτήσεις kernel προκειμένου να προβληθούν τα δεδομένα σε έναν υπερχώρο m -διαστάσεων όπου οι πολύπλοκες μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ των πρωτογενών δεδομένων να είναι δυνατό να αναπαρασταθούν απλά μέσω της βέλτιστης ευθείας γραμμής (Cortes και Vapnik 1995, Williams 2011, Yeh κ.α. 2011) (Σχήμα 1). Ο βέλτιστος προσανατολισμός της ευθείας επιτυγχάνεται με ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης του προβλήματος βελτιστοποίησης η οποία συμπεριλαμβάνει τη διορθωτική μεταβλητή (ξ) η οποία χρησιμοποιείται προκειμένου να συμπεριληφθούν όλα τα σημεία δεδομένων εντός του υπερχώρου m -διαστάσεων. (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Δομή της τεχνικής ϵ -SVR

Figure 1. ϵ -SVR structure

Έστω ότι τα δεδομένα τα οποία τροφοδοτούν το σύστημα είναι της μορφής:

$$\{(X_i, y_i)\}_{i=1}^n, X_i \in R^d, y_i \in R, \quad (1)$$

όπου, X_i είναι τα δεδομένα εισόδου του συστήματος, d είναι η διάσταση των δεδομένων εισόδου, n είναι το μέγεθος των γραμμών τροφοδοσίας του συστήματος και y_i είναι η τιμή i της εξόδου του συστήματος.

Η μη-γραμμική συνάρτηση η οποία συνδέει τα δεδομένα εισόδου με τα δεδομένα εξόδου του συστήματος της υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης είναι της μορφής:

$$y = f(x) = w^T \varphi(x) + bc \quad (2)$$

όπου, η $\varphi(x)$ αντιπροσωπεύει την προβολή των μη γραμμικών δεδομένων σε έναν υπερχώρο m -διαστάσεων, οπότε $X_i \in R^d \rightarrow F$, $w \in F$ πρόκειται για το διάνυσμα συντελεστών βαρύτητας και bc είναι η σταθερά μεροληψίας του συστήματος.

Έχοντας τα παραπάνω υπόψη (εξ. 1 και εξ. 2), αρχικά το σύστημα μηχανικής μάθησης καλείται να επιλύσει ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης έτσι ώστε να βρεθούν οι κατάλληλες τιμές βαρών και μεροληψίας προκειμένου να ελαχιστοποιείται η αντικειμενική συνάρτηση:

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad (3)$$

υπό τον περιορισμό:

$$\begin{cases} y_i - w^T \varphi(x_i) - bc \leq \varepsilon \\ y_i - w^T \varphi(x_i) - bc \leq -\varepsilon \end{cases} \quad (4)$$

Δηλαδή, αρχικά δημιουργείται ένας χώρος πλάτους 2ε , με $\varepsilon > 0$, έτσι ώστε τα αρχικά δεδομένα να βρίσκονται εντός του διαστήματος $[-\varepsilon, +\varepsilon]$. Στη συνέχεια, για τα σημεία τα οποία βρίσκονται εκτός του διαστήματος $[-\varepsilon, +\varepsilon]$, χρησιμοποιούνται νέες μεταβλητές οι οποίες προσδίδουν μια τιμή «ποινής» στα δεδομένα προσδιορίζοντας την ανώτερη και κατώτερη ανεκτή απόκλιση από το αρχικό διάστημα $[-\varepsilon, +\varepsilon]$ έτσι ώστε τελικά το σύστημα να καλείται να ελαχιστοποιήσει τη νέα αντικειμενική συνάρτηση:

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \cdot \sum_{i=1}^n (\xi_i^+ + \xi_i^-) \quad (5)$$

υπό τον περιορισμό:

$$\begin{cases} y_i - w^T \varphi(x_i) - bc \leq \varepsilon + \xi_i^+ \\ y_i - w^T \varphi(x_i) - bc \leq -\varepsilon - \xi_i^- \\ \xi_i^+, \xi_i^- \geq 0, i = 1, \dots, n \end{cases} \quad (6)$$

Υπό αυτή την έννοια, εισάγεται η μετα-παράμετρος C (σταθερά C) της οποίας η τιμή καθορίζει την πολυπλοκότητα του συστήματος σε σχέση με την ακρίβεια που επιτυγχάνεται. Στη συνέχεια κάνοντας χρήση των πολλαπλασιαστών Lagrange και παίρνοντας τις μερικές παραγώγους των πολλαπλασιαστών ως προς τις αρχικές τιμές w , bc , ξ_i^+ , ξ_i^- , το πρόβλημα διπλής βελτιστοποίησης, μετατρέπεται την αρχική συνάρτηση του συστήματος στην ακόλουθη μορφή:

$$y = f(x) = \sum_{i=1}^n (l_i - l_i^*) K(x_i, x) + bc \quad (7)$$

όπου, $l_i \neq 0$ και $l_i^* \neq 0$ είναι πολλαπλασιαστές Lagrange και $K(x_i, x)$ είναι η συνάρτηση kernel που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε φορά.

Ο τύπος της συνάρτησης kernel ο οποίος χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτός της ακτινικής βάσης πυρήνα (Radial Basis Function, RBF), και δίνεται από τη σχέση:

$$K(x_i, x) = \exp(-g\|x_i - x_j\|^2) \quad (8)$$

όπου $g = 1/2\sigma^2$ και καθορίζει την αποδεκτή διασπορά που μπορεί να έχει η συνάρτηση kernel και ο όρος $\|x_i - x_j\|^2$ είναι η μαθηματική απεικόνιση της Ευκλείδειας απόστασης μεταξύ των υποστηρικτικών διανυσμάτων (SV).

Σχετικά με την τιμή g , αν η τιμή γίνει μεγαλύτερη από το πλάτος ενός βέλτιστου διαστήματος, τότε στο σύστημα εισάγεται μεροληψία και χάνει τη δυνατότητα γενίκευσής του, που σημαίνει ότι έχει υπερ-τροφοδοτηθεί (over-fitting). Όπως γίνεται αντιληπτό, η ικανότητα του συστήματος των υποστηρικτικών διανυσμάτων τα οποία δημιουργούνται προκειμένου το ε -SVR μοντέλο να έχει την δυνατότητα της ακριβούς εκτίμησης της εξαρτημένης μεταβλητής, ελέγχεται από τις τρεις μετα-παραμέτρους, την (C), τη (g) και την (ε), της οποίας (ε) η τιμή καθορίζει το πλάτος του χώρου ο οποίος χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του ε -SVR μοντέλου, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι η επίλυση της αντικειμενικής συνάρτησης βελτιστοποίησης οδηγεί σε γενικό ελάχιστο σφάλμα.

Οι βέλτιστες τιμές των τριών μετα-παραμέτρων προσδιορίστηκαν μέσω της διαδικασίας gridsearch (Kavzoglu και Colkesen 2009) και με εφαρμογή της τεχνικής k-fold διασταυρωμένης επικύρωσης (k-foldcrossvalidation), με $k=10$ (Olson και Delen, 2008).

Η εκμάθηση του μοντέλου υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης προγραμματίστηκε σε γλώσσα προγραμματισμού Python (VanRossum και Drake 2011, Python Software Foundation), με χρήση των βιβλιοθηκών της scikit-learn (Pedregosa κ.α. 2011).

Για την αξιολόγηση του ε -SVR μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν τα μέτρα: 1) ο συντελεστής συσχέτισης (R) μεταξύ των πραγματικών τιμών και των αντίστοιχων τιμών του μοντέλου, 2) το μέγιστο απόλυτο σφάλμα (MaxAE) μεταξύ των πραγματικών τιμών και των αντίστοιχων τιμών του μοντέλου, 3) η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) μεταξύ των πραγματικών τιμών και των εκτιμώμενων τιμών από το μοντέλο, 4) η μέση απόλυτη απόκλιση των σφαλμάτων (AvAbE) και 5) η μεροληψία (Bias). Επιπλέον, έγιναν διαγράμματα της γραμμής 45° μεταξύ των εκτιμημένων από το μοντέλο τιμών και των υπολογισμένων, καθώς και παρόμοιο διάγραμμα για τις προβλέψεις του μοντέλου σε νέα δεδομένα, προκειμένου να ελεγχθεί η προβλεπτική του ικανότητα, δηλ η ικανότητα γενίκευσης του μοντέλου. Τέλος εφαρμόστηκαν t-tests προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ αφενός μετρημένων και εκτιμημένων τιμών τμηματικών όγκων, αφετέρου δε μεταξύ μετρημένων και προβλεπόμενων τιμών τμηματικών όγκων των νέων δεδομένων.

Αποτελέσματα

Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις μετρημένες διαμέτρους και το ολικό ύψος των δέντρων των πρωτογενών δεδομένων, δίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των μετρημένων πρωτογενών δεδομένων
Table 1. Descriptive statistics for the observed data set

Μεταβλητή	Μέσος	Τυπικό σφάλμα μέσου	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Διακύμανση
d _{0,3} , εκ.	16,56	0,3662	22,85	11,57	7,6443
d _{1,3} , εκ.	13,67	0,3459	19,10	7,12	6,8200
d _{2,3} , εκ.	11,28	0,3473	17,07	5,79	6,8753
d _{3,3} , εκ.	8,88	0,3701	15,05	4,30	7,8086
d _{4,3} , εκ.	7,01	0,3246	12,97	3,30	6,0066
d _{5,3} , εκ.	5,13	0,2960	10,88	2,01	4,9941
d _{6,3} , εκ.	3,90	0,2795	8,75	1,00	4,1402
d _{7,3} , εκ.	3,20	0,2479	6,92	0,84	2,5198
d _{8,3} , εκ.	2,67	0,3157	6,05	0,60	2,1924
d _{9,3} , εκ.	1,99	0,4300	5,40	0,35	2,4038
d _{10,3} , εκ.	1,05	0,3433	2,00	0,10	0,7070
h _{total} , μ.	8,17	0,1768	11,0	6,0	1,7821

Ο ολικός όγκος, αλλά και οι τμηματικοί όγκοι των κορμών υπολογίστηκαν με τον τύπο του Smalian, ο οποίος σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία είναι από τους πιο ακριβείς τύπους τμηματικής ογκομέτρησης και τυγχάνει γενικότερης αποδοχής (Cailliez 1980, Μάτης 2004):

$$v_{total} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0,3}^2 \cdot 0,3 + \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(d_{0,3}^2 + d_{1,3}^2)}{2} \cdot 1 + \dots + \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(d_{k-1}^2 + d_k^2)}{2} \cdot 1 + \frac{\pi}{12} \cdot d_k^2 \cdot l_k \quad (9)$$

όπου το πρώτο τμήμα του κορμού από το έδαφος μέχρι το πρέμνο αντιμετωπίστηκε ως κύλινδρος, ενώ το τελευταίο τμήμα κάθε κορμού ως κωνικό κορυφοτεμαχίο, d_k είναι η διάμετρος της βάσης του κορυφοτεμαχίου και το l_k είναι το μήκος του κορυφοτεμαχίου $μει l_k \leq (tht - kl)$ και l το μήκος μεταξύ των μετρούμενων διαμέτρων των k τμημάτων.

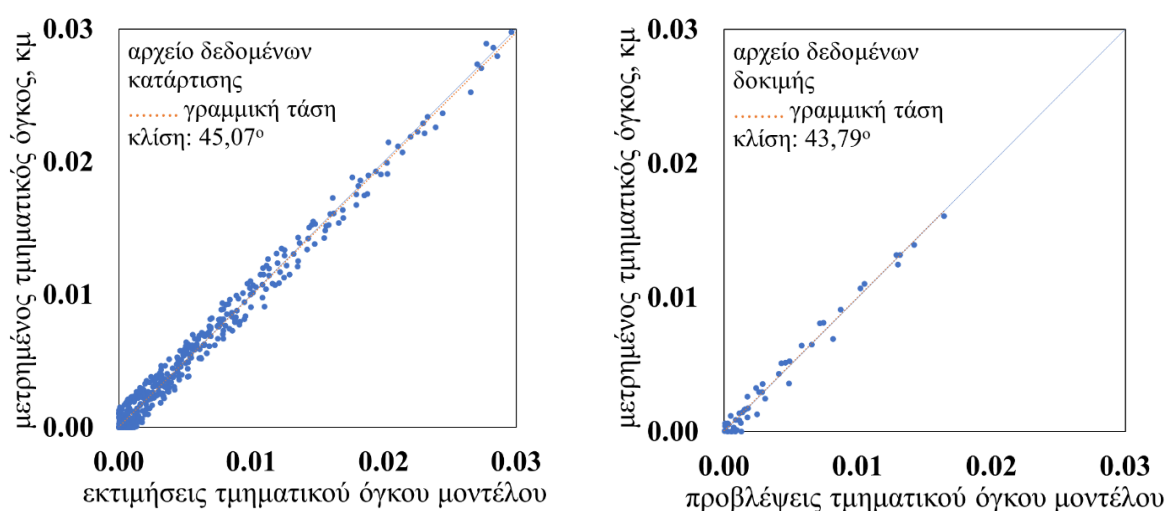
Για την εκπαίδευση του ε -SVR μοντέλου χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση kernel RBF (radial basis function). Ο βέλτιστος συνδυασμός των τριών μετα-παραμέτρων διερευνήθηκε με την grid-search μεθοδολογία και βρέθηκε μετά από εξονυχιστική δοκιμή όλων των συνδυασμών των τιμών τους, στα εύρη τιμών για την μετα-παραμέτρο (ε) στο εύρος από 0,001 μέχρι 0,1 ανά 0,01, για την μετα-παραμέτρο της (C) στο εύρος από 1 μέχρι 50 ανά 1 και για την μετα-παραμέτρο (g) στο εύρος από 0,1 μέχρι 1 ανά 0,01. Ο βέλτιστος συνδυασμός ο οποίος οδήγησε στην ελάχιστη τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος, αλλά ταυτόχρονα και στην μικρότερη απόκλιση μεταξύ σφάλματος από την προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα κατασκευής του και μεταξύ σφάλματος από την πρόβλεψη τιμών του μοντέλου για τα νέα δεδομένα, ήταν $C=21$, $\varepsilon=0,001$ και $g=0,04$.

Οι τιμές των κριτηρίων αξιολόγησης του ε -SVR μοντέλου για τα δεδομένα κατάρτισης και για τα νέα δεδομένα δίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Τιμές κριτηρίων αξιολόγησης του τελικού μοντέλου υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης
Table 2. Evaluation criteria for the best ε -SVR model

Δεδομένα	R	MaxAE	RMSE	AvAbE	Bias
κατάρτισης	0.9932	3.6E-06	0.000766	5.9E-07	-4.2E-05
νεα	0.9911	1.67E-06	0.000596	3.6E-07	1.1E-05

Τα διαγράμματα της γραμμής 45° μεταξύ των εκτιμημένων από το μοντέλο τιμών και των υπολογισμένων προκειμένου να ελεγχθεί η προσαρμογή του μοντέλου, καθώς και το ίδιο διάγραμμα για τις προβλέψεις του μοντέλου σε νέα δεδομένα, προκειμένου να ελεγχθεί η ικανότητα γενίκευσης του μοντέλου, δίνονται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Στικτά διαγράμματα και γραμμή 45° μεταξύ των εκτιμημένων από το μοντέλο τιμών τμηματικών όγκων και των υπολογισμένων για τα δεδομένα κατάρτισης και τα δεδομένα δοκιμής

Figure 2. Dot plots and 45° - degree lines between the observed and estimation section volumes, for the calibration and the test data sets

Από την εφαρμογή των t-tests προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αφενός μεν μεταξύ των μετρημένων και εκτιμημένων τιμών τμηματικών όγκων, αφετέρου δε μεταξύ των μετρημένων και προβλεπόμενων τιμών των τμηματικών όγκων των νέων δεδομένων, σε στάθμη σημαντικότητας $\alpha=0,05$, προέκυψε ότι κανένας έλεγχος δεν έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή έγινε εφαρμογή της μεθόδου της υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης η οποία κάνοντας χρήση συναρτήσεων kernel και της Ευκλείδιας απόστασης, μπορεί να λύσει επιτυχώς το διπλό πρόβλημα βελτιστοποίησης, προκειμένου το σύστημα μηχανικής μάθησης να παράξει ακριβείς εκτιμήσεις της μεταβλητής εξόδου η οποία προσδιορίζεται από το χρήστη στο σύστημα.

Από την εφαρμογή της μεθόδου σε μεταβλητές μετρημένες σε δέντρα τραχείας πεύκης, φάνηκε ότι το σύστημα έχει τη δυνατότητα να δώσει όχι μόνο ακριβείς εκτιμήσεις της μεταβλητής εξόδου, αλλά να προβλέψει τις τιμές της μεταβλητής αυτής σε νέα δεδομένα, σε δεδομένα δοκιμής. Συγκεκριμένα, το μοντέλο ϵ -SVR το οποίο καταρτίστηκε, δέχεται ως πληροφορία εισόδου εύκολα μετρούμενες μεταβλητές στο πεδίο. Δηλαδή, χρησιμοποιεί από τις διαμέτρους την πρεμνική, και τη σθηθαία διάμετρο καθώς και το ολικό ύψος του δέντρου, προκειμένου να προβλέψει τον τμηματικό όγκο μεταξύ οποιωνδήποτε σημείων του κορμού. Προκειμένου το σύστημα να «κατανοήσει» για ποιο συγκεκριμένο όγκο κορμοτεμαχίου ενδιαφέρεται ο χρήστης, αρκεί να καταστήσει διαθέσιμα επιπρόσθετα δεδομένα, δηλαδή αυτά του κατώτερου ύψους του τεμαχίου, του ανώτερου ύψους του τεμαχίου και μια μεταβλητή η οποία υπολογίζεται από τα μετρημένα δεδομένα και μπορεί να χαρακτηριστεί ως αναλογία του μέσου ύψους του κορμοτεμαχίου, ως προς το συνολικό ύψος του δέντρου. Κατ' αυτόν τον τρόπο, το εκπαιδευμένο σύστημα δίνει τη δυνατότητα της ακριβούς εκτίμησης και πρόβλεψης οποιωνδήποτε τμηματικών όγκων είτε ολόκληρου του κορμού.

Η δασική πράξη, γνωρίζοντας την δυσκολία λήψης των πρωτογενών δεδομένων στο πεδίο, είναι δυνατό να αποκομίσει μεγάλα οφέλη από τη χρήση των «έξυπνων» μοντέλων, τα οποία όμως θα έχουν εκπαιδευτεί κατάλληλα από ειδικούς. Βέβαια, για να υλοποιηθεί κάτι τέτοιο χρειάζονται δεξιότητες, οι οποίες ενδεχομένως δεν υπάρχουν ακόμη στην πράξη. Το μέλλον όμως βαδίζει προς αυτή την κατεύθυνση και θα ήταν δόκιμο να αρχίσει να γίνεται μια σχετική προσαρμογή, αν βέβαια δεν έχει αρχίσει ήδη να συμβαίνει.

Συμπερασματικά, το μοντέλο υποστηρικτικής διανυσματικής παλινδρόμησης έχει τη δυνατότητα και την ευελιξία, να εκτιμά και να προβλέπει βιολογικές μεταβλητές όπως είναι ο κορμικός

ξύλωσης όγκος, γι' αυτό και προτείνεται η περαιτέρω διερεύνηση και εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής, με περισσότερα δεδομένα για οποιοδήποτε δασικό είδος.

Abstract

The application of modeling methods is intended to provide accurate estimates of difficult-to-measure variables, given measurements of easily measured variables in the field. In this work, the possibility of applying the machine learning technique of support vector regression SVR (Support Vector machine for Regression tasks) is investigated, in order to estimate automatically and with the maximum possible accuracy the trunk volume between any heights of the trunk, as an alternative approach to regression analysis. The effectiveness of the method is investigated and evaluated. From this investigation, it emerged that the ε -SVR machine learning method can be a reliable alternative technique, in order to achieve the accuracy of the estimation of the intended information, saving time and effort in the field measurements.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Basak, D., Pal, S., Patranabis, D.C., 2007. Support vector regression. *Neural Inf. Process. – Lett. Rev* 10(11): 203–224.
- Bayat, M., Bettinger, P., Heidari, S., HenarehKhalyani, A., Jourgholami, M., Hamidi, S.K., 2020. Estimation of tree heights in an uneven-aged, mixed forest in northern Iran using artificial intelligence and empirical models. *Forests* 11(3):324. doi:10.3390/f11030324.
- Binoti, D.H.B., Binoti, M.L.M., Leite, H.G., Andrade, A.V., Nogueira, G.S., Romarco, M.L., Pitanguí, C.G., 2016. Support vector machine to estimate volume of Eucalypt trees. *RevistaÁrvore* 40(4): 689–693.
- Boser, B., Guyon, I., Vapnik, V., 1992. A training algorithm for optimal margin classifiers. In: *COLT '92, ACM Publications, Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory*. Pittsburgh, Pennsylvania, USA, pp. 144–152.
- Cailliez, F., 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction. I-Volume Estimation. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forestry Paper 22/I*. Rome, pp.98.
- Cortes, C., Vapnik, V., 1995. Support-vector networks. *Machine learning* 20: 273–297.
- Γκατζογιάννης, Σ., Κυριακίδης, Π., Γκίγκης, Χ., 1996. Σχέδιο Διαχείρισης Περιαστικού Δάσους Θεσσαλονίκης, ΙΔΕ/ΕΘΙΑΓΕ και Δασαρχείο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Diamantopoulou, M., 2005. Artificial neural networks as an alternative tool in pine bark volume estimation. *Comput.Electron. Agr.* 48: 235-244.
- Diamantopoulou, M.J., Milios, E., Doganos, D., καιBistinas, I., 2009. Artificial Neural Network ModelingFor Reforestation Design Through The Dominant Trees Bole-Volume Estimation. *NaturalResourceModeling* 22(4): 511-543.
- Διαμαντοπούλου, Μ., Σταματέλλος, Γ. 2013. Εφαρμογή νευρωνικών δικτύων στην εκτίμηση του αριθμού κορμών σε δασικές εκτάσεις. *Πρακτ. 16^{ου} Παν. Δασ. Συν.&AnnualMeetingProSilvaEurope*. "Προστασία – Διαχείριση των Ελληνικών Δασών σε περίοδο οικονομικής κρίσης και η πρόκληση της Φυσικής Δασοπονίας", Θεσσαλονίκη, 6-9 (13) Οκτωβρίου 2013: 388-395.
- Diamantopoulou, M.J., Özçelik, R., Yavuz, H., 2018. Tree-bark volume prediction via machine learning: a case study based on blackalder'stree-bark production. *Comput.Electron. Agr.* 151: 431–440.
- Draper, N.R, Smith, H., 1998. *Applied Regression Analysis*. Wiley, N.Y. pp. 706.
- García-Nieto, P.J., Martínez-Torres, J., Araújo-Fernández, M., Ordóñez-Galán, C., 2012. Support vector machines and neural networks used to evaluate paper manufactured using Eucalyptus globulus. *Appl. Math. Modell.* 36(12): 6137–6145.
- Kavzoglu,T.,Colkesen, I., 2009. A kernel functions analysis for support vector machines for land cover classification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 352-359.
- Leites, L.P., Robinson, A.P., 2004. Improving taper equations of loblolly pine with crown dimensions in mixed-effects modeling framework. *For.Sci.* 50: 204–212.
- Μάτης, Κ.Γ., 2003. *Δασική Βιομετρία Ι. Στατιστική*. 2η έκδ. Έκδόσεις Πήγασος, Θεσσαλονίκη. Σελ. 598.

- Μάτης, Κ.Γ., 2004. Δασική Βιομετρία II. Δενδρομετρία. Εκδ. Πήγασος 2000, Θεσσαλονίκη. Σελ. 674.
- Monnet, J.-M., Chanussot, J., Berger, F., 2011. Support vector regression for the estimation of forests and parameters using airborne laser scanning. *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.* 8(3): 580–584.
- Olson, D., Delen, D., 2008. *Advanced Data Mining Techniques*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 180.
- Özçelik, R., Diamantopoulou, M.J., Trincado, G., 2019. Evaluation of potential modeling approaches for Scots pine stem diameter prediction in north-eastern Turkey. *Comput. Electron. Agr.* 162: 773-782.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., Duchesnay, E., 2011. Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research* 12: 2825-2830.
- Python Software Foundation, Python Language Reference, version 3.9. Available at <http://www.python.org>
- Ratkowsky, D.A., 1990. Handbook of nonlinear regression models. *Statistics: Textbooks and MonoFigures*, vol. 107. Marcel Dekker Inc., N.Y. pp. 241.
- Sharma, M., Parton, J., 2009. Modelling stand density effects on taper for jack pine and black spruce plantations using dimensional analysis. *For. Sci.* 55(3): 268–282.
- Trincado, G., Burkhart, H.E., 2006. A generalized approach for modeling and localizing stem profiles curves. *For. Sci.* 52: 670–682.
- Van Rossum, G., Drake, F.L., 2011. *The Python Language Reference Manual*. Network Theory Ltd. pp. 150.
- Vapnik, V., Golowich, S.E. and Smola, A.J. 1997. Support Vector Method for Function Approximation, Regression Estimation and Signal. In: Mozer, M.C., Jordan, M. and Petsche, T., Eds., *Advances in Neural Information Processing Systems 9*, MIT Press, Cambridge, pp. 281-287.
- Vapnik, V.N. 2000. *The Nature of Statistical Learning Theory*. 2nd ed. Springer, Berlin. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-3264-1>
- West, P.W., 2009. *Tree and Forest Measurement*. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin. pp. 191.
- Williams, G., 2011. *Data Mining with Rattle and R: The Art of Excavating Data for Knowledge Discovery*, use R. Springer Science+Business Media, LLC, DOI 10.1007/9781441998-2.
- Yeh, C.Y., Huang, C.W., Lee, S.J., 2011. A multiple-kernel support vector regression approach for stock market price forecasting. *Expert Systems with Applications* 38: 2177–2186.

Θεματική Ενότητα: Δασική Διαχειριστική

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΣΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΔΑΣΟΣ ΠΕΡΤΟΥΛΙΟΥ

Γεωργάκης, Αριστείδης¹; Διαμαντοπούλου, Μαρία²; Σιάφαλη, Θ. Ευαγγελία³; Χρυσάνθου, Παναγιώτης⁴; Σταματέλλος, Γεώργιος⁵

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τ.Κ. 54124, arisgeorg@for.auth.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τ.Κ. 54124, mdiamant@for.auth.gr

³Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τ.Κ. 54124, esiafali@for.auth.gr

⁴Mendel University in Brno, Faculty of Forestry and Wood Technology, 61300 Brno, Czech Republic, panos_c82@hotmail.com

⁵Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τ.Κ. 54124, stamatel@for.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη ελέγχεται η οριζοντιογραφική ακρίβεια των κέντρων των μόνιμων δειγματοληπτικών/δοκιμαστικών επιφανειών του διαχειριστικού σχεδίου, στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου, οι οποίες ορίστηκαν με GPS χειρός. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με επιλογή και μόνιμη εγκατάσταση 48 από ένα σύνολο 252 νέων δειγματοληπτικών επιφανειών, χρησιμοποιώντας γεωδαιτικό δέκτη GPS/GNSS RTK και το όργανο/σύστημα Field-Map. Βρέθηκαν σημαντικές αποκλίσεις στις θέσεις των κέντρων των ΔΕ που οφείλονται κυρίως στην ακρίβεια του GPS χειρός που χρησιμοποιήθηκε. Η ακριβής και μόνιμη εγκατάσταση των δειγματοληπτικών επιφανειών δημιουργεί καλή αντιστοιχία των δεδομένων τηλεπισκόπησης με τα δεδομένα πεδίου, παρέχοντας τη μέγιστη δυνατή συσχέτιση, η οποία μπορεί να βελτιώσει τις δασοβιομετρικές εκτιμήσεις με τη χρήση στατιστικών μοντέλων.

Λέξεις κλειδιά: GPS/GNSS RTK, Field-Map, μόνιμες δειγματοληπτικές επιφάνειες

Εισαγωγή

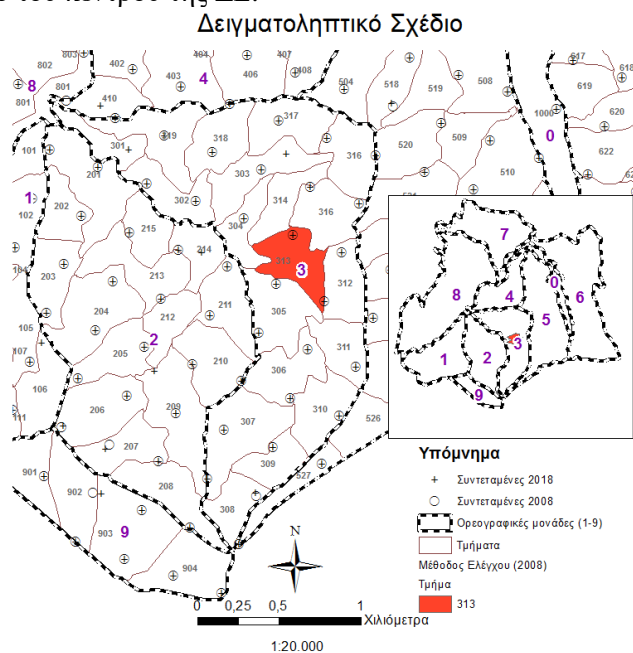
Η γνώση της ακριβούς θέσης των ΔΕ θεωρείται κρίσιμη για την παροχή της βέλτιστης συσχέτισης μεταξύ των επίγειων δεδομένων και βοηθητικών (Hill κ.α. 2018). Η γνώση της θέσης των δειγματοληπτικών/δοκιμαστικών επιφανειών (ΔΕ) έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα: α) τα δεδομένα από προηγούμενες απογραφές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό νέων δασικών απογραφών ενώ β) σε μόνιμες ΔΕ δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης πολλαπλών μακροχρόνιων απογραφών και παρακολούθησης αλλαγών όπως αύξηση, αναγέννηση καθώς και η συγκομιδή/λήμμα (Kershaw Jr κ.α. 2016). Διεθνώς εδραιώνεται η τάση χρήσης δεδομένων τηλεπισκόπησης τόσο στις εθνικές απογραφές όσο και σε επίπεδο διαχείρισης δασών, ως μέσο βελτίωσης των εκτιμήσεων δασικών παραμέτρων όπως ο ξυλώδης όγκος (ξυλαπόθεμα). Προϋπόθεση για την βελτίωση των εκτιμήσεων δασικών παραμέτρων, όπως του ξυλαπόθεματος, είναι η χρήση στατιστικών μοντέλων τα οποία στηρίζονται σε ακριβή δεδομένα τηλεπισκόπησης. Η ακριβής λήψη ή προσέγγιση των κέντρων των ΔΕ πάνω στο έδαφος παρέχει τη μέγιστη δυνατή συσχέτιση των δεδομένων μ' αυτά της τηλεπισκόπησης.

Τα σφάλματα εντοπισμού θέσης (οριζοντιογραφικής ακρίβειας) των κέντρων των ΔΕ δίνονται από την απόσταση μεταξύ των υπαρχουσών συντεταγμένων και αυτών που θα έπρεπε να ληφθούν κατά τις απογραφές (πραγματικών). Πέρα από την αναντιστοιχία που προκαλούν μεταξύ των επίγειων και των δεδομένων τηλεπισκόπησης, μπορεί να αποτρέψουν την εκ νέου μέτρηση, διότι οι ΔΕ με μεγάλα σφάλματα εντοπισμού είναι δύσκολο να εντοπιστούν (περίπτωση των μόνιμων

επιφανειών) (Nakajima 2016). Σύμφωνα με τους Saarela κ.α. (2016) τα σφάλματα που προέρχονται από την ακριβή θέση μεταξύ δεδομένων πεδίου και τηλεπισκόπησης οδήγησαν σε μεροληπτικούς εκτιμητές και αύξησαν σημαντικά τη διακύμανση των εκτιμητών. Επίσης οι εκτιμητές διακύμανσης βάσει μοντέλων (Model-based variance) ήταν πιο αξιόπιστοι από τους υποβοηθούμενους από το μοντέλο (model-assisted), ενώ τα αποτελέσματα έδειξαν μικρότερη συσχέτιση (μεγαλύτερη αναντιστοιχία) σε βοηθητικά δεδομένα LiDAR από ότι σε Landsat. Οι επιμέρους στόχοι της έρευνας είναι: α) η εγκατάσταση μόνιμων ΔΕ με τοποθέτηση κατάλληλου σιδερένιου πασσάλου στο κέντρο τους και ο εντοπισμός τους με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια και β) η αξιολόγηση της ακρίβειας λήψης των κέντρων των μόνιμων ΔΕ οι οποίες πάρθηκαν στο διαχειριστικό σχέδιο (Τ.Δ.Δ.Π.Δ. 2018).

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης αποτελεί το Πανεπιστημιακό Δάσους Πετρουλίου. Για την υλοποίηση του πρώτου στόχου πάρθηκαν 48 ΔΕ σε 34 τμήματασις ορειογραφικές μονάδες "Βαθύ" και "Κορομηλιά" (Εικόνα 1), από το σύνολο των 252 μόνιμων ΔΕ οι οποίες πάρθηκαν με συστηματική δειγματοληψία(Μάτης 2004), κατά το τρέχον διαχειριστικό σχέδιο 2018-2027 (Τ.Δ.Δ.Π.Δ.2018). Έγινε εγκατάσταση μόνιμων ΔΕ με τρόπο όπου οι μόνιμες ΔΕ να διατηρούνται και να εντοπίζονται διαχρονικά. Στο τρέχον διαχειριστικό σχέδιο (Τ.Δ.Δ.Π.Δ. 2018) καθώς και στο προηγούμενο (2008-2017), οι "μόνιμες" ΔΕ δεν εγκαταστάθηκαν με κάποιο αναλλοίωτο υλικό, αλλά οι εργασίες της εγκατάστασης περιοριζόταν στην επιλογή του κεντρικού δέντρου και στην σήμανση του με χρώμα και ταινία. Για τη εγκατάσταση των μόνιμων ΔΕ έγινε προμήθεια 48 σιδερένιων γωνιακών πασσάλων, διαστάσεων 2,5 X 2,5 X 50 εκ.. Έχοντας εντοπίσει με ακρίβεια την θέση των ΔΕ (δευτερος στόχος) ένας σιδερένιος πάσσαλος τοποθετήθηκε στο έδαφος σε βάθος 35-45 εκ.. Αφέθηκε δε, ικανού μήκους τμήμα του πασσάλου πάνω από το έδαφος για τον ευκολότερο εντοπισμό του κέντρου της ΔΕ.



Εικόνα 1. Χάρτης δειγματοληπτικών επιφανειών για τις ορειογραφικές μονάδες Βαθύ και Κορομηλιά
Figure 1. Map of sample plots for the Vathi and Koromilia oreographic units

Για να επιτευχθεί ο εντοπισμός αρχικά χρησιμοποιήθηκε GPS χειρός για την γρήγορη προσέγγιση των ΔΕ. Έπειτα για τον εντοπισμό των ΔΕ με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, χρησιμοποιήθηκε γεωδαιτικός δέκτης GPS/GNSS RTK, με 800 κανάλια λήψης, αξιοποιώντας όλα τα υπάρχοντα δορυφορικά συστήματα και με νέας γενιάς δυνατότητα αποτύπωσης σημείων υπό κλίση. Με τον γεωδαιτικό δέκτη προσεγγίστηκαν τα κέντρα των ΔΕ ως σημεία "στόχοι" και λήφθηκαν οι "ορθές" συντεταγμένες με ακρίβεια μικρότερη του μέτρου (κάτω από δασογενές περιβάλλον). Η τελευταία διαδικασία διαρκούσε 3-6 λεπτά για κάθε ΔΕ. Στη συνέχεια ακολούθησε η εγκατάσταση των μόνιμων ΔΕ (πρώτος στόχος).

Η οριζοντιογραφική ακρίβεια (σφάλμα) των κέντρων των ΔΕ υπολογίστηκε ως η οριζόντια απόσταση μεταξύ των κέντρων των μόνιμων ΔΕ, μεταξύ των "παλιών" (εγκατάσταση με GPS χειρός) και των "νέων" (εγκατάσταση με το γεωδαιτικό δέκτη GPS/GNSS). Για τον εντοπισμό των παλιών ΔΕ και τον έλεγχο της οριζοντιογραφικής ακρίβειας, χρησιμοποιήθηκε το όργανο/σύστημα Field-Map. Με το Field-Map γίνεται καταγραφή των διαφόρων χαρακτηριστικών της δασικής βλάστησης σε ψηφιακή μορφή. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε ως γεωδαιτικός σταθμός (Total station), παίρνοντας με ακρίβεια την απόσταση και τη γωνία οποιοδήποτε σημείου/δέντρου.

Για τον έλεγχο της οριζοντιογραφικής ακρίβειας των κέντρων των ΔΕ με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ακρίβεια των συντεταγμένων, υπολογίστηκαν το μέσο αριθμητικό σφάλμα μ_a , το μέσο τετραγωνικό σφάλμα μ_T (ή RMSE), το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου μ_M , η οριζοντιογραφική ακρίβεια (σφάλμα θέσης $RMSE_{EN}$), καθώς και τα σφάλματα αλληλο-επικάλυψης των εκτάσεων μεταξύ παλιών ΔΕ με GPS χειρός και καινούργιων με γεωδαιτικό δέκτη GPS/GNSS. Η αλληλοεπικάλυψη έγινε λαμβάνοντας υπόψη ότι οι παλιές ΔΕ ήταν κυκλικού σχήματος. Η επιλογή του κυκλικού σχήματος στηρίχθηκε στο πλεονέκτημα της απουσίας της ανάγκης προσανατολισμού, σε σύγκριση μ' αυτή των ορθογωνίων. Η αλληλοεπικάλυψη έγινε με την υπέρθεση των κυκλικών ΔΕ ("παλιών" και "νέων") ακτίνας 17,84 μ και εμβαδού 1000 τμ. και η σύγκριση των ΔΕ έγινε με κριτήριο την αλληλοεπικάλυψη των δύο σχημάτων. Στην συνέχεια έγινε εξαγωγή των μετρήσεων σε φύλλο Excel και υπολογίστηκαν τα σφάλματα θέσης από τα παρακάτω κριτήρια (Δούκας 2001, Σιάφαλη 2023). Το μέσο αριθμητικό σφάλμα μ_a δίνεται από το πηλίκο του αθροίσματος των απόλυτων τιμών των αποκλίσεων των μετρήσεων με τον αριθμό των μετρήσεων:

$$\mu_a = \pm \sum_{j=1}^n |v_j - vm_j| / n \quad (1)$$

όπου: $\sum_{j=1}^n |v_j - vm_j|$ = το άθροισμα των απόλυτων τιμών των διαφορών, v_j = είναι μία από τις συντεταγμένες E, N, Z του σημείου j , vm_j = είναι η αληθής τιμή της v_j και n = το πλήθος των παρατηρήσεων.

Το κριτήριο του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (μ_T) των μετρήσεων δίνεται από τον τύπο (2):

$$\mu_T = \pm \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j - vm_j)^2 / n} \quad (2)$$

όπου: $(v_j - vm_j)^2 = (E_T - E_i)^2$, $(v_j - vm_j)^2 = (N_T - N_i)^2$, $(v_j - vm_j)^2 = (Z_T - Z_i)^2$, η αληθής συντεταγμένη από το γεωδαιτικό σταθμό συμβολίζεται με E_T, N_T, Z_T , ενώ με E_i, N_i, Z_i συμβολίζεται η συντεταγμένη που μετρήθηκε με τις υπόλοιπες μεθόδους ξεχωριστά.

Τα προηγούμενα σφάλματα καθόριζαν το σφάλμα κάθε μίας μέτρησης της σειράς και όχι της πιθανής τιμής (μέσου όρου). Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου (μ_M) δίνεται από τον τύπο (3):

$$\mu_M = \pm \mu_T / (n)^{0,5} \quad (3)$$

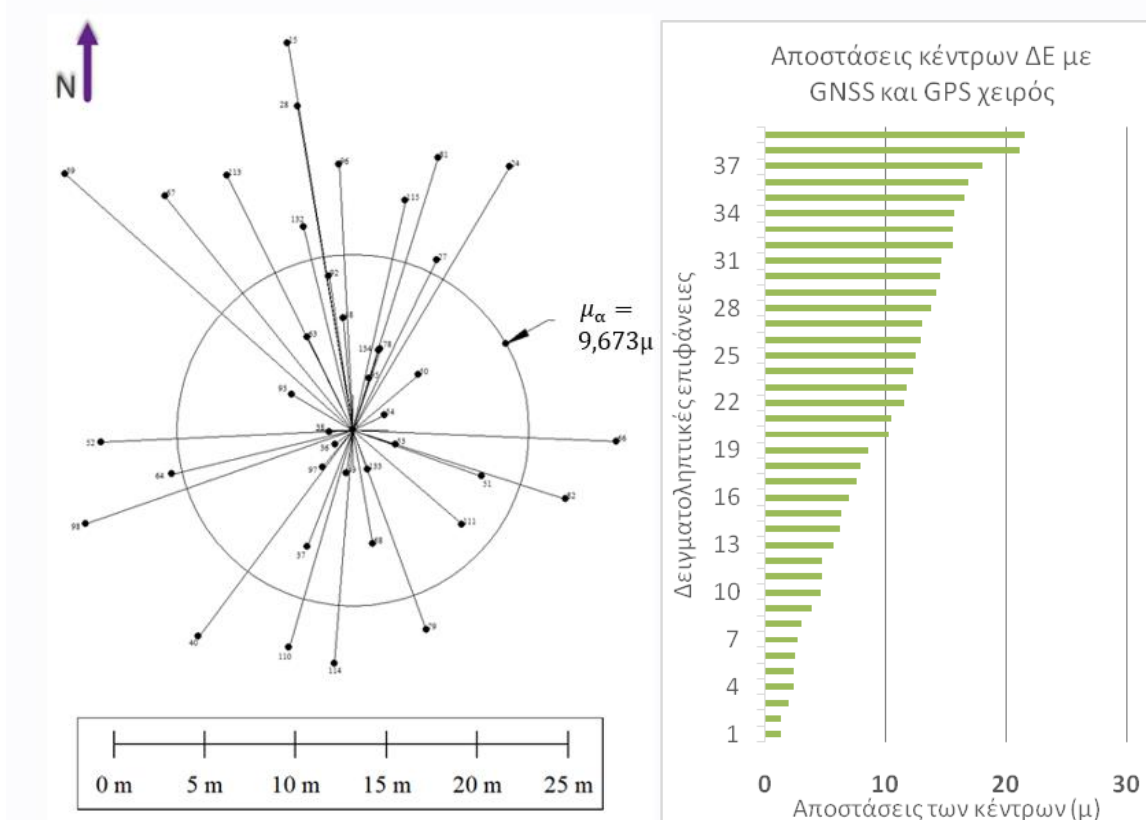
Η αληθής τιμή X βρίσκεται μεταξύ των αριθμών $(L + \mu_M)$, $(L - \mu_M)$, όπου L = ο μέσος όρος της αληθής τιμής X .

Η οριζοντιογραφική ακρίβεια ορίζεται από το μέσο τετραγωνικό σφάλμα των συντεταγμένων (E,N) ή (X,Y) των σημείων που μετρήθηκαν με GPS χειρός και ελέγχονται από μεγαλύτερης ακρίβειας μετρήσεις που προέκυψαν από τη χρήση του γεωδαιτικού δέκτη GPS/GNSS (τεχνικές προδιαγραφές κατάρτισης δασικών χαρτών-ΦΕΚ 1811/B/10-09-2007) και υπολογίζεται από τον τύπο (4)

$$\mu_{OA} = \sqrt{(v_E^2 + v_N^2) / n} \quad (4)$$

Αποτελέσματα

Μετά από τον εντοπισμό της θέσης εγκαταστάθηκε σιδερένιος πάσσαλος 50 εκ. ο οποίος εξείχε από του εδάφους 10-15εκ. Ακολούθησε η αξιολόγηση της οριζοντιογραφικής ακρίβειας των κέντρων των μόνιμων ΔΕ. Εντοπίστηκαν συνολικά $n = 39$ κέντρα ΔΕ από τις 48 τα οποία ορίστηκαν από κορμούς δέντρων τα οποία είχαν σημανθεί με σπρέι και κορδέλα. Ο μη εντοπισμός των υπόλοιπων 9 ΔΕ πιθανώς οφείλεται είτε σε έλλειψη αναγνώρισης από το συνεργείο ή στο ότι βρισκόταν σε μεγαλύτερη ακτίνα των 18-22 μέτρων από το κέντρο των ΔΕ. Στο σχήμα 2 φαίνονται οι αποκλίσεις των κέντρων των ΔΕ. Το κέντρο αντιπροσωπεύει τα σημεία των κέντρων των ΔΕ τα οποία λήφθηκαν με το γεωδαιτικό δέκτη GPS/GNSS, ενώ τα αριθμημένα σημεία αντιπροσωπεύουν τα κέντρα που λήφθηκαν με το GPS χειρός. Οι γραμμές απεικονίζουν τις οριζοντιογραφικές αποκλίσεις των κέντρων (σε μέτρα (μ)), ενώ με τις γωνίες προσδιορίζονται με ακρίβεια οι πραγματικές θέσεις τους με τη χρήση του οργάνου Field-Map.



Σχήμα 2. Αποκλίσεις μεταξύ των "παλιών" και "νέων" κέντρων των δειγματοληπτικών επιφανειών
Figure 2. Differences between the "old" and "new" centers of the sample plots

Στον πίνακα 1 δίνονται τα σφάλματα αποστάσεων των μόνιμων κέντρων των ΔΕ μεταξύ "παλιών" κέντρων, τα οποία εγκαταστάθηκαν με GPS χειρός, και των "νέων" που εγκαταστάθηκαν με το γεωδαιτικό δέκτη GPS/GNSS. Επισημαίνεται ότι το μέσο αριθμητικό σφάλμα αποστάσεων μ_{α} ήταν 9,673 μ. και ο μέσος όρος οριζοντιογραφικής ακρίβειας μ_{0A} ανήλθε στα 11,263 μ., σφάλμα που δεν είναι αμελητέο. Στον πίνακα 2 δίνεται το σφάλμα μεταξύ του γεωδαιτικού GNSS/GPS και των "ορθών" θέσεων ή εκείνων των συντεταγμένων που θα έπρεπε να καταγράψει ο γεωδαιτικός δέκτη GPS/GNSS. Επισημαίνεται ότι καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια έτσι ώστε τα σημεία των ΔΕ να εντοπιστούν στην ακριβή τους θέση με σκοπό την τήρηση των συντεταγμένων του διαχειριστικού σχεδίου. Μόνο σε δύο περιπτώσεις υπήρξε κάποια παρέκκλιση, δηλαδή στην πρώτη ΔΕ η οποία εντοπίστηκε σε ένα πολύ επικλινές πρηνές με ύπαρξη κατολίσθησης, καθώς και σε μια επόμενη ΔΕ η οποία βρισκόταν στη μέση του δρόμου.

Πίνακας 1. Σφάλματα αποστάσεων (σε μέτρα) των μόνιμων κέντρων των δειγματοληπτικών επιφανειών μεταξύ "παλιών" κέντρων, τα οποία εγκαταστάθηκαν με GPS χειρός, και των "νέων" που εγκαταστάθηκαν με το γεωδαιτικό δέκτη GPS/GNSS

Table 1. Distance errors (in meters) of the permanent centers of the sample plots between "old" centers, which were established with handheld GPS, and "new" centers, which were established with the GPS/GNSS geodetic receiver

a/a	Σφάλματα	GPS/GNSS - συν/νεςGPS
1	Μέσο Αριθμητικό Σφάλμα μ_a κατά E	4,785
2	Μέσο Αριθμητικό Σφάλμα μ_a κατά N	7,262
3	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα μ_τ κατά E	6,610
4	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα μ_τ κατά N	9,300
5	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα του μ.ο. μ_M κατά E	1,058
6	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα του μ.ο. μ_M κατά N	1,489
7	Εύρος απόκλισης των οριζοντιογραφικών αποστάσεων	[1,23-21,61]
8	Μέσο αριθμητικό σφάλμα αποστάσεων μ_a	9,673
9	Μέσος όρος οριζοντιογραφικής ακρίβειας μ_{0A}	11,263

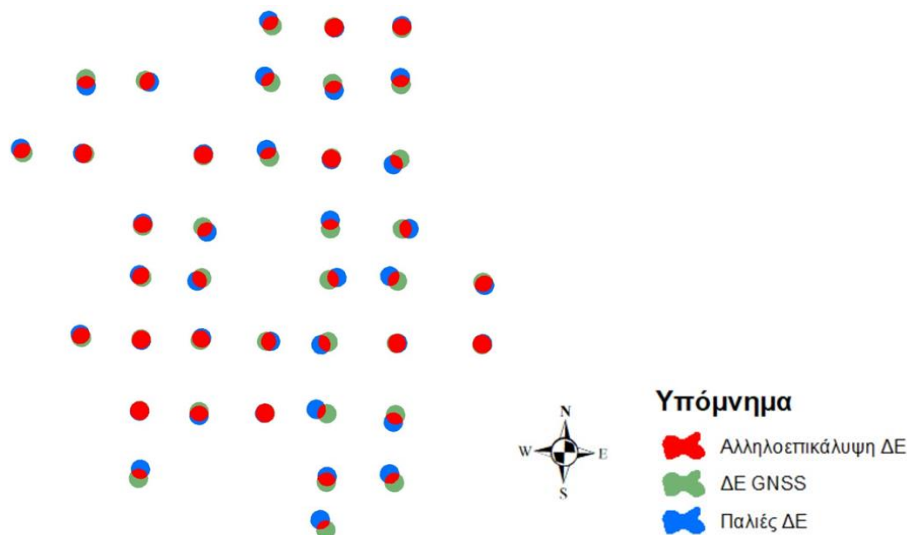
Οι γεωδαιτικοί δέκτες GPS/GNSS είναι πιο ακριβείς από τα GPS χειρός, αλλά εξακολουθούν να έχουν σφάλματα. Αυτά τα σφάλματα περιλαμβάνουν συστηματικά και τυχαία σφάλματα. Τα τυχαία σφάλματα, που αποτελούν την εσωτερική ακρίβεια του οργάνου (Φωτίου 2016) και μειώνονται με την πάροδο του χρόνου λήψης των παρατηρήσεων. Τα σφάλματα του οργάνου ποσοτικοποιήθηκαν και ακολούθως εκφράστηκαν σε μέτρα. Το μ_a κατά E ήταν 0,473, το μ_a κατά N ήταν 0,473, το μ_τ κατά E ήταν 1,086, το μ_τ κατά N ήταν 0,992, το μ_M του μ.ο. κατά E ήταν 0,156, το μ_M του μ.ο. κατά N ήταν 0,143, ενώ ο μέσος όρος οριζοντιογραφικής ακρίβειας μ_{0A} ήταν 1,471.

Πίνακας 2. Σφάλμα μεταξύ του γεωδαιτικού GNSS/GPS και των "ορθών" θέσεων (μονάδες σε μέτρα)
Table 2. Error between GNSS/GPS geodetic and "correct" positions (units in meters)

a/a	Σφάλματα	GPS/GNSS - ορθές συν/νες
1	Μέσο Αριθμητικό Σφάλμα μ_a κατά E	0,364
2	Μέσο Αριθμητικό Σφάλμα μ_a κατά N	0,311
3	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα μ_τ κατά E	1,202
4	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα μ_τ κατά N	0,822
5	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα του μ.ο. μ_M κατά E	0,174
6	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα του μ.ο. μ_M κατά N	0,119
7	Εύρος απόκλισης των οριζοντιογραφικών αποστάσεων	[0,022-5,418*]
8	Μέσο αριθμητικό σφάλμα αποστάσεων μ_a	0,568
9	Μέσος όρος οριζοντιογραφικής ακρίβειας μ_{0A}	1,441
*	Το 5,418 γίνεται 1,056 αφαιρώντας ακραίες τιμές ή το 6 % των μετρήσεων	

Στο σχήμα 3 φαίνονται οι αποκλίσεις των κέντρων των ΔΕ μεταξύ "παλιών" και "νέων", όπως αυτές διαπιστώνονται από τις αλληλεπικαλυπτόμενες εκτάσεις τους. Όσο μεγαλύτερα είναι τα μπλε (παλιές ΔΕ) και πράσινα (νέες ΔΕ) ημικύκλια, τόσο μεγαλύτερες είναι οι αποκλίσεις μεταξύ των κέντρων των ΔΕ, ενώ όσο μεγαλύτεροι είναι οι κόκκινοι κύκλοι τόσο μικρότερες είναι οι

αποκλίσεις. Οι αλληλοεπικαλύψεις των «παλιών» και «νέων» ΔΕ έδειξαν ότι είναι κατά μέσο όρο το 34% της έκτασης τους δεν είναι κοινό και αυτό αντιστοιχεί σε 13267,23τμ. από τα συνολικά 39000 τμ. (39 ΔΕ X 1000 τμ). Το εύρος της αλληλοεπικάλυψης μεταξύ των ΔΕ κυμαίνεται από 27,6% έως 95,1%.



Σχήμα 3. Αποκλίσεις των κέντρων των δειγματοληπτικών επιφανειών(ΔΕ)μεταξύ "παλιών" και "νέων". Όσο μεγαλύτερα είναι τα μπλε (παλιές ΔΕ) και πράσινα (νέες ΔΕ) ημικύκλια, τόσο μεγαλύτερες αποκλίσεις μεταξύ των κέντρων των ΔΕ, ενώ όσο μεγαλύτεροι είναι οι κόκκινοι κύκλοι τόσο μικρότερες οι αποκλίσεις

Figure 3. Deviations of the sample plots (SP) centers between "old" and "new". The larger the blue (old SP) and green (new SP) semicircles, the greater the deviations between the centers of the DEs, while the larger the red circles, the smaller the deviations

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Έχοντας ορίσει μόνιμα τα κέντρα των ΔΕ, ο εντοπισμός τους θα είναι πλέον εύκολος με τη χρήση GPS χειρός και ακόμη ευκολότερος με τη χρήση μικρών/οικονομικών ανιχνευτών μετάλλου. Τα οφέλη είναι διαχρονικά, μιας και δίνονται δυνατότητες ερευνητικής αξιοποίησης τους στο μέλλον. Επίσης μπορεί να παρακολουθείται η εξέλιξη διαφόρων δασικών παραμέτρων, όπως αύξηση και αλλαγή κατανομών διαμέτρων, με το πέρασμα του χρόνου πράγμα σημαντικό στην μελέτη και έρευνα του δασικού οικοσυστήματος.

Από τα αποτελέσματα των σφαλμάτων διαπιστώνονται αποκλίσεις της οριζοντιογραφικής ακρίβειας των κέντρων των ΔΕ του διαχειριστικού σχεδίου, οι οποίες οφείλονται στον τρόπο εγκατάστασης των κέντρων ΔΕ με GPS χειρός. Από την αξιολόγηση της ακρίβειας των κέντρων των ΔΕ μέσω των οποίων διαπιστώθηκε ότι το μέσο αριθμητικό σφάλμα αποστάσεων μ_a ήταν 9,673 μ. και ο μέσος όρος οριζοντιογραφικής ακρίβειας μ_{0A} ανήλθε στα 11,263 μ., σφάλμα που δεν είναι αμελητέο. Επίσης διαπιστώθηκε ότι το 34% της έκτασης των ΔΕ "νέων" δεν καλύπτεται από τις "παλιές". Από το σχήμα 3, διαπιστώνεται ότι όσο μεγαλύτερες οι μη επικαλυπτόμενες ΔΕ, τόσο μεγαλύτερο αναμένεται να είναι το σφάλμα γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των βοηθητικών πληροφοριών και των επίγειων δεδομένων των ΔΕ.

Η αξιοποίηση των δεδομένων τηλεπισκόπησης, επηρεάζεται άρρηκτα από την ακρίβεια των συντεταγμένων των κέντρων των ΔΕ. Αν μέσα στους στόχους των δασικών απογραφών περιλαμβάνεται η χρήση δεδομένων τηλεπισκόπησης για υποβοήθηση της εκτίμησης του ξυλώδη όγκου ή άλλων δασικών χαρακτηριστικών μέσω διαφόρων εκτιμητών (μοντέλων), τότε παράλληλα πρέπει να επιδιώκεται και η υψηλή ακρίβεια των κέντρων των ΔΕ(Saarela κ.α. 2016).Επιπλέον προτείνεται στα συνεργεία λήψης δεδομένων να λαμβάνουν εκ νέου τις συντεταγμένες των κέντρων των ΔΕ, ανεξαρτήτως των συντεταγμένων του διαχειριστικού, έτσι ώστε οι αποκλίσεις των μετρήσεων να προέρχονται μόνο από τα σφάλματα μέτρησης του οργάνου.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος των αποτελεσμάτων από τα "Μικρά Ερευνητικά Προγράμματα (Κωδικός Έργου ΕΛΚΕ: 72147)", η οποία χρηματοδοτήθηκε από το Ταμείο

Διοικήσεως και Διαχειρίσεως Πανεπιστημιακών Δασών (Τ.Δ.Δ.Π.). Ευχαριστούμε ιδιαίτερα τον Petr Maděra, Καθηγητή του Πανεπιστημίου Mendel στο Brno της Τσεχίας, για την ευγενή χορηγία του οργάνου/συστήματος Field-Map χάρη στο οποίο ήταν εφικτή η υλοποίηση του έργου.

Abstract

In the present study, we examine the horizontal accuracy of the center positions of permanent sample plots within the management plan of the Pertouli University Forest. These positions were initially determined using a handheld GPS device. To assess the accuracy, we selected 48 new sample plots out of a total of 252 and established them permanently using a GPS/GNSS RTK geodetic receiver and Field-Map system. The results of the study revealed significant discrepancies in the positions of the sample plot centers, primarily attributed to the errors associated with the use of the handheld GPS device. By ensuring accurate and permanent establishment of the sample plots, we aim to establish a reliable registration between remote sensing data and field observations. This link facilitates a stronger correlation and enhances the utilization of statistical models for improved forest biometric estimations.

Βιβλιογραφία

Adolt, R., Maděra, P., Abraham, J., Čupa, P., Svátek, M., Matula, R., . . . Němec, P., 2014. Field Survey of *Dracaena Cinnabari* Populations in Firmihin, Socotra Island: Methodology and Preliminary Results. *J. Landsc. Ecol.* 6(3), 7-34.

Hill, A., Mandallaz, D., &Langshausen, J., 2018. A Double-Sampling Extension of the German National Forest Inventory for Design-Based Small Area Estimation on Forest District Levels. *Remote Sensing*, 10(7), 1052.

Kangas, A., Astrup, R., Breidenbach, J., Fridman, J., Gobakken, T., Korhonen, K. T., Olsson, H., 2018. Remote sensing and forest inventories in Nordic countries – roadmap for the future. *Scand. J. For. Res.*, 33(4), 397-412.

Kershaw Jr, J. A., Ducey, M. J., Beers, T. W., & Husch, B., 2016. *Forest Mensuration* (5th ed.): John Wiley & Sons.

Nakajima, H., 2016. Plot location errors of National Forest Inventory: related factors and adverse effects on continuity of plot data. *J. For. Res.*, 21(6), 300-305.

Saarela, S., Schnell, S., Tuominen, S., Balazs, A., Hyypä, J., Grafström, A., &Ståhl, G., 2016. Effects of positional errors in model-assisted and model-based estimation of growing stock volume. *Remote Sens. Environ.* 172

Δούκας, Κ., 2001. Τοπογραφία Αγροτικών και Δασικών Περιοχών. Γιαχούδη -Γιαπούλη, σελ. 300.

Σιάφαλη Ε., 2023. *Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Αποτύπωση, Προβολή και Διαχείριση Μονοπατιών*. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2023, σελ. 389

Τ.Δ.Δ.Π.Δ., 2018. *Διαχειριστικό Σχέδιο Πανεπιστημιακού Δάσους Περγουλίου 2019-2028*: Ταμείο Διοικήσεως και Διαχειρίσεως Πανεπιστημιακών Δασών (Τ.Δ.Δ.Π.Δ.)

Φωτίου, Α., 2016. Μετρήσεις, σφάλματα και αβεβαιότητες στις γεωδαιτικές επιστήμες. Έννοιες και ορισμοί. *Τάν γαν δαίειν και απεικινίζειν*, 77-99.

Θεματική Ενότητα: Δασική Διαχειριστική

ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (*Pinus nigra* Arn.)

Ράπτης, Ι. Δημήτριος¹; Καζάνα, Βασιλική¹; Καλούδης, Σπυρίδων²; Βλαχάβας, Αλέξανδρος¹; Παπαδοπούλου, Δήμητρα¹; Ψαρρά, Αγγελική¹; Τσιτλακίδης, Αναστάσιος³

¹Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Σχολή Γεωτεχνικών επιστημών, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, 1ο χλμ. Δράμας - Μικροχωρίου, 66100 Δράμα, d_rapt@for.ihu.gr

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Δημοκρατίας 3, Καρπενήσι 36100, kaloudis@aua.gr

³Δασαρχείο Σταυρούπολης, 67062 Σταυρούπολη, das-sta@eedpmt.ypen.gr

Περίληψη

Η ανάπτυξη μοντέλων κατανομής διαμέτρων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις προβλέψεις αύξησης και απόδοσης που απαιτούν οι αποφάσεις ξυλοπαραγωγικής διαχείρισης, αλλά και αποφάσεις που σχετίζονται με τη διαχείριση οικοσυστημικών υπηρεσιών. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σύγκριση τριών συναρτήσεων κατανομών των διαμέτρων συστάδων μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) στην περιοχή της Πίνδου. Η σύγκριση συμπεριέλαβε την κατανομή Weibull, την κατανομή γάμμα (Gamma) και τη λογαριθμοκανονική (Log-normal) κατανομή χρησιμοποιώντας μια σειρά κριτηρίων και ελέγχων καλής προσαρμογής. Οι σταθεροί παράμετροι των συναρτήσεων των κατανομών προσδιορίστηκαν με βάση τους εκτιμητές της μέγιστης πιθανοφάνειας. Η ανάλυση έδειξε ότι η Weibull κατανομή προσαρμόστηκε καλύτερα στα δεδομένα, κάτι που έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα διεθνών ερευνών σε κωνοφόρα είδη.

Λέξεις κλειδιά: Θεωρητικές κατανομές, στηθαία διάμετρος, Πίνδος, φυσικά δάση, αειφορική διαχείριση

Εισαγωγή

Παρόλο που η έννοια της κατανομής των διαμέτρων των δασοπονικών ειδών συνήθως δεν συνοδεύεται από κάποιο ορισμό (García 1991), τις περισσότερες φορές εκφράζεται μέσα από ένα ιστόγραμμα μετρούμενων διαμέτρων στο στηθαίο ύψος των δέντρων. Το σχήμα της κατανομής των διαμέτρων είναι ένα από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τη δομή μιας συστάδας (Merganič και Sterba 2006), καθώς έχει συσχετισθεί με μια σειρά δασικών λειτουργιών σε ένα ευρύτερο πλαίσιο μιας σύγχρονης πολύ-λειτουργικής θεώρησης (Ράπτης 2011). Η κατανομή των διαμέτρων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία κατά τη διαχείριση των δασών (Robinson και Hamann 2011), αφού συνδέεται άμεσα με επιλογές εφαρμογής δασοκομικών χειρισμών ή με τον προγραμματισμό εφαρμογής υλοτομιών (deLima κ.α. 2017). Παράλληλα, η πρόβλεψη της κατανομής των δέντρων με βάση τη στηθαία διάμετρο μπορεί να οδηγήσει σε προσδιορισμό των αναμενόμενων παραγόμενων προϊόντων σε επίπεδο συστάδων (Rennolls κ.α. 1985, Nanos και Montero 2002). Συνήθως αποτελεί ένα απαραίτητο εισαγωγικό στοιχείο σε αυξητικά μοντέλα, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να αποτελέσει αποκλειστικό αντικείμενο της αυξητικής των δασών (Robinson και Hamann 2011).

Η συνάρτηση πυκνότητας - πιθανότητας (probability density function ή *PDF*) μιας κατανομής αποτελείται από μια εξίσωση που ορίζεται από παραμέτρους οι οποίες δεν έχουν πάντα βιολογική ερμηνεία (Zhang κ.α. 2003, Sa κ.α. 2023). Ως εκ τούτου, ένα πλήθος διαφορετικών εξισώσεων για την προσαρμογή διαφορετικών κατανομών ανά δασοπονικό είδος και καθεστώς διαχείρισης έχουν προταθεί, όπως η βήτα (Beta) κατανομή (Clutter και Bennett 1965), η γάμμα (Gamma) κατανομή (Nelson 1964), η λογαριθμοκανονική (Log-normal) (Bliss και Reinker 1964) και η κατανομή Johnson's S_b (Hafley και Schreuder 1977), όπως επίσης και οι Weibull (2P) και (3P) κατανομές (Bailey και Dell 1973). Παράλληλα, μια σειρά μεθόδων έχουν εφαρμοστεί διεθνώς για την εκτίμηση των *PDF* παραμέτρων, όπως είναι οι εκτιμητές της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood estimation ή *MLE*), η ανάλυση εκατοστημορίων (percentile estimation ή

PCT), και η μέθοδος moment ή *MOM* (Lei 2008). Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, η *MLE* ε γενικές γραμμές χαρακτηρίζεται ως η πλέον χρησιμοποιούμενη και αποτελεσματική μέθοδος όσον αφορά τον προσδιορισμό των παραμέτρων, κυρίως των Weibull κατανομών, οι οποίες μάλιστα έχουν προταθεί για ομήλικες συστάδες μαύρης Πεύκης μετά από αναδασώσεις στη Βουλγαρία (Stankova και Zlatanov 2010).

Μέσα από μία γενική οικονομική προσέγγιση, η μαύρη Πεύκη (*Pinus nigra* Arn.) αποτελεί ένα από τα βασικά δασοπονικά είδη τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε Εθνικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, η μαύρη Πεύκη της Πίνδου αποτελεί έναν ξεχωριστό πληθυσμό σε σχέση με τους άλλους δύο σαφώς διαχωριζόμενους πληθυσμούς της Νότιας Ελλάδας (Πελοπόννησος, Εύβοια, Στερεά Ελλάδα) και της Κεντρικής Ελλάδας (Όλυμπος, Όσσα, Κάτω Όλυμπος, Πιέρια και Βέρμιο) (Ντάφης 2010). Εμφανίζεται σε αμιγείς ή μεικτές συστάδες και σε πληθώρα ποιοτήτων τόπου σχηματίζοντας μερικά από τα πλέον παραγωγικά δάση της ευρύτερης περιοχής. Παράλληλα, ο οικολογικός ρόλος των εν λόγω πληθυσμών είναι επίσης σημαντικός, καθώς προστατεύουν τα ήδη υποβαθμισμένα δασικά εδάφη από την εδαφική απώλεια ενισχύοντας τους δείκτες της βιοποικιλότητας των πολύτιμων ορεινών οικοσυστημάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη των βασικών αυτών εργαλείων κατά την διαχείριση των συγκεκριμένων δασικών οικοσυστημάτων, σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση της κατανομής των διαμέτρων μαύρης Πεύκης στην περιοχή της Πίνδου και η επιλογή της θεωρητικής κατανομής που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα πεδίου, μέσα από τη στατιστική σύγκριση τριών συναρτήσεων πυκνότητας - πιθανότητας (*PDF*), με βάση μια σειρά κριτηρίων και ελέγχων καλής προσαρμογής.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικόνα (1) και τοποθετείται στο Ανατολικό τμήμα του Εθνικού Πάρκου της Βόρειας Πίνδου. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται σε 10.1°C και η μέση ετήσια βροχόπτωση σε 890mm.



Σχήμα 1. Η περιοχή μελέτης
Figure 1. The study area

Εντός της περιοχής μελέτης, ένα δίκτυο 20 συνολικά τυχαία κατανεμημένων δειγματοληπτικών επιφανειών (ΔΕ) εγκαταστάθηκε σε συνθήκες πεδίου. Οι ΔΕ είχαν κυκλικό σχήμα, συνολικής έκτασης 500m². Εντός των ΔΕ μετρήθηκε μια σειρά βασικών μορφομετρικών χαρακτηριστικών όπως η διάμετρος όλων των δέντρων στο στήθιαίο ύψος (cm) με τη χρήση αναλογικού παχύμετρου, το συνολικό ύψος (m), το ύψος έναρξης του ζωντανού φυλλώματος (m) και η διάμετρος της κόμης (m), με ακρίβεια εκατοστού χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό όργανο LaserAce 1000 rangefinder της εταιρείας Trimble. Άτομα νεκρά δεν συμπεριελήφθησαν στο τελικό δείγμα.

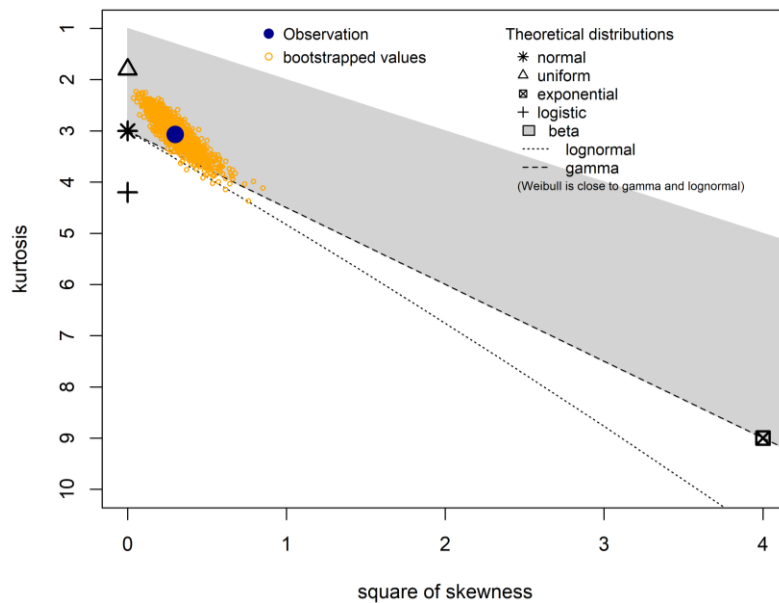
Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του συνολικού δείγματος παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα (1).

Πίνακας 1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά του συνολικού δείγματος
Table 1. Descriptive statistics of the morphometric attributes of the total sample

Μεταβλητή	Περιγραφικά χαρακτηριστικά (n=616)			
	Mean	Min	Max	S.D.
Διάμετρος (cm)	25.06	3.8	75.2	12.69
Ύψος (m)	15.15	2.2	29.1	5.26
Ύψος έναρξης κόμης (m)	6.51	0.4	17.4	3.86
Διάμετρος κόμης (m)	5.45	0.8	14.1	2.46
Άτομα ανά εκτάριο (N·ha ⁻¹)	621	360	1100	154.8

Για την επιλογή των θεωρητικών κατανομών πραγματοποιήθηκε γραφικού τύπου προκαταρκτική εξέταση (Cullen και Frey 1999).

Cullen and Frey graph



Σχήμα 2. Διάγραμμα ασυμμετρίας και κύρτωσης της συνεχούς μεταβλητής (διαμέτρου)
Figure 2. Skewness-kurtosis plot for the stem diameter

Με βάση το διάγραμμα στην Εικόνα 2, η θέση του μελετώμενου συνόλου (μπλε σημείο) που ορίζεται από θετική ασυμμετρία (0.548) και κύρτωση (3.069) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τρεις συνολικά κατανομές μπορούν να ελεγχθούν σε σχέση με το ανεξάρτητο δείγμα, η κατανομή Weibull, η κατανομή γάμμα (Gamma) και η λογαριθμοκανονική (Log-normal) κατανομή (Delignette-Muller και Dutang 2015).

Στατιστική ανάλυση

Η συνάρτηση της πυκνότητας- πιθανότητας για τη λογαριθμοκανονική (Log-normal) κατανομή δίνεται από την εξίσωση (1):

$$f(x) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}\right)^2\right]}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \quad (1)$$

Όπου x το μέσο της κλάσης διαμέτρου ($x > 0$) σε εκατοστά, $\pi = 3.1416$, μ ο αριθμητικός μέσος του Νεπέριου λογάριθμου της διαμέτρου (location parameter), σ είναι η τυπική απόκλιση του Νεπέριου λογάριθμου της διαμέτρου (scale parameter).

2): Η αντίστοιχη συνάρτηση για τη γάμμα (Gamma) κατανομή 2 παραμέτρων είναι (εξίσωση

$$f(x) = \frac{x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} \quad (2)$$

για $x > 0, \alpha, \beta > 0$.

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1} e^{-x} dx \quad (3)$$

Όπου α η (shape) παράμετρος, β η (scale) παράμετρος και $\Gamma(\alpha)$ είναι η συνάρτηση γάμμα που δίνεται από την εξίσωση 3.

Η συνάρτηση της πυκνότητας - πιθανότητας για τη Weibull κατανομή 2 παραμέτρων παρουσιάζεται παρακάτω (εξίσωση 4):

$$f(x) = \left(\frac{\gamma}{\beta}\right) \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\gamma-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\gamma}\right] \quad (4)$$

για $\beta, \gamma > 0$.

Όπου β η (scale) παράμετρος και γ η (shape) παράμετρος, με $\gamma \geq 0$. Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής (cumulative distribution function - CDF) για τη Weibull (2P) κατανομή η οποία διευκολύνει την εκτίμηση της αναλογίας των δένδρων στις κατηγορίες των διαμέτρων, είναι:

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\gamma}\right] \quad (5)$$

για $\beta, \gamma > 0$.

Με την επεξήγηση των συμβόλων που ισχύει παραπάνω. Οι δύο προηγούμενες κατανομές δεν διαθέτουν ανάλογη CDF και ως εκ τούτου επιλύονται με υπολογισμό ολοκληρώματος (Ogana και Abwage 2018). Για την αξιολόγηση των κατανομών χρησιμοποιήθηκαν 3 έλεγχοι και 2 κριτήρια καλής προσαρμογής, όπως περιγράφονται παρακάτω (D'Agostino και Stephens 1986):

Ο έλεγχος Kolmogorov-Smirnov (εξίσωση 6):

$$KS = \max\{D^+, D^-\} \quad (6)$$

Όπου

$$D^+ = \max_{i=1, \dots, n} \left(\frac{1}{n} - F_i\right)$$

και

$$D^- = \max_{i=1, \dots, n} \left(F_i - \frac{i-1}{n}\right)$$

Ο έλεγχος Anderson-Darling (εξίσωση 7):

$$AD = -n - \sum_{i=1}^n (2i-1) \frac{\log(F_i(1-F_{n+1-i}))}{n} \quad (7)$$

Παράλληλα, ο έλεγχος Cramer-vonMises (εξίσωση 8):

$$CvM = \frac{1}{12n} \sum_{i=1}^n \left\{F_i - \frac{(i-0.5)}{n}\right\}^2 \quad (8)$$

Όπου $F_i \triangleq F(x_i)$ με F η προσαρμοσμένη αθροιστική συνάρτηση κατανομής, F_n η εμπειρική συνάρτηση κατανομής, x_i οι n παρατηρήσεις μιας συνεχούς μεταβλητής X σε αύξουσα σειρά. Όσο μικρότερη είναι η τιμή των ελέγχων, τόσο καλύτερη η προσαρμογή. Επιπρόσθετα, τα κριτήρια AIC (Akaike Information Criterion) και BIC (Bayesian Information Criterion) χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση των μοντέλων. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον ανοιχτού κώδικα R (cran), με τη χρήση της βιβλιοθήκης $fit\ distplus$ (Delignette-Muller και Dutang 2015).

Αποτελέσματα

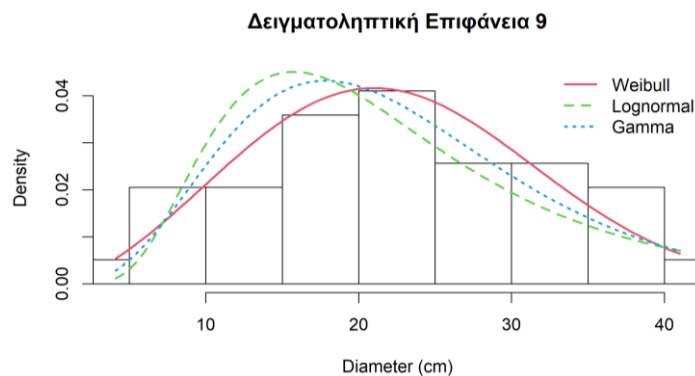
Η προσαρμογή των κατανομών έγινε για κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια ξεχωριστά. Τα συγκριτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

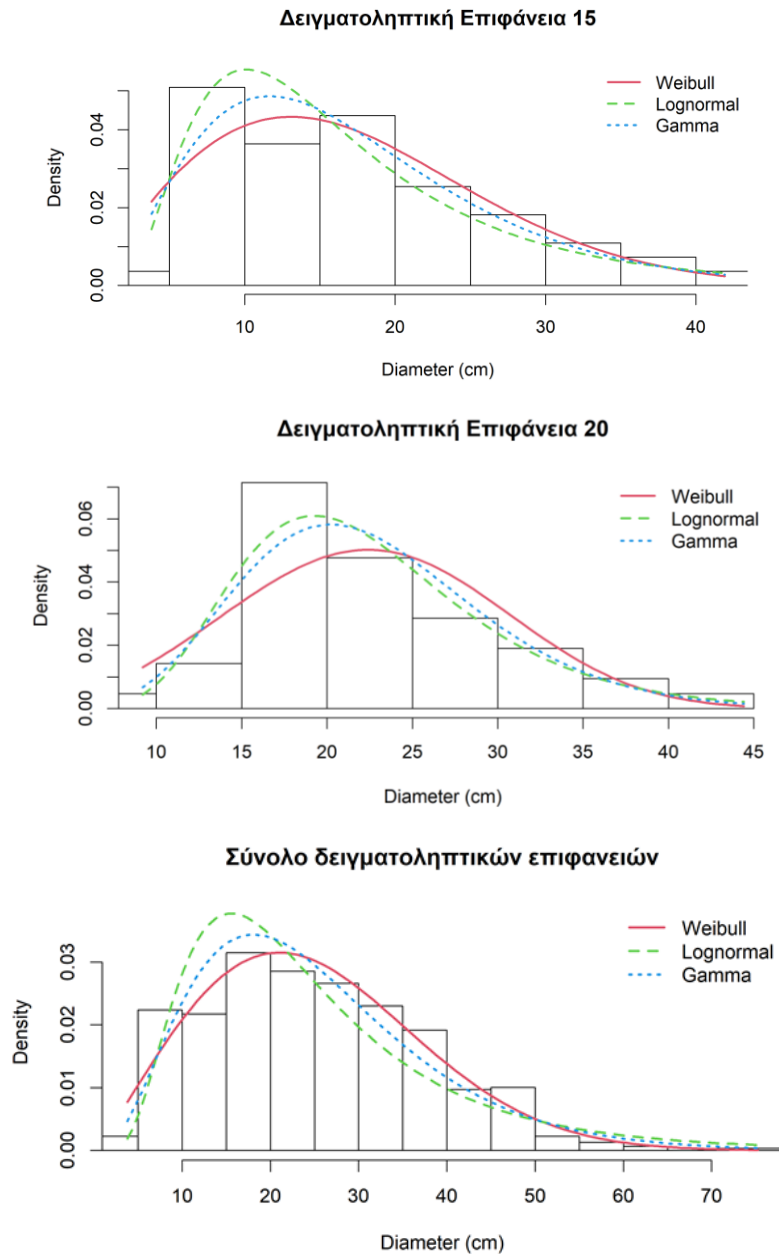
Πίνακας 2. Συγκριτικά αποτελέσματα της προσαρμογής των τριών κατανομών με τη μέθοδο MLE
Table 2. Summary statistics of the three distributions fitting performance with the MLE method

Τύπος	Παράμετροι			Έλεγχοι Προσαρμογής (μ.ο)			Κριτήρια (μ.ο)		Σειρά	
		M.O	Ελ.	Μεγ.	KS	CvM	AD	AIC		BIC
Lognormal	μ	3.1087	2.6680	3.3880	0.1482	0.1315	0.7774	237.80	240.55	3
	σ	0.5200	0.3226	0.8029						
Gamma	α	5.1339	1.9816	9.8795	0.1381	0.1060	0.6353	235.90	238.80	2
	β	0.2023	0.0774	0.4388						
Weibull (2P)	γ	2.5327	1.5521	3.7796	0.1299	0.0899	0.5725	235.15	237.95	1
	β	29.098	19.257	38.433						

Από τον Πίνακα 2 γίνεται φανερό ότι η Weibull κατανομή προσαρμόστηκε καλύτερα στα δεδομένα πεδίου διαμέτρων μαύρης Πεύκης στην Πίνδο, με βάση τους εκτιμητές της μέγιστης πιθανοφάνειας (MLE). Ωστόσο, και η γάμμα (Gamma) κατανομή παρουσίασε καλά αποτελέσματα, με μικρές σχετικά διαφορές όσον αφορά τους ελέγχους και τα κριτήρια καλής προσαρμογής σε σχέση με τη Weibull κατανομή. Η λογαριθμοκανονική (Log-normal) δεν παρουσιάστηκε αρκετά ευέλικτη όσο οι προηγούμενες δύο και ως εκ τούτου κατατάχθηκε στην τρίτη θέση, σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα.

Στις παρακάτω εικόνες αποτυπώνονται οι πραγματικές και οι προσαρμοσμένες κατανομές για επιλεγμένες δειγματοληπτικές επιφάνειες.





Σχήμα 3. Προσαρμογή των κατανομών ανά ΔΕ και στο συνολικό δείγμα
 Figure 3. Fit of probability distributions per plot και total sample

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας την ικανότητα προσαρμογής τριών κατανομών σε πληθυσμό μαύρης Πεύκης στην Ελλάδα, η Weibull κατανομή δύο παραμέτρων αποδείχθηκε ότι υπερτερεί, παρουσιάζοντας σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με τη γάμμα (Gamma) και τη λογαριθμοκανονική (Log-normal) κατανομή. Θα πρέπει, παράλληλα, να επισημανθεί ότι τα δάση μαύρης Πεύκης της Πίνδου βρίσκονται υπό καθεστώς διαχείρισης και ως εκ τούτου οι προτεινόμενες κατανομές αναφέρονται ακριβώς σε αυτή την κατάσταση που έχει διαμορφωθεί μετά από ανθρωπογενή επίδραση.

Το συγκεντρωτικό γράφημα στην εικόνα 3 παρουσιάζει μια μονοκόρυφη κατανομή με ισχυρή θετική ασυμμετρία στην οποία η Weibull PDF προσαρμόζεται με μεγαλύτερη επιτυχία. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ισχυρή συσχέτιση που παρουσιάζουν οι παράμετροι της συγκεκριμένης κατανομής με μεταβλητές σε επίπεδο συστάδας και στην ευελιξία που παρουσιάζει η Weibull PDF κατά την προσαρμογή σε μονοκόρυφες κατανομές διαμέτρου που αντιστοιχούν σε ομήλικα δάση (Sghaier κ.α. 2016). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τους Stankova και

Zlatanov (2010) σε πληθυσμούς μαύρης Πεύκης στην Βουλγαρία μετά από αναδασώσεις. Οι Sak.α. (2023) χρησιμοποίησαν την ίδια κατανομή για τρία διαφορετικά είδη κωνοφόρων στην Κίνα, οι Bullock και Burkhart (2005) για το είδος *Pinus taeda* L. στην Αμερική, οι Pérez-López κ.α. (2019) για το *Pinus patula* στο Μεξικό, ενώ οι Rabhi κ.α. (2021) σε φυσικούς πληθυσμούς *Pinus halepensis* στην Αλγερία. Καθώς δεν υπάρχουν ανάλογες έρευνες στην Ελλάδα για σύγκριση, η έρευνα θα πρέπει να επεκταθεί και σε άλλους πληθυσμούς του συγκεκριμένου είδους ώστε να γενικευτούν οι προτεινόμενες από την έρευνα κατανομές.

Κατά την προσαρμογή των PDFτων κατανομών με τη μέθοδο των εκτιμητών της μέγιστης πιθανοφάνειας (*MLE*) δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα σύγκλισης ούτε αρνητικές τιμές των παραμέτρων. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην απλότητα των επιμέρους κατανομών των οποίων οι συναρτήσεις ορίζονται από δύο και όχι τρεις παραμέτρους (Nord-Larsen και Cao 2006). Ωστόσο, μια σειρά σχετικών ερευνών έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικές μεθόδους εκτίμησης των παραμέτρων των κατανομών που μπορεί να παρουσιάζουν κάποια πλεονεκτήματα όσον αφορά κυρίως την ακρίβεια των εκτιμώμενων παραμέτρων. Η *MLE* παρουσιάζεται ως μια αξιόπιστη μέθοδος με ευρεία εφαρμογή σε διαφορετικά δασοπονικά είδη, ενώ στα πλαίσια της παρούσας έρευνας δεν παρουσίασε προβλήματα κατά την ανάλυση των δεδομένων πεδίου.

Οι κατανομές διαμέτρων παρέχουν βασική πληροφορία για τη δομή των συστάδων, την αύξηση και την απόδοση (Hasenauer κ.α. 2006, Burkhart και Tomé 2012, Bassil κ.α. 2019) και είναι απαραίτητες για την αξιολόγηση αποφάσεων που αφορούν εναλλακτικές δασικής διαχείρισης (Nord-Larsen και Cao 2006, Schütz και Rosset 2020), καθώς και για την οικολογική και οικονομική αποτίμηση οικοσυστημικών υπηρεσιών σε επίπεδο συστάδας (Güner κ.α. 2023). Οι Palahí κ.α. (2007) τόνισαν τη σημασία της ανάπτυξης μοντέλων κατανομών διαμέτρων για τον προσδιορισμό της δομής των συστάδων με σκοπό την ενίσχυση της πολύ-λειτουργικότητας των δασών της Καταλονίας. Στόχος της έρευνάς τους ήταν η πρόβλεψη της εξέλιξης συστάδων κάτω από διαφορετικό καθεστώς διαχειριστικών εναλλακτικών για την βελτιστοποίηση της λήψης απόφασης. Οι κατανομές διαμέτρων χρησιμοποιήθηκαν για την πρόβλεψη των ιδιοτήτων και της αύξησης σε επίπεδο δέντρου. Επίσης, η συνδυαστική χρήση με μοντέλα ύψους-διαμέτρου και μοντέλα όγκου επιτρέπει εκτιμήσεις του εμπορεύσιμου όγκου ανά κλάση διαμέτρου στο εκτάριο (Egonmwan και Ojana 2020). Οι Lee κ.α. (2018) χρησιμοποίησαν μοντέλα κατανομής διαμέτρου για τον προσδιορισμό του φορτίου καύσιμης ύλης της κόμης σε συστάδες *Pinus densiflora* στη Νότια Κορέα, γεγονός που σηματοδοτεί τη χρησιμότητά τους στην περίπτωση που ο βασικός στόχος επικεντρώνεται στην προστασία από πυρκαγιές. Ωστόσο, παρά το μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον που επιβεβαιώνεται από τον αριθμό συναφών εργασιών σε διεθνές επίπεδο και την αυξημένη πρακτική αξία των κατανομών διαμέτρου για τη δασική πράξη, υπάρχει χαρακτηριστική έλλειψη όσον αφορά είδη που αναπτύσσονται στον Ελληνικό χώρο. Η παρούσα εργασία έρχεται να καλύψει εν μέρει αυτό το κενό παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα προσαρμογής τριών θεμελιωδών κατανομών σε ένα βασικό δασοπονικό είδος του ορεινού χώρου. Η επέκταση της έρευνας σε διαφορετικά είδη και γεωγραφικές εξαπλώσεις αναμένεται να συμβάλει ουσιαστικά στη διαχείριση του ξυλώδους κεφαλαίου και στην ενίσχυση των αρχών ενός πολύ-λειτουργικού δάσους.

Abstract

The development of diameter distribution models is particularly important for growth and yield predictions required for timber management decisions, as well as decisions related to ecosystem services management, such as biodiversity, forest ecosystem health, carbon sequestration, and climate change analysis. In the present study, three probability density functions were compared for the diameter distribution of black pine (*Pinus nigra* Arn.) in the Pindos region. The comparison included the Weibull, Gamma, and Log-normal distributions using a set of criteria and goodness-of-fit tests. The fixed parameters of the distribution functions were determined using the maximum likelihood method (*MLE*) estimators. The analysis showed that the Weibull-type distribution was better fitted to the raw data, which is in agreement with the results of international studies on coniferous species.

Βιβλιογραφία

- Bailey, R.L., Dell, T.R., 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *For. Sci.* 19:97–104.
- Bassil, S., Nyland, R.D., Kern, C.C., Kenefic, L.S. 2019. Dynamics of the diameter distribution after selection cutting in uneven- and even-aged northern hardwood stands: a long-term evaluation. *Can. J. For. Res.* 49(12): 1525-1539.
- Bliss, C.I., Reinker, K.A., 1964. A lognormal approach to diameter distributions in even-aged stands. *For. Sci.* 10:350–360.
- Bullock, B.P., Burkhart, H.E. 2005. Juvenile diameter distributions of loblolly pine characterized by the two-parameter Weibull function. *New For.* 29:233–244.
- Burkhart, H.E. and Tomé, M. 2012. Modeling forest trees and stands. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 457 (online) URL: <https://books.google.com/books?id=XmcNcfEarsoC>
- Clutter, J.L., Bennett, F.A., 1965. Diameter distributions in old-field slash pine plantations. Georgia Forest Research Council Report 13, Macon, GA, USA.
- Cullen, A.C., Frey, H.C. 1999. Probabilistic Techniques in Exposure Assessment. 1st edition. Plenum Publishing Co.
- D'Agostino, R.B., Stephens, M.A., 1986. Goodness-of-fit Techniques. Marcel Dekker, New York.
- de Lima, R.B., Bufalino, L., Alves Junior, F.T., Silva, J.A.D., Ferreira, R.L., 2017. Diameter distribution in a Brazilian tropical dry forest domain: predictions for the stand and species. *An. Acad. Bras.* 89:1189–1203.
- Delignette-Muller, M. L., Dutang, C., 2015. fitdistrplus: An R package for fitting distributions. *J. Stat. Softw.* 64: 1–34.
- Egonmwan, I.Y., Ogana, F.N. 2020. Application of diameter distribution model for volume estimation in *Tectona grandis* L.f. stands in the Oluwa forest reserve, Nigeria. *Trop. Plant. Res.* 7:573–580
- García, O., 1991. What is a diameter distribution? In: Integrated forest management information systems. pp. 11 - 29.
- Güner, S.T., Diamantopoulou, M.J., Özçelik, R. 2023. Diameter distributions in *Pinus sylvestris* L. stands: evaluating modelling approaches including a machine learning technique. *J. For. Res.* <https://doi.org/10.1007/s11676-023-01625-2>
- Hafley, W.L., Schreuder, H.T., 1977. Statistical distributions for fitting diameter and height data in even-ages stands. *Can. J. For. Res.* 7:481–487.
- Hasenauer, H., Kindermann, G., Steinmetz, P. 2006. The tree growth model MOSES 3.0. In Hasenauer, H. (ed.) Sustainable Forest Management. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany, pp. 64-70.
- Lee, S.J., Kim, S.Y., Lee, B.D., Lee, Y.J. 2018. Estimation of canopy fuel characteristics for *Pinus densiflora* stands using diameter distribution models: Forest managed stands and unmanaged stands. *J. Korean Soc. For. Sci.* 107:412–421.
- Lei, Y., 2008. Evaluation of three methods for estimating the Weibull distribution parameters of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*). *J. For. Sci.* 54:566–557.
- Merganič, J., Sterba, H., 2006. Characterization of diameter distribution using the Weibull function: method of moments. *Eur. J. For. Res.* 125:427–439.
- Nanos, N., Montero, G., 2002. Spatial prediction of diameter distributions models. *For. Ecol. Manag.* 161:147–158.
- Nelson, T.C., 1964. Diameter distribution and growth of loblolly pine. *For. Sci.* 10:105–114.
- Nord-Larsen, T., Cao, Q.V. 2006. A Diameter Distribution model for Even-aged Beech in Denmark. *For. Ecol. Manag.* 231: 218–225.
- Ντάφης, Σ., 2010. Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης Πεύκης (Πρόλογος). Σελ. 7-8. Σε: Κακούρος, Π. και Χρυσοπολίτου, Β. (συντονιστές έκδοσης). 2010. Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση των δασών μαύρης Πεύκης. Πρακτικά συνεδρίου, Σπάρτη 15&16 Οκτωβρίου 2009. Φορέας διαχείρισης όρους Πάρνωνια και Υγρότοπου Μουστου. Άστρος. 160σελ.

Ogana, F.N., Abwage, W.A., 2018. Comparison of gamma, lognormal and weibull functions for characterizing tree diameters in natural forest, *J. For. Res. Manage.* 15: 33–43.

Palahí, M., Pukkala, T., Blasco, E., Trasobares, A. 2007. Comparison of beta, Johnson’s SB, Weibull and truncated Weibull functions for modeling the diameter distribution of forest stands in Catalonia (north-east of Spain). *Eur. J. For. Res.* 126: 563–571.

Pérez-López, E., Santiago-García, W., Quiñonez-Barraza, G., Rodríguez-Ortiz, G., Santiago-García, E., Ruiz-Aquino, F., 2019. Estimation of diameter distributions for *Pinus patula* with the Weibull function. *Madera y Bosques* 25(3): e2531626.

Rabhi K., Bentouati A., Bahri S., Sghaier T., Krouchi F., Fortin M., Collet C. (2021). Modeling diameter distribution of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) natural forest in the Aures (Algeria) using the Weibull, Beta and Normal distributions with parameters depending on stand variables. *Ann. Silv. Res.* 46:163-176.

Ράπτης, Δ., 2011. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών φυσικών συστάδων μαύρης Πεύκης υπό το πρίσμα της δασοκομίας πολλαπλών σκοπών στην περιοχή του Ν.Α. Ολύμπου. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Rennolls, K., Geary, D.N., Rollinson, T.J.D., 1985. Characterising diameter distributions by the use of the Weibull distribution. *Forestry* 58:57-66.

Robinson, A.P., Hamann, J.D., 2011. *Forest Analytics* with R. Springer, New York. pp. 339.

Sa, Q., Jin, X., Pukkala, T., Li, F., 2023. Developing Weibull-based diameter distributions for the major coniferous species in Heilongjiang Province, China. *J. For. Res.*

Sghaier, T., Cañellas, I., Calama, R., Sánchez-González, M., 2016. Modelling diameter distribution of *Tetraclinis articulata* in Tunisia using normal and Weibull distributions with parameters depending on stand variables. *I-Forest* 9:702–709.

Stankova, T.V., Zlatanov, T.M., 2010. Modeling diameter distribution of Austrian black pine (*Pinus nigra* Arn.) plantations: a comparison of the Weibull frequency distribution function and percentile-based projection methods. *Eur. J. For. Res.* 129: 1169-1179.

Schütz, J.P., Rosset, C. 2020. Performances of different methods of estimating the diameter distribution based on simple and structure variables in monospecific regular temperate European forests. *Ann. For. Sci.* 77, 47.

Zhang, L.J., Packard, K.C., Liu, C., 2003. A comparison of estimation methods for fitting Weibull and Johnson’s SB distributions to mixed spruce–fir stands in northeastern North America. *Can. J. For. Res.* 33:1340–1347.

Θεματική Ενότητα: Δασική Διαχειριστική

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SENTINEL-2, ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ

Καλλιωνίδου, Λυδία¹; Φαρασλής, Ιωάννης²; Τσιρούκης, Αχιλλέας³; Λέτσιος, Βασίλειος⁴; Προβίδα Φωτεινή – Δέσποινα⁵

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Λάρισα, 41334, lkallionidou@uth.gr

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Λάρισα, 41334, faraslis@uth.gr

³Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Λάρισα, 41334, tsikouk@uth.gr

⁴Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Βόλος, vletsios@uth.gr

⁵Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Βόλος, 38446, fprovida@outlook.com

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή έχει καταστήσει τα μεσογειακά οικοσυστήματα ιδιαίτερα επιρρεπή στις δασικές πυρκαγιές. Τεχνικές και εργαλεία, όπως η δορυφορική τηλεπισκόπηση, χρησιμοποιούνται στην εκτίμηση των επιπτώσεων και στη διαχρονική παρακολούθηση των δασικών οικοσυστημάτων. Η μελέτη εστιάζει στη χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας, μετά την πυρκαγιά στις 03 Αυγούστου 2021, με χρήση δορυφορικών πολυφασματικών εικόνων Sentinel-2. Χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης κανονικοποιημένης αναλογίας καύσης για την ταξινόμηση των καμένων εκτάσεων σε επτά κατηγορίες με βάση τον βαθμό δριμύτητας καύσης τους. Η εφαρμογή του δείκτη έγινε αμέσως μετά την πυρκαγιά και ένα χρόνο μετά (Αύγουστος 2022), με στόχο την παρακολούθηση των αλλαγών στα οικοσυστήματα. Τα πρώτα ευρήματα είναι ενθαρρυντικά εντοπίζοντας συνολικά 322,000 στρέμματα καμένων εκτάσεων να εμφανίζουν αναγέννηση φυσικής βλάστησης.

Λέξεις κλειδιά: Πυρκαγιά, τηλεπισκόπηση, Sentinel- 2, κανονικοποιημένος Δείκτης Δριμύτητας Πυρκαγιάς (NBRI)

Εισαγωγή

Οι πυρκαγιές και οι επιπτώσεις αυτών, αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα παγκοσμίως ενώ χαρακτηρίζονται ως η πιο σημαντική από τις φυσικές καταστροφές. Πολλά είναι τα αίτια των πυρκαγιών αλλά από τα πιο βασικά θεωρούνται η κλιματική αλλαγή και οι αλλαγές στις χρήσεις γης (Κονάς 2019). Το φαινόμενο αυτό είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τα μεσογειακά οικοσυστήματα. Στην περιοχή της μεσογείου απαντάται το λεγόμενο «μεσογειακό κλίμα» που χαρακτηρίζεται από θερμά, ξηρά καλοκαίρια και κρύους, βροχερούς χειμώνες (Παρασκευόπουλος 2020). Η μεσογειακή βλάστηση είναι έως ένα σημείο, προσαρμοσμένη στη φωτιά με αποτέλεσμα, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, να θεωρείται ευνοϊκός περιβαλλοντικός παράγοντας. Ωστόσο, η ισορροπία αυτή έχει διαταραχθεί, αν αναλογιστεί κανείς τον ανθρώπινο παράγοντα, που συχνά αποτελεί, είτε ακούσια είτε εκούσια, αιτία πυρκαγιών (Loboda κ.α. 2022).

Έτσι, λαμβάνοντας υπόψιν τις καταστροφικές συνέπειες που μπορεί να επιφέρει μία πυρκαγιά κρίνεται απαραίτητη η ολοκληρωμένη διαχείριση αυτού του φαινομένου τόσο στην πρόληψη και αντιμετώπιση, όσο και στην αποκατάσταση των πληγέντων περιοχών (Alcaras κ.α. 2022). Τις τελευταίες δεκαετίες η επιστήμη της τηλεπισκόπησης, με την εφαρμογή σε τροχιά χαρτογραφικών δορυφόρων υψηλής χωρικής και χρονικής διακριτικής ικανότητας, αποτέλεσε ισχυρό εργαλείο στη διαχείριση φυσικών καταστροφών (Filipponi 2018). Τα δορυφορικά συστήματα φέρουν αισθητήρες σε διάφορα μήκη κύματος (ορατό, ανακλώμενο υπέρυθρο, θερμικό,

μικροκύματα) επιτρέποντας την παρακολούθηση και τον εντοπισμό των αλλαγών στα χερσαία και υδατικά οικοσυστήματα (Chanussot κ.α. 2022). Τα πλεονεκτήματα από τη γρήγορη και αποτελεσματική χαρτογράφηση των αλλαγών από δορυφορικά δεδομένα, σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους, έχουν γίνει αντιληπτά με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται νέες τεχνικές επεξεργασίας οι οποίες σε συνδυασμό με τα βελτιωμένα δορυφορικά συστήματα παρακολούθησης προσφέρουν νέα εργαλεία στην λήψη αποφάσεων (Kanhu κ.α. 2020).

Μια από τις πολλές εφαρμογές των μεθόδων τηλεπισκόπησης είναι και η εκτίμηση της δριμύτητας πυρκαγιάς μέσω δορυφορικών δεδομένων. Αρκετοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει διάφορων ειδών φασματικών δεικτών και δορυφορικών εικόνων για την αξιολόγηση των καμένων εκτάσεων (Alcaras κ.α. 2022, Harvey κ.α. 2022, Garbarino κ.α. 2022). Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί δείκτες οι οποίοι εκμεταλλεύονται την μεγάλη φασματική αντίθεση καταγράφουν τις επιπτώσεις της φωτιάς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο κανονικοποιημένος δείκτης αναλογίας καύσης (NBRI- Normalized Burn Ratio Index) και δείκτης διαφοράς κανονικοποιημένης αναλογίας καύσης (dNBR- differenced Normalized Burn Ratio) (Benson κ.α., 2006, Κονάς 2019). Ο δείκτης NBRI εκφράζεται ως ο κανονικοποιημένος λόγος της διαφοράς των φασματικών ζωνών του εγγύς υπέρυθρου (NIR - Near Infrared) και του υπέρυθρου στα μικρά μήκη κύματος (SWIR- Short Wave length Infrared) (Meneses 2021).

Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας εφαρμόστηκαν οι δείκτες NBRI και dNBR. Η επιλογή των δεικτών αυτών έγινε με κριτήριο την απλότητα στον υπολογισμό τους αλλά και την αξιοπιστία των τελικών αποτελεσμάτων (Khoirunisa, & Laszlo 2021). Ο κανονικοποιημένος δείκτης αναλογίας καύσης (NBRI) εντοπίζει και ταξινομεί τις καμένες περιοχές οι οποίες σε αρκετές περιπτώσεις περιβάλλονται από εκτάσεις υγιούς βλάστησης. Βασική αιτία για τον διαχωρισμό είναι η διαφορά στο ποσοστό ανακλαστικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας ανάμεσα στην υγιή και την καμένη βλάστηση (Kotaridis & Lazaridou, 2023). Ο δείκτης διαφοράς κανονικοποιημένης αναλογίας καύσης (dNBR - differenced Normalized Burn Ratio), επισημαίνει τις αλλαγές στην ανακλαστικότητα της βλάστησης δεδομένης της ευαισθησίας του στη μείωση της βλάστησης και της περιεκτικότητας σε υγρασία της περιοχής. Επιπλέον, ο δείκτης αυτός μπορεί, μέχρι κάποιο βαθμό, να προβλέψει το βάθος καύσης και την καύση κάτω από το έδαφος (Combee κ.α. 2021).

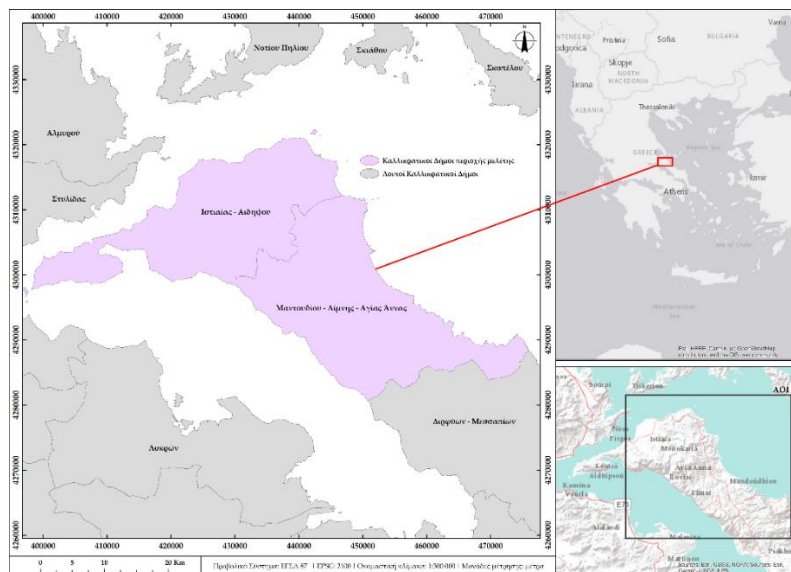
Η παρούσα εργασία έχει δύο βασικούς στόχους:

- Την εκτίμηση της έντασης καύσης στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας,
- Τον προσδιορισμό των περιοχών, εντός των καμένων εκτάσεων που παρουσιάζουν ενισχυμένη αναγέννηση ένα χρόνο μετά.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή Μελέτης

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε το βόρειο τμήμα της Εύβοιας όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Χάρτης γεωγραφικής θέσης περιοχής μελέτης.
Figure 1. Geographical location map of study area.

Αποτελείται κυρίως από ορεινές, δασικές και καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Αναφορικά με το κλιματικό προφίλ της περιοχής, χαρακτηρίζεται από ετήσιο ύψος βροχόπτωσης ίσο με 800-1.200mm, ενώ η θερμοκρασία, τις ημέρες της καταστροφής, κυμαινόταν στους 30 με 40 βαθμούς Κελσίου (Timeanddate 2023, Σκριμιζέας 2023). Η πυρκαγιά ξέσπασε στις 3 Αυγούστου το 2021, περίπου στις 15:30, στα Κριεζιά, και επεκτάθηκε σε γύρω περιοχές προκαλώντας υλικές ζημιές, εκκενώσεις χωριών, τραυματισμούς, θανάτους ενώ καταστράφηκαν χιλιάδες στρέμματα δασικών και καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Υπήρξαν δεκάδες αναζωπυρώσεις, ενώ, το φαινόμενο διήρκεσε μέχρι τις 11 του ίδιου μήνα. Οι πληγείσες περιοχές καταλογίζονται στους Δήμους Λίμνης – Μαντουδίου - Αγίας Άννας και Ιστιαίας – Αιδηψού, με συνολικό, μόνιμο πληθυσμό, σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ίσο με 13.294 κατοίκους (Ελληνική Στατιστική Αρχή 2011). Μετά από πρόσφατο καταλογισμό των καταστροφών υπολογίζεται ότι κάηκαν συνολικά, περίπου 512,000 km². Με φθίνουσα σειρά η φωτιά κατέστρεψε μικτά δάση, θαμνώδεις εκτάσεις, εκτάσεις με αραιή βλάστηση, γεωργικές καλλιέργειες (κυρίως ελιές και δέντρα που παράγουν φρούτα), τεχνητές εκτάσεις, υδάτινες επιφάνειες και παραλίες (ΥΛΗ-Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος 2021, CorineL & Cover 2023).

Υλικά

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι πολυφασματικές εικόνες του δορυφόρου Sentinel-2 και συλλέχθηκαν μέσω της πλατφόρμας Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.-eu/dhus/#/home>). Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 12 εικόνες για την κάλυψη της περιοχής μελέτη όπως περιγράφεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Περιγραφή δεδομένων.
Table 1. Data description.

Παράμετροι	Πριν το γεγονός	Μετά το γεγονός	Μετά το γεγονός
Δορυφόρος	Sentinel-2A	Sentinel-2A	Sentinel-2A
Αριθμός εικόνων	4	4	4
Ημερομηνία λήψης	03.08.2021	26.08.2021	18.08.2022
Επίπεδο επεξεργασίας	2A	2A	2A
Τροχιά	Καθόδου	Καθόδου	Καθόδου

Για την επεξεργασία των γεωχωρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η διαδικτυακή πλατφόρμα της Google Earth Engine, καθώς και εξειδικευμένα λογισμικά τηλεπισκόπησης και GIS (SNAP&QGIS).

Μεθοδολογία

Ξεκινώντας με την προ-επεξεργασία των δεδομένων, είναι απαραίτητη η συνένωση των εικόνων ανά ημερομηνία λήψης για την δημιουργία ενός ενιαίου μωσαϊκού και η οριοθέτηση της περιοχής μελέτης. Το επόμενο βήμα αφορά την μετατροπή όλων των καναλιών στο ίδιο μέγεθος εικονοστοιχείου (20 μέτρα) και την μεταφορά των εικόνων στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87'). Με την ολοκλήρωση της προ-επεξεργασίας ακολουθεί ο υπολογισμός του δείκτη Normalized Burn Ratio (NBR) για τις τρεις ημερομηνίες λήψης όπως περιγράφεται από τον τύπο (1).

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (1)$$

Όπου NIR είναι το εγγύς υπέρυθρο και SWIR το υπέρυθρο μικρού μήκους κύματος. Ο δείκτης NBR λαμβάνει τιμές από -1 έως 1. Οι υψηλές τιμές του δείκτη δείχνουν υγιής βλάστηση ενώ οι χαμηλές τιμές άγονη γη ή πρόσφατα καμένες εκτάσεις (Κονάς 2019).

Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο δείκτης έντασης καύσης (dNBR) που αφορά στην αφαίρεση του NBR πριν και μετά την πυρκαγιά όπως περιγράφεται στον τύπο (2).

$$dNBR = NBR_{pre-fire} - NBR_{post-fire} \quad (2)$$

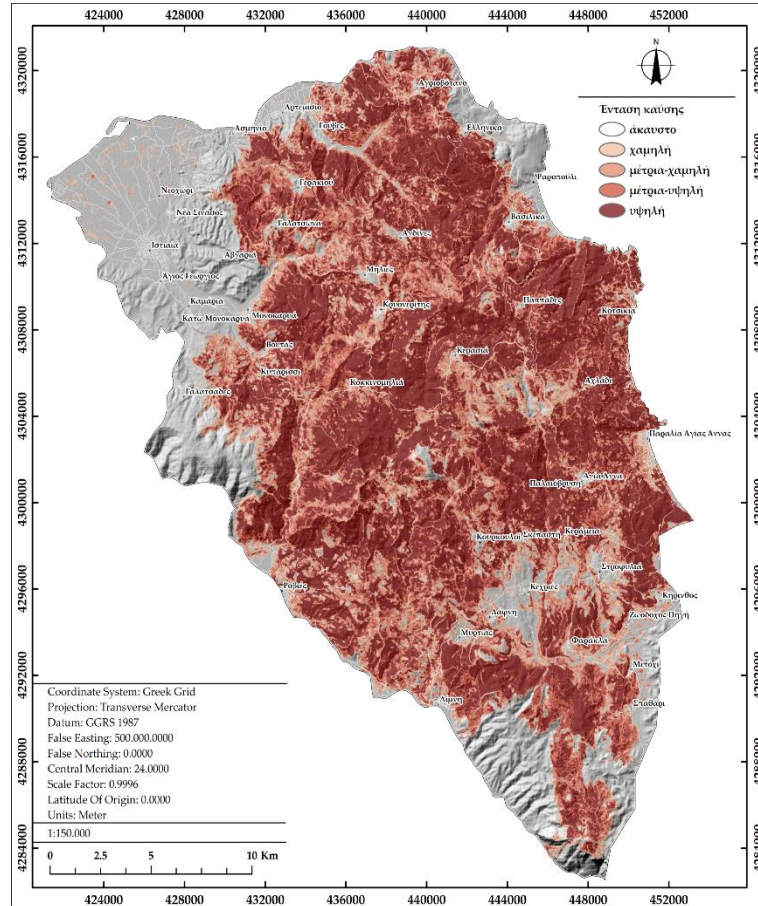
Ο δείκτης dNBR υπολογίστηκε μεταξύ των ημερομηνιών 03.08.2021 και 26.08.2021 με στόχο την εκτίμηση της έντασης καύσης της καμένης περιοχής. Στην συνέχεια υπολογίστηκε δεύτερη φορά μεταξύ των ημερομηνιών 26.08.2021 και 18.08.2022 με στόχο την εκτίμηση των περιοχών που παρουσιάζουν ενισχυμένη αναγέννηση. Η ταξινόμηση του δείκτη έγινε βάση του προτεινόμενου πίνακα της Γεωλογικής Υπηρεσία των Ηνωμένων Πολιτειών (USGS) όπως περιγράφεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Προτεινόμενο εύρος τιμών του USGS για την ταξινόμηση του dNBR.
Table 1. USGS ' proposed range of values for dNBR classification.

Severity Level	dNBR Range
Enhanced Regrowth, high (post-fire)	-0.500 to -0.251
Enhanced Regrowth, low (post-fire)	-0.250 to -0.101
Unburned	-0.100 to +0.099
Low Severity	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severity	+0.270 to +0.439
Moderate-high Severity	+0.440 to +0.659
High Severity	+0.660 to +1.300

Αποτελέσματα

Ο πρώτος στόχος της έρευνας είναι η εκτίμηση της έντασης καύσης στην πληγείσα περιοχή όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Χαρτογραφική απεικόνιση έντασης καύσης στην περιοχή μελέτης. Η κατηγορία άκαυστο απεικονίζεται χωρίς χρώμα για την καλύτερη απεικόνιση των υπόλοιπων κατηγοριών.

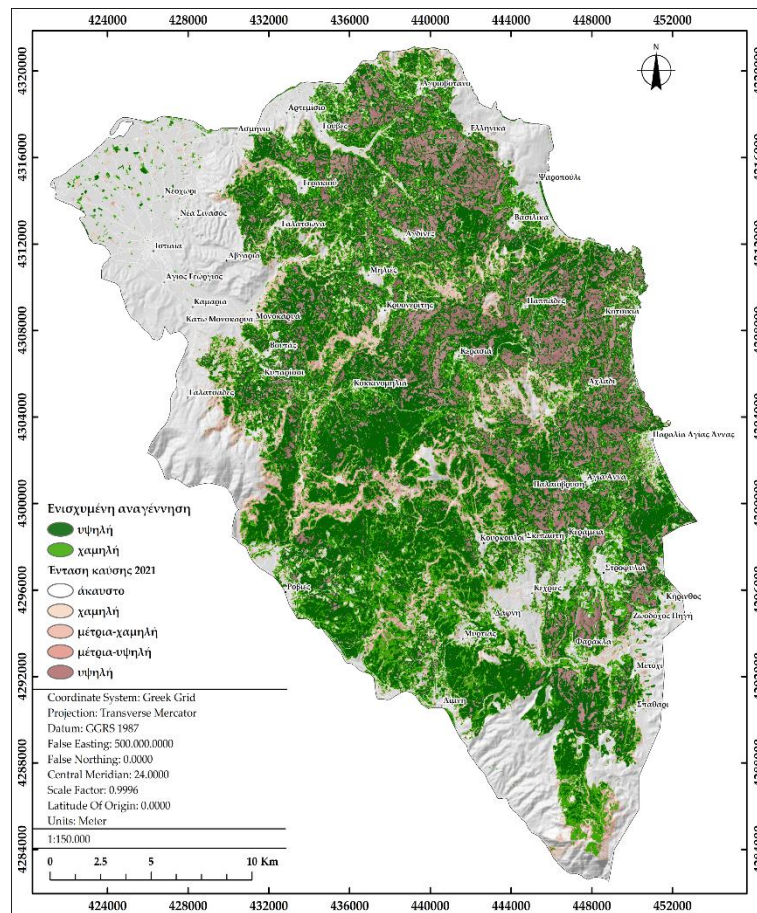
Figure 2. Mapping of combustion intensity in the study area. The non-combustible category is depicted without color to better illustrate the remaining categories.

Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν το μεγάλο εύρος της πυρκαγιάς και την έντονη δριμύτητα που την χαρακτηρίζει. Η ποσοτική εικόνα της έντασης καύσης της καμένης περιοχής όπως περιγράφεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Εκτάσεις καμένης γης ανά κατηγορία δριμύτητας.
Table 3. Areas of scorched earth by severity category.

Κατηγορίες έντασης καύσης	Εύρος τιμών dNBR ανά κατηγορία	Έκταση ανά κατηγορία
Ταξινόμηση βάση Πίνακα 2.2.	dNBR	03/08/2021 – 26/08/2021 (km ²)
Άκαυστο	-0.100 / 0.099	160.051
Χαμηλή	0.1 / 0.269	58.868
Μέτρια - Χαμηλή	0.27 / 0.439	81.715
Μέτρια - Υψηλή	0.44 / 0.659	111.995
Υψηλή	0.66 / 1.30	259.422

Ο δεύτερος στόχος της έρευνας είναι η εκτίμηση των περιοχών που παρουσιάζουν ενισχυμένη αναγέννηση ένα χρόνο μετά το γεγονός όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Χαρτογραφική απεικόνιση περιοχών με ενισχυμένη αναγέννηση βλάστησης.
Figure 3. Mapping of areas with enhanced vegetation regeneration.

Βάση των αποτελεσμάτων παρατηρείται αξιόλογη αύξηση και χωρική διασπορά της ενισχυμένης αναγέννησης στην καμένη περιοχή με την πάροδο ενός έτους. Ο Πίνακας 4 περιγράφει τα ποσοτικά αποτελέσματα αυτών των περιοχών.

Πίνακας 4. Εκτάσεις καμένης γης που παρουσιάζουν ενισχυμένη αναγέννηση βλάστησης.
Table 4. Areas of scorched earth showing enhanced vegetation regeneration.

Ενισχυμένη αναγέννηση	Εύρος τιμών dNBR ανά κατηγορία	Έκταση ανά κατηγορία
Ταξινόμηση βάση Πίνακα 2.2.	dNBR	26.08.2021 – 18/08/2022 (km ²)

Υψηλή	-0.50 / -0.251	212.85
Χαμηλή	-0.250 / -0.101	109.39
Σύνολο		322.24

Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων

Για την επικύρωση του αποτελέσματος της ενισχυμένης αναγέννησης συλλέχθηκε δείγμα σημείων από δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης της πλατφόρμας Google Earth Pro η οποία προσφέρει ανανεωμένες εικόνες της ίδιας περιοχής περίπου ανά 3 μήνες. Το δείγμα αφορά 100 σημεία από τα οποία τα μισά μετά την πυρκαγιά αποτελούσαν γυμνό έδαφος και κατά τον Αύγουστο του 2022 παρουσιάζουν κάλυψη βλάστησης και τα υπόλοιπα παραμένουν γυμνό έδαφος. Η επικύρωση όπως περιγράφεται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Πίνακας εκτίμησης ακρίβειας.
Table 5. Accuracy rating table.

	Αναγέννηση	Καμένα	Δείγμα
Αναγέννηση	43	7	50
Καμένα	4	46	50
Σύνολο	46	54	100

Βάση του πίνακα ακρίβειας υπολογίστηκε ο συντελεστής Cohen's Kappa (κ). Αφορά ένα στατιστικό μέτρο που αξιολογεί την συσχέτιση μεταξύ δύο δειγμάτων και μετράτε από το -1 έως το 1. Ο τύπος (3) περιγράφει τον υπολογισμό του συντελεστή και την αξιολόγηση της επικύρωσης των αποτελεσμάτων.

$$\kappa = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 0.78 = 78\% \quad (3)$$

Όπου P_0 το ποσοστό συμφωνίας μεταξύ των τιμών και P_e το αναμενόμενο ποσοστό συμφωνίας που θα συνέβαινε με τυχαίο τρόπο.

Ο συντελεστής κ αναδεικνύει μια ουσιαστική συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων και του δείγματος η οποία τείνει στην απόλυτη συμφωνία. Με άλλα λόγια, τα αποτελέσματα της έρευνας χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η μελέτη αυτή αξιολόγησε τη διαφορά κανονικοποιημένης αναλογίας καύσης στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας χρησιμοποιώντας εικόνες Sentinel-2. Ο δείκτης dNBR κατέγραψε τη μεταβλητότητα της καύσης από μηδενική έως πολύ υψηλή δριμύτητα καθιστώντας πιο εύκολη τη διαδικασία του υπολογισμού της συνολικής έκτασης ανά κατηγορία.

Η πυρκαγιά τον Αύγουστο του 2021 στη Β. Εύβοια, είχε ιδιαίτερα υψηλή δριμύτητα καύσης σε περίπου 372.000 στρέμματα. Η μεθοδολογία, με τη χρήση πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων Sentinel-2, χαρτογραφεί 260.000 και 112.000 στρέμματα καμένων εκτάσεων, στην υψηλή και στη μέτρια-υψηλή κατηγορία έντασης καύσης αντίστοιχα.

Αναφορικά με την αναγέννηση των καμένων εκτάσεων τα αποτελέσματα είναι αρκετά ενθαρρυντικά. Περίπου 213.000 και 109.000 στρέμματα παρουσιάζουν υψηλή και χαμηλή αναγέννηση αντίστοιχα. Συνολικά 322.000 στρέμματα εμφανίζουν σημάδι ανάκαμψης του οικοσυστήματος.

Για την εκτίμηση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν δείγματα από δορυφορικές εικόνες υψηλής ακρίβειας αντίστοιχων χρονικών περιόδων (Αύγουστος 2021 & 2022). Ο πίνακας σφάλματος που δημιουργήθηκε επέτρεψε τον υπολογισμό του στατιστικού δείκτη συνάφειας Κάππα (Kappa coefficient). Η υψηλή τιμή, 78%, δηλώνει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που προέκυψαν σχετικά με την αναγέννηση της βλάστησης ένα έτος μετά την πυρκαγιά.

Γενικά διαπιστώνεται ότι η μεθοδολογική διαδικασία που ακολουθήθηκε στην εργασία είναι εύχρηστη, αποτελεσματική και αξιόπιστη. Ειδικότερα, η χρήση εργαλείων ανάλυσης γεωχωρικών δεδομένων, όπως η διαδικτυακή πλατφόρμα Google Earth Engine (GEE) επιτρέπει την εξαγωγή

γρήγορων αποτελεσμάτων σχεδόν σε οποιαδήποτε περιοχή του πλανήτη. Διαπιστώνεται ότι η άμεση χαρτογράφηση και η παρακολούθηση της δριμύτητας καμένων εκτάσεων, με την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας θα μπορούσε να αποτελέσει βασικό εργαλείο λήψης απόφασης.

Μελλοντικά, η εργασία θα μπορούσε να εμπλουτιστεί και με άλλους δείκτες, όπως ο δείκτης βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index), για την παρακολούθηση ανάπτυξης της βλάστησης ανά μήνα και εποχή.

Abstract

Mediterranean ecosystems are considered particularly prone to forest fires. Recent climate change has contributed to their deterioration. New techniques and tools, such as satellite remote sensing, are being used to assess impacts and monitor affected ecosystems over time. This study is focused on mapping the burned areas in northern Evia (Greece), after the 03 August 2021 fire. Monitoring of burned areas was carried out using satellite multispectral imagery and remote sensing applications. The normalized burn ratio index (NBRI) and the differenced normalized burn ratio (dNBR), have been implemented in the study area. The burned area was classified into seven categories based on the percentage of burn severity suffered by each one. The index was applied both immediately after the fire and one year later (August 2022) to monitor changes in the ecosystems within the study area. The first findings are encouraging, with a total of 322,000 str emmas of burnt areas showing regeneration of natural vegetation.

Βιβλιογραφία

Alcaras, E., Costantino, D., Guastafarro, F., Parente, C., Pepe, M., 2022. Normalized burn ratio plus (NBR+): A new index for sentinel-2 imagery, *Remote Sensing*, 14(7), p. 1727. doi:10.3390/rs14071727.

Benson, N.C., Caratti, J.F., Gangi, L.J., Keane, R.E., Key, C.H., Lutes, D.C., Sutherland, S., 2006. Firemon: Fire effects monitoring and inventory system [Preprint]. doi:10.2737/rmrs-gtr-164.

Chanussot, J., Hasanlou, M. and Seydi, S.T., 2022. Burnt-net: Wildfire burned area mapping with single post-fire sentinel-2 data and Deep Learning Morphological Neural Network, *Ecological Indicators*, 140, p. 108999. doi:10.1016/j.ecolind.2022.108999.

Combee, A., Delcourt, C.J., Izbicki, B., Mack, M.C., Maximov, T., Petrov, R., Rogers, B.M., Scholten, R.C., Shestakova, T.A., van Wees, D., κ.α., 2021. Evaluating the differenced normalized burn ratio for assessing fire severity using sentinel-2 imagery in northeast siberian larch forests, *Remote Sensing*, 13(12), p. 2311. doi:10.3390/rs13122311.

Copernicus Open Access Hub, 2018. viewed 21 May 2023.

Corine Land Cover, 2023. CLC 2018, viewed 19 May 2023.

Filipponi, F., 2018. Bais2: Burned area index for sentinel-2', *The 2nd International Electronic Conference on Remote Sensing*, 2(7). doi:10.3390/ecrs-2-05177.

Garbarino, M., Lingua, E., Marzano, R., Morresi, D., Motta, R., 2022. Mapping burn severity in the western Italian Alps through phenologically coherent reflectance composites derived from sentinel-2 imagery, *Remote Sensing of Environment*, 269, p. 112800. doi:10.1016/j.rse.2021.112800.

Harvey, B.J., Howe, A.A., Lutz, J.A., Parks, S.A., Saberi, S.J., Yocom, L.L., 2022. Comparing sentinel-2 and Landsat 8 for burn severity mapping in western North America, *Remote Sensing*, 14(20), p. 5249. doi:10.3390/rs14205249.

Kavhu, B., Mpakairi, K.S. and Ndaimani, H. 2020. Exploring the utility of sentinel-2 MSI derived spectral indices in mapping burned areas in different land-cover types, *Scientific African*, 10. doi:10.1016/j.sciaf.2020.e00565.

Khoirunisa, R. and Mucsi, L., 2021. Burned region analysis using Normalized Burn Ratio Index (NBRI) in 2019 forest fires in Indonesia (case study :Pinggir-Mandau District, Bengkalis, Riau), *Geographica: Science and Education Journal*, 2(1), pp. 1–9. doi:10.31327/gsej.v2i1.1293.

Kotaridis, I. and Lazaridou, M., 2023. Integrating image segmentation in the delineation of burned areas on sentinel-2 and Landsat 8 Data, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 30, p. 100944. doi:10.1016/j.rsase.2023.100944.

Kovács, K.D., 2019. Evaluation of burned areas with sentinel-2 using snap: The case of Kineta and Mati, Greece, July 2018', *Geographia Technica*, 14(2), pp. 21–38. doi:10.21163/gt_2019.142.03.

Loboda, T., Hasan, I., Hassan, M.M., Southworth, J., 2022. Mapping fire-impacted refugee camps using the integration of field data and remote sensing approaches, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 115, p. 103120. doi:10.1016/j.jag.2022.103120.

Meneses, B.M. 2021. Vegetation recovery patterns in burned areas assessed with landsat 8 OLI imagery and environmental biophysical data. *Fire*, 4, p.76.

Time and date, Past weather in Central Greece and Euboea, Greece - August 2021. Weather in August 2021 in Central Greece and Euboea, Greece. Available at: <https://www.timeanddate.com/weather/@253191/historic?month=8&year=2021> (Accessed: 17 May 2023).

Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011. Απογραφή πληθυσμού- κατοίκων 2011, (Ημερομηνία προσπέλασης: 17 Μαΐου 2023)

Παρασκευόπουλος, Σ., 2020. Εισαγωγή στην οικολογία και στις περιβαλλοντικές επιστήμες . Εκδόσεις Δίσιγμα.

Σκριμιζέας Π., 2023. Η πρόγνωση για το καλοκαίρι του 2021, Διαθέσιμο: http://www.emy.gr/emy/el/climatology/seasonal_summer_2021, (Ημερομηνία προσπέλασης: 18 Μαΐου 2023).

ΥΛΗ-Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος, 2021. Αποτίμηση αποτελεσμάτων της πυρκαγιάς στην Β. Εύβοια, Διαθέσιμο: <https://forest.gr/nea/etairika-nea/apotimisi-apotelesmaton-tis-pyrkagias-stin-v-envoia/>, (Ημερομηνία προσπέλασης: 19 Μαΐου 2023)

Ψυχογιός Ι., 2021. Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων απο διαχρονικά δορυφορικά δεδομένα Sentinel-2 στο περιβάλλον του Google Earth Engine, thesis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Θεματική Ενότητα: Δασική Διαχειριστική

**ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΥΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΕΥΒΟΙΑ ΜΕ ΤΟ ΝΕΟΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ
FIREURISK**

**Σισμάνης, Μιχαήλ¹; Στεφανίδου, Αλεξάνδρα¹; Σταυρακούδης, Δημήτριος¹; Βαρελά,
Βασιλική¹; Γήτας, Ιωάννης¹**

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος,
Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, e-mail: msismanis@for.auth.gr ,
igitas@auth.gr

Περίληψη

Η δασική καύσιμη ύλη αποτελεί βασικό στοιχείο για τη πρόληψη και μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των πυρκαγιών και η ακριβής χαρτογράφησή της κρίνεται όλο και πιο κρίσιμη, λόγω της αυξημένης πίεσης που ασκείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η εργασία που παρουσιάζεται αποσκοπεί στη χαρτογράφιση των τύπων καύσιμης ύλης σε τοπική κλίμακα με τη χρήση ενός νέου συστήματος ταξινόμησης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου FirEUrisk. Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκαν οι περιφέρειες Αττικής και Εύβοιας. Δημιουργήθηκαν συνολικά δύο χάρτες τύπων καυσίμων για τα έτη 2020 και 2022. Η μεθοδολογία που προτείνεται βασίζεται στη χρήση μιας χρονοσειράς πολυφασματικών δορυφορικών δεδομένων Sentinel-2 και στη χρήση αλγορίθμων επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Στα αρχικά αποτελέσματα της ταξινόμησης ενσωματώνονται διάφορα επίπεδα πληροφοριών από υποστηρικτικά χαρτογραφικά δεδομένα και δημιουργούνται οι τελικοί χάρτες ταξινόμησης της καύσιμης ύλης. Τα αποτελέσματα της έρευνας επικυρώθηκαν για το έτος 2020 με την χρήση των σημείων της έρευνας Land Use and Cover Survey (LUCAS) 2018 παρουσιάζοντας υποσχόμενα αποτελέσματα. Η προτεινόμενη μεθοδολογία επιβεβαιώνεται πως παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής ακριβών και προσαρμόσιμων χαρτών καύσιμης ύλης για τα σύνθετα οικοσυστήματα της Μεσογείου με τη χρήση ακολουθώντας ένα νέο σύστημα ταξινόμησης.

Λέξεις κλειδιά: τύποι καυσίμων, μοντελοποίηση δασικών πυρκαγιών, χαρτογράφιση καυσίμων

Εισαγωγή

Οι τύποι καύσιμης ύλης είναι ομάδες βλάστησης που μοιράζονται κοινά χαρακτηριστικά και παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά στη φωτιά (Arroyo κ.α. 2008). Έχουν προταθεί διάφορα συστήματα ταξινόμησης για την καλύτερη περιγραφή αυτών των ομάδων βλάστησης σε διάφορα οικοσυστήματα (Magino κ.α. 2008). Ωστόσο, η χαρτογράφιση της καύσιμης ύλης αποτελεί ένα πολύπλοκο πρόβλημα, καθώς απαιτούνται διαφορετικά επίπεδα πληροφοριών όσον αφορά την κάλυψη, την κατανομή και το ύψος της βλάστησης. Μια από τις πιο συνηθισμένες προσεγγίσεις για τη χαρτογράφιση αυτών των παραμέτρων είναι η εξαγωγή τους από τις κατηγορίες βλάστησης με την ενσωμάτωση πληροφοριών ύψους ή πυκνότητας (Riano κ.α. 2010).

Για τη δημιουργία χαρτών καύσιμης ύλης έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι πολυφασματικοί δορυφορικοί αισθητήρες, όπως οι Landsat TM (Riano κ.α. 2010), Landsat-8 OLI (Alonso-Benito κ.α. 2016), Sentinel-2 (Stefanidou κ.α. 2022) και Sentinel-3 (Aragonesse κ.α. 2021). Ενώ παρουσιάζουν ακριβή αποτελέσματα, οι παθητικοί αισθητήρες δεν είναι σε θέση να δουν τις λεπτομέρειες της βλάστησης κάτω από το θόλο. Η ανάγκη για ακριβέστερη χαρτογράφιση προώθησε τη χρήση άλλων ενεργών αισθητήρων που μπορούν να διακρίνουν την ανίχνευση του ύψους της βλάστησης, όπως LiDAR (Stavros κ.α. 2018), SAR (Saatchi 2007), καθώς και το συνδυασμό τους με παθητικούς αισθητήρες. (Mutlu κ.α. 2008).

Το κύριο πλεονέκτημα που προσφέρουν οι πολυφασματικοί δορυφορικοί αισθητήρες είναι ότι παρέχουν μια οικονομικά αποδοτική λύση για τη χαρτογράφιση της καύσιμης ύλης με ακρίβεια.

Επιπλέον προσφέρουν σημαντική χωρική και χρονική κάλυψη, γεγονός που επιτρέπει την χαρτογράφηση μεγαλύτερων γεωγραφικών εκτάσεων (Perez κ.α. 2008). Ορισμένες από τις πιο συνηθισμένες τεχνικές όσον αφορά την ταξινόμηση των τύπων καύσιμης ύλης περιλαμβάνουν αλγόριθμους ταξινόμησης, όπως οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης και τυχαίου δάσους, ταξινόμηση χωρίς επίβλεψη και ανάλυση εικόνας βάσει αντικειμένων (Atrogo κ.α. 2006).

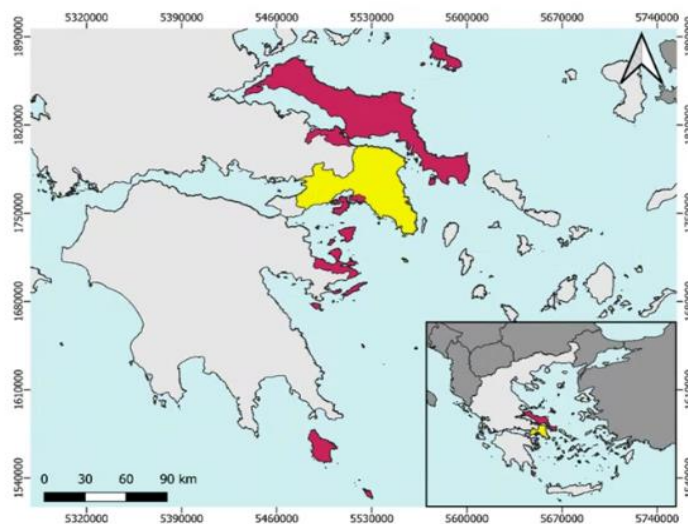
Οι δράσεις πρόληψης και διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών θα μπορούσαν να επωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από ακριβείς και επικαιροποιήσιμους χάρτες τύπων καύσιμης ύλης. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει τις δυνατότητες δημιουργίας ενός χάρτη τύπων καύσιμης ύλης σε περιφερειακή κλίμακα με βάση ένα νέο σύστημα ταξινόμησης, χρησιμοποιώντας μεθόδους επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Για την παραγωγή των χαρτών χρησιμοποιήθηκαν χρονοσειρές πολυφασματικών δεδομένων Sentinel-2, καθώς και πληροφορίες που προέρχονται από επίσημους θεματικούς χάρτες.

Με την χρήση της προτεινόμενης μεθοδολογία καθίσταται δυνατή η δημιουργία επικαιροποιήσιμων χαρτών καύσιμης ύλης σε περιφερειακή κλίμακα με αποτελέσματα που παρουσιάζουν υποσχόμενη ακρίβεια.

Υλικά και Μέθοδοι

A. Περιοχή μελέτης

Η μελέτη διεξήχθη στην περιοχή στην Περιφέρεια Αττικής και στην Περιφερειακή Ενότητα Ευβοίας, μια έκταση περίπου 8.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων (σχήμα 1). Σε αυτές τις περιοχές υπήρξαν πολύ σημαντικά περιστατικά δασικών πυρκαγιών τα έτη 2021 (Αττική και Β.Εύβοια) και 2022 (Αν.Αττική), επηρεάζοντας σημαντικά την δασική βλάστηση. Η μελέτη αφορά τα έτη 2020 και 2022 ώστε να συμπεριλάβει την χαρτογράφηση πριν και μετά τις πυρκαγιές. Το τοπίο της περιοχής μελέτης παρουσιάζει ένα σύνθετο μωσαϊκό διαφορετικών ειδών βλάστησης με κυρίαρχα τα κωνοφόρα δέντρα, τους θάμνους και γεωργικά είδη. Το κλίμα είναι τυπικό μεσογειακό, με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, βροχερούς χειμώνες.



Σχήμα 1. Περιοχή μελέτης
Figure 1. Study Area

B. Δορυφορικές εικόνες

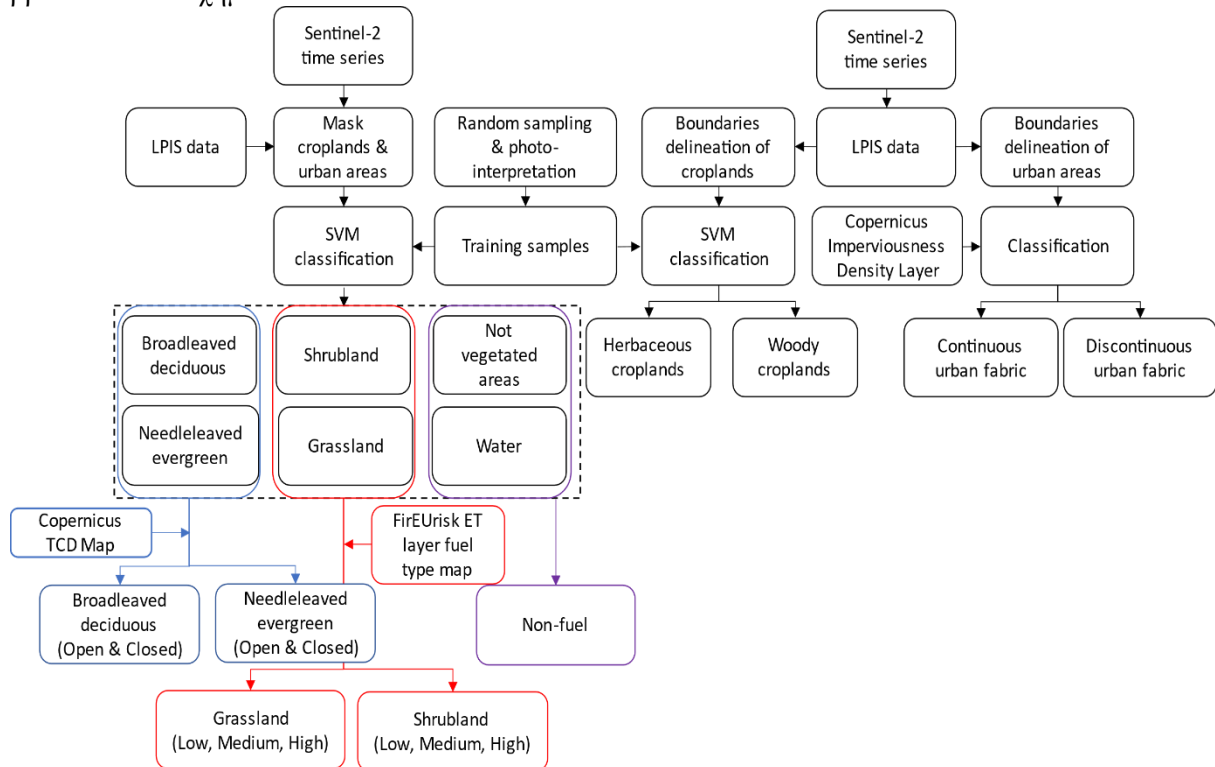
Η προτεινόμενη μεθοδολογία βασίζεται σε χρονοσειρές πολυφασματικών εικόνων Sentinel-2 για την πραγματοποίηση της χαρτογράφησης για τα δύο έτη ενδιαφέροντος, συγκεκριμένα το 2020 και το 2022. Επιλέχθηκαν έξι ημερομηνίες Sentinel-2 για κάθε έτος, με βάση την ελάχιστη νεφοκάλυψη. Χρησιμοποιήθηκαν επτά πολυφασματικά κανάλια, και συγκεκριμένα τα B02 (Μπλε), B03 (Πράσινο), B04 (Κόκκινο), B06 (Εγγύς Υπέρυθρο), B8A (Εγγύς Υπέρυθρο), B11 (Μέσο Υπέρυθρο 1) και B12 (Μέσο Υπέρυθρο 2) σε χωρική ανάλυση 20m.

Γ. Τύποι καυσίμων

Η εργασία ακολούθησε ένα νέο προτεινόμενο σύστημα ταξινόμησης τύπων καύσιμης ύλης, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου Fir EUrisk και είναι προσαρμοσμένο στις ευρωπαϊκές συνθήκες, τόσο για τις επιφανειακές πυρκαγιές όσο και για τις πυρκαγιές κόμης. Μπορεί να εφαρμοστεί σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες και αναλύσεις και μπορεί εύκολα να μεταφραστεί σε μοντέλα καύσιμης ύλης, και πιο συγκεκριμένα στο σύστημα 40 Scott and Burgan Fire Behavior Fuel Model (FBFM40) (Scott & Burgan 2005). Το σύστημα ταξινόμησης που προτείνεται ακολουθεί μια ιεραρχική προσέγγιση για τη διάκριση των καυσίμων σε διαφορετικές κατηγορίες, που συνδέονται άμεσα με τον τύπο κάλυψης γης στον οποίο αντιστοιχούν. Οι κύριοι τύποι καύσιμης ύλης που ορίζονται είναι τα Δάση, οι Θαμνώνες, οι Χορτολιβαδικές Εκτάσεις, οι Καλλιεργήσιμες Εκτάσεις, οι Αστικές Περιοχές και η Μη Καύσιμη Ύλη. Τα δάση διακρίνονται περαιτέρω με βάση τον τύπο των φύλλων τους και τη φαινολογία τους σε Πλατύφυλλα Φυλλοβόλα, Πλατύφυλλα Αειθαλή, Κωνοφόρα Φυλλοβόλα και Κωνοφόρα Αειθαλή. Η περιοχή μελέτης στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας δεν περιλαμβάνει τα πλατύφυλλα αειθαλή και κωνοφόρα φυλλοβόλα και κατά συνέπεια εξαιρέθηκαν από τη διαδικασία ταξινόμησης. Οι Καλλιεργούμενες Εκτάσεις χωρίζονται σε Αγροστώδεις και Δενδρώδεις Καλλιέργειες, ενώ οι Αστικές Περιοχές διαχωρίζονται σε Συνεχής Αστικός Ιστός και Ασυνεχής Αστικός Ιστός. Η Μη καύσιμη Ύλη διακρίνεται σε Υδάτινες Επιφάνειες και Περιοχές χωρίς Βλάστηση. Οι τελικές κατηγορίες τύπων καύσιμης ύλης προκύπτουν με την ενσωμάτωση του ύψους ή/και της πυκνότητας της βλάστησης.

Δ. Μεθοδολογία χαρτογράφησης

Το κύριο κομμάτι της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η παραγωγή ενός χάρτη γενικών τύπων βλάστησης και αστικών περιοχών, με τη χρήση μεθόδων επιβλεπόμενης ταξινόμησης και επίσημους θεματικούς χάρτες. Στη συνέχεια, ο παραγόμενος χάρτης βελτιώνεται περαιτέρω με την ενσωμάτωση πληροφοριών ύψους και πυκνότητας από επίσημες πηγές για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος ταξινόμησης της περιοχής μελέτης σε κλάσεις τύπων καύσιμης ύλης. Το διάγραμμα ροής με το σχήμα ταξινόμησης που ακολουθήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας βρίσκεται στο σχήμα 2.



Σχήμα 2. Διάγραμμα ροής για την δημιουργία του χάρτη τύπου καυσίμων
 Figure 2. General flowchart of the employed fuel type mapping methodology

Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας είναι η οριοθέτηση των ορίων των Καλλιεργήσιμων Εκτάσεων και των Αστικών Περιοχών χρησιμοποιώντας τα επίσημα εθνικά όρια του προϊόντος

Land Parcel Identification System (LPIS) 2018, το οποίο περιλαμβάνει όλες τις γεωχωρικές πληροφορίες για τις αγροτικές εκτάσεις, αστικές περιοχές και τεχνητές περιοχές. Εντός των ορίων των Καλλιεργήσιμων Εκτάσεων η ταξινόμηση ανάμεσα σε Αγροστώδεις και Ξυλώδεις καλλιέργειες γίνεται με χρήση ενός ταξινομητή μηχανής υποστήριξης διανύσματος (SVM) χρησιμοποιώντας τα δείγματα εκπαίδευσης για αυτές τις κλάσεις. Για την ταξινόμηση των Αστικών περιοχών σε Συνεχής Αστικός Ιστός και Ασυνεχής Αστικός Ιστός γίνεται με χρήση του προϊόντος Copernicus Imperviousness Density. Για τις υπόλοιπες περιοχές, εκτός των αγροτικών και αστικών ορίων, εκπαιδεύτηκε ένας επιπλέον ταξινομητής SVM για το διαχωρισμό των εκτάσεων σε Πλατύφυλλα φυλλοβόλα, Κωνοφόρα Αειθαλή, Θαμνώνες, Χορτολιβαδικές Εκτάσεις, Υδάτινες Επιφάνειες και Περιοχές χωρίς Βλάστηση.

Για την εκπαίδευση των δύο ταξινομητών SVM χρησιμοποιήθηκαν μια σειρά σημείων που παρήχθησαν μέσω στρωματοποιημένης τυχαίας δειγματοληψίας χρησιμοποιώντας το χάρτη κάλυψης γης Corine Land Cover (CLC) 2018 και τα αγροτικά όρια του LPIS 2018. Όλα τα σημεία εκπαίδευσης φωτοερμηνεύτηκαν από ειδικούς και τοποθετήθηκαν στην κατάλληλη κλάση.

Για την βελτίωση και παραγωγή των τελικών προϊόντων χαρτογράφησης καύσιμης ύλης χρησιμοποιήθηκαν επίσημα χαρτογραφικά προϊόντα που είναι ελεύθερα διαθέσιμα. Κατά τη διάρκεια της αντιτυπικής περιόδου 2021 σημειώθηκαν στην Αττική πυρκαγιές σημαντικής έντασης, οι οποίες δημιούργησαν σημαντικό αριθμό καμένων εκτάσεων που έπρεπε να ληφθούν υπόψη στη χαρτογράφηση των τύπων καύσιμης ύλης για το 2022. Οι επίσημοι χάρτες καμένων εκτάσεων ενσωματώθηκαν στη μεθοδολογία χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται από την υπηρεσία Operational Burned Area Mapping (NOFFi-OBAM), η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου του Εθνικού Παρατηρητηρίου Δασικών Πυρκαγιών (NOFFi) (Tomproulidou κ.α. 2016).

Ο τελικός χάρτης τύπων καύσιμης ύλης δημιουργείται με την ενσωμάτωση των πληροφοριών ύψους για τους Θαμνώνες και τις Χορτολιβαδικές εκτάσεις και με την ενσωμάτωση της πυκνότητας της κάλυψης για τις κλάσεις δασών. Το ύψος των Θαμνότοπων και των Χορτολιβαδικών περιοχών εξήχθη από τον χάρτη τύπου καύσιμης ύλης FirEUrisk European Territory (ET) (Aragoneses κ.α. 2022). Ο χάρτης αυτός είναι ένας επίσημος θεματικός χάρτης που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του έργου FirEUrisk, ο οποίος παρέχει μια ταξινόμηση τύπου καύσιμης ύλης για την Ευρώπη σε χωρική ανάλυση ενός χιλιομέτρου, ενσωματώνοντας πληροφορίες ύψους για διάφορες κατηγορίες βλάστησης. Τέλος, οι δασικές εκτάσεις χωρίστηκαν περαιτέρω σε διακριτές κατηγορίες πυκνότητας, δηλαδή ανοικτές και κλειστές, χρησιμοποιώντας την πυκνότητα κάλυψης δέντρων (Tree Cover Density - TCD) του Copernicus. Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της ακρίβειας των προϊόντων χαρτογράφησης όσον αφορά τις κύριες κατηγορίες τύπων καύσιμης ύλης με τη χρήση του συνόλου δεδομένων της Eurostat για το έτος 2020 Land Use and Land Cover Survey (LUCAS 2018).

Επίσης έγινε ταυτοποίηση των τύπων καυσίμων με λεπτομερή καταγραφή δεδομένων στο πεδίο μετά από επιλογή θέσεων για επίσκεψη και συλλογή στοιχείων και φωτογραφιών για τις δύο περιοχές.

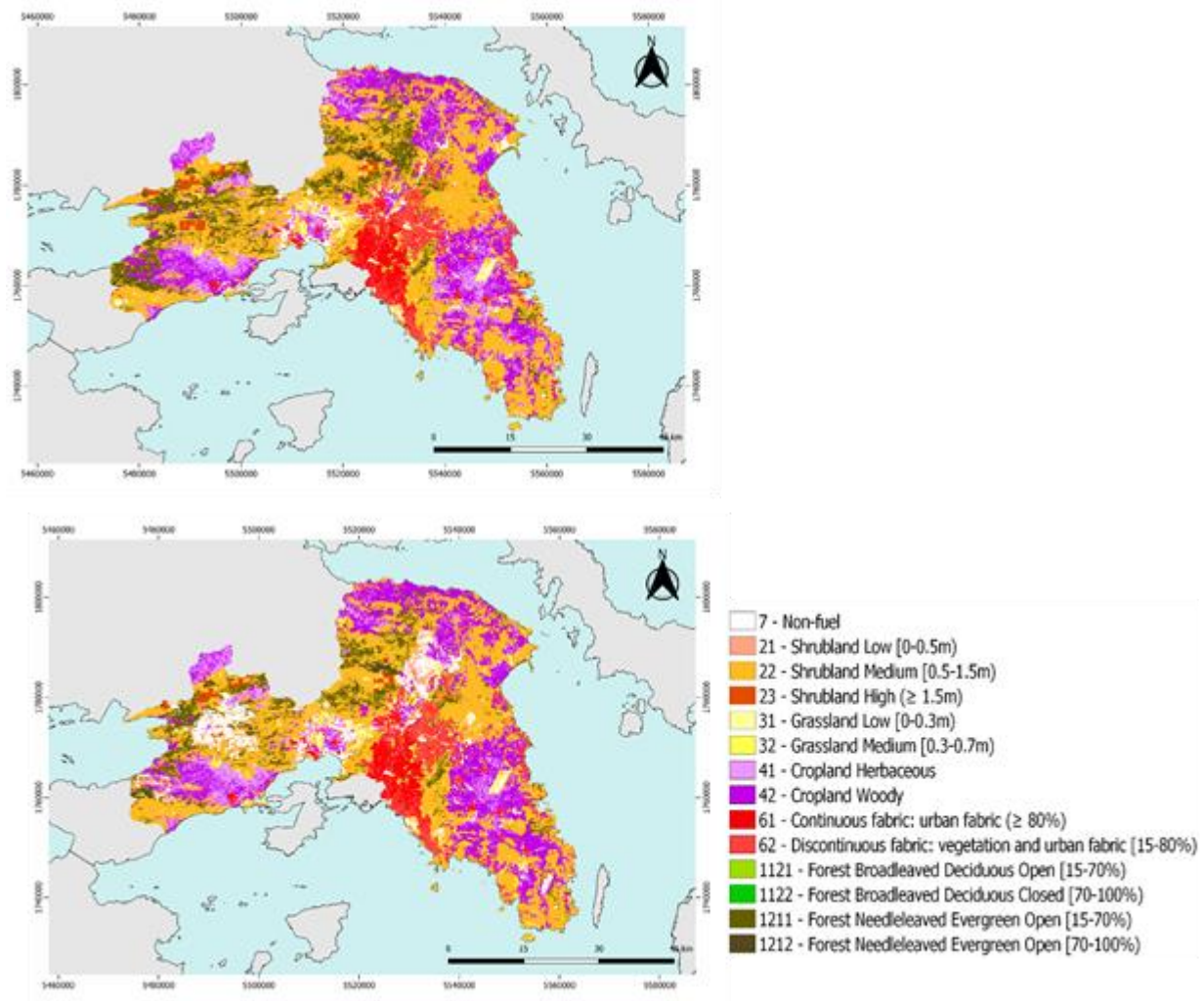
Αποτελέσματα

Η αξιολόγηση της ακρίβειας των παραγόμενων χαρτών εξέτασε μόνο τις κύριες κατηγορίες τύπων καυσίμων, δηλαδή το πρώτο επίπεδο του ιεραρχικού συστήματος ταξινόμησης. Πιο συγκεκριμένα, οι *Καλλιεργήσιμες Εκτάσεις* και οι *Αστικές Περιοχές* θεωρήθηκαν ως ενιαίες κλάσεις (που περιλαμβάνουν τόσο τις Αγροστώδεις και Ξυλώδεις καλλιέργειες στην πρώτη περίπτωση και τις Συνεχείς Αστικές Περιοχές και Ασυνεχείς Αστικές Περιοχές στη δεύτερη).

Οι τελικοί χάρτες τύπων καύσιμης ύλης δημιουργούνται με την εφαρμογή ενός χωρικού φίλτρου Sieve για την απομάκρυνση θορύβου και για την επιβολή μιας ελάχιστης χαρτογραφικής μονάδας (MMU). Η MMU ορίστηκε σε 1 εκτάριο βάσει των διεθνών προτύπων για την χαρτογράφηση καύσιμης ύλης σε τοπική κλίμακα, που προτάθηκαν στα πλαίσια του FirEUrisk. Ο τελικός χάρτης τύπων καύσιμης ύλης για την Αττική και για τα δύο έτη φαίνεται στο σχήμα 3.

Συνολικά, η χαρτογράφηση των τύπων καυσίμων με τη χρήση χρονοσειρών πολυφασματικών δεδομένων Sentinel-2, σε συνδυασμό με τους διαθέσιμους θεματικούς χάρτες, παράγει αξιόπιστα και πολύ υποσχόμενα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επικύρωση των χαρτών με τη χρήση των σημείων LUCAS που είναι διαθέσιμα στην Αττική και την Εύβοια

υποδεικνύουν την δυνατότητα χαρτογράφησης της καύσιμης ύλης με την προτεινόμενη μεθοδολογία και αλγορίθμους επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Άλλες εργασίες έχουν παρουσιάσει παρόμοια αποτελέσματα κατά τη χαρτογράφηση τύπων καυσίμων σε κλίμακα περιφέρειας με τη χρήση δεδομένων Sentinel-2 (Riano κ.α. 2002) .



Σχήμα 3. Χαρτες τύπων καυσίμων των ετών 2020 (α) και 2022 (β) για την περιοχή της Αττικής
Figure 3. Fuel type maps for Attika for the years 2020 (a) and 2022 (b)

Ο τύπος καυσίμου *Κωνοφόρα Αειθαλή* διακρίνεται με μεγάλη ακρίβεια. Ωστόσο, παρατηρείται μια αρκετά μεγάλη επιμιξία με την κλάση *Θαμνότοποι* και πολλά δείγματα ταξινομούνται εσφαλμένα, οδηγώντας σε μείωση των αντίστοιχων μετρικών ακρίβειας. Όσον αφορά τις *Καλλιεργούμενες εκτάσεις* και τις *Αστικές Περιοχές*, η προτεινόμενη μεθοδολογία για την υποβοήθηση της διαδικασίας ταξινόμησης με την ενσωμάτωση πληροφοριών από θεματικούς χάρτες φαίνεται να ενισχύει σημαντικά την ικανότητα επιτυχούς ανίχνευσης τους. Κατά της επαλήθευση των αποτελεσμάτων των κλάσεων αυτών μέσω των σημείων LUCAS παρατηρούνται τα καλύτερα αποτελέσματα ακρίβειας βάσει των μετρικών. Τέλος, η κλάση των *Χορτολιβαδικών Εκτάσεων* είναι η μόνη στην οποία παρατηρείται μια σημαντική μείωση της ακρίβειας επαλήθευσης, κάτω του 50%. Κατόπιν έρευνας, αυτό το σχετικά υψηλότερο σφάλμα λανθασμένης ταξινόμησης μπορεί να αποδοθεί στις φασματικές ομοιότητες που εμφανίζονται ανάμεσα στην κλάση αυτή και στην κλάση *Θαμνότοποι*, στον σχετικά μικρό αριθμό δειγμάτων εκπαίδευσης και στον σημαντικά μικροτερο αριθμό σημείων επαλήθευσης LUCAS, σε σχέση με τις άλλες κλασεις. Όλοι αυτοί οι παράγοντες σύνδραμαν στην μείωση του ποσοστού ακρίβειας της ταξινόμησης και θα αντιμετωπιστούν σε μελλοντικές εκδόσεις των χαρτών.

Συζήτηση- Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στη δημιουργία χαρτών καύσιμης ύλης για τα έτη 2020 και 2022 με χρήση χρονοσειρών πολυφασματικών δεδομένων Sentinel-2 και αλγορίθμων επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Για την ταξινόμηση των καυσίμων χρησιμοποιήθηκε ένα καινούργιο σύστημα ταξινόμησης καυσίμων για τις περιοχές της Ευρώπης, που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου FIREURISK. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι ο συνδυασμός χρονοσειρών πολυφασματικών εικόνων Sentinel-2 με πολλαπλούς θεματικούς χάρτες οδηγεί στην δημιουργία αξιόπιστων και επικαιροποιημένων χαρτών τύπων καύσιμης ύλης σε ένα σύνθετο τυπικό μεσογειακό οικοσύστημα. Οι χάρτες καύσιμης ύλης που παρήχθησαν από την παρούσα εργασία για τις την περιοχή μελέτης μπορούν να αποτελέσουν το θεμελιώδες συστατικό σύγχρονων εργαλείων εκτίμησης επικινδυνότητας, προσομοίωσης εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών καθώς και των επιπτώσεων τους. Λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους περιορισμούς της προτεινόμενης μεθοδολογίας, στο μέλλον προτείνεται η δημιουργία περισσότερων σημείων εκπαίδευσης και μια πιο ολοκληρωμένη διαδικασία εξαγωγής δεδομένων επικύρωσης για όλες τις κλάσεις τύπων καύσιμης ύλης. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν εργασίες συλλογής δεδομένων πεδίου με σκοπό την περαιτέρω βελτίωση του τελικού προϊόντος.

Ευχαριστίες

Αυτή η έρευνα διεξήχθη στο πλαίσιο τού ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου FirEUrisk (<https://fireurisk.eu>). Το έργο έχει λάβει χρηματοδότηση από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας «Ορίζοντας 2020» της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στο πλαίσιο της Συμφωνίας Επιχορήγησης αριθ. 101003890.

Abstract

Forest fuels are a key element for preventing and modelling fire behaviour and their accurate mapping is becoming critical due to the increased pressure from human activities and the impacts of climate change. The work presented in this manuscript aims to map fuel types at a regional scale using a newly proposed classification system developed within the context of the European research project FirEUrisk. The regions of Attica and Evia were selected as the study area. Two fuel type maps were generated for the years 2020 and 2022. The proposed methodology utilizes a time series of multispectral Sentinel-2 data and supervised classification methods. The initial classification results are further refined with the integration of multiple layers of information derived from official thematic maps and the final fuel type maps are created. The results of the work were validated for the year 2020 using points from the Land Use and Cover Survey (LUCAS) 2018 demonstrating promising results. The proposed approach enables the production of accurate and adaptable fuel maps for the complex Mediterranean ecosystems using novel classification scheme.

Βιβλιογραφία

- Alonso-Benito, A., Hernandez-Leal, P. A., Arbelo, M., Gonzalez-Calvo, A., Moreno-Ruiz, J. A., and Garcia-Lazaro, J. R., 2016. "Satellite image based methods for fuels maps updating," presented at the SPIE Remote Sensing, Edinburgh, United Kingdom, Oct. 2016, p. 999821. doi: 10.1117/12.2241990.
- Aragoneses, E. and Chuvieco, E., 2021. Generation and Mapping of Fuel Types for Fire Risk Assessment, *Fire*, vol. 4, no. 3, p. 59, Sep. 2021, doi: 10.3390/fire4030059
- Arellano-Pérez S. κ.α., 2018. Potential of Sentinel-2A Data to Model Surface and Canopy Fuel Characteristics in Relation to Crown Fire Hazard, *Remote Sensing*, vol. 10, no. 10, p. 1645, Oct. 2018,
- Arroyo, L. A., Pascual, C., and Manzanera, J. A. 2008. Fire models and methods to map fuel types: The role of remote sensing, *Forest Ecology and Management*, vol. 256, no. 6, pp. 1239–1252, doi: 10.1016/j.foreco.2008.06.048.
- Marino, E., Ranz, P., Tomé, J. L., Noriega, M. Á., Esteban, J., and Madriga, J., 2016. Generation of high-resolution fuel model maps from discrete airborne laser scanner and Landsat-8 OLI: A low-cost and highly updated methodology for large areas, *Remote Sensing of Environment*, vol. 187, pp. 267–280, Dec. 2016

Mutlu, M., Popescu, S., Stripling, C., and Spencer, T., 2016. Mapping surface fuel models using lidar and multispectral data fusion for fire behavior, *Remote Sensing of Environment*, vol. 112, no. 1, pp. 274–285, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.rse.2007.05.005.

Riaño, D., Chuvieco, E., Salas, J., Palacios-Orueta, A., and Bastarrika, A., 2002. Generation of fuel type maps from Landsat TM images and ancillary data in Mediterranean ecosystems, *Can. J. For. Res.*, vol. 32, no. 8, pp. 1301–1315, Aug. 2002, doi: 10.1139/x02-052.

Saatchi, S., Halligan, K., Despain, D. G., and Crabtree, R. L., 2007. Estimation of Forest Fuel Load From Radar Remote Sensing, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 45, no. 6, pp. 1726–1740, doi: 10.1109/TGRS.2006.887002.

Scott, J. H. and Burgan, R. E., 2005. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2005. doi: 10.2737/rmrs-gtr-153.

Stavros, E. N. κ.α., 2018. Use of imaging spectroscopy and LIDAR to characterize fuels for fire behavior prediction, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, vol. 11, pp. 41–50, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.rsase.2018.04.010.

Stefanidou, A., Gitas, I. Z., and Katagis, T., 2022. A national fuel type mapping method improvement using sentinel-2 satellite data, *Geocarto International*, vol. 37, no. 4, pp. 1022–1042, Feb. 2022, doi: 10.1080/10106049.2020.1756460.

Tompoulidou, M., Stefanidou, A., Grigoriadis, D., Dragozi, E., Stavrakoudis, D., and Gitas, I. Z., 2016. The Greek National Observatory of Forest Fires (NOFFi), presented at the Fourth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment, Paphos, Cyprus, Aug. 2016, p. 96880N. Doi: 10.1117/12.2240560..1016/j.rse.2016.10.020.

Θεματική Ενότητα: Δασική Διαχειριστική

ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΥΣΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΟΥ 2021 ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ

Βαρελά, Βασιλική¹; Ευτυχίδης, Γεώργιος²; Γήτας, Ιωάννης³

¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, e-mail: vvarela@for.auth.gr

² Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, e-mail: g.eftychidis@for.auth.gr

³ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, e-mail: igitas@auth.gr

Περίληψη

Η πυρκαγιά στη Βόρεια Εύβοια τον Αύγουστο του 2021 κατέστρεψε έκταση μεγαλύτερη από πενήντα χιλιάδες εκτάρια. Ο σχεδιασμός αντιμετώπισης της έκτακτης κατάστασης από τις υπηρεσίες της Πολιτικής Προστασίας και ο δημόσιος μηχανισμός δασοπυρόσβεσης προέτρεπε συστηματικά για προληπτική εκκένωση ακόμη και σε περιπτώσεις που το μέτωπο της πυρκαγιάς βρισκόταν δεκάδες χιλιόμετρα μακριά από τα χωριά που ζητούνταν να εκκενωθούν. Η προσφυγή σε αυτή την πολιτική ήταν το αποτέλεσμα της απώλειας εκατόν τεσσάρων ανθρώπων στην πυρκαγιά στο Μάτι τρία χρόνια νωρίτερα (2018). Οι κάτοικοι επέκριναν την απόφαση της πολιτείας και η ad-hoc αντίδραση του τοπικού αγροτικού πληθυσμού, ο οποίος αυτοοργανώθηκε και υποκατέστησε την ολιγοψία ή και την απουσία του μηχανισμού της δασοπυρόσβεσης, έσωσε μεγάλο αριθμό σπιτιών και σημαντικές περιουσίες. Οι ενεργοί αυτοί πληθυσμοί μπορούν να αναλάβουν σημαντικό ρόλο ως τοπικοί ανταποκριτές στην αντιμετώπιση μεγάλων πυρκαγιών σε δασικές και αγροτικές περιοχές.

Λέξεις κλειδιά: Πυρκαγιά Β.Ευβοίας, ασφάλεια περιουσίας, αυτοπροστασία, ανθεκτικότητα τοπικώνκοινωνιών

Εισαγωγή

Οι πυρκαγιές επηρεάζουν σοβαρά τις τοπικές κοινωνίες και τις ιδιοκτησίες που αναπτύσσονται στην ζώνη μείξης αστικού-δασικού περιβάλλοντος (WUI). Έτσι, αυτές οι κοινότητες, των οποίων η ζωή συνδέεται άμεσα με το φυσικό τοπίο και το δασικό περιβάλλον, πρέπει να γίνουν πιο ανθεκτικές απέναντι στις πυρκαγιές. Ένας καλός τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι να αναπτυχθεί μια “κοινότητα προσαρμοσμένη στις πυρκαγιές”, που σημαίνει μια κοινότητα που μπορεί να αντιμετωπίσει μια πυρκαγιά με μικρή ή και καμία βοήθεια από τους πυροσβέστες. (Ingram 2015).

Οι τοπικές κοινωνίες μπορούν να προσαρμοστούν στις πυρκαγιές με διαφορετικούς τρόπους. Σε πολλές περιπτώσεις, η αντίδραση του πυροσβεστικού μηχανισμού επικεντρώνεται αυστηρά στην προστασία των υποδομών και των σπιτιών, γεγονός που επιτρέπει σημαντική αύξηση της περιμέτρου αλλά και του ενεργού μετώπου της πυρκαγιάς, αναπτύσσοντας θερμικά φορτία πέρα από κάθε έλεγχο του μηχανισμού δασοπυρόσβεσης και προκαλώντας σημαντικές απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και καθώς και απώλειες περιουσίας. Σε άλλες περιπτώσεις, η κοινωνική δύναμη, η περιβαλλοντική ανθεκτικότητα και η διαχείριση πυρκαγιάς μπορούν να συνδυαστούν για τη βελτίωση της κατάστασης. (Marey-Perez κ.α. 2021, Moritz κ.α. 2014, Twidwell κ.α. 2019).

Η πυρκαγιά εξαπλώνεται από ένα συνδυασμό ενός κινούμενου μετώπου και αερομεταφερόμενων καυσαερίων. Οι απώλειες κτιρίων κατά τη διάρκεια των δασικών πυρκαγιών συμβαίνουν λόγω της

ανάφλεξης της δομής και της έκθεσης σε αερομεταφερόμενες καύτρες, της θερμότητας που εκπέμπεται και της άμεσης επαφής με τη φλόγα. Οι καύτρες είναι αρκετά ελαφριές ώστε να μεταφερθούν με τον αέρα σε μεγάλες αποστάσεις και μπορεί να οδηγήσουν σε ταχεία εξάπλωση της πυρκαγιάς (Quarles κ.α., 2010, CALFIRE, n.d.), και εκτινάσσονται μπροστά από το ενεργό μέτωπο της πυρκαγιάς, ξεκινώντας νέες φωτιές. Στην περίπτωση χωριών και οικισμών όπου τα περιφερειακά κτίρια δημιουργούν “τοίχο” για την ταχεία εξάπλωση της φωτιάς, τα κτίσματα/δομές στην περίμετρο εκτίθενται σε ακτινοβολία θερμότητας και σε άμεση επαφή με τις φλόγες. Εκεί συνήθως συγκεντρώνεται, η πυροσβεστική προσπάθεια. Ωστόσο, οι καύτρες μπορεί να ταξιδέψουν, να προσγειωθούν, να ανάψουν βλάστηση ή συσσωρευμένα σκουπίδια μέσα στο χωριό ή τον οικισμό ή ακόμη και να εισέλθουν στο σπίτι ή στο υπόγειο μέσω ανοιγμάτων ή αεραγωγών, ανάβοντας έπιπλα ή εύφλεκτα υλικά σε αυτές τις θέσεις. Η οροφή θεωρείται το πιο ευάλωτο στοιχείο σχεδιασμού και το δομικό υλικό είναι ένας κρίσιμος παράγοντας στην ανθεκτικότητα της δομής. Τα σπίτια με ξύλινες ή σχιστολιθικές στέγες διατρέχουν υψηλό κίνδυνο καταστροφής κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς. Οι αεραγωγοί δημιουργούν ανοίγματα για τις καύτρες, ενώ τα παράθυρα συχνά σπάζουν ακόμη και πριν το σπίτι αρχίσει να καίγεται λόγω της θερμότητας των φλογών. Η παρουσία των ιδιοκτητών μπορεί να αποτρέψει την ανάφλεξη ή να καταστείλει τις πυρκαγιές που διασχίζουν τη γραμμή πυροπροστασίας στο αρχικό στάδιο. Αυτή η ευκαιρία χάνεται σε περίπτωση που εκδοθεί μια “οριζόντια” εντολή εκκένωσης. Η παραπάνω εμπειρική γνώση υπάρχει στις κοινότητες των ορεινών περιοχών και αυτών κοντά στο δάσος.

Στην Αυστραλία, η πολιτική «Προετοιμαστείτε, μείνετε και υπερασπιστείτε ή φύγετε νωρίς» τονίζει ότι στην περίπτωση πυρκαγιών, είναι συχνά η ασφαλέστερη επιλογή για τους ανθρώπους να παραμείνουν στα σπίτια τους σε περίπτωση που παγιδευτούν στο μονοπάτι μιας φωτιάς. Έτσι προστατεύονται από την ακτινοβολία της επερχόμενης πυρκαγιάς και μπορούν να λάβουν μέτρα για να προστατεύσουν τα σπίτια τους από την καταστροφή από τη φωτιά. (Loh 2007)

Οι πρόσφατες μεγάλες καταστροφές από πυρκαγιές στην Ευρώπη αποκαλύπτουν ότι οι κυβερνητικές αρχές και οι τοπικές κοινωνίες ιδίως οι αγροτικές κοινότητες, δεν είναι επαρκώς προετοιμασμένες και συντονισμένες για να αποτρέψουν και να μειώσουν τον κίνδυνο των πυρκαγιών. Ο συντονισμός αυτός είναι απαραίτητος για την προστασία των τοπικών κοινοτήτων και των αγροτικών περιουσιακών στοιχείων που απειλούνται από τις δυσμενείς άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις και συνέπειες των πυρκαγιών.

Ένας βαθμός αυτοδιοίκησης είναι χαρακτηριστικό πολλών τέτοιων κοινοτήτων, που εκφράζεται με τη μορφή της απόρριψης της παρεμβολής από το εξωτερικό περιβάλλον, που αντιπροσωπεύεται από “εξωγενείς” δημιουργημένους κανόνες και κανονισμούς. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι ο πληθυσμός στις αγροτικές και δασικές περιοχές έχει αναπτύξει την ικανότητα να είναι σε θέση να αναλάβει, λόγω του τρόπου ζωής τους, την οργάνωση και την προστασία των χωριών τους με ίδια μέσα σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης από πυρκαγιά. Πέρα από την επάρκεια αυτές οι κοινότητες έχουν διαφορετική αντίληψη των ορίων εμπιστοσύνης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η τοπική κοινωνία μπορεί να έχει ελάχιστη εμπιστοσύνη σε κυβερνητικούς οργανισμούς, αλλά σχετικά υψηλή εκτίμηση σε τοπικές αρχές, ομάδες εθελοντών ή ακόμη και στους γείτονές τους. (Billings 2021)

Η πυρκαγιά της Βόρειας Ευβοίας

Οι πυρκαγιές δεν είναι ασυνήθιστες στα πευκοδάση της Εύβοιας, αλλά το καλοκαίρι του 2021 έλαβαν τεράστιες διαστάσεις. Τα δάση καλύπτουν το 23% της Εύβοιας, με το 33% αυτής της έκτασης (8% της περιοχής του νησιού) να έχει καεί και περίπου το 10% αυτού του εδάφους να είναι γεωργική γη. Οι καιρικές συνθήκες των πυρκαγιών χαρακτηρίστηκαν από ένα ακραίο κύμα καύσωνα που έπληξε την Ελλάδα, την Τουρκία και τη νότια Βαλκανική χερσόνησο, που διήρκεσε από τις τελευταίες ημέρες του Ιουλίου μέχρι τις πρώτες δέκα ημέρες του Αυγούστου 2021. Το κύμα καύσωνα ήταν το χειρότερο που έχει καταγραφεί τα τελευταία 30 χρόνια.

Η πυρκαγιά ξέσπασε το απόγευμα της 3ης Αυγούστου και κράτησε για δύο εβδομάδες, καίγοντας εκατοντάδες χιλιάδες στρέμματα πριν συγκρατηθεί και τεθεί υπό έλεγχο στις 17 Αυγούστου. Παρά τους χαμηλούς ανέμους, λόγω του συσσωρευμένου φορτίου των δασικών καυσίμων που αναπτύχθηκε λόγω της ανεπαρκούς διαχείρισης στα περισσότερα δάση της περιοχής, οι φλόγες συνέχιζαν το δρόμο τους επί πολλές ημέρες προς τα πάνω και προς τα κάτω στα βουνά και γύρω από τα χωριά.

Η πυρκαγιά κατέκαψε εκτενώς την πρωτογενή παραγωγή της περιοχής, συμπεριλαμβανομένης της ξυλείας, του μελιού, της ρητίνης, των ελιών και των σύκων, και κατέστρεψε αρκετά περιουσιακά στοιχεία, υποδομές και τουριστικές επενδύσεις. Ωστόσο, παρά την έκταση της πυρκαγιάς και το μέγεθος της κατεστραμμένης περιοχής, ο αριθμός των καμένων σπιτιών (150), και η καταστροφή των γύρω περιοχών ήταν σχετικά περιορισμένα.

Το αποτέλεσμα είναι αρκετά ενδιαφέρον, δεδομένου ότι επιτεύχθηκε παρά την πολιτική που υιοθέτησε το 2021 η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και η Ελληνική Πυροσβεστική Υπηρεσία να εκκενώνονται συστηματικά και ολοκληρωτικά αρκετά χωριά κοντά σε μια ενεργή πυρκαγιά. Σκοπός αυτής της πολιτικής είναι η αποφυγή θανάτων με κάθε κόστος. Η έμφαση στην εκκένωση προήλθε από τις έντονες πολιτικές συγκρούσεις μετά την πυρκαγιά της Ανατολικής Αττικής της 23ης Ιουλίου 2018 στους οικισμούς Νέος Βουτζάς και Μάτι, που προκάλεσε 102 θανάτους. (Xanthopoulos κ.α. 2022).

Λόγω της προηγούμενης θανατηφόρας πυρκαγιάς στο Μάτι (2018), με εκατόν δύο νεκρούς, η κυβέρνηση έδωσε προτεραιότητα στις εκκενώσεις έναντι της διατήρησης της γης. Αυτό ήταν εν μέρει επιτυχές, καθώς μόνο δύο θάνατοι που σχετίζονται με πυρκαγιές αναφέρθηκαν στην Β. Εύβοια. Ωστόσο, πολλές αναφορές δείχνουν ότι αυτή η σκληρή απόφαση της κυβέρνησης άφησε τους πυροσβέστες χωρίς άδεια για την καταπολέμηση των πυρκαγιών ακόμη και σε περιπτώσεις που οι ανθρώπινες ζωές δεν ήταν ρητά σε κίνδυνο. Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας έδωσε συχνές διαταγές για την εκκένωση των χωριών μέσω των μηνυμάτων της υπηρεσίας 112 κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς. Ωστόσο, πολλοί κάτοικοι αγνόησαν τις προειδοποιήσεις και παρέμειναν στα χωριά τους για να υπερασπιστούν τα σπίτια και τα ακίνητά τους. Η απόφαση τους περιόρισε τις ζημιές στα σπίτια και τις υποδομές και συνέβαλε στην αποτελεσματικότητα της αντίδρασης σε τοπική κλίμακα κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς.

Αρκετοί άνθρωποι από τα χωριά που προσβλήθηκαν από τις φλόγες της πυρκαγιάς της Β. Εύβοιας και παρέμειναν για να υπερασπιστούν τις περιουσίες τους, όταν ρωτήθηκαν από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, ισχυρίστηκαν ότι αν είχαν εκκενώσει τα χωριά τους, όπως συνιστούσε η Πολιτική Προστασία, όλα θα είχαν γίνει στάχτη ίσως και δύο ημέρες νωρίτερα. (Frost-Euronews 2021).

Κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς και μετά την καταστροφή, πολλοί κάτοικοι και τοπικές αρχές επέκριναν την αναποτελεσματική και παθητική αντίδραση της κυβέρνησης, η οποία θεωρούν ότι είναι ο κύριος λόγος για την πρωτοφανή καταστροφή. Έχουν βιώσει μια κατάσταση όπου αντί της δημόσιας πυροσβεστικής υπηρεσίας, οι εθελοντές πυροσβέστες και οι ντόπιοι που αμφισβήτησαν τις διαταγές εκκένωσης και παρέμειναν, καταπολεμώντας τις πυρκαγιές με κλαδιά δέντρων, σωλήνες κήπου και οποιοδήποτε μέσο έπρεπε να μεταφέρουν νερό, έχουν σώσει εκατοντάδες σπίτια και χιλιάδες στρέμματα δασικής γης από την καύση. (Schmitz- DW 2021, Frost-Euronews 2021)

Υλικά και Μέθοδοι

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή πληροφοριών και την επεξεργασία δεδομένων για την εξαγωγή σχετικών γνώσεων αποτελείται από τις ακόλουθες τεχνικές:

Βιβλιογραφική έρευνα από δημόσιες πηγές, ειδήσεις και τα ηλεκτρονικά μέσα ενημέρωσης, συμπεριλαμβανομένων των ιστοσελίδων, των online βίντεο και των κοινωνικών μέσων ενημέρωσης.

Δεδομένα παρατήρησης της Γης πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την πυρκαγιά, συμπεριλαμβανομένων δορυφορικών εικόνων και πληροφοριών από σχετικές υπηρεσίες δεδομένων.

Συλλογή και ανάλυση στοιχείων με πτήσεις drones (UAV) σε χωριά εντός της περιμέτρου της πυρκαγιάς, με περισσότερα από ένα σπίτια καμένα, σε περιοχές που αντιπροσωπεύουν διάφορους τύπους τοπίου και μορφών βλάστησης.

Οι εκτεταμένες επιτόπιες επισκέψεις επιδίωξαν την συγκέντρωση πληροφοριών μέσω των μαρτυριών και των περιγραφών περιστατικών από περισσότερους από 45 κατοίκους, οι οποίοι υπήρξαν αυτόπτες μάρτυρες των πυρκαγιών στα χωριά τους. Η συγκέντρωση των πληροφοριών διεξήχθη μέσω συνεντεύξεων, στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν ανοικτές ερωτήσεις και πραγματοποιήθηκαν ελεύθερες συζητήσεις, ανάλογα με την περίπτωση. Σημαντικές πληροφορίες, όπως τα χαρακτηριστικά της ευπάθειας του περιβάλλοντος, η έκταση της καταστροφής των

κατοικιών, καθώς και η επίδραση της πυρκαγιάς στο τοπίο της ευρύτερης περιοχής, καταγράφηκαν επιτόπου, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν για τους σκοπούς της μελέτης.

Επιπλέον, συλλέχθηκαν πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά και τα χαρακτηριστικά διάδοσης της πυρκαγιάς με βάση τις παρατηρήσεις του προσωπικού των τοπικών αρχών και των εθελοντών πυροσβεστών που υποκατέστησαν τον μηχανισμό πυρόσβεσης στην προστασία των χωριών κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς.

Η ανάλυση στόχευε στην επίτευξη της ευρύτερης κατανόησης των συνθηκών της πυρκαγιάς στις οποίες βρέθηκαν εκτεθειμένα τα ακίνητα και οι ιδιοκτήτες τους, των προκλήσεων ασφαλείας που αντιμετώπισαν και της δικής τους εκτίμησης για την κατάσταση. Τα οργανωτικά προαπαιτούμενα, οι κοινωνικές και αλληλέγγυες διαστάσεις, οι καλές πρακτικές αυτοπροστασίας, καθώς και η αλληλεπίδραση με τις τοπικές αρχές, συζητήθηκαν με τους κατοίκους των χωριών στα πλαίσια τοπικά οργανωμένων ανοικτών συζητήσεων.

Αποτελέσματα

Οι κάτοικοι των χωριών της Βόρειας Ευβοίας, έχοντας εξοικειωθεί με τις δασικές και αγροτικές συνθήκες της περιοχής τους, έχουν αποκτήσει επαρκή γνώση για τη δυναμική των δασών και των πυρκαγιών. Αυτό είναι αποτέλεσμα της επαγγελματικής δραστηριότητάς τους και της συνεχούς επαφής τους με το φυσικό περιβάλλον, παρέχοντάς τους τις απαραίτητες δεξιότητες για την αντιμετώπιση ενεργών πυρκαγιών. Ως ιδιοκτήτες γεωργικών εργαλείων, αντλιών και μικρών δεξαμενών, διαθέτουν τα μέσα για την προστασία των ακινήτων και υποδομών τους.

Η προστασία των σπιτιών διευκολύνθηκε από το γεγονός ότι οι περισσότερες κατοικίες και δομές στην περιοχή ήταν κατασκευασμένες από σκυρόδεμα, αν και μπορεί να έχουν και κάποια ξύλινα στοιχεία. Η ανάλυση των πληροφοριών έδειξε ότι αρκετές απομονωμένες ιδιοκτησίες (κυρίως βίλες ή αγροκτήματα) υπάρχουν μέσα στο δάσος σε αυτό το είδος αγροτικού τοπίου. Οι ηπειρωτικές περιοχές έχουν τα χαρακτηριστικά των στα κλασικά χωριά της Μεσογείου, με πυκνά δομικά στοιχεία που αναπτύσσονται γύρω από μια κεντρική «πλατεία χωριού». Η εξωτερική περιοχή αυτών των χωριών περιβάλλεται από *Pinus brutia* και ελαιόδεντρα. Στις παράκτιες περιοχές της Βόρειας Ευβοίας, όπως και στις περισσότερες τουριστικές περιοχές στην Ελλάδα, το WUI είναι παρόμοιο αλλά έχει μια γραμμική παρά κυκλική ανάπτυξη με το δάσος που περιβάλλει το χτισμένο τμήμα από τη μία πλευρά.

Βάσει των πληροφοριών που συλλέχθηκαν, οι ζημιές που προκλήθηκαν από την πυρκαγιά γύρω από πολλούς οικισμούς και άλλα σημεία οικονομικής δραστηριότητας (π.χ. κηπουρικά με σπίτια ή άλλα κτίρια, αγροκτήματα κ.λπ.) ήταν περιορισμένες σε σύγκριση με τις συνέπειες της φωτιάς στο περιβάλλον τους. (σχήμα 1). Αυτό αφορά κυρίως τους οικισμούς και τους τόπους που έφτασε η πυρκαγιά μετά τη δεύτερη ημέρα. Σε αυτή την περίπτωση, οι κάτοικοι είχαν χρόνο να οργανωθούν και να ανταποκριθούν στην πυρκαγιά σχεδόν αποκλειστικά με αυτοοργάνωση και χωρίς την επίσημη συμβολή της Πολιτείας.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ειδικά μετά τη δεύτερη ημέρα, οι κάτοικοι δεν ακολούθησαν τις προειδοποιήσεις και τις κατευθυντήριες γραμμές για την εκκένωση των θέσεων τους και αυτοοργανώθηκαν, αποφασίζοντας να παραμείνουν στα χωριά τους. Αυτή η αυθόρμητη αντίδραση, υποστηριζόμενη από τις δυνατότητες του αγροτικού πληθυσμού, οδήγησε στη διάσωση πολλών σπιτιών και άλλων ακινήτων. Η αυτοοργάνωση σε ad-hoc ομάδες εθελοντών και η αλληλεγγύη για την διάσωση της περιουσίας των γειτόνων αποδείχθηκε ο κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας για την προστασία των σπιτιών και των οικογενειακών περιουσιών.



Σχήμα 1. Κατοικίες με μικρές ζημιές εξαιτίας των υλικών κατασκευής και της ύπαρξης χώρου άμυνας
Figure 1. Houses with minor damages due to the construction material and existence of defensible space



Σχήμα 2. Κατοικίες με σημαντικές ζημιές εξαιτίας της παλαιότητάς τους ή των υλικών κατασκευής τους
Figure 2. Houses with significant damage due to pure or aged construction materials

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η αξιοποίηση της συμμετοχής των τοπικών κοινοτήτων, των εγγενών ικανοτήτων και των προσφερόμενων πόρων τους, όπως η προστασία της υποδομής και των ακινήτων τους κατά τη διάρκεια δασικών πυρκαγιών, πρέπει να αναλυθεί μέσα στο πλαίσιο της οργάνωσης και διαχείρισης τέτοιων καταστάσεων. Η επίκληση αυτού του παράγοντα μπορεί να αποτελέσει μία αποτελεσματική στρατηγική, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου οι κοινότητες που βρίσκονται σε κοντινή επαφή με δασικές περιοχές, όπως τα χωριά και οικισμοί, είναι πλέον εξοικειωμένες με τον ζωντανό ιστό του δάσους.

Οι ιδιοκτήτες κατοικιών και οι τοπικοί πληθυσμοί μπορούν να προσφέρουν απαραίτητες πληροφορίες και να ενεργούν ως καθοριστικοί παράγοντες κατά την αντιμετώπιση των προκλήσεων που ανακύπτουν από την ανεπάρκεια ή την αναποτελεσματικότητα των κρατικών υπηρεσιών πολιτικής προστασίας. Στο πλαίσιο της επικείμενης κλιματικής αλλαγής και της αυξανόμενης παγκόσμιας θέρμανσης, η ανάγκη επένδυσης στην ενίσχυση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων των τοπικών κοινοτήτων γίνεται ιδιαίτερα επιτακτική, σε συνδυασμό με την αξιοποίησή τους ως συμπληρωματικό πόρο στη διαχείριση μεγάλων πυρκαγιών.

Οι οργανισμοί πολιτικής προστασίας πρέπει να ενσωματώσουν τις τοπικές κοινότητες στην πολιτική διαχείριση των πυρκαγιών, αξιοποιώντας όλες τις διαθέσιμες ικανότητες και ανθρώπινους πόρους, καταρτίζοντας εν ολίγοις ένα ολοκληρωμένο σχέδιο για την πυρασφάλεια και την ανθεκτικότητα.

Επιπρόσθετα, η διαχείριση των πυρκαγιών πρέπει να αντιμετωπιστεί κυρίως σε τοπικό επίπεδο, όπου η ασφάλεια και η προστασία των τοπικών κοινοτήτων θα βρίσκονται στο επίκεντρο. Οι κοινότητες πρέπει να είναι έτοιμες πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς, ώστε να μπορούν να διαχειριστούν αποτελεσματικά την απειλή της φωτιάς. Κατάλληλοι χάρτες για κάθε κοινότητα ή οικισμό πρέπει να αναπτυχθούν, όπου η προτεραιότητα θα δίνεται στην προστασία των μεγαλύτερων διοικητικών διαμερισμάτων.

Είναι επιτακτικό να προσδιορίζονται και να κοινοποιούνται τα περιουσιακά στοιχεία που απειλούνται, η τοποθεσία των ευάλωτων πληθυσμιακών ομάδων και οι τοπικές δυνατότητες για καταφύγια και καταλύματα. Η αυτοπροστασία των κοινοτήτων απαιτεί την κατάρτιση σαφών σχεδίων, τα οποία θα απεικονίζουν ποιοι πολίτες θα παραμείνουν στην περιοχή σε περίπτωση πυρκαγιάς και τι ενέργειες πρέπει να ακολουθηθούν. Επίσης, τα σχέδια αυτά πρέπει να προβλέπουν το ποιοι θα πρέπει να εκκενώσουν την περιοχή και πώς θα πραγματοποιηθεί αυτό. Είναι ζωτικής σημασίας αυτά τα σχέδια να αναθεωρούνται, να συζητούνται και να διανέμονται ευρύτερα στην κοινότητα και σε όλους τους σχετικούς φορείς κάθε χρόνο, με στόχο την ενημέρωση και την εκπαίδευση των πολιτών.

Τέλος, πρέπει να διασφαλίζεται ότι το προσωπικό πυρόσβεσης και οι άλλοι επαγγελματίες που εμπλέκονται στη διαχείριση πυρκαγιών διαθέτουν τα απαραίτητα μέσα, την κατάρτιση και την υποστήριξη που απαιτούνται για την επίτευξη αυτών των στόχων. Η υιοθέτηση μιας τοπικά εστιασμένης προσέγγισης στη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών είναι καίριας σημασίας για την προστασία των τοπικών κοινοτήτων και την εγγύηση της ανθεκτικότητάς τους στις πυρκαγιές.

Abstract

The fire in North Euboea in August 2021 was burning continuously for two weeks and destroyed an area greater than fifty thousand hectares. The response planning of the Greek Civil Protection and the public fire management mechanism urged for preventive evacuation even in cases the fire front was tens of kilometers away from the villages requested to be evacuated. This was dictated by the loss of hundred two people in the fire of Mati three years ago (2018). The locals criticize the government's decision and the ad-hoc reaction of the local rural population, who self-organized themselves and substituted the absence of the public fire services, saved several houses and properties that would be condemned to be burned due to the diehard evacuation planning. Analysis of the information gathered from local authorities and citizens who participated in these ad-hoc response teams proves the potential of involving the local population as first responders in large wildfires and fire emergencies in the wildland-urban interface and rural areas.

Βιβλιογραφία

Billings, Mark C., Carroll, Matthew B, Paveglio, Travis B., 2021. The "Strings Attached" to Community Difference and Potential Pathways to Fire Adaptiveness in the Wildland Urban Interface, *Journal of Forestry*, Volume 119, Issue 1, January 2021, Pages 13–27, <https://doi.org/10.1093/jofore/fvaa042>

CALFIRE (n.d.) Prepare for wildfire. Available at: <https://www.readyforwildfire.org/prepare-for-wildfire/get-ready/hardening-your-home/>

Frost, R. Euronews, 2021. Watch as people in Greece resist evacuation to battle widespread wildfires. Available at: <https://www.euronews.com/green/2021/08/11/watch-as-people-in-greece-resist-evacuation-to-battle-widespread-wildfires>

Goldammer, J.G., Mitsopoulos, I., Byambasuren, O., and Sheldon, P., 2013. Defence of villages, farms and other rural assets against wildfires: guidelines for rural populations, local communities and municipality leaders in the Balkan region. Published by the Global Fire Monitoring Center (GFMC) on behalf of the European and Mediterranean Major Hazards Agreement (EUR-OPA) Council of Europe. Available at: <http://www.fire.uni-freiburg.de/Manag/Village-RuralAssets-Wildfire-Defense-Guidelines-2013-ENG-web.pdf>

Ingram, Kim, 2015. Becoming a fire-adapted community. Available at: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=17201>

Loh, E. 2017. "What does the 'Prepare, Stay and Defend or Early policy mean for me?'. Legal liabilities of emergency workers and emergency-service organisations in South Australia Bushfire Cooperative Research Centre.

Marey-Perez, M., Loureiro, X., Corbelle-Rico, E.J., Fernández-Filgueira, C., 2021. Different Strategies for Resilience to Wildfires: The Experience of Collective Land Ownership in Galicia (Northwest Spain). *Sustainability* 2021, 13, 4761. <https://doi.org/10.3390/su13094761>

Moritz, M.A., Batllori, E., Bradstock, R.A., Gill, A.M., Handmer, J., Hessburg, P.F., Leonard, J., McCaffrey, S., Odion, D.C., Schoennagel, T. κ.α. , 2014. Learning to coexist with wildfire. *Nature* 2014, 515, 58–66.

Twidwell, Dirac Wonkka, Carissa L., Wang, Hsiao-Hsuan, Grant, William E., Allen, Craig R., Fuhlendorf, Samuel D., Garmestani, Ahjond S., Angeler, David G., Taylor, Charles A., Kreuter, Urs P., Rogers, William E. ,2019. Coerced resilience in fire management, *Journal of Environmental Management*, Volume 240, Pages 368-373, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.073>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719302245>)

Quarles, S.C., Valachovic, Y., Nakamura, M.G., Nader, A.G, De Lasaux, 2010. Home Survival in Wildfire-Prone Areas: Building Materials and Design Considerations. University of California. Agriculture and Natural Resources Communication Services. Publication 8393, May 2010. ISBN-13: 978-1-60107-693-9

Schmitz, Florian/ DW, 2021. Greece: Abandoned to the flames on Evia. <https://www.dw.com/en/greece-abandoned-to-the-flames-on-evia/a-58860740>

Xanthopoulos, G., Athanasiou, M. and Kaoukis, K., 2022. Suppression versus Prevention: The disastrous forest fire season of 2021 in Greece. *International Journal of Wildfire Magazine*, Quarter 2, 2022, pp. 18-24.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΩΓΗΣ
ΠΡΕΜΝΟΦΥΟΥΣ ΔΑΣΟΥΣ ΔΡΥΟΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ
ΣΥΝΙΔΙΟΚΤΗΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΓΕΩΡΓΙΤΣΑΣ**

Μπεκίρη, Σοφία¹; Παπασπυρόπουλος, Κωνσταντίνος¹

¹ Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, Πανεπιστημιούπολη ΑΠΘ, ΤΘ 242, 54621, sofiampekir@gmail.com

Περίληψη

Η εργασία αυτή αποτελεί μια μελέτη σκοπιμότητας ενός προτεινόμενου σχεδίου επένδυσης με σκοπό την αναγωγή της πλήρους έκτασης του Συνιδιοκτήτου Δάσους Γεωργίτσας Γρεβενών στη διαχειριστική μορφή υψηλού σπερμοφυούς δάσους δρυός. Το δάσος αυτό διαχειρίζεται μέχρι και σήμερα κατά το ήμισυ ως δάσος δρυός υπό αναγωγή, ενώ στην υπόλοιπη έκταση του διαχειρίζεται ως πρεμνοφυές. Αντλώντας στοιχεία από το διαχειριστικό σχέδιο που εγκρίθηκε για την περίοδο 2010-2019, θα εξεταστούν οι δυνατότητες για την αναγωγή ολόκληρης της έκτασης του δάσους σε υψηλό σπερμοφυές από τον Αναγκαστικό Δασικό Συνεταιρισμό Αγροκτήματος Γεωργίτσας που εκμεταλλεύεται το δάσος. Στη συνέχεια, θα γίνει χρηματοοικονομική ανάλυση αυτού του σχεδίου και θα εξεταστεί η οικονομική βιωσιμότητά του προτεινόμενου σχεδίου διαχείρισης σε σχέση με το υπάρχον.

Λέξεις κλειδιά: αναγωγή δρυοδάσους, μελέτη σκοπιμότητας, απλός συντελεστής απόδοσης, χρηματοοικονομική ανάλυση

Εισαγωγή

Τα δάση της Ελλάδας είναι σχεδόν κατά το ήμισυ δάση φυλλοβόλου δρυός. Η έκτασή τους καταλαμβάνει το 44% της συνολικής δασικής επιφάνειας της χώρας μας, ποσοστό που αντιστοιχεί σε περίπου 1.500.000 ha (Ντάφης & Κακούρος 2006). Η εκμετάλλευση των δρυοδάσων βασίζεται μέχρι και σήμερα κυρίως στην παραγωγή καυσόξυλων. Λόγω της μεγάλης πρεμνοβλαστικότητας της δρυός καθώς και άλλων οικονομικών και ιστορικών λόγων, τα δάση δρυός διαχειρίζονται στην πλειοψηφία των περιπτώσεων πρεμνοφυώς.

Αν εξεταστεί το ζήτημα από την πλευρά της παραγωγής ξύλου, το πρεμνοφυές δάσος εμφανίζει δύο σοβαρά μειονεκτήματα: την παραγωγή ξύλου μικρής διαμέτρου και χαμηλής ποιότητας (έντονη παρουσία ελαττωμάτων), που το καθιστά, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, κατάλληλο μόνο για την χρήση ως καυσόξυλο (Ντάφης 1990, Σταματόπουλος 2020).

Η Εθνική Στρατηγική για τα Δάση (ΥΠΕΝ 2018) θέτει τις εξής προτεραιότητες για την διαχείριση των δασών σε σχέση με την κλιματική κρίση:

- Διαχείριση με σκοπό την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή των δασικών οικοσυστημάτων.
- Διαχείριση και αποκατάσταση των δασικών οικοσυστημάτων με σκοπό τη διατήρησή τους και την ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας
- Συμβολή στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής με αύξηση της δέσμευσης και αποθήκευσης του άνθρακα στα δασικά οικοσυστήματα
- Αναγνώριση της αξίας και ενίσχυση της συμβολής των δασικών οικοσυστημάτων στη βιοοικονομία και στην κυκλική οικονομία.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η εθνική στρατηγική της Ελλάδας για τα δάση αναγνωρίζει την συμβολή των δασών τόσο στην αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης, όσο και στην ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας.

Παρά τις έρευνες και τις γνώσεις για την συνεισφορά της αναγωγής πρεμνοφυών δασών στην αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης, καθώς και όλων των άλλων υπηρεσιών που η διαδικασία αυτή προσφέρει (προστασία του εδάφους, της βιοποικιλότητας, κ.τ.λ.), ελάχιστες έρευνες έχουν γίνει για το πώς μεταφράζεται ο στόχος της αναγωγής οικονομικά.

Θεωρείται γενικά αποδεκτό ότι από άποψη ξυλοπαραγωγής, ο απώτερος στόχος της αναγωγής των πρεμνοφυών δασών είναι η παραγωγή ξύλου μεγαλύτερων διαστάσεων και καλύτερης ποιότητας (λιγότερα ελαττώματα) (Ντάφης 1990). Η ανόρθωση των δρυοδασών, λόγω της μεγάλης έκτασης που καταλαμβάνουν στην Ελλάδα, μπορεί να συνεισφέρει στην οικονομική ανάπτυξη των ορεινών περιοχών και των παραδασόβιων πληθυσμών και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους (Σμύρης & Γκανάτσας 1994).

Ο Δασικός Κώδικας επιβάλλει την σταδιακή ανόρθωση των πρεμνοφυών δασών σε σπερμοφυή (Διαδικτυακή Πύλη για τα Δάση 2022). Με το νομοθετικό διάταγμα Π.Δ 86/1969 κατοχυρώθηκε νομικά η προοδευτική αναγωγή των δημοσίων, δημοτικών, συνιδιόκτητων και μοναστηριακών δασών της χώρας σε υψηλά σπερμοφυή δάση. Σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη, τα δημοσία δάση πρέπει να υποβάλλονται σε αναγωγή κατά τα 3/4 της έκτασής τους, ενώ τα δημοτικά, συνιδιόκτητα και μοναστηριακά κατά το 1/2 της έκτασής τους. Η εφαρμογή της νομοθεσίας, όμως, προχωρά πολύ αργά, και ένας από τους βασικούς λόγους είναι το γεγονός ότι, κατά τη διάρκεια της αναγωγής, η ξυλοπαραγωγική διαδικασία μειώνεται κατά πολύ, συχνά στο ελάχιστο. Αυτό είναι προφανώς οικονομικά ασύμφορο στο βραχυπρόθεσμο ορίζοντα. Ωστόσο, η πίεση που δέχονται τα φυσικά οικοσυστήματα από την κλιματική αλλαγή δεν αφήνει περιθώρια για μακροχρόνια αναβολή (Σταματόπουλος 2020).

Σκοπός αυτής της έρευνας είναι να γίνει η χρηματοοικονομική ανάλυση ενός επενδυτικού προγράμματος που θα αφορά την αναγωγή ενός δάσους δρυός σε σπερμοφυές μέσω της εκπόνησης μια μελέτης σκοπιμότητας.

Ειδικότερα, η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην χρηματοοικονομική ανάλυση ολόκληρης της διαδικασίας παραγωγής ξυλείας (καυσόξυλα) στο Συνιδιόκτητο Δάσος Γεωργίτσας, εξετάζοντας την οικονομική βιωσιμότητα αναγωγής ολόκληρης της έκτασης του δάσους σε σπερμοφυές δάσος δρυός για την διαχειριστική περίοδο 2010-2019.

Από την ανασκόπηση της ελληνικής βιβλιογραφίας φαίνεται ότι δεν έχουν γίνει έρευνες για την οικονομική βιωσιμότητα των προγραμμάτων αναγωγής για τα ιδιωτικά δάση. Το οικονομικό αποτέλεσμα της αναγωγής ολόκληρης της έκτασης ενός δάσους είναι δύσκολο να προβλεφθεί με βεβαιότητα καθώς δεν υπάρχουν έρευνες για ιδιωτικά δάση που έχουν τεθεί υπό αναγωγή. Με αυτό το γνώμονα συγκροτήθηκε η παρούσα έρευνα για να γίνει μία προσπάθεια εκτίμησης του οικονομικού αποτελέσματος της αναγωγής σε ένα ιδιωτικό πρεμνοφυές δάσος.

Υλικά και Μέθοδοι

Για την εκπόνηση αυτής της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τη Διαχειριστική Μελέτη 2010-2019 του Συνιδιόκτητου Δάσους Γεωργίτσας Γρεβενών, το οποίο παραχωρήθηκε από τον Αναγκαστικό Δασικό Συνεταιρισμό που εκμεταλλεύεται το δάσος. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε συνέντευξη με τον ταμία του Συνεταιρισμού. Στοιχεία σχετικά με τις τιμές πώλησης καυσόξυλων για την περίοδο που εξετάζει η παρούσα έρευνα προήλθαν από επικοινωνία με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ).

Η δομή της μελέτης σκοπιμότητας που εκπονήθηκε στο πλαίσιο αυτής της έρευνας βασίστηκε στο πρότυπο του Καρβούνη (2006, 2010).

Αποτελέσματα

Στόχοι της μελέτης σκοπιμότητας

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστούν οι δασοπονικοί, διαχειριστικοί και οικονομικοί στόχοι με βάση τους οποίους έγινε η μελέτη σκοπιμότητας.

Σύμφωνα με το διαχειριστικό σχέδιο, το Δάσος Γεωργίτσας χωρίζεται σε δύο κλάσεις: τη Διαχειριστική Κλάση Πρεμνοφυούς Δρυός και τη Διαχειριστική Κλάση Δρυός υπό Αναγωγή. Ο δασοπονικός στόχος που θέτει ο συνεταιρισμός για την Διαχειριστική Κλάση Δρυός υπό Αναγωγή είναι η επίτευξη υποκηπευτής δομής και η παραγωγή ξύλου ανώτερης ποιότητας και μεγαλύτερων διαστάσεων.

Ο διαχειριστικός στόχος που εξετάζει η μελέτη σκοπιμότητας είναι η επέκταση της Διαχειριστικής Κλάσης Δρυός υπό Αναγωγή σε ολόκληρη την έκταση του δάσους, διατηρώντας τον ίδιο δασοπονικό στόχο. Με άλλα λόγια ο διαχειριστικός στόχος της μελέτης είναι η δημιουργία δύο νέων κλάσεων: της Διαχειριστικής Κλάσης Δρυός υπό Αναγωγή 1 και της Διαχειριστικής

Κλάσης Δρυός υπό Αναγωγή 2, εφαρμόζοντας και στις δύο τα ίδια δασοκομικά μέτρα με την Διαχειριστική Κλάση Δρυός υπό Αναγωγή που ορίζεται από το διαχειριστικό σχέδιο.

Ο οικονομικός στόχος της μελέτης σκοπιμότητας είναι να εκτιμηθεί η οικονομική βιωσιμότητα της αναγωγής του Συνιδιόκτητου Δάσους Γεωργίτσας καθ' όλη την έκταση του.

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας είναι το Συνιδιόκτητο Δάσος Γεωργίτσας που βρίσκεται στις δυτικές εξάρσεις των Χασίων Ορέων και εκτείνεται σε ζώνη υπερθαλάσσιου ύψους 640-920m.

Η έκτασή του είναι 726,87 ha και κατανέμεται κατά μορφές εδαφοπονικής εκμετάλλευσης ως εξής:

Πίνακας 2. Μορφές εδαφοπονικής εκμετάλλευσης
Table 1. Land use

Μορφή	Έκταση	%
Δασοσκεπής έκταση	541,5 ha	74,50%
Μερικός δασοσκεπής έκταση	19,5 ha	2,68%
Αγροί - εγκαταλελειμμένοι αγροί	127,87 ha	17,59%
Γυμνή - χορτολιβαδική έκταση	16,5 ha	2,27%
Άγονη έκταση	21,5 ha	2,96%

Το κυρίαρχο δασοπονικό είδος είναι η πλατύφυλλη δρυς (*Q. frainetto*), η οποία σχηματίζει αμιγείς συστάδες.

Ανάλυση αγοράς

Η ζήτηση για καυσόξυλα στην Ελλάδα αυξήθηκε μετά το 1972 λόγω της σημαντικής αύξησης στις τιμές των υγρών καυσίμων (Μακρής 1980, Φαναριώτης 2013). Ιδιαίτερα την περίοδο της οικονομικής κρίσης, η οποία συμπίπτει με τον χρονικό ορίζοντα της παρούσας μελέτης, εμφανίστηκε μεγάλη αύξηση στην ζήτηση καυσόξυλων (Φαναριώτης 2013). Οι Μπλιούμης και Χριστοδούλου (1982) αναφέρουν ότι η σχετική τιμή καυσόξυλου σε σχέση με την τιμή άλλων καυσίμων καθώς και το ποσοστό αγροτικού πληθυσμού της χώρας επηρεάζουν άμεσα την κατανάλωση καυσόξυλων. Η αδυναμία των αγροτικών και παραδασόβιων πληθυσμών να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες λόγω της υψηλής τιμής των υγρών καυσίμων, το λεγόμενο πρόβλημα της “ενεργειακής φτώχειας” (Μίχου 2017), εντείνει ακόμη περισσότερο τη εξάρτηση αυτών των πληθυσμών από τα δάση.

Με γνώμονα τη γενική αυξημένη ζήτηση για καυσόξυλα και τα χαρακτηριστικά των πληθυσμιακών ομάδων που εξαρτώνται από αυτό το προϊόν, η διάθεση των καυσόξυλων θα γίνει στις πόλεις Γρεβενών, Κοζάνης, Τρικάλων, Καλαμπάκας και της υπόλοιπης πεδινής Θεσσαλίας καθώς και σε οικισμούς γύρω από αυτές τι πόλεις που προμηθεύονται από αυτές τα στοιχειώδη μέσα παραγωγής.

Όγκος παραγωγής

Σύμφωνα με τα δασοκομικά μέτρα που προτείνονται από το διαχειριστικό σχέδιο, ο όγκος παραγωγής (σε χ.κ.μ. καυσόξυλου δρυός) για την περίοδο 2010-2019 θα είναι:

Πίνακας 3. Λήμμα και Όγκος Παραγωγής για την περίοδο 2010-2019
Table 2. Annual harvest and Production Volume for the time period 2010-2019

Συστάδα	Λήμμα	Καυσόξυλα (χ.κ.μ.)	Έτος
4δ	230	345	2010
1γ	528	792	2010
1δ	1215	1822,5	2011
4α	1331	1996,5	2012

4β	563	844,5	2013
4ε	286	429	2013
4γ	1114	1671	2014
4στ	1622	2433	2015
3α	1417	2125,5	2016
3β	1135	1702,5	2017
2α	509	763,5	2018
2β	294	441	2019

Κόστος υλοτομίας και μετατόπισης

Τα κόστη υλοτομίας, μετατόπισης και οι εργοδοτικές εισφορές ΕΦΚΑ αποτελούν το μεταβλητό κόστος παραγωγής, και υπολογίζονται με βάση τον πίνακα ανάθεσης υλοτομικών εργασιών που δημοσιεύεται κάθε χρόνο στο ΦΕΚ (ΥΠΕΝ, 2022). Το σταθερό κόστος παραγωγής αποτελείται από τη δόση εξόφλησης δανείου ύψους 54.000€, η οποία υπολογίστηκε στα 7.512€, και θα χρησιμοποιηθεί για τη σύνταξη της διαχειριστικής μελέτης και τη διάνοιξη δύο δασικών δρόμων τους οποίους προβλέπει.

Πίνακας 4. Μεταβλητό, Σταθερό και Συνολικό Κόστος Παραγωγής
Table 3. Variable, Fixed and Total Production Cost

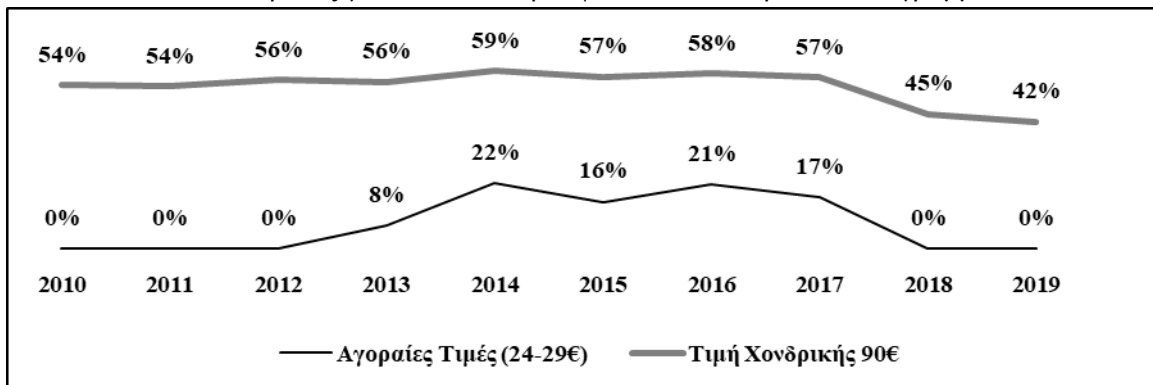
Έτος	Κόστος υλοτομίας	Κόστος μετατόπισης	ΕΦΚΑ	Μεταβλητό κόστος παραγωγής (€/έτος)	Σταθερό κόστος παραγωγής	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
2010	9.746 €	7.584 €	5.218 €	22.548 €	7.512 €	30.060 €
2011	16.102 €	15.924 €	9.643 €	41.669 €	7.512 €	49.181 €
2012	17.639 €	14.093 €	9.555 €	41.287 €	7.512 €	48.799 €
2013	9.318 €	9.431 €	5.645 €	24.394 €	7.512 €	31.906 €
2014	12.227 €	8.922 €	6.368 €	27.517 €	7.512 €	35.029 €
2015	17.802 €	19.919 €	11.358 €	49.079 €	7.512 €	56.591 €
2016	15.552 €	12.902 €	8.567 €	37.021 €	7.512 €	44.533 €
2017	12.457 €	11.343 €	7.166 €	30.966 €	7.512 €	38.478 €
2018	5.587 €	10.291 €	4.781 €	20.659 €	7.512 €	28.171 €
2019	3.227 €	4.527 €	2.335 €	10.089 €	7.512 €	17.601 €

Πρόβλεψη πωλήσεων

Για την πρόβλεψη των εσόδων από τις πωλήσεις δημιουργήθηκαν δύο σενάρια:

- Σενάριο 1 με αγοραίες τιμές ΦΕΚ (24-29€) σύμφωνα με τον Πίνακα διατίμησης (ΥΠΕΝ, 2021).
- Σενάριο 2 με μέση τιμή χονδρικής από το ΥΠΕΝ (90€).

Το ποσοστό κέρδους για τα δύο σενάρια φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 1. Ποσοστό Κέρδους για Αγοραίες Τιμές και Μέση Τιμή Χονδρικής
Figure 1. Profit Margin for Market Prices and Mean Wholesale Price

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι για την περίοδο που εξετάζει η μελέτη (2010-2019) η τιμή χονδρικής 90€ που δόθηκε από το ΥΠΕΝ θεωρείται πιο ρεαλιστική.

Χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης

Η χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης έγινε με τον Απλό Συντελεστή Απόδοσης Κεφαλαίου, με βάση την παρακάτω εξίσωση:

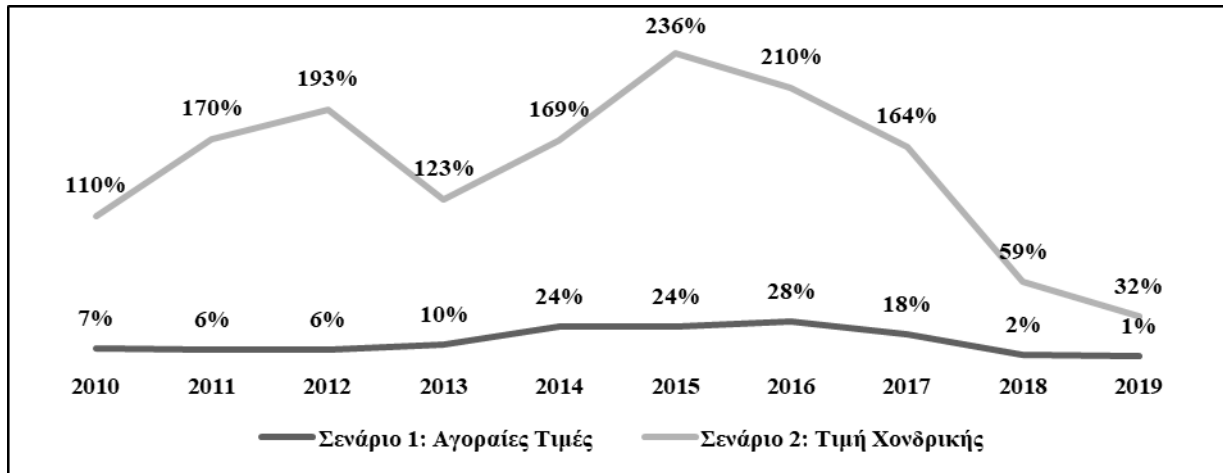
$$\text{ΑΣΑ (\%)} = \frac{\text{Καθαρό Κέρδος} + \text{Τόκοι Δανείου}}{\text{Συνολικό κεφάλαιο}} \cdot 100 \%$$

Το συνολικό κεφάλαιο της επένδυσης αποτελείται από το Πάγιο Ενεργητικό (δηλαδή το ποσό που επενδύεται για να καλυφθούν όλα τα έξοδα πριν την έναρξη της παραγωγής) και το Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης (δηλαδή το ποσό που απαιτείται για τον πρώτο χρόνο λειτουργίας του επενδυτικού σχεδίου. Η ανάλυση του Συνολικού Κεφαλαίου Επένδυσης φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5. Συνολικό Κεφάλαιο Επένδυσης
Table 4. Total Capital Investment

Πίνακας 4	Συνολικό Κεφάλαιο Επένδυσης		
	Πάγιο Ενεργητικό	Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης	
Διάνοιξη Δασικού Δρόμου 1	25.000 €	Υλοτομία	9.756 €
Διάνοιξη Δασικού Δρόμου 2	16.000 €		
Σύνταξη Διαχειριστικής Μελέτης	12.809 €	Μετατόπιση	7.584 €
ΣΥΝΟΛΟ	53.809 €	ΣΥΝΟΛΟ	17.340 €

Ο Απλός Συντελεστής Απόδοσης Κεφαλαίου για τα δύο σενάρια πωλήσεων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 2. Απλός Συντελεστής Απόδοσης Κεφαλαίου
Figure 2. Simple Rate of Return

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 2, το σενάριο 2 είναι το αποδοτικότερο, μάλιστα το 2015 εμφανίζεται η μέγιστη απόδοση (236%) σε σχέση με το επενδύσιμο κεφάλαιο.

Χρηματοοικονομική ανάλυση σε συνθήκες αβεβαιότητας

Για συνθήκες αβεβαιότητας, δηλαδή για περιπτώσεις όπου η δασική εκμετάλλευση δεν πετυχαίνει απαραίτητα την επιθυμητή τιμή ή όγκο πωλήσεων, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση Νεκρού Σημείου, με βάση τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\text{Όγκος Πωλήσεων} = \frac{\text{Σταθερό Κόστος}}{\text{Τιμή Μονάδας} - \text{Μεταβλητό Κόστος Μονάδας}}$$

$$\text{Τιμή πώλησης μονάδας} = \frac{\text{Σταθερό Κόστος}}{\text{Όγκος Πωλήσεων}} + \text{Μεταβλητό Κόστος Μονάδας}$$

Στο Σχήμα 3 δίνεται το Νεκρό Σημείο ως προς τον Όγκο Πωλήσεων για κάθε έτος:

Με βάση το παραπάνω σχήμα βλέπουμε ότι με βάση τις αγοραίες τιμές ΦΕΚ οι απαιτήσεις από το δάσος ξεπερνούν συχνά το προβλεπόμενο λήμμα, ειδικά τα έτη 2011 και 2018. Αυτό οφείλεται στο αυξημένο κόστος μετατόπισης λόγω ελλιπούς διάνοιξης σε ορισμένες συστάδες αλλά και στο χαμηλό ξυλαπόθεμα των συστάδων 2α και 2β, οι οποίες είχαν υλοτομηθεί αποψιλωτικά το 1970.

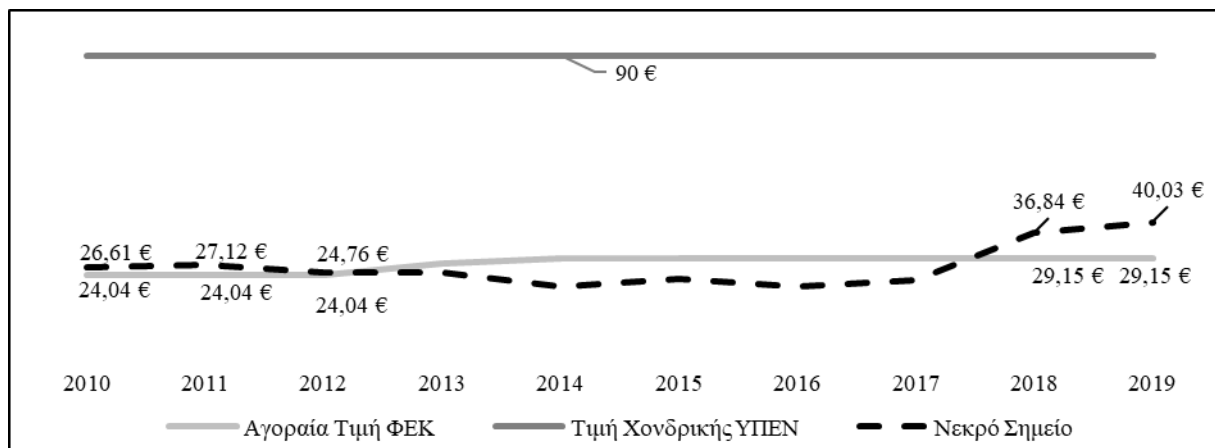


Σχήμα 3. Νεκρό Σημείο ως προς τον Όγκο Πωλήσεων
Figure 3. Break-even Point in Sales Volume

Η μέση τιμή χονδρικής 90€ δημιουργεί πολύ καλύτερες προοπτικές για το επενδυτικό σχέδιο, αφού το κόστος παραγωγής καλύπτεται με ικανοποιητικά περιθώρια κέρδους, και επομένως υπάρχουν πολύ μικρότερες απαιτήσεις από το δάσος.

Στο Σχήμα 4 δίνεται το Νεκρό Σημείο ως προς την Τιμή Πώλησης ανά Μονάδα Προϊόντος (χ.κ.μ. καυσόξυλου δρυός):

Με βάση το Σχήμα 4 βλέπουμε ότι οι Αγοραίες Τιμές ΦΕΚ σχεδόν ταυτίζονται με το Νεκρό Σημείο. Ωστόσο, από την ανάλυση Νεκρού Σημείου ως προς την Τιμή Πώλησης βλέπουμε



Σχήμα 4. Νεκρό Σημείο ως προς την Τιμή Πώλησης Μονάδας Προϊόντος
Figure 4. Break-even Point in Unit Price

ότι ο Συνεταιρισμός θα μπορούσε να έχει κέρδος με οποιαδήποτε τιμή πώλησης μεταξύ 40 και 90€, και επομένως το επενδυτικό σχέδιο χαρακτηρίζεται από ευελιξία σε συνθήκες αβεβαιότητας.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Το επενδυτικό σχέδιο που εξετάστηκε στην παρούσα έρευνα έχει ως βασική ιδέα την αναγωγή του Συνιδιόκτητου Δάσους Γεωργίτσας σε υψηλό σπερμοφυές. Αντλώντας στοιχεία από το διαχειριστικό σχέδιο 2010-2019, αναλύθηκαν δύο σενάρια πωλήσεων: ένα με τιμή πώλησης όπως διαμορφώνεται από τους Πίνακες Διατίμησης Δασικών Προϊόντων του ΦΕΚ κάθε έτος, και ένα με τιμή πώλησης την μέση τιμή χονδρικής για την περιοχή μελέτης.

Από την χρηματοοικονομική ανάλυση προέκυψε ότι το πρώτο σενάριο πωλήσεων είναι οικονομικά ασύμφορο και δεν ενδείκνυται για την αποδοχή του επενδυτικού σχεδίου. Τα κέρδη ήταν της τάξεως του 5,27% για όλη την περίοδο εκτέλεσης του επενδυτικού σχεδίου (2010-2019). Επιπλέον, ο Απλός Συντελεστής Απόδοσης για το Σενάριο 1 κυμάνθηκε από 1 έως 28%, κάτι που δείχνει ότι η επένδυση δεν θα ήταν καθόλου συμφέρουσα με βάση τις τιμές ΦΕΚ για την περίοδο 2010-2019. Ωστόσο, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τόσο η ζήτηση, όσο και οι τιμές των καυσόξυλων αυξήθηκαν αρκετά στη δεκαετία 2010-2019, την λεγόμενη «δεκαετία της οικονομικής κρίσης». Από ιστορικά στοιχεία του ΥΠΙΕΝ, είναι σαφές ότι η μέση τιμή πώλησης καυσόξυλων δρυσός ήταν, για το χρονικό διάστημα της έρευνας, πολύ μεγαλύτερη από την αγοραία.

Ένα πολύ σημαντικό εύρημα είναι η μεγάλη ποσότητα παραγωγής που απαιτείται από το Συνιδιόκτητο Δάσος Γεωργίτσας για να καλυφθεί το κόστος παραγωγής (Νεκρό Σημείο ως προς τον Όγκο Παραγωγής). Με βάση το Σχήμα 3, το «Νεκρό Σημείο» για το Σενάριο 1 (συνολικά για την περίοδο 2010-2019) απαιτεί την παραγωγή και πώληση 26.244 χ.κ.μ. καυσόξυλου, το οποίο αντιστοιχεί σε λήμμα 17.496 m³. Το λήμμα που προτάθηκε σε αυτή την έρευνα, το οποίο συμβαδίζει με το λήμμα που προτείνεται στη Διαχειριστική Μελέτη 2010-2019, είναι 10.244 m³ (15.366 χ.κ.μ.). Πρόκειται για μια διαφορά 7.252 m³ ή αλλιώς για αύξηση 71%. Υπό αυτές τις συνθήκες, αναπόφευκτα, ο Συνεταιρισμός θα έπρεπε να καταφύγει σε αποψιλωτικές υλοτομίες. Ωστόσο, τόσο το γεγονός ότι πρόκειται για ένα σχετικά μικρό δάσος, όσο και η ανάγκη για ρύθμιση των καρπώσεων, καθιστά μια τέτοια επιλογή οικονομικά ασύμφορη. Το δάσος δεν μπορεί να παράγει τις ποσότητες που είναι απαραίτητες για να συνεχίσει η εκμετάλλευση με τις τιμές ΦΕΚ, καθώς σύντομα το ξυλαπόθεμα δεν θα επαρκεί για τις μελλοντικές πωλήσεις των επόμενων διαχειριστικών περιόδων.

Το δεύτερο σενάριο πωλήσεων είναι αρκετά ελκυστικό και από την άποψη των οικονομικών προσόδων, αλλά και από την άποψη της ορθολογικής και αιεφορικής διαχείρισης του δάσους. Με την αυξημένη τιμή πώλησης (90€/χ.κ.μ.) τα κέρδη ήταν της τάξεως του 56% για την δεκαετία 2010-2019. Ωστόσο, από το Σχήμα 4 βλέπουμε ότι ο Συνεταιρισμός θα είχε κέρδη για οποιαδήποτε τιμή πώλησης μεταξύ 40-90€. Ο Απλός Συντελεστής Απόδοσης κυμάνθηκε μεταξύ 32 και 236%, ποσοστά που είναι αρκετά ικανοποιητικά για την συγκεκριμένη επένδυση. Πρέπει να σημειωθεί βέβαια ότι το χαμηλό ποσοστό 32% και το αμέσως επόμενο του 56% σημειώθηκε για τα έτη 2019 και 2018 όπου θα πραγματοποιούνταν υλοτομίες στις συστάδες 2β και 2α αντίστοιχα. Από το σύνολο της ανάλυσης για κάθε έτος, το συμπέρασμα είναι ότι η χαμηλή αυτή απόδοση

οφείλεται σε δύο παράγοντες: το μεγάλο κόστος μετατόπισης λόγω ελλιπούς διάνοιξης και το πολύ χαμηλό ξυλαπόθεμα αυτών των δύο συστάδων. Σε ότι αφορά το χαμηλό ξυλαπόθεμα αιτία είναι η αποψιλωτική υλοτομία που είχε γίνει με την σύνταξη του πρώτου πίνακα υλοτομίας το 1970.

Σύμφωνα με το Σχήμα 3, το «Νεκρό Σημείο» για το Σενάριο 2 απαιτεί πολύ λιγότερη απόληψη λήμματος σε σχέση με το Σενάριο 1, και επίσης λιγότερη από την προτεινόμενη. Αναλυτικά, για το Σενάριο 2 απαιτείται η παραγωγή 1082 χ.κ.μ καυσόξυλου στη δεκαετία 2010-2019, δηλαδή μόλις 722 m³. Η ποσότητα αυτή είναι κατά πολύ μικρότερη από το προβλεπόμενο από τη διαχειριστική μελέτη λήμμα. Αυτό δίνει την ευχέρεια στην δασική εκμετάλλευση να εφαρμόσει την αναγωγή σε ολόκληρη την έκταση του δάσους, παρά τις μικρές απολήψεις τα έτη 2018 και 2019. Μια καλή οικονομική διαχείριση, επιπλέον, θα μπορούσε να εξισορροπήσει τις χαμηλές αποδόσεις των δύο αυτών ετών εξοικονομώντας πόρους από τις μεγαλύτερες πωλήσεις των προηγούμενων ετών. Η δυνατότητα που δίνει η αναγωγή του δάσους για συνεχείς μελλοντικές καρπώσεις (πάντα σε ποσοστό που δεν βλάπτει το δάσος) καθιστά αυτή τη διαχειριστική μορφή οικονομικά πιο ασφαλή, καθώς επιτρέπει την επιβίωση της εκμετάλλευσης παρά τις χαμηλές πωλήσεις ορισμένων ετών.

Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι αποψιλωτικές υλοτομίες δημιουργούν πρόβλημα για την οικονομική σταθερότητα της εκμετάλλευσης, ανεξάρτητα από την τιμή πώλησης και το κόστος παραγωγής. Είναι η ίδια η φύση των δασικών εκμεταλλεύσεων στην Ελλάδα που, οικονομικά, δεν επιτρέπει την διαχείριση των φυσικών δασών με τον ίδιο τρόπο που διαχειρίζονται οι φυτείες ταχυαυξών ξυλοπαραγωγικών ειδών. Σε αυτό το συμπέρασμα οδηγούν και τα ιστορικά στοιχεία του Αναγκαστικού Δασικού Συνεταιρισμού. Ύστερα από (πραγματικές) αποψιλωτικές υλοτομίες που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο 2010-2019, οι μισές περίπου συστάδες αναγκαστικά τέθηκαν εκτός διαχείρισης για την επόμενη δεκαετή περίοδο (στοιχεία από τη Διαχειριστική Μελέτη 2020-2029, η οποία, όμως, δεν έχει εγκριθεί). Οικονομικά αυτό μεταφράζεται σε κατακόρυφη μείωση του κέρδους αφού ουσιαστικά παύει η παραγωγή.

Το αποτέλεσμα αυτής της έρευνας έδειξε ότι – με ρεαλιστικές τιμές χονδρικής πώλησης – η αναγωγή του Συνιδιόκτητου Δάσους Γεωργίτσας Γρεβενών είναι καλή στρατηγική για την εξασφάλιση οικονομικής προσόδου στο διηνεκές, αλλά ταυτόχρονα είναι και ωφέλιμη για την υγεία του δάσους και του ξυλώδους κεφαλαίου. Η αειφορική διαχείριση των δασών, επιπλέον, προϋποθέτει την εφαρμογή μέτρων για προστασία της βιοποικιλότητας και για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης. Η χρηματοοικονομική ανάλυση έδειξε ότι για το Δάσος Γεωργίτσας οι δύο αυτές επιδιώξεις είναι συμβατές. Η αναγωγή ολόκληρου του δάσους είναι η πιο οικονομικά ασφαλής στρατηγική για την βιωσιμότητα της εκμετάλλευσης, αλλά και την βελτίωση της υγείας του δάσους και του ξυλαποθέματος.

Μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στις οικονομικές συνέπειες των ειδικότερων μεθόδων αναγωγής πρεμνοφυών δασών καθώς και στον αντίκτυπο που έχουν οι μέθοδοι αναγωγής στο περιθώριο κέρδους σε σχέση με άλλα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα δάση, όπως ελλιπής διάνοιξη, εδαφική διάβρωση και ποιότητα ξυλώδους κεφαλαίου.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον Μάριο Τρίγκα, Αναπληρωτή Καθηγητή ΠΘ, για την αρχική συμβολή στο θέμα. Επίσης, τη Μαρία Διαμαντοπούλου, Επίκουρη Καθηγήτρια ΑΠΘ, και τον Νικόλαο Νάνο, Αναπληρωτή Καθηγητή ΑΠΘ, για τα εποικοδομητικά τους σχόλια για την εργασία.

Περίληψη

This paper is a feasibility study for a proposed investment with the aim of converting the entire area of the Co-owned Forest of Georgitsa into a high oak forest. This forest is currently managed as a coppice forest across half of its area, while the remainder half is being converted into a high oak forest. The feasibility of the entire area being converted into a high oak forest by the Georgitsa Forest Cooperative, which is managing the forest, will be analyzed drawing data from the approved forest management plan for the 2010-2019 period. Afterwards, there will be a financial assessment of this investment plan and the viability of this proposed investment will be examined in contrast to the current management strategy.

Βιβλιογραφία

- Διαδικτυακή Πύλη για τα Δάση, 2022. Αποκατάσταση - Ανόρθωση Πρεμνοφυών Δασών. Διαθέσιμο από: <https://forests-ypen.gr/gnosiaki-vasi/themata/98-apokatastasi-anorthosi-premnofyon/173-apokatastasi-anorthosi-premnofyon-dason> [Πρόσβαση 6 Ιουνίου 2023]
- Καρβούνης, Σ. Κ. Γεωργακέλλος, Δ. 2010. Μεθοδολογία εκπονήσεως οικονομοτεχνικών μελετών. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα, Ελλάδα, Σελ. 389-483
- Καρβούνης, Σ. Κ. 2006. Μεθοδολογία τεχνικές και θεωρία για οικονομοτεχνικές μελέτες. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα, Ελλάδα, Σελ. 235-916.
- Μακρής, Κ. 1980. Δασική οικονομική. Θεσσαλονίκη: Τμήμα εκδόσεων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου. Μίχου, Ε. 2017. Το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας σε μειονεκτούσες περιοχές – Η περίπτωση της Δυτικής Μακεδονίας. Μεταπτυχιακή διατριβή [Online] Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Διαθέσιμο στο <https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/483/Διπλωματική%20Μίχου%20Ελενα%20Μαρία.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Πρόσβαση 6 Ιουνίου 2023]
- Μπλιούμης, Β., Χριστοδούλου, Α. 1982. Η κατανάλωση καυσόξυλου κατά την περίοδο 1963-1980, ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Επιστημονική επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π Τόμος ΚΕ (7): 231-289
- Ντάφης, Σ., 1990. Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Γιαχούδης-Γιαπούλης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα Σελ 133-134
- Ντάφης, Σπ. &Κακούρος Π. 2006. Οδηγίες για την ανόρθωση υποβαθμισμένων δασών δρυός και αριάς. Διαθέσιμο στο: https://www.ekby.gr/LIFE-Athos/2.Proodos.Ergou/PDF/T_PRC_48Entypo_GR.pdf [Πρόσβαση 01 Ιουνίου 2023]
- Σμύρης, Π., Γκανάτσας, Π. 1994. Αποτελέσματα αναγωγής δρυοδασών στο Χολομώντα Χαλκιδικής. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Χανιά 6-8 Απριλίου 1994, Σελ. 303-317.
- Σταματόπουλος, Ε. 2020. Η κλιματική αλλαγή και η αναγωγή των πρεμνοφυών δρυοδασών σε σπερμοφυή. Διαθέσιμο στο: <https://dasarxeio.com/2020/10/13/87375/> [Πρόσβαση 03 Ιουνίου 2023]
- ΥΠΕΝ 2018. Εθνική Στρατηγική για τα Δάση. Διαθέσιμο στο: <https://ypen.gov.gr/perivallon/dasi/ethniki-stratigiki-gia-ta-dasi/> [Πρόσβαση 03 Ιουνίου 2023]
- ΥΠΕΝ 2010. Πίνακας διατίμησης δασικών προϊόντων 2010: ΦΕΚ 2100 Β' 2019
- ΥΠΕΝ 2019. Τιμές ανάθεσης υλοτομικών εργασιών 2018: ΦΕΚ 1228 Β' 2018
- Φαναριώτης, Α. 2013. Έρευνα της αγοράς καυσόξυλου στο Πολεοδομικό Συγκρότημα Θεσσαλονίκης. Μεταπτυχιακή διατριβή [Online]. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Διαθέσιμο στο <http://ikee.lib.auth.gr/record/134131/files/GRI-2014-12157.pdf> [Πρόσβαση 31 Μαΐου 2023]

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΤΟΠΙΚΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ LEADER / CLLD ΤΗΣ Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ**

Κουτής, Βάιος¹; Τρίγκας, Μάριος²

¹Αναπτυξιακή Τρικάλων ΑΑΕ Ο.Τ.Α. - ΚΕΝΑΚΑΠ Α.Ε., Καλαμπάκα Τρικάλων, 422 00, kenakar@kenakar.gr

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού – Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Μάρκετινγκ, Καινοτομίας και Επιχειρηματικότητας, Καρδίτσα, 431 00, mtrigkas@uth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τα αποτελέσματα της εφαρμογής των Προγραμμάτων Τοπικής Ανάπτυξης. Ως περίπτωση μελέτης επιλέγεται η εφαρμογή του προγράμματος CLLD/LEADER στην Π.Ε. Τρικάλων την περίοδο 2014-2020, Μέτρο 19 «Τοπική Ανάπτυξη με Πρωτοβουλία Τοπικών Κοινοτήτων (CLLD/LEADER)» του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης (ΠΑΑ). Μέσω αυτής της διερεύνησης η εργασία επιδιώκει να απαντήσει στο ερώτημα εάν η προσέγγιση του CLLD/LEADER μπορεί να συμβάλει στην αναζωογόνηση της υπαίθρου και στην «ενδογενή ανάπτυξη». Η έρευνα πεδίου πραγματοποιήθηκε μέσω συμπλήρωσης ερωτηματολογίου. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει πως οι δράσεις ιδιωτικών επενδύσεων μέσω του προγράμματος CLLD/LEADER βοήθησαν τους επενδυτές, να οραματιστούν το οικονομικό μέλλον της περιοχής, να σχεδιάσουν επιχειρηματικές συνεργασίες, να είναι θετικότεροι απέναντι στις Ευρωπαϊκές πολιτικές και τέλος να συνομιλούν και να συνεργάζονται με επιχειρήσεις και φορείς της περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Τοπική ανάπτυξη, Βιώσιμη Ανάπτυξη, Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης, Χρηματοδότηση, Πρόγραμμα CLLD/LEADER,

Εισαγωγή

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενσωματώνει τεράστια πολιτιστική ποικιλομορφία αλλά και σημαντικές ανισότητες στις συνθήκες διαβίωσης και στους διαθέσιμους πόρους για τους κατοίκους των ευρωπαϊκών χωρών και περιοχών. Οι εδαφικές ανισότητες είναι έντονες μεταξύ των ευρωπαϊκών περιφερειών, ιδίως μεταξύ των αστικών και των αγροτικών περιοχών και οι ευρωπαϊκές πολιτικές στοχεύουν, μεταξύ άλλων στη μείωση αυτών. Οι εδαφικές ανισότητες παίρνουν διάφορες μορφές και αντικατοπτρίζουν τις κοινωνικοοικονομικές ανισότητες. Ο πιο συνηθισμένος δείκτης που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των ανισοτήτων είναι το εισόδημα, που αντανακλά το βιοτικό επίπεδο και την ευημερία. Ωστόσο, οι κοινωνικοοικονομικές ανισότητες είναι εμφανείς και σε άλλους δείκτες όπως η φτώχεια, το επίπεδο εκπαίδευσης, η υλική στέρηση, οι ευκαιρίες απασχόλησης κ.λπ.

Η πολιτική αγροτικής ανάπτυξης, μέσω των προγραμμάτων τοπικής ανάπτυξης και ειδικότερα του προγράμματος LEADER, μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση αυτών των δεικτών, όπως στην ενίσχυση του εισοδήματος, στη μείωση της φτώχειας και της υλικής στέρησης και στην αύξηση της απασχόλησης στις αγροτικές περιοχές. Να συμβάλει δηλαδή, στη βελτίωση της τοπικής ανάπτυξης και στη μείωση των ανισοτήτων μεταξύ αγροτικών και αστικών περιοχών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ολοκληρωμένων και πολυτομεακών στρατηγικών τοπικής ανάπτυξης, αντανακλώντας την πολυδιάστατη φύση της τοπικής ανάπτυξης (European Commission 2021). Οι ελληνικές αγροτικές περιοχές έχουν μακρόχρονη εμπειρία στο σχεδιασμό και την υλοποίηση ολοκληρωμένων προγραμμάτων τοπικής ανάπτυξης κυρίως, μέσω του προγράμματος LEADER (Κοινοτική Πρωτοβουλία LEADER I, LEADER II, LEADER+, Άξονας 4 του ΠΑΑ 2007-2013, πρόγραμμα CLLD/LEADER) καθώς και των Ολοκληρωμένων Προγραμμάτων Ανάπτυξης

Αγροτικού Χώρου (ΟΠΑΑΧ), τα οποία εφαρμόστηκαν κυρίως από τις Ομάδες Τοπικής Δράσης (ΟΤΔ) - Αναπτυξιακές Εταιρείες (ΚΑΠ 2021).

Σύμφωνα με τον Ray (2000), η κεντρική ιδέα του προγράμματος LEADER ήταν η δημιουργία ενός «εργαστηρίου» αγροτικής ανάπτυξης. Κάθε περιοχή επρόκειτο να αναζητήσει καινοτόμες ιδέες που όχι μόνο θα βοηθούσαν την κοινωνικοοικονομική ζωντάνια της περιοχής, αλλά θα αποτελούσαν μια καλή πρακτική και για άλλες περιοχές. Το ζητούμενο της τοπικής ανάπτυξης ήταν πώς να ενσωματώσει την καινοτομία σε «μειονεκτικές» αγροτικές περιοχές. Αυτό επιτεύχθηκε από το πρόγραμμα LEADER μέσω τριών παρεμβάσεων: Η πρώτη θέτει την αναπτυξιακή δραστηριότητα σε, εδαφικό και όχι σε τομεακό πλαίσιο, ενώ ταυτόχρονα η περιοχή παρέμβασης είναι μικρότερη από το εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο. Η δεύτερη, σε οικονομικό επίπεδο, συνδυάζεται και με άλλες αναπτυξιακές δραστηριότητες για να μεγιστοποιήσει τα οφέλη εντός της τοπικής επικράτειας αξιοποιώντας τοπικούς, φυσικούς και ανθρωπογενούς πόρους. Στην τρίτη, η ανάπτυξη εστιάζεται στις ανάγκες, τις ικανότητες και τις προοπτικές των τοπικών πληθυσμών. Το μοντέλο ανάπτυξης λαμβάνει μια ηθική διάσταση δίνοντας έμφαση στην ενεργή τοπική συμμετοχή κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση της δράσης, μέσω της υιοθέτησης πολιτιστικών, περιβαλλοντικών και «κοινοτικών» αξιών στο πλαίσιο της αναπτυξιακής παρέμβασης. Για τη νέα προγραμματική περίοδο 2021 – 2027 η CLLD/LEADER «Στρατηγική Τοπικής Ανάπτυξης με την πρωτοβουλία Κοινοτήτων» αποσκοπεί σε ένα συνεκτικό σύνολο πράξεων για την ικανοποίηση τοπικών στόχων και αναγκών, το οποίο συμβάλλει στην επίτευξη της στρατηγικής της Ένωσης για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη και η οποία σχεδιάζεται και εφαρμόζεται από μια Ομάδα Τοπικής Δράσης (ΚΑΠ 2021).

Η τοπική ανάπτυξη είναι μια συνεχής διαδικασία πολλαπλής διάστασης που συνδέεται άρρηκτα με τον τοπικό πληθυσμό και στηρίζεται κατά κύριο λόγο στο ενδογενές ανθρώπινο δυναμικό και στους τοπικούς πόρους, ενώ έχει ως σκοπό - μέσα από έναν βραχυπρόθεσμο ή μεσοπρόθεσμο σχεδιασμό - την ευημερία της τοπικής κοινωνίας (Ρακιτζή 2018). Οι Coffey και Polese (1985) ταυτίζουν την τοπική με την ενδογενή ανάπτυξη προτείνοντας συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης, τα οποία αναφέρονται στην τοπική επιχειρηματικότητα και την ανάπτυξη των επιχειρήσεων από τον τοπικό πληθυσμό. Ο Chatzichristos (2021) αναφέρει ότι το πλαίσιο πολιτικής LEADER είναι εξόχως σημαντικό στο πολιτικό και πολιτιστικό πλαίσιο της νεο-ενδογενούς περιφερειακής ανάπτυξης και της κοινωνικής καινοτομίας. Η ενδογενής ή αυτόνομη ή από τα κάτω προς τα πάνω ανάπτυξη (bottom-updevelopment) εμφανίζει ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως:

- Το σχεδιασμό, τη διαχείριση και την υλοποίηση των διαδικασιών ανάπτυξης, έχουν οι τοπικές παραγωγικές δυνάμεις (δημόσιοι, ιδιωτικοί και εθελοντικοί φορείς), δηλαδή το ενδογενές δυναμικό της περιοχής.
- Τα οφέλη, που προκύπτουν από την αναπτυξιακή διαδικασία παραμένουν στην περιοχή.
- Η αναπτυξιακή αυτή προσέγγιση σέβεται και προασπίζεται τις τοπικές ιδιαιτερότητες και αξίες, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες και τις απόψεις του τοπικού πληθυσμού.
- Αξιοποιούνται και κατά συνέπεια διασφαλίζονται και προστατεύονται οι τοπικά διαθέσιμοι πόροι – ανθρώπινοι και φυσικοί.

Σύμφωνα με τη Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, όπως αυτή υιοθετήθηκε για πρώτη φορά στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Goeteborg το 2001 και όπως αναπτύσσεται και σε μεταγενέστερα σχετικά κείμενα: Η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι μία συνεχής πορεία αλλαγής και προσαρμογής, και όχι μία στατική κατάσταση, με στόχο την ικανοποίηση των αναγκών του παρόντος, χωρίς όμως να μειώνεται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν και τις δικές τους ανάγκες, μέσα από την ισόρροπη και ισότιμη επιδίωξη και των τριών πυλώνων της Βιώσιμης Ανάπτυξης: Οικονομία – Περιβάλλον – Κοινωνία. Μέσα από τη συμπόρευση, δηλαδή, της οικονομικής ανάπτυξης, της περιβαλλοντικής προστασίας και της κοινωνικής συνοχής, όπως παραστατικά απεικονίζεται με το γνωστό ισόπλευρο τρίγωνο της Βιώσιμης Ανάπτυξης.

Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο την αξιολόγηση της συμβολής του προγράμματος CLLD/LEADER στην τοπική ανάπτυξη κατά την τελευταία προγραμματική περίοδο 2014-2020 στην Π.Ε. Τρικάλων. Συγκεκριμένα στοχεύει στην αποτίμηση των έως τώρα αποτελεσμάτων του τοπικού προγράμματος σε σχέση με τις βασικές επιδιώξεις και τις αρχές του αρχικού

υποβαλλόμενου σχεδίου, στη μελέτη των διαδικασιών προγραμματισμού που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της κατάρτισης του τοπικού προγράμματος της Π.Ε. Τρικάλων, στη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, των συνεπειών και την αξιολόγησή τους.

Υλικά και Μέθοδοι

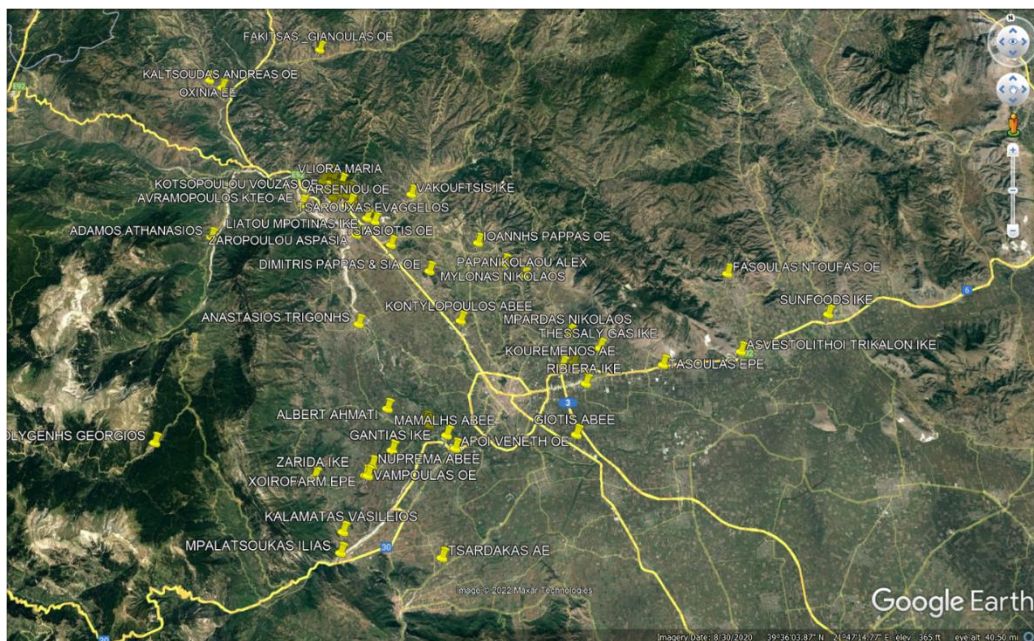
Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου του έτους 2021 έως και το Μάρτιο του έτους 2022. Για τη συγκέντρωση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ως μέθοδος η σύνταξη, συλλογή και επεξεργασία ειδικά δομημένου ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο διακινήθηκε διαδικτυακά (λόγω των περιορισμών από τον COVID-19) και σε ορισμένες περιπτώσεις τηλεφωνικά και στοχευμένα σε φορείς και άτομα που είναι επενδυτές στο τοπικό πρόγραμμα CLLD/LEADER της Π.Ε. Τρικάλων. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 4 διαφορετικές ομάδες και στο σύνολό του 26 ερωτήσεις. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει 3 ερωτήσεις σχετικές με τις απόψεις των ερωτώμενων για τη διαδικασία της ενημέρωσής τους για το πρόγραμμα. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει 12 ερωτήσεις προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός παρέμβασης του προγράμματος ως πολιτική ανάπτυξης στις επιχειρήσεις. Η τρίτη ομάδα περιλαμβάνει 7 ερωτήσεις από τις οποίες γίνεται προσπάθεια να διαπιστωθεί το προφίλ των επιχειρήσεων που συμμετέχουν στο τοπικό πρόγραμμα CLLD/LEADER. Η δε τέταρτη ομάδα περιλαμβάνει 4 ερωτήσεις με τα προσωπικά στοιχεία των ερωτώμενων.

Η πλειονότητα των ερωτήσεων είναι κλειστού τύπου καθώς το βασικό πλεονέκτημα σε αυτές είναι η εύκολη κωδικοποίηση και ανάλυσή τους. Το βασικό μειονέκτημα των κλειστών ερωτήσεων είναι ότι ο ερωτώμενος τείνει να δώσει μια από τις προκαθορισμένες απαντήσεις, ενώ σε μια ανοικτή ερώτηση πιθανά η απάντησή του θα ήταν διαφορετική (Martin 2006). Συνολικά συγκεντρώθηκαν, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν 64 ερωτηματολόγια. Τα δεδομένα καταχωρήθηκαν, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν μέσω του ειδικού στατιστικού προγράμματος SPSS statistics windows ver 26.0 και έγιναν οι σχετικοί έλεγχοι συχνοτήτων (Frequencies), περιγραφικής στατιστικής (Descriptives) και διασταυρώσεων, (Crosstabs), ελέγχου ανεξαρτησίας μεταξύ όλων των μεταβλητών με το κριτήριο Χ². Ο έλεγχος Χ τετράγωνο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της σχέσης μεταξύ ποιοτικών μεταβλητών (Howitt, D. and Cramer, D., 2003).

Αποτελέσματα

Τα 64 ενταγμένα επενδυτικά σχέδια στο πρόγραμμα CLLD/LEADER στην Π.Ε. Τρικάλων εκτείνονται σε όλη την περιοχή παρέμβασης, με τα έργα που αφορούν τον κλάδο του τουρισμού να είναι εστιασμένα στην περιοχή της πόλης της Καλαμπάκας και του Καστρακίου. Στην υπόλοιπη περιοχή τα επενδυτικά σχέδια αφορούν την μεταποίηση αγροτικών προϊόντων, τις μικρές βιοτεχνίες και την οικοτεχνία.

Οι πρώτες τρεις ερωτήσεις αφορούν την αξιολόγηση των ενεργειών ενημέρωσης που έγιναν από την «Αναπτυξιακή Τρικάλων ΑΑΕ ΟΤΑ – ΚΕΝΑΚΑΠ Α.Ε.» ως Ομάδα Τοπικής Δράσης (ΟΤΔ) κατά την πρόσκληση του τοπικού προγράμματος CLLD/LEADER. Ειδικότερα: Στην πρώτη ερώτηση πολλαπλών απαντήσεων: «Πώς πληροφορηθήκατε για την πρόσκληση του προγράμματος LEADER;» οι περισσότεροι απάντησαν ότι ενημερώθηκαν από τις εκδηλώσεις που πραγματοποίησε η ΟΤΔ – «ΚΕΝΑΚΑΠ Α.Ε.» σε ποσοστό 48,4% και από φορείς ενημέρωσης όπως το επιμελητήριο και οι σύμβουλοι επιχειρήσεων σε ποσοστό 46,9%. Ακολουθούν οι ανακοινώσεις στο διαδίκτυο και τα social media και τέλος έπεται η ενημέρωση μέσω των τοπικών εφημερίδων ή από φίλους. Σημαντικό ρόλο στις ενέργειες ενημέρωσης είχε και η εμπλοκή του Επιμελητηρίου Τρικάλων που κινητοποιήθηκε με ενημερώσεις προς τα μέλη του αλλά και με ομιλίες σε διευρυμένο διοικητικό συμβούλιο. Η προστιθέμενη αξία της προσέγγισης CLLD/LEADER σε τοπικό επίπεδο επιβεβαιώνεται από τις απαντήσεις των ερωτώμενων με την κινητοποίηση του τοπικού πληθυσμού και των φορέων της περιοχής παρέμβασης.

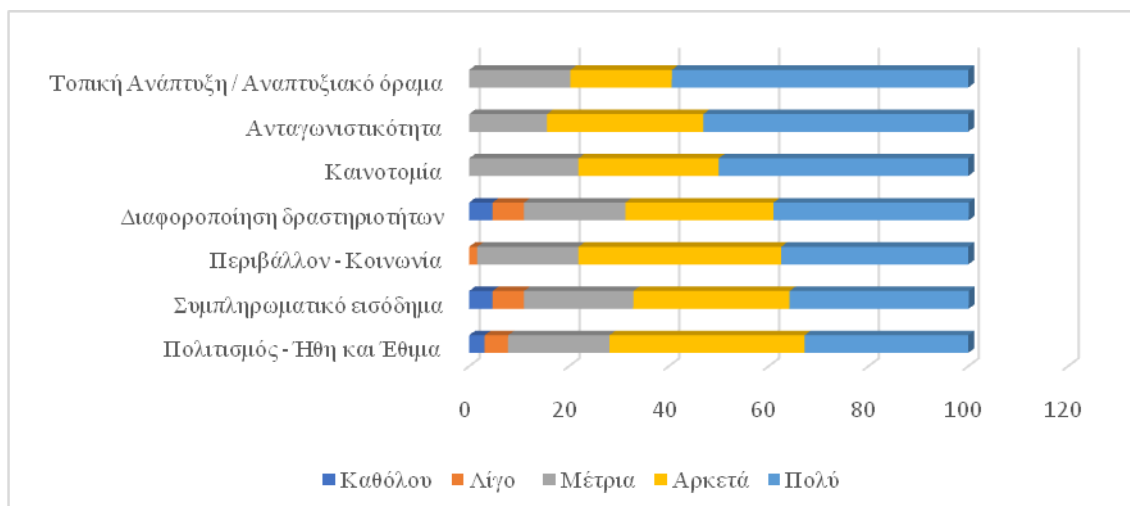


Εικόνα 1. Χωροθέτηση των επενδυτικών έργων του προγράμματος CLLD/LEADER στην Π.Ε. Τρικάλων
 Picture 1. Location of the investment projects of CLLD/LEADER in Trikala prefecture

Το μεγαλύτερο ποσοστό κινητοποιήθηκε από τις ενημερωτικές εκδηλώσεις της ΟΤΔ. Η πλειοψηφία των απαντήσεων σε ποσοστό 92,2%, έδειξε ότι υπάρχει επαρκής ενημέρωση και μόνο ένα ποσοστό 7,8% έδειξε ότι η ενημέρωση ήταν ελλιπής. Το ποσοστό αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από τους ερωτώμενους διότι είναι το μόνο πρόγραμμα που είναι υποχρεωτικό να πραγματοποιήσει διαβούλευση με τους κατοίκους και τους τοπικούς φορείς στη φάση τους σχεδιασμού και να εφαρμόσει την προσέγγιση «από τα κάτω».

Στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνονται ερωτήσεις που αφορούν απόψεις ερωτώμενων για τον βαθμό παρέμβασης του προγράμματος CLLD/LEADER ως πολιτική τοπικής ανάπτυξης. Ειδικότερα:

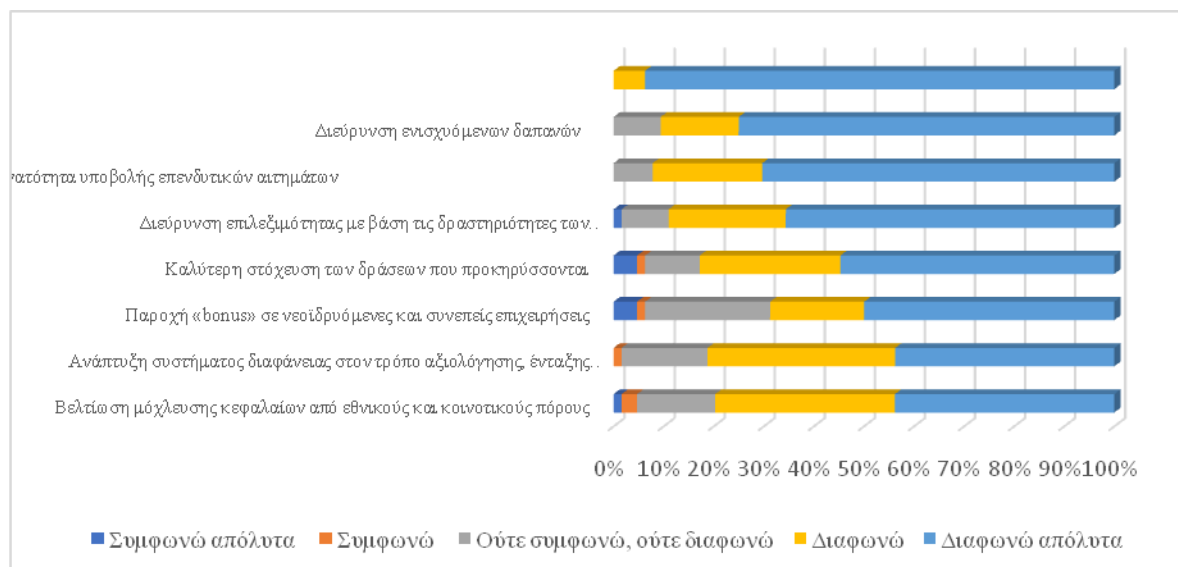
Ποσοστό 45,3% αυτών απάντησε ότι μπορούν να οραματιστούν το οικονομικό μέλλον της περιοχής και να σχεδιάσουν επιχειρηματικές συνεργασίες. Ποσοστό 37,5% απάντησε ότι έχει θετικότερη στάση απέναντι στις ευρωπαϊκές πολιτικές και θεσμούς και τέλος, το μικρότερο ποσοστό αφορούσε στη συνομιλία / συνεργασία με επιχειρήσεις και φορείς της περιοχής. Αναφορικά με το πόσο επηρέασε η χρηματοδότηση του προγράμματος CLLD/LEADER την απόφαση για την επένδυση, το 15,6% απάντησε ότι είχε αποφασίσει από πριν, το 29,7% ότι είχε απόλυτα καθοριστικό ρόλο και το 54,7% απάντησε ότι είχε ρόλο καταλύτη σε μια απόφαση που εκκρεμούσε. Στην ερώτηση, «Πόσο σημαντικές είναι για εσάς οι παρακάτω εκφράσεις που προωθεί το CLLD/LEADER σε σχέση με την επιχειρηματική σας δραστηριότητα;», οι απαντήσεις κατά φθίνουσα σειρά αφορούσαν την τοπική ανάπτυξη/ αναπτυξιακό όραμα, την ανταγωνιστικότητα, την καινοτομία, την διαφοροποίηση δραστηριοτήτων, το περιβάλλον, το συμπληρωματικό εισόδημα και τέλος τον πολιτισμό – ήθη και έθιμα (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Αξιολόγηση προώθησης δράσεων επιχειρηματικότητας που προωθεί το CLLD/LEADER
Figure 1. Evaluation of entrepreneurial activities promotion by CLLD/LEADER

Η προστιθέμενη αξία του προγράμματος επιβεβαιώνεται και από τις απαντήσεις σε αυτή την ερώτηση όπου η ανάπτυξη εταιρικών σχημάτων και συνεργασιών θεωρείται από τους επενδυτές ως ο κυρίαρχος στρατηγικός στόχος της συμμετοχής τους στο πρόγραμμα. Επίσης, η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της ενεργειακής κατάστασης των επιχειρήσεων παρατηρείται πως απασχολεί τους επενδυτές που με αυτό τον τρόπο συμμετέχουν και στην επίτευξη των στόχων της βιώσιμης τοπικής ανάπτυξης.

Τα 3 κυριότερα εμπόδια που εντοπίστηκαν στη χρηματοδότηση από το πρόγραμμα LEADER/CLLD, σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, είναι η γραφειοκρατία, το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας και η σχετική νομοθεσία, η λειτουργία του τραπεζικού συστήματος, οι αυξημένες απαιτήσεις από την επιχείρηση, η οικονομική αστάθεια, το καθεστώς ανταγωνισμού, η πολιτική αστάθεια, η έλλειψη φορέων πληροφόρησης. Να σημειωθεί πως η διαφθορά και η διαφάνεια δεν θεωρήθηκαν εμπόδιο στην διαδικασία χρηματοδότησης. Χαρακτηριστικά της ποιότητας των επενδυτικών σχεδίων που χρηματοδοτούνται από το πρόγραμμα είναι η διαφάνεια στον τρόπο επιλογής των επενδυτικών σχεδίων. Η αξιολόγηση των τρόπων με τους οποίους μπορεί να βελτιωθεί η διαδικασία στη χρηματοδότηση από το πρόγραμμα CLLD/LEADER (Σχήμα 2), ανέδειξε, ως το μεγαλύτερο ποσοστό των απαντήσεων, να αφορά στην άρση της γραφειοκρατίας σχετικά με τις διαδικασίες του προγράμματος. Έπονται η διεύρυνση των ενισχυόμενων δαπανών, η συχνότερη υποβολή επενδυτικών αιτημάτων, η διεύρυνση επιλεξιμότητας με βάση τις δραστηριότητες των επιχειρήσεων, η καλύτερη στόχευση των δράσεων που προκηρύσσονται, η παροχή «bonus» σε νεοϊδρυόμενες και συνεπείς επιχειρήσεις και τέλος η ανάπτυξη συστήματος διαφάνειας στον τρόπο αξιολόγησης, ένταξης και ελέγχου επενδύσεων, καθώς και η βελτίωση μόχλευσης κεφαλαίων από εθνικούς και κοινοτικούς πόρους.



Σχήμα 2. Αξιολόγηση διαδικασιών βελτίωσης αποτελεσματικότητας προγράμματος CLLD/LEADER
Figure 2. Evaluation of improvement procedures for the CLLD/LEADER program

Το 65,6% των συμμετεχόντων στην έρευνα δηλώνει πολύ / πάρα πολύ αισιόδοξο για το μέλλον σε σχέση πάντα με τη συμμετοχή στο πρόγραμμα και το 34,4% δηλώνει μέτρια αισιόδοξια σε σχέση με το ίδιο θέμα. Επιπλέον, το 90,6% δηλώνει πολύ / πάρα πολύ πιθανόν να προτείνει και σε κάποιον άλλο στο μέλλον τη συμμετοχή στο πρόγραμμα και μόλις το 9,4% δηλώνει μέτρια πρόθεση σε σχέση με το ίδιο θέμα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως ένα σημαντικό ποσοστό της τάξης του 48,8% δήλωσε ότι δεν γνωρίζει κάποιο εμβληματικό έργο στην περιοχή του. Από τις υπόλοιπες απαντήσεις τα πρώτα ποσοστά συγκεντρώνουν το Πολιτιστικό Κέντρο Καλαμπάκας και το χιονοδρομικό κέντρο Περτουλίου και ακολουθούν, το πεζοπορικό μονοπάτι Ε4, η ανάπλαση της τοξωτής γέφυρας της Πύλης και ο φωτισμός των βράχων των Μετεώρων.

Σε σχέση με τους τομείς δραστηριοποίησης των επενδυτών, ποσοστό 32,8% αφορά στην μεταποίηση και εμπορία αγροτικών προϊόντων, 21,9% αφορά στον τουριστικό κλάδο και 15,6% βιοτεχνικές δραστηριότητες. Ίδιο ποσοστό έχουν και οι δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών ενώ τέλος με ποσοστό 7,8% ακολουθεί ο κλάδος απασχόλησης της οικοτεχνίας και με 6,3% οι υπηρεσίες εκπαίδευσης. Στην επόμενη ερώτηση που αφορά τον κύκλο εργασιών των επιχειρήσεων που εντάχθηκαν στο πρόγραμμα, ποσοστό 62,5% δήλωσε ότι ανέρχεται έως 100.000€/ έτος, 21,9% ότι ανέρχεται σε ποσοστό από 100.001 έως 500.000 €/ έτος, 3,0% ότι κυμαίνεται από 500.000 έως 1.000.000€/έτος και από 6,3% των επιχειρήσεων απάντησαν ότι ο κύκλος εργασιών κυμαίνεται από 1.000.000 έως 2.000.000€/ έτος και ότι ο ετήσιος κύκλος εργασιών ξεπερνά τα 2.000.000€/έτος. Τέλος, στην ερώτηση «σε τι στάδιο ανάπτυξης βρίσκεται σήμερα η επιχείρηση», οι απαντήσεις ανέδειξαν, ένα ποσοστό 6,3% ότι βρίσκεται σε στάδιο σποράς, το 18,8% χαρακτηρίζεται ως νεοφυές, το 34,4% σε στάδιο ανάπτυξης, το 9,4 % σε στάδιο ωριμότητας και ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 31,3% δεν γνωρίζει σε ποιο στάδιο βρίσκεται η επιχείρησή του.

Κατά τη στατιστική ανάλυση και τον έλεγχο συσχέτισης με το κριτήριο X^2 προέκυψε σχέση της ανάγκης για χρηματοδότηση και του αριθμού των εργαζομένων όπου οι πολύ μικρές επιχειρήσεις σε ποσοστό 83,1% είναι εμφανές ότι στηρίζονται στις χρηματοδοτήσεις του προγράμματος LEADER, σε αντίθεση με τις μεγαλύτερες η οποίες μπορούν να αντλήσουν χρηματοδότηση και από το τραπεζικό σύστημα ή ακόμη και από τους ίδιους τους μετόχους τους ($X^2 = 6.513$, sig = 0.039 < 0.05). Επίσης, προέκυψε σχέση της συμβολής του προγράμματος για την καλύτερη συνομιλία/ συνεργασία με επιχειρήσεις και φορείς της περιοχής κυρίως από τις εταιρικές μορφές, με ποσοστό 80,0% και λιγότερο από τις ατομικές επιχειρήσεις ($X^2 = 11.931$; sig = 0.018 < 0.05). Ακόμη, σημαντικό είναι το γεγονός που προέκυψε για τις επιχειρήσεις που βρίσκονται σε στάδιο ανάπτυξης σποράς ή είναι νεοφυείς ότι έχουν υψηλή προσδοκία με τη συμμετοχή στο πρόγραμμα CLLD/LEADER να αυξήσουν το μερίδιο της αγοράς. Σε αντίθεση με αυτές που δήλωσαν ότι βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης – ωριμότητας ($X^2 = 9.872$, sig = 0.007 < 0.05).

Συζήτηση-Συμπεράσματα-

Τα προγράμματα LEADER δημιουργούν καινοτόμες αναπτυξιακές στρατηγικές οι οποίες ενθαρρύνουν τη συνεργασία μεταξύ αγροτικών ή αγροτικών και αστικών περιοχών. Σύμφωνα με τον Metis (2010) επισημαίνεται ότι η προσέγγιση LEADER αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο που είναι λειτουργικό σε αρκετά διαφορετικές καταστάσεις και τύπους περιοχών, προσαρμόζοντας έτσι τη χάραξη αγροτικής πολιτικής στις ποικιλόμορφες ανάγκες των αγροτικών περιοχών. Για αυτούς τους λόγους, πλέον αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της πολιτικής αγροτικής ανάπτυξης (Dax & Oedl-Wieser 2016), ενώ κατά τους Esparcia και Abbasi (2020) το LEADER εξελίχθηκε στην κύρια έκφραση της πολιτικής ανάπτυξης της υπαίθρου εντός της Ε.Ε. Τα ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα από την εφαρμογή του προγράμματος LEADER στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο υπογραμμίζει σχετική μελέτη αντικτύπου που διενήργησε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Αν και το πρόγραμμα αντιπροσωπεύει μόλις το 7% περίπου από το ΕΓΤΑΑ, κατάφερε να συμβάλει αποτελεσματικά στη βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη σε ολόκληρη την Ε.Ε. όπως αναφέρει η Κομισιόν (www.yraithros.gr 2022). Συνολικά, την ίδια εικόνα παρουσιάζουν και τα αποτελέσματα της έρευνας από την περιοχή παρέμβασης και από την έως τώρα εφαρμογή του προγράμματος CLLD/LEADER στην Π.Ε. Τρικάλων. Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη τα γενικά συμπεράσματα προηγούμενων επίσημων αξιολογήσεων της Ε.Ε. του LEADER (1991-2006), ένα από τα κύρια αποτελέσματα ήταν ο εντοπισμός των στοιχείων που είναι απαραίτητα για την ενθάρρυνση της ενδογενούς ανάπτυξης.

Παράλληλα, η έκθεση του ELARD (2020), σχετικά με το ρόλο του LEADER, υπογράμμισε τη συμβολή του προγράμματος στη βιοποικιλότητα, την κοινωνική συνοχή και την ισότητα, τη μικρομεσαία επιχειρηματικότητα, καθώς και τη συμμετοχή του στην αγροτική διακυβέρνηση. Μέσα από την πολυετή εμπειρία του, το πρόγραμμα LEADER έχει αποδείξει ότι μπορεί να επηρεάσει θετικά την καθημερινή ζωή των ανθρώπων στις αγροτικές περιοχές. Μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ενθάρρυνση καινοτόμων απαντήσεων σε παλιά και νέα αγροτικά προβλήματα και να γίνει ένα είδος «εργαστηρίου» για την οικοδόμηση τοπικών δυνατοτήτων και τη δοκιμή νέων τρόπων κάλυψης των αναγκών των αγροτικών κοινοτήτων. Έχει δημιουργήσει πολύτιμα αποτελέσματα σε πολλές αγροτικές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο για την παροχή βοήθειας στις αγροτικές περιοχές στα νέα και μελλοντικά κράτη μέλη της Ε.Ε. ώστε να προσαρμοστούν στις σημερινές μεταβαλλόμενες πραγματικότητες. (Dax & Oedl-Wieser 2016). Βέβαια, υπάρχουν δύο βασικά ζητήματα για την αξιολόγηση των στρατηγικών τοπικής ανάπτυξης στο πλαίσιο του LEADER: η έλλειψη δεδομένων σε τοπικό επίπεδο όπου λειτουργούν οι ΟΤΔ και η ανάγκη να ληφθούν υπόψη οι πολλαπλές διαστάσεις της τοπικής ανάπτυξης (European Commission 2021).

Στην παρούσα έρευνα, αποτυπώνεται η θετική εικόνα σε επίπεδο ενημέρωσης καθώς η πλειοψηφία των απαντήσεων σε ποσοστό 92,2% απάντησε ότι υπάρχει επαρκής ενημέρωση με κύριο κανάλι ενημέρωσης τις ενημερωτικές εκδηλώσεις της ΟΤΔ – «ΚΕΝΑΚΑΠ Α.Ε.» αλλά και από φορείς της περιοχής όπως είναι το Επιμελητήριο και οι σύμβουλοι επιχειρήσεων. Οι δραστηριότητες εμφύχωσης και ενημέρωσης, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2022) αποτελούν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των ΟΤΔ. Το πρόγραμμα LEADER έχει δεσμευμένους πόρους για την εμφύχωση, έτσι είναι το μοναδικό πρόγραμμα που λόγω της δομής χρηματοδότησής του εφαρμόζει εξειδικευμένες δράσεις στις αγροτικές περιοχές. Οι περισσότεροι επενδυτές δήλωσαν ότι χρειάζονταν την χρηματοδότηση για την επιχείρησή τους, οι αμέσως επόμενοι θεωρούν ότι είναι πιο εύκολο να συμμετάσχουν σε ένα πρόγραμμα με τοπική διαχείριση όπως είναι το πρόγραμμα CLLD/LEADER. Το κίνητρο της χρηματοδότησης του προγράμματος CLLD/LEADER φαίνεται ότι είναι καθοριστικής σημασίας στην απόφαση για την επένδυση. Στην έρευνα της αξιολόγησης η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2022) αναφέρει ότι, οι μικρές χρηματοδοτήσεις με την υποστήριξη του LEADER βοηθούν την τοπική οικονομική ανάπτυξη και την απασχόληση, οι οποίες θεωρούνται περισσότερο σημαντικές για την ανάσχεση της ερήμωσης της υπαίθρου και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις αγροτικές περιοχές. Ενώ σε άλλο σημείο η ίδια έρευνα αναφέρει ότι μια σειρά στοιχείων δείχνει πώς η τοπική λήψη αποφάσεων (αντανακλώντας στο επίπεδο αυτονομίας των αποφάσεων από την ΕΔΠ LEADER) είναι επίσης απαραίτητο στοιχείο για την πετυχημένη υλοποίηση του LEADER. Επίσης, η τοπική διακυβέρνηση συμπεριλαμβάνεται στις επτά βασικές αρχές του προγράμματος και διαπερνά όλες τις φάσεις από τον σχεδιασμό και

την υλοποίηση του (Arabatzis κ.α. 2010). Οι ΟΤΔ πρέπει να έχουν ενεργό ρόλο στην πολυεπίπεδη διακυβέρνηση, ισότητα και βιωσιμότητα των περιοχών παρέμβασης (Pollermann κ.α. 2014).

Ο βαθμός παρέμβασης του προγράμματος CLLD/LEADER, ως πολιτική τοπικής ανάπτυξης, αποτυπώνεται στις απαντήσεις των επενδυτών που σε μεγάλο ποσοστό αναφέρουν ότι το πρόγραμμα τους βοηθάει να οραματιστούν το οικονομικό μέλλον της περιοχής, να σχεδιάσουν επιχειρηματικές συνεργασίες, να είναι θετικότεροι απέναντι στις Ευρωπαϊκές πολιτικές και τέλος να συνομιλούν και να συνεργάζονται με επιχειρήσεις και φορείς της περιοχής. Μία από τις επτά αρχές του προγράμματος LEADER αναφέρεται στη συνεργασία και παρατηρείται από τα αποτελέσματα πως και αυτή η αρχή καλύπτεται από τις απαντήσεις των ερωτώμενων. Παράλληλα, σε αντίστοιχη έρευνα της ΔΙΑΝΕΟΣΙΣ (2022) το 64% αποτιμούν θετικά την συμμετοχή της χώρας μας στην Ε.Ε.

Από τα κυριότερα εμπόδια, που εντοπίστηκαν στη διαδικασία χρηματοδότησης από το πρόγραμμα CLLD/LEADER, σημειώνεται ως πρώτο η γραφειοκρατία, ακολουθούν το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας και η σχετική νομοθεσία, η λειτουργία του τραπεζικού συστήματος, οι αυξημένες απαιτήσεις από την επιχείρηση, η οικονομική αστάθεια, το καθεστώς ανταγωνισμού, η πολιτική αστάθεια και η έλλειψη φορέων πληροφόρησης. Να υπογραμμιστεί πως η διαφθορά και η διαφάνεια δεν θεωρήθηκαν εμπόδιο στην διαδικασία χρηματοδότησης. Τα δεδομένα αυτά έρχονται δυστυχώς να τα επιβεβαιώσουν αντίστοιχες έρευνες (ELARD, 2020). Οι Trigkas κ.α. (2016) σε άλλη έρευνα αναφέρουν ότι οι διαδικασίες που αφορούν στην υποβολή και υλοποίηση των επενδυτικών σχεδίων, θα πρέπει να μειωθούν με την απλούστευση των απαιτήσεων σε συνδυασμό με την απλοποίηση του σχετικού θεσμικού πλαισίου. Αυτό θα μπορούσε επομένως να επιτευχθεί με την εισαγωγή αλλαγών στον τρόπο έκδοσης των προκηρύξεων, των συμβάσεων, των κριτηρίων ένταξης, των διαδικασιών αξιολόγησης, την υλοποίηση επενδυτικών σχεδίων και τέλος, την παραλαβή των επενδύσεων και την καταβολή της χρηματοδότησης. Η εισαγωγή και εφαρμογή ολοκληρωμένων πληροφοριακών συστημάτων σε όλο το πλαίσιο λειτουργίας των κρατικών ενισχύσεων είναι θετική προς αυτή την κατεύθυνση αλλά πρέπει να συνδυαστεί με αποτελεσματική μείωση της γραφειοκρατίας.

Η εισαγωγή περίπλοκων διαδικασιών θα πρέπει να αποφευχθεί (ELARD, 2022).

Τέλος, φαίνεται στο πρόγραμμα μια ισορροπία των ενταγμένων έργων όσον αφορά τους τομείς δραστηριοποίησης των επενδυτών. Βέβαια τα 64 ενταγμένα επενδυτικά σχέδια στο πρόγραμμα CLLD/LEADER στην Π.Ε. Τρικάλων εκτείνονται σε όλη την περιοχή παρέμβασης, με τα έργα που αφορούν τον τουρισμό να εστιάζονται στην περιοχή της Καλαμπάκας και του Καστρακίου. Στην υπόλοιπη περιοχή τα επενδυτικά σχέδια αφορούν τη μεταποίηση αγροτικών προϊόντων, τις μικρές βιοτεχνίες και την οικοτεχνία. Άλλο ένα στοιχείο που προκύπτει από την χωροθέτηση των επενδυτικών σχεδίων, είναι η απουσία επενδύσεων στο ορεινό κομμάτι του νομού. Οι περιοχές της Ελάτης – Περτουλίου, Χρυσομηλιάς και Ασπροποτάμου, που πριν την οικονομική κρίση ήταν περιοχές με δυναμική ανάπτυξης στον ορεινό τουρισμό πλέον παρουσιάζουν εικόνα «αποεπένδυσης» με λιγιστό έως καθόλου επενδυτικό ενδιαφέρον και με πολλές κλειστές επιχειρήσεις.

Συμπερασματικά, τα τελευταία 30 χρόνια η πρωτοβουλία LEADER έχει αναδειχθεί ως το πλέον αποτελεσματικό εργαλείο εφαρμογής πολιτικών ανάπτυξης τόσο στην χώρα μας, όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η συνέχιση του προγράμματος CLLD/LEADER είναι επιβεβλημένη καθώς στηρίζει μια βιώσιμη Ευρώπη μέσω της τοπικής δημοκρατίας και των συμμετοχικών προσεγγίσεων σε όλες τις αγροτικές περιοχές.

Abstract

This paper deals with the results of the implementation of Local Development Programs. As a case study, the implementation of the local CLLD/LEADER program in the Prefecture of Trikala during the period 2014-2020 of Measure 19 "Local Development through Local Communities Initiative (CLLD/LEADER)" of the Rural Development Program (RDP) is chosen. Through this investigation, the paper seeks to answer the question whether the CLLD/LEADER approach can contribute to rural regeneration and "*endogenous development*". The field research was carried out through personal interviews and questionnaire completion by the beneficiaries of the private investment actions of sub-measure 19.2, where they were asked to evaluate the program. According to the results of the survey, it can be concluded that the private investment actions through the

CLLD/LEADER program have had a significant impact on the development of the region. The program helps them to envision the economic future of the region, to plan business partnerships, to be more positive towards European policies and finally to talk and cooperate with businesses and institutions in the region.

Βιβλιογραφία

Arabatzis, G., S. Aggelopoulos & S. Tsiantikoudis 2010. Rural development and LEADER+ in Greece: Evaluation of local action groups. 8, 302-307.

Chatzichristos, G. 2021. Social innovation in rural planning and development from a sociological institutionalism perspective: social research in stratified european governance spaces.

Coffey, W. J. & M. Polese 1985. Local development: Conceptual bases and policy implications. Regional studies, 19, 85-93.

Dax, T. & T. Oedl-Wieser 2016. Rural innovation activities as a means for changing development perspectives—An assessment of more than two decades of promoting LEADER initiatives across the European Union. 118, 30-37.

ELARD. 2020. Summary of responses from the macro survey Which future do you want in rural areas?

ELARD. 2022. «Halmstad Declaration» Supporting a viable Europe through local democracy and participatory approaches in all rural areas and beyond.

Esparcia, J. & F. Abbasi. 2020. Territorial governance and rural development: challenge or reality? In Neoenogenous Development in European Rural Areas, 33-60. Springer.

European Commission 2021. Directorate-General for Agriculture and Rural Development – Unit C.4 2021. Example ‘Using IMAJINE outputs for evaluating local development in Spain – Working Package 2 ‘Transferring knowledge for better use of data for evaluating the CAP’ - Thematic Working Group no 9 ‘Research projects to support better data for evaluating the CAP’. Brussels.

European, C., D. Directorate-General for Agriculture and Rural, J. Dwyer, K. Kubinakova, J. Powell, E. Micha, F. Dunwoodie-Stirton, M. Beck, K. Gruev, A. Ghysen, B. Schuh, A. Münch, S. Brkanovic, H. Gorny, F. Mantino & B. Forcina 2022. Evaluation support study on the impact of leader on balanced territorial development : final report.

Howitt, D. and Cramer, D. 2003. Στατιστική με το SPSS 11 για WINDOWS, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα, pp. 291

Martin, E. (2006) Survey questionnaire construction. 2006, 13.

Metis , G., AEIDL, CEU. 2010. Ex-post evaluation of LEADER+. Final Deliverable.

Pollermann, K., P. Raue & G. Schnaut 2014. Multi-level Governance in rural development: Analysing experiences from LEADER for a Community-Led Local Development (CLLD).

Trigkas, M., Z. Andreopoulou, I. Papadopoulos & A. Kitsouli 2016. Building an evaluation model for public funding towards SMEs for R&D and environmental oriented projects. 8, 207-238.

www.yraithros.gr. 2022. Απολογισμός LEADER: Κάτω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο η Ελλάδα στην απορρόφηση της χρηματοδότησης.

ΔΙΑΝΕΟΣΙΣ. 2022. «Τι Πιστεύουν Οι Έλληνες» Οι Απόψεις Των Ελλήνων Το 2022 Συνοπτικά - Μέρος Α'.

ΚΑΠ, Σ. 2021. Στρατηγικό Σχέδιο Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΣΣ ΚΑΠ) 2023-2027.

Ρακιτζή, Δ. 2018. Αξιολόγηση αποτελεσματικότητας-αποδοτικότητας ολοκληρωμένων τοπικών στρατηγικών στον νησιωτικό χώρο

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΙΚΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ, ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ντάνος, Βασίλειος¹; Hargrave, Alexander¹; Τρίγκας, Μάριος¹

1 Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, email: mtrigkas@uth.gr

Περίληψη

Η ανάπτυξη του οικοτουρισμού θεωρείται ένας ιδιαίτερα σημαντικός στόχος σε σχέση με τις παγκόσμιες τάσεις για αειφορία. Μέσα από ένα ερωτηματολόγιο, ερευνήθηκαν οι απόψεις στην περιοχή της Θεσσαλίας για την ανάπτυξη του οικοτουρισμού, για τις υποδομές και την τεχνολογία. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η προστασία της φύσης είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στην εξέλιξη του οικοτουρισμού. Ταυτόχρονα, οι ελληνικές υποδομές και η πράσινη τεχνολογία στον τομέα του οικοτουρισμού είναι σε έλλειψη και χρειάζονται περαιτέρω ανάπτυξη (π.χ. υπηρεσίες για άτομα με ειδικές ανάγκες). Υπήρξε μεγάλη ζήτηση για περισσότερη πληροφόρηση και εκπαίδευση, καθώς και για προσβασιμότητα. Η πράσινη τεχνολογία θεωρήθηκε σε γενικές γραμμές ωφέλιμη για το περιβάλλον, ενώ οι ερωτώμενοι θα ξόδευαν παραπάνω χρήματα για φιλικές προς το περιβάλλον υπηρεσίες.

Λέξεις κλειδιά: Οικοτουρισμός, Ανάπτυξη, Υποδομές, Τεχνολογία, Ελλάδα.

Εισαγωγή

Ο τουρισμός θεωρείται ένα μεγάλο κομμάτι της παγκόσμιας οικονομίας και καθίσταται ένας εξαιρετικά σημαντικός τομέας για την εξέλιξη νέων μορφών βιώσιμης ανάπτυξης (Amerta 2018, Sofronov 2017). Ο Echeverri κ.α. (2022) αναφέρει ότι ο τουρισμός με βάση τη φύση είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τύπος τουρισμού. Ο οικοτουρισμός από την άλλη είναι μια περιοριστικά καθορισμένη μορφή τουρισμού και πιο συγκεκριμένα είναι ένας συνδυασμός τεσσάρων διαφορετικών τύπων εναλλακτικού τουρισμού (Buckley 1994). Οι τύποι αυτοί είναι: α) τουρισμός με βάση τη φύση, β) τουρισμός αειφόρου διαχείρισης, γ) περιβαλλοντικά εκπαιδευμένος τουρισμός, δ) τουρισμός με έμφαση στην υποστήριξη της διατήρησης. Ως αναφορά την Ελλάδα, αξίζει να σημειωθεί ότι αποτελεί ένα πολύ δημοφιλή τουριστικό προορισμό παγκοσμίως με πλούσια ιστορία και πολιτιστική κληρονομιά (Tsartas 2014 Σβορώνου 2003). Διαθέτει μοναδικά και ποικίλα φυσικά περιβάλλοντα και ξεχωριστά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά (Σβορώνου 2003). Όλα τα παραπάνω την καθιστούν ένα ιδανικό μέρος για οικοτουρισμό. Η βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη έχει αναδειχθεί ως ένας τρόπος διατήρησης της βιοποικιλότητας και της ακεραιότητας των τοπίων (Kiper, 2013 Corazon 2010). Οι τοπικές κοινότητες έχουν έτσι ευκαιρίες να αναπτύξουν και να προσφέρουν τις απαιτούμενες υπηρεσίες στους οικοτουρίστες, συνδυάζοντας έτσι την οικονομική ανάπτυξη αλλά και την περιβαλλοντική προστασία και την βιωσιμότητα (Arismayanti 2019, Amerta 2018, Kiper 2013). Η αειφορία επιτυγχάνεται επιπλέον όταν οι εξελίξεις του οικοτουρισμού βασίζονται ρητά στη φύση και προβλέπουν την προστασία και την διατήρηση των εν λόγω φυσικών περιβαλλόντων (Kiper 2013, Σβορώνου 2003).

Από την άλλη, οι υποδομές βοηθούν τη λειτουργία του οικοτουρισμού προσφέροντας υποστηρικτικές και άλλες υπηρεσίες, δραστηριότητες, πληροφορίες κ.α. (Arismayanti, 2019 Lema 2018, Magio κ.α. 2013). Συντελούν στην υποστήριξη της ανάπτυξης και οδηγούν στην επιτυχή λειτουργία του, ενώ η έλλειψη τους είναι ένα εμπόδιο στην ανάπτυξη του οικοτουρισμού (Arismayanti 2019, Lema 2018, Magio κ.α. 2013). Είναι λοιπόν αποδεκτός πως για να διατηρηθεί μια βιώσιμη προσέγγιση του οικοτουρισμού με τις αυξημένες ανάγκες σε υποδομές είναι απαραίτητος ο σωστός σχεδιασμός (Hegedús κ.α. 2021). Επιπλέον, η λειτουργικότητα του οικοτουρισμού βασίζεται στην ποικιλομορφία των δραστηριοτήτων που προσφέρει (Queensland Ecotourism Investment Opportunities 2020). Ο σχεδιασμός και σύνδεση δραστηριοτήτων βοηθά

τους επισκέπτες στο να εξερευνήσουν και να επισκεφτούν καινούρια μέρη (Tudorache κ.α. 2016) Η προσβασιμότητα είναι καθοριστικός παράγοντας για κάθε τύπο τουρισμού και συχνά είναι αυτή που καθορίζει τη λειτουργικότητά του (Ramyar κ.α. 2020). Η ανάπτυξη υποδομών πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες όλων, συμπεριλαμβανομένων των ατόμων με ειδικές ανάγκες (Ramyar κ.α. 2020, Lema 2018). Επιπλέον ο σχεδιασμός αυτών πρέπει να γίνεται με τον πιο βιώσιμο και αποδοτικό τρόπο (Widera 2015).

Επίσης ένα πολύ σημαντικό μέρος του οικοτουρισμού είναι το πεδίο της μεταφοράς, η οποία πρέπει να γίνεται με μέσα φιλικά προς το περιβάλλον. Η τεχνολογία προσφέρει πλέον την επιλογή της ηλεκτροκίνησης σε κάθε τύπο οχήματος (εδάφους, νερού και αέρος) (Bahri 2013, Babu 2009), ενώ υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης οχημάτων παλιότερων τεχνολογιών σε πράσινα (Jeffin 2021 Eydgahi, Ali & Long´ 2011). Αξίζει να αναφέρουμε ότι οι κινητήρες εσωτερικής καύσης απέκτησαν ημερομηνία λήξης (2035) μετά την απόφαση της ευρωπαϊκής ένωσης, με στόχο τον περιορισμό της κλιματικής κρίσης και των επιπτώσεων της («Fitfor 55» 2022). Η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται με σεβασμό ως προς το περιβάλλον και πάντα υπό την καθοδήγηση των ειδικών (Buckley 2002). Η τεχνολογία στις μέρες μας δίνει την επιλογή αξιοποίησης πολλών δυνατοτήτων για ανάπτυξη οικοτουριστικών δραστηριοτήτων με σεβασμό στις αρχές της βιωσιμότητας και επίτευξη των κλιματικών στόχων. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι σημαντικό ρόλο παίζει η φιλοσοφία και ο τρόπος ζωής που συνδέονται με την διαχείριση της ενέργειας και τον τρόπο κατανάλωσης, περνώντας ένα πιο πράσινο μήνυμα στις νέες γενιές (Hossain 2022).

Στην παρούσα εργασία έγινε έρευνα για τον οικοτουρισμό στην περιοχή της Θεσσαλίας, ως προς τις μορφές του οικοτουρισμού αλλά και την ανάπτυξη νέων φιλικών προς το περιβάλλον οικοτουριστικών δραστηριοτήτων, τις τελευταίες εξελίξεις πάνω στις πράσινες τεχνολογίες που μπορούν να συνδυαστούν με τον οικοτουρισμό και τις υποδομές που χρειάζονται για την καλύτερη απόδοση του με επιμέρους στόχους:

- την διερεύνηση των ειδών οικοτουρισμού που ασκούνται στην Θεσσαλία,
- την κατάσταση τους από άποψη ενημέρωσης και πρόσβασης,
- τις επιθυμίες των πολιτών στην Θεσσαλία για ανάπτυξη (και σε ποιες μορφές οικοτουρισμού χρειάζεται να γίνει η ανάπτυξη),
- τις επιθυμίες και τις γνώσεις για πράσινες τεχνολογίες,
- τις απόψεις και τις επιθυμίες για οικοτουριστικές υποδομές κλπ.

Τα αποτελέσματα της ερευνάς, μας έδωσαν μια εικόνα του ελληνικού οικοτουρισμού και εμφανίζουν τα κενά που υπάρχουν έτσι ώστε να αναπτυχθεί. Τέλος παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις με βάση τα σχετικά δεδομένα της έρευνας.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Δεκέμβριο του 2022. Δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο στο GoogleForms, που χωρίστηκε σε 3 διαφορετικές ενότητες, με συνολικά 19 ερωτήσεις. Στην 1^η ενότητα περιλαμβάνονται 3 ερωτήσεις που αναφέρονται σε κοινωνικό-δημογραφικά χαρακτηριστικά. Στην 2^η ενότητα περιλαμβάνονται 4 ερωτήσεις που σχετίζονται με το οικοτουριστικό προφίλ των ερωτώμενων. Τέλος, στην 3^η ενότητα περιλαμβάνονται 12 ερωτήσεις που σχετίζονται με τις απόψεις και επιθυμίες των ερωτώμενων και την υφιστάμενη κατάσταση οικοτουριστικών υποδομών και τεχνολογιών στην Ελλάδα. Το ερωτηματολόγιο διακινήθηκε διαδικτυακά και απευθύνθηκε σε τυχαίο δείγμα μέσω Social media. Περιείχε κλειστές ερωτήσεις που είχαν συγκεκριμένο αριθμό επιλογών. Αποτελούνταν κυρίως από ερωτήσεις διχοτόμησης, πολλαπλών επιλογών, κλίμακας πρόθεσης, κλίμακας αξιολόγησης Thurstone και Likert. Κατά την ολοκλήρωση της έρευνας συγκεντρώθηκαν 133 ερωτηματολόγια, από τα οποία τα 62 αφορούσαν κατοίκους της Θεσσαλίας. Καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό ερωτηματολογίων προέρχονταν από την Θεσσαλία η έρευνα απομονώθηκε μόνο σε αυτήν την περιοχή έτσι ώστε τα αποτελέσματα να μας δώσουν μια πιο σαφή εικόνα. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα SPSSStatistics. Έγιναν οι σχετικοί έλεγχοι συχνότητας (frequencies), περιγραφικής στατιστικής (Descriptive) και διασταυρώσεων (Crosstabs) ελέγχου ανεξαρτησίας μεταξύ μεταβλητών, με το κριτήριο X² και Corellations.

Αποτελέσματα

Προφίλ και οικοτουριστικός χαρακτήρας των ερωτώμενων

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 1) των ερωτώμενων καθώς και το οικοτουριστικό τους προφίλ (Πίνακας 2).

Πίνακας 6. Δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων
Table 1. Demographic characteristics of the respondents

Ερώτηση	Απάντηση	Ποσοστό %
Φύλο	Γυναίκα	59,7
	Άντρας	40,3
Ηλικία	<18	4,8
	19-24	38,7
	25-30	14,5
	31-40	17,7
	41-50	14,5
	51-60	6,5
	>60	3,2

Τα ερωτήματα για το οικοτουριστικό προφίλ έδειξαν ότι οι περισσότεροι γνώριζαν τον ορό «οικοτουρισμός». Συγκρίνοντας με διασταύρωση την συχνότητα των απαντήσεων τους ανά ηλικιακή ομάδα έγινε φανερό ότι τα άτομα που απάντησαν «όχι» ήταν μεταξύ της ηλικίας 19-30 ετών. Πάνω από τους μισούς ασχολούνται με κάποια μορφή οικοτουρισμού και κυρίως ως οικοτουρίστες και όχι ως πάροχοι. Οι τρεις μορφές οικοτουρισμού με την μεγαλύτερη συμμετοχή ήταν η πεζοπορία-αναρρίχηση (38,7%), ο Πολιτιστικός οικοτουρισμός (30,6%) και η παρατήρηση-φωτογράφιση άγριας φύσης (27,4%), κάτι το οποίο είναι λογικό, καθώς η Ελλάδα έχει τα χαρακτηριστικά που εύνουν εκείνες τις δραστηριότητες.

Πίνακας 2. Οικοτουριστικό προφίλ ερωτώμενων
Table 2. Ecotouristic profile of the respondents

Γνώση του όρου του οικοτουρισμού	Ναι	85,5
	Όχι	1,6
	Δεν είμαι σίγουρη/ος	12,9
Ασχολία με κάποια μορφή οικοτουρισμού	Ναι	53,2
	Όχι	46,8
Μορφές οικοτουρισμού που ασχολούνται οι ερωτώμενοι	Αγροτουρισμό	8,1
	Πεζοπορία - Αναρρίχηση	38,7
	Κάμπινγκ	12,9
	Ποδηλασία	14,5
	Παρατήρηση - Φωτογραφία Άγριας Φύσης	27,4
	Αθλήματα νερού	3,2
	Κατάδυση – σνόρκελιν	4,8
	Αλεξιπτώτο πλαγιάς (Παραπέντε)	1,6
	Δράσεις - εθελοντισμό	17,7
	Πολιτιστικό	30,6
Ασχολία ως πάροχος οικοτουρισμού ή ως οικοτουρίστας	Πάροχος	2
	Οικοτουρίστας	98
	Και τα δυο	0

Απόψεις των ερωτώμενων

Από τα οχτώ κριτήρια για την ανάπτυξη οικοτουρισμού που εξετάστηκαν, οι συμμετέχοντες θεώρησαν την προστασία της φύσης το σημαντικότερο (Μ.Ο. $4.52 \pm 0,78$), ακολουθώντας με φθίνουσα σειρά σημασίας η προσβασιμότητα (Μ.Ο. $4.26 \pm 0,88$), η ενημέρωση-εκπαίδευση (Μ.Ο. $4.18 \pm 0,89$) και η βιωσιμότητα (Μ.Ο. $4.08 \pm 0,89$). Το κριτήριο κανονισμοί-περιορισμοί-ασφάλεια είχε πολύ χαμηλότερο μέσο όρο (Μ.Ο. $3.87 \pm 1,09$). Αυτό είναι ένα ενδιαφέρον στοιχείο, καθώς στην πραγματικότητα η προστασία κυρίως, βασίζεται πάνω στο σχεδιασμό κανονισμών και περιορισμών για την αποφυγή επιπτώσεων, υποστηρίζοντας την υπόθεση για αναγκαία ενημέρωση-εκπαίδευση, καθώς αυτό είναι επίσης φανερή επιθυμία των συμμετεχόντων. Στην

ανάδειξη των παραδόσεων δεν δόθηκε ιδιαίτερη σημασία (Μ.Ο. $3.76 \pm 1,02$) αλλά υπήρχε μια τάση για μοντέρνα ανάπτυξη.

Στην συνέχεια, η ανάλυση συσχέτισης των κριτηρίων με τον συντελεστή Pearson (Pcc), έκανε φάνερο ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01 (2-tailed) υπήρχε θετική επιρροή μεταξύ:

- της βιωσιμότητας με την προσβασιμότητα (Pcc= 0.699), της προστασία της φύσης (Pcc = 0.666) με την ενημέρωση-εκπαίδευση (Pcc = 0.678),
- της προσβασιμότητας με την προστασία της φύσης (Pcc = 0.631) και την διασκεδαση-αναψυχη(Pcc = 0.582),
- των κανονισμών-περιορισμών-ασφάλεια με την προστασία της φύσης (Pcc = 0.633), και τέλος
- της ενημέρωσης-εκπαίδευσης με την προστασία της φύσης (Pcc = 0.614).

Σύμφωνα με τα δεδομένα της συσχέτισης Pearson (Pcc), γίνεται κατανοητό ότι όταν αναφερόμαστε στον οικοτουρισμό της περιοχής της Θεσσαλίας υπάρχει σημαντική σύνδεση της βιωσιμότητας με την προσβασιμότητα καθώς και της προστασίας της φύσης με την ενημέρωση-εκπαίδευση. Ωστόσο όταν εξεταστηκε πιο εξειδικευμένα ο όρος της βιωσιμότητας, με άλλους δείκτες, παρουσιάστηκε έλλειψη κατανόησης του όρου. Η πρόσβαση επίσης φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία της φύσης και επίσης επηρεάζει την διασκέδαση και την αναψυχή (αποδεικνύεται έτσι ότι η αποτελεσματικότητα της Οικοτουριστικής ανάπτυξης από την άποψη του οικοτουρίστα, εξαρτάται από την προσβασιμότητα).

Όταν οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν, εάν πίστευαν ότι η αύξηση των διαθέσιμων υποδομών και πράσινων τεχνολογιών στην περιοχή κατοικίας τους θα αύξανε με τη σειρά του τον οικοτουρισμό, υπήρξε γενικά θετική ανταπόκριση (90% απάντησαν «Ναι» και το 53% ήταν σίγουροι). Έπειτα ζητήθηκε να αξιολογήσουν με κλίμακα 1 έως 10 (1= Κακή, 10= τέλειο) την υφιστάμενη κατάσταση των οικοτουριστικών υποδομών και την αξιοποίηση πράσινων τεχνολογιών στην Ελλάδα. Τα δεδομένα που προέκυψαν επαλήθευσαν τα ευρήματα της προηγούμενης ερώτησης. Οι μεσοί οροί κατάστασης στις υποδομές (Μ.Ο. $5,16 \pm 1,29$) και στην αξιοποίηση πράσινων τεχνολογιών (Μ.Ο. $4,31 \pm 1,43$) ήταν κάτω από το μέτριο.

Εξετάζοντας περαιτέρω τις υποδομές με κλίμακα Thurstone, αυτές που θεωρήθηκαν ως ο πιο σημαντικές για ανάπτυξη ήταν οι υποδομές πληροφόρησης (Μ.Ο. $4,19 \pm 0,88$), ενώ οι ανάγκες για δημιουργία καταστημάτων ήταν συγκριτικά περιττές κατά την άποψη των ερωτώμενων (Μ.Ο. $3,05 \pm 0,96$). Άλλοι τομείς υποδομών με ανάγκες ανάπτυξης ήταν: οι Πρώτες βοήθειες (Μ.Ο. $4.10 \pm 0,98$), τα Παρατηρητήρια άγριας ζωής (Μ.Ο. $4.10 \pm 1,02$), οι υποδομές Μεταφοράς (Μ.Ο. $4.08 \pm 0,89$), και τα μονοπάτια (Μ.Ο. $4,00 \pm 0,92$). Ανεξάρτητα από τους παραπάνω τομείς, οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι υπάρχει σοβαρή έλλειψη από μονάδες οικοτουρισμού με οργανωμένες υποδομές για άτομα με ειδικές ανάγκες (96.8% «Όχι», δηλαδή ότι υπάρχει όντως σοβαρή έλλειψη). Σχετικά με την κατασκευή, ανακαίνιση και συντήρηση υποδομών στην περιοχή των ερωτώμενων, τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την πρόθεση τους να συμμετάσχουν εθελοντικά (78%). Χρησιμοποιώντας τον συντελεστή συσχέτισης X^2 και Phi εξετάστηκε το αν αυτή η προθυμία ήταν στατιστικά ανεξάρτητη ή αν είχε σχέση με χαρακτηριστικά από το προφίλ και τις απόψεις των ερωτώμενων. Τα αποτελέσματα αυτών των συσχετίσεων έδειξαν ότι ο εθελοντισμός ήταν ανεξάρτητος από την ηλικία ($X^2 > = 3.382$, $p = 0.760$). Το φύλο των συμμετεχόντων φαίνεται να μην έχει σχέση με το αν θα ήταν πρόθυμοι ή όχι ($X^2 > = 0.704$, $p = 0.402$). Ενώ η σχέση μεταξύ του αν ασχολούνται με τον οικοτουρισμό και της προθυμίας για εθελοντισμό, βρέθηκε να είναι σημαντική (Phi = 0.250, $p < 0.036$). Η πιο σημαντική στατιστικά σχέση, προέκυψε από την άποψη των συμμετεχόντων, σχετικά με το εάν ο οικοτουρισμός θα αυξανόταν στην περιοχή τους, από την ανάπτυξη περισσότερων υποδομών και τεχνολογίας. Η τιμή (Phi = 0.328, $p < 0.036$) υποδηλώνει ότι η μεγαλύτερη ώθηση για έναν πιο ενεργό ρόλο στον εθελοντισμό, είναι η προσωπική πεποίθηση για το όφελος, από την ανάπτυξη της τοπικής κοινότητας μέσω οικοτουρισμού.

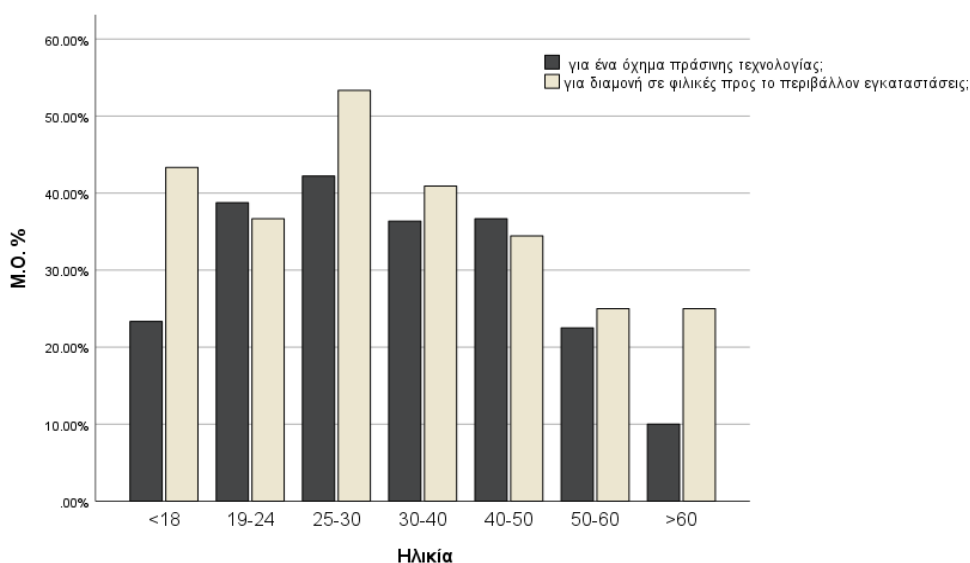
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η χρήση πράσινων τεχνολογιών στην Ελλάδα βρέθηκε να είναι σε χαμηλότερη αξιολόγηση από τις υποδομές. Όταν οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν εάν συμφωνούν ή διαφωνούν ότι η ανάπτυξη της πράσινης τεχνολογίας έχει θετική επίδραση στο περιβάλλον, τα αποτελέσματα (με την κλίμακα Likert) δείχνουν ότι η γενική γνώμη είναι θετική, αλλά σχεδόν το ένα τέταρτο των συμμετεχόντων είχε ουδέτερες απαντήσεις (24,2 %).

Χρησιμοποιώντας την κλίμακα Thurstone που χρησιμοποιήθηκε και για τις υποδομές, οι ερωτώμενοι δήλωσαν ποιες τεχνολογίες χρειάζονται μεγαλύτερη ανάπτυξη. Όλες οι τεχνολογίες

θεωρήθηκαν μεγάλης σημαντικότητας για ανάπτυξη, πράγμα που συμφωνεί με την υποβαθμισμένη κατάσταση ως αναφορά την χρήση τεχνολογίας στην Ελλάδα που εντοπίστηκε στην παρούσα έρευνα. Οι τρεις τεχνολογίες που χρειάζονται περισσότερη ανάπτυξη αποδείχθηκαν, με φθίνουσα σειρά: α) οι έξυπνες τεχνολογίες, β) η πράσινη ενέργεια και γ) η ηλεκτροκίνηση. Η υψηλή τάση των έξυπνων τεχνολογιών σίγουρα δεν μπορεί να θεωρηθεί παράλογη, καθώς ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια, ήταν η Πληροφόρηση-Εκπαίδευση.

Επειδή στην παρούσα έρευνα υπήρχε ένα μεγάλο ποσοστό συμμετεχόντων που είχαν ουδέτερη στάση απέναντι στην ωφελιμότητα της τεχνολογίας για το περιβάλλον, έγινε ανάλυση συσχέτισης (χ^2 και Phi) ώστε να εντοπιστεί αν υπάρχει επίδραση στις απαντήσεις τους για τις κατηγορίες πράσινων τεχνολογιών. Εντοπίστηκε έντονη συσχέτιση μόνο μεταξύ της ανάγκης για νέες τεχνολογίες στην διαμονή και την άποψη για την ωφελιμότητα της τεχνολογίας για το περιβάλλον ($\text{Phi} = 0,684$, $p < 0.001$).

Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να δηλώσουν πόσα περισσότερα χρήματα (σε ποσοστό%) θα ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν για πιο φιλικές προς το περιβάλλον υπηρεσίες στην διαμονή και στην μεταφορά (Σχήμα 1). Σε γενικές γραμμές οι ερωτώμενοι κατά μέσο όρο ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν περίπου κατά το ένα τρίτο περισσότερο και για τις δύο υπηρεσίες. Οι μέσοι οροί των ποσοστών δείχνουν όμως ότι οι συμμετέχοντες θα ξόδευαν περισσότερα για διαμονή σε φιλικές προς το περιβάλλον εγκαταστάσεις (38,7 %) παρά για οχήματα πράσινης τεχνολογίας (35,8%). Η διασταύρωση αυτών των ποσοστών με τις ηλικιακές ομάδες του δείγματος, είχε ως αποτέλεσμα να υπάρχει μια αυξημένη πρόθεση στο να πληρώσουν για νέες τεχνολογίες οι ηλικίες από 19 έως 50, ενώ οι ηλικίες από 25 έως 30 φαίνεται να έχουν την μεγαλύτερη προτίμηση για τις νέες τεχνολογίες.



Σχήμα 1. Επιπλέον ποσοστό χρημάτων που οι ερωτώμενοι θα ξόδευαν % για φιλικές προς το περιβάλλον υπηρεσίες της διαμονής και μεταφοράς

Figure 1. Additional percentage of money that the respondents would spend % for ecofriendly services of accommodation and transportation

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η σχέση βιωσιμότητας και προσβασιμότητας φαίνεται να κυριαρχούν όταν μιλάμε για οικοτουρισμό στην Θεσσαλία ενώ η προστασία της φύσης φαίνεται να συνδέεται άμεσα με την ενημέρωση-εκπαίδευση και την διασκέδαση-αναψυχή σύμφωνα τις απόψεις των συμμετεχόντων. Οι τομείς των υποδομών που είναι μεγαλύτερης ανάγκης είναι κατανοητοί αν εστιάσουμε στις μορφές οικοτουρισμού με τις περισσότερες συμμετοχές. Φυσικά όλες οι μορφές οικοτουρισμού έχουν την αναγκαιότητα των υποδομών μέσων μεταφοράς και μπορούν να βελτιωθούν με υποδομές πληροφόρησης. Η πεζοπορία-αναρρίχηση θα ήταν πιο ελκυστική και πιο ασφαλής εάν υπήρχαν περισσότερες και οργανωμένες υποδομές πρώτων βοηθειών. Οι επισημάνσεις ως προς την έλλειψη παρατηρητήριων άγριας ζωής φαίνεται να είναι ξεκάθαρη επιθυμία όσων ασχολούνται με την παρατήρηση και την φωτογραφία άγριας φύσης. Ένα ανησυχητικό συμπέρασμα της

έρευνας είναι η έλλειψη μονάδων με οργανωμένες υποδομές στην Ελλάδα και θα πρέπει να καθιερωθεί ως μια από τις υποχρεώσεις στα αναπτυξιακά σχέδια, συμπεριλαμβανομένων και των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Αυτή είναι μια προϋπόθεση όχι μόνο για την Ελλάδα αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, με μια άλλη έρευνα να παρουσιάζει παρόμοια αποτελέσματα (Ramyar κ.α. 2020). Η κατασκευή τους θα πρέπει να γίνεται πάντα από σωστή έρευνα και με τις κατάλληλες προδιαγραφές (Nikolskaya κ.α. 2022). Όσον αφορά τον εθελοντισμό, βλέπουμε ότι αυτό εξαρτάται από την αναπτυξιακή ικανότητα της εκάστοτε περιοχής όπου διαμένουν οι εθελοντές. Ένα ερώτημα που τέθηκε εδώ ήταν αν η εθελοντική εργασία προορίζονταν για τον δημόσιο ή τον ιδιωτικό φορέα.

Για το θέμα της ανάπτυξης τεχνολογιών, παρατηρήθηκε μεγάλη ανάγκη για όλες τις κατηγορίες, με μεγαλύτερη τάση ανάπτυξης στις νέες τεχνολογίες διαμονής από την άποψη του πολίτη για το αν είναι ωφέλιμη για το περιβάλλον ή όχι. Οι νεότερες γενιές είναι αυτές που έχουν μεγαλύτερη πρόθεση για πράσινη ανάπτυξη στην τεχνολογία. Είναι προφανές και απόλυτα λογικό ότι θα υπάρχει μια προδιάθεση των συμμετεχόντων έτσι ώστε να θέλουν περισσότερη ανάπτυξη σε τεχνολογίες και υποδομές που αναβαθμίζουν άμεσα τις μορφές με τις οποίες έχουν επαφή.

Καταληκτικά, το δείγμα της έρευνας, μας δίνει μια σχετικά καλή εικόνα για τα ελλείμματα που υπάρχουν στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Θεσσαλίας, καθώς υπάρχει ένα ποσοστό της τάξης του 46,8% του δείγματος που δεν ασχολείται με τον οικότουρισμό. Ενδιαφέρον υπήρξε το ότι προκύπτουν ερωτήματα ως προς την ενημέρωση των πολιτών, όσον αφορά την σημασία και κατανόηση του όρου της βιωσιμότητας, πως αυτή επηρεάζει μια υπηρεσία οικότουρισμού κλπ.. Μια περεταίρω έρευνα για τις απαιτήσεις και τις επιθυμίες των πολιτών για ανάπτυξη εστιάζοντας σε κάθε μορφή οικότουρισμού ξεχωριστά, θα βοηθούσε σίγουρα ως εργαλείο στην δημιουργία κατευθυντήριων γραμμών για την ανάπτυξη του οικότουρισμού στην Ελλάδα (π.χ. πεζοπορία και αναρρίχηση). Επίσης θα μπορούσε να γίνει μια σε βάθος έρευνα ανά περιοχή κατοικίας, πάνω στα σημαντικότερα κριτήρια (όπως π.χ. οικονομική δυνατότητα) για πιο λεπτομερή αποτελέσματα, καθώς τα δικά μας στηρίζονται αποκλειστικά στα ευρήματα του δείγματος μας.

Abstract

Ecotourism development is considered a highly important goal, with global trends for sustainability. Using a questionnaire, we surveyed Greek citizen's views on ecotourism development and specific views on infrastructure and technology. The results of the survey showed that people believe nature protection is the most important aspect of ecotourism development. At the same time, Greece's ecotourism infrastructure and technology is severely lacking and needs further development (especially the development of services for people with special needs). There was high demand for more information and education as well as accessibility. Technology was considered in general terms beneficial for the environment, with a willingness to spend more on environmentally friendly services.

Βιβλιογραφία

- Amerta, I. M. S., Sara, I. M., &Bagiada, K. 2018. Sustainable Tourism Development. International Research Journal of Management, IT & Social Sciences, 5, 248-254. <https://sloap.org/journals/index.php/irjmis/article/view/176/1078>
- Arismayanti, Ni. 2019. Development strategy of ecotourism marine sustainable in Indonesia. Asean Journal on Hospitality and Tourism. 15. 15. 10.5614/ajht.2017.15.2.4.
- Babu, Sindhu. 2009. Making ecotourism greener and more energy responsible in Kerala. International Journal of Tourism and Travel. 2. 22-30.
- Buckley, Ralf. 1994. A framework for ecotourism. Annals of Tourism Research. Volume 21. Issue 3. Pages 661-665. ISSN 0160-7383. [https://doi.org/10.1016/0160-7383\(94\)90126-0](https://doi.org/10.1016/0160-7383(94)90126-0).
- Buckley, Ralf. 2002. Minimal-impact Guidelines For Mountain Ecotours. Tourism Recreation Research. 27. 10.1080/02508281.2002.11081372.
- Corazon Catibog-Sinha 2010. Biodiversity conservation and sustainable tourism: Philippine initiatives, Journal of Heritage Tourism, 5:4, 297-309, DOI: 10.1080/1743873X.2010.517841
- Council of the EU, Press release 2022. 27/10/2022 First «Fit for 55» proposal agreed: the EU strengthens targets for CO2 emissions for new cars and vans.

Ecotourism Development – A Manual for Conservation Planners and Managers Volume 1: An Introduction to Ecotourism Planning, Second Edition Copyright © 2005 by The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.

Eydgahi, Ali & Long, E.L. 2011. Converting an Internal Combustion Engine Vehicle to an Electric Vehicle. 10.18260/1-2--17662.

Hegedüs, Sara&Kasza-Kelemen, Kata&Nagy, Ildikó &Pataki, György&Ivett, Ivett&Varga, Akos2021. Guidelines for Ecosystem Services Based Ecotourism Strategy.

Hossain, I.,Nekmahmud, M., Fekete-Farkas, M. 2022.How Do Environmental Knowledge, Eco-Label Knowledge, and Green Trust Impact Consumers' Pro-Environmental Behaviour for Energy-Efficient Household Appliances? Sustainability, 14, 6513. <https://doi.org/10.3390/su14116513>

Jeffin F. et al 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 2070 012203

ŞileKaymakamlığı, T.C. 2020. Final report, Tender for ecotourism expertise contract no: bsb79/sa02

Kiper, T. 2013. Role of Ecotourism in Sustainable Development. In: Advances in Landscape Architecture, IntechOpen, London, 773-802. <https://doi.org/10.5772/55749>

Lema, Sewnet Tesfaye 2018. Challenges and Opportunities for Community Based Ecotourism Development in Ethiopia. African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure. 6. 10.

Magio, K. & Velarde, M. & Santillan, M. & Alberto, C. 2013. Ecotourism in Developing Countries: A Critical Analysis of the Promise, the Reality and the Future. Journal of Economics and Management Sciences. 4. 481-486.

Nikolskaya, E.Y., Uspenskaya, M.E., Galkin, D.V., Shelygov, A.V. 2022. Economic and legal aspects of developing ecotourism infrastructure. RevistaRelaçõesInternacionais do Mundo Atual e-ISSN: 2316-2880

Project LLI-349 2019. Development of eco-tourism by using water resources in Latvia and Lithuania (Learn Eco Travel). Ecotourism development strategy 2019 – 2023 for cross-border areas.

Queensland Ecotourism Investment Opportunities 2020. Implementation Framework Ecotourism facilities on national parks DECEMBER 2020

Ramyar, M., Amiri, T. A., Momeni, O., Ghasemi, M. J., & Zaheer, Z. U. R. 2020. Tourists' perspective on ecotourism infrastructures in Mazandaran Province of Iran. *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, 2(3), 109-118.

Sofronov, B. 2017. THE ECONOMIC IMPACT ON GLOBAL TOURISM. Annals of SpiruHaret University Economic Series. 17. 127. 10.26458/1728.

Tsartas, P., Papatheodorou, A., Vasileiou, M. 2014. Tourism Development and Policy in Greece, European Tourism Planning and Organisation Systems: The EU Member States. 295-316.

TudoracheDoru M. &Timotin V. &Carlogea A. C. &Musteata-Pavel M. 2016. "Main Strategic Directions Of Ecotourism Development In Romania," Knowledge Horizons - Economics, Faculty of Finance, Banking and Accountancy Bucharest, "DimitrieCantemir" Christian University Bucharest, vol. 8(3), pages 10-14, September.

CV, A., Al-Atabi, M. U. S. H. T. A. K., Ravishankar, J., Malik, A., &Arkar, E. A. 2013. Eco-tourism sustainability through PV technology: A comprehensive review. *Journal of Engineering Science and Technology*, 8(6), 654-669.Widera, Barbara. (2015). Bioclimatic architecture. Journal of Civil Engineering and Architecture Research. 2. 567-578.

Σβορώνου, Ε. 2003. Μέθοδοι Διαχείρισης του Οικοτουρισμού και του Τουρισμού σε Προστατευόμενες Περιοχές. Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΗ ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑ :
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΕΝΟΥ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Βενέτη, Αγγελική¹ ; Καραγκούνη, Γλυκερία²;

¹ Υποψήφια Διδάκτωρ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού, Καρδίτσα, Β. Γρίβα 11-13, 43100 ΚΑΡΔΙΤΣΑ, anveneti@uth.gr

² Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Επιχειρηματικότητας, Καινοτομίας και Τεχνολογιών Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού, Καρδίτσα, Β. Γρίβα 11-13, 43100 ΚΑΡΔΙΤΣΑ, karagg@uth.gr

Περίληψη

Το σημείο εκκίνησης αυτής της εργασίας είναι η συνεχιζόμενη συζήτηση για τη βιοοικονομία και πως μπορεί να επηρεάσει τις οικονομίες των χωρών. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κοινή προσέγγιση για την παρακολούθηση και τη μέτρηση της βιοοικονομίας σε όλα τα κράτη της ΕΕ, και ως εκ τούτου δεν είναι δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των χωρών. Επιπλέον, σύμφωνα με τους, υπάρχει ανάγκη για βελτιώσεις στις μεθοδολογίες παρακολούθησης και μέτρησης παραγωγής, ενώ η αντίληψη και ο ορισμός της δασικής βιοοικονομίας ποικίλλει από χώρα σε χώρα, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατό να συγκριθεί το επίπεδο οικονομικής στήριξης αυτής μεταξύ των χωρών. Στόχος της μελέτης είναι η μέτρηση του αντίκτυπου της χρηματοδότησης και της τεχνογνωσίας που παρέχεται από όλες τις ευρωπαϊκές πηγές, στη δασική βιοοικονομία στην Ελλάδα, μέσω της δημιουργίας ενός μοντέλου αξιολόγησης, λαμβάνοντας υπόψη τα οικονομικά οφέλη που απορρέουν από αυτά και τη συμβολή τους στην Περιφερειακή ανάπτυξη.

Λέξεις κλειδιά: μέτρηση βιοοικονομίας, δασική παραγωγή, πηγές χρηματοδότησης, πολιτικές βιοοικονομίας, Ευρωπαϊκή Ένωση

Εισαγωγή

Η έννοια της βιοοικονομίας γνωρίζει μια ταχεία, θετική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια. Η βιοοικονομία συνδέεται άμεσα με την παραγωγή ανανεώσιμων βιολογικών πόρων, καθώς και με τον μετασχηματισμό αυτών των πόρων. Αφορά σε υπολείμματα και υποπροϊόντα επεξεργασίας, που θεωρούνται προστιθέμενη αξία και δεν μπορούν να μετατραπούν σε τρόφιμα, ζωοτροφές, προϊόντα και υπηρεσίες βιολογικής προέλευσης, καθώς και βιοενέργεια. Η ανάπτυξη της βιοοικονομίας μπορεί να βελτιώσει τη διαχείριση των φυσικών πόρων, παρέχει πρόσβαση σε νέες και διαφοροποιημένες αγορές και έχει θετική επίδραση στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στη μείωση των συνεπειών που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή. Η εφαρμογή μοντέλων βιοοικονομίας έρχεται να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις που έχουν δημιουργηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως η κλιματική αλλαγή, η διάβρωση του εδάφους και τα οικοσυστήματα, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ζήτηση για τρόφιμα, ζωοτροφές και ενέργεια. Ουσιαστικά, μέσω της βιώσιμης και κυκλικής βιοοικονομίας, αυτές οι προκλήσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν (Ευρωπαϊκό Δίκτυο για την Ευρωπαϊκή Ανάπτυξη 2019). Μεταξύ άλλων, η βιοοικονομία μπορεί να συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη, στην ευημερία και μπορεί επίσης να οδηγήσει στη δημιουργία θέσεων εργασίας, ιδίως σε αγροτικές και απομονωμένες περιοχές, που έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες της απασχόλησης. Επιπλέον, μπορεί να υπάρξει σημαντική ενίσχυση της περιβαλλοντικής και οικολογικής βιωσιμότητας της πρωτογενούς παραγωγής, καθώς και όλων σχεδόν των μεταποιητικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται άμεσα με αυτήν.

Η πρόσφατη αναθεώρηση (2018) της ευρωπαϊκής στρατηγικής για τη βιοοικονομία επιδιώκει να χαράξει μια δυναμική πολιτική για τους ανανεώσιμους οργανικούς πόρους της Ευρώπης. Υπογραμμίζει την «πρόσβαση στη χρηματοδότηση» ως κορυφαία προτεραιότητα και προωθεί έναν συνδυασμό εργαλείων δημόσιας χρηματοδότησης και ιδιωτικών επενδύσεων καθώς και την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών (EC 2018). Επιπλέον, τα δάνεια και τα χρηματοδοτικά μέσα που

βασίζονται σε εγγυήσεις χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό από την ΕΕ και τους εθνικούς δημόσιους οργανισμούς, για να καταστεί δυνατή η βιοοικονομία και να προσελκύσουν ιδιωτικές επενδύσεις. (Haarich 2017, Albrecht 2019)

Ωστόσο, φαίνεται ότι μέχρι στιγμής, υπάρχει έλλειψη έρευνας για το πώς τα ευρωπαϊκά προγράμματα χρηματοδότησης έχουν συμβάλει στην εφαρμογή των πολιτικών της δασικής βιοοικονομίας μέχρι σήμερα. Η μέχρι τώρα έρευνα, αντιμετωπίζει εν μέρει το παραπάνω ερώτημα δηλαδή μόνο τη γεωγραφική περιοχή ή μόνο τα μέσα χρηματοδότησης.

Η έρευνα των Jezierska-Thöle κ.α. 2021 στοχεύει στην αξιολόγηση της χωρικής διαφοροποίησης του επιπέδου και της δομής των κονδυλίων δαπανών για δύο μέτρα του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης (ΠΑΑ), για την υποστήριξη προπεριβαλλοντικών μορφών της γεωργικής διαχείρισης στο πλαίσιο της ανάπτυξης της βιοοικονομίας.

Η εργασία των Albrecht κ.α. 2021 «Περιφερειακές βιοοικονομίες: δημόσια οικονομικά και αφηγήσεις βιώσιμης πολιτικής», αξιολογεί τις διαδικασίες δημόσιων οικονομικών τριών χωρικά διαφοροποιημένων περιφερειακών εξελίξεων της βιοοικονομίας στην Ευρώπη (Φινλανδία, Σουηδία, Ισπανία). Παρέχει εμπειρικές αναφορές από τις τοποθεσίες μελέτης περίπτωσης και αντιπαραβάλλει τις αφηγήσεις τους για τα δημόσια οικονομικά με τις τροχιές πολιτικής βιώσιμης βιοοικονομίας που χρησιμοποιούνται για την προώθηση και τη συγκριτική αξιολόγηση πολιτικών της ΕΕ.

Η μελέτη των Louvié κ.α. 2020 «Χαρτογράφηση της έρευνας βιοοικονομίας με βάση τα δάση» στην Ευρώπη, ήταν μια πρώτη προσπάθεια να δοθεί μια επισκόπηση του πεδίου της έρευνας της ευρωπαϊκής βιοοικονομίας με βάση τα δάση, χαρτογραφώντας την πραγματική ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο, με έργα βάσης από τα Προγράμματα Πλαίσιο της ΕΕ και τον Ευρωπαϊκό Χώρο Έρευνας, συμπληρωμένα με δεδομένα σχετικά με τις αυτοαναφερόμενες ερευνητικές ικανότητες.

Η παρούσα μελέτη φιλοδοξεί να διερευνήσει πώς μπορούμε να μετρήσουμε το αντίκτυπο των Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων, από όλες τις πηγές χρηματοδότησης, στη δασική βιοοικονομία, εστιάζοντας στην περίπτωση της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα, προσπαθεί να δημιουργήσει ένα μοντέλο αξιολόγησης της επίδρασης της χρηματοδότησης και της τεχνολογίας που παρέχεται από όλες τις ευρωπαϊκές πηγές στη δασική βιοοικονομία στην Ελλάδα, λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που απορρέουν από αυτές σε οικονομικό επίπεδο και τη συμβολή τους στην Περιφερειακή ανάπτυξη. Επιπλέον παρουσιάζει το θεωρητικό υπόβαθρο, το κενό που εντοπίστηκε και τις πρώτες υποθέσεις για τη μελέτη.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση δείχνει ότι στην Ελλάδα, παρά την κατάταξη της σε επίπεδο χώρας και περιφέρειας σε χαμηλή ανάπτυξη της βιοοικονομίας, (Haarich 2017) σε σύγκριση με άλλα κράτη μέλη, η προοπτική της σημασίας της και η επιθυμία προώθησης της στην πραγματική οικονομία φαίνεται ισχυρή. Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία της αποκεντρωμένης και τοπικής διάστασης της βιοοικονομίας, καθώς και της σοβαρής κρίσης από το 2009, η μέτρηση του αντίκτυπου των Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων στη δασική βιοοικονομία στην Ελλάδα θα βοηθήσει στη διαμόρφωση των στρατηγικών που σχετίζονται με τη βιοοικονομία, όπως και στους κύριους στόχους τους αλλά και στους τομείς προτεραιότητας.

Η βιοοικονομία στην Ελλάδα

Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΕ, η βιοοικονομία στην Ελλάδα αντιστοιχεί σε κύκλο εργασιών 27 δισεκατομμυρίων (αντίστοιχα, ο κύκλος εργασιών της ΕΕ είναι περίπου 2 τρισεκατομμύρια) απασχολώντας περίπου μισό εκατομμύριο εργαζόμενους, με το 80% να αντιστοιχεί στη γεωργική εκμετάλλευση (Papadopoulou κ.α. 2018). Η γεωργία είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην ελληνική οικονομία, περισσότερο από το 70% των θέσεων εργασίας στη βιοοικονομία και περίπου το 55% της προστιθέμενης αξίας της βιοοικονομίας (Ronzon & M'Barek 2018) και συμβάλλει στο 4,1% του ελληνικού ΑΕΠ που αντιπροσωπεύει το 70 % των αγροτικών προϊόντων και το 30% των ζωικών προϊόντων (Papadopoulou κ.α. 2018). Σύμφωνα με μελέτες (π.χ. Papadopoulou κ.α. 2018) υπάρχει μεγάλη δυνατότητα παροχής τροφής για τη βιοοικονομία στην Ελλάδα, ωστόσο τα υπολείμματα βιομάζας δεν αξιοποιούνται, καθώς μόνο το 3% της συνολικής βιομάζας χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, κυρίως ως καύσιμο.

Η Ελλάδα δεν έχει ακόμη συγκεκριμένη Εθνική Στρατηγική για τη βιοοικονομία, αν και η ελληνική κυβέρνηση δίνει υψηλή προτεραιότητα στην αποδοτικότητα των πόρων και στις

επενδύσεις χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Bioeconomy Council 2018). Οι κυβερνητικές πρωτοβουλίες σήμερα είναι περιστασιακές και διάσπαρτες, αλλά υπάρχουν Εθνικές Στρατηγικές που αναφέρουν τη σημασία της αποτελεσματικής διαχείρισης των βιολογικών πόρων που σχετίζεται με τους στόχους που θέτει η βιοοικονομία : 1. Στρατηγικό Σχέδιο Κοινής Αγροτικής Πολιτικής 2023-2027, 2. Εθνική Στρατηγική Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή, 3. Εθνική Στρατηγική Έρευνας και Καινοτομίας για Έξυπνη Εξειδίκευση (RIS) 2021-2027, 4. Εθνική Στρατηγική Ανάπτυξης (ΕΣΑ 2021), όπου η βιομηχανία αγροδιατροφής ορίζεται ως άξονας προτεραιότητας.

Εστιάζοντας στα δάση, οι δασικές εκτάσεις στην Ελλάδα αποτελούν το 31,7% (Worldbank 2016) της συνολικής έκτασης της χώρας. Παρόλα αυτά η συμμετοχή τους στο ΑΕΠ της χώρας είναι πολύ μικρή. Τυπικά, το 2016 ήταν στο 0,05% (Tsiaras κ.α. 2020) ενώ το 2019 ήταν 0,04 (Kalogiannidis κ.α. 2022). Το κύριο χαρακτηριστικό της ελληνικής αγοράς δασικών προϊόντων έγκειται στο γεγονός ότι οι ανάγκες της δεν καλύπτονται από την εγχώρια παραγωγή με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπως καυσόξυλα, μοριοσανίδες, καπλαμάς, ενώ οι εξαγωγές σε σύγκριση με τις εισαγωγές είναι εξαιρετικά περιορισμένες (Zafeiriou κ.α. 2012).

Όσον αφορά στη βιομάζα, αρκετές περιοχές της Ελλάδας έχουν σχετικά υψηλή διαθεσιμότητα, η οποία μπορεί να προέρχεται, ανάλογα με τα τοπικά χαρακτηριστικά, από διαφορετικές πηγές όπως δασικές εκτάσεις, γεωργία καθώς και πηγές αποβλήτων. Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικά εμπόδια στην εκμετάλλευσή του, όπως η δυσκολία εισαγωγής νέων τεχνολογιών λόγω της ηλικίας αυτών που ασχολούνται με τον αγροτικό τομέα, οι γραφειοκρατικές δυσκολίες στην αδειοδότηση επιχειρήσεων, η έλλειψη χρηματοοικονομικών μηχανισμών καθώς και η κατάτμηση της καλλιεργούμενης γης (Papaodorou κ.α. 2018).

Βιοοικονομία και δάση

Τα ευρωπαϊκά δάση είναι πολυλειτουργικά, παρέχοντας μια σειρά από υπηρεσίες οικοσυστήματος όπως τροφή, στέγη, ρυθμιστικές, πολιτιστικές, καθώς και παροχή υπηρεσιών (DiCori κ.α. 2022). Με βάση έρευνες, η οικονομική τους αξία υπολογίζεται περίπου στα 23 δις. ευρώ ετησίως για ολόκληρη την ΕΕ που αντιστοιχεί περίπου στο 71% της αξίας της ετήσιας παραγωγής στρογγυλής ξυλείας (Lonvic κ.α. 2020).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Bos κ.α. 2018), τα δάση μπορούν να διαδραματίσουν διπλό ρόλο στη βιοοικονομία, καθώς μπορούμε να τα διαχειριστούμε ως καταβόθρες άνθρακα αλλά και ως προμηθευτές πρώτων υλών στη δασική βιομηχανία. Επίσης, μετά την αναμενόμενη πτώση της βιομηχανίας γραφικού χαρτιού, σημαντικές νέες αγορές με βάση το ξύλο θεωρούνται οι κατασκευές, τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, τα βιοκαύσιμα, οι χημικές πλατφόρμες και οι (πλαστικές) συσκευασίες (Hurmekoski κ.α. 2018).

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία υπογραμμίζει την έννοια της πολυλειτουργικότητας, συνδέοντας την ανθεκτικότητα των δασών με την προώθηση μιας κυκλικής βιοοικονομίας. Ομοίως, η νέα στρατηγική της ΕΕ για τη βιοοικονομία (EC 2018) δίνει έμφαση στην καινοτομία, ζητώντας νέα επιχειρηματικά μοντέλα που βασίζονται στην αποτίμηση των υπηρεσιών δασικών οικοσυστημάτων. Ωστόσο, η έλλειψη συστηματικών δεδομένων για τα προϊόντα που δεν προέρχονται από ξύλο, οδηγεί σε έλλειψη επίγνωσης της σημασίας τους, γεγονός που τα αφήνει να μην λαμβάνονται πλήρως υπόψη στα σχέδια και τις πολιτικές που σχετίζονται με την αγροτική ανάπτυξη, τα δάση και τη χρήση γης (FAO 2014, Sills κ.α. 2011). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στο πλαίσιο μιας αναπτυσσόμενης βιοοικονομίας, στην οποία τα δάση αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο (Koukios κ.α. 2017, Lainez κ.α. 2018, Scarlat κ.α. 2015).

Η βιομάζα παίζει ιδιαίτερο ρόλο στη βιοοικονομία των δασών. Δεδομένου ότι η διαθέσιμη καλλιεργήσιμη γη για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης βιομάζας είναι περιορισμένη στην Ευρωπαϊκή Ένωση (VonWitzke & Noleppa 2016), πολλές μελέτες σε διάφορους επιστημονικούς τομείς διερευνούν την πιο αποτελεσματική εκμετάλλευση βιομάζας. Γενικότερα, η επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής, η ενεργειακή ασφάλεια και η αγροτική ανάπτυξη είναι οι τρεις κύριοι παράγοντες, σε εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο, για την περαιτέρω χρήση της βιομάζας στην παραγωγή βιοενέργειας και άλλων προϊόντων με βάση τη βιομάζα.

Δείκτες Αειφορίας

Αν και υπάρχουν πολλοί ορισμοί, ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος ορισμός της βιώσιμης ανάπτυξης είναι αυτός που προτείνει η Επιτροπή Brundtland "Αειφόρος ανάπτυξη είναι η

ανάπτυξη που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες." (Cerin 2006, Dernbach 1998, Dernbach 2003, Stoddart κ.α. 2011) και δεν περιορίζει το εύρος της βιωσιμότητας. Αυτή η ιδέα της διατήρησης των πόρων για τις μελλοντικές γενιές είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά που διακρίνουν την πολιτική βιώσιμης ανάπτυξης (Emas 2015).

Η ισχυρή βιωσιμότητα, από την άλλη πλευρά, αναγνωρίζει τα μοναδικά χαρακτηριστικά των φυσικών πόρων που δεν μπορούν να αντικατασταθούν από το βιομηχανικό κεφάλαιο. Παρά την έλλειψη συνέχειας σχετικά με τον όρο βιωσιμότητα, η έννοια του έχει εξελιχθεί από μια ασαφή έννοια σε ένα σύνολο πιο συγκεκριμένων ορισμών που προσπαθούν να παρουσιάσουν τη βιωσιμότητα με ποσοτικούς όρους και δείκτες (Barbosa 2014, Büyükoçkan 2017). Η χρήση δεικτών για συμπεράσματα ακολουθεί τον απλό κανόνα ότι όσο μικρότερος είναι ο δείκτης, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η διαδικασία. Ενδεικτικά, για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας της χρήσης βιομάζας, ολόκληρης της αλυσίδας αξίας και όλων των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων σε σχέση με τη χρήση της πρώτης ύλης και το είδος της, τα χαρακτηριστικά και την προέλευσή της καθώς και τη χρήση, εξετάζονται τα τελικά προϊόντα ή η επαναχρησιμοποίηση τους (Fritsche κ.α. 2018).

Για τη δημιουργία μοντέλων βιώσιμης ανάπτυξης στο πλαίσιο της βιοοικονομίας υπάρχουν ορισμένες συγκεκριμένες προσεγγίσεις που κάνουν διάκριση μεταξύ «αδύναμης» και «ισχυρής» βιωσιμότητας. Ενώ η αδύναμη βιωσιμότητα επιδιώκει την οικονομική ανάπτυξη με αντισταθμιστικά μέτρα για το περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους που μπορεί να αξιοποιηθούν (Hoffman 2012), η εφαρμογή ισχυρής βιωσιμότητας απαιτεί την επίτευξη συγκεκριμένων περιβαλλοντικών περιορισμών που πρέπει να πληρούνται κατά την επιδίωξη οικονομικής ανάπτυξης (Zilberman κ.α. 2018). Ουσιαστικά, η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι η οικονομία δεν θεωρείται ανώτερη από το περιβάλλον και ότι οι τεχνολογικές καινοτομίες δεν μπορούν να δώσουν τη μόνη λύση σε προκλήσεις που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα (Ekins κ.α. 2003). Το ισχυρό μοντέλο βιωσιμότητας, σε αντίθεση με το αδύναμο, θεωρεί το φυσικό κεφάλαιο ως μη αντικαταστάσιμο (Bennichand & Belyazid 2017) και ουσιαστικά η οικονομική του εκμετάλλευση μπορεί να προέλθει μόνο από τα ενοίκια του, ενώ διατηρεί την αρχική του κατάσταση ανέπαφη (Lewandowski κ.α. 2018). Με βάση αυτό το μοντέλο υπάρχει εξαρχής συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο για την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων από το οποίο δεν μπορεί να υπάρξει καμία απόκλιση.

Παρακολούθηση και Αξιολόγηση της δασικής βιοοικονομίας

Η παρακολούθηση των μεταβάσεων στη βιοοικονομία και των επιπτώσεών τους μπορεί να θεωρηθεί ως ένα Ηράκλειο έργο, καθώς δεν μπορούν εύκολα να αποτυπωθούν χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες οικονομικές στατιστικές. Τα βιολογικά και τα μη βιολογικά προϊόντα σπάνια διακρίνονται όταν συλλέγονται επίσημα δεδομένα. Ωστόσο, η παραγωγή κατά μήκος των αλυσίδων εφοδιασμού της βιοοικονομίας και οι επιπτώσεις της στη βιωσιμότητα απαιτούν μέτρηση και αξιολόγηση για να καταστεί δυνατή η τεκμηριωμένη χάραξη πολιτικής (Jander κ.α., 2020).

Για παράδειγμα, το έργο BioMonitor (2022) επιχειρεί να αντιμετωπίσει το κενό πληροφοριών στην έρευνα για τη βιοοικονομία, επαναπλαισιώνοντας το υπάρχον πλαίσιο δεδομένων και μοντελοποίησης. Η μελέτη των (Cingiz κ.α., 2021), στο πλαίσιο του έργου, καταφέρνει να μετρήσει την προστιθέμενη αξία της βιοοικονομίας που δεν είναι άμεσα εμφανής αλλά μάλλον κρύβεται σε άλλους κλάδους εν μέρει της βιοοικονομίας. Η πλατφόρμα πληροφοριών που δημιουργήθηκε παρέχει ένα μέτρο του μεριδίου της βιοοικονομίας για τις χώρες της ΕΕ-28 για την περίοδο 2005–2015 με βάση πίνακες εισροών-εκροών.

Στη μελέτη των (Lovgić, κ.α., 2020), έγινε μια προσπάθεια να διαμορφωθεί μια επισκόπηση του πεδίου έρευνας της ευρωπαϊκής βιοοικονομίας που βασίζεται στα δάση, χαρτογραφώντας την πραγματική ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο, με βάση έργα από τα Προγράμματα Πλαίσιο της ΕΕ και τον Ευρωπαϊκό Χώρο Έρευνας, συμπληρωμένα με δεδομένα σχετικά με τις αυτοαναφερόμενες ερευνητικές ικανότητες. Τα έργα που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων CORDIS χρησιμοποιήθηκαν ως η κύρια πηγή δεδομένων για τη χαρτογράφηση της ερευνητικής δραστηριότητας στον τομέα της δασικής βιοοικονομίας. Η ανάλυση περιορίζεται στην περίοδο 2008–2018, όπου τα έργα που αναφέρονται εμπίπτουν στο 7ο ΠΠ, το Η2020 και το Πρόγραμμα

Εργασίας του Ευρωπαϊκού Χώρου Έρευνας (ERA-NETs). Η μελέτη αξιολογεί τη συνοχή και τις συνέργειες των δημόσιων προγραμμάτων έρευνας και καινοτομίας και χαρτογραφεί την ερευνητική δραστηριότητα σε βιομηχανίες και τομείς προκειμένου να συμβάλει στη βελτίωση της υπάρχουσας βάσης γνώσεων, ενώ κάνει δύο σαφείς συστάσεις πολιτικής: την ανάγκη για μεγαλύτερη συμμετοχή ερευνητικών οργανισμών από χώρες της Ανατολικής Ευρώπης στη διεθνή επιστημονική κοινότητα στον τομέα της βιοοικονομίας με βάση τα δάση, δίνοντας έμφαση σε ένα κριτήριο γεωγραφικής κάλυψης στο μελλοντικό σχεδιασμό έρευνας και καινοτομίας και ο σχεδιασμός έρευνας και καινοτομίας απαιτεί έργα που καλύπτουν θεματικά πολλαπλές κατηγορίες εφοδιαστικής αλυσίδας βιοοικονομίας με βάση τα δάση.

Στην πρόσφατη μελέτη των (Rinn κ.α. 2022), πραγματοποιείται μια συγκριτική ανάλυση των δασικών βιοοικονομιών και της κατανόησής μας σε επιλεγμένες χώρες και αξιολογείται το επίπεδο των περιεκτικών δεδομένων για έργα που υποστηρίζονται από το ΠΑΑ 2014–2020. Αυτή η ανάλυση έδειξε ότι η αντίληψη και ο ορισμός της δασικής βιοοικονομίας ποικίλλει από χώρα σε χώρα. Γι' αυτό δεν είναι δυνατό να συγκριθεί το επίπεδο οικονομικής στήριξης της δασικής βιοοικονομίας μεταξύ των χωρών. Δεν είναι επίσης δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως ενιαίος και συγκρίσιμος δείκτης για τη μέτρηση της βιωσιμότητας.

Η μελέτη των (Lortic κ.α. 2021), παρέχει μια εικόνα για το μέλλον του κλάδου της βιοοικονομίας που βασίζεται στα δάση σε επιλεγμένες χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Αποσπά την κατανόηση, τη γνώμη και το επίπεδο συμφωνίας των ειδικών της βιοοικονομίας με βάση τα δάση σχετικά με τη μελλοντική εφαρμογή της ιδέας της βιοοικονομίας έως το 2030/2050, μέσω δύο γύρων της μεθόδου Delphi. Η μελέτη συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των περιφερειακών πλαισίων που σχετίζονται με το καθεστώς της βιοοικονομίας που βασίζεται στα δάση και την περαιτέρω ανάπτυξη, ενώ καταδεικνύει ότι οι περιφερειακές και εθνικές προτεραιότητες στη βιοοικονομία με βάση τα δάση πρέπει να ορίζονται σε περιφερειακά, εθνικά και υποεθνικά στρατηγικά έγγραφα (Winkel 2017), για την περαιτέρω υποστήριξη της υλοποίησης της ιδέας.

Αποτελέσματα

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής της ΕΕ έδωσαν προτεραιότητα στην επέκταση των οργανικών αλυσίδων αξίας μέσω διαφόρων πρωτοβουλιών πολιτικής και ερευνητικών προγραμμάτων της ΕΕ. Παρά την αυξανόμενη δημοτικότητα της βιοοικονομίας στην Ευρώπη, η έρευνα και οι στατιστικές της υστερούν κατά πολλούς τρόπους, όπως η έλλειψη μιας ολοκληρωμένης βάσης δεδομένων και στατιστικών για βιομηχανίες που βασίζονται σε βιολογικά προϊόντα, η έλλειψη διαφανούς μεθοδολογίας για τη συλλογή δεδομένων με βάση τα βιολογικά δεδομένα και η έλλειψη περιεκτικών δεδομένων και δεικτών αλυσίδας αξίας που απεικονίζουν τις ροές του συστήματος επεξεργασίας διαφορετικών βιολογικών υλικών (Kardung κ.α. 2019). Παρά τις προσπάθειες παρακολούθησης της βιοοικονομίας της ΕΕ και των βιοοικονομιών μιας χώρας, μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κοινή προσέγγιση για την παρακολούθηση και τη μέτρηση της βιοοικονομίας σε όλα τα κράτη της ΕΕ, και ως εκ τούτου δεν είναι δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των χωρών. Επιπλέον, σύμφωνα με τον (Kardung κ.α. 2021), υπάρχει ανάγκη για βελτιώσεις στις μεθοδολογίες παρακολούθησης και μέτρησης της παραγωγής με βάση μοντέλα βιοοικονομίας.

Ειδικότερα, στην περίπτωση της Ελλάδας, δεν υπάρχει μέχρι σήμερα στοχευμένη Εθνική Στρατηγική για τη βιοοικονομία, την υψηλή προτεραιότητα που αποδίδει η ελληνική κυβέρνηση στην αποδοτικότητα των πόρων, τις ενεργειακά αποδοτικές επενδύσεις και τις επενδύσεις χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Papadopoulou κ.α. 2018). Αν και η σημασία της βιοοικονομίας έχει αναγνωριστεί παγκοσμίως από οικονομική, κοινωνική, περιβαλλοντική και τουριστική διάσταση, στην Ελλάδα το μοντέλο της βιοοικονομίας δεν φαίνεται να έχει λάβει ακόμη την προσοχή που του αξίζει.

Πιο συγκεκριμένα, από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι (i) δεν υπάρχει ολοκληρωμένη βάση δεδομένων και παρά την έλλειψη διαθέσιμων δεδομένων, η αύξηση του ενδιαφέροντος για την πολιτική έχει προκαλέσει την ανάγκη για τεκμηριωμένη παρακολούθηση των τομέων της βιοοικονομίας και την αποτελεσματική προσαρμογή της υποστήριξης πολιτικής (Ronzon κ.α. 2022).

(ii) δεν υπάρχει διαφανής μεθοδολογία για τη συλλογή δεδομένων. Ενώ υπάρχει έλλειψη μελέτης σε αναδυόμενες μεθοδολογίες και συστήματα παρακολούθησης, περαιτέρω, η διφορούμενη και ασαφής επιρροή της κρατικής και της ΕΕ χρηματοδότησης και συνεργασίας στις πρακτικές δασικής βιοοικονομίας καθιστά δύσκολη την ανάπτυξη πολιτικών που ενισχύουν τα κοινωνικοοικονομικά οφέλη στη δασική βιοοικονομία.

Ως εκ τούτου, ο κύριος σκοπός αυτής της έρευνας είναι να μετρήσει τον αντίκτυπο της χρηματοδότησης και της τεχνογνωσίας που παρέχεται από όλες τις ευρωπαϊκές και εθνικές πηγές (συγχρηματοδοτούμενα προγράμματα, ερευνητικά έργα), στη δασική βιοοικονομία στην Ελλάδα.

Ο πρώτος ερευνητικός μας στόχος είναι να προσδιορίσουμε το ρόλο που διαδραματίζει η ΕΕ και η δημόσια χρηματοδότηση στην ενίσχυση των εκροών της δασικής βιοοικονομίας, λαμβάνοντας υπόψη τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από αυτά και τη συμβολή τους στην Περιφερειακή ανάπτυξη.

Ο δεύτερος ερευνητικός μας στόχος είναι να εξετάσουμε την επιρροή που έχουν οι διακρατικές και διαπεριφερειακές συνεργασίες σε αυτά τα αποτελέσματα.

Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη σε μια βιώσιμη κοινωνία αμφισβητείται από διάφορους παράγοντες όπως η κλιματική αλλαγή, ο αυξανόμενος και πλουσιότερος παγκόσμιος πληθυσμός, η ραγδαία αυξανόμενη αστικοποίηση και η αυξανόμενη ανισότητα στην κατανομή του εισοδήματος. Το 2018, τα Ηνωμένα Έθνη επιβεβαίωσαν την αξία της βιώσιμης ανάπτυξης καθώς μπορεί να φέρει αρμονία στην οικονομική ανάπτυξη των χωρών, την κοινωνική ένταξη και την προστασία του περιβάλλοντος. Τα τελευταία είκοσι χρόνια, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής της ΕΕ έχουν δει τον σημαντικό ρόλο της βιοοικονομίας στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόλις προσαρμοστεί η βιοοικονομία στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (Wesseler & vonBraun 2017, Zilberman κ.α. 2018). Αυτή η δέσμευση αντικατοπτρίζεται στην έναρξη πολιτικών πρωτοβουλιών και ερευνητικών προγραμμάτων σε επίπεδο ΕΕ, όπως το European Bio-Based Industries Joint Entertainment (Wesseler & vonBraun 2017). Η πρόσφατη ενημέρωση της στρατηγικής της ΕΕ για τη βιοοικονομία (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2018a) υπογραμμίζει επίσης πόσο ψηλά βρίσκεται η βιοοικονομία στην πολιτική ατζέντα. Μέχρι στιγμής, οι ποσοτικοποιήσεις στη βιοοικονομία έχουν επικεντρωθεί περισσότερο σε οικονομικές και κοινωνικές πτυχές και λιγότερο σε εκείνες που σχετίζονται με το περιβάλλον (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2018β). Για να εκτιμηθεί πώς οι οικονομικές δραστηριότητες εξαρτώνται από τα δασικά οικοσυστήματα και να αξιολογηθεί η συμβολή των δασικών οικοσυστημάτων στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόντος (ΑΕΠ), πρέπει κανείς να κοιτάξει πέρα από την άμεση συνεισφορά του δασικού τομέα, επιχειρώντας να εκτιμήσει τον οικονομικό αντίκτυπο σε άλλους κλάδους και τις έμμεσες και επαγόμενες επιπτώσεις στην οικονομία. Σε μια βιοοικονομία που βασίζεται σε πόρους, υπάρχει ανάγκη να κατανοηθεί πιο διεξοδικά το πλήρες φάσμα των διαθέσιμων πόρων, να καθοριστούν οι ευκαιρίες και οι τοποθεσίες αυτών των πόρων, να εξηγηθούν τα δικαιώματα χρήσης καθώς και οι ανταλλαγές και οι συνέργειες μεταξύ δασών και άλλων τύπων γης (Wolfslehner κ.α. 2019). Στην παραπάνω έρευνα, θα συλλεχθούν και θα αναλυθούν όλα τα σχετικά δεδομένα ενώ θα εντοπιστούν οι δείκτες μέσω των οποίων θα περιγραφεί η συμβολή του δασικού τομέα στη Βιοοικονομία στην Ελλάδα.

Abstract

The starting point of this paper is the ongoing debate about the bioeconomy and how it can affect the economies of countries. So far there is no common approach to monitoring and measuring the bioeconomy in all EU states, and therefore it is not possible to compare results between countries. Furthermore, there is a need for improvements in production monitoring and measurement methodologies, while the perception and definition of the forest bioeconomy varies from country to country, making it impossible to compare the level financial support of this among countries. The aim of the study is to measure the impact of funding and know-how provided by all European sources, on the forest bioeconomy in Greece, through the creation of an evaluation model, taking into account the economic benefits derived from them and their contribution to Regional development.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Albrecht, M., 2019. (Re-) producing bioassemblages: positionalities of regional bioeconomy development in Finland. *Local Environment*, 24(4), 342-357.
- Albrecht, M., Grundel, I., & Morales, D., 2021. Regional bioeconomies: public finance and sustainable policy narratives. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 103(2), 116-132.
- Bennich, T., & Belyazid, S., 2017. The route to sustainability—prospects and challenges of the bio-based economy. *Sustainability*, 9(6), 887.
- Bos, H. L., κ.α., 2018. Bioeconomy mapping report, D 1.1: An overview of the bioeconomy.
- Cingiz, K., κ.α., 2021. A Cross-Country Measurement of the EU Bioeconomy: An Input–Output Approach. *Sustainability* 2021, 13, 3033.
- Dernbach, J. C., 1998. Sustainable development as a framework for national governance. *Case W. Res. L. Rev.*, 49, 1.
- Dernbach, J. C., 2003. Achieving sustainable development: The centrality and multiple facets of integrated decision making. *Global Legal Studies*, 10(1), 247-284.
- Di Cori, Viola, κ.α., 2022. Framework proposal to quantify the contribution of non-wood forest products to the European Union forest-based bioeconomy." *Forests* 13.3: 362.
- Emas, R., 2015. The concept of sustainable development: definition and defining principles. *Brief for GSDR*, 2015, 10-13140.
- EC 2018. A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment Updated Bioeconomy Strategy.
- FAO. 2014. Contribution of the forestry sector to national economies, 1990-2011, by A. Lebedys and Y. Li. *Forest Finance Working Paper FSFM/ACC/09*. FAO, Rome.
- FAO, 2014. State of the World's Forests 2014: Enhancing the socioeconomic benefits from forests, Rome.
- Fritsche, UweR, κ.α., 2018. "Sustainability of bioenergy." *The Role of Bioenergy in the Emerging Bioeconomy: Resources, Technologies, Sustainability and Policy* : 225-296.
- Haarich, S., 2017. Bioeconomy Development in EU Regions: Mapping of EU Member States'/regions' Research and Innovation Plans & Strategies for Smart Specialization (RIS3) on Bioeconomy. *Publications Office of the European Union*.
- Hoffman, R., 2012. On the need for new economic foundations: A critique on mainstream macroeconomics. *Cadmus Journal*, 1(5 Part 2), 74-85.
- Hurmekoski, Elias, κ.α., 2018. "Diversification of the forest industries: role of new wood-based products." *Canadian Journal of Forest Research* 48.12:1417-1432.
- Jander, Wiebke, κ.α., 2020. "Monitoring bioeconomy transitions with economic–environmental and innovation indicators: addressing data gaps in the short term." *Sustainability* 12.11 : 4683.
- Jeziarska-Thöle, Aleksandra, κ.α., 2021. The agri-environment-climate measure as an element of the bioeconomy in Poland—A spatial study. *Agriculture* 11.2 : 110.
- Kalogiannidis, S., κ.α., 2022. "Forestry Bioeconomy Contribution on Socioeconomic Development: Evidence from Greece." *Land*11.12: 2139.
- Kardung, Maximilian, κ.α., 2021. "Development of the circular bioeconomy: Drivers and indicators." *Sustainability* 13.1 : 413.
- Kardung, M., κ.α., 2019. "Framework for Measuring the Size and Development of the Bioeconomy." *BioMonitor deliverable 1.1*.
- Koukios, E., 2017. The bio-tsunami project. The emergence of bioeconomy-opportunities and risks-a forward-looking study, ITeE, Radom.
- Lainez, Manuel, κ.α., 2018. Spanish strategy on bioeconomy: Towards a knowledge based sustainable innovation. *New biotechnology* 40 : 87-95.
- Lewandowski, I. κ.α., 2018. Context. Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable, biobased economy: 5-16.
- Lovrić, M., Lovrić, N., & Mavsar, R., 2020. Mapping forest-based bioeconomy research in Europe. *Forest Policy and Economics*, 110, 101874.
- Lovrić, Marko, κ.α., 2020. Non-wood forest products in Europe—A quantitative overview. *Forest Policy and Economics* 116 : 102175.

Lovrić, N., Lovrić, M., & Mavsar, R., 2020. Factors behind development of innovations in European forest-based bioeconomy. *Forest policy and economics*, 111, 102079.

Papadopoulou, Electra, κ.α., 2018. Bio-economy in Greece: Current trends and the road ahead. *The EuroBiotech Journal* 2.3: 137-145.

Ronzon, T., & M'Barek, R., 2018. Socioeconomic indicators to monitor the EU's bioeconomy in transition. *Sustainability*, 10(6), 1745.

Ronzon, T., Iost, S., & Philippidis, G., 2022. Has the European Union entered a bioeconomy transition? Combining an output-based approach with a shift-share analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 24(6), 8195-8217.

Rinn, Radek, κ.α., 2022. Forest Bioeconomy from the Perspectives of Different EU Countries and Its Potential for Measuring Sustainability. *Forests* 14.1 : 33.

Ronzon, T., Iost, S., & Philippidis, G., 2022. An output-based measurement of EU bioeconomy services: Marrying statistics with policy insight. *Structural Change and Economic Dynamics*, 60, 290-301.

Scarlat, Nicolae, κ.α., 2015. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental development* 15 : 3-34.

Tsiaras, Stefanos, κ.α., 2020. The contribution of forests in regional development: The role of National Forest Strategy in Greece. *MIBES Transactions*, Vol 14, Issue 1.

von Witzke, H., & Noleppa, S., 2016. A European perspective: the case for a highly productive and innovative agriculture in Europe. In *Creating Sustainable Bioeconomies* (pp. 61-70). Routledge.

Winkel G., 2017. Towards a sustainable European forest-based bioeconomy – assessment and the way forward. *What Science Can Tell Us* 8. European Forest Institute.

Wolfslehner, B., Prokofieva, I., & Mavsar, R. (Eds.), 2019. Non-wood forest products in Europe: Seeing the forest around the trees. European Forest Institute.

Zilberman, David, κ.α., 2018. Economics of sustainable development and the bioeconomy. *Applied Economic Perspectives and Policy* 40.1: 22-37.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

ΕΤΑΙΡΙΚΗ ΦΙΛΑΝΘΡΩΠΙΑ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ 2021

Γκιρτζιμανάκη, Μαρία¹; Παπασπυρόπουλος, Γ.Κωνσταντίνος¹

¹Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Ένα από τα φαινόμενα που συμπεριλαμβάνονται στις φυσικές καταστροφές είναι οι δασικές πυρκαγιές που αποτελούν έναν από τους κυριότερους κινδύνους καθώς οι επιπτώσεις τους στη βιοποικιλότητα, το τοπίο, το περιβάλλον, την ανθρώπινη ζωή και την κοινωνική ευημερία είναι τεράστιες. Η Ελλάδα δοκιμάστηκε αρκετές φορές κατά τους θερινούς μήνες από μεγάλες πυρκαγιές με οδυνηρά αποτελέσματα. Οι πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν κατά την διάρκεια του καλοκαιριού του 2021 στην Βόρεια Εύβοια και στην περιοχή της Αττικής αποτελούν τέτοια παραδείγματα. Όπως έχει συμβεί κατά το παρελθόν, στις πυρκαγιές της Ηλείας το 2007 και στο Μάτι το 2018, ο επιχειρηματικός κόσμος εκδήλωσε το ενδιαφέρον του για την αποκατάσταση των πληγεισών περιοχών μέσα από φιланθρωπικά έργα και δράσεις στο πλαίσιο της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης. Ο ιδιωτικός τομέας μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο προς την επίτευξη των στόχων αυτών. Βασιζόμενοι στη σχετική με την Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη και τις φυσικές καταστροφές βιβλιογραφία καθώς και με τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων, η παρούσα έρευνα μελετά την κινητοποίηση των εταιρειών στις περιοχές μελέτης στην προσπάθεια αντιμετώπισης της καταστροφής. Η μελέτη αυτή έχει στόχο της να εμπλουτίσει την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τη συμβολή του ιδιωτικού τομέα μέσα από δράσεις Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης στην αποκατάσταση περιοχών από δασικές πυρκαγιές.

Λέξεις κλειδιά: Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη, απολογισμοί αειφορίας, δασικές πυρκαγιές, οικονομική στήριξη, Βόρεια Εύβοια, Αττική

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η σοβαρότητα και η συχνότητα των φυσικών καταστροφών έχει αυξηθεί, με αποτέλεσμα να αυξάνονται αντίστοιχα οι ανθρώπινες και οικονομικές απώλειες. Οι φυσικές καταστροφές επηρεάζουν δυσανάλογα τις χώρες χαμηλού εισοδήματος, με μεγαλύτερο τίμημα και κόστος καταστροφής να επιβαρύνει τους φτωχότερους πληθυσμούς (UNDRR 2019). Υπολογίζεται ότι πέρα από τις απώλειες περιουσιακών στοιχείων, η μέση ετήσια απώλεια ευημερίας από φυσικές καταστροφές είναι ισοδύναμη με 520 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ (Hallegatte κ.α. 2017).

Πλημμύρες, καύσωνες, τυφώνες, πυρκαγιές και άλλα καταστροφικά γεγονότα που έχουν λάβει χώρα σε όλο τον κόσμο, έχουν συνδεθεί με ακραία καιρικά και κλιματικά φαινόμενα που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή (European Commission 2021). Οι επιρροές της κλιματικής αλλαγής μαζί με τις ανθρώπινες παρεμβάσεις έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις δασικές πυρκαγιές και τις έχουν μετατρέψει από φυσικά γεγονότα σε καταστροφικές μεγάλες πληγές γνωστές και ως μεγαπυρκαγιές (Pryne 2007). Πρόσφατα τέτοια παραδείγματα σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελούν οι πυρκαγιές στο Όρεγκον (BootlegFire) το 2021 όπου η ένταση της πυρκαγιάς άλλαξε τον τοπικό καιρό, στην Αυστραλία το 2019-2020 που έκαψε μια έκταση 12,6 εκατομμυρίων εκταρίων, στην Καλιφόρνια το 2018 (Camp Fire) όπου 85 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους και πάνω από 60.000 εκτάρια κάηκαν (Hyde & Williams, 2007). Το 2018 ήταν επίσης μια χρονιά με θανατηφόρες πυρκαγιές για την χώρα μας που κόστισαν τη ζωή σε 102 ανθρώπους (ΕΕ 2019). Στην Ελλάδα την καλοκαιρινή περίοδο του 2021, πολλαπλές πυρκαγιές σημείωσαν τεράστια οικολογική καταστροφή και νέο τραγικό ρεκόρ στην ιστορία της χώρας (Papadopoulos κ.α. 2021).

Παρόλο που γίνονταν προτάσεις για αποτελεσματική διαχείριση των πυρκαγιών για την εξάλειψη των καταστροφικών συνεπειών των μεγαπυρκαγιών, η ακραία και απρόβλεπτη

συμπεριφορά τους καθιστά δύσκολο τον έλεγχο τους. Με μέτρα προσαρμογής και μετριασμού, μπορούν να δημιουργηθούν ανθεκτικές κοινότητες και υποδομές, ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι των καταστροφών, να αντιμετωπιστούν οι κρίσεις και τελικά να επιτευχθεί ο στόχος για βιωσιμότητα. (OHE 2015). Έχει αναπτυχθεί σημαντικός όγκος έρευνας σχετικά με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της κοινωνίας σε φυσικές καταστροφές, εστιάζοντας ιδιαίτερα στις αντιδράσεις από κυβερνητικούς φορείς καθώς και από οργανισμούς διαχείρισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης (Rodriguez κ.α. 2007). Η ανθεκτικότητα αν και είναι ένας δύσκολος στόχος δεν είναι ανέφικτος.

Σύμφωνα με τον Στόχο 17 της Ατζέντα 2030 για την Αειφόρο Ανάπτυξη, η διεθνής συνεργασία και οι συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα με γνώμονα το κοινωνικό συμφέρον αποτελούν βασικά στοιχεία για την υπέρβαση των δυσκολιών της εποχής μας (OHE 2015). Στην κατεύθυνση αυτή, η εταιρική φιλανθρωπία, ως μέρος της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης (CSR) αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τη συγκέντρωση πόρων για την ανακούφιση από καταστροφές στις πληγείσες κοινότητες (Hwang & Joo 2021).

Λαμβάνοντας υπόψη τις καταστροφικές πυρκαγιές που συνέβησαν για άλλη μια φορά στην χώρα μας το καλοκαίρι του 2021 καθώς και την τάση των εταιρειών να παρέχουν βοήθεια μέσω δραστηριοτήτων ΕΚΕ σε πληγείσες περιοχές, η παρούσα εργασία:

- Καταγράφει τον τρόπο με τον οποίο οι ιδιωτικές επιχειρήσεις ανταποκρίθηκαν στην αποκατάσταση της Β. Εύβοιας και της Αττικής μετά τις δασικές πυρκαγιές του 2021.
- Διερευνά τους παράγοντες που επηρέασαν τις ελληνικές εταιρείες να συνεισφέρουν στην αποκατάσταση καθώς και τον τομέα στον οποίο δραστηριοποιήθηκαν περισσότερο προκειμένου να λύσουν προβλήματα στις πληγείσες περιοχές: περιβάλλον ή κοινωνία.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Όταν μια καταστροφή χτυπά μια ολόκληρη κοινότητα ή έθνος, κυβερνήσεις και μη κυβερνητικές υπηρεσίες συχνά παρεμβαίνουν για να παρέχουν χρήματα και άλλους πόρους για να βοηθήσουν τους επιζώντες να ξαναχτίσουν τη ζωή τους και, ιδανικά, να λάβουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για να μειώσουν τον κίνδυνο μελλοντικών καταστροφών (Alexander, 2006). Ιδιωτικές εταιρείες έχουν αναδειχθεί ως σημαντικοί «παίκτες» στην ανακούφιση από καταστροφές, παρέχοντας βασικές προμήθειες, κεφάλαια και εθελοντές εργαζομένους για την παροχή της απαραίτητης βοήθειας σε περιοχές που έχουν υποστεί μια τραγωδία (Zhao κ.α. 2015). Τι είδους όμως βοήθεια προσφέρουν οι εταιρείες και τί τελικά είναι αυτό που καθορίζει την αντίδραση των εταιρειών σε μια καταστροφή;

Η εταιρική φιλανθρωπία, συμπεριλαμβανομένης της δωρεάς για ανακούφιση από καταστροφές, μπορεί να εξυπηρετεί κάτι περισσότερο από έναν απλό αλτρουιστικό σκοπό. Οι εταιρείες χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο τα φιλανθρωπικά τους ως στρατηγικά εργαλεία για να βελτιώσουν την κοινωνική τους φήμη, και αυτό έχει τελικά θετικό αντίκτυπο στην εταιρική οικονομική απόδοση (Porter & Kramer 2002). Ένας αριθμός μελετών (Becker-Olsen κ.α. 2006, Patten 2008, Stanwick & Stanwick 1998) συνδέει την εταιρική συνεισφορά στην ανακούφιση από καταστροφές με την οικονομική απόδοση των εταιρειών και την κοινωνική φήμη.

Δεν συνδέονται όμως όλες οι εταιρικές φιλανθρωπίες με τις οικονομικές και διοικητικές επιδόσεις. Τα μέσα ενημέρωσης διαδραματίζουν επίσης ρόλο στον επηρεασμό των εκστρατειών ανακούφισης από καταστροφές των εταιρειών, καθώς έρευνες έχουν δείξει ότι η ειδησεογραφική κάλυψη μιας καταστροφής μπορεί να αυξήσει την ανταπόκριση σε έκτακτη έκκληση συγκέντρωσης κεφαλαίων και συγκεντρωτικές δωρεές (Benthall 1993). Η εταιρική ιδιοκτησία επηρεάζει επίσης τη συμπεριφορά των εταιρειών αντιμετώπισης καταστροφών. Οι Zhang κ.α. (2009) διαπίστωσαν ότι οι συνεισφορές από κρατικές εταιρείες μετά τον σεισμό Wenchuan ήταν μικρότερες από αυτές από ιδιωτικές εταιρείες. Άλλος παράγοντας που επηρεάζει επίσης τη φιλανθρωπική συμπεριφορά της εταιρείας είναι η τοποθεσία μιας καταστροφής. Για την ακρίβεια οι Muller και Whiteman (2009), διαπίστωσαν ότι οι επιχειρήσεις δίνουν μεγαλύτερη προσοχή σε φυσικές καταστροφές που βρίσκονται πιο κοντά στις περιοχές καταγωγής τους κυρίως λόγω αίσθημα ευθύνης.

Οι Johnson κ.α. (2011) στην έρευνά τους διαπίστωσαν ότι οι περισσότερες εταιρείες εμπλέκονται σε δραστηριότητες που σχετίζονται με καταστροφές για δικούς τους αλλά και για

ηθικούς λόγους. Τα κίνητρα για τις εταιρείες είναι μεγάλα και θα μπορούσαν να βασίζονται στην ανάγκη μιας εταιρείας να προστατεύσει τα περιουσιακά της στοιχεία. Ή, οι εταιρείες θα μπορούσαν να έχουν περισσότερο αλτρουιστικούς στόχους, αναγνωρίζοντας ότι έχουν ηθική ευθύνη να είναι καλοί «εταιρικοί πολίτες». Βασιζόμενοι στην υπόθεση ότι οι εταιρικής κοινωνικής ευθύνης (ΕΚΕ) είναι ένα έγκυρο εργαλείο για την αξιολόγηση των εταιρικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με καταστροφές μελέτησαν την απόκριση των διεθνών και εγχώριων καταστροφών.

Οι Zhonga κ.α. (2022) στην μελέτη τους εξετάζουν τη σχέση μεταξύ των φυσικών καταστροφών και της απόδοσης της ΕΚΕ των επιχειρήσεων. Διαπιστώνουν ότι τόσο η παρουσία μιας σοβαρής φυσικής καταστροφής όσο και ο αριθμός των κατηγοριών καταστροφών συνδέονται σημαντικά με υψηλότερες δραστηριότητες ΕΚΕ στην πληγείσα περιοχή. Τέλος, οι McKnight και Linnenpuecke (2019) αναμένουν ότι οι επιχειρήσεις θα συμβάλλουν στις δασικές πυρκαγιές μόνο με κατασταλτικό και όχι με προληπτικό τρόπο.

Με βάση τις παραπάνω μελέτες διαπιστώνεται ότι η συμβολή των επιχειρήσεων για την αποκατάσταση από δασικές πυρκαγιές πληγείσες περιοχές μπορεί να επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

1. Οι επιχειρήσεις στο πλαίσιο βελτίωσης της φήμης τους, της ικανοποίησης των ενδιαφερομένων μερών και της νομιμοποίησης που θέλουν να πετύχουν στην κοινωνία θα συμβάλλουν σε ενέργειες αποκατάστασης από τις δασικές πυρκαγιές με δράσεις ΕΚΕ.
2. Οι επιχειρήσεις με δράσεις ΕΚΕ κατά το παρελθόν θα συμβάλλουν στην αποκατάσταση των πληγείσων περιοχών.
3. Οι επιχειρήσεις θα συμβάλλουν στις δασικές πυρκαγιές, επειδή το έκαναν και παλαιότερα.
4. Οι επιχειρήσεις του χρηματιστηρίου Αθηνών θα συμβάλλουν στο θέμα των δασικών πυρκαγιών λόγω της ανάπτυξης του δείκτη ESG.

Υλικά και μέθοδοι

Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν στην παρούσα εργασία αφορούν το έτος 2021 και πιο συγκεκριμένα τις καταστροφικές πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν σε Βόρεια Εύβοια και Αττική. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία αποτελείται από τις 100 μεγαλύτερες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα (με βάση τα ετήσια έσοδα) σύμφωνα με το περιοδικό Fortune. Στην παρούσα εργασία λαμβάνεται υπόψη η δημοσιευμένη λίστα για το οικονομικό έτος 2020, καθώς για τα επόμενα έτη δεν υπήρχε νέα δημοσίευση. Οι λίστες Fortune 100 (ή Fortune 500) έχουν αποδειχθεί χρήσιμο εργαλείο για μελέτες ΕΚΕ σε περιόδους φυσικών καταστροφών (Johnsons κ.α. 2011).

Η έρευνα διεξήχθη 1,5 χρόνο μετά τις πυρκαγιές, ενώ η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε από τον Οκτώβρη έως τον Δεκέμβρη του 2022. Οι αναφορές βιωσιμότητας ανακτήθηκαν μέσω των ιστοσελίδων των εταιρειών του δείγματος προκειμένου να βρεθούν πληροφορίες σχετικά με δραστηριότητες ΕΚΕ κατά τη διάρκεια των δασικών πυρκαγιών σε Αττική και Βόρεια Εύβοια. Σε περιπτώσεις που δεν υπήρχαν διαθέσιμες αναφορές βιωσιμότητας, η έρευνα γινόταν μέσω των Δελτίων τύπου των εταιρειών. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για τις 100 εταιρείες του δείγματος. Συνολικά 43 εκθέσεις βιωσιμότητας εντοπίστηκαν μέσω της αντίστοιχης ιστοσελίδας κάθε εταιρείας. Η ταξινόμηση των δεδομένων προκειμένου να διαπιστωθεί η συνεισφορά των εταιρειών στα πλαίσια της ΕΚΕ στηρίχτηκε στην κατηγοριοποίηση των Johnson's κ.α. (2011) και φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Δραστηριότητες ΕΚΕ για τις εγχώριες φυσικές καταστροφές (Πηγή: Johnsons κ.α.2011).
Table 1. CSR actions for the national natural disasters (Source: Johnsons κ.α.2011).

ΑΜΕΣΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΕ	ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΕ
Δωρεές σε είδος αγαθά και υπηρεσίες	Συνεργασία με τοπικούς, κοινοτικούς οργανισμούς, κυβερνητικούς αξιωματούχους.
Εθελοντικές δραστηριότητες εργαζομένων	Τροποποιήσεις υποδομών
Επείγουσα υποστήριξη πελατών	Χρηματοδοτικές επενδύσεις σε κοινότητες που επλήγησαν από καταστροφές
Συνεργασίες με ΜΚΟ	Προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης ενδιαφερομένων
Άμεσες χρηματικές δωρεές	

Χρηματικές δωρεές εργαζομένων

Κάθε κατηγορία αντιστοιχεί σε μια μεταβλητή. Έγινε χρήση δίτιμων μεταβλητών, στην περίπτωση παρουσίας μιας κατηγορίας δραστηριότητας σημειωνόταν ο αριθμός 1, ενώ στην απουσία 0. Στο σύνολο προέκυψαν 10 μεταβλητές. Έξι μεταβλητές αναφέρονται στις Άμεσες δραστηριότητες και τέσσερις μεταβλητές στις Μακροπρόθεσμες δραστηριότητες.

Επίσης, προκειμένου να απαντηθεί στην παρούσα εργασία ποιο παράγοντες επηρεάζουν τις εταιρείες να συνεισφέρουν στην αποκατάσταση συλλέχθηκαν δεδομένα και καταγράφηκαν σε αρχείο excel: τα χαρακτηριστικά των επιχειρήσεων (κλάδος, είδος εταιρείας, ΧΑΑ, Athex ESG, εμπειρία στην εφαρμογή ΕΚΕ). Καθώς και εάν έδωσαν βοήθεια ή όχι στις υπό εξέταση περιοχές, ή αν είχαν εμπειρία σε άλλες δασικές πυρκαγιές και φυσικές καταστροφές.

Μετά τη συλλογή των δεδομένων σε υπολογιστικά φύλλα έγινε η στατιστική ανάλυση. Για την εκτίμηση των παραγόντων που παίζουν ρόλο στην απόφαση μιας επιχείρησης να συνεισφέρει χρησιμοποιήθηκε η Διωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση με την μεταβλητή «Παροχή βοήθειας στις πληγείσες περιοχές» ως εξαρτημένη (1: Ναι, 0: Όχι). Η λογιστική παλινδρόμηση είναι μια διαδικασία κατάλληλη για την εκτίμηση της πιθανότητας ενός διακριτού, ονομαστικού ή τακτικού αποτελέσματος με βάση ποσοτικές ή/και κατηγορικές μεταβλητές (Hosmer κ.α. 2013). Στην παρούσα μελέτη, οι μεταβλητές ήταν είτε δίτιμες είτε ονομαστικές με περισσότερα από δύο επίπεδα.

Εκτιμήθηκαν δύο μοντέλα, ένα με 10 μεταβλητές, οι οποίες μπήκαν όλες μαζί στη διαδικασία και ένα δεύτερο, το backward μοντέλο λόγω της διαθεσιμότητας πολλών ανεξάρτητων μεταβλητών, όπως περιγράφεται και προτείνεται από τους Wang κ.α. (2007). Το backward μοντέλο εξετάστηκε ως εξής: αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές εισήχθησαν στο μοντέλο και σε κάθε βήμα, οι μη σημαντικές μεταβλητές εξαλείφονταν από αυτό. Η προς τα πίσω επιλογή σταμάτησε στο βήμα που προσαρμόζεται καλύτερα το μοντέλο. Το κριτήριο διακοπής ορίστηκε στο διάστημα $0,05 \leq a \leq 0,10$, όπου a είναι το επίπεδο σημαντικότητας και ο λόγος λογαριθμικής πιθανότητας χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο επιλογής (Wang κ.α. 2007).

Επιπλέον, εξετάστηκαν οι παραδοχές λογιστικής παλινδρόμησης (Gray & Kinnear 2012). Επίσης, εξετάστηκε η πολυσυγγραμμικότητα μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών με τον παράγοντα VIF (Variance Inflation Factor) (Hair κ.α. 2006). Το επίπεδο σημαντικότητας για τον έλεγχο της σημασίας των μεταβλητών που συμπεριλήφθηκαν στο τελικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης ορίστηκε στο $a = 0,05$ ($P \leq 0,05$). Όλες οι διαδικασίες στατιστικής και οπτικοποίησης πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού SPSS v. 27 (SPSS 2017, George & Mallery 2022).

Αποτελέσματα

Η προσπάθεια αρωγής των ελληνικών εταιρειών στις περιοχές της Β. Εύβοιας και της Αττικής που επλήγησαν από τις καταστροφικές πυρκαγιές ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με το παρελθόν. Όπως διαπιστώνεται το 51% του συνόλου των εταιρειών παρείχαν οποιαδήποτε βοήθεια σε μια πρώτη προσπάθεια ανακούφισης στις πληγείσες περιοχές, εκ των οποίων οι 26 ήταν πολυεθνικές και οι 25 εγχώριες. Πρέπει να σημειωθεί επίσης πως το 52,94% των εταιρειών που συνέβαλλαν διέθετε αντίστοιχη εμπειρία στις φονικές πυρκαγιές του 2018 (27 εταιρείες). Η έρευνα των Παπασπυρόπουλου κ.ά. (2009) για την αποκατάσταση των πυρόπληκτων περιοχών στις μεγάλες πυρκαγιές της Πελοποννήσου το 2008, όπου 67 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους και χιλιάδες δασικές και φυσικές εκτάσεις κάηκαν, υπέδειξαν την συμβολή μόλις του 20,7% των επιχειρήσεων. Ενώ μεγαλύτερη υπευθυνότητα έδειξαν οι ελληνικές επιχειρήσεις σε αντίστοιχη έρευνα των Stathi και Paraspyropoulos (2022) για τις φονικές πυρκαγιές στο Μάτι με 102 νεκρούς όπου το ποσοστό συμβολής των επιχειρήσεων στις πληγείσες περιοχές αναφέρεται σε ποσοστό 40%. Τα ποσοστά αυτά δείχνουν πως επιχειρηματικός κόσμος ανταποκρίνεται ολοένα και περισσότερο στο αίτημα προς αποκατάσταση μέσω πρακτικών ΕΚΕ. Η άνοδος του ποσοστού εταιρικής φιλανθρωπικής συνεισφοράς σε πληγείσες περιοχές ενισχύει την άποψη των Zhonga κ.α. (2022) ότι η παρουσία μιας σοβαρής φυσικής καταστροφής συνδέεται με υψηλότερες δραστηριότητες ΕΚΕ στην πληγείσα περιοχή.

Στον Πίνακα 2 διαπιστώνεται πως ο ιδιωτικός τομέας ανέπτυξε δράσεις φιλανθρωπικής δραστηριότητας τόσο στις πυρκαγιές της Β. Εύβοιας όσο και της Αττικής. Οι Muller και Whiteman (2009), σε έρευνά τους αναφέρουν πως οι εταιρείες που βρίσκονται κοντά στις πληγείσες περιοχές, εμπλέκονται περισσότερο με δραστηριότητες ΕΚΕ. Στην παρούσα έρευνα, το 50,98% των επιχειρήσεων βοήθησε έμπρακτα παράλληλα και στις δυο πληγείσες περιοχές, το 29,41% μόνο στην περιοχή της Β. Εύβοιας και το 19,61% στην Αττική. Δεν σημειώνεται ιδιαίτερη διαφορά μεταξύ των δυο πληγείσων περιοχών καθώς διαπιστώνεται εξίσου σημαντική κινητικότητα και ανταπόκριση από τον επιχειρηματικό κόσμο και στις δυο περιοχές.

Πίνακας 2. Αριθμός εταιρειών που παρείχαν βοήθεια ανά πληγείσα περιοχή
Table 2. Number of companies offering help per affected area

ΠΛΗΓΕΙΣΑ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
ΑΤΤΙΚΗ	10	19,61%
ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ	15	29,41%
ΑΤΤΙΚΗ ΚΑΙ ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ	26	50,98%
ΣΥΝΟΛΟ	51	100%

Η εφαρμογή της λογιστικής παλινδρόμησης έδωσε τα μοντέλα 1 και 2, όπου οι ίδιοι παράγοντες φαίνεται να είναι στατιστικά σημαντικοί. Στο μοντέλο 1 επιλέχθηκαν μεταβλητές με βάση την βιβλιογραφία, ενώ στο μοντέλο 2 έγινε αυτόματη προς τα πίσω επιλογή με τη μέθοδο backward selection. Το μοντέλο 1 φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα Μοντέλου 1 λογιστικής παλινδρόμησης
Table 3. Logistic regression model 1 results

		ΜΟΝΤΕΛΟ 1					
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Model 1 ^a	XAA	-1.810	.821	4.857	1	.028	.164
	ESG	2.029	.852	5.664	1	.017	7.606
	EKE	2.777	1.119	6.157	1	.013	16.078
	Βοήθεια_παρελθόν	1.591	.569	7.807	1	.005	4.907
	Σταθερός όρος	-6.328	1.618	15.289	1	<.001	.002

a. Model 1

Από το μοντέλο 1 φαίνεται ότι όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές. Η συμμετοχή των εταιριών στο XAA φαίνεται να μειώνει την πιθανότητα να συμβάλει μια εταιρία στην αποκατάσταση των δασικών πυρκαγιών στη χώρα. Αντιθέτως, οι παράγοντες ESG (συμμετοχή στον δείκτη ESG του XAA), EKE (η πρότερη υιοθέτηση πρακτικών ΕΚΕ) και η παροχή βοήθειας κατά το παρελθόν αυξάνουν την πιθανότητα συμβολής. Τη μεγαλύτερη βαρύτητα έχει ο παράγοντας EKE, με δεύτερο τον ESG και τρίτο την παρελθούσα βοήθεια. Το μοντέλο με αυτές τις μεταβλητές καταφέρνει να προβλέψει σωστά κατά 69% εάν μια εταιρία θα δώσει βοήθεια ή όχι. Με μεγαλύτερη επιτυχία καταφέρνει να προβλέπει ποιες εταιρίες δεν θα δώσουν (81,6%) σε σχέση με αυτές που θα δώσουν (56,9%). Ο Πίνακας 4 δίνει τα αποτελέσματα του μοντέλου 2.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα Μοντέλου 2 λογιστικής παλινδρόμησης
Table 4. Logistic regression model 2 results

		Μοντέλο 2					
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Model 2 ^a	XAA	-1.909	.847	5.084	1	.024	.148
	ESG	1.617	.887	3.321	1	.068	5.037
	EKE	2.557	1.139	5.044	1	.025	12.903
	βοήθεια_παρελθόν	1.803	.599	9.058	1	.003	6.065
	βοήθεια_ΦΚ	.985	.631	2.436	1	.119	2.677
	Ανάδοχος	20.713	13,310.490	.000	1	.999	990248582
	Σταθερός όρος	-48.594	26,620.979	.000	1	.999	.000

a. model 2

Διαπιστώνεται ότι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 5% παραμένουν οι μεταβλητές XAA, EKE και βοήθεια κατά το παρελθόν με τις ίδιες επιδράσεις σε σχέση με το μοντέλο 1. Σε επίπεδο 10% σημαντική είναι και η μεταβλητή ESG. Στο μοντέλο συμμετέχουν και οι μεταβλητές βοήθεια σε άλλη φυσική καταστροφή και ανάδοχος ΥΠΕΝ, αλλά δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Ο συντελεστής προσδιορισμού Nagelkerke αυξάνεται στο Μοντέλο 2 από 0,360 σε 0,453 δείχνοντας καλύτερη προσαρμογή. Αυτό φαίνεται και στο θέμα της πρόβλεψης που επιτυγχάνει το μοντέλο 2. Έχει συνολική επιτυχία πρόβλεψης 74% σε σχέση με το 69% του μοντέλου 1 και βελτιώνει σημαντικά την πρόβλεψή του να βρίσκει τις επιχειρήσεις που δίνουν βοήθεια (66,7% σε σχέση με το 56,9% του μοντέλου 1), ενώ έχει την ίδια επιτυχία στο να βρίσκει τις επιχειρήσεις που δεν δίνουν βοήθεια (81,6%). Για αμφότερα τα μοντέλα έγινε εκτίμηση της πολυσυγγραμμικότητας και διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει, άρα τα αποτελέσματα είναι αξιόπιστα. Ο VIF σε όλες τις περιπτώσεις ήταν μικρότερος από το επιτρεπτό στη βιβλιογραφία όριο των 2,5 μονάδων (Johnston κ.α. 2018), ή των 5 μονάδων (James κ.α. 2017).

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα μελετά την απόκριση των ελληνικών επιχειρήσεων μέσω των δράσεων EKE στην προσπάθεια ανάκαμψης των περιοχών μετά τις δασικές πυρκαγιές του Αυγούστου του 2021 σε Β. Εύβοια και Αττική. Τα ευρήματά δείχνουν βελτίωση στην εφαρμογή EKE από πλευράς των εταιρειών καθώς 51 από τις 100 καλύτερες ελληνικές εταιρείες ανέπτυξαν εταιρική φιλανθρωπική δραστηριότητα στις πληγείσες περιοχές, αριθμός μεγαλύτερος σε σχέση με το παρελθόν.

Η παραπάνω συμμετοχή έδειξε να επιβεβαιώνει παλαιότερες έρευνες ως προς την εμπειρία στην EKE, δηλαδή οι επιχειρήσεις που ασκούσαν EKE ήταν και αυτές που έδειξαν στατιστικά μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβάλλουν στην αποκατάσταση των περιοχών.

Το λογιστικό μοντέλο παλινδρόμησης επιβεβαίωσε ότι α) η εμπειρία στις πρακτικές EKE, β) η κατά το παρελθόν παροχή βοήθειας σε ανάλογες περιπτώσεις, γ) η συμμετοχή στον δείκτη ESG του XAA, είναι παράγοντες που εξηγούν τη συμμετοχή των εταιριών στην αποκατάσταση περιοχών από δασικές πυρκαγιές, ενώ η απλή συμμετοχή στο XAA είναι αντιστρόφως ανάλογη της συμβολής, δηλαδή οι περισσότερες εταιρίες που συνέβαλαν δεν συμμετείχαν στο Χρηματιστήριο.

Οι επιχειρήσεις υπέδειξαν την ίδια υπευθυνότητα και για τις δυο πληγείσες περιοχές καθώς υπήρξε ο ίδιος βαθμός κινητικότητας από μέρος τους.

Οι πιο δημοφιλείς άμεσες δραστηριότητες EKE των εταιριών που ανταποκρίθηκαν σε Β. Εύβοια και Αττική είναι οι δωρεές σε είδος, αγαθά και υπηρεσίες. Στις μακροπρόθεσμες δραστηριότητες EKE πρωταρχικό ρόλο κατέχει η συνεργασία με τοπικούς, κοινοτικούς οργανισμούς και κυβερνητικά στελέχη.

Οικονομικές επενδύσεις με έμφαση στην ανάκαμψη των πληγεισών περιοχών μπορούν να επιτευχθούν μέσω του θεσμού του «αναδόχου αποκατάστασης και αναδάσωσης». Ο θεσμός αυτός βρίσκεται σε αρχικό στάδιο καθώς εφαρμόστηκε πρώτη φορά στην χώρα μετά τις πυρκαγιές σε Β. Εύβοια και Αττική.

Η παρούσα έρευνα διαπιστώνει πως η αναδοχή δεν υιοθετήθηκε σε μεγάλο βαθμό ως εργαλείο ΕΚΕ από τις κορυφαίες ελληνικές επιχειρήσεις. Η διαπίστωση αυτή μια χρήσιμη πληροφορία προς τους ενδιαφερόμενους φορείς τόσο για τις εταιρικές διοικήσεις που πιθανόν δεν εργαλειοποίησαν στην στρατηγική τους τον θεσμό ως πολιτική ΕΚΕ, όσο και για τους υπεύθυνους χάραξης της δασικής πολιτικής που πιθανόν θα χρειαστεί να επικοινωνήσουν καλύτερα τον την πρακτική αυτή προς τον επιχειρηματικό κόσμο.

Abstract

Forest fires are one of the phenomena included in the natural disasters. They are one of the main risks as their effects on the landscape, environment, human life and social welfare are enormous. Greece has experienced several times during the summer months large fires with painful results. The fires in Northern Evia and Attica in 2021 belong to this category. As it has happened in the past in the fires of Ilia in 2008 and Mati in 2018, the business world expressed its interest in the restoration of the affected areas through charity projects and actions within the framework of Corporate Social Responsibility. Drawing on CSR and natural disaster related literature as well as collecting primary data, this research aims at contributing to the already existing literature on the topical issue of the philanthropy of the private sector through Corporate Social Responsibility actions to the restoration of areas from forest fires.

Βιβλιογραφία

- Alexander, D. 2006. Globalization of disaster: Trends, problems and dilemmas. *Journal of International Affairs*, 59(2), 1–23.
- Becker-Olsen, K. L., Cudmore, B. A., & Hill, R. P. 2006. The impact of perceived corporate social responsibility on consumer behavior. *Journal of Business Research*, 59, 46–53.
- Benthall, J. 1993. *Disasters, relief and the media*. London, England: Tauris.
- Binder A., and Witte, J.M. 2007. *Business Engagement in Humanitarian Relief: Key Trends and Policy Implications*, An HPG Background Paper (London: Overseas Development Institute, 2007).
- Benson, C. and Clay, E. 2004. *Understanding the Economic and Financial Impacts of Natural Disasters*.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. 2004. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203714775>
- Clark, W. C., and Harley, A., G. (2020). Sustainability science: Toward a synthesis. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 331-386
- Davies, P. L. 2000. The Board of directors: composition, structure, duties and powers, Paper presented at the Conference on Company Law Reform in OECD Countries, 7-8 December
- Dahlsrud, A. 2008. How corporate social responsibility is defined: an analysis of 37 definitions. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 15 No. 1, pp. 1-13.
- Darwin, M., Aditi, R., Stuti, R. 2020. Private Sector Participation in Disaster Recovery and Mitigation. *Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)*. World Bank.
- Dhahri, S., & Omri, A. 2018. Entrepreneurship contribution to the three pillars of sustainable development: What does the evidence really say?. *World Development*, 106, 64-77.
- European Commission. 2021. *Overview of natural and man-made disaster risks the European Union may face*.
- George, D. and Mallery, P.: *IBM SPSS statistics 27 step by step: A simple guide and reference*, Routledge, New York, USA and London, UK, 418 pp.
- Gray, C. D. and Kinnear, P. R. 2012. *IBM SPSS 19 made simple*, Psychology Press, East Sussex, UK, 687 pp.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., and Tatham, R. C. 2006. *Multivariate Data Analysis*, 6th Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 899 pp
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Bangalore, M., Rozenberg, J. 2017. *Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. *Climate Change and Development*. Washington, DC: World Bank. © World Bank.
- Hosmer Jr., D. W., Lemeshow, S., and Sturdivant, R. X. 2013. *Applied logistic regression* (Vol. 398), John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, USA, <https://doi.org/10.1002/9781118548387>.

Hwang, H., and Joo, D. 2021. How to be Resilient? Local Philanthropy as a Collective Response to Natural Disasters. *VOLUNTAS: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*, 32(2).

Hyde, A.C., Williams, J.T., 2007. The Mega-fire Phenomenon: Implications for Leadership. Phase II – Developing a Mega-fire Management Model. Fire Operations. Summary Report.

Johnson, G., and Scholes, K. 2002. Exploring Corporate Strategy, Financial Times. Prentice Hall, UK.

Johnson, B. R., Connolly, E., & Carter, T. S. 2011. Corporate social responsibility: the role of Fortune 100 companies in domestic and international natural disasters. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 18(6)

Papadopoulos, I., Falaras, T., Petani, A., Krassakis, P., Karavias, A., Bafi, D., Tselka, I., Gkoukoustamos I., Nikolidaki, M., Parcharidis, I. Greece 2021. Wildfires: Operational Mapping Using Geospatial Intelligence and Restoration-needed Knowledge Dissemination Through a Cloud-based Platform. In Proceedings of the 8th International Conference on Civil Protection and New Technologies “SafeGreece 2021”, 24-26 November 2021, pp. 61-64.

Papaspyropoulos, K., Blioumis, V., & Christodoulou, A. 2009. For Profit Organizations' Environmental & Social Responsibility & Socioeconomic Fire-Stricken Regions' Restoration (in Greek). 14th Hellenic Forestry Conference, 181–189.

Pyne, S. J. 2007. Megaburning: the meaning of megafires and the means of the management. *Proceedings of the Wildfire*, 1-7.

Rodriguez, H., Quarantelli, E.L. and Dynes, R.R. 2007. Handbook of Disaster Research, Springer, New York, NY.

SPSS v. 27: IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0, IBM Corp, Armonk, NY, 2017.

Stathi, E., & Papaspyropoulos, K. G. 2021. Corporate Social Responsibility, Sustainability Reporting and Forest Fires: Evidence from the 2018 Megafires.

Wang, Q., Koval, J. J., Mills, C. A., & Lee, K. I. D. 2007. Determination of the selection statistics and best significance level in backward stepwise logistic regression. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 37(1), 62-72.

Zhang, R., Rezaee, Z., & Zhu, J. 2009. Corporate philanthropic disaster response and ownership type: Evidence from Chinese firms' response to the Sichuan earthquake. *Journal of Business Ethics*, 91(1), 51–63.

Zhongda, H., Biao, G., Yukun, C., Yhang, Z. 2022. Natural disasters and CSR: Evidence from China, *Pacific-Basin Finance Journal* 73 (2022) 101777.

UNDRR, Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019. Geneva, Switzerland: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), 2019.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**ΑΠΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΚΥΝΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ
ΘΗΡΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΔΑΣΙΚΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑ**

**Μπίρτσας, Περικλής¹; Λιάκου, Χαρίκλεια¹; Μπισούκη, Σεβαστή²; Τερψιάδου, Δήμητρα²;
Χατζηνίκος, Ευάγγελος³; Παπασπυρόπουλος, Γ. Κωνσταντίνος³**

¹Εργαστήριο Διαχείρισης Άγριας Πανίδας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστήμης Ξύλου και Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

²Κυνηγετική Ομοσπονδία Μακεδονίας Θράκης

³Κυνηγετική Συνομοσπονδία Ελλάδας

⁴Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εξετάζει τις απόψεις των κυνηγών σχετικά με τη διαχείριση της θηρευτικής δραστηριότητας μετά από δασική πυρκαγιά. Με αφορμή τις καταστρεπτικές πυρκαγιές του 2021 στη Βόρεια Εύβοια, οι οποίες προκάλεσαν εκτεταμένη οριζόντια απαγόρευση θήρας για τρία χρόνια, ερωτώνται οι κυνηγοί για μια σειρά από θέματα που αφορούν τα διαχειριστικά μέτρα που μπορούν να καθορίζονται από τις δασικές υπηρεσίες μετά τις δασικές πυρκαγιές. Σε ένα δείγμα 126 κυνηγών που παρευρέθησαν σε κυνηγετική έκθεση του 2023 στην Αθήνα μοιράστηκε ερωτηματολόγιο 15 ερωτήσεων. Οι ερωτήσεις ήταν με μορφή πολλαπλής επιλογής, ή με απαντήσεις της κλίμακας Likert. Διαπιστώθηκε ότι οι κυνηγοί είναι χωρισμένοι σε δυο στρατόπεδα: σε αυτούς που θεωρούν ότι η οριζόντια απαγόρευση θήρας δεν συμβάλλει στην αποκατάσταση των πληθυσμών των θηραμάτων και σε αυτούς που θεωρούν ότι συμβάλλει. Οι κυνηγοί της Αττικής, επίσης, είναι στατιστικά πιο δεκτικοί στις οριζόντιες απαγορεύσεις θήρας, σε σχέση με τους κυνηγούς της υπόλοιπης Ελλάδας που είναι πάλι χωρισμένοι σε δυο στρατόπεδα, υπέρ και κατά. Όλοι, όμως, συμφωνούν ότι χρειάζεται μια βελτίωση του νομοθετικού πλαισίου, η οποία μεταξύ άλλων θα προβλέπει και τη δυνατότητα εκγύμνασης των σκύλων υπό προϋποθέσεις μετά την πυρκαγιά, χωρίς να επιτρέπεται το κυνήγι.

Λέξεις κλειδιά: απαγορεύσεις θήρας, ερωτηματολόγιο, Βόρεια Εύβοια.

Εισαγωγή

Τα δασικά οικοσυστήματα επιτελούν έναν σημαντικό οικολογικό και οικονομικό ρόλο. Είναι ένας μηχανισμός που παρέχει πολύτιμες οικοσυστημικές υπηρεσίες, δηλαδή προμηθευτικές, όπως η παροχή τροφής, ρυθμιστικές, όπως ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής μέσω της απορρόφησης CO₂ από τα δέντρα, πολιτιστικές, όπως η αναψυχή και η θήρα, και υποστηρικτικές, όπως η παροχή ενδιαιτημάτων στην άγρια πανίδα και οικοτόπων στη γλωρίδα.

Τα δασικά οικοσυστήματα, όμως, είναι ευάλωτα ιδιαίτερα στις δασικές πυρκαγιές. Αν και η δασική πυρκαγιά είναι και φυσικό φαινόμενο το οποίο βοηθά στην αναγέννηση και ενδυνάμωση διαφόρων δασικών ειδών, κυρίως την πεύκη, οι φυσικές δασικές πυρκαγιές λόγω κλιματικής αλλαγής, αλλά και οι ανθρωπογενείς δασικές πυρκαγιές, είναι αυτές που δημιουργούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερα προβλήματα τόσο στα οικοσυστήματα, όσο και στην αλληλεπίδραση ανθρώπων και δασικών οικοσυστημάτων (κατοικίες και άναρχη δόμηση μέσα στα δάση και τις δασικές εκτάσεις).

Μια σειρά από δραστηριότητες στα δάση επηρεάζονται μετά από τις δασικές πυρκαγιές. Δραστηριότητες οικονομικές, όπως η υλοτομία, η βόσκηση, η συλλογή μη ξυλωδών δασικών προϊόντων, αλλά και αναψυχικές, όπως η θήρα, πλήττονται λίγο ή πολύ αμέσως μετά την πυρκαγιά (Papaspyropoulos κ.α. 2015).

Η δασική νομοθεσία δίνει τη δυνατότητα στον εκάστοτε αρμόδιο υπουργό να εκδίδει απαγορευτικές διατάξεις για τη θήρα, όταν συντρέχουν λόγοι για την προστασία των θηραμάτων

(βλ. ΝΔ 86/1969). Έτσι, συνήθως μετά από μια δασική πυρκαγιά στην Ελλάδα απαγορεύεται η θήρα τόσο στην καμένη έκταση, όσο και σε παρακείμενες εκτάσεις περιμετρικά αυτής.

Για παράδειγμα, μετά την πυρκαγιά της Βόρειας Εύβοιας που έλαβε χώρα το 2021 εκδόθηκε απαγόρευση θήρας σε έκταση 225.000 στρεμμάτων, σε όλη την καμένη έκταση, αλλά και σε μια ζώνη περιμετρικά αυτής. Η απαγόρευση ισχύει για τέσσερα χρόνια, μέχρι το 2025, και είναι οριζόντια (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως 2022).

Έρευνες, όμως, έχουν δείξει ότι δεν επηρεάζονται όλα τα είδη με τον ίδιο τρόπο μετά από μια δασική πυρκαγιά και μια οριζόντια απαγόρευση θήρας για πολλά χρόνια δεν βοηθά με τον ίδιο τρόπο στην αποκατάσταση των θηραματικών πληθυσμών. Για παράδειγμα, ο λαγός (*Lepus europaeus*) έχει βρεθεί να έχει μεγαλύτερη αφθονία στις καμένες εκτάσεις το δεύτερο έτος μετά την πυρκαγιά σε σχέση με τις παρακείμενες μη καμένες εκτάσεις (Sokos κ.α. 2016).

Με βάση τα παραπάνω και με βάση το γεγονός ότι οι κυνηγοί, ως χρήστες, επηρεάζονται άμεσα από τις απαγορεύσεις θήρας μετά τις δασικές πυρκαγιές, οι οποίες πολλές φορές προκύπτουν αμέσως μετά την έναρξη της κυνηγετικής περιόδου, αμέσως δηλαδή μετά την έκδοση αδειών οι οποίες παύουν να έχουν ουσιαστική ισχύ ειδικά σε τοπικό επίπεδο, η παρούσα έρευνα εξετάζει τη γνώμη τους για τις απαγορεύσεις αυτές, καθώς και πώς βλέπουν μια σειρά από ζητήματα που αφορούν την μετέπειτα αποκατάσταση των θηραματικών πληθυσμών καθώς και την αναγκαιότητα δημιουργίας ενός σαφούς διαχειριστικού και νομοθετικού εργαλείου μετά τις δασικές πυρκαγιές.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα διεξήχθη με τη μέθοδο των δομημένων κλειστών ερωτηματολογίων. Τα ερωτηματολόγια διαμοιράστηκαν στο πλαίσιο της έκθεσης Κυνηγεσία 2023 (31 Μαρτίου με 2 Απριλίου 2023), η οποία λαμβάνει χώρα κάθε έτος στην Αθήνα. Την έκθεση αυτή επισκέπτονται κυνηγοί από όλη την Ελλάδα. Για την όσο πιο μεγάλη τυχαιότητα του δείγματος, επιλεγόταν κάθε πέμπτη επισκέπτρια/πέμπτος επισκέπτης των περιπτέρων της Κυνηγετικής Συνομοσπονδίας Ελλάδας και της Κυνηγετικής Ομοσπονδίας Μακεδονίας Θράκης (Paraspygopoulos κ.α. 2017). Εάν δεν επρόκειτο για κυνηγό, το ερωτηματολόγιο δινόταν στον/στην επόμενο/η διαθέσιμο/η κυνηγό.

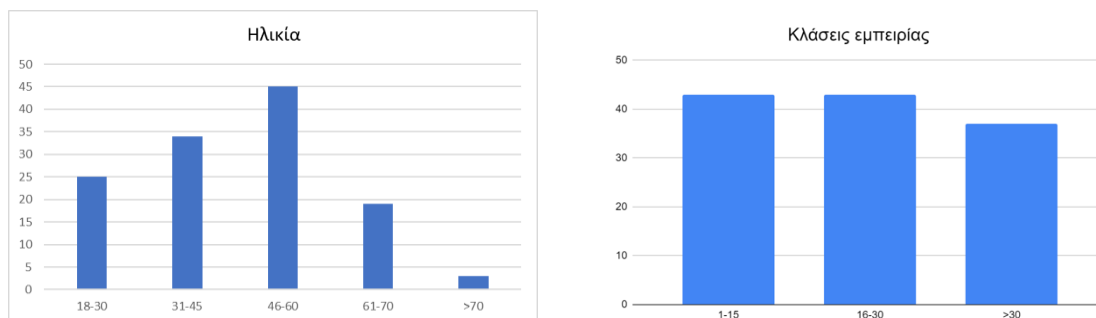
Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 13 ερωτήσεις κλειστού τύπου και 3 ανοιχτού (που αφορούσαν το επιθυμητό θήραμα, τον κυνηγετικό σύλλογο έκδοσης άδειας θήρας και τον τόπο διαμονής). Οι ερωτήσεις αφορούσαν το είδος άδειας που εκδίδουν (τοπική, περιφερειακή, γενική), τη συχνότητα εξόδου για θήρα, την εμπειρία τους ως κυνηγών, τα επιθυμητά θηράματα, ηλικία και επίπεδο εκπαίδευσης.

Υπήρχε, επίσης, μια σειρά από ερωτήσεις στις οποίες οι κυνηγοί ζητούνταν να απαντήσουν ανάλογα με το βαθμό διαφωνίας τους στην τιθέμενη άποψη σε μια πενταβάθμια κλίμακα Likert (Διαφωνώ απόλυτα, Διαφωνώ, Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ, Συμφωνώ, Συμφωνώ απόλυτα). Οι ερωτήσεις αφορούσαν την πρότερη συμβολή τους σε ενέργειες δασοπυρόσβεσης ή αποκατάστασης μετά από δασική πυρκαγιά, την άποψή τους για τις οριζόντιες απαγορεύσεις θήρας, για το πώς αυτή συμβάλλει στην αποκατάσταση των θηραματικών πληθυσμών, για το αν πρέπει να επιτρέπεται η εκγύμναση των σκύλων στην απαγορευμένη περιοχή χωρίς να επιτρέπεται το κυνήγι, καθώς για το αν είναι αναγκαίο να ενισχυθεί το νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση της θήρας μετά από δασική πυρκαγιά.

Οι απαντήσεις των ερωτώμενων αναλύθηκαν με μεθόδους περιγραφικής στατιστικής, ενώ έγιναν και οι απαραίτητες συγκρίσεις μεταξύ μεταβλητών με έλεγχο χ^2 . Χρησιμοποιήθηκε, επίσης, το μη παραμετρικό test Kruskal – Wallis, το οποίο είναι το αντίστοιχο του One-way ANOVA, όταν οι κατανομές δεν είναι κανονικές, καθώς και το μη παραμετρικό Related Samples Wilcoxon Ranktest για εξαρτημένα δείγματα. Με αυτά τα test έγινε προσπάθεια να βρεθούν διαφορές στον τρόπο με τον οποίο απαντάνε οι κυνηγοί και μη κυνηγοί λαγού, οι κυνηγοί που προέρχονται από την Αττική σε σχέση με αυτούς που προέρχονται από την περιφέρεια, καθώς και οι κυνηγοί συνολικά μεταξύ τους (Gray & Kinnear, 2012). Η μεταβλητή επιθυμητό θήραμα αναλύθηκε με τη μέθοδο των ερωτήσεων πολλαπλών αποκρίσεων και την έκδοση συχνοτήτων μέσω της εντολής που υπάρχει στο στατιστικό πακέτο SPSS 27.0, με το οποίο έλαβαν χώρα και οι υπόλοιπες αναλύσεις (George & Mallery, 2022)

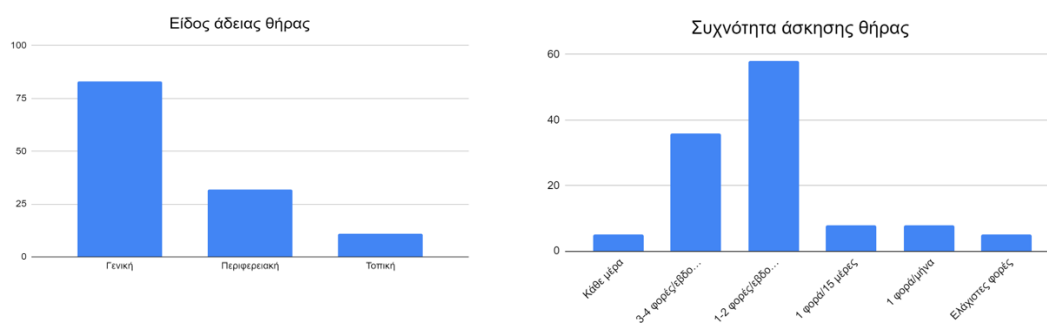
Αποτελέσματα

Συνολικά συμπληρώθηκαν 126 ερωτηματολόγια από κυνηγούς, οι οποίοι ήταν όλοι άντρες. Το 57,1% προερχόταν από την Αττική, ενώ το υπόλοιπο ήταν εκτός Αττικής (13,5% από Δυτική Μακεδονία και 11,9% από Στερεά Ελλάδα). Η κατανομή των ηλικιών των κυνηγών, καθώς και η εμπειρία τους ως κυνηγοί φαίνονται στο Σχήμα 1. Φαίνεται ότι υπάρχει μια ισοκατανομή στην εμπειρία των κυνηγών, κάτι που εξασφαλίζει ότι εκπροσωπούνται στον ίδιο βαθμό όλες οι ηλικίες και οι απόψεις και μπορεί να εξαχθεί πιο ασφαλώς το τελικό συμπέρασμα της έρευνας.



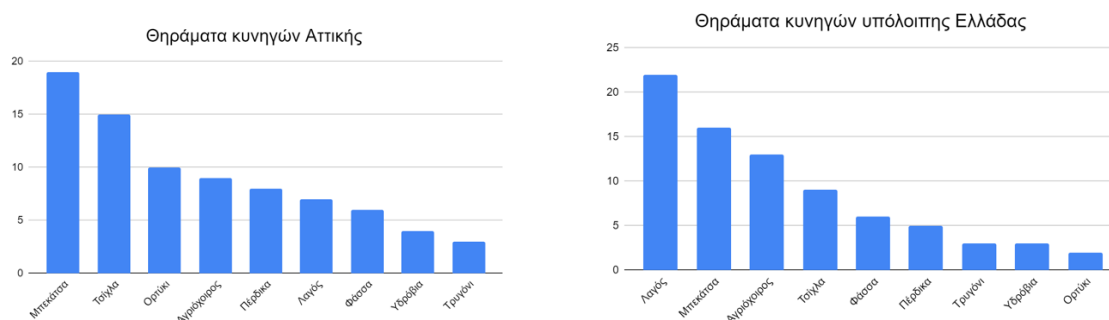
Σχήμα 1. Κλάσεις ηλικίας κυνηγών δείγματος (αριστερά) και έτη που βγάζουν άδεια θήρας (δεξιά)
Figure 1. Hunters' age classes (left) and hunting experience (right)

Το Σχήμα 2 απεικονίζει το είδος άδειας που εκδίδουν οι κυνηγοί του δείγματος, καθώς και τη συχνότητα με την οποία κάνουν εξόδους για τη θηρευτική δραστηριότητα. Το μεγαλύτερο ποσοστό εκδίδει γενική άδεια θήρας (65,9%) ενώ το 74,6% των κυνηγών αυτών μετακινείται προς τους κυνηγότοπους 1 έως 4 φορές την εβδομάδα.



Σχήμα 2. Είδος άδειας θήρας (αριστερά) και συχνότητα άσκησης θήρας (δεξιά)
Figure 2. Hunting license type (left) and hunting frequency (right)

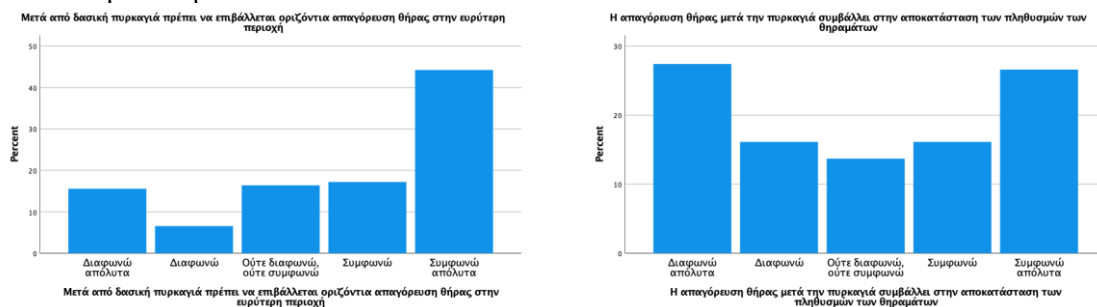
Το επιθυμητό θήραμα για τους κυνηγούς αυτούς ήταν η μεκατόσσα σε ποσοστό 21%, ακολουθούμενο από το λαγό (17,7%), την τσίχλα (14,5%) και τον αγριόχοιρο (12,4%). Το Σχήμα 3 δείχνει τη διαφοροποίηση στα επιθυμητά θηράματα μεταξύ των κυνηγών του Νομού Αττικής και του υπολοίπου της χώρας. Όπως φαίνεται η μεκατόσσα είναι περισσότερο επιθυμητή στους κυνηγούς του Νομού Αττικής, ενώ οι κυνηγοί της υπόλοιπης Ελλάδας έχουν ως περισσότερο επιθυμητό ως θήραμα ο λαγός.



Σχήμα 3. Επιθυμητά θηράματα κυνηγών Αττικής (αριστερά) και υπόλοιπης Ελλάδας (δεξιά)
Figure 3. Preferred game species in Attica (left) and rest of Greece (right)

Οι κυνηγοί του δείγματος συμφώνησαν σε ποσοστό 81,8% ότι κατά το παρελθόν έχουν συμμετάσχει με οποιονδήποτε τρόπο στην κατάσβεση δασικής πυρκαγιάς που έλαβε χώρα στην περιοχή που ζούνε, ενώ σε ποσοστό 81% συμφωνούν ότι κατά το παρελθόν έχουν συμβάλει στην αποκατάσταση του περιβάλλοντος μετά τη δασική πυρκαγιά (πχ μέσω δράσεων των κυνηγετικών συλλόγων των περιοχών. Πάντως, μικρότερο, αν και εξίσου σημαντικό ποσοστό κυνηγών (51,6%), συμφωνεί ότι έχει συμμετάσχει σε άλλες φιλοθηραματικές δράσεις των παραπάνω συλλόγων.

Οι επόμενες ερωτήσεις αφορούν το βασικό σκοπό της έρευνας και δείχνουν τις απόψεις των κυνηγών του δείγματος για τη διαχείριση της θήρας μετά από δασική πυρκαγιά. Το Σχήμα 4 απεικονίζει το κατά πόσο συμφωνούν ή διαφωνούν οι παραπάνω κυνηγοί στην διατύπωση «Μετά από δασική πυρκαγιά πρέπει να επιβάλλεται οριζόντια απαγόρευση θήρας στην ευρύτερη περιοχή». Όπως φαίνεται, η πλειοψηφία των κυνηγών, το 59,6%, συμφωνεί με την απαγόρευση, ενώ υπάρχει και ένα 21,4% που διαφωνεί. Σημαντικό να αναφερθεί ότι υπερτερούν και στις δύο περιπτώσεις οι απόλυτες συμφωνίες ή διαφωνίες σε σχέση με τις απλές συμφωνίες ή διαφωνίες, δηλαδή στην περίπτωση της συμφωνίας από το 59,6%, το 42,9% συμφωνεί απόλυτα με την οριζόντια απαγόρευση, ενώ στην περίπτωση της διαφωνίας, το 15,1% από το 21,4% διαφωνεί απόλυτα με αυτή.



Σχήμα 4. Απόψεις κυνηγών για οριζόντια απαγόρευση θήρας (αριστερά) και επανάκαμψη πληθυσμών (δεξιά)
Figure 4. Hunters' opinions about horizontal hunting ban (left) and populations restoration (right)

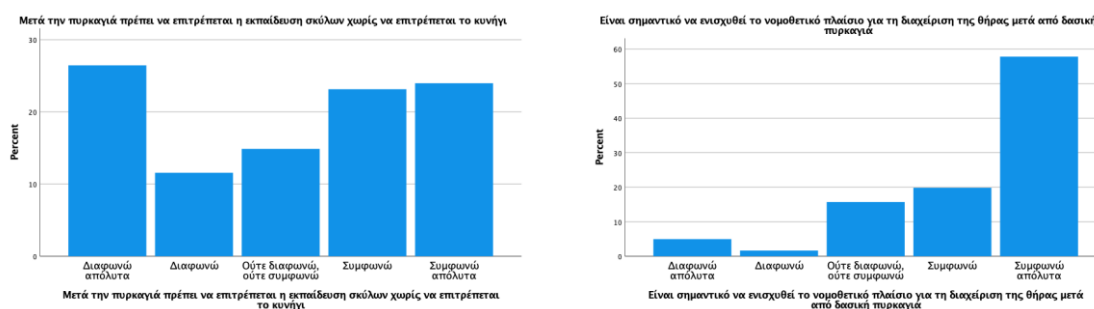
Το Σχήμα 4, επίσης, απεικονίζει και τις απόψεις των κυνηγών για το αν η οριζόντια απαγόρευση θήρας συμβάλλει στην αποκατάσταση των θηραματικών πληθυσμών. Εδώ οι κυνηγοί αλλάζουν στάση και συμπεριφέρονται διαφορετικά σε σχέση με την προηγούμενη ερώτηση. Ουσιαστικά χωρίζονται σε δυο στρατόπεδα. Αυτοί που συμφωνούν είναι 42,1% και αυτοί που διαφωνούν 42,9%. Ο έλεγχος ανεξαρτησίας χ^2 (Fisher-Freeman-Halton Exact test = 38,3, $p < 0,001$) έδειξε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών, υπάρχει δηλαδή ένα πρότυπο με το οποίο απαντάνε οι κυνηγοί στις δύο ερωτήσεις. Το ίδιο δείχνει και ο μη παραμετρικός έλεγχος Related Samples Wilcoxon Signed Rank test ($W=880$, $p < 0,001$), οπότε είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος ο τρόπος με τον οποίο απαντούν οι κυνηγοί στην ερώτηση.

Ο Πίνακας 1 δείχνει αυτή τη σχέση. Όπως φαίνεται, 31 κυνηγοί από τους 75 που συμφωνούσαν με την οριζόντια απαγόρευση θήρας, διαφωνούν απόλυτα (19) ή απλά διαφωνούν (12) ότι η απαγόρευση θήρας μετά την πυρκαγιά συμβάλλει στην αποκατάσταση των θηραματικών πληθυσμών, ενώ από τους 27 κυνηγούς που διαφωνούσαν με την οριζόντια απαγόρευση, υπάρχουν και 11 που συμφωνούν ότι η απαγόρευση συμβάλλει στην αποκατάσταση των πληθυσμών.

Πίνακας 1. Πίνακας συνάφειας μεταξύ οριζόντιας απαγόρευσης θήρας και αποκατάστασης πληθυσμών
Table 1. Crosstabs between horizontal hunting ban and populations restoration

		Η απαγόρευση θήρας μετά την πυρκαγιά συμβάλλει στην αποκατάσταση των πληθυσμών των θηραμάτων					Σύνολο
		Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε διαφωνώ, ούτε συμφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα	
Μετά από δασική πυρκαγιά πρέπει να επιβάλλεται οριζόντια απαγόρευση θήρας στην ευρύτερη περιοχή	Διαφωνώ απόλυτα	6	1	3	2	7	19
	Διαφωνώ	2	3	2	1	0	8
	Ούτε διαφωνώ, ούτε συμφωνώ	7	3	5	3	2	20
	Συμφωνώ	1	8	3	7	2	21
	Συμφωνώ απόλυτα	18	4	3	7	22	54
Σύνολο	34	19	16	20	33	122	

Στο Σχήμα 5 φαίνονται οι απόψεις των κυνηγών για το θέμα της εκγύμνασης των σκύλων μετά από πυρκαγιά χωρίς να επιτρέπεται το κυνήγι, καθώς και στην αναγκαιότητα νομοθετικής ρύθμισης που θα ξεκαθαρίζει τη διαχείριση της θήρας μετά τις πυρκαγιές, οπότε και το θέμα της εκγύμνασης σκύλων μεταξύ άλλων. Στην ερώτηση που αφορά την εκγύμναση υπάρχει και πάλι «διχογνωμία» μεταξύ των συμμετεχόντων στην έρευνα, με το 47,1% να συμφωνούν και το 38% να διαφωνούν με την εκγύμναση των σκύλων στην περιοχή που έλαβε χώρα η πυρκαγιά, χωρίς όμως να επιτρέπεται το κυνήγι. Αντιθέτως, όσον αφορά την ενίσχυση της νομοθεσία για το θέμα της διαχείρισης της θήρας μετά από δασική πυρκαγιά το 74,6% δήλωσε ότι συμφωνεί με την πρόταση, οπότε θεωρεί ότι κάτι τέτοιο είναι αναγκαίο.



Σχήμα 5. Απόψεις κυνηγών για οριζόντια απαγόρευση θήρας (αριστερά) και επανάκαμψη πληθυσμών (δεξιά)
Figure 5. Hunters' opinions about horizontal hunting ban (left) and populations restoration (right)

Όσον αφορά τις συγκρίσεις μεταξύ των κυνηγών και μη κυνηγών λαγού, καθώς και μεταξύ κυνηγών Αττικής και εκτός Αττικής με το μη παραμετρικό test Kruskal-Wallis, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 προέκυψε μόνο μια στατιστικά σημαντική διαφορά.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα Kruskal Wallis test
Table 2. Results of Kruskal Wallis test

Ερώτηση	Κυνηγοί Αττικής-εκτός Αττικής (test statistic)	p	Κυνηγοί λαγού – κυνηγοί που δεν κυνηγούν λαγό (test statistic)	p
Οριζόντια απαγόρευση	7,55	0,006*	0,4681	0,494
Συμβολή στην αποκατάσταση πληθυσμών	1,933	0,164	0,001	0,979
Εκγύμναση σκύλων	0,96	0,327	0,631	0,427
Ενίσχυση νομοθετικού πλαισίου	0,787	0,375	0,001	0,970

* στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο γκρουπ (p<0,05)

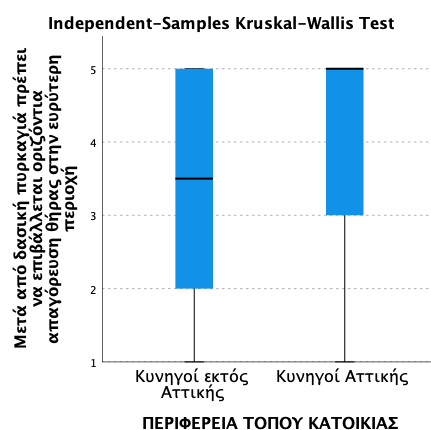
Η διαφορά αυτή είναι μόνο όσον αφορά την οριζόντια απαγόρευση θήρας. Όσοι κυνηγοί προέρχονται από Αττική συμφωνούν στατιστικά σημαντικά περισσότερο με την απαγόρευση αυτή, ενώ οι κυνηγοί εκτός Αττικής πλησιάζουν προς μια πιο ουδέτερη στάση, και με μερικές αρνητικές απόψεις, χωρίς όμως να παύουν και αυτοί να είναι θετικοί σε μια τέτοια απαγόρευση. Αυτό

φαίνεται και στο Σχήμα 6, όπου με 1-2 είναι οι διαφωνίες των κυνηγών και 4-5 οι συμφωνίες τους στην οριζόντια απαγόρευση θήρας.

Η διαφορετική αυτή στάση των κυνηγών της Αττικής είναι αναμενόμενη και έχει φανεί και σε άλλες έρευνες που εξετάζουν τις διαφορές των κυνηγών σε αστικά και μη αστικά κέντρα (Berenguer κ.α. 2005, Coleman 1989, Wilkins κ.α. 2019)

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα αποσκοπούσε στο να διαπιστώσει τις πεποιθήσεις των κυνηγών για τις απαγορεύσεις θήρας μετά τις δασικές πυρκαγιές και το πώς βλέπουν τη δημιουργία ενός ενισχυμένου νομοθετικού πλαισίου που θα καθορίζει τη διαχείριση της θήρας μετά από αυτές. Τα ευρήματα της έρευνας είναι τα παρακάτω



Σχήμα 6. Διαφορές κυνηγών Αττικής και μη για την οριζόντια απαγόρευση θήρας
Σχήμα 6. Differences between Attica and non-Attica hunters for the horizontal hunting ban

- Οι κυνηγοί του δείγματος στο σύνολό τους δεν είναι αντίθετοί στην οριζόντια απαγόρευση θήρας μετά από δασική πυρκαγιά, υπάρχει, όμως, στατιστικά σημαντικό ποσοστό τους που πιστεύουν ότι αυτή η οριζόντια απαγόρευση δεν συμβάλλει στην αποκατάσταση των θηραματικών πληθυσμών.
- Οι κυνηγοί εκτός Αττικής είναι πιο σκεπτικοί, δηλαδή είναι στατιστικά σημαντικά πιο αρνητικοί, για τις οριζόντιες απαγορεύσεις θήρας σε σχέση με τους κυνηγούς Αττικής.
- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ κυνηγών λαγού και μη κυνηγών λαγού, αν και η βιβλιογραφία λέει ότι ο λαγός είναι άφθονος στις καμένες περιοχές μετά το δεύτερο έτος από την πυρκαγιά.
- Οι κυνηγοί είναι μοιρασμένοι σε θετικές και αρνητικές απαντήσεις σχετικά με την εκγύμναση σκύλων μετά τη δασική πυρκαγιά χωρίς να επιτρέπεται το κυνήγι.
- Η συντριπτική πλειοψηφία τους είναι υπέρ μιας ενίσχυσης του νομοθετικού πλαισίου για τη θήρα μετά τις δασικές πυρκαγιές.

Τα συμπεράσματα αυτά πρέπει να ενισχυθούν με περισσότερες ανάλογες μελέτες και σε άλλες περιοχές της χώρας (ειδικά Κεντρική Μακεδονία που οι συμμετέχοντες ήταν λίγοι) ώστε να υπάρξει μια πληρέστερη κατανόηση του προβλήματος και μπορέσει η πολιτεία να αντιμετωπίσει το θέμα με περισσότερο επιστημονικό τρόπο από την τρέχουσα πρακτική.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τους ιδιωτικούς φύλακες θήρας της Κυνηγετικής Ομοσπονδίας Μακεδονίας Θράκης Ιωάννη Καπούλα και Νικόλαο Δουλακάκη για τη συμβολή τους στη συλλογή των δεδομένων κατά τη διάρκεια της έκθεσης Κυνηγεσία 2023.

Abstract

This research examines the views of hunters regarding the management of hunting activity after a forest fire. On the occasion of the devastating fires of 2021 in North Evia, which caused an extensive horizontal ban on hunting for three years, hunters are asked about a number of issues regarding the management measures that can be determined by the forest authorities after the forest fires. A 15-question questionnaire was administered to a sample of 126 hunters who attended a 2023 hunting exhibition in Athens. The questions were in the form of multiple choice, or with Likert scale answers. It was found that hunters are divided into two camps: those who believe that the horizontal hunting ban does not contribute to the recovery of game populations and those who believe that it does. The hunters of Attica, too, are statistically more receptive to the horizontal hunting bans, compared to the hunters of the rest of Greece who are again divided into two camps, for and against. However, everyone agrees that an improvement of the legislative framework is needed, which, among other things, will provide for the possibility of training dogs under conditions in the burned areas, without allowing hunting.

Βιβλιογραφία

Berenguer, J., Corraliza, J. A., & Martín, R. 2005. Rural-urban differences in environmental concern, attitudes, and actions. *European Journal of Psychological Assessment*, 21(2), 128–138.

Coleman, M., Ganong, L. H., Clark, J. M., & Madsen, R. 1989. Parenting perceptions in rural and urban families: Is there a difference? *Journal of Marriage and Family*, 51(2), 329–335.

George, D. and Mallery, P. 2019. *IBM SPSS statistics 27 step by step: A simple guide and reference*, Routledge, New York, USA and London, UK, 418 pp.

Gray, C. D. and Kinnear, P. R. 2012. *IBM SPSS 19 made simple*, Psychology Press, East Sussex, UK, 687 pp..

Papaspyropoulos, K. G., Sokos, C. K., & Birtsas, P. K. 2015. The impacts of a wildfire on hunting demand: a case study of a Mediterranean ecosystem. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 8(1), 95.

Sokos C., Birtsas P., Papaspyropoulos K.G., Tsachalidis E., Giannakopoulos A., Milis C., Labrini V.A., Manolakou K., Spyrou V., Iakovakis C., Billinis C. 2016. Mammals and habitat disturbance: the case of brown hare and wildfire. *Current Zoology* 62 (5): 421–430.

Wilkins, E. J., Cole, N. W., Miller, H. M., Schuster, R. M., Dayer, A. A., Duberstein, J. N., ... & Raedeke, A. H. 2019. Rural-urban differences in hunting and birdwatching attitudes and participation intent. *Human Dimensions of Wildlife*, 24(6), 530-547.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως 2022. Τριετής απαγόρευσης θήρας μετά από πυρκαγιά σε περιοχή του Δασαρχείου Ιστιαίας, για την προστασία των θηραμάτων. Φύλλο Β/640.

Νομοθετικό Διάταγμα 1969. Δασικός Κώδικας 86/1969.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΞΑΓΩΓΩΓΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΕ
ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΑΣΗ:
ΜΙΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Παπανικολάου, Ζαχαρίας¹; Γούλας, Απόστολος²

¹Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (ΔΠΘ), Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα, 68200, Αθ. Πανταζίδου 193 zpapanik@agro.duth.gr

²Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (ΔΠΘ), Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα, 68200, Αθ. Πανταζίδου 193 goulasap@yahoo.com

Περίληψη

Τα τρόφιμα του δάσους όπως τα άγρια φρούτα, οι ξηροί καρποί, τα λαχανικά, τα μανιτάρια και τα ζωικά προϊόντα συμβάλλουν με πολλούς τρόπους στην επισιτιστική ασφάλεια. Ενώ λίγες χώρες παγκοσμίως βασίζονται σε δασικές τροφές για την πλήρη διατροφή τους οι δασικές τροφές βοηθούν στη διατήρηση της διατροφής των νοικοκυριών σε πολλές κοινότητες, ειδικά σε περιόδους με χαμηλή γεωργική παραγωγή. Σε αυτήν την εργασία, μελετήθηκαν 265 εργασίες στη θεματική ενότητα των εξαγωγών σε επίπεδο τροφίμων που προέρχονται από τα δάση με τη χρήση του λογισμικού Vosviewer. Είχαμε τρεις διακριτές ομάδες δημοσιευόμενων εργασιών. Οι Ηνωμένες Πολιτείες φαίνεται να έχουν τα περισσότερα επιστημονικά άρθρα, ενώ το Μεξικό και οι Σουηδία με τις λιγότερες δημοσιεύσεις.

Λέξεις κλειδιά: εξαγωγές, δασικά τρόφιμα, διατροφή, επισιτιστική ασφάλεια

Εισαγωγή

Η διασφάλιση της διατροφής αποτελεί ένα παγκόσμιο ζήτημα για τη δημόσια υγεία (Beaglehole κ.α. 2011, Lopez κ.α. 2006, Ezzati κ.α. 2002). Η κακή διατροφή από την άλλη είναι ο μοναδικός παράγοντας κινδύνου για την αύξηση των μολυσματικών και για ένα ευρύ φάσμα μη μεταδοτικών ασθενειών (Lopez κ.α. 2006, Ezzati κ.α. 2002). Είναι γεγονός ότι ο υποσιτισμός σε παιδιά κάτω των 5 ετών είναι η αιτία για 3,1 εκατομμύρια θανάτους ετησίως που ισοδυναμεί με περίπου το 45% όλων των θανάτων που αφορούν παιδιά (Black κ.α. 2013). Λιγότεροι από ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε επαρκείς τρόφιμα και εκτιμάται ότι δύο δισεκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από ελλείψεις σε ένα ή περισσότερα μικροθρεπτικά συστατικά (FAO 2012). Παρόλα αυτά, η επισιτιστική ασφάλεια και οι γεωργικές πολιτικές έχουν επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση της παραγωγής βασικών καλλιεργειών. Η αντιμετώπιση της πείνας έχει αναμφισβήτητα αποβεί εις βάρος της δημιουργίας γεωργικών συστημάτων ικανών να παράγουν μια ποικιλία από τρόφιμα πλούσια σε μικροθρεπτικά συστατικά (Declerck κ.α. 2011, Burchi κ.α. 2011, Pinstrupp-Anderson 2013). Μόλις 12 καλλιέργειες και 14 ζωικά είδη αποτελούν το 98% της προσφοράς γεωργικών τροφίμων, ενώ μόλις τρεις καλλιέργειες, το σιτάρι, το καλαμπόκι και το ρύζι, παρέχουν περισσότερες από τις μισές θερμίδες σε παγκόσμια βάση (Khoury κ.α. 2014, Prescott-Allen 1990, Frison κ.α. 2011, Sunderland 2011). Ενώ οι γεωργικές πολιτικές, που εστιάζουν στις βασικές αποδόσεις των καλλιεργειών έχουν συμβάλει στη μείωση του επιπολασμού της πείνας. Στο πλαίσιο των εκτεταμένων ελλείψεων διατροφικών συστατικών και ενός ολοένα και πιο κοινού παγκόσμιου συστήματος τροφίμων, ο ρόλος που μπορεί να διαδραματίζουν τα άγρια τρόφιμα (δηλαδή τα ακαλλιεργήτα τρόφιμα που συλλέγονται/κυνηγούνται από το φυσικό περιβάλλον) στη διαφοροποίηση της διατροφής των ανθρώπων κερδίζει όλο και μεγαλύτερη προσοχή. Τα άγρια τρόφιμα μπορούν να συλλεχθούν από δάση και άλλες περιοχές φυσικής ποικιλότητας (Bharucha & Pretty 2010). Η κατανάλωση άγριων τροφών φαίνεται να είναι κοινή πρακτική σε όλο τον κόσμο (Grivetti & Ogle 2000, Scoones κ.α., 1992, Bharucha & Pretty 2010) και συμπεριλαμβάνει φρούτα, λαχανικά και τρόφιμα ζωικής προέλευσης (Bharucha & Pretty 2015). Τα δασώδη τοπία παρέχουν μια πηγή τροφής πλούσιας σε μικροθρεπτικά συστατικά για εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Τα δασικά τρόφιμα είναι

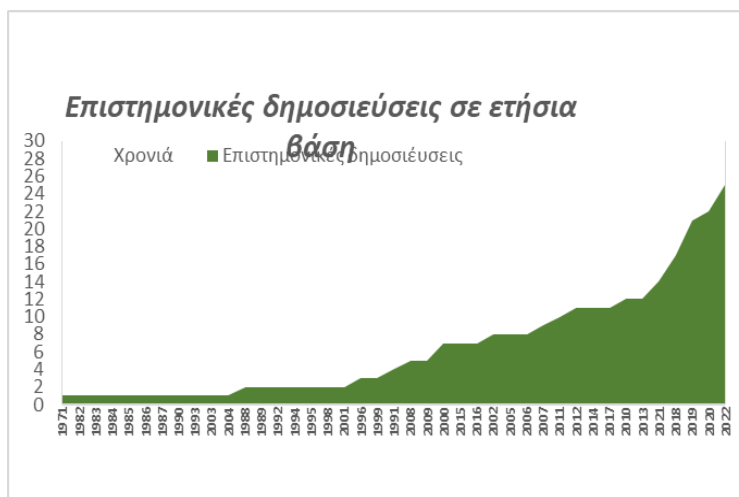
ένα υποσύνολο άγριων τροφίμων και αναφέρονται σε ακαλλιέργητες τροφές από δασικές περιοχές. Πολλές τροφές του δάσους όπως το κρέας, τα ψάρια, τα φρούτα, τα φυλλώδη λαχανικά, οι ξηροί καρποί και οι σπόροι τείνουν να έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε μικροθρεπτικά συστατικά (Arnold κ.α. 2011, Vinceti κ.α. 2008). Ως αποτέλεσμα, μπορεί να είναι σημαντικά για τη διατροφική ποιότητα των ανθρώπων που ζουν κοντά σε δάση (Golden κ.α. 2011, Blaney κ.α. 2009). Με αυξανόμενη τάση φαίνεται ότι τα τρόφιμα αυτά μπορεί να έχουν μεγάλη σημασία για τη διατροφική ποιότητα των ανθρώπων που ζουν σε κοντινή απόσταση από δάση, ειδικά σε κοινότητες με κακή πρόσβαση στις αγορές. Παρά τις εκτεταμένες ενδείξεις για την κατανάλωση δασικών τροφών σε όλο τον κόσμο, μέχρι σήμερα, λίγες μελέτες έχουν προσπαθήσει να ποσοτικοποιήσουν τη διατροφική συμβολή αυτών των τροφίμων. Σε αυτή την μελέτη αναγνωρίζοντας την σημαντικότητα των τροφίμων που προέρχονται από τα δάση, έρχεται να εξετάσει την εξαγωγική δραστηριότητα αυτών των προϊόντων ή κατά πόσο το αντικείμενο των τροφίμων από τα δάση συνδέεται με επιστημονικές εργασίες που προσεγγίζουν και την πιθανή εξαγωγική τάση που έχουν.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τη χρήση του λογισμικού VOSviewer απαιτούνται δεδομένα, τα οποία μπορεί να ανακτηθούν από υπηρεσίες ευρετηρίασης (indexing services), όπως το Scopus, το Web of Science κτλ. Στη παρούσα εφαρμογή του λογισμικού VOSviewer χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τα οποία ανακτήθηκαν από την υπηρεσία ευρετηρίασης Scopus. Η γενική μεθοδολογία χρήσης του VOSviewer περιγράφεται από τους Van Eck και Waltman (2010, 2014, 2020). Για τη διεξαγωγή της βιβλιομετρικής ανάλυσης και την αναζήτηση των επιστημονικών δημοσιεύσεων, η βάση δεδομένων που επιλέχθηκε ήταν η Scopus. Οι λέξεις - κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι «Export», «forests foods» ώστε να γίνει εύρεση τους στους τίτλους, τις περιλήψεις και τις λέξεις - κλειδιά των αντίστοιχων δημοσιεύσεων. Η αναζήτηση έγινε χωρίς κανένα χρονικό περιορισμό σε όλο το εύρος αναζήτησης της συγκεκριμένης πλατφόρμας. Η αναζήτηση ολοκληρώθηκε με αποτελέσματα από την περίοδο από το 1971 έως το 2022 και έτσι είχαμε το σύνολο των δημοσιεύσεων. Το VOSviewer v.1.6.18 είναι ένα λογισμικό που χρησιμοποιείται για την δημιουργία και επεξεργασία χαρτών βιβλιομετρικής ανάλυσης (Van Eck & Waltman, 2007).

Αποτελέσματα

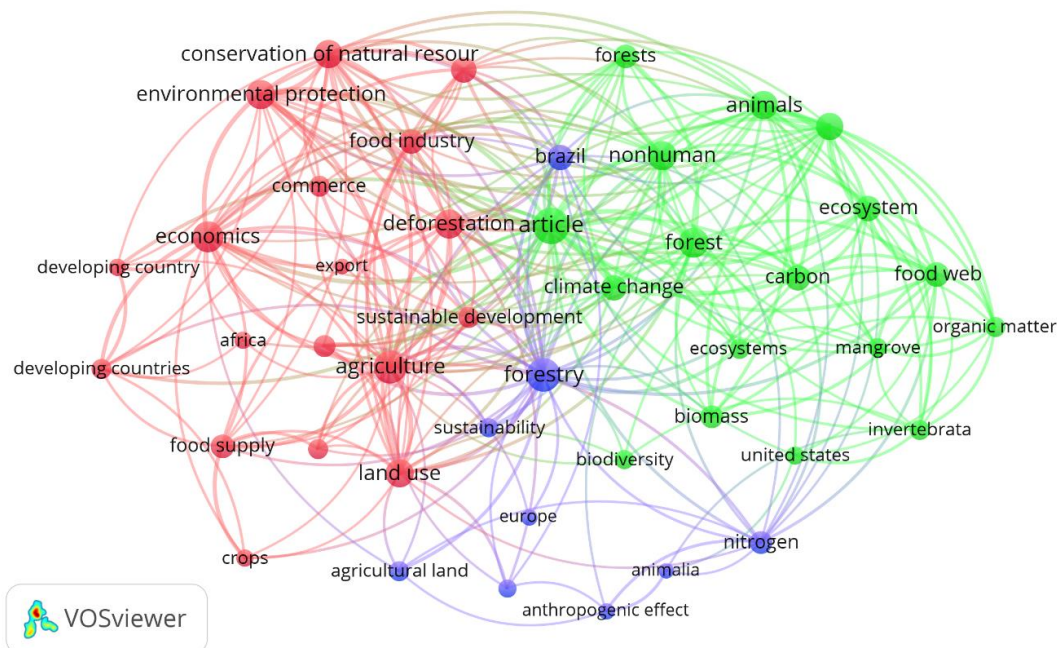
Συνολικά εξήχθησαν 265 δημοσιεύσεις από την βάση δεδομένων του Scopus για την περίοδο αναζήτησης 1971 έως και 2022. Αυτές αποτέλεσαν την λίστα η οποία ελέγχθηκε, για διπλότυπα καθώς και τη διασφάλιση ότι οι δημοσιεύσεις αφορούν το θέμα της παρούσας έρευνας. Την τελευταία δεκαετία είχαμε συνολικά 156 δημοσιεύσεις σε σύγκριση με την περίοδο 1971 έως και 2011 που είχαμε μόλις 109.



Σχήμα 1. Επιστημονικές δημοσιεύσεις σε ετήσια βάση στο αντικείμενο των εξαγωγών τροφίμων που προέρχονται από τα δάση. Πηγή: Scopus.

Figure 1. Annual scientific publications on the subject of forest food exports. Source: Scopus.

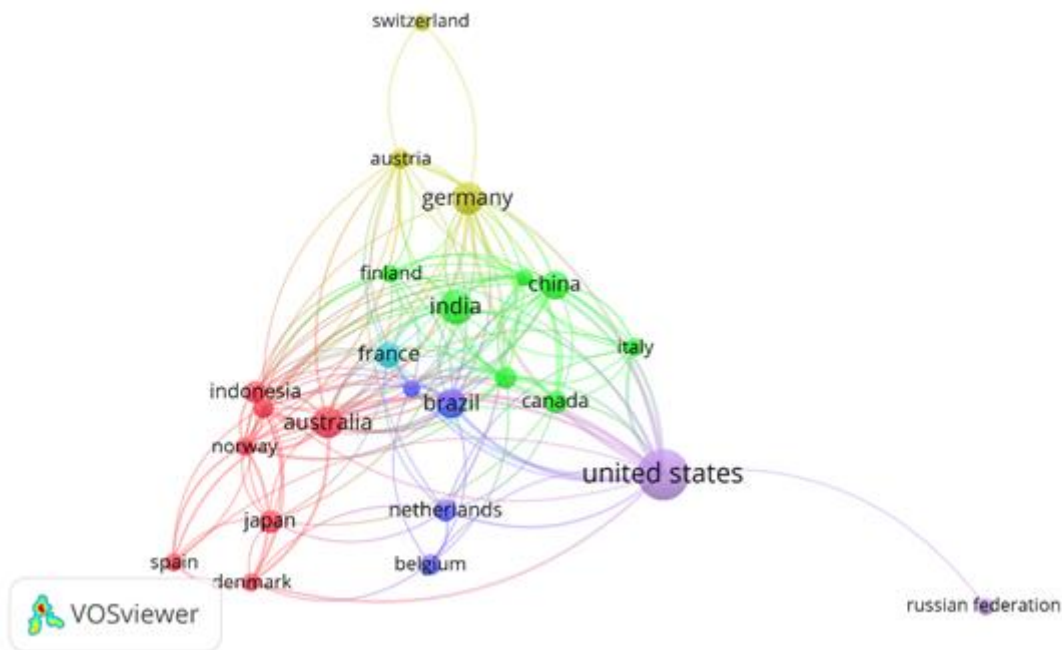
Με τη χρήση του λογισμικού VOSviewer, δημιουργήθηκαν οι τρεις συστάδες με βάση την κατηγοριοποίηση των λέξεων-κλειδιών των δημοσιεύσεων. Στο σχήμα 2 μπορούμε να διακρίνουμε τις τρεις συστάδες. Η συστάδα 1 περιέχει λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με την βιομηχανία τροφίμων, την ασφάλεια των τροφίμων και την προμήθεια τροφίμων. Η συστάδα 2 περιέχει λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με τα ζώα, την βιοποικιλότητα, την βιομάζα και τα δάση. Τέλος, η συστάδα 3 περιέχει λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με την βιωσιμότητα και την δασοκομία.



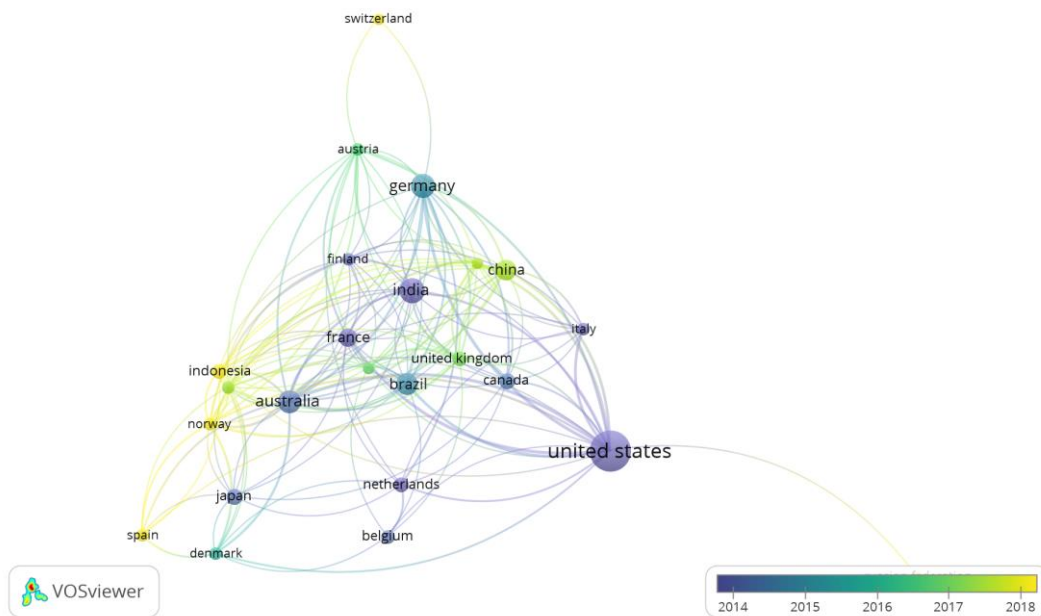
Σχήμα 2. Οπτικοποίηση δικτύου δεδομένων των 44 πιο συχνά χρησιμοποιούμενων λέξεων – κλειδιών με τη βοήθεια του λογισμικού χαρτογράφησης VOSviewer

Figure 2. Data network visualization of the 44 most frequently used keywords using VOSviewer mapping software.

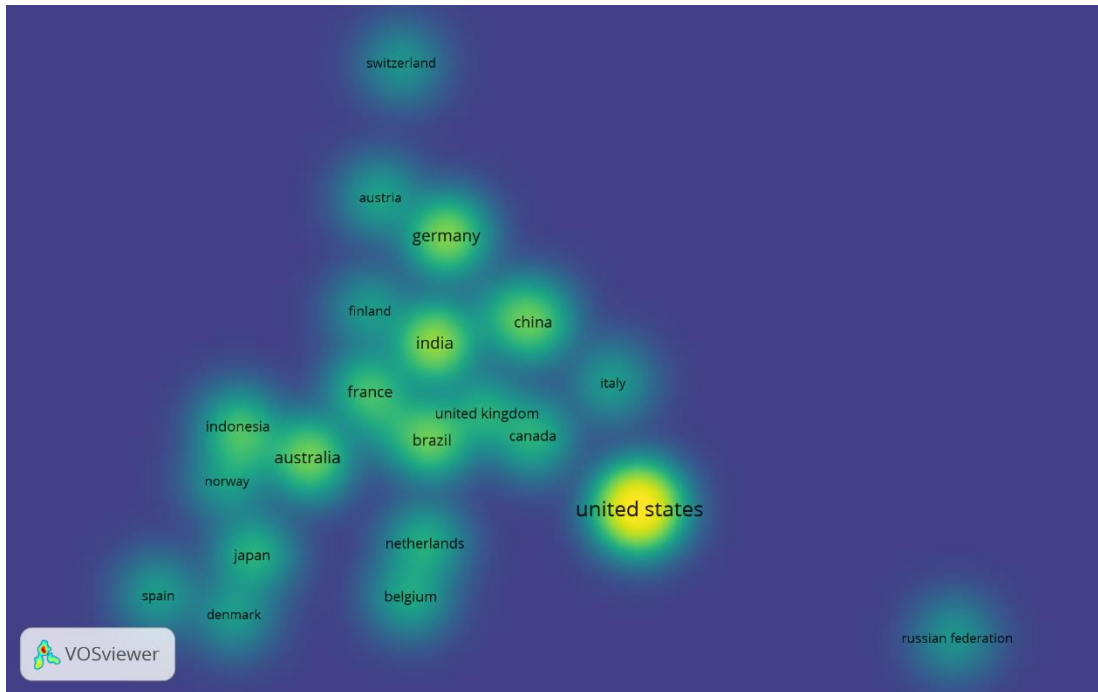
Παρακάτω, παρουσιάζονται και οι τρεις διαθέσιμες οπτικοποιήσεις της ανάλυσης συνσυγγραφής με χώρες, δηλαδή η οπτικοποίηση δικτύου (Σχήμα 3) η οπτικοποίηση επικάλυψης (Σχήμα 4) και η οπτικοποίηση πυκνότητας (Σχήμα 5), επειδή από τις τρεις διαθέσιμες αναλύσεις συν-συγγραφής, αυτή με χώρες είναι αυτή από την οποία μπορούν να εξαχθούν τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Έτσι, από τα ανωτέρω σχήματα Σχήμα 2, Σχήμα 3 και Σχήμα 4, φαίνεται ότι υπάρχουν έξι κύριες χώρες-πόλοι οι οποίες συν-συγγράφουν, δηλαδή οι Αυστραλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Βραζιλία, η Γερμανία, οι ΗΠΑ και η Γαλλία. Από την Αυστραλία προέρχονται 20 συνολικά επιστημονικές δημοσιεύσεις με 1.259 αναφορές, το Ηνωμένο Βασίλειο καταγράφει 9 δημοσιεύσεις και συνολικά 596 αναφορές, από την Βραζιλία προέρχονται 18 συνολικά δημοσιεύσεις και 853 αναφορές, η Γερμανία καταγράφει 22 επιστημονικές εργασίες και 743 αναφορές, η Γαλλία έχει συνολικά 13 επιστημονικές εργασίες και 240 αναφορές ενώ με την σημαντικότερη συνεισφορά στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο έχουν οι ΗΠΑ με σύνολο 65 δημοσιεύσεων και 5.203 αναφορές. Δευτερεύουσες χώρες-πόλοι θα μπορούσαν να θεωρηθούν η Ρωσία, η Αυστρία, η Σουηδία, το Μεξικό και η Νορβηγία. Μεγαλύτερη δραστηριότητα από αυτές καταγράφει η Αυστρία με 7 δημοσιεύσεις και η Νορβηγία με 6 δημοσιεύσεις, ενώ τις περισσότερες αναφορές αποτυπώνεται στο επιστημονικό έργο του Μεξικό με μόλις 5 εργασίες και με συνολικά 312 αναφορές



Σχήμα 3. Οπτικοποίηση δικτύου δεδομένων των 24 πιο παραγωγικών χωρών σε επιστημονικές δημοσιεύσεις με τη βοήθεια του λογισμικού χαρτογράφησης VOSviewer (οπτικοποίηση δικτύου).
Figure 3. Data network visualization of the 24 most productive countries in scientific publications with the help of VOSviewer mapping software (network visualization).



Σχήμα 4. Οπτικοποίηση επικάλυψης δεδομένων των 24 πιο παραγωγικών χωρών σε επιστημονικές δημοσιεύσεις με τη βοήθεια του λογισμικού χαρτογράφησης VOSviewer (οπτικοποίηση επικάλυψης).
Figure 4. Data network visualization of the 24 most productive countries in scientific publications with the help of VOSviewer mapping software (overlay visualization).



Σχήμα 5. Οπτικοποίηση δικτύου δεδομένων των 24 πιο παραγωγικών χωρών σε επιστημονικές δημοσιεύσεις με τη βοήθεια του λογισμικού χαρτογράφησης VOSviewer (οπτικοποίηση πυκνότητας)
 Figure 5. Data network visualization of the 24 most productive countries in scientific publications with the help of VOSviewer mapping software (density visualization)

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα ξεκίνησε με σκοπό να διερευνηθούν οι επιστημονικές εργασίες στην θεματική ενότητα της εξαγωγικής δραστηριότητας τροφίμων που προέρχονται από τα δάση. Η διερεύνηση έγινε χωρίς κανένα χρονικό περιορισμό ώστε να ανάλυση όλες τις δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες που υπάρχουν στην πλατφόρμα του Scopus. Πιο συγκεκριμένα, η αρχική στόχευση ήταν η καταγραφή και ανάλυση των εργασιών με σκοπό να γνωρίσουν οι αναγνώστες το εύρος αυτού του αντικείμενου καθώς και να αποτυπωθούν οι τάσεις της αγοράς στο αντικείμενο αυτό. Από την βιβλιομετρική ανάλυση τα κυρία συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Ως προς το πλήθος των επιστημονικών δημοσιεύσεων οι Ηνωμένες Πολιτείες φαίνεται να έχουν τα περισσότερα επιστημονικά άρθρα. Ενώ το Μεξικό και οι Σουηδία με τις λιγότερες δημοσιεύσεις.
- Οι Ηνωμένες Πολιτείες είχαν συνολικά 65 επιστημονικές δημοσιεύσεις με συνολικά 5.203 αναφορές
- Σημαντική θέση στην κατάταξη είχε η Γερμανία με συνολικά 22 δημοσιεύσεις και 743 αναφορές.
- Την τελευταία πενταετία δημοσιεύτηκαν συνολικά το 37,4 % όλων των δημοσιεύσεων στο αντικείμενο της εξαγωγικής δραστηριότητας των τροφίμων που προέρχονται από τα δάση.

Η παρούσα έρευνα καθώς και τα μοντέλα απόδοσης καταδεικνύουν ότι η κλιματική αλλαγή είναι ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος διερευνάται από την επιστημονική κοινότητα. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να αυξήσει την παγκόσμια παραγωγή ξυλείας μέσω αλλαγών θέσης των δασών. Επίσης, μπορεί να επιταχύνει την ανάπτυξη της βλάστησης που προκαλείται από ένα θερμότερο κλίμα, τις μεγαλύτερες περιόδους ανάπτυξης και τις αυξημένες συγκεντρώσεις CO² στην ατμόσφαιρα.

Abstract

Forest foods such as wild fruits, nuts, vegetables, mushrooms and animal products contribute to food security in many ways. While few countries worldwide rely on forest foods for their entire

diet, forest foods help sustain household nutrition in many communities, especially during periods of low agricultural production. In this paper, 265 papers were studied in the topic of forest food-level exports using Vosviewer software. We had three distinct groups of published work. The United States appears to have the most scientific articles, while Mexico and Sweden have the fewest publications.

Βιβλιογραφία

Arnold, M., Powell, B., Shanley, P. & Sunderland, T.C.H. 2011. Editorial: Forests, biodiversity and food security. *International Forestry Review* 13 (3): 259–264.

Beaglehole, R., Bonita, R., Horton, R., Adams, C., Alleyne, G., Asaria, P., Baugh, V., Bekedam, H., Billo, N. & Casswel, S. 2011. Priority actions for the non-communicable disease crisis. *The Lancet* 377 (9775): 1438–1447.

Bharucha, Z. & Pretty, J. 2010. The roles and values of wild foods in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 365 (1554): 2913–2926.

Black, R.E., Victora, C.G., Walker, S.P., Bhutta, Z.A., Christian, P., de Onis, M., Ezzati, M., Grantham-McGregor, S., Katz, J., Martorell, R., Uauy, R. & Maternal and Child Nutrition Study Group 2013. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet* 382 (9890): 427–451.

Blaney, S., Beaudry, M. & Latham, M. 2009. Contribution of natural resources to nutritional status in a protected area of Gabon. *Food & Nutrition Bulletin* 30 (1): 49–62.

Burchi, F., Fanzo, F. & Frison, E. 2011. The role of food and nutrition system approaches in tackling hidden hunger. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8 (2): 358–373.

DeClerck, F.A.J., Fanzo, J., Palm, C. & Remans, R. 2011. Ecological approaches to human nutrition. *Food & Nutrition Bulletin* 32 (S1): 41S–50S.

Ezzati, M., Lopez, A.D., Rodgers, A., Hoorn, S.V. & Murray, C.J.L. 2002. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *The Lancet* 360(9343): 1347–1360

FAO (2012) *The State of Food Insecurity in the World 2012: economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition*. Rome, Italy: IFAD/WFP/FAO

Frison, E.A., Cherfas, J. & Hodgkin, T. 2011. Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security. *Sustainability* 3 (12): 238–253.

Golden, C.D., Fernald, L.C.H., Brashares, J.S., Rasolofoniaina, B.J.R. & Kremen, C. (2011) Benefits of wildlife consumption to child nutrition in a biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108 (49): 19653–19656.

Grivetti, L.E. & Ogle, B.M. 2000. Value of traditional foods in meeting macro-and micronutrient needs: the wild plant connection. *Nutrition Research Reviews* 13 (1): 31–46.

Khoury, C.K., Bjorkman, A.D., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis, A., Rieseberg, L.H. & Struik, P.C. 2014. Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 111 (11): 4001–4006.

Lopez, A.D., Mathers, C.D., Ezzati, M., Jamison, D.T. & Murray, C.J.L. 2006. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *The Lancet* 367(9524): 1747–1757

Muthayya, S., Rah, J.H., Sugimoto, J.D., Roos, F.F., Kraemer, K. & Black, R.E. 2013. The global hidden hunger indices and maps: an advocacy tool for action. *PLoS One* 8 (6): e67860.

Pinstrup-Andersen, P. 2013. Can agriculture meet future nutrition challenges? *European Journal of Development Research* 25 (1): 5–12.

Prescott-Allen, R. & Prescott-Allen, C. 1990. How many plants feed the world? *Conservation Biology* 4 (4): 365–374.

Scoones, I., Melnyk, M. & Pretty, J. 1992. *The Hidden Harvest: Wild Foods and Agricultural Services: A Literature Review and Annotated Bibliography*. London, UK: International Institute for Environment and Development.

Sunderland, T.C.H. 2011. Food security: why is biodiversity important? *International Forestry Review* 13 (3): 265–274.

Van Eck, N., & Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *scientometrics*, 84(2), 523-538.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. 2014. Visualizing bibliometric networks. In *Measuring scholarly impact: Methods and practice* (pp. 285-320). Cham: Springer International Publishing.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. 2020. VOSviewer Manual.[Online] Available at: <https://www.vosviewer.com/documentation>.

Vinceti, B., Eyzaguirre, P. & Johns, T. 2008. The nutritional role of forest plant foods for rural communities. *Human Health and Forests: A Global Overview of Issues, Practice and Policy*, ed. Colfer, C.J.P., pp. 63–96. London, UK: Routledge.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**

Γούλας, Απόστολος¹; Παπανικολάου, Ζαχαρίας²

¹Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (ΔΠΘ), Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα, 68200, Αθ. Πανταζίδου 193 zpapanik@agro.duth.gr

²Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (ΔΠΘ), Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα, 68200, Αθ. Πανταζίδου 193 goulasap@yahoo.com

Περίληψη

Έντονη ανησυχία εμφανίστηκε πρόσφατα σχετικά με τη δημιουργία μιας βιώσιμης οικονομίας και ανάπτυξης. Επιπλέον, τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από τη μη βιώσιμη διαχείριση των πόρων είναι στην ατζέντα κάθε κράτους. Η αβεβαιότητα της κλιματικής αλλαγής και η σύγχρονη ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος οδηγεί τις περισσότερες προηγμένες χώρες να εξετάσουν και να επανασχεδιάσουν τις οικονομίες τους, προσθέτοντας τον παράγοντα της περιβαλλοντικής διαχείρισης σε κάθε σύστημα αναφοράς. Η υιοθέτηση συστήματος παραγωγής με κριτήρια για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των πόρων θεωρείται εργαλείο αντιμετώπισης της τρέχουσας οικονομικής κρίσης, καθώς και το περιβάλλον. Η απάντηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε αυτή την παγκόσμια ανησυχία είναι η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, ένα ουσιαστικό πολιτικό έγγραφο που εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2019. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, σκοπεύει να «μεταμορφώσει την οικονομία και την κοινωνία της Ευρωπαϊκής Ένωσης πιο βιώσιμα» και να δημιουργήσει μια Πράσινη Οικονομία (<https://commission.europa.eu/>). Σύμφωνα με τον Soderholm (2020), η Πράσινη Οικονομία είναι ένα εναλλακτικό όραμα για ανάπτυξη και ανάπτυξη. Ο κύριος στόχος της Πράσινης Συμφωνίας είναι η ενίσχυση της αποτελεσματικής χρήσης των πόρων, η μείωση των αποβλήτων και η επίτευξη μηδενικών εκπομπών αερίων ως κοινωνίας. Η παρούσα ερευνητική εργασία είναι μια αρχική μελέτη για τον εντοπισμό των κύριων στόχων της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και των πτυχών τους για τη δημιουργία μιας βιώσιμης οικονομίας.

Λέξεις κλειδιά: Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, Βιώσιμη Οικονομία, Πράσινη Οικονομία

Εισαγωγή

Την τελευταία δεκαετία το περιβάλλον και η αειφορία του έχουν γίνει σημαντικό ζήτημα για τις περισσότερες δυτικές χώρες. Σύμφωνα με τους Chaaben κ.α., (2022), η περιβαλλοντική υποβάθμιση και η ρύπανση, διαταράσσουν τα μέσα διαβίωσης και υπονομεύουν την ευημερία. Γι' αυτό έγινε μείζον ζήτημα και η ανάκαμψη από την περιβαλλοντική κρίση με τη δημιουργία μιας βιώσιμης οικονομίας έγινε μεγάλη πρόκληση. Σύμφωνα με τον Soderholm (2020), οι στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης μπορούν να δημιουργήσουν μια πραγματική σχέση μεταξύ του οικολογικού και του οικονομικού συστήματος. Η πρόκληση του μοντέλου πράσινης ανάπτυξης ως ικανής και απαραίτητης προϋπόθεσης για την έξοδο από την οικονομική και περιβαλλοντική κρίση, δεν είναι νέο θέμα. Έχει ήδη γίνει κοινό μέλημα σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Μάλιστα σύμφωνα με τους Ghisellini, Passaro και Ulgiati (2021), οι οποίοι υποστηρίζουν σε σχετική έρευνά τους ότι δεδομένων των αυξανόμενων περιορισμών που θέτει το φυσικό περιβάλλον, ο ρόλος της δημόσιας παρέμβασης στις ανεπτυγμένες χώρες θα πρέπει να προσανατολιστεί στην προώθηση νέων αξιών και εννοιών στη βάση του μοντέλου ανάπτυξης που είναι λιγότερο καταναλωτικές για τους φυσικούς πόρους, δεδομένου ότι μια συνεχής οικονομική ανάπτυξη δεν μπορεί να περιορίζεται π.χ. από την έλλειψη πόρων. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, που εισήχθη από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2019, εμφανίζεται ως απάντηση σε αυτό το ζήτημα. Η

Ευρωπαϊκή Ένωση πιστεύει ότι η μετάβαση σε μια πιο πράσινη αγορά εργασίας είναι κρίσιμη για την επανεκκίνηση της οικονομίας (Eckert & Kovalevska 2021) η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει δώσει προτεραιότητα στα περιβαλλοντικά ζητήματα στις αναπτυξιακές της στρατηγικές. Επιπλέον, ο Schunz (2022), αναφέρει ότι η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία προτείνει εκ πρώτης όψεως μια θεμελιώδη τροποποίηση προηγούμενων στρατηγικών, με στόχο τον μετασχηματισμό της οικονομίας και της κοινωνίας της ΕΕ για την επίτευξη ενισχυμένης περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.

Ωστόσο αρκετοί είναι αυτοί που υποστηρίζουν ότι η αντιμετώπιση των κλιματικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων απαιτεί σαφώς φυσικές επιστημονικές γνώσεις καθώς και μηχανική τεχνογνωσία σχετικά με τις διάφορες τεχνικές λύσεις που μπορούν να υιοθετηθούν για τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων (π.χ. ενεργειακές τεχνολογίες χωρίς άνθρακα). Επιπλέον, η επιδίωξη βιώσιμης τεχνολογικής αλλαγής είναι επίσης μια κοινωνική, οργανωτική, πολιτική και οικονομική προσπάθεια που περιλαμβάνει πολλές μη τεχνικές προκλήσεις (Soderholm 2020). Ακόμα, σχετικά, ο Geels (2004), υποστηρίζει ότι στη σχετική βιβλιογραφία και όσων αφορά διάφορες προσπάθειες για πράσινη μετάβαση σε πολλούς τομείς, όπως τον τομέα παραγωγής ενέργειας, τον τομέα παροχής νερού κ.λπ., μπορούν να θεωρηθούν ως κοινωνικο-τεχνικά συστήματα ή/και συστήματα καινοτομίας. Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από σύνθετα δίκτυα παραγόντων (ιδιώτες, ιδιωτικές εταιρείες, ερευνητικά ιδρύματα, κυβερνητικές αρχές κ.λπ.), τη γνώση που διαθέτουν αυτοί οι φορείς καθώς και τους σχετικούς θεσμούς (νομικούς κανόνες, κώδικες δεοντολογίας κ.λπ.). Με άλλα λόγια, η ανάπτυξη, για παράδειγμα, νέων τεχνολογιών χωρίς άνθρακα, ή δικτύων τροφίμων με παραγωγή χωρίς άνθρακα, μπορεί συχνά να απαιτεί τη δημιουργία νέων αλυσίδων αξίας που θα φιλοξενούν φορείς που δεν έχουν απαραίτητα αλληλοεπιδράσει στο παρελθόν. Αυτό απαιτεί μια σχετικά μακρά διαδικασία που μπορεί να αλλάξει την κοινωνία με διάφορους τρόπους. Ενώ, αρκετοί υποστηρίζουν ότι έχει δοθεί λιγότερη προσοχή στη δυναμική της διαδικασίας συμμόρφωσης με τις πολιτικές, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου οι κυβερνήσεις αντιμετωπίζουν την πρόκληση της επιβολής στόχου μείωσης των εκπομπών για το μέλλον (Bergquist κ.α. 2013).

Επιπλέον, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί σε αυτό το σημείο το γεγονός ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει επίσης να αντιμετωπίσει την απώλεια της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανομένης της πιθανής εξαφάνισης ενός εκατομμυρίου ειδών. Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη βιοποικιλότητα για το 2030, που παρουσιάστηκε τον Μάιο του 2020 από την Επιτροπή, στοχεύει στην προστασία της φύσης, την αναστροφή της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων και την ανάσχεση της απώλειας βιοποικιλότητας. Το Κοινοβούλιο ενέκρινε τη θέση του σχετικά με τη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη βιοποικιλότητα για το 2030: επαναφέροντας τη φύση στη ζωή μας τον Ιούνιο του 2021, επιμένοντας ότι η εφαρμογή της είναι συνεπής με άλλες στρατηγικές της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Καθώς τα δάση διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην απορρόφηση και την αντιστάθμιση των εκπομπών άνθρακα, το Κοινοβούλιο ενέκρινε νέους κανόνες για να διασφαλίσει ότι τα αγαθά που πωλούνται στην ευρωπαϊκή αγορά δεν έχουν συμβάλει στην αποψίλωση ή την υποβάθμιση των δασών πουθενά στον κόσμο. Ο κανονισμός διασφαλίζει επίσης ότι αυτά τα προϊόντα συμμορφώνονται με τα πρότυπα ανθρωπίνων δικαιωμάτων και διασφαλίζουν ότι τα δικαιώματα των αυτόχθονων πληθυσμών γίνονται σεβαστά (<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20200618STO81513/green-deal-key-to-a-climate-neutral-and-sustainable-eu>).

Βιώσιμη Οικονομία και Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί τι θεωρείται στις μέρες μας Βιώσιμη Οικονομία. Διάφοροι όροι, όπως «πράσινη οικονομία», «πράσινη ανάπτυξη», «αειφόρος ανάπτυξη», μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφία. Περιγράφεται ως οικονομικό μοντέλο όπου κυρίαρχο στοιχείο θα είναι επίσης η προστασία του περιβάλλοντος. Το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP) ορίζει την πράσινη οικονομία ως «βελτίωση της ανθρώπινης ευημερίας και της κοινωνικής ισότητας, ενώ παράλληλα μειώνει σημαντικά τους περιβαλλοντικούς κινδύνους και τις οικολογικές ελλείψεις. Στην απλούστερη έκφρασή της, μια πράσινη οικονομία μπορεί να θεωρηθεί χαμηλής κατανάλωσης άνθρακα, αποδοτική από πλευράς πόρων και κοινωνική χωρίς αποκλεισμούς». Σε έρευνα του Aliva (2008) ο οποίος υποστηρίζει ότι ο όρος

πράσινη οικονομία περιγράφει τις οικονομικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τη μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων, τη μείωση της ρύπανσης και των αερίων του θερμοκηπίου, την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, την ανακύκλωση υλικών και την ανάπτυξη και χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Αλλά η αειφόρος ανάπτυξη δεν είναι απλώς μια φιλική προς το περιβάλλον πολιτική. Με τον όρο βιώσιμη ανάπτυξη αναφέρεται ένα νέο αναπτυξιακό μοντέλο που μπορεί να αναδημιουργήσει και να ξαναχτίσει την παραγωγική βάση. Αυτό το νέο μοντέλο δημιουργεί πλούτο και ευημερία χρησιμοποιώντας σωστά τους φυσικούς και ανθρώπινους πόρους, όσον αφορά το περιβάλλον. Επομένως, η τεχνολογική ανάπτυξη, η καινοτομία και η πράσινη ανάπτυξη μπορούν και πρέπει να συμβαδίζουν. Υπό αυτή την έννοια, η προώθηση και η υποστήριξη ενός μοντέλου πράσινης ανάπτυξης ενισχύει την ανταγωνιστική θέση μιας χώρας, προστατεύοντας παράλληλα το περιβάλλον της. Απαραίτητο στοιχείο της πράσινης ανάπτυξης είναι η συμμετοχή των πολιτών, κυρίως μέσω της αλλαγής των καταναλωτικών προτύπων, για την υποστήριξη/προώθηση της ζήτησης για πράσινα προϊόντα και υπηρεσίες.

Οι κύριοι άξονες της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας είναι, Προετοιμασία της αγοράς ενέργειας για μια κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη, Η αύξηση της φιλοδοξίας για τον στόχο της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, βάσει του οποίου προβλέπεται η απεξάρτηση από τον άνθρακα της ευρωπαϊκής οικονομίας, Η μετατόπιση της Ευρωπαϊκής οικονομία στην κυκλική οικονομία, Επιτάχυνση της έξυπνης και βιώσιμης κινητικότητας, Ένα βιώσιμο σύστημα τροφίμων, Διατήρηση και αποκατάσταση της βιοποικιλότητας, Κατασκευή και ανακαίνιση ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, Μηδενική ατμοσφαιρική ρύπανση. Αυτά είναι τα εργαλεία που θα εφαρμόσουν τη φιλόδοξη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_el).

Βασικός στόχος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας είναι να ενισχύσει την αποτελεσματική χρήση των πόρων, να μειώσει τα απόβλητα και να μηδενίσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η πορεία προς μια κοινωνία με ελάχιστη χρήση άνθρακα θα δημιουργήσει μεγαλύτερη πίεση σε περιοχές, χώρες και κλάδους που εξαρτώνται πολύ από τα ορυκτά καύσιμα. Τα επόμενα επτά χρόνια, το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο, που έχει γίνει τώρα το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και χρηματοδοτεί προγράμματα σε όλη την Ε.Ε. για την αύξηση της απασχόλησης και της κοινωνικής ενσωμάτωσης, θα επενδύσει πάνω από 88 δις ευρώ. Αυτές οι επενδύσεις θα βοηθήσουν να δημιουργηθούν νέες πράσινες θέσεις εργασίας, θα στηρίξουν ευκαιρίες επιμόρφωσης και θα καταρτίσουν πολίτες για να αποκτήσουν νέες δεξιότητες. Έτσι θα μπορέσει να γίνει η μετάβαση προς μια πράσινη και ψηφιακή οικονομία (<https://gr.euronews.com/>). Μάλιστα, όσον αφορά τον άξονα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας που αφορά τη Δημιουργία ενός βιώσιμου συστήματος τροφίμων, αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι δίνεται μεγάλη βαρύτητα γιατί ο τομέας των τροφίμων αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες της κλιματικής αλλαγής. Παρ'όλο που η γεωργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι ο μόνος μείζων γεωργικός τομέας παγκοσμίως που έχει μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (κατά 20% από το 1990), εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει περίπου το 10% των εκπομπών (εκ των οποίων το 70% οφείλεται σε ζώα). Η στρατηγική "Farm to Fork" (Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο) που παρουσίασε η Επιτροπή τον Μάιο του 2020, εγγυάται ένα δίκαιο, υγιές και φιλικό προς το περιβάλλον σύστημα διατροφής, διασφαλίζοντας παράλληλα τα μέσα διαβίωσης των αγροτών. Καλύπτει ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, περιορίζοντας τη χρήση φυτοφαρμάκων και τις πωλήσεις αντιμικροβιακών ουσιών κατά το ήμισυ, μειώνοντας τη χρήση λιπασμάτων, και αυξάνοντας τις εκτάσεις βιολογικής γεωργίας. Το Κοινοβούλιο σε ψήφισμα που εξέδωσε τον Οκτώβριο του 2021, εξέφρασε την ικανοποίησή του για τη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης "Farm to Fork" (Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο), και πραγματοποίησε ορισμένες προσθήκες για να καταστήσει τη πρόταση περισσότερο βιώσιμη. Το Κοινοβούλιο τόνισε συγκεκριμένα ότι το πακέτο "Fit for 55" θα πρέπει να περιλαμβάνει φιλόδοξους στόχους για τις εκπομπές αερίων από τη γεωργία και τη χρήση γης (<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200618STO81513/prasini-sumfonia-to-kleidi-gia-mia-klimatika-oudeteri-kai-viosimi-ee>). Επιπρόσθετα, η Ευρωπαϊκή Ένωση σκοπεύει με την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, να αντιμετωπίσει την απώλεια της βιοποικιλότητας, συμπεριλαμβανόμενης της πιθανής εξαφάνισης ενός εκατομμυρίου ειδών. Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη βιοποικιλότητα για το έτος 2030, όπως παρουσιάστηκε από την Επιτροπή τον Μάιο του 2020, στοχεύει στην προστασία της φύσης, στην

αναστροφή της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων και στην ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας. Επίσης, καθώς τα δάση διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην απορρόφηση και την αντιστάθμιση των εκπομπών του άνθρακα, το Ευρω Κοινοβούλιο ενέκρινε νέους κανόνες για να διασφαλίσει ότι θα αγαθά που πωλούνται στην ευρωπαϊκή αγορά δεν έχουν συμβάλει στην αποψίλωση ή την υποβάθμιση των δασών πουθενά στον κόσμο. Επιπλέον, ο συγκεκριμένος κανονισμός διασφαλίζει ότι αυτά τα προϊόντα συμμορφώνονται με τα πρότυπα ανθρώπινων δικαιωμάτων και διασφαλίζουν ότι τα δικαιώματα των αυτόχθονων πληθυσμών γίνονται σεβαστά (<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200618STO81513/prasini-sumfonia-to-kleidi-gia-mia-klimatika-oudeteri-kai-viosimi-ee>).

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τους κύριους άξονες και τους στόχους της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για τον εντοπισμό των επιπτώσεων που θα έχει στην οικονομία. Η ΕΕ λάβει μέτρα και έχει κάνει πολλά βήματα προς την κατεύθυνση της αλλαγής προς την αειφόρο ανάπτυξη, τόσο σε επίπεδο περιβαλλοντικής πολιτικής όσο και σε επίπεδο ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Επιπλέον, η ΕΕ στοχεύει να γίνει η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος στον κόσμο έως το 2050, η οποία πιστεύεται ότι θα δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για καινοτομία, επενδύσεις και θέσεις εργασίας. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία φιλοδοξεί να αποτελέσει τον οδικό χάρτη για την επίτευξη του στόχου μιας βιώσιμης οικονομίας στην Ένωση. Επιδιώκει να μετατρέψει τις κλιματικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις σε ευκαιρίες για όλους τους τομείς πολιτικής και να επιτύχει μια δίκαιη και χωρίς αποκλεισμούς μετάβαση. Χρειάζονται ακόμη πολλά να γίνουν, έχει ξεκινήσει μια δημόσια συζήτηση σχετικά με την αποτελεσματικότητα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, αλλά το γεγονός είναι ότι είναι μια προσπάθεια να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για μετάβαση σε μια πιο πράσινη οικονομία. Γεγονός ωστόσο είναι, ότι τον Ιανουάριο του 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε το επενδυτικό σχέδιο για μια βιώσιμη Ευρώπη, τη στρατηγική για τη χρηματοδότηση της Πράσινης Συμφωνίας μέσω της προσέλκυσης τουλάχιστον 1 τρισ. ευρώ ιδιωτικών και δημόσιων επενδύσεων την επόμενη δεκαετία. Ως μέρος του επενδυτικού σχεδίου, ο Μηχανισμός Δίκαιης Μετάβασης αναμένεται να παράσχει προσαρμοσμένη στήριξη στους εργαζομένους και στις κοινότητες που επηρεάζονται περισσότερο από τη μετάβαση αυτή. Τον Μάιο του 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε έναν μηχανισμό δανειοδότησης του δημόσιου τομέα για τη στήριξη των πράσινων επενδύσεων σε περιοχές που εξαρτώνται από ορυκτά καύσιμα, ο οποίος εγκρίθηκε από το Κοινοβούλιο τον Ιούνιο του 2021 (<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society>). Επιπρόσθετα, αναφορικά με τα παραπάνω, το Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο συμφώνησαν για την εισαγωγή νέων πηγών εσόδων για τη χρηματοδότηση του προϋπολογισμού και του σχεδίου ανάκαμψης της οικονομίας από την πανδημία του κορονοϊού. Στις νέες αυτές πηγές εσόδων θα περιλαμβάνονται έσοδα από το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών και έναν μηχανισμό συνοριακής προσαρμογής άνθρακα που θα επιβάλλει εισφορές στις εισαγωγές ορισμένων αγαθών. Για να ενθαρρύνει τις επενδύσεις σε περιβαλλοντικά βιώσιμες δραστηριότητες και να αντιμετωπίσει το φαινόμενο της προβολής ψευδών - πράσινης ταυτότητας ("greenwashing"), το Κοινοβούλιο ενέκρινε νέα νομοθεσία για τις βιώσιμες επενδύσεις τον Ιούνιο του 2020. Το Νοέμβριο του 2020, οι ευρωβουλευτές ζήτησαν επίσης τη μετάβαση σε ένα βιώσιμο οικονομικό σύστημα, το οποίο είναι κρίσιμης σημασίας για την ανάπτυξη της μακροπρόθεσμης στρατηγικής αυτονομίας της ΕΕ και για την αύξηση της ανθεκτικότητάς της.

Είναι γεγονός, ότι η αυξανόμενη παγκόσμια ευαισθητοποίηση σχετικά με θέματα υποβάθμισης του περιβάλλοντος καθώς και την ύπαρξη ισχυρών παγκόσμιων οργανισμών ευαισθητοποιημένων σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, ανάγκασαν τα τελευταία χρόνια, τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να σχεδιάσουν μια περιβαλλοντική πολιτική αλλά και να δημιουργηθεί μια εναλλακτική οικονομική σκέψη. Αυτή η εναλλακτική οικονομική σκέψη διαμόρφωσε τις συνθήκες για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, καθώς όπως η ίδια η πρόεδρος της Ένωσης, κ. Ursula von der Leyen έχει αναφέρει, η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία στον πυρήνα της εκφράζει την ιδέα της συμφιλίωσης της οικονομίας μας με τον πλανήτη μας (European Commission 2019).

Abstract

Various concerns appeared recently regarding creating of a sustainable economy and development. Moreover, the environmental problems created by unsustainable resource management are on every state's agenda. The uncertainty of climate change and the contemporary necessity for environmental protection leads most of the advanced countries to consider and redesign their economies, adding the factor of environmental management into every reference system. Adopting a production system with criteria for the long-term sustainability of resources is considered a tool to deal with the current economic crisis, as well as the environment.

European Union's response to that global concern is the European Green Deal, an essential political document issued by the European Commission in 2019. European Green Deal, intends to 'transform the European Union's economy and society more sustainable' and create a Green Economy (<https://commission.europa.eu/>). According to Soderholm P. (2020), Green Economy is an alternative vision for growth and development. The main aim of the Green Deal, is to enhance the efficient use of resources, reduce waste and achieve as society zero gas emissions.

The present research paper is an initial study to identify the main objectives of the European Green Deal strategy and their aspects on the creation of a sustainable economy.

Βιβλιογραφία

Aliva T. A., 2008. The Green Economy: Definitions & Implications, The Apeiron Institute for Sustainable Living, Sustainable Business Group

Bergquist A.K., Soderholm K., Kinneryd H., Lindmark M., και Soderholm P. 2013. 'Command – and – control revisited: Environmental compliance and technological change in Swedish industry 1970 – 1990, Ecological Economics, Vol. 85, January 2013, pp 6-19.

Chaaben N., Elleuch Z., Hamdi B., and Kahouli B., 2022. Green economy performance and sustainable development achievement: empirical evidence from Saudi Arabia', Environ Dev. Sustain, Oct. 2022, pp 1 – 16, doi: 10.1007/s10668-022-02722-8

Eckert E., and Kovalevska O., 2021. Sustainability in the European Union: Analyzing the Discourse of the European Green Deal, J. Risk Financial Manag. 2021, 14(2), 80; <https://doi.org/10.3390/jrfm14020080>

European Commission, 2019. The European Green Deal, COM. 640 final. Brussels, December 11.

Geels F.W., 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, Research Policy, 33 897-920, Elsevier.

Ghisellini P., Passaro R., και Ulgiati S., 2021. Revisiting Keynes in the Light of the Transition to Circular Economy, Circular Economy and Sustainability (2021), 1:143-171. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-0016-1>

Schunz S., 2022. The European Green Deal – a paradigm shift? Transformations in the European Union's sustainability meta – discourse, Political Research Exchange, 4:1, DOI: 10.1080/2474736X.2022.2085121

Soderholm P., 2020. The green economy transition: the challenges of technological change for sustainability', Sustainable Earth 3, 6 (2020). <https://doi.org/10.1186/s42055-020-00029-y>

UNEP, 2011. Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication - a synthesis for policy makers', (www.unep.org/greeneconom)

<https://commission.europa.eu/>

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_el

<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society>

https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20200618STO81513/green-deal-key-to-a-climate-neutral-and-sustainable-eu?at_campaign=20234-Green&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=RSA&at_goal=TR_G&at_audience=green%20deal%20eu&at_topic=Green_Deal&at_location=GR&gclid=Cj0KCQjwryjBhD0

Green&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=RSA&at_goal=TR_G&at_audience=green%20deal%20eu&at_topic=Green_Deal&at_location=GR&gclid=Cj0KCQjwryjBhD0

ARIsAMLvnF_kKIjL8oIFwcKZCdcHSIEa2itLFGR_oQZWD0HgO2k_2GXEY292vK8aAkl0EALw_wcB

https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200618STO81513/prasini-sumfonia-to-kleidi-gia-mia-klimatika-oudeteri-kai-viosimi-ee?at_campaign=20234-Green&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=DSA&at_goal=TR_G&at_audience=&at_topic=Climate_policies&gclid=Cj0KCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHi29lXvz1djeXjtdWypnwKSjkx6yNt_dZBMAL7BwhJ6HEicfQGVQtoaAvbVEALw_wcB

<https://gr.euronews.com>

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

MARKETING ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΦΡΟΥΤΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΑΣΗ- ΜΙΑ ΒΙΒΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Θεοδοσίου, Γεώργιος¹; Παπανικολάου, Ζαχαρίας²; Γούλας, Απόστολος³

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (ΠΘ), Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Λάρισα, 41500, geortheo@uth.gr

²Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (ΔΠΘ), Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα, 68200, Αθ. Πανταζίδου193, zpapanik@agro.duth.gr

³Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (ΔΠΘ), Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα, 68200, Αθ. Πανταζίδου193, goulasap@yahoo.com

Περίληψη

Τα μη ξυλώδη δασικά προϊόντα (Non-timber forest products, NTFPs) συμβάλλουν στη διαβίωση των ντόπιων σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Τα φρούτα που προέρχονται από τα δάση συμβάλλουν σημαντικά στο εισόδημα των αγροτικών νοικοκυριών που ζουν κοντά σε αυτά. Επίσης, τα άγρια φρούτα είναι μία πολύ καλή πηγή θρεπτικών για την διατροφή του ανθρώπου. Σε αυτήν την ερευνά, μελετήθηκαν 112 επιστημονικές εργασίες στη θεματική ενότητα του μάρκετινγκ σε επίπεδο τροφίμων που προέρχονται από τα δάση και πιο συγκεκριμένα των φρούτων, με τη χρήση του λογισμικού Vosviewer. Είχαμε τέσσερις διακριτές ομάδες δημοσιευόμενων εργασιών. Η Ινδία φαίνεται να έχει τα περισσότερα επιστημονικά άρθρα. Ενώ το Καμερούν, η Ισπανία και η Αυστρία έχει τις λιγότερες δημοσιεύσεις. Η Ινδία έχει συνολικά 15 επιστημονικές δημοσιεύσεις με συνολικά 360 αναφορές.

Λέξεις κλειδιά: μάρκετινγκ, δασικά τρόφιμα, διατροφή, φρούτα

Εισαγωγή

Τα δασικά προϊόντα παρέχουν ένα ευρύ φάσμα προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των τροφίμων, αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών (Lonvic κ.α. 2020, Babulo κ.α. 2006). Αυτά τα προϊόντα συμβάλλουν σημαντικά στη διαβίωση των κατοίκων της εκάστοτε περιοχής (Lonvic κ.α., 2020, Kamanga κ.α. 2009) και αποτελούν σημαντική πηγή εισοδήματος για τα αγροτικά νοικοκυριά που ζουν μέσα ή κοντά σε δάση (Amici κ.α. 2020). Περίπου ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι παγκοσμίως καταναλώνουν τρόφιμα από τα δάση και περίπου 300 εκατομμύρια από αυτούς τους ανθρώπους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα τρόφιμα που προέρχονται από αυτά. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, έως και το 25% του εισοδήματος των αγροτικών πληθυσμών μπορεί να προέλθει από τη συγκομιδή και την πώληση αγροτικών προϊόντων (Kamanga κ.α. 2009), τα οποία μπορούν να συνεισφέρουν έως και το 90% του αγροτικού εισοδήματος των νοικοκυριών τους (Lonvic κ.α. 2020). Τα άγρια βρώσιμα φρούτα αποτελούν υποσύνολο των τροφίμων και σημαντική πηγή διατροφής για έναν στους έξι ανθρώπους παγκοσμίως. Τα φρούτα αυτά παρέχουν μια σημαντική πηγή διατροφής για άτομα με χαμηλότερα εισοδήματα, ενώ αντιπροσωπεύουν επίσης μια σημαντική πηγή εισοδήματος για τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου στις αγροτικές κοινότητες. Πολλά άγρια φρούτα διαθέτουν επίσης φαρμακευτικές ιδιότητες που είναι αποτελεσματικές στη θεραπεία πολλών κοινών παθήσεων. Τέλος, τα άγρια φρούτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολλές χρήσεις συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής καλλυντικών (Paumgarten κ.α. 2009).

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, το ενδιαφέρον για τη βελτίωση της γνώσης και της κατανόησης της σημασίας των τροφίμων και των φάρμακα έχει αυξηθεί (Babulo κ.α. 2006). Τα τρόφιμα που προέρχονται από τα δάση συνήθως επεξεργάζονται και στη συνέχεια πωλούνται (Adedayo 2010). Η επεξεργασία παίζει σημαντικό ρόλο στην προστιθέμενη αξία των προϊόντων αυτών (Jensen κ.α. 2009) διευρύνοντας τις ευκαιρίες για το αγροτικό εισόδημα, την απασχόληση

(Gram 2001) και την προώθησή τους σε νέες αγορές (Avatefi κ.α. 2006). Το ενδιαφέρον για τα δασικά προϊόντα αυξάνεται τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις βιομηχανικές χώρες για χρήση κυρίως ως προϊόντα με υψηλή προστιθέμενη αξία. Αυτά τα άγρια τρόφιμα πωλούνται συχνά σε τοπικό επίπεδο με λίγα μόνο να πωλούνται στην ευρύτερη περιφερειακή αγορά. Η πρόσβαση σε μεγαλύτερες αγορές συχνά καθορίζεται από τη διαθεσιμότητα, την προσφορά και τη ζήτηση αυτών των προϊόντων, η οποία επηρεάζει το εισόδημα που διατίθεται στις αγροτικές κοινότητες. Οι ειδικές προκλήσεις για την εμπορία των άγριων φρούτων περιλαμβάνουν την εποχικότητα της συγκομιδής, τις ετήσιες διακυμάνσεις στην παραγωγή, τη σύντομη διάρκεια ζωής και την ανάγκη για γρήγορη επεξεργασία. Η προσέγγιση σε επίπεδο μάρκετινγκ για την αύξηση του εισοδήματος θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν τις πιστοποιήσεις αυτών των ιδιαίτερων προϊόντων (Tudor 2020). Αναγνωρίζοντας την σημαντικότητα των φρούτων που προέρχονται από τα δάση, η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να διερευνήσει των μάρκετινγκ αυτών των προϊόντων σε επίπεδο επιστημονικών ερευνών σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συγκεκριμένη βιβλιομετρική ανάλυση πιστεύουμε ότι είναι η αφορμή για να αναδείξουμε την σημαντικότητα αυτών των προϊόντων τόσο και σε επίπεδο διατροφής όσο και σε οικονομικό.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τη χρήση του λογισμικού VOSviewer απαιτούνται δεδομένα, τα οποία μπορεί να ανακτηθούν από υπηρεσίες ευρετηρίασης (indexing services), όπως το Scopus, το Web of Science κτλ. Στη παρούσα εφαρμογή του λογισμικού VOSviewer χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τα οποία ανακτήθηκαν από την υπηρεσία ευρετηρίασης Scopus. Οι λέξεις - κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι «marketing», «forests fruits» ώστε να γίνει εύρεση τους στους τίτλους, τις περιλήψεις και τις λέξεις - κλειδιά των αντίστοιχων δημοσιεύσεων. Η αναζήτηση έγινε χωρίς κανένα χρονικό περιορισμό σε όλο το εύρος αναζήτησης της συγκεκριμένης πλατφόρμας. Η αναζήτηση ολοκληρώθηκε με αποτελέσματα από την περίοδο από το 1979 έως το 2022 και έτσι είχαμε το σύνολο των δημοσιεύσεων. Το VOSviewer v.1.6.18 είναι ένα λογισμικό που χρησιμοποιείται για την δημιουργία και επεξεργασία χαρτών βιβλιομετρικής ανάλυσης (Van Eck & Waltman, 2007).



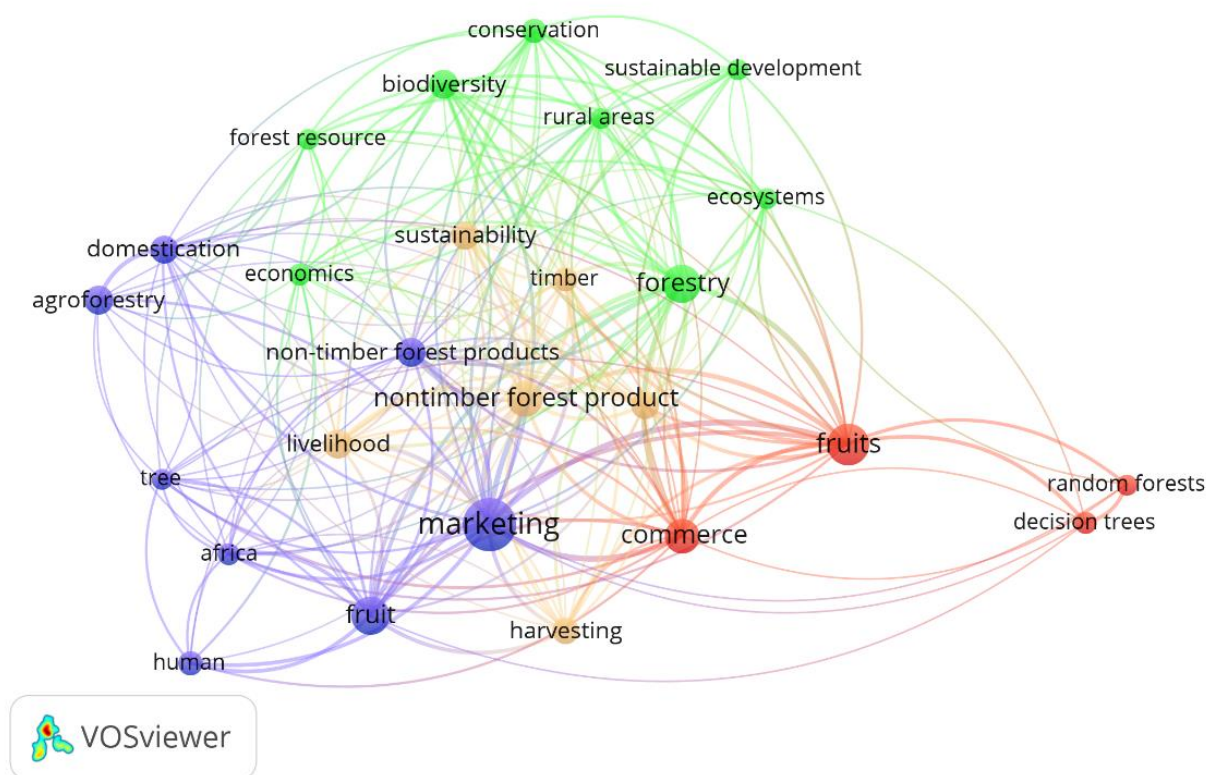
Σχήμα 1. Επιστημονικές δημοσιεύσεις σε ετήσια βάση στο αντικείμενο του μάρκετινγκ φρούτων που προέρχονται από τα δάση που προέρχονται από τα δάση. Πηγή: Scopus.

Figure 1. Annual scientific publications in the field of forest fruit marketing. Source: Scopus.

Αποτελέσματα

Συνολικά εξήχθησαν 112 δημοσιεύσεις από την βάση δεδομένων του Scopus για την περίοδο αναζήτησης 1979 έως και 2022. Αυτές αποτέλεσαν την λίστα η οποία ελέγχθηκε, για διπλότυπα καθώς και τη διασφάλιση ότι οι δημοσιεύσεις αφορούν το θέμα της παρούσας έρευνας. Την τελευταία δεκαετία είχαμε συνολικά 65 δημοσιεύσεις σε σύγκριση με την περίοδο 1979 έως και 2011 που είχαμε μόλις 43.

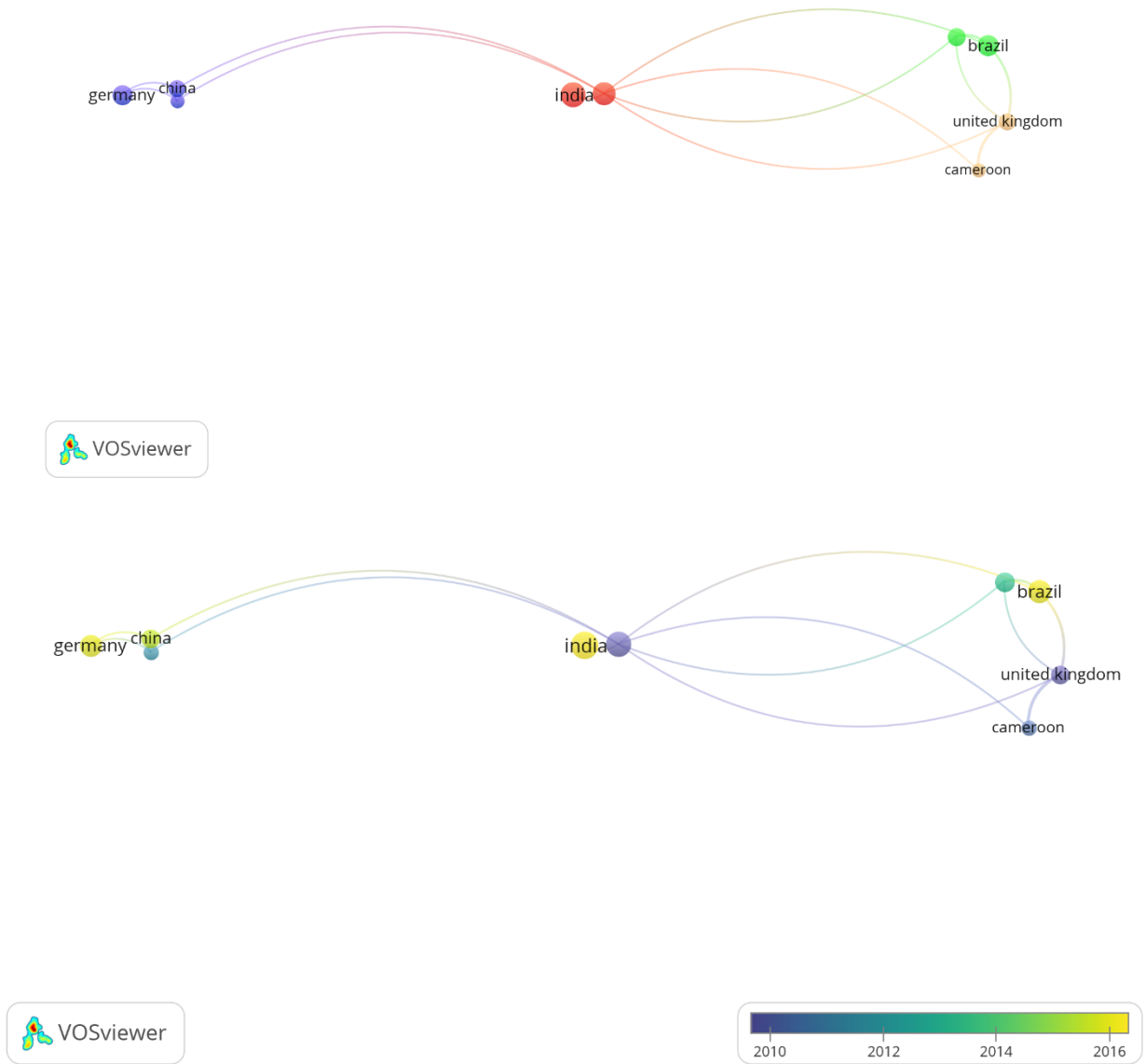
Με τη χρήση του λογισμικού VOSviewer, δημιουργήθηκαν οι τέσσερις συστάδες με βάση την κατηγοριοποίηση των λέξεων-κλειδιών των δημοσιεύσεων. Στο σχήμα 1 μπορούμε να διακρίνουμε τις τέσσερις συστάδες. Η συστάδα 1 περιέχει λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με την δασοπονία, τα φρούτα και το marketing. Η συστάδα 2 περιέχει λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με τα ζώα, την βιοποικιλότητα, το οικοσύστημα και την οικονομία. Η συστάδα 3 περιέχει λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με την βιωσιμότητα, τον βιοπορισμό και το management σχετικά με τα δάση. Τέλος, η συστάδα 4 περιέχει λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με το εμπόριο και τα φρούτα.



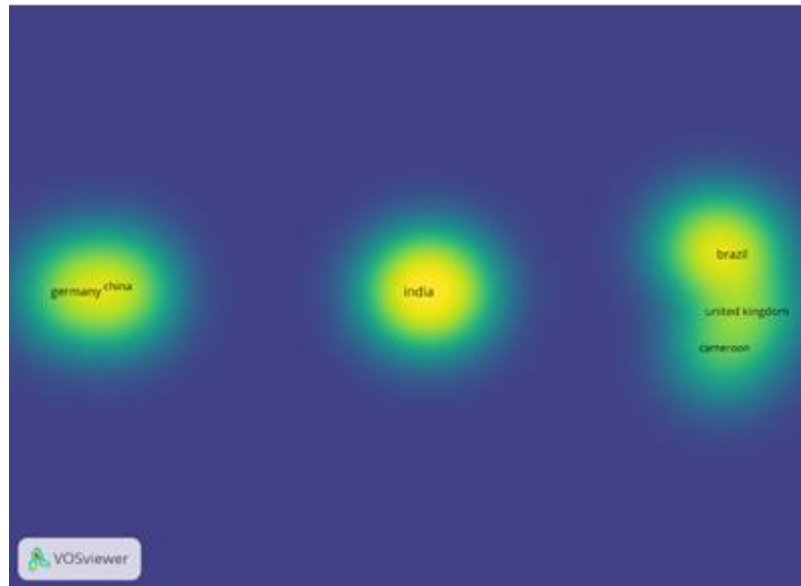
Σχήμα 2. Οπτικοποίηση δικτύου δεδομένων των 26 πιο συχνά χρησιμοποιούμενων λέξεων – κλειδιών με τη βοήθεια του λογισμικού χαρτογράφησης VOSviewer

Figure 2. Data network visualization of the 26 most frequently used keywords using VOSviewer mapping software.

Παρακάτω, παρουσιάζονται και οι τρεις διαθέσιμες οπτικοποιήσεις της ανάλυσης συνσυγγραφής με χώρες, δηλαδή η οπτικοποίηση δικτύου (Σχήμα 2) η οπτικοποίηση επικάλυψης (Σχήμα 3) και η οπτικοποίηση πυκνότητας (Σχήμα 4), επειδή από τις τέσσερις διαθέσιμες αναλύσεις συν-συγγραφής, αυτή με χώρες είναι αυτή από την οποία μπορούν να εξαχθούν τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Έτσι, από τα ανωτέρω σχήματα Σχήμα 2, Σχήμα 3 και Σχήμα 4, φαίνεται ότι υπάρχουν τέσσερις κύριες χώρες-πόλοι οι οποίες συν-συγγράφουν, δηλαδή οι Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ινδονησία και η Γερμανία.



Σχήμα 3. Οπτικοποίηση δικτύου δεδομένων των 10 πιο παραγωγικών χωρών σε επιστημονικές δημοσιεύσεις με τη βοήθεια του λογισμικού χαρτογράφησης VOSviewer (οπτικοποίηση επικάλυψης).
Figure 3. Data network visualization of the 10 most productive countries in scientific publications with the help of VOSviewer mapping software (overlay visualization).



Σχήμα 4. Οπτικοποίηση επικάλυψης δεδομένων των 10 πιο παραγωγικών χωρών σε επιστημονικές δημοσιεύσεις με τη βοήθεια του λογισμικού χαρτογράφησης VOSviewer (οπτικοποίηση πυκνότητας)
 Figure 4. Data network visualization of the 10 most productive countries in scientific publications with the help of VOSviewer mapping software (density visualization)

Από τις Ηνωμένες πολιτείες προέρχονται 13 συνολικά επιστημονικές δημοσιεύσεις με 369 αναφορές, το Ηνωμένο Βασίλειο καταγράφει 7 δημοσιεύσεις και συνολικά 345 αναφορές, από την Ινδονησία προέρχονται 8 συνολικά δημοσιεύσεις και 239 αναφορές και η Γερμανία καταγράφει 10 επιστημονικές εργασίες και 75 αναφορές. Δευτερεύουσες χώρες-πόλοι θα μπορούσαν να θεωρηθούν η Ρωσία, η Αυστρία, η Σουηδία, το Μεξικό και η Νορβηγία. Μεγαλύτερη δραστηριότητα από αυτές καταγράφει η Ινδία με 15 δημοσιεύσεις, το Καμερούν με 5 δημοσιεύσεις και 219 αναφορές, η Βραζιλία με 6 δημοσιεύσεις και η Κίνα με 7 δημοσιεύσεις, ενώ τις λιγότερες αναφορές αποτυπώνεται στο επιστημονικό έργο της Ισπανίας με μόλις 5 εργασίες και με συνολικά 17 αναφορές.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα ξεκίνησε με σκοπό να διερευνηθούν οι επιστημονικές εργασίες στην θεματική ενότητα του marketing φρούτων που προέρχονται από τα δάση. Η βιβλιομετρική ανάλυση έγινε χωρίς κανένα χρονικό περιορισμό ώστε να αναλύσει όλες τις δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες που υπάρχουν στην πλατφόρμα του Scopus. Πιο συγκεκριμένα, η αρχική στόχευση ήταν η καταγραφή και ανάλυση των εργασιών με σκοπό να γνωρίσουν οι αναγνώστες το εύρος αυτού του αντικείμενου καθώς και να αποτυπωθούν οι τάσεις της αγοράς στο αντικείμενο αυτό. Από την βιβλιομετρική ανάλυση τα κυρία συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Ως προς το πλήθος των επιστημονικών δημοσιεύσεων η Ινδία φαίνεται να έχει τα περισσότερα επιστημονικά άρθρα. Ενώ το Καμερούν, η Ισπανία και η Αυστρία τις λιγότερες δημοσιεύσεις.
- Η Ινδία έχει συνολικά 15 επιστημονικές δημοσιεύσεις με συνολικά 360 αναφορές
- Σημαντική θέση στην κατάταξη έχουν και οι Ηνωμένες Πολιτείες με συνολικά 13 δημοσιεύσεις και 369 αναφορές.
- Την τελευταία πενταετία δημοσιεύτηκαν συνολικά το 40,7% όλων των δημοσιεύσεων στο αντικείμενο του marketing φρούτων που προέρχονται από τα δάση.

Τα μη ξυλώδη δασικά προϊόντα (Non-timber forest products, NTFPs) είναι αναπόσπαστο μέρος της αγροτικής οικονομίας και της κοινωνίας μας. Αυτή η βιβλιομετρική ανάλυση διερεύνησε

το σύνολο των εργασιών από το 1979 έως το 2022 που σχετίζονται με τα φρούτα δασικών περιοχών.

Abstract

Non-timber forest products (NTFPs) contribute to the livelihood of local people in many regions around the world. The fruits that come from the forests contribute significantly to the income of the rural households that live near them. Also, wild fruits are a very good source of nutrients for human nutrition. In this paper, 112 papers were studied in the subject area of marketing of forest foods and more specifically fruits, using Vosviewer software. We had four distinct groups of published work. India seems to have the most scholarly articles. While Cameroon, Spain and Austria the fewest publications. India has a total of 15 scientific publications with a total of 360 references.

Βιβλιογραφία

Greene, S.M. Hammett, A., Kant, S. 2000. Non-timber forest products marketing systems and market players in Southwest Virginia: Crafts, medicinal and herbal, and specialty wood products. *J. Sustain. For.* 11, 19–39.

Pettenella, D., Secco, L., & Maso, D. 2007. NWFP&S marketing: lessons learned and new development paths from case studies in some European countries. *Small-scale Forestry*, 6, 373-390.

Pettenella, D., Corradini, G., Da Re, R., Lovric, M., Vidale, E. 2019. NWFPs in Europe—consumption, markets and marketing tools. In *Non-Wood Forest Products in Europe: Seeing the Forest around the Trees*; European Forest Institute: Joensuu, Finland, pp. 31–53.

Adedayo, A., Ogun, M., Kadeba, O. 2010. Access of rural women to forest resources and its impact on rural household welfare in North Central Nigeria. *For. Policy Econ.* 12, 439–450.

Adepoju, A.A., Salau, A.S. 2007. Economic Valuation of Non-Timber Forest Products (NTFPs); Ladoke Akintola University of Technology & Univeristy of Ibadan; Munich Personal RePEc Archive: Munich, Germany, p. 18.

Ahmed, R.M.A. 2019. Contribution of Wild Edible Fruits to Rural Peoples Income. In *Wild Fruits: Composition, Nutritional Value and Products*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 83–90.

Amici, A., Beljan, K., Coletta, A., Corradini, G., Constantin Danila, I., Da Re, R., Ludvig, A., Marčeta, D., Nedeljković, J., Nichiforel, L., κ.α. 2020. Economics, marketing and policies of NWFP. In *Non-Wood Forest Products in Europe. Ecology and Management of Mushrooms, Tree Products, Understory Plants and Animal Products*; BoD—Books on Demand GmbH: Hamburg, Germany.

Andersen, J. Nilsson, C., de Richelieu, T., Fridriksdottir, H., Gobilick, J., Mertz, O., Gausset, Q. 2003. Local use of forest products in Kuyongon, Sabah, Malaysia. *ASEAN Rev. Biodivers. Environ. Conserv.* 2, 1–18.

Avatefi, H.M., Shamekhi, T. 2006. Traditional knowledge and techniques of forest villagers people in utilization of some Non-wood forest products (Case study in Chitan village). *Q. J. Soc. Sci.* 13, 149–179.

Babulo, B., Muys, B., Mathijs, E. 2006. Economic valuation methods of forest rehabilitation in exclosures. *J. Drylands* 2006, 1, 165–170.

Gram, S. Economic valuation of special forest products: An assessment of methodological shortcomings. *Ecol. Econ.* 2001, 36, 109–117.

Heubach, K.; Wittig, R., Nuppenau, E.-A., Hahn, K. 2011. The economic importance of non-timber forest products (NTFPs) for livelihood maintenance of rural west African communities: A case study from northern Benin. *Ecol. Econ.* 2011, 70, 1991–2001.

Jensen, A. Valuation of non-timber forest products value chains. *For. Policy Econ.* 2009, 11, 34–41.

Kamanga, P., Vedeld, P., & Sjaastad, E. 2009. Forest incomes and rural livelihoods in Chiradzulu District, Malawi. *Ecological Economics*, 68(3), 613-624.

Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Prokofieva, I., Wong, J., Pettenella, D., ... & Mavsar, R. 2020. Non-wood forest products in Europe—A quantitative overview. *For. Policy Econ.* 116, 102175.

Mayett, Y., Martínez-Carrera, D., Sinchez, M., Macías, A., Moraaf, S., & Estrada-Torres, A. 2006. Consumption trends of edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. *J. Int. Food Agribus. Mark.* 18(1-2), 151-176.

Paumgarten, F., Shackleton, C. 2009. Wealth differentiation in household use and trade in non-timber forest products in South Africa. *Ecol. Econ.* 2009, 68, 2950–2959.

Pettenella, D. Marketing perspectives and instruments for chestnut products and services. *For. Snow Landsc. Res.* 2001, 76, 511–517.

Saha, D., Sundriyal, R. 2012. Utilization of non-timber forest products in humid tropics: Implications for management and livelihood. *For. Policy Econ.* 14, 28–40.

Sardeshpande, M.; Shackleton, C. 2019. Wild edible fruits: A systematic review of an under-researched multifunctional NTFP (non-timber forest product). *Forests* 10, 467.

Shackleton, C.M., Pandey, A.K. Positioning non-timber forest products on the development agenda. *For. Policy Econ.* 2014, 38, 1–7.

Tudor, C., dincă, L., & Constandache, C. 2020. Benefits Brought by the Abundance and Importance of Forest Fruits from Bistrita-Nasaud County. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 77(1).

Vacik, H., Hale, M., Spiecker, H., Pettenella, D., Tomé, M. 2020. Non-Wood Forest Products in Europe—Ecology and Management of Mushrooms, Tree Products, Understory Plants and Animal Products: Outcomes of the COST Action FP1203 on European NWFPs; Books on Demand: Norderstedt, Germany, pp. 125–202.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ
ΤΗΣ ΜΕΓΑΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΗΣ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ**

**Παλάσκα, Δημήτριος¹; Τρίγκας, Μάριος²; Παπαδόπουλος, Ιωάννης²; Νούσκα-Παλάσκα,
Πασχαλίνα³**

¹Δρ. Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος, ΣΥΣΤΑΔΑ Ο.Ε.- Συστήματα Ανάπτυξης Δασών & Περ/ντος, Καλαμαριά Θεσσαλονίκης, 55133, dp.systada@gmail.com

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού – Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Μάρκετινγκ, Καινοτομίας και Επιχειρηματικότητας, Καρδίτσα, 43100, paradio@uth.gr, mtrigkas@uth.gr

³Δασοπόνος MSc, ΣΥΣΤΑΔΑ Ο.Ε., linasystada@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μέρος του παραδοτέου Ε6 του έργου «Σύνταξη Ειδικών Μελετών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ανασυγκρότηση του δασικού περιβάλλοντος της Β. Εύβοιας» με αντικείμενο τη συνολική οικονομική αποτίμηση (προϊόντων και οικοσυστημικών υπηρεσιών) των δασών της Β. Εύβοιας που κήκαν στην πυρκαγιά του Αυγούστου 2021. Η συνολική οικονομική αποτίμηση (κεφαλαιοποιημένη) των δασών της περιοχής μελέτης φτάνει τα 924.733.312 € (1.492,41 €/στρ), που αντιστοιχεί σε ετήσια αξία 32.365.666 € (52,23 €/στρ). Η κύρια μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίζεται στη θεσμοθετημένη «Μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης». Η μελέτη αυτή είναι η πρώτη στο είδος της για την αποτίμηση μίας τόσο μεγάλης έκτασης καταστροφή και αποτελεί πολύτιμο εργαλείο λήψης αποφάσεων για την ανασυγκρότηση της περιοχής, αποτελώντας υπόδειγμα για την καταβολή αποζημιώσεων σε ανάλογες φυσικές καταστροφές.

Λέξεις κλειδιά: Οικονομική αποτίμηση, Εύβοια, οικοσυστημικές υπηρεσίες, παραγωγή δασών, δασικές πυρκαγιές

Εισαγωγή

Τα δασικά οικοσυστήματα παρέχουν πληθώρα αγαθών και υπηρεσιών κρίσιμης οικολογικής, κοινωνικής και οικονομικής σημασίας για τη βιωσιμότητα της κοινωνίας μας. Τα δασικά αγαθά και υπηρεσίες αντιπροσωπεύουν τα οφέλη που αποκομίζουν οι άνθρωποι πληθυσμοί, άμεσα ή έμμεσα, από τις λειτουργίες των δασικών οικοσυστημάτων (ΜΕΑ 2005α). Από την άλλη, η σημασία της βιώσιμης διαχείρισης των μη εμπορεύσιμων δασικών αγαθών και υπηρεσιών έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Σε αντίθεση με τα δασικά αγαθά και τις δασικές υπηρεσίες της αγοράς, τα μη αγοραία αγαθά και υπηρεσίες δεν αποτελούν αντικείμενο παραδοσιακής διαπραγμάτευσης και η αξία τους δεν καθορίζεται από την τιμή της αγοράς. Αυτά τα χαρακτηριστικά των μη αγοραίων αγαθών και υπηρεσιών, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη σημασία τους και τις κοινωνικές απαιτήσεις, μπορούν να οδηγήσουν σε μη βιώσιμη διαχείριση αυτών των αγαθών και υπηρεσιών.

Διαφορετικά συστήματα ταξινόμησης έχουν εκπονηθεί για διαφορετικούς ειδικούς σκοπούς και, ως εκ τούτου, όλα έχουν πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο μπορούν να εφαρμοστούν. Οι προσεγγίσεις αυτές βασίζονται: (1) στις λειτουργικές ομαδοποιήσεις (De Groot κ.ά. 2002), (2) στις οικονομικές αξίες και στον τύπο χρήσης (π.χ. άμεση χρήση, έμμεση χρήση, προαιρετικές και παθητικές αξίες) (Merlo 2005), (3) στον δημόσιο/ιδιωτικό χαρακτήρα των αγαθών και υπηρεσιών, (4) σε μια ολιστική προσέγγιση (με βάση την τριμερή προσέγγιση πόρος-προϊόν-χρήστης) (Mantau κ.ά. 2007). Η Αξιολόγηση Οικοσυστημάτων της Χιλιετίας (ΜΕΑ 2005β) προτείνει δύο συστήματα ταξινόμησης. Μια γενική ταξινόμηση, για όλους τους τύπους οικοσυστημάτων και μια πιο ειδική που σχετίζεται με τα δασικά αγαθά και υπηρεσίες. Και τα δύο συστήματα βασίζονται στη λειτουργική ταξινόμηση των αγαθών και υπηρεσιών και σχετίζονται

στενά με τα συστήματα που προτάθηκαν από τους Daily (1999), Constanza κ.ά. (1997), De Groot κ.ά. (2002).

Σύμφωνα με το σύστημα για τα δάση, οι υπηρεσίες χωρίζονται σε πέντε κύριες κατηγορίες: πόροι, οικολογικές, βιοσφαιρικές, κοινωνικές και πολιτισμικές/αναψυχικές. Η κατηγορία των πόρων αναφέρεται σε όλα τα αγαθά που μπορούν να αποκτηθούν από τα δάση (ξύλινα και μη), οι οικολογικές υπηρεσίες είναι αυτές που σχετίζονται με την προστασία του νερού, του εδάφους και της υγείας, οι βιοσφαιρικές υπηρεσίες είναι κυρίως η ρύθμιση του κλίματος και η προστασία της βιοποικιλότητας, ενώ οι κοινωνικές υπηρεσίες και οι πολιτισμικές/αναψυχικές υπηρεσίες περιλαμβάνουν διάφορους τύπους δραστηριοτήτων αναψυχής και την πολιτιστική σημασία των δασών.

Στο πλαίσιο αυτό έγινε η συνολική οικονομική αποτίμηση των δασών της Β. Εύβοιας που κάηκαν στη μεγάλη πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021, ώστε να υπάρξει μία συνολική οικονομική αποτίμηση της απώλειας τόσο των προϊόντων όσο και των οικοσυστημικών και λοιπών υπηρεσιών των δασικών οικοσυστημάτων της περιοχής. Η μελέτη αυτή είναι η πρώτη στο είδος της που αφορά σχετική αποτίμηση στο πλαίσιο μίας τόσο μεγάλης έκτασης καταστροφής, τόσο από γεωγραφική όσο και από ποιοτική άποψη.

Υλικά και Μέθοδοι

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μέρος του παραδοτέου Ε6 του έργου «Σύνταξη Ειδικών Μελετών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ανασυγκρότηση του δασικού περιβάλλοντος της Β. Εύβοιας». Η περίοδος εκπόνησης ήταν Αύγουστος 2022 – Μάιος 2023. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που χορηγήθηκαν από τους συνεργάτες του Παν/μίου Θεσσαλίας στα δύο τοπικά Δασαρχεία Ιστιαίας και Λίμνης, καθώς επίσης και διαθέσιμα δεδομένα από διάφορες πηγές. Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε η περιοχή που επηρεάστηκε από την πυρκαγιά του Αυγούστου 2021 και περιλαμβάνει συνολικά 63 δάση ή δασικά συμπλέγματα, σύμφωνα με τη χαρτογράφηση που υλοποίησε η εταιρεία ΥΛΗ και περιλαμβάνεται στα γεωχωρικά δεδομένα του αποθετηρίου EYBOIA META.

Η κύρια μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την οικονομική αποτίμηση των λειτουργιών των δασικών οικοσυστημάτων στην περιοχή μελέτης βασίζεται στην «Μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης», όπως αυτή περιγράφεται στο αναλυτικό εγχειρίδιο των Αλμπάνη κ.ά. (2015) (ΦΕΚ Β' 2980/4-11-2014). Σύμφωνα με το εν λόγω εγχειρίδιο, η μέση αξία δασικής γης για τα Δασαρχεία Ιστιαίας και Λίμνης εκτιμήθηκε σε 862,68 €/στρ και 856,33 €/στρ αντίστοιχα, κυμαινόμενη από 321,09 €/στρ η ελάχιστη έως 1.423,82 €/στρ η μέγιστη. Με την παρούσα μελέτη επιδιώκεται η ακριβέστερη προσέγγιση της οικονομικής αποτίμησης των λειτουργιών των δασικών οικοσυστημάτων στην περιοχή μελέτης, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα πλέον επικαιροποιημένα διαθέσιμα στοιχεία και αποτιμώντας την αξία των λειτουργιών πριν και μετά τη δασική πυρκαγιά. Τα διαθέσιμα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένου και του αρχείου των Δασικών Υπηρεσιών, όπου γίνεται πλήρης και συστηματική καταγραφή στοιχείων παραγωγής κατά δάσος / δασικό σύμπλεγμα, σε επίπεδο συστάδας.

Για την οικονομική αποτίμηση των παραγωγικών λειτουργιών και οικοσυστημικών υπηρεσιών των δασών της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία εκτίμησης της αξίας δασικής γης, όπως αυτή έχει θεσμοθετηθεί με το ΦΕΚ και ισχύει μέχρι σήμερα, με κατάλληλες προσαρμογές όσον αφορά τις επιμέρους μεταβλητές και τα βασικά δεδομένα του υποδείγματος (π.χ. τιμές προϊόντων, άνθρακα, πραγματική παραγωγή δασικών προϊόντων). Το εν λόγω υπόδειγμα βασίζεται στην έρευνα των Mavsar κ.ά. (2008) και υπολογίζει την συνολική οικονομική αξία (Total Economic Value) της δασικής με την εξίσωση της κεφαλαιοποίησης άπειρου πλήθους (αιφορικών) ετήσιων προσόδων κατά επιμέρους λειτουργία ή υπηρεσία, ως εξής (Αλμπάνης κ.ά. 2015):

$$TEV = \frac{[(V_{wood} + V_{nonwood} + V_g + V_h + V_c + V_{ns} + V_{sa} + V_b)] - (D_i + D_e)}{p}$$

Όπου:

- TEV=συνολική οικονομική αξία του δάσους (σε ευρώ / ha ή συνολικά)
- Vw= η ετήσια αξία του παραγόμενου ξύλου
- Vnwfr= η αξία μη ξυλωδών δασικών προϊόντων
- Vg= η ετήσια αξία βόσκησης
- Vh= η ετήσια αξία από κυνήγι
- Vt= η ετήσια αξία αναψυχής
- Vps= η ετήσια αξία της προστασίας του εδάφους
- Vsq= η ετήσια αξία της δέσμευσης του άνθρακα
- Vb= η ετήσια αξία βιοποικιλότητας του δάσους
- Df= η ετήσια ζημία του κινδύνου πυρκαγιάς
- De= η ετήσια ζημία του εδάφους λόγω διάβρωσης
- p= επιτόκιο προεξόφλησης (%)

Ειδικά όσον αφορά στην αξία της λειτουργίας της παραγωγής δασικών προϊόντων (ξυλείας) χρησιμοποιήθηκαν και εναλλακτικές μέθοδοι, όπως η **αξία άμεσης υλοτομίας** (εξίσωση 1) και η **αξία αναμονής** (εξίσωση 2), που βασίζονται κυρίως στο υφιστάμενο ξυλαπόθεμα του αποτιμώμενου δάσους και στις καρπώσεις (τελική και ενδιάμεσες), αντίστοιχα (Στάμου 1985), οι οποίες στη δασική πράξη εκτιμούνται ως ποσοστό του ξυλαποθέματος, και όχι στην ετήσια προσαύξηση, η οποία αποτελεί μέγεθος δυσκολότερα μετρήσιμο.

$$\sum_{x=1}^n m_x (p_x - \kappa_x) \quad (1)$$

$$WR = \frac{A_u + \Sigma D - c - u \cdot v}{0,0p} \cdot \frac{F}{u} \quad (2)$$

Αποτελέσματα

Οικονομική αποτίμηση παραγωγικών λειτουργιών του δάσους

Το συνολικό ξυλαπόθεμα της περιοχής μελέτης εκτιμάται σε **4.264.335m³** με την εξής αναλογία κατά δασικό είδος: χαλέπιος Πεύκη: 70% - μαύρη Πεύκη: 13% - Ελάτη: 6% - Δρυς: 3% - Πλάτανος: 2% - αείφυλλα-πλατύφυλλα: 4% - λοιπά είδη (φράξος, πλατύφ., αναδασώσεις): 2%. Χρησιμοποιώντας τις αγοραίες τιμές του Πίνακα Διατίμησης Δασικών Προϊόντων 2021 και τις Τιμές Ανάθεσης Υλοτομικών Εργασιών έτους 2022 υπολογίστηκαν οι παρακάτω τιμές πρέμνου: χαλέπιος Πεύκη: 15,19 €/m³ - μαύρη Πεύκη: 16,70 €/m³ - Ελάτη: 19,58 €/m³ - Δρυς: 15,96 €/m³ - Πλάτανος: 10,00 €/m³ (εκτίμηση) - Αείφυλλα πλατύφυλλα: 11,00 €/m³ (ίσο με το μίσθωμα δημοσίου).

Με τη μέθοδο της **αξίας άμεσης υλοτομίας** (που εφαρμόζεται στην πράξη για την απομάκρυνση του απονεκρωθέντος ξυλαποθέματος σε βάθος 3ετίας) και μέση σταθμισμένη τιμή πρέμνου **15,00 €/m³** (για όλα τα είδη) έχουμε:

- 4.264.335 m³X 15,00 €/m³ = 63.965.025 €, για το σύνολο της περιοχής μελέτης
- 3.100.000 m³X 15,00 €/m³ = 46.500.00 €, μόνο για την καείσα έκταση

Εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης για την παραγωγική λειτουργία της παραγωγής ξύλου (που βασίζεται στη Μέση Ετήσια Προσαύξηση) με τις νέες τιμές πρέμνου, η συνολική (κεφαλαιοποιημένη) αξία της παραγωγής ξύλου εκτιμάται σε **85.184.605,04 €** (10% του συνόλου), ή σε **2.981.461,18 €/έτος**, για το σύνολο της περιοχής μελέτης.

Όπως παρατηρούμε, η παραπάνω εκτίμηση είναι σημαντικά μεγαλύτερη, αν και συγκρίσιμη, από την υπολογιζόμενη με τη μέθοδο του κόστους άμεσης υλοτομίας, πιθανόν εξ αιτίας του γεγονότος ότι κεφαλαιοποιεί αειφορικές προσόδους υπό την προϋπόθεση κανονικής διαχείρισης, κάτι το οποίο όμως δεν ισχύει στη δασική πράξη. Εξάλλου, από τα πραγματικά στοιχεία της τελευταίας 10ετίας προκύπτει ότι οι μέσες ετήσιες παραγόμενες ποσότητες ανέρχονται σε **23.267 m³** (1.764 m³ για τα δάση του Δασαρχείου Ιστιαιάς και 21.503 m³ για τα δάση του Δασαρχείου Λίμνης Η ετήσια αξία της παραγωγής με την ίδια μέση τιμή διάθεσης ανέρχεται σε 209.403 ευρώ.

Όπως είναι γνωστό, η αειφορική διαχείριση των συστάδων επιτάσσει το λήμμα υπολογίζεται ως ποσοστό της προσαύξησης, ανάλογα με την ξυλοβρίθεια των συστάδων και ανάλογα με την απόκλιση από την κανονικότητα (το κανονικό ξυλαπόθεμα εκτιμάται προσεγγιστικά ως το 10πλάσιο του μέσου ύψους των δένδρων). Στη δασική πράξη το λήμμα 10ετίας καθορίζεται σε **10-12% του ξυλαποθέματος**, εκτός αν σημαντική επιφάνεια αυτών έχει έντονο ανάγλυφο ή το οδικό δίκτυο είναι ανεπαρκές, το οποίο σε γενικές γραμμές δεν ισχύει για την περιοχή μελέτης. Κατά συνέπεια, το ετήσιο λήμμα εκτιμάται σε 1% του ξυλαποθέματος και μπορεί να θεωρηθεί περίπου σταθερό (υπό ιδανικές συνθήκες θα πρέπει να αυξάνεται ελαφρώς). Ως εκ τούτου, η θεωρητική ετήσια κάρπωση για το σύνολο της περιοχής μελέτης εκτιμάται σε **42.600 m³**, εκτίμηση που είναι σχεδόν διπλάσια από τα πραγματικά δεδομένα. Με την ίδια μεθοδολογία υπολογισμού, η αξία της (θεωρητικής) ετήσιας κάρπωσης εκτιμάται σε 639.000 ευρώ. Αν και η εκτίμηση αυτή είναι σημαντικά μικρότερη από εκείνη που υπολογίστηκε παραπάνω, εν τούτοις πρόκειται για αειφορική πρόσοδο που εξασφαλίζει την υποστήριξη και των λοιπών παραγωγικών λειτουργιών και οικοσυστημικών υπηρεσιών, σε αντίθεση με την περίπτωση της άμεσης υλοτομίας, που άμεσα μηδενίζει για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα τις υπόλοιπες παραγωγικές λειτουργίες και οικοσυστημικές υπηρεσίες.

Η ετήσια αξία της ρητίνης εκτιμήθηκε σε **355.628,23 €** για το σύνολο της περιοχής μελέτης και σε **229.595,97 €** για την περιοχή που επλήγη από την πυρκαγιά. Η εκτίμηση περιλαμβάνει την πραγματική μέση απόδοση σε ρητίνη των πευκοδασών (**72,29 kg/ha**), με βάση τα στοιχεία της τελευταίας 10ετίας, τη συνολική έκταση χαλεπίου Πεύκης που δήλωσαν τα δασαρχεία (47.449 ha) και τιμή 0,16 €/kg, σύμφωνα με τη μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης. Ωστόσο, σύμφωνα με τη μεθοδολογία εκτίμησης της αξίας δασικής γης η απόδοση αυτή εκτιμάται σε **161 kg/ha**, καθώς βρέθηκε από πειράματα ότι η μέση ετήσια απόδοση ανά δένδρο ανέρχεται σε 2,3 kg, ενώ ο αριθμός των δένδρων που ρητινεύονται ανέρχεται σε 70 δένδρα / ha. Πράγματι, εξετάζοντας τα έτη με τη μέγιστη απόδοση ρητίνης στα δύο Δασαρχεία βρέθηκε ότι η μέγιστη παραγωγή ρητίνης προσεγγίζει τους 4.000 τόνους, που αντιστοιχεί σε έκταση 30.000 ha, σύμφωνα με τη χαρτογράφηση της βλάστησης που πραγματοποιήθηκε με δορυφορικές εικόνες, δηλαδή μέγιστη πραγματική απόδοση 133 kg/ha. Καθώς ο αριθμός των ρητινεργατών μειώνεται τα τελευταία χρόνια συμπεραίνουμε ότι είναι ασφαλέστερο να χρησιμοποιηθεί η απόδοση σε ρητίνη του υποδείγματος (161 kg/ha), που περιλαμβάνει και δένδρα που δεν ρητινεύονται λόγω έλλειψης ρητινεργατών. Ως εκ τούτου, η αξία της ρητίνης ανέρχεται σε **989.977,67 €** για το σύνολο της περιοχής μελέτης και **639.136,22 €** για την πληγείσα περιοχή.

Όσον αφορά στην αξία παραγωγής λοιπών μη ξυλωδών δασικών προϊόντων, αυτά αφορούν σε μανιτάρια, δαδί, καλλωπιστικούς κλάδους, ξυλάνθρακες, χριστουγεννιάτικα δένδρα (τα οποία όμως παράγονται κυρίως σε αγροκτήματα), ρίζες ερείκης, εδώδιμους καρπούς (κούμαρα) κ.ά. Για τα **μανιτάρια** (κοινά) η εκτιμώμενη αξία ανέρχεται σε **80.072,71 €** (με μέση απόδοση 1 kg/ha για δάση ελάτης, μαύρης Πεύκης, Δρυός και Καστανιάς και τιμή **4,00 €/kg** αντί 1,50 €/kg, σύμφωνα με τον Πίνακα Διατίμησης Δασικών Προϊόντων). Στη μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης δεν περιλαμβάνονται πληροφορίες για την απόδοση των δένδρων σε δαδί ή την τιμή αυτού. Σύμφωνα με τον Πίνακα Διατίμησης Δασικών Προϊόντων το μίσθωμα του δημοσίου για το δαδί είναι 0,05 €/kg, με αγοραία τιμή τα **0,15 €/kg**. Από έρευνα στο διαδίκτυο βρέθηκε ότι το δαδί πωλείται χονδρική από 0,60 – 1,00 €/kg, που σημαίνει ότι η καθαρή πρόσοδος (χωρίς τα έξοδα τεμαχίσματος, συσκευασίας, μεταφοράς κλπ) πρέπει να κυμαίνεται πράγματι στα 0,15-0,20 €/kg. Η εκτιμώμενη αξία παραγωγής δαδιού ανέρχεται σε **335.810,16 €** για την περιοχή μελέτης και σε **217.651,76 €** για την πληγείσα περιοχή.

Η ετήσια αξία βόσκησης που εκτιμήθηκε με τη μεθοδολογία υπολογισμού της αξίας δασικής γης ανέρχεται σε **2.475.301,82 ευρώ**, ενώ της παραγωγής μελιού σε **485.201,60 €**. Όσον αφορά στην ετήσια παραγωγή μελιού στα δάση της Β. Εύβοιας, αυτή εκτιμάται σε 5 χιλιάδες τόνους (10 kg/κυψέληX 500.000 κυψέλες). Επιπλέον, η **τιμή παραγωγού** για το πευκόμελο εκτιμάται σε **4,00 €/kg**, από την οποία θα πρέπει να αφαιρεθούν τα έξοδα παραγωγής, που περιλαμβάνουν σημαντικές μετακινήσεις ανά τη χώρα. Ως εκ τούτου θα πρέπει να δεχθούμε καθαρό κέρδος περίπου 25% της τιμής παραγωγού, δηλαδή 1,00 €/kg καθαρή πρόσοδος για την παραγωγή μελιού. Στην περίπτωση αυτή, η ετήσια αξία παραγωγής μελιού (για το σύνολο της περιοχής μελέτης) ανέρχεται σε **7.107.723,00 €**, ενώ για την περιοχή που επλήγη από την πυρκαγιά σε **4.086.706,50 €**. Με παρόμοιο σκεπτικό, η ετήσια αξία βόσκησης θα πρέπει να θεωρηθεί ως υπερεκτιμημένη,

λαμβάνοντας υπ' όψιν το υφιστάμενο κτηνοτροφικό κεφάλαιο (δεν λαμβάνεται υπ' όψιν η βόσκηση των άγριων ζώων). Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει τόσο με την προσέγγιση της παραγωγής γάλακτος (30-90 kg / ζώο) και κρέατος (μέση απόδοση 10 kg / σφάγιο), λαμβάνοντας υπ' όψιν τις μέσες τιμές παραγωγού, όσο και με τους **πίνακες καθαρών γεωργικών εισοδημάτων** του έτους 2013, σύμφωνα με τους οποίους τα αιγοπρόβατα γαλακτοπαραγωγής αποδίδουν καθαρό εισόδημα ετησίως 20,00-24,76 ευρώ / κεφαλή, τα αμνοερίφια πάχυνσης 13,71 ευρώ / κεφαλή ενώ οι αγελάδες από 149,56 – 184,21 ευρώ / κεφαλή, ανάλογα με την κατεύθυνση παραγωγής.

Οικονομική αποτίμηση οικοσυστημικών υπηρεσιών

Με το υπόδειγμα της μεθοδολογίας εκτίμησης αξίας δασικής γης, η υπηρεσία της **προστασίας του εδάφους από τη διάβρωση** αποτιμήθηκε σε **8.032.500 € ετησίως** ή 229.500.000 ευρώ συνολικά (39% της συνολικής αξίας) για το σύνολο της περιοχής μελέτης. Με τη χρησιμοποιούμενη τιμή εδάφους 6,00 € / m³, η εκτιμώμενη ποσότητα που συγκρατείται από τα δασικά οικοσυστήματα στην περιοχή μελέτης ανέρχεται σε 1.338.750 m³/έτος. Η αξία αυτή για την πληγείσα μόνο περιοχή (δασικές εκτάσεις εντός της περιμέτρου της πυρκαγιάς εξαιρουμένων των εκτάσεων που δεν κάηκαν) ανέρχεται σε **5.726.420 € ετησίως**.

Η ετήσια **αξία αναψυχής** εκτιμήθηκε, με τη μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης, σε **5.002.854,80 €** (24,3% της συνολικής), ενώ η ετήσια αξία θήρας (που αποτελεί επίσης μία μορφή αθλήματος ή/και αναψυχής, ανεξάρτητα δηλαδή από την αξία της θηραματικής κάρπωσης) σε **93.696 €** (0,45% της συνολικής). Δεδομένου ότι στην περιοχή δραστηριοποιούνται περί τους 1.380 κυνηγούς, η εν λόγω εκτίμηση της αξίας θήρας θεωρείται μάλλον υποτιμημένη (68 €/κυνηγό). Ανάλογα, για την **αξία αναψυχής** θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ο αριθμός επισκεπτών στα δάση της περιοχής μελέτης, ο οποίος εκτιμάται σε 20.000-30.000 άτομα, δεδομένου ότι μόνο στους καταρράκτες της Δρυμόνας καταγράφονται 10.000 επισκέπτες ετησίως. Η επίδραση των δασών στον τουρισμό της περιοχής είναι δυνατόν να εκτιμηθεί με βάση τη μείωση στον αριθμό αφίξεων / διανυκτερεύσεων μεταξύ των ετών 2019 / 2021, μείωση που μπορεί να αποδοθεί εν μέρει και στην καταστροφή των δασών λόγω της πυρκαγιάς του Αυγούστου 2021. Η μείωση αυτή ήταν 20% περίπου στις αφίξεις, όπως έχει ήδη αναφερθεί και 37,6% για τις διανυκτερεύσεις (-140.000 διανυκτερεύσεις). Με μέση ημερήσια δαπάνη τα 70 ευρώ, η απώλεια τουριστικών εισπράξεων μεταξύ των ετών 2019/2021 ανέρχεται σε 9.800.000 €, μέγεθος που είναι συγκρίσιμο με την εκτιμώμενη αξία αναψυχής, γεγονός το οποίο μπορεί να επικυρώσει την εκτιμώμενη αξία αναψυχής.

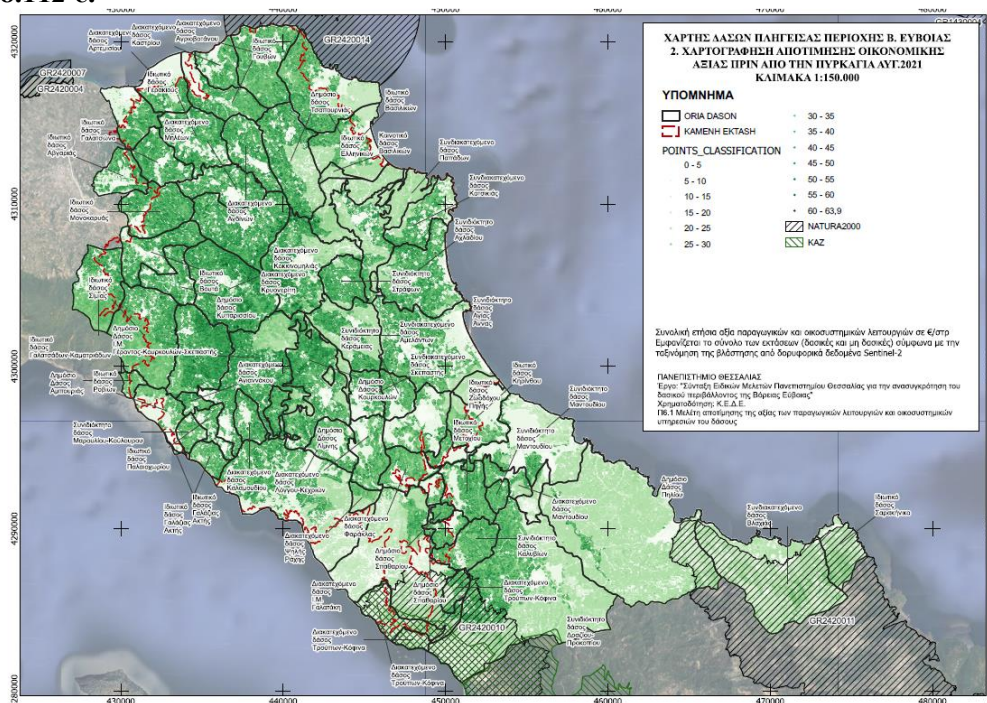
Η ετήσια **αξία προστασίας της βιοποικιλότητας** εκτιμήθηκε σε **4.806.950,40 €** για το σύνολο της περιοχής μελέτης και σε **2.757.585,60 €** για την πληγείσα περιοχή, σύμφωνα με τη μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης. Η εκτίμηση αυτή παραμένει ως έχει καθώς δεν υφίστανται δεδομένα αγοράς για την αξιολόγηση του υπολογισμού, που βασίζεται σε βιβλιογραφική έρευνα. Η ετήσια **αξία δέσμευσης άνθρακα** εκτιμήθηκε σε **756.967,69 €** για το σύνολο της περιοχής μελέτης και σε **481.164,16 €** για την πληγείσα περιοχή. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται σε επικαιροποιημένες εκτιμήσεις απόληξης δασικών προϊόντων (σε σχέση με αυτές που αναφέρονται στη μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης) καθώς παρατηρήθηκε το φαινόμενο να προκύπτουν αρνητικές τιμές της διαφοράς MAI-Vn κατά θέσεις, υπήρχε δε υποεκτίμηση της συνολικής παραγόμενης ποσότητας Vn1 (14.359 m³). Η εκτίμηση της πραγματικά παραγόμενης ποσότητας έγινε εμπειρικά με ποσοστά κάρπωσης της ετήσιας προσάυξης κατά Π.Τ. ως εξής: 40% για την Π.Τ. I, 30% για την Π.Τ. II, 15% για την Π.Τ. III, 10% για την Π.Τ. 4 και 5% για την Π.Τ. IV. Με τη μέθοδο αυτή εκτιμήθηκε συνολικά παραγόμενη ποσότητα Vn2 = 36.405 m³, που αποτελεί εκτίμηση πλησιέστερη στα πραγματικά δεδομένα της περιοχής. Όσον αφορά στην τιμή του άνθρακα, αυτή εκλήφθηκε ίση με **16,00 €/t**, που αποτελεί επικαιροποιημένη τιμή (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2020) σε σχέση με την τιμή 4,87 €/t που περιλαμβάνεται στο εγχειρίδιο της μεθοδολογίας εκτίμησης αξίας δασικής γης.

Η ετήσια **ζημία από πυρκαγιές** εκτιμήθηκε, σύμφωνα με τη μεθοδολογία εκτίμησης αξίας δασικής γης, σε **2.899.726,40 €**. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται σε τιμές κόστους (ζημίας) ανά δασικό είδος και σε υπολογισμούς που λαμβάνουν υπ' όψιν το ετήσιο κόστος πρόληψης, κατάσβεσης, καταστροφής ξύλου και ΜΞΔΠ, αντικατάστασης του δάσους, καθώς επίσης και σε στατιστικά στοιχεία δασικών πυρκαγιών (καμένης έκταση ανά είδος) για το σύνολο της χώρας, αντιστοιχεί δε στο **9,3%** της συνολικής εκτιμώμενης αξίας, ξεπερνώντας την αξία των παραγόμενων δασικών

προϊόντων. Επιχειρώντας να αξιολογήσουμε την εκτίμηση αυτή ειδικά για τα δάση της Β. Εύβοιας, πραγματοποιήθηκε έρευνα στα στατιστικά του Πυροσβεστικού Σώματος (σύνολα δεδομένων) της περιόδου 2000-2022 (23 έτη) που περιλαμβάνει και το έτος 2021, οπότε και συνέβη η καταστρεπτική πυρκαγιά του Αυγούστου. Από τη μελέτη των στοιχείων αυτών ειδικά για τα δάση της περιοχής μελέτης (Δασαρχείων Ιστιαίας και Λίμνης) προκύπτει ότι μέσο ετήσιο ποσοστό καμένης έκτασης δασών, δασικών εκτάσεων και χορτολιβαδικών εκτάσεων δεν ξεπερνά το 3% του συνόλου των εκτάσεων δασικού χαρακτήρα. Το ποσοστό αυτό όμως μειώνεται εφ' όσον η ανάλυση συμπεριλάβει μεγαλύτερο αριθμό ετών, καθώς η καταστροφή που συνέβη τον Αύγουστο του 2021 ήταν μοναδική στα χρονικά. Παρ' όλα αυτά, εν όψει και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (αναμένονται συχνότερες και πιο καταστρεπτικές πυρκαγιές) μπορεί να γίνει δεκτό ότι το μέσο ετήσιο ποσοστό καμένης έκτασης θα φτάνει το **1% της συνολικής έκτασης** καθώς αν εξαιρεθεί η πυρκαγιά του Αυγούστου 2021, στα δάση της Β. Εύβοιας καίγονταν κατά μ.ό. μόλις 2.117 στρ, λόγω της ευεργετικής επίδρασης της ρητίνευσης των πευκοδασών, της ύπαρξης πυκνού δασικού οδικού δικτύου, της διαχείρισης – εκμετάλλευσης των δασών κ.ά παραγόντων. Η ετήσια αξία του 1% της έκτασης της περιοχής μελέτης (5.000 στρ) ανέρχεται σε **229.489 €**, ποσό υπο-πολλαπλάσιο του εκτιμώμενου κόστους ζημίας.

Συνολική οικονομική αποτίμηση δασών περιοχής μελέτης

Η συνολική ετήσια οικονομική αξία των δασών και δασικών εκτάσεων της περιοχής μελέτης (Εικόνα 1), εκτιμήθηκε σε **29.763.575,26 €** που αντιστοιχεί σε μέση τιμή **1.376,39 €/στρ** (κυμαινόμενη από 333,63 €/στρ για τις άγονες εκτάσεις έως 1.906,91 €/στρ για τα δάση χαλεπίου Πεύκης με υπόροφο αειφύλλων πλατυφύλλων, που αναδεικνύονται ως τα πιο πολύτιμα οικοσυστήματα). Η κεφαλαιοποιημένη αξία των δασών με προεξοφλητικό (δασικό) επιτόκιο 3,5% ανέρχεται σε **850.387.865 €**. Όσον αφορά μόνο στην πληγείσα περιοχή (εντός περιμέτρου αναδασωτέας εξαιρουμένων των μη καμένων δασικών εκτάσεων) η ετήσια οικονομική αξία αυτής εκτιμήθηκε σε **18.350.784 €**, που αντιστοιχεί σε μέση τιμή **1.533,39 €/στρ**. Η κεφαλαιοποιημένη αξία της πληγείσας δασικής έκτασης με προεξοφλητικό (δασικό) επιτόκιο 3,5% ανέρχεται σε **524.308.112 €**.



Εικόνα 1.Χαρτογράφηση αποτίμησης οικονομικής αξίας, κατά παραγωγική λειτουργία / οικοσυστημική υπηρεσία και ιδιοκτησιακό καθεστώς περιοχής μελέτης πριν την πυρκαγιά.

Picture 1.Economic valuation mapping, by productive function/ecosystem service and ownership status of study area prior to fire.

Στον Πίνακα 1 φαίνεται η κατανομή της οικονομικής αποτίμησης κατά παραγωγική λειτουργία και οικοσυστημική υπηρεσία για το σύνολο της έκτασης και για την πληγείσα μόνο περιοχή.

Πίνακας 7. Οικονομική αποτίμηση των δασών στο σύνολο της περιοχής μελέτης και στην περιοχή που επλήγη από την πυρκαγιά, κατά παραγωγική λειτουργία / οικοσυστημική υπηρεσία και Δασαρχείο αρμοδιότητας

Table 1. Economic valuation of forests in the whole study area and in the area affected by the fire, by productive function/ecosystem service and Forestry Department

Παραγωγική λειτουργία / υπηρεσία	Σύνολο περιοχής μελέτης					Περιοχή που επλήγη από την πυρκαγιά					
	Ιστιαίας	Λίμνης	Σύνολο	Κατά-νομή %	Κεφαλαιοποιημένη αξία (p=3,5%)	Ιστιαίας	Λίμνης	Σύνολο	Κατά-νομή %	Κεφαλαιοποιημένη αξία (p=3,5%)	% που επηρεάστηκε
Παραγωγή Ξύλου	946.388€	2.035.074€	2.981.461€	10,0%	85.184.605€	760.578€	1.132.639€	1.893.217€	10,3%	54.091.921€	63,5%
Ρητίνη	309.377€	680.601€	989.978€	3,3%	28.285.076€	266.547€	372.589€	639.136€	3,5%	18.261.035€	64,6%
Δαδί	112.066€	223.744€	335.810€	1,1%	9.594.576€	96.538€	121.114€	217.652€	1,2%	6.218.622€	64,8%
Μανιτάρια	29.237€	50.835€	80.073€	0,3%	2.287.792€	20.135€	25.815€	45.951€	0,3%	1.312.874€	57,4%
Μέλι	2.103.408€	5.004.315€	7.107.723€	23,9%	203.077.800€	1.614.627€	2.472.080€	4.086.707€	22,3%	116.763.043€	57,5%
Βοσκή	637.972€	1.837.330€	2.475.302€	8,3%	70.722.909€	475.951€	768.495€	1.244.446€	6,8%	35.555.599€	50,3%
Θήρα	26.728€	66.968€	93.696€	0,3%	2.677.029€	20.846€	31.096€	51.942€	0,3%	1.484.046€	55,4%
Αναψυχή	1.491.094€	3.511.761€	5.002.855€	16,8%	142.938.709€	1.159.642€	1.714.239€	2.873.882€	15,7%	82.110.902€	57,4%
Προστασία από διάβρωση	3.301.696€	4.730.790€	8.032.486€	27,0%	229.499.606€	2.650.071€	3.076.349€	5.726.420€	31,2%	163.612.007€	71,3%
Βιοποικιλότητα	1.394.699€	3.412.251€	4.806.950€	16,2%	137.341.440€	1.104.373€	1.653.212€	2.757.586€	15,0%	78.788.160€	57,4%
Δέσμευση CO ₂	256.488€	500.480€	756.968€	2,5%	21.627.648€	201.469€	279.695€	481.164€	2,6%	13.747.547€	63,6%
Ζημιές από πυρκαγιές	860.775€	2.038.951€	2.899.726€	9,7%	82.849.326€	673.072€	994.246€	1.667.318€	9,1%	47.637.643€	57,5%
Συνολική Αξία	9.748.378€	20.015.197€	29.763.575€	100,0%	850.387.865€	7.697.706€	10.653.078€	18.350.784€	100,0%	524.308.112€	61,7%
	32,75%	67,25%	100,00%			41,95%	58,05%	100,00%			

Μεταβολές λόγω της πυρκαγιάς (Αύγ. 2021)

Για την εκτίμηση των μεταβολών που επήλθαν λόγω της πυρκαγιάς του Αυγούστου 2021 χρησιμοποιήθηκε η περίμετρος της καμένης έκτασης σε συνδυασμό με τις εκτάσεις που διασώθηκαν εντός αυτής, με κατάλληλη επαναταξινόμηση των εκτάσεων αυτών σε καμένη έκταση (burnt). Η εκτιμώμενη ετήσια αξία της (καμένης) έκτασης μετά την πυρκαγιά και κατά το 1^ο έτος ανέρχεται σε **4.814.984,80 €**, δηλαδή **μείωση κατά 73,8%**. Οι αλλαγές που επέρχονται στην οικονομική αποτίμηση έχουν ως εξής:

- Μηδενισμός της **αξίας βόσκησης για 10 χρόνια** και της **αξίας θήραξης για 3 χρόνια**.
- Μείωση της **αξίας αναψυχής** λόγω μετάπτωσης στην κατηγορία αρχικά «Χορτολιβαδικές εκτάσεις» και στη συνέχεια σε «αειφύλλα πλατύφυλλα» για τουλάχιστον 10-15 έτη.
- Μηδενισμός της αξίας **παραγωγής ρητίνης** για τουλάχιστον 25 έτη.
- Μείωση της **αξίας βιοποικιλότητας** με μετάπτωση στην κατηγορία «Αναδασώσεις στη φάση μετατροπής σε φυσικό δάσος».
- Μείωση της **αξίας προστασίας εδάφους** με μετάπτωση των εκτάσεων στην κατηγορία Δ (λιβάδια υποβαθμισμένα, εδάφη καλλιεργούμενα).
- **Δασικό είδος:** τον 1^ο χρόνο μεταβολή σε γυμνές / χορτολιβαδικές εκτάσεις ή φρυγανικές εκτάσεις, και τον 2^ο χρόνο σε θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων μικρού ύψους, με δάση Πεύκης υπό αναγέννηση. Η μέση ετήσια προσαύξηση για τα δάση αυτά είναι σχεδόν μηδενική, ενώ για τη μέση περίτροπη προσαύξηση δεν παρέχονται πληροφορίες από τους πίνακες παραγωγής. Η ετήσια προσαύξηση σε m³/ha αρχίζει να emπίπτει σε μετρήσιμα μεγέθη (>0,50 m³/ha) μετά το 10^ο έτος από την πυρκαγιά.
- **Δασοκάλυψη:** μεταβολή στην κατηγορία 0-10% κατά το 1^ο έτος και σταδιακή επανάκαμψη της δασοκάλυψης αρχικά για τον υπόροφο των αειφύλλων πλατυφύλλων και στη συνέχεια για το δάσος Πεύκης, εφ' όσον αυτό αναγεννηθεί φυσικά.
- Η **δέσμευση του άνθρακα** γίνεται χωρίς την απώλψη δασικών προϊόντων, κατά τα πρώτα έτη είναι μικρή (μετάπτωση των εκτάσεων σε φρυγανικές ή γυμνές εκτάσεις και θαμνώνες

αιφύλλων πλατυφύλλων, σύμφωνα με την οικολογική διαδοχή), και αυξάνει σταδιακά μέχρι την επαναδημιουργία του δάσους

Τέλος, ένα ζήτημα που τίθεται ως προς την εφαρμογή του υποδείγματος εκτίμησης αξίας δασικής γης αποτελεί η αξία του απονεκρωθέντος ξυλαποθέματος, το οποίο επιβάλλεται να απομακρυνθεί εντός 2-3 ετών, διατηρώντας μόνο ορισμένα άτομα για λόγους προστασίας της βιοποικιλότητας. Η αξία του απονεκρωθέντος ξυλαποθέματος αντιστοιχεί στην αξία άμεσης υλοτομίας (λόγω έκτακτης κάρπωσης) και θα πρέπει να προστεθεί στην **κεφαλαιοποιημένη πρόσοδο** της καμένης έκτασης (εκτιμήθηκε σε 27.900.000 ευρώ). Ξεχωριστή αξία θα πρέπει να εκτιμηθεί, εξάλλου, και για το αποθηκευμένο στο ξυλαπόθεμα δαδί, η κεφαλαιακή αξία του οποίου έχει εκτιμηθεί σε 6.218.622 €.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε προσπάθεια οικονομικής αποτίμησης των παραγωγικών λειτουργιών και οικοσυστημικών υπηρεσιών των δασών της Β. Εύβοιας, σε περιοχή μελέτης συνολικής έκτασης 824.302 στρ (δασικές και μη εκτάσεις) που περιλαμβάνει τόσο την πληγείσα, από την πυρκαγιά του Αυγούστου 2021, όσο και δάση που δεν κάηκαν, όπως τα όρια αυτών αποτυπώθηκαν σε άλλο παραδοτέο του αποθετηρίου ΕΥΒΟΙΑ-META. Αν και χρησιμοποιήθηκε η θεσμοθετημένη μεθοδολογία της εκτίμησης αξίας δασικής γης, που αναπτύχθηκε από ερευνητική ομάδα του ΙΜΔΟ το 2015, εν τούτοις έγινε κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων για κάθε επιμέρους λειτουργία / οικοσυστημική υπηρεσία και σύγκριση με εκτιμήσεις με διαφορετική μεθοδολογία (π.χ. η αξία αναπληρώσεως συγκριτικά με την επισκεψιμότητα στην περιοχή, όπως καταγράφεται στις στατιστικές τουρισμού της ΕΛΣΤΑΤ).

Με την παραδοχή ότι η μέση ετήσια οικονομική απώλεια από τις δασικές πυρκαγιές ανέρχεται στο 1% της υπολογιζόμενης αξίας, η νέα συνολική οικονομική αποτίμηση (κεφαλαιοποιημένη) των δασών της περιοχής μελέτης φτάνει τα 924.733.312 € (1.492,41 €/στρ). Η εκτίμηση αυτή είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την εκτίμηση που θα λάμβανε χώρα με μέσες τιμές αξίας που έχουν υπολογισθεί κατά Δασαρχείο (871,28 – 865,02 €/στρ, βλ. εγχειρίδιο μεθοδολογίας εκτίμησης αξίας δασικής γης). Καθώς η κεφαλαιοποιημένη αξία περιλαμβάνει την αβεβαιότητα του προεξοφλητικού επιτοκίου, αναφέρεται ότι η αντίστοιχη ετήσια αξία είναι 32.365.666 € (52,23 €/στρ). Υπενθυμίζεται ότι η εν λόγω αποτίμηση δεν περιλαμβάνει οικοσυστημικές υπηρεσίες όπως η ρύθμιση του κλίματος, η διήθηση / παραγωγή νερού, η παραγωγή εδάφους, η ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών, οι γενετικοί πόροι, πολιτισμικές αξίες κ.λπ. Επίσης, δεν περιλαμβάνει την παροχή εργασίας στους παραδασόβιους πληθυσμούς (εκτέλεση υλοτομικών εργασιών, συλλογή ρητίνης), καθώς μεθοδολογικά αυτή εξαιρείται της υπολογιζόμενης αξίας. Η ενσωμάτωση της αξίας των υπηρεσιών αυτών θα μπορούσε να αυξήσει σημαντικά τη μέση αξία των δασών της περιοχής, προσεγγίζοντας ακόμα και τα 2.000 ευρώ/στρ, που αντιστοιχεί σε 70,00 €/στρ σε ετήσια βάση. Η εκτίμηση αυτή βρίσκεται σε συνάφεια με τα συμπεράσματα της έκθεσης «Η Ανθεκτικότητα των Ελληνικών Δασικών Οικοσυστημάτων στην Κλιματική Αλλαγή» της Ακαδημίας Αθηνών, που παρουσιάστηκε πρόσφατα, σύμφωνα με την οποία ετήσια αξία των οικοσυστημικών υπηρεσιών των παραγωγικών δασών της χώρας (39 εκατ. στρ) κυμαίνεται από 30,00 - 126,20 €/στρ με μέση τιμή 72,56 €/στρ.

Abstract

The present research is part of deliverable E6 of the project "Compilation of Special Studies of the University of Thessaly for the reconstruction of the forest environment of North Evia" focusing on an overall economic valuation of the loss of both products and ecosystem and other services of the forests of North Evia that were burned in the mega fire of August 2021. The total economic valuation (capitalized) of the forests in the study area was estimated € 924,733,312 (14,924.10 €/ha) corresponding to an annual value of € 32,365,666 (522,30 €/ha). The main methodology followed for the economic valuation of forest ecosystem functions is based on the "Methodology for the valuation of forest land". This study is the first of its kind concerning the valuation of such a large-scale disaster and is a valuable tool of decision-making for the reconstruction of the area, serving also as a model for the payment of compensation in similar natural disasters.

Βιβλιογραφία

Constanza, R., d'Arge, R. De Groot, R., Farberk, S., Grasso, M. Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. and van den Belt, M. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital Nature, 387: 253– 260.

Daily, G.C. (Ed.) 1997. Developing scientific basis for managing Earth's life support system. Conservation Ecology 3(2): 14.

DeGroot, R., Matthew A.W., Roelof, M.J.B. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41 (2002) 393- 405.

Mantau, U., Wong, J., Curl, S. 2007. Towards a Taxonomy of Forest Goods and Services. Small-scale Forestry, 6: 391-409.

MEA 2005. Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. Millennium Ecosystem Assessment Series.

MEA 2005. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Volume 1.

Merlo, M., Croitoru, L. 2005. Valuing Mediterranean Forests – Towards Total Economic Value. CABIPublishing.

Αλμπάνης, Κ., Ξανθόπουλος, Γ., Σκουτέλη, Α., Θεοδορίδης, Ν., Χριστοδούλου, Α. και Παλάσκας, Δ. 2015. Μεθοδολογία εκτίμησης της αξίας της δασικής γης στην Ελλάδα – Αναλυτικό Εγχειρίδιο. ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Αθήνα, Σελ. 202

Β.Α. Μποντζώρλος, Χ.Γ. Βλάχος, Δ.Ε., Μπακαλούδης, Ε.Ν. Χατζηνίκος, Ε.Α., Δεδουσοπούλου, Δ.Κ. Κιούσης & Χ. Θωμαΐδης 2012. Πληθυσμιακή πυκνότητα και πληθυσμιακές τάσεις της Πετροπέρδικας (*Alectoris graeca*) στην κεντρική Ελλάδα. Animal Biodiversity and Conservation 35.2 (2012): 371-380

Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2020. Έκθεση σχετικά με τη λειτουργία της ευρωπαϊκής αγοράς άνθρακα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, COM(2020) 740 final, Βρυξέλλες, 18.11.2020.

Πυροσβεστικό Σώμα, Σύνολα Δεδομένων Δασικών Πυρκαγιών περιόδου 2000 – 2022, επεξεργασμένα στοιχεία (<https://www.fireservice.gr/el/synola-dedomenon>)

Στάμου, Ν., 1985. Οικονομική των Δασικών Εκμεταλλεύσεων. ΑΠΘ. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική

**MARKETING ΜΗ ΞΥΛΩΔΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ
ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΓΟΡΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

Πελεκάνη, Φωτεινή¹; Τρίγκας, Μάριος²

¹Δασοπόνος M.Sc., Env-Consults, Γεωργίου Κίτσου 14, 42132, Τρίκαλα, Ελλάδα pelekani@uth.gr

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού – Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Μάρκετινγκ, Καινοτομίας και Επιχειρηματικότητας, Καρδίτσα, 43100, mtrigkas@uth.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει τις προϋποθέσεις του μάρκετινγκ που θα πρέπει να ακολουθηθεί για τα Μη Ξυλώδη Δασικά Προϊόντα (ΜΞΔΠ) στην Ελλάδα. Μελετήθηκαν ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των ΜΞΔΠ και την ανάπτυξη στρατηγικών μάρκετινγκ σε τοπικό επίπεδο, ακολουθώντας την προσέγγιση S.A.V.E. (Solution, Access, Value, Education/Engagement), για τον προσδιορισμό των παραγόντων των ΜΞΔΠ που μπορούν να δημιουργήσουν το brand, με βάση την προστιθέμενη αξία που προσφέρουν στις τοπικές κοινωνίες με βάση τις ανάγκες τους. Εξετάστηκαν τα κανάλια προώθησης των ΜΞΔΠ καθώς και οι παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία ενός ισχυρού brand. Διερευνήθηκε επίσης ο ρόλος του μάρκετινγκ των ΜΞΔΠ στην ανάπτυξη συνεργειών στις αλυσίδες αξίας τους και στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και της πολυλειτουργικής διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων. Εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα για την εμπορευματοποίησή τους στις τοπικές αγορές και την ανάπτυξη στρατηγικών μάρκετινγκ. Οι αγορές των ΜΞΔΠ βρίσκονται κυρίως στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας και υπάρχουν πρόσθετες δυνατότητες προώθησής τους και συμβολής στη βιώσιμη ανάπτυξη. Η προώθησή τους ως εμπορικά προϊόντα προστιθέμενης αξίας θα έχει πολλαπλά θετικά αποτελέσματα για τα εγχειρήματα καινοτόμων επιχειρήσεων στις ορεινές περιοχές, με σημείο αναφοράς τα ΜΞΔΠ.

Λέξεις κλειδιά: Μη Ξυλώδη Δασικά Προϊόντα, μίγμα μάρκετινγκ, S.A.V.E., αξία ΜΞΔΠ, Ελλάδα

Εισαγωγή

Τα ΜΞΔΠ ορίζονται ως αγαθά που προέρχονται από τα δάση και είναι υλικά και φυσικά αντικείμενα βιολογικής προέλευσης, εκτός από το ξύλο (F.A.O. 2015). Τα περισσότερα ΜΞΔΠ στην Ελλάδα αξιοποιούνται μέσω ενός ξεπερασμένου θεσμικού πλαισίου που δεν προωθεί τη συστηματική αξιοποίηση και την ενσωμάτωσή τους στις σχετικές αγορές προϊόντων. Παρά το γεγονός ότι η αξία των ΜΞΔΠ είναι παγκοσμίως αναγνωρισμένη παίζοντας σημαντικό παράγοντα στήριξης των τοπικών οικονομιών με συνολική αξία αγοράς έως 2,5 δις. ευρώ στην ευρωπαϊκή αγορά, με συνεχώς αυξανόμενες τάσεις για τις αστικές περιοχές (F.A.O. 2015), εντούτοις στην Ελλάδα έχει δοθεί πολύ λίγη προσοχή στην ανάπτυξη προτάσεων για μια ολοκληρωμένη στρατηγική μάρκετινγκ των ΜΞΔΠ. Στην αειφορική δασοκομία, ο ρόλος του μάρκετινγκ είναι να συμβάλει στη δημιουργία καλύτερων δεσμών μεταξύ της διαχείρισης των πόρων, της μεταποίησης και της τελικής χρήσης, μπορεί να ενισχύσει τη βιώσιμη δασική διαχείριση υποδεικνύοντας το είδος των προϊόντων και των πρώτων υλών που απαιτούνται και παρέχοντας εισοδηματικά κίνητρα (Koppell 1995). Διαφορετικές κατηγορίες ΜΞΔΠ απαιτούν διαφορετικές στρατηγικές μάρκετινγκ, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη θέσπιση κανόνων που να ισχύουν για όλο το φάσμα των ΜΞΔΠ, λόγω της ποικιλομορφίας των προϊόντων αυτών (Arnold 1995). Η ανάπτυξη στρατηγικών μάρκετινγκ σε συνδυασμό με αποτελεσματικές πολιτικές παρεμβάσεις και στρατηγικές βιώσιμης διαχείρισης των δασών θα βελτιώσει τη συμμετοχή των τοπικών πληθυσμών στα δάση που θα διευκολύνει τις συνεργασίες με τους διαχειριστές των δασών (Greene κ.α. 2000). Η εμπορία των ΜΞΔΠ θα μπορούσε να αναπτυχθεί μέσω μιας καλύτερης οργάνωσης των αλυσίδων αξίας τους

(Mavsar κ.α. 2008), λαμβάνοντας υπόψη ότι η βιωσιμότητα των αλυσίδων εφοδιασμού ΜΕΔΠ σε ένα εννοιολογικό πλαίσιο βιώσιμης διαχείρισης της συμπαραγωγής για την προμήθεια πολλαπλών προϊόντων από τα δάση, απαιτεί μακροχρόνια έρευνα σχετικά με τη βιολογία των ειδών, των πληθυσμών και των οικοσυστημάτων στα οποία αναπτύσσονται τα ΜΕΔΠ.

Η χρήση των ΜΕΔΠ χαρακτηρίζεται από μια ποικιλία θεσμικών ρυθμίσεων όσον αφορά την πρόσβαση σε πόρους και αγορές τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Το τοπικό εμπόριο ΜΕΔΠ έχει να προσφέρει πλεονεκτήματα και, ως εκ τούτου, αξίζει μεγαλύτερης προσοχής τόσο από ερευνητική όσο και από αναπτυξιακή άποψη. Οι τοπικές αγορές μπορούν να παρέχουν έναν εγγυημένο τρόπο προσέγγισης των καταναλωτών και να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση των μέσων διαβίωσης και τη βελτίωση των εισοδηματικών ευκαιριών. Οι καταναλωτές των ΜΕΔΠ που διατίθενται στις τοπικές αγορές μπορεί να περιλαμβάνουν ντόπιους, κατοίκους των πόλεων ή τουρίστες που επισκέπτονται μια περιοχή. Σε πολλές περιπτώσεις οι τοπικές αγορές τείνουν να είναι άτυπες αλυσίδες εφοδιασμού. Μερικές φορές τα ίδια άτομα εκτελούν όλες τις λειτουργίες κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού, από τη συγκομιδή έως τις τελικές πωλήσεις. Σε ευνοϊκές συνθήκες και με την κατάλληλη υποστήριξη και παρέμβαση, όπως αυξημένη πρόσβαση σε πληροφορίες για την αγορά ή βελτιωμένες τεχνικές συγκομιδής ή μεταποίησης, είναι δυνατόν να αυξηθούν οι σχετικές αποδόσεις για τους συμμετέχοντες ή/και να ανοίξει ο δρόμος για τη συμμετοχή περισσότερων ατόμων (Shackleton κ.α. 2007, Lovric κ.α. 2021).

Η αξία των ΜΕΔΠ σήμερα διαφέρει σημαντικά από τις προηγούμενες δεκαετίες. Ενώ στο παρελθόν τα ΜΕΔΠ συνδέονταν με τις βασικές ανάγκες των αγροτικών πληθυσμών, σήμερα αποτελούν μάλλον μέρος ενός σύγχρονου τρόπου ζωής ή αγαθά πολυτελείας (Wolfslehner κ.α. 2019). Τα ΜΕΔΠ ιδίως στην περιοχή της Μεσογείου, αποτελούν σημαντική πηγή εισοδήματος (Croitoru 2007, Martínez de Arano κ.α. 2021). Τα ΜΕΔΠ, όπως τα βρώσιμα μανιτάρια, τα κουκουνάρια, τα βελανίδια, οι ρητίνες, τα φαρμακευτικά φυτά, μεταξύ άλλων, παρέχουν σημαντικές ψυχαγωγικές και εμπορικές δραστηριότητες στις αγροτικές-δασικές περιοχές του κόσμου (FAO 1995). Η συμμετοχή των ΜΕΔΠ ως μέρος της καινοτόμου διαχείρισης των πολυλειτουργικών δασών είναι θεμελιώδης για την ανάπτυξη μιας εναλλακτικής λύσης στην παραδοσιακή δασοκομία. Πρόσφατες έρευνες υποδεικνύουν τον εκτεταμένο αντίκτυπο των ΜΕΔΠ στις σχέσεις μεταξύ αγροτικών και αστικών περιοχών (Mutke, κ.α. 2019). Τα περισσότερα ΜΕΔΠ παρέχουν πρόσθετες πηγές εισοδήματος που είναι ιδιαίτερα σημαντικές στις δασικές περιοχές. Τα ΜΕΔΠ βρίσκονται στο επίκεντρο των λύσεων που βασίζονται στη φύση. Προστατεύουν και αποκαθιστούν τη βιοποικιλότητα προς όφελος των ανθρώπων και της φύσης. Μπορούν να συμβάλουν σημαντικά σε πολλές φιλοδοξίες της ευρωπαϊκής πολιτικής, όπως αυτές που σχετίζονται με τη βιώσιμη διαχείριση της γης, τη βιοποικιλότητα και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την κυκλική βιοοικονομία, την επανεκκίνηση της πράσινης οικονομίας, τα υγιή και ανθεκτικά διατροφικά συστήματα, τον βιώσιμο τουρισμό, τις πράσινες θέσεις εργασίας και τη δημόσια υγεία, την ευημερία και την πράσινη ανάκαμψη, ικανές να αντιμετωπίσουν ακόμη και τις επιπτώσεις της πανδημίας COVID-19 (Martínez de Arano κ.α. 2021).

Από βιοποριστικής απόψεως, η εμπορία των δασικών προϊόντων ορίζεται ως η αύξηση της αξίας τους στο εμπόριο, η οποία αναμένεται να αυξήσει το εισόδημα και τις ευκαιρίες απασχόλησης, ιδίως για τις φτωχές και άλλες μειονεκτούσες αγροτικές κοινότητες (Belcher κ.α. 2007), οι οποίες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη συλλογή δασικών προϊόντων για τις οικιακές και εμπορικές τους ανάγκες (Pettenella κ.α. 2007, Ghosal 2011). Επίσης, στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου οι ντόπιοι εξαρτώνται από τα ΜΕΔΠ στο παρελθόν και μάλιστα εξακολουθούν να παρέχουν σημαντικές κοινωνικές και πολιτιστικές αξίες για τα τοπικά νοικοκυριά (Stryamets κ.α. 2012). Τα νοικοκυριά με υψηλότερο εισόδημα καταναλώνουν μια πιο ποικίλη γκάμα ΜΕΔΠ, ιδίως στη Δυτική Ευρώπη (Lovric κ.α. 2021). Εκτιμήσεις δείχνουν ότι σε πολλές νότιες και ανατολικές χώρες, η αξία των ΜΕΔΠ, υπερβαίνει κατά πολύ αυτή της ξυλείας (Croitoru 2007, de-Miguel κ.α. 2014, Abraham κ.α. 2015). Επιπλέον, τα ΜΕΔΠ, αποτελούν βασικό στοιχείο της βιώσιμης ανάπτυξης και της αιφόρου διαχείρισης των δασών. Είναι σημαντικό ότι τα ΜΕΔΠ, έχουν τη δυνατότητα να συμβάλουν στην επίτευξη των 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (Martínez de Arano κ.α. 2021). Όταν γίνεται αιφορική διαχείριση, η παραγωγή, η συλλογή και η μεταποίηση των ΜΕΔΠ, μπορεί να δημιουργήσει πολλαπλές θετικές αλληλεπιδράσεις: αγροτική ανάπτυξη, πρόληψη δασικών πυρκαγιών, προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και μετριασμό της (Brenko κ.α. 2018).

Είναι σημαντικό να προσδιοριστούν τρόποι για τη βελτίωση των δυνατοτήτων απασχόλησης και δημιουργίας εισοδήματος των ΜΞΔΠ, μέσω πρακτικών που σχετίζονται με τη συγκομιδή, την αποθήκευση, τη μεταφορά, τη μεταποίηση και την εμπορία (Mutke κ.α. 2019). Η ζήτηση για ΜΞΔΠ, είναι υψηλή και αναμένεται να αυξηθεί. Η ζήτηση αυτή οφείλεται στην ανάγκη μείωσης της εξάρτησης από μη ανανεώσιμους πόρους και στη μετάβαση σε μια βιώσιμη κυκλική βιοοικονομία. Αυτό δημιουργεί ευκαιρίες αλλά μπορεί επίσης να έχει και αρνητικές συνέπειες. Η έλλειψη πόρων αναδεικνύεται ως ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες. Για τα ΜΞΔΠ που συλλέγονται κυρίως από άγρια φύση, η αυξημένη ζήτηση μπορεί να οδηγήσει σε ανεξέλεγκτο εμπόριο, απώλεια της βιοποικιλότητας και εξάντληση των πόρων. Θα μπορούσε επίσης να δημιουργήσει συγκρούσεις μεταξύ των τοπικών κοινοτήτων και των επαγγελματιών συλλεκτών (Martínez de Arago κ.α. 2021). Επίσης, τα ΜΞΔΠ είναι ευάλωτα στις πιέσεις της αγοράς και στις απαιτήσεις των πελατών (Sheppard κ.α. 2020a, Sheppard κ.α. 2020b). Η ανάπτυξη ανταγωνιστικών αλυσίδων αξίας με βάση τα ΜΞΔΠ, (π.χ. αιθέρια έλαια, μανιτάρια) ή τις υπηρεσίες τους (π.χ. τουρισμός) απαιτεί επίσης ασφαλή και προβλέψιμη πρόσβαση στους πόρους (Martínez de Arago κ.α. 2021). Η ανάπτυξη προτύπων πιστοποίησης, καθώς και η ανάπτυξη συνεργειών μεταξύ των συλλεκτών ή παραγωγών και των τομέων μεταποίησης μπορούν να αποφέρουν καλύτερα αποτελέσματα στις αγορές (Agustino κ.α. 2011). Ωστόσο, τα συστήματα πιστοποίησης βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο και έχουν περιορισμένη παρουσία σε μεγάλα δίκτυα πωλήσεων και διανομής (Sheppard κ.α. 2020). Ο σχεδιασμός της δασικής διαχείρισης και η ανάπτυξη κριτηρίων που σχετίζονται με την αντιμετώπιση των ΜΞΔΠ στα σχέδια διαχείρισης των δασών είναι απαραίτητα για την ορθή αξιοποίηση των πολυλειτουργικών συνεργειών στη διαχείριση των δασών (Tomé κ.α. 2019). Οι συνέργειες είναι μια άλλη σημαντική πρόκληση που πρέπει να αντιμετωπιστεί σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας μεταξύ των δασοκτημόνων ή των καλλιεργητών, των συγκομιστών, των εμπόρων, των μεταποιητών, των δευτερογενών βιομηχανιών και των καταναλωτών, προκειμένου να επιτευχθεί μια ολοκληρωμένη αλυσίδα αξίας (Mutke κ.α. 2019).

Μπορούν να αναπτυχθούν διάφορες στρατηγικές μάρκετινγκ για την προώθηση των ΜΞΔΠ, όπως: πράσινο μάρκετινγκ (FAO 1995), συνδυασμένο μάρκετινγκ, καθώς η χρήση και το μάρκετινγκ των ΜΞΔΠ συνδέεται στενά με υπηρεσίες αναψυχής (Mavsar κ.α. 2008), εδαφικό μάρκετινγκ, καθώς συνδέονται με τις τοπικές παραδόσεις, τον πολιτισμό και την οικονομία (Rovira κ.α. 2022). Οι καινοτόμες στρατηγικές μάρκετινγκ αποδίδονται σε σχετικούς επιχειρηματίες που δημιουργούν επιτυχημένες αλυσίδες αξίας (Te Velde κ.α. 2006), ενώ οι στρατηγικές ανάπτυξης μάρκετινγκ μέσω του διαδικτύου φαίνεται να χρειάζονται περαιτέρω έρευνα ως καινοτόμο μοντέλο για την προώθηση των ΜΞΔΠ (Secco κ.α. 2009). Τέλος, αρκετές μελέτες έχουν διεξαχθεί διεθνώς για το θέμα της ανάπτυξης σχετικών στρατηγικών και σε διαφορετικά πλαίσια, καταλήγοντας σε ενδιαφέροντα αποτελέσματα σχετικά με το ρόλο των ΜΞΔΠ στην αναδυόμενη σύγχρονη δασική βιοοικονομία και τις επιχειρηματικές και οικονομικές ευκαιρίες που μπορεί να προσφέρει (Styramets κ.α., 2012, Weiss κ.α. 2020, Sheppard κ.α. 202 a).

Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος, τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν, είναι τα εξής:

- Ποια είναι τα κυριότερα ΜΞΔΠ και τα χαρακτηριστικά τους που προσελκύουν το ενδιαφέρον των Ελλήνων καταναλωτών στις τοπικές αγορές;
- Ποιες ομάδες ενδιαφερομένων θα πρέπει να προωθήσουν την ανάπτυξη μιας στρατηγικής μάρκετινγκ για τα ΜΞΔΠ σε τοπικό επίπεδο και πώς μπορεί να υποστηριχθεί αυτή η στρατηγική;
- Ποια είναι τα κύρια κανάλια προώθησης και εμπορίας των ΜΞΔΠ στις τοπικές αγορές της Ελλάδας;
- Ποιοι είναι οι παράγοντες που μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία ενός ισχυρού εμπορικού σήματος (brand) για τα ελληνικά ΜΞΔΠ και πώς αυτό μπορεί να συμβάλει στην τοπική ανάπτυξη μέσω της δημιουργίας αξίας;
- Ποιος είναι ο ρόλος του μάρκετινγκ των ΜΞΔΠ στην ανάπτυξη συνεργειών στις αλυσίδες αξίας τους και στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης συνολικά και της πολυλειτουργικής διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων ειδικότερα;

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα διεξήχθη από τον Νοέμβριο έως τον Δεκέμβριο του 2022. Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε για τη δομή της περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός μίγματος μάρκετινγκ S.A.V.E.

(Solution - Access - Value - Education) ως μια πιο σύγχρονη εκδοχή των 4P του μάρκετινγκ (Product - Price - Promotion - Place) (Wani 2013). Σε αντίθεση με το μοντέλο των 4P's του μείγματος μάρκετινγκ, το μοντέλο S.A.V.E προωθεί μια πιο σύνθετη προσέγγιση για τις επιχειρήσεις στη σύγχρονη αγορά. Επιτρέπει την καλύτερη προσαρμογή στις ανάγκες των πελατών, δίνοντας βαρύτητα στις σύγχρονες προκλήσεις της αγοράς και γενικά ακολουθώντας μια πιο πελατοκεντρική προσέγγιση. Αυτή η δομή του μοντέλου επιτρέπει τη δημιουργία πελατών που δεσμεύονται γύρω από το εμπορικό σήμα ενός προϊόντος ή μιας επιχείρησης ανά πάσα στιγμή, μέσω της παροχής μιας περιορισμένης αξίας και του συμμετοχικού περιεχομένου αυτής της αξίας σε ευθυγράμμιση με τις ανάγκες και τη συμπεριφορά των πελατών (Wani 2013). Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε πέντε διαφορετικές ενότητες και συνολικά 18 ερωτήσεις. Η πρώτη ενότητα περιλάμβανε έξι ερωτήσεις που αναφερόταν στα κοινωνικο - δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων, όπως η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, ο τόπος κατοικίας, το επάγγελμα και το εισόδημα, προκειμένου να καθοριστεί το προφίλ τους. Οι υπόλοιπες ενότητες περιλάμβαναν ερωτήσεις που αφορούσαν τις απόψεις των ερωτηθέντων σχετικά με τα χαρακτηριστικά των ΜΕΔΠ, την πρόσβαση στις αγορές των ΜΕΔΠ, την αξία, την ενεργοποίηση και την εμπλοκή στη σχετική αγορά. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε διαδικτυακά μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης σε απλό τυχαίο δείγμα του πληθυσμού. Συνολικά ελήφθησαν 473 ερωτηματολόγια από τα 500 που είχαν αρχικά διανεμηθεί. Τα δεδομένα που προέκυψαν επεξεργάστηκαν με τη χρήση του SPSS Statistics windows ver 29.0 και πραγματοποιήθηκαν οι σχετικές περιγραφικές αναλύσεις (Frequencies) και διασταυρώσεις (Crosstabs), ο έλεγχος X^2 για την ανεξαρτησία μεταξύ των μεταβλητών. Η αξιοπιστία των παραγόντων που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των παραγόντων S.A.V.E. που χρησιμοποιήθηκαν στο ερωτηματολόγιο, δηλαδή τα χαρακτηριστικά των ΜΕΔΠ - η πρόσβαση στις αγορές των ΜΕΔΠ - η αξία τους - η ενεργοποίηση της αγοράς των ΜΕΔΠ και η συμμετοχή στην αγορά τους, διερευνήθηκε με τη χρήση του τεστ ανάλυσης αξιοπιστίας και του συντελεστή αξιοπιστίας Cronbach's α . Ο έλεγχος έδειξε ότι οι κλίμακες που χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή των παραπάνω παραγόντων είναι αξιόπιστες, καθώς ο συντελεστής Cronbach's α είναι μεγαλύτερος ή κοντά στο 0,7 (Σιώμκος και Βασιλικούλου 2005).

Αποτελέσματα

Τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα παρουσιάζονται στον πρώτο πίνακα που ακολουθεί, ενώ σε σχέση με την επαγγελματική κατάσταση, 117 άτομα δήλωσαν ότι είναι ιδιωτικοί υπάλληλοι, 108 δημόσιοι υπάλληλοι, 100 φοιτητές, 57 ιδιοκτήτες επιχειρήσεων, 39 συνταξιούχοι, 30 άνεργοι, ενώ 22 άτομα δήλωσαν ως "άλλο".

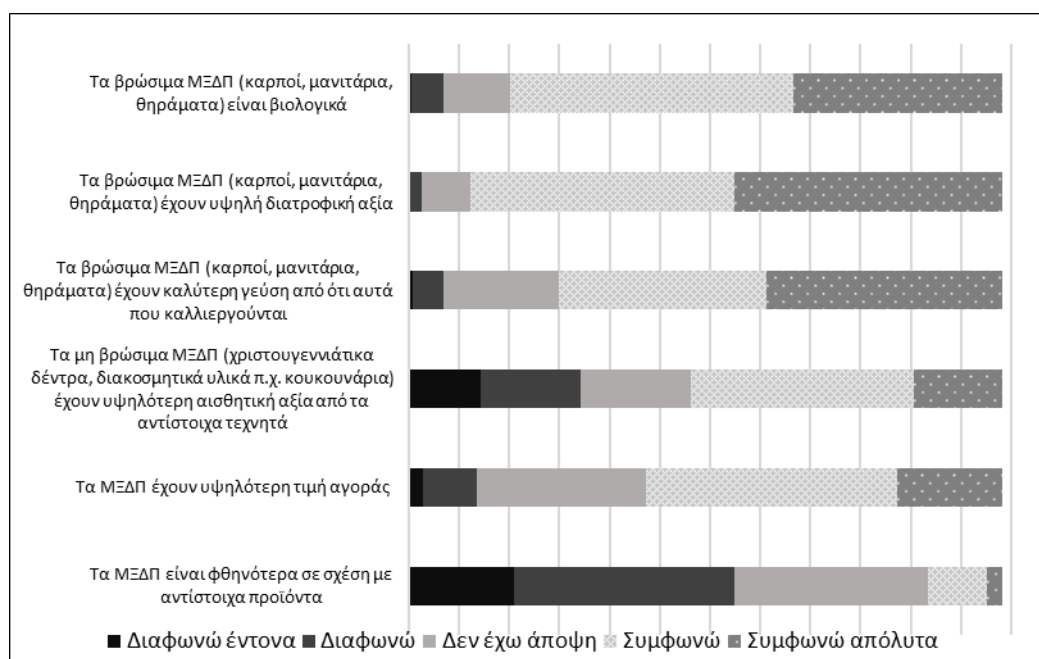
Πίνακας 1. Δημογραφικά στοιχεία του δείγματος που συμμετείχε στην έρευνα
Table 1. Demographics of the surveyed sample

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		Ποσοστό %	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		Ποσοστό %
Φύλο	Άνδρας	47,4	Επίπεδο εκπαίδευσης	Υποχρεωτική εκπαίδευση	3,8
	Γυναίκα	52,6		Απόφοιτος λυκείου	20,5
Ηλικία	18-24	19,0		Πτυχίο πανεπιστημίου	47,4
	25-34	16,5		Μεταπτυχιακές σπουδές	24,3
	35-44	15,4		Διδακτορικές σπουδές	4,0
	45-54	28,8		Μηνιαίο εισόδημα	Λιγότερο από 600 €
	55-64	16,1	601 - 1200 €		37,2
	65 και άνω	4,2	1201 - 1800 €		23,3
1801 - 2400 €			6,6		
		2400 - 3000 €	1,8		
		3000 € και άνω	2,3		

Στην ερώτηση σχετικά με το τι θεωρούσαν οι ερωτηθέντες ως ΜΕΔΠ, οι περισσότερες απαντήσεις (314) ανέφεραν "Όλα τα δασικά προϊόντα εκτός από το ξύλο". 280 θετικές απαντήσεις δόθηκαν στο ότι είναι "Δασικά προϊόντα που συλλέγονται απευθείας από το δάσος εκτός από το ξύλο", 171 στο ότι είναι "Ζωικά προϊόντα (π.χ. θηράματα, μέλι, βοσκή και βόσκηση ζώων σε δασικές περιοχές κ.λπ.)", 136 απάντησαν ότι είναι "Δασικά προϊόντα που καλλιεργούνται εντός του

δάσους και των δασικών περιοχών εκτός από το ξύλο". Υπήρξαν 108 θετικές απαντήσεις για τα "Δασικά προϊόντα που καλλιεργούνται εκτός από το ξύλο", ενώ ο μικρότερος αριθμός απαντήσεων αφορούσε τα "Δασικά προϊόντα που μπορούν να παραχθούν με συμβατικές γεωργικές μεθόδους (π.χ. λίπανση, πότισμα κ.λπ.)", τα "Δασικά προϊόντα που καλλιεργούνται εκτός δασών και δασικών εκτάσεων εκτός από το ξύλο" και τα "Υγρά προϊόντα (νερό, ποτά κ.λπ.)". Οι ερωτηθέντες εκδηλώνουν ενδιαφέρον για την αγορά "ισχυρών έως αρκετά ισχυρών" κυρίως βρώσιμων ΜΞΔΠ με προτίμηση στο μέλι (93,45%), στους ξηρούς καρπούς και βότανα (88,79%), στα αρωματικά φυτά (87,53%), στα φρούτα του δάσους (79,28%) και στα μανιτάρια (71,25%), ενώ υπόλοιπες απαντήσεις ακολουθούν.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των ΜΞΔΠ (Σχήμα 2), το 47,57% των ερωτηθέντων συμφωνεί - ενώ το 35,31% συμφωνεί απόλυτα ότι τα βρώσιμα ΜΞΔΠ είναι βιολογικά προϊόντα, το 44,61% συμφωνεί - ενώ το 45,03% συμφωνεί απόλυτα ότι τα βρώσιμα ΜΞΔΠ έχουν υψηλή διατροφική αξία, το 34,88% συμφωνεί - ενώ το 39,75% συμφωνεί απόλυτα ότι τα βρώσιμα ΜΞΔΠ έχουν καλύτερη γεύση από τα καλλιεργούμενα.



Σχήμα 2. Απόψεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των ΜΞΔΠ
Figure 2. Opinions on NWFP's characteristics

Όσον αφορά το αν η αισθητική αξία των μη βρώσιμων ΜΞΔΠ είναι υψηλότερη από εκείνη των αντίστοιχων τεχνητών, το 37,42% συμφωνεί, ενώ το 15,01% συμφωνεί απόλυτα. Σχετικά με το αν έχουν υψηλότερη τιμή αγοράς, το 60,04% συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα, ενώ το 54,76% διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα ότι τα ΜΞΔΠ είναι φθηνότερα από τα αντίστοιχα προϊόντα. Επίσης, σημαντικό είναι το ποσοστό εκείνων που δεν έχουν άποψη για την οικονομική αξία των ΜΞΔΠ. Δεδομένου ότι τα χαρακτηριστικά σχετίζονται μεταξύ τους, πραγματοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης με τη χρήση του συντελεστή συσχέτισης Pearson. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01, οι παράγοντες που επηρεάζουν θετικά ο ένας τον άλλον προκειμένου να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά των ΜΞΔΠ είναι: να είναι βιολογικά, να έχουν υψηλή διατροφική αξία και να έχουν καλύτερη γεύση. Τα χαρακτηριστικά "υψηλότερη τιμή" και "φθηνότερα από παρόμοια προϊόντα" δεν φαίνεται να συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τα προηγούμενα χαρακτηριστικά..

Οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες (228 ερωτηθέντες) ανέφεραν ότι είναι επισκέπτες στις περιοχές αγοράς των ΜΞΔΠ και ενδιαφέρονται για αυτές ως καταναλωτές. Το 98,5% των ερωτηθέντων πιστεύει ότι οι τοπικές αγορές στις ορεινές περιοχές έχουν τη δυνατότητα να συμβάλουν στις πωλήσεις των ΜΞΔΠ. Εφαρμόζοντας στατιστικές διασταυρούμενων πινάκων (Crosstabs), διαπιστώθηκε ότι όλοι όσοι δραστηριοποιούνται επαγγελματικά με τα ΜΞΔΠ, πιστεύουν στη συμβολή των τοπικών αγορών στην αύξηση των πωλήσεων, ενώ όσον αφορά τους

επισκέπτες των περιοχών με αυτές τις αγορές, μόνο ένα άτομο δεν πιστεύει σε αυτή τη συμβολή. Όσον αφορά το ποιος είναι υπεύθυνος για την προώθηση των ΜΕΔΠ στις τοπικές αγορές των ορεινών οικισμών, η πλειονότητα των ερωτηθέντων απάντησε με ποσοστό 93,02% ότι συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα ότι την ευθύνη φέρουν οι κάτοικοι των οικισμών που ασχολούνται με τη συλλογή ΜΕΔΠ. Με μια μικρή διαφορά και με ποσοστό 85,17%, η ευθύνη για την προώθηση των ΜΕΔΠ αποδόθηκε στο δήμο του κάθε οικισμού. Ακολουθούν οι μεταποιητικές επιχειρήσεις με 78,44%, οι επιχειρήσεις του τουριστικού τομέα με 77,38%, οι πολιτιστικοί σύλλογοι με 76,11% και τέλος ένα 59,83% των ερωτηθέντων αποδίδει την ευθύνη για την προώθηση των ΜΕΔΠ στις τοπικές αγορές στη δασική υπηρεσία. Η ανάλυση των απαντήσεων, οι σχετικά μικρές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους, καθώς και το γεγονός ότι το 44,61% των ερωτηθέντων "δεν έχει γνώμη" για την ευθύνη "κάποιου άλλου", υποδηλώνει τον προβληματισμό των ερωτηθέντων σχετικά με το ποιος έχει την ευθύνη για την προώθηση των ΜΕΔΠ στις τοπικές αγορές.

Η έρευνα συνεχίστηκε με ένα σχετικό ερώτημα, και συγκεκριμένα μέσω ποιων καναλιών πιστεύουν οι ερωτηθέντες ότι θα ήταν καλύτερη η πρόσβαση των καταναλωτών στα ΜΕΔΠ. Η πλειονότητα (447 ερωτηθέντες) συμφωνεί απόλυτα και συμφωνεί με την πρόσβαση στα ΜΕΔΠ "μέσω φυσικών σημείων πώλησης εξειδικευμένων καταστημάτων". 434 θα ήθελαν "ειδικές εκδηλώσεις (π.χ. φεστιβάλ) για τις κατηγορίες των ΜΕΔΠ", 422 πιστεύουν ότι τα μπορούν να προωθηθούν "μέσω του αγροτουρισμού και της παροχής αγροτουριστικής εμπειρίας", 403 "μέσω του διαδικτύου (ιστοσελίδες και ηλεκτρονικά καταστήματα)", 387 "ως συμπληρωματικό προϊόν σε ένα κατάστημα", 378 "μέσω πολιτιστικών συλλόγων", 371 πιστεύουν ότι η πρόσβαση στα ΜΕΔΠ μπορεί να επιτευχθεί με "Προώθηση μέσω εξειδικευμένων καταστημάτων (ξενοδοχεία, εστιατόρια, καφετέριες κ.λπ.)", 366 "μέσω της χρήσης των μέσων κοινωνικής δικτύωσης", 349 "με την πώληση ως υπερτροφή".

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων συνεχίζεται με τον προσδιορισμό της αξίας των ΜΕΔΠ τόσο από οικονομική όσο και από οικοσυστημική άποψη. Η συντριπτική πλειονότητα των ερωτηθέντων (93,45%), συμφωνεί απόλυτα και συμφωνεί ότι "τα ΜΕΔΠ μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό τουριστικό προϊόν" και το 90,91% ότι "τα ΜΕΔΠ συμβάλλουν στο εισόδημα των πληθυσμών που ζουν δίπλα στα δάση". Ένα ποσοστό 87,95% συμφωνεί απόλυτα ότι "η παραγωγή και κατανάλωση των ΜΕΔΠ συμβάλλει στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς μιας περιοχής", ενώ ένα 84,36% ότι "η κατανάλωση των ΜΕΔΠ συμβάλλει στη βελτίωση της υγείας και της ευημερίας", ένα 75,05% ότι "παρέχουν πρώτες ύλες βιολογικής προέλευσης σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς (π.χ. φαρμακοβιομηχανία)", ένα 71,46% ότι "η παραγωγή και κατανάλωση ΜΕΔΠ συμβάλλει στη διατήρηση της βιοποικιλότητας" και τέλος ένα 54,12% συμφωνεί απόλυτα ότι "η παραγωγή και κατανάλωση ΜΕΔΠ συμβάλλει στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής". Όσον αφορά τη συμβολή της παραγωγής και της κατανάλωσης στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αξίζει να σημειωθεί ότι ένα σημαντικό ποσοστό της τάξης του 35,52% δεν έχει γνώμη για το θέμα αυτό. Η ανάλυση χ^2 έδειξε ότι, ο τόπος κατοικίας των ερωτηθέντων είναι στατιστικά σημαντικός προσδιοριστικός παράγοντας, όσον αφορά την προστιθέμενη αξία των ΜΕΔΠ και την ανάπτυξη της σχετικής αγοράς, και ότι οι κάτοικοι των περιοχών της έρευνας, θεωρούν ότι οι επιμέρους αξίες που μπορούν να αξιοποιηθούν για τη δημιουργία ενός ισχυρού brand για τα ΜΕΔΠ είναι:

- Η συμβολή τους στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Pearson Chi-Square 25,026, $p=0,015$).
- Η συμβολή τους στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς της περιοχής (Pearson Chi-Square 29.168, $p=0.004$)
- Το γεγονός ότι αποτελούν σημαντικό τουριστικό προϊόν (Pearson Chi-Square 31,277, $p=0,002$)
- Η συμβολή τους στην ενίσχυση του τοπικού εισοδήματος (Pearson Chi-Square 22,991, $p=0,006$)
- Η συμβολή τους στη βελτίωση της υγείας και της αυτάρκειας (Pearson Chi-Square 29,168, $p=0,004$)
- Η συμβολή τους ως πηγή πρώτων υλών για προϊόντα βιολογικής προέλευσης σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς (Pearson Chi-Square 43,596, $p=0,001$).

Η τελευταία κατηγορία αποτελεσμάτων σχετίζεται με τους τρόπους εμπλοκής των καταναλωτών στην αγορά των ΜΞΔΠ. Έτσι, όταν ρωτήθηκαν σχετικά με το βαθμό συμφωνίας/διαφωνίας σχετικά με τους τρόπους που επιτρέπουν στους καταναλωτές να αγοράζουν ΜΞΔΠ, οι ερωτηθέντες συμφωνούν απόλυτα/συμφωνούν, όπως παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα 2.

Πίνακας 2. Τρόποι εμπλοκής στις αγορές των ΜΞΔΠ του δείγματος που συμμετείχε στην έρευνα.
Table 2. Ways for engagement in the NWFP's markets of the surveyed sample

Τρόποι εμπλοκής στις αγορές των ΜΞΔΠ	%
Παροχή εκπαίδευσης στην καλλιέργεια και ωφέλειές των ΜΞΔΠ μέσω προγραμμάτων κατάρτισης	90,06
Παροχή εκπαίδευσης στην καλλιέργεια και ωφέλειές των ΜΞΔΠ στα ΑΕΙ	88,79
Ανάπτυξη προτύπου πιστοποίησης και σήμανσης των ΜΞΔΠ ως βιολογικό προϊόν	88,37
Εκστρατείες πληροφόρησης των καταναλωτών για τα ΜΞΔΠ από ΟΤΑ	84,57
Ανάπτυξη συνεργειών μεταξύ τουριστικού κλάδου και άλλων κλάδων της οικονομίας	82,88
Ενδοεπιχειρησιακή κατάρτιση και εκπαίδευση στελεχών βιομηχανίας τροφίμων και άλλων μεταποιητικών κλάδων για τα ΜΞΔΠ	82,03
Εκστρατείες πληροφόρησης των καταναλωτών για τα ΜΞΔΠ από επιχειρήσεις	81,40
Εκστρατείες πληροφόρησης καταναλωτών για τα ΜΞΔΠ από Υπουργεία – υπηρεσίες	81,18
Ανάπτυξη κριτηρίων στα διαχειριστικά σχέδια των δασών για τα ΜΞΔΠ	80,34
Διαμόρφωση εθνικής πολιτικής για τα ΜΞΔΠ	79,28
Ανάπτυξη συνεργειών μεταξύ μεταποιητικών κλάδων για τα ΜΞΔΠ	78,22
Ένταξη της καλλιέργειας ΜΞΔΠ στην ΚΑΠ (Κοινή Αγροτική Πολιτική)	73,78
Φορολογικά κίνητρα για τη συλλογή και αξιοποίηση ΜΞΔΠ	72,52
Άλλο	16,49

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είναι πρωτότυπη για τα ελληνικά δεδομένα, καθώς είναι η πρώτη φορά που διεξάγεται έρευνα αγοράς για τα ΜΞΔΠ για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων με στόχο τη διαμόρφωση του μίγματος μάρκετινγκ για τη συγκεκριμένη αγορά δασικών προϊόντων στην Ελλάδα, ως μοχλού στήριξης των τοπικών οικονομιών με βάση σύγχρονες πελατοκεντρικές προσεγγίσεις. Έτσι, είναι η πρώτη φορά που χρησιμοποιείται το μοντέλο της προσέγγισης S.A.V.E. στο μίγμα μάρκετινγκ των ΜΞΔΠ. Αυτή η δομή του μοντέλου παρέχει την ευκαιρία να δημιουργηθούν πελάτες που δεσμεύονται γύρω από τη συγκεκριμένη μάρκα ενός προϊόντος ανά πάσα στιγμή, μέσω της παροχής στοχευμένης αξίας και συμμετοχικού περιεχομένου αυτής της αξίας, σε ευθυγράμμιση με τις ανάγκες και τη συμπεριφορά των πελατών. Αυτό το στοιχείο χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των παραγόντων των ΜΞΔΠ που μπορούν να δημιουργήσουν το εμπορικό τους σήμα, με βάση την προστιθέμενη αξία που παρέχουν στις τοπικές κοινότητες με βάση τις ανάγκες τους.

Σε γενικές γραμμές, οι καταναλωτές δεν πιστεύουν ότι τα ΜΞΔΠ μπορούν να παραχθούν με συμβατικές γεωργικές μεθόδους, ούτε ότι μπορούν να καλλιεργηθούν εκτός δασών και δασικών εκτάσεων. Υπάρχει σύγκλιση των απόψεων των καταναλωτών με τους ορισμούς που δίνονται για τα ΜΞΔΠ από τον F.A.O.(1995) και τους Shackleton κ.α. (2010). Το ενδιαφέρον για την αγορά κυρίως βρώσιμων ΜΞΔΠ είναι εξαιρετικά έντονο. Όσον αφορά το πρώτο ερευνητικό μας ερώτημα, η έρευνα έδειξε ότι τα χαρακτηριστικά της βιολογικής ποιότητας, της υψηλής θρεπτικής αξίας και της καλύτερης γεύσης είναι τα κριτήρια που καθιστούν τα μεμονωμένα ΜΞΔΠ πρώτα στις προτιμήσεις τόσο των κατοίκων των περιοχών όπου αναπτύσσονται τοπικές αγορές ΜΞΔΠ όσο και των επισκεπτών των περιοχών αυτών, ενώ η τιμή πώλησης των προϊόντων αυτών δεν φαίνεται να επηρεάζει τις προτιμήσεις τους.

Σε σχέση με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα "Ποιες ομάδες ενδιαφερομένων θα πρέπει να προωθήσουν την ανάπτυξη μιας στρατηγικής μάρκετινγκ για τα ΜΞΔΠ σε τοπικό επίπεδο και πώς μπορεί να υποστηριχθεί αυτή η στρατηγική", η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι τοπικές αγορές στις ορεινές περιοχές έχουν τη δυνατότητα να συμβάλουν στην προώθηση και τις πωλήσεις των ΜΞΔΠ. Ιδιαίτερα οι επαγγελματίες που ασχολούνται με τα ΜΞΔΠ υποστηρίζουν σθεναρά αυτή την προσέγγιση. Παρόλο που υπάρχει έντονος προβληματισμός ως προς την ευθύνη για την ανάπτυξη στρατηγικών μάρκετινγκ, καθώς οι συλλέκτες είναι αυτοί που ασχολούνται κυρίως με τα ΜΞΔΠ, αλλά και αυτοί που τελικά βλέπουν απτά οικονομικά οφέλη από αυτή τη δραστηριότητα, έχουν επίσης την κύρια ευθύνη της προώθησης των τοπικών αγορών σε σχέση με τα ΜΞΔΠ.

Καταγράφεται επίσης η νόμιμη και αναμενόμενη συνδρομή από τις ενδιαφερόμενες τοπικές αρχές στο θέμα αυτό, ενώ η ταυτόχρονη συνδρομή από τουριστικές ή μεταποιητικές επιχειρήσεις και πολιτιστικούς συλλόγους θα είχε πρόσθετα θετικά αποτελέσματα.

Οι κύριοι δίαυλοι προώθησης και προβολής των ΜΞΔΠ, στις τοπικές αγορές (τρίτο ερευνητικό ερώτημα), αν και στις τοπικές αγορές υπάρχουν βέβαια σημεία πώλησης των καταστημάτων που εξειδικεύονται στα προϊόντα αυτά, τα οποία θεωρούνται το σημαντικότερο μέσο προώθησης των εν λόγω προϊόντων είναι τόσο η διοργάνωση δραστηριοτήτων και βιωματικών εμπειριών όσο και η καθιέρωση τοπικών εκδηλώσεων οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στην προώθηση των ΜΞΔΠ. Η ανάπτυξη μορφών αγροτουρισμού και η παροχή αγροτουριστικών εμπειριών μπορούν να βοηθήσουν προς αυτή την κατεύθυνση. Το Διαδίκτυο θα μπορούσε να συμβάλει στην επαφή των καταναλωτών που βρίσκονται μακριά από τις τοπικές αγορές, με τη δημιουργία ιστοσελίδων και ηλεκτρονικών καταστημάτων, τη διαφήμιση με τη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.

Διερευνώντας τους παράγοντες που μπορούν να συμβάλλουν στη δημιουργία ενός ισχυρού brand για τα ελληνικά ΜΞΔΠ και πώς αυτό μπορεί να συμβάλει στην τοπική ανάπτυξη μέσω της δημιουργίας αξίας (τέταρτο ερευνητικό ερώτημα), προέκυψε ότι η παροχή εκπαίδευσης για την καλλιέργεια και τα οφέλη των ΜΞΔΠ μαζί με τη δυνατότητα πιστοποίησης των πρωτογενών και μεταποιημένων προϊόντων μέσω κατάλληλων σχεδίων δράσης, καθώς και η ιδέα της ανάπτυξης συνεργειών μεταξύ του τουριστικού τομέα και άλλων τομέων της οικονομίας, μαζί με την ενδοεπιχειρησιακή κατάρτιση και εκπαίδευση, μπορούν να συμβάλουν στην τοπική ανάπτυξη μέσω της δημιουργίας αξίας.

Όσον αφορά το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα: "Ποιος είναι ο ρόλος του μάρκετινγκ των ΜΞΔΠ στην ανάπτυξη συνεργειών στις αλυσίδες αξίας τους και στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης γενικά και της πολυλειτουργικής διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων ειδικότερα", υποστηρίζουμε ότι τα ΜΞΔΠ μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό τουριστικό προϊόν στις τοπικές αγορές των ορεινών οικισμών, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας και αυξάνουν το εισόδημα των κατοίκων των δασικών οικισμών, διατηρώντας την πολιτιστική και φυσική κληρονομιά της περιοχής. Δεν είναι αμελητέες αξίες όπως η συμβολή των ΜΞΔΠ στη βελτίωση της υγείας και της ευημερίας, καθώς παρέχουν πρώτες ύλες βιολογικής προέλευσης σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς, και οι υπηρεσίες οικοσυστήματος που παρέχουν. Τα παραπάνω μπορούν να λειτουργήσουν αμφίδρομα, οδηγώντας σε κίνητρα για τη δημιουργία μεταποιητικών επιχειρήσεων και δημιουργώντας τη δυνατότητα για μια κυκλική οικονομική δραστηριότητα στην περιοχή, συμβάλλοντας παράλληλα σε ένα χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η προώθησή τους ως εμπορικά προϊόντα προστιθέμενης αξίας θα έχει πολλαπλά θετικά αποτελέσματα, με κυριότερο την επιστροφή των νέων που εγκατέλειψαν τις εστίες τους λόγω της οικονομικής κρίσης. Αυτοί θα μπορούσαν δυνητικά να γίνουν οι νέοι επενδυτές για εγχειρήματα καινοτόμων επιχειρήσεων στις ορεινές περιοχές, με σημείο αναφοράς τα ΜΞΔΠ.

Abstract

The aim of this research is to investigate the marketing requirements that should be followed for Non Wood Forest Products (NWFPs) in Greece. Research questions were studied regarding the characteristics of NWFPs and the development of marketing strategies at local level, following the S.A.V.E. (Solution, Access, Value, Education/Engagement) approach, to identify the factors of NWFPs that can create the brand, as part of the added value they offer to local communities based on their needs. The promotion channels of NWFPs and the factors that contribute to the creation of a strong brand were examined. The role of marketing of NWFPs in developing synergies in their value chains and in promoting sustainable development and multifunctional management of forest ecosystems was also explored. Useful findings were drawn for their commercialisation in local markets and the development of marketing strategies. The markets for NWFPs are mainly located in the mountainous regions of Greece and there is additional potential for their promotion and contribution to sustainable development. Their promotion as commercial value-added products will have multiple positive effects for the ventures of innovative enterprises in mountain areas, with NWFPs as a reference.

Βιβλιογραφία

- Abraham, E.M., Theodoropoulos, K., Eleftheriadou, E., Ragkos, A., Kyriazopoulos, A.P., Parissi, Z.M., Soutsas, K., 2015. Non-Wood Forest Products from the understory and implications for rural development: The case of a broadleaf deciduous oak forest (*Quercus frainetto* Ten.) in Chalkidiki, Greece. *J. Environ. Prot. Ecol*, 16(3): 1024-1032.
- Agustino, S., Mataya, B., Senelwa, K., & Achigan-Dako, E. G., 2011. Non-wood forest products and services for socio-economic development. In: A compendium for technical and professional forestry education. The African Forest Forum, Nairobi, Kenya (Vol. 219). ++
- Arnold, J.E.M., 1995. Socio-economic benefits and issues in non-wood forest products use. *Non-Wood Forest Products* (FAO).
- Brenko, A., Buršić, D., Zgrablić, Ž., & Martínez de Arano, I. 2018. A Road Map for innovating NWFPs value chains for the Aromatic and Medicinal Plants iNet. In Conclusions issued from the Scoping seminar–27 & (Vol. 28).
- Croitoru, L., 2007. Valuing the non-timber forest products in the Mediterranean region. *Ecological Economics*, 63(4), 768-775.
- Europe, F., & Unece, F. A. O., 2015. State of Europe's forests 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995). Non-wood forest products for rural income and sustainable development. *Non-Wood Forest Products* No. 7.
- Ghosal, S., 2011. Importance of non-timber forest products in native household economy. *J. Geogr. Reg. Plan.*, 4(3), 159-168.
- Greene, S. M., Hammett, A. L., & Kant, S., 2000. Non-timber forest products marketing systems and market players in Southwest Virginia: Crafts, medicinal and herbal, and specialty wood products. *J. Sustain. For.*, 11(3), 19-39.
- Koppell, C., & Freudenberger, S. K., 1995. Marketing information systems for non-timber forest products
- Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Prokofieva, I., Wong, J., Pettenella, D., ... & Mavsar, R., 2021. Collection and consumption of non-wood forest products in Europe. *Forestry: An Int. J. For. Res.*, 94(5), 757-770.
- Martínez de Arano, I., Maltoni, S., Picardo, A., Mutke, S. κ.α., 2021. Non-wood forest products for people, nature and the green economy. Recommendations for policy priorities in Europe. A white paper based on lessons learned from around the Mediterranean. EFI and FAO, Barcelona
- Mavsar, R., Ramcilovik-Suominen, S., & Palahí, M., 2008. Study on the development and marketing of non-market forest products and services.
- Mutke, S., Bonet Lledos, J. A., Calado, N., Calvo, J., Taghouti, I., Redondo, C., & Martínez de Arano, I., 2019. Innovation networks on Mediterranean non wood forest products. *Int. j. innov. res. technol. sci. eng. (JISE)*, 2019, vol. 3, núm. 1, p. 1-10.
- Pettenella, D., Secco, L., & Maso, D., 2007. NWFP&S marketing: lessons learned and new development paths from case studies in some European countries. *Small-scale Forestry*, 6, 373-390.
- Rovira, M., Garay, L., Górriz-Mifsud, E., & Bonet, J. A., 2022. Territorial Marketing Based on Non-Wood Forest Products (NWFPs) to Enhance Sustainable Tourism in Rural Areas: A Literature Review. *Forests*, 13(8), 1231.
- Shackleton, S., Shanley, P., & Ndoye, O., 2007. Invisible but viable: recognising local markets for non-timber forest products. *International For. Rev.*, 9(3), 697-712.
- Sheppard, J. P., Chamberlain, J., Agúndez, D., Bhattacharya, P., Chirwa, P. W., Gontcharov, A., ... & Mutke, S., 2020. Sustainable forest management beyond the timber-oriented status quo: transitioning to co-production of timber and non-wood forest products—a global perspective. *Current Forestry Reports*, 6(1), 26-40.
- Sheppard, J., Santos-Silva, C., Louro, R., Stara, K., Belova, O., & Spiecker, H., 2020. Identification and ecology of NWFP species.
- Stryamets, N., Elbakidze, M., & Angelstam, P., 2012. Role of non-wood forest products for local livelihoods in countries with transition and market economies: case studies in Ukraine and Sweden. *Scandinavian journal of forest research*, 27(1), 74-87.

Te Velde, D. W., Rushton, J., Schreckenberg, K., Marshall, E., Edouard, F., Newton, A., & Arancibia, E., 2006. Entrepreneurship in value chains of non-timber forest products. *Forest Policy and Economics*, 8(7), 725-741.

Tomé, M., Cañellas, I., Bonet, J. A., Paulo, J. A., Palma, J. H., Martínez de Aragón, J., ... & de-Miguel, S., 2019. Resource and management–novel management concepts to boost product diversity and secure higher product flows. Non-wood forest products in Europe: Seeing the forest around the trees/Wolfslehner B., Prokofieva I. & Mavsar R.(eds.).

Wani, T., 2013. From 4Ps to SAVE: A theoretical analysis of various marketing mix models. *Business Sciences International Research Journal*, 1(1).

Weiss, G., Emery, M. R., Corradini, G., & Živojinović, I., 2020. New values of non-wood forest products. *Forests*, 11(2), 165.

Wolfslehner, B., Prokofeva, I. and Mavsar, R. (editors), 2019. Non-wood forest products in Europe: Seeing the forest around the trees.

Σιώμκος, Γ., & Βασιλικοπούλου, Α., 2005. Εφαρμογή μεθόδων ανάλυσης στην έρευνα αγοράς. Εκδόσεις Σταμούλης.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικολογία

**ΔΕΝΔΡΟΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΗΡΥΞΗ ΤΟΥ
ΠΛΑΤΑΝΟΥ ΑΓΙΟΥ ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ ΟΜΑΛΩΝ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ ΩΣ
ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟ ΜΝΗΜΕΙΟ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ**

**Σπανός, Ιωάννης¹; Ξανθάκης, Μιχαήλ²; Σαμαρά, Θεανώ³; Ιωάννου, Κωνσταντίνος⁴;
Χαβαλές, Ευάγγελος⁵; Χαβεντιδίου, Μαρίνα⁶, Μόκκα, Ευαγγελία⁷**

^{1,3,4,5} ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, e-mail: ispanos@fri.gr

² ΟΦΥΠΕΚΑ-Παράρτημα Αργοστολίου, e-mail: michaelxanthakis@hotmail.com

⁶ ΑΠΘ-Τμήμα Δασολογίας & Φ.Π., email: mchavene@for.auth.gr

⁷ ΙΕΚ Γρεβενών-Τεχνικός Δασικής Προστασίας, e-mail: mrsllitsa2@yahoo.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή έγινε δενδροχρονολόγηση και σύνταξη ειδικής έκθεσης του πλατάνου του Αγίου Γεράσιμου Ομαλών Κεφαλονιάς για την ανακήρυξή του ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης (ή Προστατευόμενος Φυσικός Σχηματισμός σύμφωνα με το άρθρο 46 του ν. 4685/2020). Η δενδροχρονολόγηση του πλατάνου έγινε με την μέθοδο των τρυπανιδίων και η εκτίμηση της ηλικίας με την εφαρμογή τριών μαθηματικών μοντέλων (πρωτοβάθμιο, δευτεροβάθμιο, λογαριθμικό) λαμβάνοντας υπόψη την μέθοδο των «ελλειπών τρυπανιδίων» που βασίζεται στην Διεθνή και Εθνική βιβλιογραφία.

Λέξεις κλειδιά: δενδροχρονολόγηση, τρυπανίδια, πλάτανος, Κεφαλονιά

Εισαγωγή

Η δενδροχρονολογία είναι μία σύγχρονη επιστήμη που βασίζεται στους αυξητικούς δακτυλίους των δένδρων για την χρονολόγηση και μελέτη γεγονότων του παρελθόντος και την συσχέτιση περιβάλλοντος και κλίματος (Frits 1976, Frits κ.α. 1989, Fritts & Swetnam 1989, Paul κ.α. 1988, Cooc & Kariukstis 1990, Μπαλούτσος κ.ά. 1993,). Ο πρώτος αναγνωρισμένος θεμελιωτής της δενδροχρονολογίας θεωρείται ο Αμερικανός Andreus Douglas (Frits 1976) που πρώτος διατύπωσε τους βασικούς κανόνες και νόμους της δενδροχρονολογίας. Με τη συσχέτιση των κλιματικών δεδομένων και του πάχους των ετησίων δακτυλίων μεγάλων χρονικών περιόδων, δημιουργούμε ισχυρά μοντέλα του παρελθόντος, δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικά κλιματικά μοντέλα και κύρια στα κατακρημνίσματα που παίζουν τεράστιο ρόλο στους υδατικούς πόρους.

Οι καταγραφές των αιωνόβιων δένδρων και η δενδροχρονολόγηση αυτών (εύρεση της ηλικίας τους και της κήρυξης ως μνημεία της φύσης) αποτελούν βασικά στοιχεία για την διατήρηση και προστασία των δένδρων και την συσχέτισή τους με την ιστορία, την δενδροχρονολογία, τις κλιματικές αλλαγές και γενικότερα για την διατήρηση της πολιτισμικής μας κληρονομιάς. Σε ότι αφορά τη μέτρηση ή την εκτίμηση της ηλικίας αιωνόβιων δένδρων έχουν αναπτυχθεί διάφοροι μέθοδοι που βασίζονται στη λήψη ή μη τρυπανιδίων (Σπανός 1996, White 1998, Arnan κ.α. 2012, Παπαδόπουλος κ.ά. 2013, Παπαδόπουλος & Παντέρα 2015). Πολλά αιωνόβια δένδρα πλατάνου και δρυός καταγράφονται σε παλαιές και νέες εργασίες και βάσεις δεδομένων (Στεφάνου 1970, Παπαδόπουλος και Παντέρα 2015, Παπαδόπουλος και Παπαδοπούλου 2017).

Τα «Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης» σύμφωνα με την Εθνική Νομοθεσία (άρθρα 18 παρ.3, 19 παρ.21 και 1 του Ν. 1650/1986 και άρθρο 6 του Ν. 3739/2011) αποτελούν μεμονωμένα στοιχεία της φύσης με ιδιαίτερη οικολογική, βιολογική, επιστημονική και αισθητική αξία, διαθέτουν μνημειακό χαρακτήρα και είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την ιστορική και πολιτισμική κληρονομιά του τόπου. Όμως, σύμφωνα με τον τελευταίο Νόμο 1950/2020 και το άρθρο 26 τα «Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης» μετονομάζονται «Προστατευόμενοι Φυσικοί Σχηματισμοί». Συγκεκριμένα με το ν.1950/2020, το άρθρο 19 του ν.1650/1986 (Α' 160), όπως ισχύει, αντικαθίσταται ως εξής:

«γ. Προστατευόμενα τοπία και προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί. Ως προστατευόμενα τοπία και προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται, αντιστοίχως, λειτουργικά τμήματα της φύσης ή μεμονωμένα δημιουργήματά της (περιοχές ή στοιχεία σημειακού χαρακτήρα), που έχουν ιδιαίτερη οικολογική, γεωλογική ή γεωμορφολογική αξία ή συμβάλλουν στη διατήρηση των φυσικών διεργασιών και στην προστασία φυσικών πόρων, **όπως δέντρα**, συστάδες δέντρων και θάμνων, θαλάσσια προστατευτική βλάστηση, παρόχθια και παράκτια βλάστηση, φυσικοί φράχτες, καταρράκτες, πηγές, φαράγγια, θίνες, ύφαλοι, σπηλιές, βράχοι, απολιθωμένα δάση, δέντρα ή τμήματά τους, παλαιοντολογικά ευρήματα, κοραλλιογενείς γεωμορφολογικοί σχηματισμοί και γεώτοποι. Προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί που έχουν μνημειακό χαρακτήρα χαρακτηρίζονται ειδικότερα ως διατηρητέα μνημεία της φύσης. Ως Προστατευόμενοι Φυσικοί Σχηματισμοί είναι δυνατό να χαρακτηρίζονται επιμέρους περιοχές εντός Εθνικών Πάρκων, Περιοχών Προστασίας της Βιοποικιλότητας ή/και Καταφυγίων Άγριας Ζωής και να εντάσσονται εντός ζωνών κλιμακούμενης προστασίας των περιοχών αυτών»

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η δενδροχρονολόγηση και η σύνταξης ειδικής έκθεσης του αιωνόβιου πλατάνου του Αγίου Γεράσιμου στα Ομαλά Κεφαλονιάς, ώστε να κηρυχθεί Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης.

Οι βασικοί στόχοι της έρευνας αυτής είναι:

- η εφαρμογή της μεθόδου των τρυπανιδίων για την εύρεση της ηλικίας του πλατάνου
- η εφαρμογή και χρήση διαφόρων μοντέλων (γραμμικά, δευτεροβάθμια, λογαριθμικά, κ.ά.) για την μέτρηση της ηλικίας των δένδρων και συσχέτιση αυτών με τον αριθμό των ετησίων δακτυλίων.
- η σύνταξη ειδικής έκθεσης για την κήρυξη του αιωνόβιου πλατάνου ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης.

Υλικά και μέθοδοι

Περιγραφή του γένους *Platanus*

Το γένος *Platanus* περιλαμβάνει υψηλά φυλλοβόλα δέντρα με παλαμοσχιδή και έλοβα φύλλα. Πρόκειται για μεγάλα δέντρα, με ύψος που κυμαίνεται από 20 έως 50 μέτρα, φυλλοβόλα (εκτός από το είδος *P. kerrii*). Σε φυσική μορφή τα πλατάνια απαντώνται κυρίως και συναντώνται στις όχθες ποταμών και λιμνών και γενικά σε υγροτόπους. Όμως, μπορούν να επιβιώσουν και στην ξηρασία, όταν το έδαφος είναι κατάλληλο. Τα περισσότερα είδη πλατάνου προσαρμόζονται εύκολα στο αστικό περιβάλλον και χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε πάρκα και δενδροστοιχίες. Υπάρχουν δύο υποείδη, το *Castanophyllum*, που περιλαμβάνει το είδος *P. kerrii*, και το *Platanus*, που περιλαμβάνει όλα τα υπόλοιπα. Πρόσφατες μελέτες στο Μεξικό, έχουν προσθέσει νέα υποείδη στο είδος αυτό. Μελέτες στα γενετικά στοιχεία του υποείδους *Platanus*, έχουν δείξει ότι το είδος *P. racemosa* έχει μεγαλύτερη συγγένεια με το είδος ανατολικός Πλάτανος σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη της Βόρειας Αμερικής. Έχουν βρεθεί απολιθώματα πλατάνων ηλικίας 115 εκατομμυρίων χρόνων (Κάτω Κρητιδικό). Εκτός από τη γεωγραφική διάκριση μεταξύ Βόρειας Αμερικής και Ευρώπης, έχουν δημιουργηθεί υβριδικά είδη, όπως ο Πλάτανος του Λονδίνου. Στην χώρα μας, σε φυσική εξάπλωση, έχουμε ένα κύριο είδος πλατάνου (*Platanus orientalis*), ο Πλάτανος ο ανατολικός. Στον πλάτανο μπορεί να προκληθεί η ασθένεια *Plane Anthracnose* (*Arbognotonia veneta*), μια ασθένεια που οφείλεται σε μύκητες που μπορούν να καταστρέψουν τα φύλλα μέσα σε λίγα χρόνια. Η ασθένεια αυτή μπορεί να εκδηλωθεί λόγω του κρύου ή του υγρού ανοιξιάτικου καιρού. Το είδος *P. occidentalis* και τα άλλα είδη της Αμερικής είναι τα πιο ευάλωτα, ενώ ο ανατολικός Πλάτανος είναι το πιο ανθεκτικό είδος. Ο υβριδικός πλάτανος του Λονδίνου έχει μέτρια αντοχή. Άλλη ασθένεια που μπορεί να προσβάλει τον πλάτανο είναι ο περονόσπορος, αλλά σπανιότερα. Ο πλάτανος μπορεί επίσης να προσβληθεί από διάφορες προνύμφες των λεπιδόπτερων. Τα τελευταία έτη, ο κύριος εχθρός του πλατάνου για τη χώρα μας είναι το μεταχρωματικό έλκος του πλατάνου που προκαλείται από τον μύκητα *Ceratocystis fibriata* και παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2003. Ο παθογόνος μύκητας προσβάλει μόνο τον πλάτανο και είναι η πιο καταστροφική ασθένεια της ελληνικής επικράτειας και διεθνώς, διότι προκαλεί νέκρωση των δένδρων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τα νεαρά δένδρα νεκρώνονται σε χρόνο μικρότερο των δύο ετών, ενώ τα μεγαλύτερα δένδρα μπορούν να επιβιώσουν για αρκετά έτη μετά από την προσβολή τους, όμως η νέκρωση είναι αναπόφευκτη. Τα τελευταία έτη, η ασθένεια προκάλεσε μεγάλες καταστροφές σε δένδρα πλατάνου στην Ιταλία, Γαλλία και ΗΠΑ. Η ασθένεια

του μεταχρωματικού έλκους του πλάτανου (μύκητας) πιθανολογείται ότι εισήχθη από τις ΗΠΑ στη διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου.

Περιοχή έρευνας

Το γεωγραφικό στίγμα της θέσης του πλατάνου του Αγίου Γερασίμου (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος) είναι 38°10'174''N, 020° 35'137'' αντίστοιχα και το υπερθαλάσσιο υψόμετρο 395 m.

Η Περιφερειακή Ενότητα (Νομός) Κεφαλονιάς είναι το μεγαλύτερο νησί του Ιονίου πελάγους και βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων. Το επίσημο όνομα είναι Κεφαλληνία και το οφείλει στην αρχαία ορεσίβια φυλή «Λεγαλλήνες» που κατοικούσαν στο νησί. Ο Νομός καταλαμβάνει έκταση 2.505,8Km² το μεγαλύτερο ποσοστό της οποίας καλύπτεται από καλλιεργήσιμη γη, δάση και βοσκότοπους. Από τα στοιχεία του Γεωλογικού Χάρτη της Ελλάδας (ΙΓΜΕ/Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, κλίμακα 1:50.000, Φύλλο Νότια Κεφαλονιά) προκύπτει ότι το μητρικό πέτρωμα (στο σημείο που φύτευται ο πλάτανος και γενικότερα το υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής όπου συμπεριλαμβάνεται και ο ναός του Αγίου Γερασίμου αποτελείται από αλλουβιακές προσχώσεις και πλευρικά κορήματα. Η περιοχή είναι ένα μικρό ημιορεινό οροπέδιο που βρίσκεται στους νότιους πρόποδες του υψηλότερου όρους τη Κεφαλονιάς, τον Αίνο (που είναι και ο Εθνικός Δρυμός με κύριο ενδημικό είδος το Έλατο της Κεφαλονιάς, *Abies cephalonica*). Το κλίμα της Κεφαλονιάς είναι Μεσογειακό με εύκρατους, ήπιους χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια. Σε πολλές περιοχές στο εσωτερικό του νησιού παρατηρούνται υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι (περίπου 40°C) και σπάνιοι παγετοί τον χειμώνα. Η ετήσια μέση θερμοκρασία στο Αργοστόλι είναι 15,6°C με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο και θερμότερο τον Αύγουστο. Η σχετική υγρασία είναι υψηλή (πάνω από 70% στην αυξητική και ξηροθερμική περίοδο, Μάιο έως Σεπτέμβριο) με μεγάλο αριθμό ημερών ηλιοφάνειας (167 περίπου ημέρες το έτος) και πολλές ημέρες βροχοπτώσεων. Το ετήσιο ύψος βροχής είναι υψηλό (900 mm ανά έτος) και το χιόνι είναι συχνό την περίοδο Νοέμβριο έως Φεβρουάριο, ενώ η χαλαζόπτωση στους θερινούς μήνες είναι σπάνια.

Ο πλάτανος του Αγίου Γερασίμου βρίσκεται στην κτηματική περιοχή του οικισμού Ομαλών του Δήμου Αργοστολίου (Π.Ε. Κεφαλονιάς). Ο εν λόγω πλάτανος βρίσκεται στην εκκλησιαστική περιοχή «Άγιος Γεράσιμος» της κτηματικής περιφέρειας του Ομαλού και απέχει 400 μέτρα νότια του οικισμού Βαλσαμάτα (βλέπε Χάρτη). Όσον αφορά το ιδιοκτησιακό καθεστώς, ο μελετώμενος πλάτανος βρίσκεται εντός οικοπέδου που ανήκει στην Ιερά Μητρόπολη Κεφαλονιάς, και απέχει 300 περίπου μέτρα από την εκκλησιά και το σκηνώμα του «Αγίου Γερασίμου». Επισημαίνεται ότι έξω από την παλαιά εκκλησία του «Αγίου» και στον προαύλιο χώρο υπάρχει και ένας δεύτερος αιωνόβιος πλάτανος που φυτεύτηκε την ίδια περίπου περίοδο από τον Άγιο Γεράσιμο το 1570 (όπως προκύπτει από ιστορικές αναφορές).

Στην εικόνα 1 αναφάινεται ο χάρτης της Κεφαλονιάς με το σημείο του πλατάνου του Αγίου Γερασίμου και η ευρύτερη περιοχή (από GoogleEarth).



Εικόνα 1. Περιοχή έρευνας
Figure 1. Study area

Μέθοδος έρευνας

Η δενδροχρονολόγηση του «Πλάτανου Αγ. Γερασίμου Κεφαλονιάς» και η ηλικία του υπολογίστηκε με την επιστημονική και διεθνώς αποδεκτή μέθοδο των τρυπανιδίων. Τον Νοέμβριο του 2022, έγινε λήψη 10 τρυπανιδίων από το εξωτερικό μέρος του δένδρου προς το εσωτερικό του κεντρικού τμήματος/εντεριώνη, τόσο στον κύριο κορμό, όσο και στους πέντε κύριους κλάδους. Στον κύριο κορμό λήφθηκαν πέντε τρυπανίδια στο σθηθιαίο ύψος 1,30m, σε διαφορετικές κατευθύνσεις και σε κάθετες ακτίνες, περιμετρικά του δένδρου. Επίσης λήφθηκαν άλλα πέντε τρυπανίδια στους πέντε κύριους κλάδους (ένα τρυπανίδιο σε κάθε κλάδο) και στη βάση τους, σε ύψος 2,70m από το έδαφος. Τα τρυπανίδια λήφθηκαν με την τρυπάνη του Pressler (μήκους 60cm), η οποία είναι μια αξιόπιστη επιστημονική μέθοδος για την μέτρηση της ηλικίας όλων των δένδρων που είναι ιστάμενα. Οι ετήσιοι αυξητικοί δακτύλιοι όλων των δένδρων είναι κυκλικοί και για κάθε έτος σχηματίζονται σε ομόκεντρους κύκλους που ξεκινούν από το κέντρο (εντεριώνη) προς το εξωτερικό μέρος του κύριου κορμού σε περιφερειακή διάταξη. Το μήκος του κάθε τρυπανιδίου δεν ξεπερνούσε το κέντρο/ακτίνα του κορμού (εντεριώνη), διότι το δένδρο είναι «κουφαλερό». Για την εύρεση της ηλικίας χρησιμοποιήσαμε επιστημονικά όργανα μέτρησης των αυξητικών δακτυλίων (συγκεκριμένα το στερεοσκόπιο τύπου CMM No 812450, στο οποίο είναι ενσωματωμένοι και ανάλογοι μεγεθυντικοί και στερεοσκοπικοί φακοί). Το παραπάνω όργανο μέτρησης της ηλικίας και της ετήσιας αύξησης όλων των δένδρων είναι μεγάλης ακρίβειας, διότι βασίζεται στην επιστημονική αρχή, ότι, σε όλα τα δένδρα υπάρχει ετήσια και διακριτή διαφορά στο χρώμα του ξύλου, που χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, «πρώιμο» και «όψιμο». Σε κάθε έτος αύξησης, και σε όλα τα δένδρα, υπάρχει το πρώιμοξύλο που αναπτύσσεται στη διάρκεια της αυξητικής περιόδου (Μάρτιος-Οκτώβριος), και το όψιμο ξύλο που αναπτύσσεται στη διάρκεια της λανθάνουσας μη αυξητικής περιόδου (Οκτώβριος-Μάρτιος). Το χρώμα του πρώιμου ξύλου είναι «ανοιχτότερο» και το πάχος της αύξησης μεγαλύτερο, ενώ το χρώμα του όψιμου ξύλου είναι «σκορρότερο» και το πάχος της αύξησης μικρότερο.

Τα τρυπανίδια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δασοκομίας του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ), όπου για πρώτη φορά (στη χώρα μας) υπολογίστηκε η ηλικία δένδρου με τη βοήθεια του πιο αξιόπιστου και σύγχρονου επιστημονικού οργάνου ετησίων δακτυλίων του οίκου Rinntech Γερμανίας τύπου Lintab6 (διοφλάθμιο στερεομικροσκόπιο τύπου ZeissStemi 305 με βραχύ οριζόντιο βραχίονα για μεγεθύνσεις ως 40x) και του ανάλογου λογισμικού (τύπου TSAP Scientific για WIN/PC). Η ηλικία του πλατάνου υπολογίζεται από τον αριθμό των ετησίων δακτυλίων (τόσο του κύριου κορμού όσο και των πέντε κλάδων). Τα πέντε τρυπανίδια του κύριου κορμού δεν έφτασαν μέχρι το κέντρο (εντεριώνη) διότι εσωτερικά ο κορμός είναι «κουφαλερός», αλλά τα υπόλοιπα πέντε τρυπανίδια των κύριων κλάδων (ένα ανά κλάδο) έφτασαν μέχρι το κέντρο της ακτίνας (εντεριώνη) διότι όλοι οι κλάδοι είναι συμπαγείς και ακόμα δε δημιούργησαν κοιλότητα. Η ηλικία του πλατάνου υπολογίστηκε με αναγωγή στην ακτίνα του

δένδρου, δοκιμάζοντας τρία μαθηματικά μοντέλα αναγωγής (γραμμικό, δευτεροβάθμιο και λογαριθμικό) που βασίζονται στη Διεθνή και Εθνική βιβλιογραφία (λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική περιφέρεια του δένδρου είναι 537cm). Το μοντέλο που ανταποκρίθηκε με τη μικρότερη τυπική απόκλιση/τυπικό σφάλμα ήταν το λογαριθμικό. Εφαρμόζοντας το μοντέλο αυτό, και με βάση την Εθνική και Διεθνή βιβλιογραφία για την εύρεση ηλικίας δένδρων με την μέθοδο των «ελλিপών τρυπανιδίων» που ισχύει για τα «κουφαλερά» και αιωνόβια δένδρα πλατάνου.

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Τα μοντέλα που ανταποκρίθηκαν με την μικρότερη τυπική απόκλιση/τυπικό σφάλμα για τον πλάτανο Κεφαλονιάς ήταν το λογαριθμικό, το γραμμικό και το δευτεροβάθμιο. Το λογαριθμικό είχε την μικρότερη απόκλιση, όταν τα τρυπανίδια ξεπερνούσαν το κέντρο (εντεριώνη) των μεγάλων κλάδων του πλατάνου. Το γραμμικό, προσαρμόστηκε στην κουφάλα του πλατάνου, όπου χρησιμοποιήσαμε και την ελλιπή μέθοδο με τη χρήση ελλিপών προς το κέντρο (εντεριώνη) τρυπανιδίων (Rosas 2003, Παπαδόπουλος & Παντέρα 2015, Παπαδόπουλος & Παπαδοπούλου 2017, Σπανός και Γρηγοριάδης, 2016, Σπανός 2017, Σπανός κ.α. 2018, Σπανός κ.α. 2019, Γρηγοριάδης κ.α. 2019, Καγιαλή κ.ά. 2019, Σπανός κ.ά.2021).

Δασοκομικά χαρακτηριστικά του πλατάνου

-Ύψος δένδρου: 24 m

-Περίμετρος (στο στήθαίο ύψος): 537,10 cm

-Διάμετρος (στο στήθαίο ύψος): 171,50 cm

-Ακτίνες κόμης (από τον κύριο κορμό): 2,10m βόρεια, 13,10m ανατολικά, 10,3m νότια, 12,90m δυτικά.

-Ηλικία: **448 έτη** (με απόκλιση 17 έτη).

-Ζωτικότητα: Πολύ καλή, διότι δεν υπάρχουν ασθένειες στον κύριο κορμό και στους κλάδους και γενικότερα η κόμη του δένδρου είναι υγιής.

Σε ύψος 270cm από το έδαφος ο κύριος κορμός του πλατάνου διακλαδίζεται σε πέντε κύριους κλάδους:

Κλάδος 1: Περιφέρεια: 322 cm, Διάμετρος: 102 cm, Ηλικία: 257 έτη

Κλάδος 2: Περιφέρεια: 168 cm, Διάμετρος: 53 cm, Ηλικία: 131 έτη

Κλάδος 3: Περιφέρεια: 303 cm, Διάμετρος: 96 cm, Ηλικία: 243 έτη

Κλάδος 4: Περιφέρεια: 250 cm, Διάμετρος: 79 cm, Ηλικία: 196 έτη

Κλάδος 5: Περιφέρεια: 182 cm, Διάμετρος: 57 cm, Ηλικία: 140 έτη

Ο κύριος κορμός του δένδρου εξωτερικά είναι υγιής, αλλά στο εσωτερικό είναι «κουφαλερός», ενώ οι πέντε κύριοι κλάδοι και όλα τα επικόρυφα κλαδιά είναι συμπαγή και υγιή.



Εικόνα 2. Ο πλάτανος της Κεφαλονιάς (*Platanus orientalis*) του Αγίου Γεράσιμου
Picture 2. Plane tree (*Platanus orientalis* in Kafalonia (Agios Gerasimos)



Εικόνα 3. Λήψη τρυπανιδίων στους πέντε κλάδους του πλάτανου (8-11-2022)
Picture 3. Tree ring sample extraction in five branches of plane (8-11-2022)

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την εκτίμηση της ηλικίας αιωνόβιων δένδρων πλατάνου και δρυός αποτελεί ένα συνδυασμό γραμμικών, δευτεροβάθμιων και λογαριθμικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται διεθνώς (White 1998, Sedmak κ.α. 2014) και βασίστηκε σε πραγματικές μετρήσεις και σε άλλες περιοχές της χώρας μας (Σπανός 1996, Παπαδόπουλος & Παπαδοπούλου 2017), πολλά από τα οποία κηρύχθηκαν Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης (Σπανός 2017, Σπανός κ.ά. 2018, Σπανός κ.ά. 2019, Σπανός και Γρηγοριάδης 2016, Γρηγοριάδης κ.ά. 2018).

Επίσης, κύριο στοιχείο για τον υπολογισμό της ηλικίας του πλάτανου Κεφαλονιάς ήταν και η σωστή εκτίμηση της σχέσης ηλικίας και διαμέτρου σε σχέση με το μέσο πλάτος δακτυλίων, τόσο στους χονδρούς κλάδους που λήφθηκαν τα τρυπανίδια μέχρι και την εντεριώνη, όσο και στον «κουφαλερό» κύριο κορμό.

Ύστερα από την σύνταξη της δενδροχρονολόγησης, της ειδικής έκθεσης, και του σχεδίου ΦΕΚ (που συντάχθηκαν από τους συγγραφείς της παρούσας εργασίας) ο πλάτανος θα κηρυχθεί από την Πολιτεία ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης, διότι πληροί τα κριτήρια του τελευταίου Νόμου (άρθρο 46 του ν. 4685/2020).

ABSTRACT

Age estimation of plane into Kefalonia island (Saint Gerasimos, Omalos) was studied. The tree will declare as “Preserve Nature Monument”, after special study of this paper. The dendrochronology was based on tree-ring samples extraction and the age estimation of trees using three mathematical models (first degree, second degree and logarithmic). In this study, we used the method of “eliminating tree-rings” that based on International and National biblioFigurey.

Βιβλιογραφία

- Arna, X., Lopez B., Martinez-Vilalta, J., Estorach, M., Poyatow, R., 2012. The age of monumental olive trees (*Olea europea*) in northeastern Spain. *Dendrochronologia* 30: 11-14.
- Fritts, H.C. 1976. *Tree-rings and climate*. Academic Press. London, New York, San Francisco, pp 576.
- Fritts, H.C., and Swetnam T.W. 1989. *Dendroecology: a tool for evaluating variations in past and present forest environments*, *Adv. Ecol. Res.* 19:111-189.
- Cook, E.R. and Kairiukstis, L.A. 1990. *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London, pp 394.
- Γρηγοριάδης, Ν., Ματζίρης, Ε., Σπανός, Ι., Παπαϊωάννου, Α., Μπαρμπούτης, Ι., Μπακιρτζή, Ο., Καγιαλή, Χ., Κουτσανίτης, Δ., Γρηγοριάδης, Σ., Μιζαφέντης, Ν., Παπαϊωάννου, Ε., 2019. Ειδική έκθεση κήρυξης αιωνόβιων πλατάνων Δήμου Θεσσαλονίκης ως Διατηρητέων Μνημείων της Φύσης. ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, σελ.75.

Γρηγοριάδης, Ν., Σπανός, Ι., Χρυσανθοπούλου, Γ., Συμεωνίδης, Η., Χασιλίδης, Π., Θεοδωρίδου, Σ., Κιουρτσής, Κ., Μεταξάς, Δ., Πολιτίδου, Χ., Γρηγοριάδης, Σ., 2018. Ειδική έκθεση κήρυξης αιωνοβίων πλατανίων Δήμου Έδεσσας ως διατηρητέων Μνημείων της Φύσης. ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, σελ.78.

Καγιαλή, Χ., Κουτσανίτης, Δ., Κεχαγιά, Θ., Παπαϊωάννου, Ε., Γρηγοριάδης, Σ., Ματζίρης, Ε., Σπανός, Ι., Τσιτσώνη, Θ., Μπαρμπούτης, Ι., 2019. Εκτίμηση επικινδυνότητας και δενδροχρονολόγηση αιωνόβιων (μνημειακών) πλατάνων στον Δήμο Θεσσαλονίκης. 19^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία., 29 Σεπ.-2 Οκτ. 2019 Λιτόχωρο, Πρακτικά, σελ. 402-410 (www.forestry.gr)

Μπαλούτσος, Γ., Γκουντούφας, Ε., Αμοργιανιώτης, Γ., 1993. Δενδροχρονολογία και εφαρμογές της στην Υδρολογία. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Περιοδικό του ΓΕΩΤΕΕ, Τόμος 4, Τεύχος 2, 1993, σελ.33.

Rosas, V., 2003. Tree age estimates in *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: testing previous and improved methods. PlantEcol. 167: 193-212.

Παπαδόπουλος, Α., Παπαδοπούλου, Π., 2017. Εκτίμηση ηλικίας αιωνόβιων δένδρων πλατάνου του ανατολικού με τη χρήση ελλিপών προς την εντεριόνη τρυπανιδίων. 18ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία., 8-11 Οκτ. 2017, Έδεσσα, Πρακτικά, σελ. 655-660 (www.forestry.gr).

Παπαδόπουλος, Α., Παντέρα, Α., 2015. Εκτίμηση ηλικίας δένδρων της *Quercus ithaburensis* ssp. *Macrolepis* στη Δ. Ελλάδα. 17ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία., 4-7 Οκτ. 2015, Κεφαλονιά, Πρακτικά, σελ. 379-384 (www.forestry.gr).

Παπαδόπουλος, Α., Ραυτογιάννης, Ι., Παντέρα, Α., 2013. Έρευνα και ανάδειξη αιωνόβιων δένδρων του Δήμου Καρπενησίου. Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, 176 σελ.

Σπανός, Ι., Παπαχρήστου, Θ., Χαβαλές, Ε. 2021. Ειδική έκθεση προστασίας υπεραιωνόβιου δένδρου δρυός και κήρυξή του ως Μνημείο της Φύσης στην περιοχή Περιστερά, Δήμου Βοΐου (Π.Ε. Κοζάνης). ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών.

Σπανός, Ι., Παπαχρήστου, Θ., Χαβαλές, Ε. 2021. Ειδική έκθεση προστασίας υπεραιωνόβιου δένδρου δρυός και κήρυξή του ως Μνημείο της Φύσης στην περιοχή Κριμηνίου, Δήμου Βοΐου (Π.Ε. Κοζάνης). ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών.

Σπανός, Ι., Τζατζάνης, Ι., Τσιατούρα, Μ., Τζατζάνη, Ε., 2019. Εκτίμηση ηλικίας αιωνόβιων δένδρων δρυός με τη μέθοδο των τρυπαδίων 19^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία., 29 Σεπ.-2 Οκτ. 2019 Λιτόχωρο, Πρακτικά, σελ. 395-401 (www.forestry.gr).

Σπανός, Ι., Τζατζάνης, Ι., Τσιατούρα, Μ., Καρανάσιος, Γ., 2019. Ειδική έκθεση προστασίας και κήρυξης Μνημείο της Φύσης υπεραιωνόβιας απόδισκου δρυός (*Quercus petraea*) περιοχής του Δήμου Γρεβενών (Λόχημη). ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΦΕΚ 3940/25-10-2019, Τεύχος Δεύτερο).

Σπανός, Ι., Τζατζάνης, Ι., Τσιατούρα, Μ., 2018. Ειδική έκθεση προστασίας και κήρυξης Μνημείο της Φύσης υπεραιωνόβιας Μακεδονικής δρυός (*Quercus trojanavar. macedonica*) περιοχής του Δήμου Γρεβενών (Νεοχώρι). ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΦΕΚ 836/9 Μαρτίου 2018, Τεύχος Δεύτερο, σελ. 9923-9928).

Σπανός Ι., 2017. Ειδική έκθεση προστασίας και κήρυξης Μνημείο της Φύσης υπεραιωνόβιας δρυός περιοχή του Δήμου Δεσκάτης. ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΦΕΚ 1255/11 Απριλίου 2017, Τεύχος Δεύτερο, σελ. 10673-10674).

Σπανός, Ι., 2017. Η αρχαιότερη δρυς της Ευρώπης δενδροχρονολογήθηκε στο Δήμο Δεσκάτης (*Quercus pendunculiflora* var. *pubescens*, Δρυς η ποδισκοφόρος η χνοώσης «Κελανίτης»). Εφημερίδα «Νέα της Δεσκάτης», Ιούλ.-Αυγ. 2017, Τεύχος 375 2011, σελ. 11.

Σπανός, Ι., Γρηγοριάδης, Ν., 2016. Ειδική Έκθεση πλατάνου Σεβαστιανών, ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, σελ. 41 (ΦΕΚ 4574/30 Δεκ 2016, Τεύχος Δεύτερο).

Σπανός, Ι., 1996 : "Επίδραση του ύψους βροχής στο πλάτος ετησίων δακτυλίων σε άτομα τραχείας Πεύκης Θάσου". Περιοδικό "Επιστημονικά Γεωτεχνικά Θέματα" του ΓΕΩΤΕΕ. Τόμος 7, Τεύχος 4/1996, σελ. 54-70.

Στεφάνου, Α., 1970. Οι γίγαντες του φυτικού βασιλείου πρέπει να χαρακτηρισθούν ως διατηρητέα μνημεία της φύσης. Δασικά Χρονικά. Τεύχος 133/134.

Sedmak, R., Sedmakova, D., Bosel, M., Marusak, R., Jezik, M., Murgas, V., Blazenec, M., 2014. Age estimation of Norway spruce using incomplete increment cores: Testing new and improved methods. *Dendrochronologia* 32: 27-335.

White, J. 1998. Estimating the age of large and veteran trees in Britain. *ForestryPractice*, 1-8.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικολογία

ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΑΙΩΝΟΒΙΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ Δ. ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ

Παπαδόπουλος, Ανδρέας¹; Ραυτογιάννης, Ιωάννης²; Παπαδοπούλου, Πηνελόπη³; Λάππα, Βασιλική¹; Παντέρα, Αναστασία¹

¹ Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Γ.Π.Α.,

² Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Δ.Π.Ε.

³ Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

ampapadopoulos@aia.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια μεθοδολογία απογραφής και χρονολόγησης αιωνόβιων δένδρων του Δ. Καρπενησίου. Τα σημαντικότερα αιωνόβια δένδρα της περιοχής, απογράφηκαν ακολουθώντας τη μεθοδολογία Veteran trees initiative, Specialist Survey method προσαρμοσμένη στις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας και χρονολογήθηκαν με τη βοήθεια δενδροχρονολογικών μεθόδων. Απογράφηκαν συνολικά 78 αιωνόβια δένδρα διαφόρων ειδών με στηθαία διάμετρο από 2,10 έως 11,00 m και ηλικία από 115 έως περισσότερα από 500 έτη. Τα στοιχεία αυτά και άλλα δενδρομετρικά χαρακτηριστικά, η κατάσταση υγείας των δένδρων, παρεμβάσεις και προτάσεις διαχείρισης καταγράφηκαν και αρχειοθετήθηκαν εν είδη μητρώου για την παρακολούθηση και ανάδειξη τους.

Λέξεις κλειδιά: αιωνόβια δένδρα, εκτίμηση ηλικίας, δενδροχρονολογία, ετήσιοι δακτύλιοι

Εισαγωγή

Τα αιωνόβια δέντρα (ή μνημειακά δέντρα ή δέντρα μνημεία της φύσης) είναι δέντρα μεγάλων διαστάσεων με ηλικία που ξεπερνά τον ένα αιώνα. Είναι δέντρα που έχουν περάσει το στάδιο της ωριμότητας και βρίσκονται σε μεγάλη ηλικία σε σχέση με άλλα του ίδιου είδους. Συνήθως έχουν μεγάλο κορμό με μεγάλη περίμετρο και πολλές φορές έχουν κουφάλες.

Η περίμετρος στο στηθαίο ύψος και η ηλικία είναι βασικά στοιχεία στην αξιολόγηση των αιωνόβιων δένδρων. Όταν υπάρχουν επαρκή δεδομένα μπορεί να γίνει η εκτίμηση της ηλικίας με βάση τη στηθαία περίμετρο. Η περίμετρος ενός δέντρου αυξάνει με την ηλικία και επηρεάζεται από το είδος, το έδαφος, το μικροκλίμα, τη διαχείριση κ.α. Συνήθως, δέντρα με περίμετρο πάνω από 3 μέτρα (χρειάζονται δύο ενήλικοι για να αγκαλιάσουν τον κορμό) θεωρούνται μνημειακά για τα ελληνικά δεδομένα. Η ηλικία ενός δέντρου εξαρτάται και από το είδος. Μία λεύκα ή μία ιτιά 100 ετών βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο γήρανσης, ενώ μία δρυς μόλις αρχίζει να ενηλικιώνεται.

Τα αιωνόβια δέντρα είναι δείγματα της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς, σύμβολα αιωνιότητας και διάρκειας που συνδέονται με ιστορικά γεγονότα, μύθους και παραδόσεις. Αποτελούν αντικείμενο θαυμασμού και χαρακτηριστικά των τοπίων. Για τους παραπάνω λόγους τα δένδρα αυτά προκαλούσαν το ενδιαφέρον του ανθρώπου να τα προστατεύσει και να τα αναδείξει. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για την απογραφή τους και την καταχώρηση τους σε καταλόγους εθνικούς ή διεθνείς. Υπάρχει σημαντική βιβλιογραφία που αφορά την απογραφή και χρονολόγηση των αιωνόβιων δένδρων (Fay & de Berker 1997, White 1998 Wong & Lertzman 2001, Drobyshev & Niklasson 2010, Wolf κ.α. 2021) και ιστοσελίδες που αναφέρονται σε αιωνόβια δένδρα.

Στη χώρα μας η απογραφή και χρονολόγηση των αιωνόβιων δένδρων παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια αυξημένο επιστημονικό ενδιαφέρον, στα πλαίσια προώθησης διαφόρων πολιτιστικών δράσεων και για την ανακήρυξη τους ως μνημεία της φύσης. Στα πλαίσια αυτά σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάπτυξη και εφαρμογή μιας μεθοδολογίας για την απογραφή και χρονολόγηση αιωνόβιων δένδρων στην περιοχή του Δήμου Καρπενησίου η οποία θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση και οδηγός για αντίστοιχες μελέτες.

Υλικά και μέθοδοι

Η περιοχή μελέτης είναι ο Δήμος Καρπενησίου της Περιφερειακής Ενότητας Ευρυτανίας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας. Ο εντοπισμός και απογραφή των αιωνόβιων δένδρων στην περιοχή έγινε την περίοδο 2012-2021 με βάση πληροφορίες και στοιχεία του Δήμου, των Δασικών Υπηρεσιών της Περιφερειακής Ενότητας Ευρυτανίας και επιτόπιες επισκέψεις (Παπαδόπουλος και συν. 2013, Λάππα 2021). Τα κριτήρια για την επιλογή των δένδρων ήταν οι μεγάλες διαστάσεις του, κυρίως της διαμέτρου του, αλλά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του δένδρου που σχετίζονται με την ηλικία (μορφή κόμης, μορφή φλοιού, μεταχρωματισμοί φλοιού, κουφαλερότητα κλπ). Εντοπίστηκαν περισσότερα από 100 δένδρα σε όλο το εύρος του Δήμου Καρπενησίου. Από αυτά, μετά από αξιολόγηση, επιλέχθηκαν και απογράφηκαν 78 δένδρα, ως τα πιο σημαντικά από άποψη ηλικίας, αλλά και παρουσίας τους σε χώρους που παρουσιάζουν μεγάλη επισκεψιμότητα. Καταγράφηκαν κυρίως δέντρα που βρίσκονται σε πλατείες Δημοτικών Διαμερισμάτων, πάρκα, εκκλησίες, παρεκκλήσια και μοναστήρια. Οι χώροι αυτοί είναι συνήθως οροθετημένοι με πλακόστρωτα, περιφράξεις μεταλλικές ή πέτρινες, αλλά και κάποιες φορές χωρίς ορατά όρια.

Για την απογραφή των αιωνόβιων δένδρων χρησιμοποιήθηκε ένα φύλλο απογραφής δένδρου 30 σημείων, η σύνταξη του οποίου στηρίχθηκε κατά ένα μεγάλο μέρος στη μεθοδολογία απογραφής γηραιών δένδρων «English Nature – Veteran Trees Initiative, Special Survey Method» (Fay & deBerker 1997), αλλά και παραμέτρους που χρησιμοποιεί η Δασική Υπηρεσία για την αξιολόγηση της κατάστασης υγείας των δασικών δένδρων. Επιπλέον συγκεντρώθηκαν στοιχεία που αφορούν την αισθητική, τη χρηστικότητα και το ιστορικό των δένδρων (Πιν. 1).

Πίνακας 1. Έντυπο με το φύλλο περιγραφής δένδρου. Η περιγραφή των βαθμίδων αξιολόγησης δίνεται στους Fay N., de Berker N. (1997)

Table 1. Form with the tree description sheet. The description of the assessment levels is given in Fay and de Berker (1997)

ΦΥΛΛΟ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΔΕΝΔΡΟΥ	
1.	Αριθμός δένδρου:
2.	Είδος δένδρου :
3.	Περιοχή:
4.	Υψόμετρο (m):
5.	Γεωγραφικό πλάτος, μήκος:
6.	Ηλικία:
7.	Αριθμός κορμών (διακλάδωση κάτω από 1,3 m ύψος):
8.	Περίμετρος κορμού σε ύψος από έδαφος 1,3 m (m):
9.	Ύψος δένδρου (m):
10.	Πλάτος κόμης (m):
11.	Ύψος έναρξης κόμης (m):
12.	Μορφή δένδρου (1-15):
13.	Ζωτικότητα δένδρου (1 κανον. - 5 νεκρό):
14.	Απώλεια κόμης (1-4):
15.	Σκίαση δένδρου από άλλα δένδρα (%):
16.	Παραβλαστικότητα (μορφή):
17.	Εκροή χυμών (είδος):
18.	Σπασμένα κλαδιά:
19.	Κουφάλα κορμού (1ελαχ. - 5μεγ.):
20.	Σήψεις (θέση):
21.	Επίφυτα (είδος) :
22.	Τραυματισμοί:
23.	Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις:
24.	Έδαφος δένδρου:
25.	Άρδευση:
26.	Αισθητική αξία:
27.	Χρηστικότητα:
28.	Προτάσεις για προστασία και ανάδειξη:
29.	Παρατηρήσεις:
30.	Θέση – Φωτογραφίες δένδρου:

Για τον προσδιορισμό της ηλικίας των δένδρων χρησιμοποιήθηκαν δενδροχρονολογικές τεχνικές (Fritts 1976, Schweingruber 1996, Παπαδόπουλος και συν. 2013). Από ένα αντιπροσωπευτικό αριθμό αιωνόβιων δένδρων, που κάλυπταν όλα τα είδη, ελήφθησαν δείγματα

ξύλου (τρυπανίδια). Για τη λήψη των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τρυπάνες τύπου Pressler μήκους 40–100 cm και διαμέτρου 4-5 mm. Επιπλέον, ελήφθησαν τρυπανίδια ή τομές από πρέμνα από νεαρότερα δένδρα των ιδίων ειδών από την εγγύς περιοχή. Τα γειτονικά αυτά δένδρα, χρησιμοποιήθηκαν για να αποφευχθεί η δειγματοληψία από πολλά αιωνόβια δένδρα, αλλά και για να καλυφθεί η ανάγκη μελέτης των δακτυλίων σε διάφορες μικρότερες κλάσεις διαμέτρου των αιωνόβιων δένδρων. Τα τρυπανίδια προετοιμάστηκαν και στη συνέχεια χρονολογήθηκαν οι δακτύλιοι με τη βοήθεια δενδροχρονολογικών τεχνικών (Stokes & Smiley 1968, Fritts 1976, Schweingruber 1996, Regent Instruments Canada Inc. 2007).

Αρχικά ο προσδιορισμός της ηλικίας των δένδρων στα οποία το τρυπανίδιο κάλυπτε όλη τη σειρά των δακτυλίων από το κέντρο έως τον φλοιό, έγινε άμεσα με τη μέτρηση του συνολικού αριθμού των δακτυλίων από το κέντρο έως τον φλοιό. Για τα δένδρα όπου το δείγμα δεν κάλυπτε όλη τη σειρά των δακτυλίων (είναι κυρίως το τμήμα προς το κέντρο) λόγω κουφαλερότητας του κορμού ή της παρουσίας σάπιου ξύλου, χρησιμοποιήθηκαν δυο μέθοδοι εκτίμησης (Clark & Hallgren 2004, Arnan κ.α. 2012). Η πρώτη μέθοδος υπολογίζει τον αριθμό των δακτυλίων στο κουφαλερό τμήμα με βάση το μέσο πλάτος του δακτυλίου. Η δεύτερη μέθοδος εκτιμά στατιστικά τον αριθμό των δακτυλίων (έτη) για όλη την ακτίνα (R) της διατομής του κορμού με τη χρήση μιας εξίσωσης για κάθε δένδρο, που προκύπτει από τη συσχέτιση του αριθμού των δακτυλίων με το αθροιστικό πλάτος των δακτυλίων που περιέχονται στο δείγμα (τρυπανίδιο). Η συνολική ηλικία του δένδρου προκύπτει αν στην τιμή που υπολογίζεται όπως παραπάνω προσθέσουμε και τα έτη που αντιστοιχούν για να φθάσει αυτό στο ύψος των 1,30 μ. από το έδαφος.

Οι παραπάνω εφαρμοζόμενες μέθοδοι είναι απλές, υπάρχει όμως το πρόβλημα της ορθής εκτίμησης του μέσου πλάτους του δακτυλίου στην πρώτη, ή αντίστοιχα στη δεύτερη, της στατιστικής επάρκειας της εξίσωσης παλινδρόμησης, λόγω του μικρού αριθμού δένδρων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή της. Λόγω αυτών των προβλημάτων χρησιμοποιήθηκε σε δεύτερη φάση για τα πλατάνια, τις φυλλοβόλες δρυς και την καστανιά η μέθοδος των ελλειπών προς την εντεριώνη τρυπανιδίων (Παπαδόπουλος και Παπαδοπούλου 2017). Στη μέθοδο αυτή για την εκτίμηση του αριθμού των ετησίων δακτυλίων του κουφαλερού τμήματος του κορμού γίνεται διαχωρισμός της αύξησης σε 3 φάσεις με βάση την ανάπτυξη της κόμης: τη φάση νεότητας, τη φάση ωριμότητας και τη φάση γήρατος (White 1998).

Αποτελέσματα -Συζήτηση

Τα 78 δένδρα που απογράφηκαν περιλαμβάνουν διάφορα είδη τα περισσότερα από τα οποία είναι αυτοφυή της περιοχής (Πιν. 2)

Πίνακας 2. Είδη αιωνόβιων δένδρων και αριθμός τους ανά είδος.
Table 2. Species of monumental trees and their number per species.

A/A	Είδος	Αριθμός δένδρων
1	Πλάτανος ανατολικός (<i>Platanus orientalis</i>)	25
2	Δρυς χνοώδης (<i>Quercus pubescens</i>)	22
3	Πουρνάρι (<i>Quercu scoccifera</i>)	13
4	Δρυς πλατύφυλλος (<i>Quercus frainetto</i>)	10
5	Δρυς απόδισκος (<i>Quercu spetraea</i>)	4
6	Καστανιά (<i>Castanea sativa</i>)	2
7	Ιτιά λευκή (<i>Salix alba</i>)	1
8	Κυπαρίσσι (<i>Cupressus sempervirens</i>)	1
Σύνολο		78

Από τα στοιχεία της απογραφής προκύπτει ότι τα ύψη των αιωνόβιων δένδρων κυμαίνονται από 5 έως 28 m, χωρίς βέβαια αυτό να είναι ενδεικτικό του μέγιστου ύψους που μπορεί να φθάσει κάθε είδος. Η περίμετρος των δένδρων στο στήθιαίο ύψος κυμαίνεται από 2,10 έως 11,00 m. Στον πλάτανο η περίμετρος των απογραφέντων δένδρων κυμαίνεται από 3,30 έως 11,00 m, για τις δρυς και τα πουρνάρια από 2,10 έως 4,60 m, ενώ για την καστανιά από 6,90 έως 9,10 m. Οι περίμετροι 11 m για τον πλάτανο της Μεσοκώμης, 9,10 για την Καστανιά της Δ.Ε. Καστανιάς και 6,0 m για τη λευκή ιτιά του Κεφαλόβρυσου θεωρούνται από τις μεγαλύτερες για τα αντίστοιχα είδη στην Ευρώπη.

Η ηλικία των αιωνόβιων δένδρων που απογράφηκαν, ανάλογα με το είδος, κυμαίνεται από 115 έως περισσότερα από 500 έτη. Τα γηραιότερα δένδρα της περιοχής είναι μια καστανιά στο Δ.Δ. Καστανιάς και ο πλάτανος της Μεσοκόμης που χρονολογήθηκαν με περισσότερα από 500 έτη. Αξιοσημείωτη είναι και η ηλικία της λευκής ιτιάς στο Κεφαλόβρυσου η οποία εκτιμάται στα 158 χρόνια και θεωρείται πολύ μεγάλη για το είδος της (συνήθως δεν ξεπερνά τα 80-100 έτη).

Στα απογραφικά στοιχεία, περιλαμβάνονται πληροφορίες που αφορούν την παρουσία επιφύτων στον κορμό και τα κλαδιά πολλών αιωνόβιων δένδρων, όπως η παρουσία κισσού, βρύων και λειχήνων. Τα επίφυτα αυτά χρειάζονται ειδικές συνθήκες για να αναπτυχθούν, συνθήκες που είναι συχνά ειδικές στα παλαιά δάση (Malicek κ.α. 2019), όπως βέβαια και για άλλους οργανισμούς. Τα αιωνόβια δέντρα αποτελούν ένα σημαντικό καταφύγιο για είδη που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην παγκόσμια θέρμανση, όπου, η όσο το δυνατό μεγαλύτερη παραμονή τους εκεί τους εξασφαλίζει χρόνο για να προσαρμοστούν και να μετριάσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Betts κ.α. 2017, Wolf κ.α. 2021). Γενικότερα, τα αιωνόβια δένδρα και δάση συμβάλλουν σημαντικά στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής καθώς μπορούν να λειτουργήσουν ως αποθήκες και δεσμευτές άνθρακα. Σύμφωνα με τους Gilhen-Baker κ.α. (2022), τα παλαιά δάση συνεχίζουν να συσσωρεύουν άνθρακα με πολύ μεγαλύτερο ρυθμό από ότι πιστευόταν προηγουμένως.

Σε κάποιες θέσεις, ιδιαίτερα σε εκκλησίες και μοναστήρια, η εξέταση της ηλικίας των αιωνόβιων δένδρων που καταγράφηκαν στο εσωτερικό συστάδων δίνουν πληροφορίες για το ιστορικό διαχείρισης και την εξέλιξη του δάσους. Για παράδειγμα η παρουσία αιωνόβιων δένδρων απόδοσκης δρυός στον αύλειο χώρο του Ιερού Ναού Αγίας Παρασκευής της Δ.Ε. Αγίου Νικολάου, είδος που δε συναντάται συχνά στην περιοχή, δείχνει την ανθρώπινη παρέμβαση και ασκούμενη στο παρελθόν διαχείριση (Λάππα 2021). Ακόμη στα απογραφικά στοιχεία καταγράφονται συχνά άλλες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις όπως η τοποθέτηση πινακίδων, φωτιστικών, ηχείων και άλλων αντικειμένων πάνω στα αιωνόβια δένδρα κυρίως αυτών που βρίσκονται σε πλατείες, που σε πολλές περιπτώσεις, εκτός από την αλλοίωση της αισθητικής του τοπίου, επηρεάζουν και την υγεία και κατάσταση διατήρησης των δένδρων.

Τέλος, αρκετά από τα απογραφέντα δένδρα συνδέονται με ιστορικά γεγονότα, ήθη, έθιμα, παραδόσεις και δραστηριότητες που ασκούντουσαν στο παρελθόν. Για παράδειγμα οι αιωνόβιες δρυς στον Ιερό Ναό Αγίου Νικολάου Κλαυσίου και τα αιωνόβια πλατάνια στο Κεφαλόβρυσο Καρπενησίου συνδέονται με τη δράση και το θάνατο αντίστοιχα του Μάρκου Μπότσαρη (Λάππα 2021). Ακόμη πολλά από τα αιωνόβια δένδρα που απογράφηκαν σε κεντρικές πλατείες φέρουν ονομασίες που συνδέονται με πρόσωπα και δραστηριότητες του παρελθόντος, όπως ο πλάτανος του Στέγκου στη Δ.Ε. Άμπλιανης ή ο πλάτανος καφενείο στο Κεφαλόβρυσο Καρπενησίου (Παπαδόπουλος και συν. 2013).

Συμπεράσματα

Όπως σε πολλές άλλες περιοχές έτσι και στο Δ. Καρπενησίου υπάρχουν αξιόλογα αιωνόβια δένδρα μεγάλης ηλικίας και διαμέτρου κορμού που πρέπει να προστατευθούν και αναδειχθούν. Η καταγραφή και χρονολόγηση των αιωνόβιων δένδρων του Δ. Καρπενησίου δημιουργεί ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την απογραφή, αξιολόγηση αιωνόβιων δένδρων, παρέχοντας ταυτόχρονα βασικές πληροφορίες για τη δημιουργία ενός μητρώου αιωνόβιων δένδρων χρήσιμου για τη μελλοντική τους παρακολούθηση, διαχείριση και αξιοποίηση. Η διατήρηση και προστασία τους αποτελεί, όπως αναφέρουν ερευνητές, δείκτη βιώσιμης ανάπτυξης. Η απογραφή και χρονολόγηση τους είναι απαραίτητα στοιχεία για την αξιολόγηση τους προκειμένου να ενταχθούν σε εθνικούς ή διεθνείς καταλόγους και για το χαρακτηρισμό τους ως μνημεία της φύσης.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από το έργο «Αγροδασοπονικά» του Γ.Π.Α. Μέρος της έρευνας υλοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου «Έρευνα και ανάδειξη αιωνόβιων δένδρων του Δήμου Καρπενησίου» που χρηματοδοτήθηκε από το Δήμο Καρπενησίου.

Abstract

In this paper, a methodology for inventorying and dating of monumental trees of the Municipality of Karpenissi is presented. The most important monumental trees of the area were identified and inventoried following the Veteran trees initiative, Specialist Survey method adapted to the needs of this research and dated with the help of dendrochronological methods. A total of 78 monumental trees of various species with a breast diameter of 2.10 to 11.00 m and an age of 115 to more than 500 years were recorded. These data and other dendrometric characteristics, health status of trees, interventions and management proposals were recorded and archived in a species register for monitoring and promotion.

Βιβλιογραφία

- Arnan, X., Lòpez, B.C., Martínez-Vilalta, J., Estorach, M., Poyatos, R., 2012. The age of monumental olive trees (*Olea europaea*) in northeastern Spain. *Dendrochronologia* 30, 11-14.
- Betts, MG, Phalan B, Frey SJK κ.α., 2017. Old-growth forests buffer climate-sensitive bird populations from warming. *Divers Distrib* 24, 439–447.
- Clark, S.I., Hallgren, S.W., 2004. Age estimation of *Quercus marilandica* and *Quercus stellata*: applications for interpreting stand dynamics, *Canadian Journal of Forest Research* 34, 1353-1358.
- Drobyshev, I., Niklasson, M., 2010. How old are the largest southern Swedish oaks? A dendrochronological analysis. *Ecological Bulletins* 53: 155–163
- Fay N., de Berker N., 1997 *English Nature. Veteran trees initiative, Specialist Survey method*, Northminster House. Tree work, Peterborough.
- Fritts, H.C., 1976. *Tree-rings and climate*. Academic Press, London, pp 567.
- Gilhen-Baker, M., Roviello, V., Beresford-Kroeger, D., Roviello, G., 2022. Old growth forests and large old trees as critical organisms connecting ecosystems and human health. *Areview. EnvironmentalChemistryLetters* 20, 1529–1538.
- Λάππα, Β., 2021. Αιωνόβιες δρυς στο Δήμο Καρπενησίου: μια αναζήτηση στην οικολογία και τον πολιτισμό, Διπλωματική Διατριβή Π.Μ.Σ. Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος, Γενικό Τμήμα, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 159 σελ.
- Malicek, J., Palice, Z., Vondrak, J. κ.α., 2019. Lichens in old-growth and managed mountain spruce forests in the Czech Republic: assessment of biodiversity, functional traits and bioindicators. *Biodivers Conserv* 28:3497–3528.
- Παπαδόπουλος, Α., Ραυτογιάννης, Ι., Παντέρα, Α., 2013. Έρευνα και ανάδειξη αιωνόβιων δένδρων του Δήμου Καρπενησίου. Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Λαμίας, 176 σελ.
- Παπαδόπουλος, Α., Παπαδοπούλου, Π., 2017. Εκτίμηση ηλικίας αιωνόβιων δένδρων πλατάνου του ανατολικού με τη χρήση ελλιπών προς την εντεριώνη τρυπανιδίων. Πρακτικά 18ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, «Η ελληνική δασοπονία μπροστά σε σημαντικές προκλήσεις». Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 655-660.
- Regent Instruments Canada Inc, 2007. WinDENDRO 2008a. For Tree-Ring Analysis. Québec Canada, 132 pp.
- Schweingruber, F. H., 1996. *Tree Rings and Environment. Dendroecology*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Haupt, pp. 609.
- Stokes, M.A., Smiley, T.L., 1968. *An introduction to tree-ring dating*, The University of Chicago Press, Chicago, pp 73.
- White J., 1998. Estimating the age of large and veteran trees in Britain. *Forestry Practice*, 1-8.
- Wolf, C, Bell, DM, Kim, H κ.α., 2021. Temporal consistency of undercanop thermal refugia in old-growth forest. *Agric for Meteorol*. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. agrformet. 2021. 108520](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108520)
- Wong, CM, Lertzman, KP., 2001. Errors in estimating tree age: implications for studies of stand dynamics. *Can. J. For. Res.* 31: 1262–1271.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικολογία

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΗΛΙΚΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΑ
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ**

**Μαρτίνης, Αριστοτέλης^{1*}; Μινώτου, Χαρίκλεια¹; Σκιαδαρέσης, Αριστοτέλης-Φίλιππος¹;
Αποστολόπουλος, Παντελής¹; Πολυμέρης, Γεώργιος²; Τσιρούκης, Αχιλλέας³; Ποϊραζίδης,
Κωνσταντίνος¹**

¹Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μινώτου – Γιαννοπούλου, ΤΚ. 29100, Ζάκυνθος
e-mail: amartinis@ionio.gr, charmini@otenet.gr, filipos.sk64@gmail.com, papostol@ionio.gr,
kpoiraz@ionio.gr,

²Δημόκριτος, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας, g.polymeris@inn.demokritos.gr

³Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, tsiroukis@uth.gr

Περίληψη

Η εκτίμηση της ηλικίας των μνημειακών ελαιόδεντρων είναι αρκετά δύσκολη και μπορεί να γίνει μόνο με προσεγγιστική εκτίμηση, κυρίως επειδή αυτά τα δέντρα δεν διατηρούν το εγκάρδιο τμήμα του κορμού τους. Στόχος αυτής της εργασίας ήταν η εκτίμηση της ηλικίας των μνημειακών ελαιόδεντρων των Ιονίων Νήσων. Μετρήθηκαν 96 δέντρα από όλο το Ιόνιο και η μέση περίμετρος βρέθηκε στα 6,812 μέτρα, με τη μέγιστη τιμή να καταγράφεται στην Κέρκυρα στα 13,6 μέτρα. Το μέγιστο εύρος διακύμανσης της Μέσης Ετήσιας Αύξησης βρέθηκε στη Ζάκυνθο (0,85 mm ως 1,27 mm, με μέση τιμή στο 1,11mm). Η εκτιμώμενη ηλικία βρέθηκε από 240 ως 2.014 έτη (με μέση τιμή τα 995 έτη). Στη μελέτη αυτή, πραγματοποιήθηκε η πρώτη εκτεταμένη ανάλυση εκτίμησης της ηλικίας μνημειακών ελαιόδεντρων, αλλά περαιτέρω έρευνα συνεχίζεται με μια πιο λεπτομερή ανάλυση και αξιοποίηση γενικευμένων γραμμικών πολυπαραμετρικών μοντέλων.

Λέξεις κλειδιά: Μνημειακά ελαιόδέντρα, ετήσια προσαύξηση, εκτίμηση ηλικίας.

Εισαγωγή

Η Ελιά, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, καλλιεργείται εδώ και χιλιετίες και προσφέρει στους ανθρώπους τα θρεπτικά προϊόντα της. Είναι το δέντρο σύμβολο της ειρήνης, της σοφίας, της γονιμότητας, της ευημερίας, της τύχης, της νίκης. Οι αιωνόβιοι ελαιώνες, που απαντώνται κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου και θεωρούνται αγροκτήματα υψηλής φυσικής αξίας, αποτελούν στοιχεία ενός μωσαϊκού, από ημι-φυσικές και καλλιεργούμενες περιοχές, οι οποίες αποτελούν μνημείο άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς που προστατεύονται από την UNESCO. Οι αιωνόβιοι ελαιώνες φιλοξενούν πολλά είδη χλωρίδας και πανίδας υψηλού ενδιαφέροντος και ευνοούν και ενισχύουν τη βιοποικιλότητα, προσφέροντας κατάλληλους βιοτόπους για τις οικολογικές διεργασίες πολλών ειδών.

Ο προσδιορισμός της ηλικίας ενός υπεραιώνιου δέντρου παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο για πολλούς επιστημονικούς τομείς οι οποίοι σχετίζονται με τη διαχείριση, τις επιστήμες περιβάλλοντος, τη δεντροκλιματολογία, την ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά. Τα δέντρα μεγάλης ηλικίας (τα υπεραιώνια δέντρα), συνήθως εμφανίζουν κάποια ιδιαίτερα, εντυπωσιακά τις περισσότερες φορές, μορφολογικά χαρακτηριστικά. Η μεγάλη περίμετρος, η σπηλαιώση, τα ιδιαίτερα σχήματα στον κορμό συνδέονται με την ταυτότητα του κάθε μνημειακού δέντρου. Η χρονολόγηση των υπεραιώνιων ελαιόδεντρων αποτελεί μία εξειδικευμένη διαδικασία, καθώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν παραδοσιακές τεχνικές που απαιτούν το κόψιμο του δέντρου, ή γενικότερα έντονες επεμβάσεις που προκαλούν φθορές στο δέντρο. Γι' αυτό το σκοπό έχουν αναπτυχθεί μη επεμβατικές μέθοδοι προσδιορισμού της ηλικίας των δέντρων (Γιαννίρης 2019).

Η κλασική μέθοδος που βασίζεται στον αριθμό των ετήσιων δακτυλίων, σε πολλές περιπτώσεις παρουσιάζει δυσκολίες εφαρμογής λόγω της ιδιάζουσας οργάνωσης του κορμού του δένδρου, παρουσιάζει αδυναμίες. Σύμφωνα με τον Λυριτζή (1994) ο προσδιορισμός της ηλικίας των παλαιών ελαιόδεντρων είναι συχνά δύσκολος γιατί στα παλιά δέντρα το εγκάρδιο τμήμα του κορμού νεκρώνεται, επέρχεται η σήψη και ως αποτέλεσμα της βιολογικής νέκρωσης

του εγκαρδίου, της πολυετούς διάρκειας ζωής και των χαρακτηριστικών ανάπτυξης της ελιάς, παρατηρούνται έντονες σπηλαιώσεις σε δέντρα μεγάλης ηλικίας.

Επομένως, η προσεγγιστική εκτίμηση της ηλικίας παλαιών ελαιόδεντρων μπορεί να γίνει μόνο με βάση τον προσδιορισμό του μέσου ετήσιου ρυθμού ακτινικής ανάπτυξης του ελαιόδεντρου και εφαρμογή μοντέλων εκτίμησης της ηλικίας με αναγωγή αυτών των μετρήσεων στην ηλικία του δέντρου με βάση στοιχεία της περιμέτρου ή της μέγιστης ακτίνας του κεντρικού συμπαγούς κορμού. Για την ακριβή χρονολόγηση των ελαιόδεντρων, η επιστήμη της δεντροχρονολογίας (*dendrochronology*), δεν αρκείται σήμερα μόνο στη μέθοδο των ετησίων αυξητικών δακτυλίων αλλά αναζητεί και άλλες μεθόδους και κυρίως εκείνη του ραδιενεργού ισότοπου του άνθρακα (^{14}C), ενώ η μέθοδος της φωταύγειας είναι μια νέα πρόσφατη μέθοδος που εφαρμόζεται πειραματικά, αναλύοντας το ίζημα που λαμβάνεται από το ριζικό σύστημα του ελαιόδεντρου, σε συνθήκες πλήρους έλλειψης φωτός.

Στόχος αυτής της εργασίας ήταν η εκτίμηση της ηλικίας των μνημειακών ελαιόδεντρων των Ιονίων Νήσων, μέσω του προσδιορισμού της ετήσιας προσαύξησης με δύο προσεγγίσεις α) με τη μέτρηση ετήσιων δακτυλίων από τρυπανίδια, με σημείο λήψης από τη μέση στηθαία διάμετρο ζωντανών δέντρων και β) με τη μέτρηση ετήσιων δακτυλίων από τομές ξύλου που είχαν συλλεχθεί από διάφορα μέρη κομμένων μνημειακών ελαιόδεντρων.

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης αφορούσε όλα τα νησιά του Ιονίου, με ιδιαίτερη έμφαση στο νησί της Ζακύνθου. Μετρήθηκαν συνολικά 96 δέντρα από 122 καταγεγραμμένες θέσεις μνημειακών ελαιώνων στο Ιόνιο, όπου οι 48 θέσεις αντιστοιχούσαν στη Ζάκυνθο, οι 24 στην Κεφαλονιά, οι 8 στην Ιθάκη, οι 7 στη Λευκάδα, οι 18 στους Παξούς και οι 17 στην Κέρκυρα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Θέσεις μνημειακών ελαιώνων στα Ιόνια Νησιά νήσων
Picture 1. Sites of monumental olive grove in the Ionian archipelago

Μεθοδολογία

Μέση ετήσια αύξηση - Εκτίμηση ηλικίας

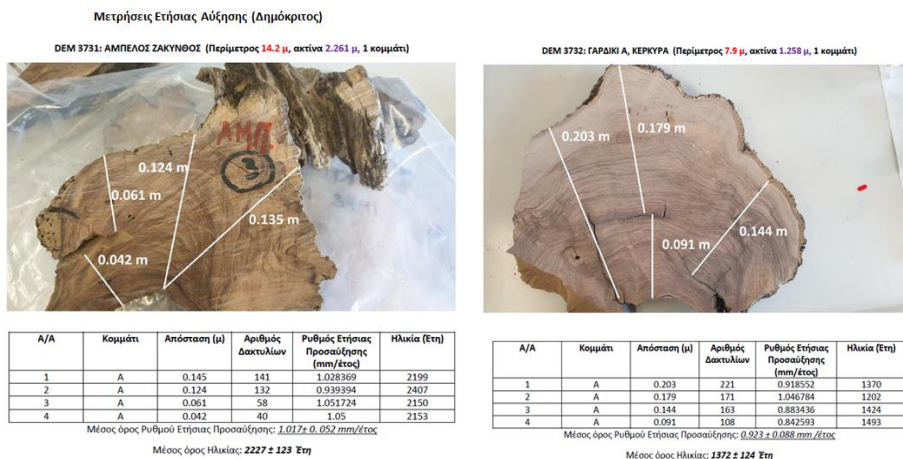
Η εκτίμηση της ετήσιας προσαύξησης έγινε με βάση τρυπανίδια που συλλέχθηκαν από 96 μνημειακά ελαιόδεντρα με χρήση δεντροτρυπάνης *Pressler* (Εικόνα 2). Οι μετρήσεις έγιναν στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, του Τμήματος Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο. Χρησιμοποιήθηκαν στερεοσκόπια και σε κάποιες περιπτώσεις μικροσκόπια, για να μπορέσει να προσεγγιστεί ακριβέστερα η ετήσια προσαύξηση του δείγματος.

Όπως έχει αναφερθεί και στην εισαγωγή, το ελαιόδεντρο δεν έχει ισότροπη αύξηση, με

αποτέλεσμα το πάχος των ετήσιων δακτυλίων να μην είναι το ίδιο σε όλες τις πλευρές του δέντρου (Arnan κ.α. 2012). Με στόχο να μελετηθεί η επίδραση αυτής της μορφολογικής ανωμαλίας στην προσεγγιστική εκτίμηση της ηλικίας των δέντρων, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε τομές ξύλου από το εργαστήριο Νανοτεχνολογίας του ερευνητικού κέντρου Δημόκριτος (ΕΚΕΦΕ-Δημόκριτος) χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά στερεοσκόπια, με πολλαπλές μετρήσεις από διαφορετικές πλευρές του ίδιου δέντρου ανά τομή (Εικόνα 3), για τον υπολογισμό μιας μέσης προσαύξεσης ανά μονάδα μήκους για αυτά τα δέντρα, αλλά και για να προσδιοριστεί η μεταβλητότητα στην ετήσια προσαύξεση εξαιτίας της ανισότροπης αύξεσης των ελαιόδεντρων.



Εικόνα 2. Λήψη τρυπανιδίου από μνημειακό ελαιόδεντρο
Picture 2. Tree core sampling from a monumental olive tree



Εικόνα 3. Μέτρηση τομών ξύλου ελαιόδεντρων (ΕΚΕΦΕ – Δημόκριτος)
Picture 3. Measurement of olive tree wood sections (ΕΚΕΦΕ - Demokritos)

Από τα συλλεγμένα 96 δείγματα, αρχικά έγινε υπολογισμός του μήκους του κάθε τρυπανιδίου ανά δέκα δακτυλίους, για να προσδιοριστεί η μεταβολή της μέσης ετήσιας προσαύξεσης ανά δεκαετία και στη συνέχεια, η συνολική μέση μέτρηση της ετήσιας προσαύξεσης ανά δέντρο. Για κάθε μετρημένο δέντρο, μετρώντας την ετήσια προσαύξεση ανά δεκαετία με βάση τους δακτυλίους στα τρυπανίδια, υπολογίστηκε η μέση ετήσια προσαύξεση σε mm ανά δέντρο, σύμφωνα με τον εξίσωση (1):

$$(1) \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i$$

όπου \bar{x} = η μέση προσαύξεση ανά δέντρο, x_i = η μέση προσαύξεση ανά δεκαετία και n = ο αριθμός των δεκαετιών

Η μέση προσαύξεση (mm ανά έτος) χρησιμοποιήθηκε ως μέτρηση για να γίνει

προσεγγιστική εκτίμηση της ηλικίας των δέντρων, με βάση τη συνολική ακτίνα του κάθε δέντρου και σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση (2) (Clark & Hallgren, 2004):

$$(2) \quad N = \frac{R - L}{G}$$

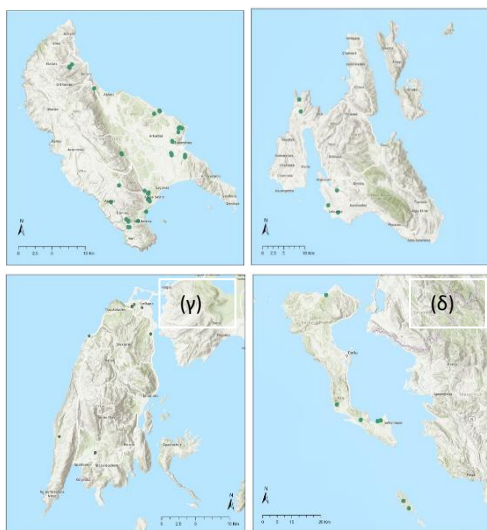
όπου R είναι η ακτίνα του δέντρου στο σημείο που συλλέχθηκε το δείγμα, L είναι το μήκος του δείγματος που μπορούσε να μετρηθεί και G είναι το μέσο πλάτος από όλα τα δαχτυλίδια στο δείγμα

Ουσιαστικά, με βάση αυτή τη προσεγγιστική μέθοδο, υπολογίζεται μια μέση ετήσια προσαύξηση ανά μονάδα μήκους (π.χ. χιλιοστά) και αυτή η μέτρηση ανάγεται στο σύνολο του δέντρου με βάση την ακτίνα του κορμού.

Αποτελέσματα

Γεωγραφική κατανομή των μετρημένων ελαιόδεντρων

Συνολικά μετρήθηκε η ηλικία για 95 μνημειακά ελαιόδεντρα σε όλα τα νησιά του Ιονίου, με μεγάλη έμφαση στο νησί της Ζακύνθου. Αναλυτικότερα, στη Ζάκυνθο μετρήθηκαν 68 ελαιόδεντρα (71,6% του συνολικού δείγματος). Τα δέντρα αυτά κατανέμονται σε όλο το νησί, με μεγαλύτερη πυκνότητα στο Ακρωτήριο και στη Λιθακιά – Άγιο Σώστη (Εικόνα 4α). Στην Κεφαλονιά μετρήθηκαν έξι (6) ελαιόδεντρα (6,4% του συνολικού δείγματος) με τα δέντρα να κατανέμονται σε δύο ενότητες (Εικόνα 4β). Στην Λευκάδα μετρήθηκαν έντεκα (11) ελαιόδεντρα (11,5% του συνολικού δείγματος) κατανεμημένα σε όλο το νησί (Εικόνα 4γ). Στην Κέρκυρα και Παξούς μετρήθηκαν δώδεκα (12) ελαιόδεντρα (10,5% του συνολικού δείγματος), κυρίως στο νότιο τμήμα της Κέρκυρας (Εικόνα 4δ).

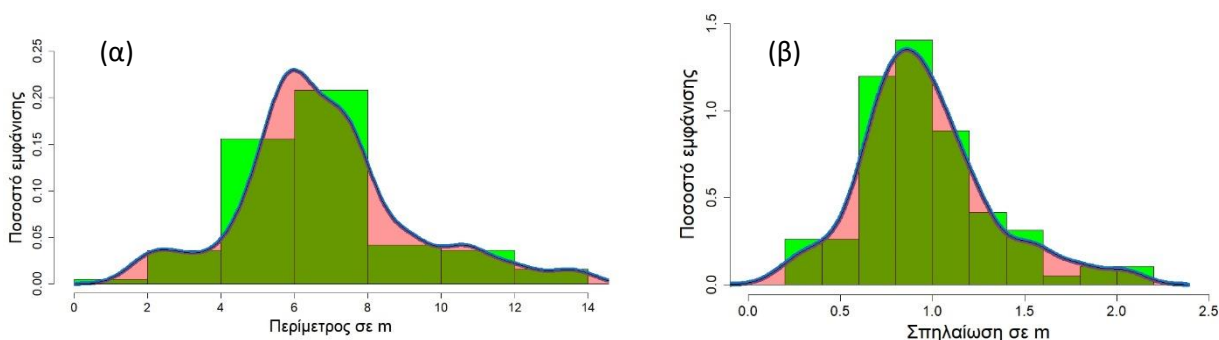


Εικόνα 4. Γεωγραφική κατανομή μετρημένων μνημειακών ελαιόδεντρων στα Ιόνια Νησιά
Picture 4. Geographical distribution of measured monumental olive trees in the Ionian archipelago

Περιγραφική & ανάλυση των βασικών μορφομετρικών παραμέτρων των μνημειακών ελαιόδεντρων.

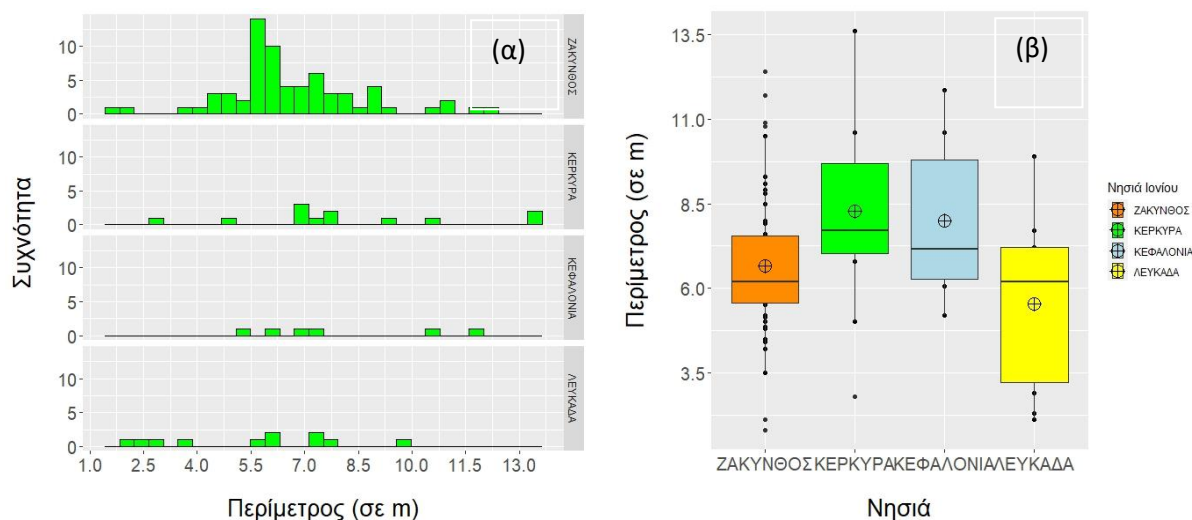
Σε κάθε μετρημένο μνημειακό ελαιόδεντρο, καταγράφηκε η περίμετρος στο στήθιαίο ύψος καθώς και το μήκος της σπηλαιώσης, ενώ με βάση την περίμετρο υπολογίστηκε η διάμετρος και η ακτίνα του κάθε δέντρου. Η μέση περίμετρος από το σύνολο των μετρημένων δέντρων ήταν στα 6,812 μέτρα, με τη μέγιστη τιμή να καταγράφεται στους Αργυράδες στην Κέρκυρα, όπου δύο δέντρα μετρήθηκαν με στήθιαίο περίμετρο στα 13,6 μέτρα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των δέντρων ανήκει στις μεσαίες τιμές (από 5,6 ως 7,7 μέτρα), που οφείλεται κυρίως στην κατανομή των δέντρων στη Ζάκυνθο που αποτελούν και τη μεγάλη πλειοψηφία στο δείγμα (Σχήμα 1α). Η μέση σπηλαιώση βρέθηκε στα 0,961 μέτρα ($\pm 0,358$) με τη μέγιστη τιμή να

καταγράφεται στους Αργυράδες στην Κέρκυρα, όπου μετρήθηκε στα 2,054 μέτρα και με ελάχιστη τιμή στο Λικούδι της Ζακύνθου στα 0,203 μέτρα (Σχήμα 1β).



Σχήμα 1. Ποσοστό εμφάνισης δέντρων με βάση την στηθιαία περίμετρο (σε m) για όλα τα νησιά του Ιονίου
Figure 1. Percentage of trees based on perimeter (in m) for all Ionian islands

Στη Ζάκυνθο τα περισσότερα δέντρα συγκεντρώνονταν στις τιμές περιμέτρου από 5,55 μέτρα ως 7,55 μέτρα με μέση τιμή 6,655, ελάχιστη τιμή 1,8 και μέγιστη τιμή περιμέτρου 12,4 μέτρα (Σχήμα 2α). Στα άλλα νησιά, αν και τα μετρημένα δείγματα ήταν λίγα για μια πιο ιδιαίτερη ανάλυση, η μέση τιμή στην Κέρκυρα/Παξοί, ήταν 8,275 μέτρα με ελάχιστη και μέγιστη τιμή 2,8 και 13,6 αντίστοιχα, στη Λευκάδα η μέση τιμή ήταν 5,277, με ελάχιστη και μέγιστη 2,1 και 9,9 μέτρα αντίστοιχα, ενώ στην Κεφαλονιά η μέση τιμή ήταν 8 μέτρα με ελάχιστη και μέγιστη 5,2 και 11,85 μέτρα αντίστοιχα (Σχήμα 2β).



Σχήμα 2. Συχνότητα ανά περίμετρο (α) και θηκογράμματα (box-plots) της περιμέτρου των μνημειακών ελαιόδεντρων ανά νησί (β) (με σταυρόνημα παρουσιάζεται η μέση τιμή και με οριζόντια γραμμή η διάμεσος τιμή)
Figure 2. Frequency per perimeter (a) and box plots of monumental olive perimeter per island (b) (crosshairs indicate mean and horizontal line indicates median).

Μέση Ετήσια Αύξηση (MAE) μνημειακών ελαιόδεντρων στα Ιόνια Νησιά

Η Μέση Ετήσια Αύξηση (MAE) στα δέντρα που μετρήθηκαν στη Ζάκυνθο κυμάνθηκε από 0,85 mm μέχρι 1,27 mm (με τις μετρήσεις στα άλλα νησιά να είναι σε ενδιάμεσες τιμές), με μέση ετήσια προσαύξηση στο νησί στο 1,1 mm. Μεγαλύτερη αύξηση μετρήθηκε στην περιοχή Λικούδι σε δύο ελαιόδεντρα ηλικίας 520 και 240 ετών (με MEA 1,27 και 1,19 mm αντίστοιχα), ενώ στο Ακρωτήρι η MEA, σε ελαιόδεντρο με εκτιμώμενη ηλικία 1.255 έτη, βρέθηκε στο 1,18 mm. Τα αρχαιότερα δέντρα που μετρήθηκαν στη Ζάκυνθο είναι η υπεραιωνόβια ελιά στους Αγίους Πάντες με στηθιαία περίμετρο 11,70 μέτρα και μέση ετήσια αύξηση στα 1,06 mm, με ηλικία που εκτιμάται στα 1.648 έτη, ενώ η μεγαλύτερη ελιά βρέθηκε στην Άμπελο (περιοχή Κερίου), με στηθιαία περίμετρο 12,40 μέτρα, μέση ετήσια αύξηση 1,05 mm και ηλικία που εκτιμάται στα 1.863 έτη.

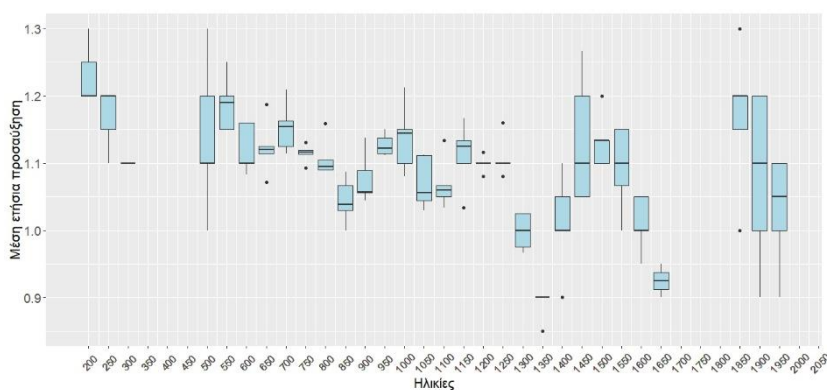
Από το νησί της Κεφαλονιάς ελήφθησαν, μετρήθηκαν και αναλύθηκαν μόνο έξι δείγματα (6) ελαιόδεντρων, περιμέτρου από 5,2 μέχρι 11,85 μέτρων και η ετήσια προσαύξηση κυμάνθηκε από 0,84 μέχρι 1,09 mm. Τα δείγματα από τα δύο μεγαλύτερα δέντρα, με περίμετρο 11,85 μ και 10,6 κατέγραψαν ετήσια προσαύξηση 0,96 και 0,93 mm αντίστοιχα, με εκτιμώμενη ηλικία 1.963 και 1.806 έτη αντίστοιχα.

Οι μετρήσεις στο νησί της Λευκάδας έδειξαν ετήσια αύξηση από 0,93 μέχρι 1,15 mm, με μέση τιμή στο 1,07 mm, ενώ η μεγαλύτερη ηλικία βρέθηκε στην περιοχή Αγίου Νικήτα (ελιά Οδυσσέα) με ΣΠ 9,90 μέτρα, με ΜΕΑ 0,93 mm και ηλικία που εκτιμάται στα 1.696 έτη.

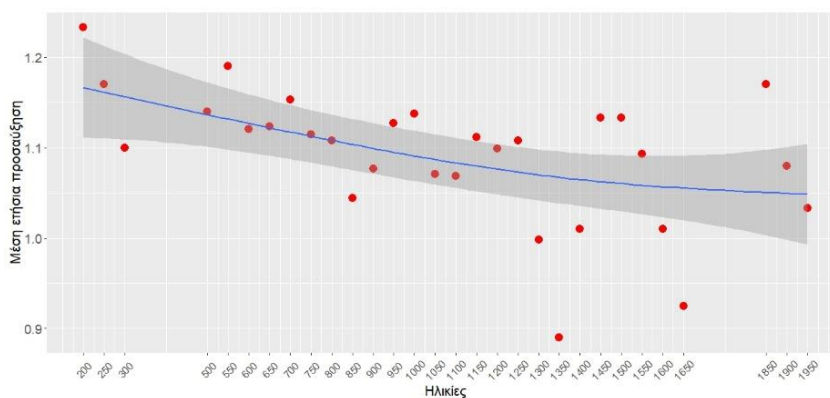
Στην Κέρκυρα, η ΜΕΑ στα ελαιόδεντρα που μετρήθηκαν κυμαινόταν από 1,0 μέχρι 1,11 mm, με το αρχαιότερο ελαιόδεντρο να βρίσκεται στους Αργυράδες, με ΣΠ 13,60 μέτρα, ΜΕΑ 1,11 mm και εκτίμηση ηλικίας στα 1.951 έτη.

Μεταβλητότητα ΜΕΑ σε σχέση με την εκτιμώμενη ηλικία

Μελετώντας την μεταβλητότητα της ετήσιας προσαύξησης με βάση την «εκτιμώμενη» αντιστοιχημένη ηλικία σε κάθε δέντρο, παρατηρείται μια διαφοροποίηση ανά δείγμα στις ίδιες δεκαετίες κλάσεις ηλικίας, σε όλη τη χρονική περίοδο, με ένα κύριο εύρος μεταβολής από μέση ετήσια προσαύξηση 1,0 mm σε 1,2 mm, με μεγαλύτερη όμως διαφοροποίηση στις μεγαλύτερες δεκαετίες (Σχήμα 3). Αντίστοιχες μελέτες είχαν βρει τη διακύμανση να βρίσκεται μεταξύ 0,5 – 1,5 mm/έτος (Λυριτζής 1994). Αυτή η διαφοροποίηση (αν και σχετικά μικρή) σε όλες τις ηλικιακές κλάσεις οφείλεται στους πολλαπλούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του κάθε δέντρου (όπως οι τοπικές εδαφοκλιματικές και θρεπτικές συνθήκες σε μια τόσο μεγάλη χρονική κλίμακα, η νέκρωση του εγκάρδιου, η έντονη σπηλαιώση). Η μέση ετήσια προσαύξηση με βάση την «εκτιμώμενη» ηλικία των δειγμάτων, έδειξε μια σταδιακή μείωση με την αύξηση της ηλικίας των δέντρων με βάση καμπύλη προσαρμογής στηριζόμενο σε ένα γενικευμένο προσθετικό μοντέλο (*generalized additive model (GAM)*) (Σχήμα 4).



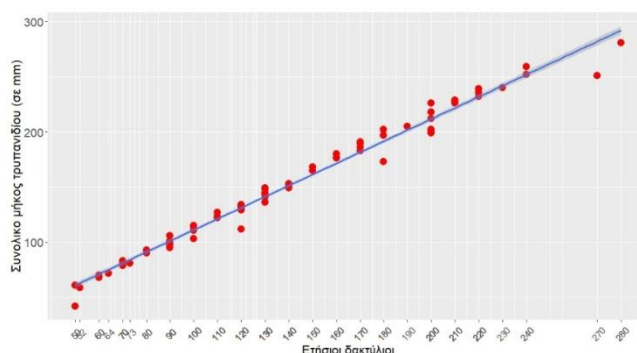
Σχήμα 3.Θηκόγραμμα (box-plot) μέσης ετήσιας δεκαετής προσαύξησης σε σχέση με την «εκτιμώμενη» ηλικία
Figure 3. Boxplot of 10-year average annual increment over "estimated" age



Σχήμα 4. Μεταβολή της μέσης ετήσιας προσαύξησης ανά πενήντα έτη με βάση την «εκτιμώμενη» ηλικία των δειγμάτων (η καμπύλη προσαρμογής έγινε με βάση το *generalized additive model (GAM)*).
Figure 4. Change in mean annual increment per fifty years based on the "estimated" age of the samples. (The fitting curve was based on the *generalised additive model (GAM)*).

Σχέση ετήσιας προσαύξησης σε σχέση με τους ετήσιους δακτυλίους – εκτίμηση ηλικίας

Παρά τη μεταβλητότητα αυτή, η σχέση του μήκους της ετήσιας προσαύξησης σε σχέση τον αριθμό των δακτυλίων ήταν γραμμική και με πάρα πολύ σημαντική συσχέτιση, που μας επιτρέπει να γίνει μια πρώτη εκτίμηση της συνολικής ηλικίας των δέντρων. Η μεγαλύτερη τιμή συσχέτισης βρέθηκε στο νησί της Ζακύνθου (εδώ παρουσιάζετε μόνο η κλίση της ευθείας και όχι οι τιμές για το σφάλμα της) με τιμές $AdjR^2 = 0,9959$, $p < 0,001$ (Σχήμα 5), ενώ και στα άλλα νησιά η σχέση ήταν πάρα πολύ σημαντική ($AdjR^2 = 0,9834$, $AdjR^2 = 0,922$, $AdjR^2 = 0,9871$, $p < 0,001$, για Κεφαλονιά, Λευκάδα, Κέρκυρα – Παξοί αντίστοιχα).



Σχήμα 5. Συσχέτιση ανάμεσα στο συνολικό μήκος των τρυπανιδίων (σε mm) και των ετήσιων δακτυλίων στα Ιόνια Νησιά (η καμπύλη προσαρμογής είναι με βάση το μοντέλο *generalized linear - glm*)
Figure 5. Correlation between the total length of the tree core (in mm) and the annual rings in the Ionian Islands (the fitting curve is based on the *generalized linear model - GLM*).

Η εκτιμώμενη ηλικία για τα μνημειακά ελαιόδεντρα βρέθηκε από 240 ως 2.014, 5 έτη (με μέση τιμή τα 995,7 έτη). Στη Ζάκυνθο οι τιμές κυμάνθηκαν από 240,9 ως 1.862,8 έτη (μέση τιμή στα 952,7 έτη), στην Κεφαλονιά από 965,8 ως 1.963,3 έτη (μέση τιμή στα 1.316,3 έτη), στη Λευκάδα από 256 ως 1.695,8 έτη (μέση τιμή 818,2 έτη) και τέλος στην Κέρκυρα – Παξοί από 409,5 ως 2.1014,5 έτη (μέση τιμή 1.237,2 έτη).

Οι μετρήσεις του Δημόκριτου έδωσαν σχετικά παρόμοια αποτελέσματα. Η εκτίμηση ηλικίας ανάμεσα στις δύο προσεγγίσεις είχαν μια πολύ σημαντική θετική συσχέτιση ($r = 0.985$, $p < 0.001$). Από το νησί της Ζακύνθου, από τέσσερα δέντρα αναλύθηκαν δακτύλιοι σε 15 διαφορετικές θέσεις της τομής των ξύλων, με ελάχιστο μήκος 42 mm και μέγιστο 169 mm, ενώ οι μετρημένοι δακτύλιοι κυμαινότουσαν από 40 ως 155. Η σχέση ανάμεσα στους δακτυλίους και τα μήκη των μετρήσεων ήταν πολύ σημαντική ($AdjR^2 = 0.959$, $p < 0.001$), αλλά μικρότερη από το αντίστοιχο μοντέλο των δειγμάτων πεδίου στη Ζάκυνθο. Από το νησί της Κεφαλονιάς, από τρία δέντρα αναλύθηκαν δακτύλιοι σε 13 διαφορετικές θέσεις στις τομές ξύλου, με ελάχιστο μήκος 42 mm και μέγιστο 169 mm, ενώ οι μετρημένοι δακτύλιοι κυμαινότουσαν από 40 ως 155. Η σχέση ανάμεσα στους δακτυλίους και τα μήκη των μετρήσεων ήταν πολύ σημαντική ($AdjR^2 = 0.991$, $p < 0.001$), παρόμοια και λίγο βελτιωμένη τιμή από το αντίστοιχο μοντέλο των δειγμάτων πεδίου. Από το νησί της Λευκάδας, από τρία δέντρα αναλύθηκαν δακτύλιοι σε 18 διαφορετικές θέσεις στις τομές ξύλου, με ελάχιστο μήκος 55 mm και μέγιστο 325 mm, ενώ οι μετρημένοι δακτύλιοι κυμαινότουσαν από 51 ως 351. Η σχέση ανάμεσα στους δακτυλίους και τα μήκη των μετρήσεων ήταν πολύ σημαντική ($AdjR^2 = 0.988$, $p < 0.001$), τιμή καλύτερη από το αντίστοιχο μοντέλο των δειγμάτων πεδίου. Από τα νησιά της Κέρκυρας και Παξοί, από έξι δέντρα (τέσσερα και δύο αντίστοιχα) αναλύθηκαν αρχικά δακτύλιοι σε 21 διαφορετικές θέσεις στις τομές ξύλου, αλλά μια μέτρηση στην Κέρκυρα ήταν ακραία τιμή και απομακρύνθηκε στη συνέχεια. Για τις υπόλοιπες 20 μετρήσεις (που επίσης είχαν αποκλίσεις από το γραμμικό μοντέλο), το ελάχιστο μήκος ήταν 55 mm και το μέγιστο 325 mm, ενώ οι μετρημένοι δακτύλιοι κυμαινότουσαν από 51 ως 351. Η σχέση ανάμεσα στους δακτυλίους και τα μήκη των μετρήσεων ήταν πολύ σημαντική ($AdjR^2 = 0.912$, $p < 0.001$), τιμή αρκετά μικρότερη από το αντίστοιχο μοντέλο των δειγμάτων πεδίου (0,987).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Τα ελαιόδεντρα είναι δέντρα με πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής. Σε πολλές περιπτώσεις η ηλικία των δέντρων αυτών μετριέται σε πολλούς αιώνες, ενώ μερικά άτομα ξεπερνούν τη χιλιετία. Ο προσδιορισμός της ηλικίας ενός υπεραιώνobiου δέντρου παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο για πολλούς επιστημονικούς τομείς οι οποίοι σχετίζονται με τη διαχείριση, τις επιστήμες περιβάλλοντος, τη δεντροκλιματολογία, την ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά.

Τα υπεραιώνobia ελαιόδεντρα εμφανίζουν συνήθως κάποια ιδιαίτερα, εντυπωσιακά τις περισσότερες φορές, μορφολογικά χαρακτηριστικά. Η μεγάλη περίμετρος, η σπηλαίωση, τα ιδιαίτερα σχήματα στον κορμό συνδέονται με την ταυτότητα του κάθε μνημειακού δέντρου. Η χρονολόγηση των υπεραιώνobiων ελαιόδεντρων αποτελεί μία εξειδικευμένη διαδικασία, καθώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν παραδοσιακές τεχνικές που απαιτούν το κόψιμο του δέντρου, ή γενικότερα έντονες επεμβάσεις που προκαλούν φθορές στο δέντρο. Γι' αυτό το σκοπό έχουν αναπτυχθεί μη επεμβατικές μέθοδοι προσδιορισμού της ηλικίας των δέντρων.

Μελέτη με αρχαία ελαιόδεντρα στη Σαντορίνη, έδειξε ότι ήταν αδύνατος ο προσδιορισμός του αριθμού των δακτυλίων των δέντρων, λόγω των διακυμάνσεων πυκνότητας του ενδοετήσιου ξύλου, της μεταβλητότητας στη δομή των ορίων των αυξητικών δακτυλίων, με αποτέλεσμα οι ακολουθίες των αυξητικών δακτυλίων κατά μήκος της ίδιας διατομής να διαφέρουν (Cherubini κ.α. 2013). Επιπλέον, η ασύμμετρη καμβιακή δραστηριότητα μπορεί να προκαλέσει ασυνέχειες κατά μήκος των δακτυλίων ανάπτυξης, καθώς λίγο ή καθόλου ξυλόλιο παράγεται σε περιοχές μειωμένης καμβιακής δραστηριότητας (Almero κ.α. 1996). Αυτή η ακανόνιστη καμβιακή δραστηριότητα γύρω από την περιφέρεια του δέντρου ευθύνεται για τη χαρακτηριστική μη κυκλική διατομή των ελαιόδεντρων. Με βάση τις συγκεντρώσεις του ραδιενεργού άνθρακα, βρέθηκε ότι οι οπτικά αναγνωρισμένοι δακτύλιοι ανάπτυξης στα ελαιόδεντρα δεν ήταν απαραίτητα ετήσιοι, καθώς υπήρχε ασυμφωνία μεταξύ του αριθμού των δακτυλίων που εντοπίστηκαν και του αριθμού των αναμενόμενων ετών μεταξύ τους (Ehrlich κ.α. 2017). Ο Λυριτζής (1994), αναφέρει ότι ο ρυθμός ετήσιας αύξησης του ελαιόδέντρου διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, αλλά και τις εδαφοκλιματικές και θρεπτικές συνθήκες που υπήρχαν στην περιοχή του δένδρου κατά την διάρκεια της ζωής του και μπορεί να κυμαίνεται γενικά από 0-3 mm/έτος αναλόγως των συνθηκών, συνήθως όμως βρίσκεται μεταξύ 0,5 – 1,5 mm/έτος. Οι Arman κ.α. (2012), υπολόγισαν την ηλικία 14 δειγμάτων πυρήνα και 8 τομών δέντρων με την μέτρηση των ετήσιων αυξητικών δακτυλίων. Βρήκαν μια θετική σχέση ανάμεσα στη σθηαία διάμετρο (dbh σε εκατοστά) και την ηλικία των δέντρων (σε έτη) με βάση την εξίσωση Ηλικία = 88,93 + (2,11 X dbh) με $R^2 = 0,80$ και μέγιστη ηλικία 627 (± 110 έτη).

Στη μελέτη αυτή, πραγματοποιήθηκε η πρώτη ολοκληρωμένη ανάλυση εκτίμησης της ηλικίας των μνημειακών ελαιόδεντρων με λήψη πολλών δειγμάτων από πολλά νησιά του Ιονίου, με πολύ καλά στατιστικά αποτελέσματα, τα οποία επιβεβαιώθηκαν με παράλληλες πολλαπλές μετρήσεις σε τομές ξύλου διαφορετικών μεγεθών. Πολλοί μελετητές έχουν προτείνει διάφορα μαθηματικά μοντέλα εκτίμησης της ηλικίας των ελαιόδεντρων σε σχέση με τη διάμετρό τους. Μπορεί ένα μοντέλο που έχει φτιαχτεί σε μια περιοχή να εφαρμοστεί σε μια άλλη; Πως οι διαφορετικές τεχνικές μέτρησης των δακτυλίων επηρεάζουν την εκτίμηση και επιβεβαίωση της ηλικίας των δέντρων; Πόσο οι κλιματικές και εδαφολογικές διαφοροποιήσεις επηρεάζουν αυτές τις εκτιμήσεις; Οι απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα μπορούν να δοθούν μέσα από μια λεπτομερή ανάλυση και αξιοποίηση γενικευμένων γραμμικών πολυπαραμετρικών μοντέλων. Με τον τρόπο αυτό μεγιστοποιείται το επίπεδο εμπιστοσύνης για τα κρίσιμα μεγέθη (κλίση της ευθείας) καθώς συμπεριλαμβάνονται αυτόματα είτε στοχαστικά σφάλματα είτε συστηματικά (και τα οποία είναι γνωστό ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο να ταυτοποιηθούν στο σύνολό τους σε κάθε παρατηρησιακή διαδικασία). Μια τέτοια έρευνα έχει ήδη υλοποιηθεί από τα Πανεπιστημιακά Εργαστήρια «Μαθηματικής Φυσικής και Υπολογιστικής Στατιστικής» και «Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης» του Τμήματος Περιβάλλοντος του Ιονίου Πανεπιστημίου και βρίσκεται στο τελικό στάδιο συγγραφή της.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα για τους Α.Μ, Κ.Π, Χ.Μ. Α.Σ και Γ.Π. χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα BIO_MNHMEΣ: Οι ΜΝΗΜμειακοί ΕλαιώνεςΣ και ελαιόδεντρα: Καταγραφή, Αποτύπωση,

Χρονολόγηση και Ανάδειξη τους ως υψηλής αξίας οικοσυστήματα.» με κωδικό ΟΠΣ (MIS) 5034829.

Abstract

Estimating the age of monumental olive trees is quite difficult and can only be done by approximation. This is mainly because these trees do not retain the cross section of their trunks. The aim of this study was the estimation of the age of monumental olive trees in the Ionian Islands. Ninety-six (96) trees from all over the Ionian Sea were measured and the mean girth was found to be 6.812 m, with a maximum value of 13.6 m recorded in Corfu. The largest range of Mean Annual Increment was found in Zakynthos (0.85 mm to 1.27 mm, with a mean of 1.11 mm). The range of age estimates was from 240 to 2,014 years (with a mean of 995 years). This study was the first comprehensive analysis of the estimation of the age of monumental olive trees. However, further research is underway with a more detailed analysis and the use of generalized linear multiparametric models.

Βιβλιογραφία

Γιαννίρης, Η., 2019. Μια πρώτη εκτίμηση της ηλικίας αιωνόβιων ελαιοδέντρων στην Ικαρία, σε σύγκριση με άλλες μεσογειακές περιοχές (Λακωνία, Πορτογαλία, Κέρκυρα, Ιταλία, Κρήτη, Κύπρο)

Λυριτζής, Γ., 1994. Αρχαιομετρία: Μέθοδοι χρονολόγησης στην αρχαιολογία (Βιβλίο Ελληνικά
Almero, G., Terral, J. F., Arnold-Simard, G., 1996. Beginnings of Olive Cultivation in Eastern Spain in Relation to Holocene Bioclimatic Changes. *Quat. Res.* 46, 176–185

Arnan, X., López, B.C., Martínez-Vilalta, J., Estorach, M., Poyatos, R., 2012. The age of monumental olive trees (*Olea europaea*) in northeastern Spain. *Dendrochronologia*30: 11–14.

Cherubini, P., Humbel, T., Beeckman, H., Gartner, H., Mannes, D., Pearson, C., Schoch, W., Tognetti R., Lev-Yadun S., 2013. Olive Tree-Ring Problematic Dating: A Comparative Analysis on Santorini (Greece). *PLoS ONE* 8(1): e54730

Ehrlich, Y., Regev, L., Kerem, Z., Boaretto, E., 2017. Radiocarbon dating of an olive tree cross-section: New insights on growth patterns and implications for age estimation of olive trees. *Front. Plant Sci.* 8, 1918
Anestiadou K, Nikoloudakis N, Hagidimitriou M, Katsiotis A., 2017. Monumental olive trees of Cyprus contributed to the establishment of the contemporary olive germplasm. *PLoS ONE* 12(11): e0187697.

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικολογία

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ ΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΔΟ 2016-2022**

**Ροτζιώκου, Ουρανία¹; Τσιάρας, Στέφανος^{1,2}; Μανάκου, Βασιλική¹; Τρακάλα Γεωργία³;
Τσιρούκης, Αχιλλέας¹**

¹Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Συγκρότημα Γαιόπολις, Περιφερειακή Οδός Λάρισα – Τρικάλων, ΤΚ. 41500, Λάρισα, orotziokou@uth.gr, stsiaras@uth.gr, vmanak@uth.gr, tsirouk@uth.gr

²Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, 1ο χλμ. Δράμας –Μικροχωρίου, Τ.Θ. 172, Δράμα 66100, stefanostsiaras@emt.ihu.gr

³Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, v20trak@ionio.gr

Περίληψη

Η ανακύκλωση είναι μία σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τη συλλογή και την επεξεργασία υλικών, τα οποία, αν και προορίζονταν για τα απορρίμματα, είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθούν. Ως εκ τούτου συμβάλλει στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης και συνδέεται με την έννοια της κυκλικής οικονομίας, καθώς οδηγεί στη μείωση των αποβλήτων. Για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για την ανακύκλωση από τον Δήμο Λαρισαίων και από την Ελληνική Στατιστική Αρχή. Από τη μελέτη των δεδομένων της εργασίας συνάγεται το συμπέρασμα ότι στον Δήμο Λαρισαίων παρουσιάζεται αύξηση του ποσοστού των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, ωστόσο παρατηρείται ταυτόχρονα και αύξηση της συνολικής παραγωγής αποβλήτων. Για τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων και για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των ανακυκλώσιμων αποβλήτων είναι απαραίτητο να ληφθούν μετρά και να εκπονηθούν σχετικά προγράμματα ανακύκλωσης από πλευράς Δήμου Λαρισαίων.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Πολιτική, Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, Κυκλική Οικονομία, διαχείριση απορριμμάτων, επαναχρησιμοποίηση

Εισαγωγή

Η ανακύκλωση είναι μία σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τη συλλογή και την επεξεργασία υλικών, τα οποία, αν και προορίζονταν για τα απορρίμματα, είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθούν (National Geo Figureic 2013). Η ανακύκλωση συμβάλλει στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς έχει ωφέλειες τόσο για το περιβάλλον όσο και για τους άλλους δύο πυλώνες της αειφορίας, την οικονομία και την κοινωνία (Τσιάρας και Τσιρούκης 2022). Είναι επίσης ένα σημαντικό μέσο για τη διασφάλιση της βιώσιμης κατανάλωσης και της παραγωγής, που αποτελούν κεντρική επιδίωξη του Στόχου 12 από τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης της Ατζέντας 2030. Σύμφωνα με τον υποστόχο 12.5, μέσα από την πρόληψη, τη μείωση, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση θα πρέπει να έχει μειωθεί σημαντικά η δημιουργία αποβλήτων μέχρι το έτος 2030 (UN, χ.χ.).

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (European Environment Agency 2021), το ποσοστό των παραγόμενων αποβλήτων που ανακυκλώνεται διαρκώς αυξάνεται, γεγονός που υποδεικνύει πρόοδο ως προς τη διαχείριση των αποβλήτων. Το ποσοστό του συνολικού όγκου των απορριμμάτων που ανακυκλώνεται είναι ακόμη κάτω από το 50% (48%). Το μεγαλύτερο ποσοστό ανακύκλωσης εντοπίζεται στην κατηγορία «απόβλητα συσκευασίας» με 66% και το μικρότερο ποσοστό ανακύκλωσης εντοπίζεται στην κατηγορία «Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού» (ΑΗΗΕ) με 39%. Στην κατηγορία «οικιακά απόβλητα» ή «απόβλητα νοικοκυριών» το αντίστοιχο ποσοστό ανακύκλωσης είναι 48% (Τσιάρας και Τσιρούκης, 2022).

Η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τη διαχείριση αποβλήτων περιλαμβάνει πάνω από 30 δεσμευτικούς στόχους για την περίοδο 2015-2030, οι οποίες εμπεριέχονται σε Οδηγίες της ΕΕ Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν: 1) η Οδηγία 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 1994) και η Οδηγία (ΕΕ) 2018/852 για την τροποποίηση της οδηγίας 94/62/ΕΚ (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2018α), οι οποίες περιλαμβάνουν στόχους για την ανακύκλωση των απορριμμάτων συσκευασίας, 2) η Οδηγία 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2008) και η Οδηγία (ΕΕ) 2018/851 για την τροποποίηση της οδηγίας 2008/98/ΕΚ (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018β) για τα απόβλητα, οι οποίες περιλαμβάνουν στόχους για την ανακύκλωση και την προετοιμασία επανάχρησης των αστικών αποβλήτων και 3) η Οδηγία 2012/19 σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), η οποία θέτει στόχους για την ξεχωριστή συλλογή και ανακύκλωση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2012). Ειδικά για τα αστικά απόβλητα η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχους τους εξής: 1) Η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων να υπερβαίνει το 55% μέχρι το έτος 2025 και 2) Η υγειονομική ταφή των αστικών αποβλήτων να μην υπερβαίνει το 10% μέχρι το έτος 2035 στην ΕΕ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 2018).

Για την Ευρωπαϊκή Ένωση η ανακύκλωση αποτελεί βασική προτεραιότητα. Σύμφωνα με απόφαση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2018), τα κράτη μέλη έχουν προθεσμία μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2025 για να εφαρμόσουν τη χωριστή συλλογή των προϊόντων κλωστοϋφαντουργίας και των επικίνδυνων αποβλήτων από τα νοικοκυριά. Επιπλέον, θα πρέπει να φροντίσουν ώστε τα βιολογικά απόβλητα είτε να συλλέγονται χωριστά είτε να ανακυκλώνονται στην πηγή (λόγου χάρι με οικιακή κομποστοποίηση), με σχετική προθεσμία την 31η Δεκεμβρίου 2023. Οι πρακτικές αυτές προστίθενται στις ήδη υπάρχουσες για τη χωριστή συλλογή που ισχύει ήδη για το χαρτί και το χαρτόνι, το γυαλί, το μέταλλο και το πλαστικό (Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2018).

Στην Ελλάδα η νομοθεσία για την ανακύκλωση είναι εναρμονισμένη με την Κοινοτική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι, υπάρχει ο Νόμος 2939/2001 για τις συσκευασίες και την εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων, ο οποίος εισάγει την έννοια της «διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού» με υποχρεωτική συμμετοχή των παραγωγών των σχετικών προϊόντων σε «Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης». Επίσης, ο Νόμος 4042/2012 καθορίζει μια νέα στρατηγική, αντίληψη και πολιτική στη διαχείριση των αποβλήτων με κύριο στόχο τη μετάβαση σε μια Ευρωπαϊκή Κοινωνία Ανακύκλωσης, με υψηλό επίπεδο αποδοτικότητας των πόρων. Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ.) είναι ο αρμόδιος φορέας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή της πολιτικής για την ανακύκλωση στην Ελλάδα στο πλαίσιο της εναλλακτικής διαχείρισης (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020). Ο ΕΟΑΝ είναι νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου με πλήρη διοικητική και οικονομική αυτοτέλεια και δεν έχει κερδοσκοπικό χαρακτήρα. Υπάγεται στην εποπτεία και τον έλεγχο του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΠΕΝ) και έχει ως βασικό σκοπό την εφαρμογή της πολιτικής για την πρόληψη και την εναλλακτική διαχείριση προϊόντων και αποβλήτων για τα οποία εφαρμόζονται προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης χ.χ.).

Η ανακύκλωση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και με την έννοια της κυκλικής οικονομίας, η οποία είναι ένα οικονομικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιεί ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και επενδύει κυρίως στην ανακύκλωση και στην επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων, προκειμένου να παραταθεί ο κύκλος της ζωής τους. Η υιοθέτηση του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας συμβάλει στη μείωση των αποβλήτων στο ελάχιστο δυνατό, καθώς στόχος είναι όταν ένα προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά κατασκευής του να διατηρούνται μέσα στην οικονομία με οποιοδήποτε δυνατό τρόπο για να χρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία στο προϊόν (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 2015).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η εισαγωγή στην κυκλική οικονομία έγινε με την οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2008/98/ΕΚ για τα απορρίμματα (ΕΚ 2015), η οποία διέυρνε τη νομοθεσία για την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση (ΕΕΑ 2016). Τον Φεβρουάριο του 2021 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε το νέο σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία ζητώντας παράλληλα τη λήψη πρόσθετων μέτρων για την επίτευξη κυκλικής οικονομίας στην ΕΕ

μέχρι το 2050. Τα μέτρα αποσκοπούν στο να καταστήσουν την ΕΕ περιβαλλοντικά βιώσιμη, χωρίς τοξικές ουσίες, με αυστηρότερους κανόνες ανακύκλωσης και δεσμευτικούς στόχους για τη χρήση και κατανάλωση υλικών και τέλος κλιματικά ουδέτερη ως προς τον άνθρακα μέχρι το έτος 2050 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 2021).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική μελέτη της ποσότητας των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, σε σχέση με τη συνολική παραγωγή αποβλήτων του Δήμου Λαρισαίων, της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισας τη χρονική περίοδο 2016-2022.

Υλικά και Μέθοδοι

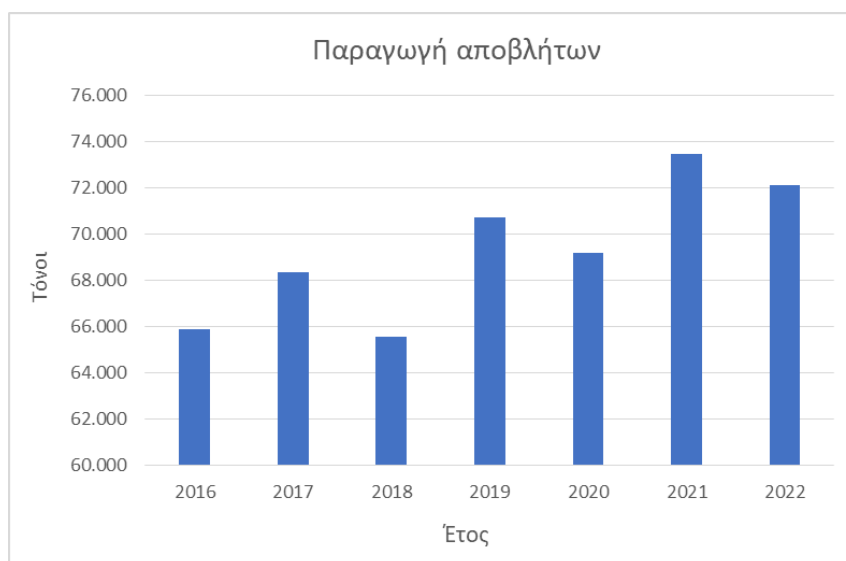
Η βασική μεθοδολογική προσέγγιση της εργασίας περιλαμβάνει την παρουσίαση, τον σχολιασμό, και την ανάλυση των δεδομένων που αφορούν στην παραγωγή αποβλήτων συνολικά αλλά και ειδικά των ανακυκλώσιμων αποβλήτων για τη χρονική περίοδο των ετών 2016-2022 στον Δήμο Λαρισαίων της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισας, με τη μορφή πινάκων και σχημάτων.

Ο δήμος Λαρισαίων έχει έκταση 335,12 km και σύμφωνα με την απογραφή του 2021, όπως καταγράφεται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), ο μόνιμος πληθυσμός ανήλθε στους 164.095, παρουσιάζοντας αύξηση της τάξης 1% σε σχέση με τον πληθυσμό του 2011.

Το βασικό μεθοδολογικό εργαλείο για την εκπόνηση της εργασίας ήταν το υπολογιστικό φύλλο «Ανακύκλωση - Ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων» που δημοσιεύτηκε στην ιστοσελίδα του δήμου Λαρισαίων και αφορούσε στην ανωτέρω χρονική περίοδο.

Αποτελέσματα

Στη συνέχεια της εργασίας παρουσιάζονται με τη μορφή σχημάτων τα σπουδαιότερα ευρήματα της μελέτης. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η εξέλιξη της παραγωγής των αποβλήτων (σε τόνους) στον Δήμο Λαρισαίων για τη περίοδο 2016-2022.



Σχήμα 1. Εξέλιξη παραγωγής αποβλήτων (σε τόνους), 2016 – 2022 (Πηγή: Δήμος Λαρισαίων)
Figure 1. Evolution of waste production (in tons), 2016 – 2022 (Source: Municipality of Larissa)

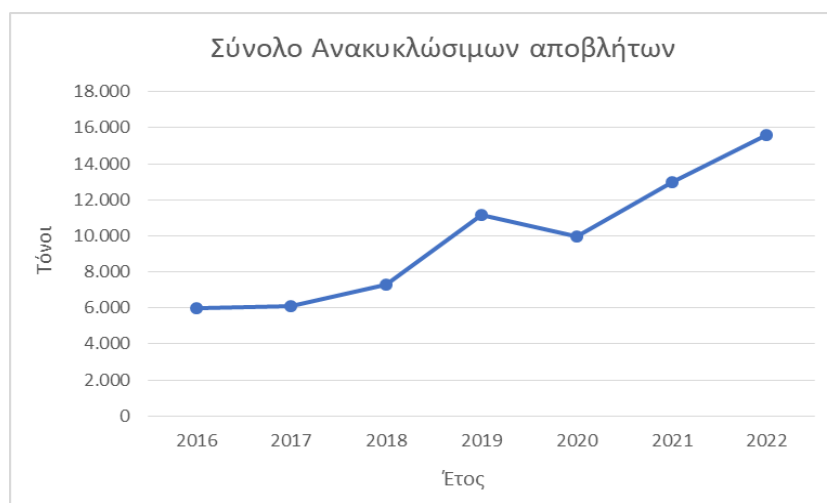
Σύμφωνα με τα δεδομένα του Σχήματος 1, η παραγωγή αποβλήτων φαίνεται ότι παρουσιάζει διακυμάνσεις με μια αυξητική τάση καθ' όλη την διάρκεια των ετών 2016-2022. Η χαμηλότερη παραγωγή αποβλήτων παρατηρείται το έτος 2018 (65.583 τόννοι), χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερη διαφορά από το έτος έναρξης παρατήρησης δεδομένων 2016. Η υψηλότερη παραγωγή αποβλήτων της τάξης 12% σημειώνεται το έτος 2021, ενώ το έτος 2022 παρατηρείται σχετική μείωση της τάξης 1,81%.

Πίνακας 1. Ποσότητες ανακυκλώσιμων αποβλήτων (σε τόνους) ανά επιμέρους υλικά που εκτρέπονται από τους ΧΥΤΑ, 2016-2022 (Πηγή: Δήμος Λαρισαίων)

Table 1. Quantities of recyclable waste (in tons) by individual materials diverted from landfills, 2016-2022 (Source: Municipality of Larissa)

Έτος	Συσκευασίες (μπλε κάδος 4 υλικών)	Γυαλί (μπλε κώδωνας)	Χαρτί-χωριστό πρόγραμμα (χαρτόνι συσκευασίας και σχολεία)	Ηλεκτρικός-Ηλεκτρονικός εξοπλισμός
2016	4.930,00	42,00	960,00	31,00
2017	4.946,00	27,00	1.028,00	22,00
2018	5.613,00	39,00	1.062,00	30,50
2019	6.286,00	59,00	1.046,00	38,00
2020	6.406,00	51,00	922,00	24,00
2021	6.871,21	81,99	870,70	34,98
2022	6.827,99	74,09	567,64	24,04

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τις ποσότητες των ανακυκλώσιμων αποβλήτων ανά επιμέρους υλικά που εκτρέπονται από τους ΧΥΤΑ και πιο συγκεκριμένα για τις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες: 1) Συσκευασίες (μπλε κάδος 4 υλικών), 2) Γυαλί (μπλε κώδωνας), 3) Χαρτί-χωριστό πρόγραμμα (χαρτόνι συσκευασίας και σχολεία), 4) Ηλεκτρικός-Ηλεκτρονικός εξοπλισμός. Με εξαίρεση την πρώτη κατηγορία αποβλήτων (Συσκευασίες-μπλε κάδος 4 υλικών), η οποία παρουσιάζει αύξηση στην ποσότητα των ανακυκλώσιμων αποβλήτων κάθε χρονιά, οι υπόλοιπες τρεις κατηγορίες αποβλήτων παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις από χρονιά σε χρονιά. Πιο συγκεκριμένα, οι συσκευασίες που ανακυκλώνονται στους μπλέ κάδους των 4 υλικών παρουσίασαν αύξηση 38,5% το έτος 2022 σε σχέση με το έτος 2016 (έτος βάσης). Το γυαλί παρουσιάζει συνολική αύξηση για την περίοδο 2016-2022 76,4%, ενώ το χαρτί και ο ηλεκτρικός-ηλεκτρονικός εξοπλισμός παρουσιάζουν μείωση την περίοδο 2016-2022 (40,8% και 22,5% αντίστοιχα).



Σχήμα 2. Σύνολο ανακυκλώσιμων αποβλήτων (σε τόνους) που εκτρέπονται από τους ΧΥΤΑ, 2016-2022 (Πηγή: Δήμος Λαρισαίων)

Figure 2. Total recyclable waste (in tons) diverted from landfills, 2016-2022 (Source: Municipality of Larissa)

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται το σύνολο ανακυκλώσιμων αποβλήτων (σε τόνους) που εκτρέπονται από τους ΧΥΤΑ για την περίοδο 2016-2022. Τα ανακυκλώσιμα απόβλητα παρουσιάζουν αυξητική τάση στον Δήμο Λαρισαίων τη συγκεκριμένη περίοδο και η ποσότητα των ανακυκλώσιμων αποβλήτων εμφανίζεται το 2022 να έχει αυξηθεί περισσότερο από 2,5 φορές (αύξηση 159%) σε σχέση με το έτος βάσης (2016).

Πίνακας 2. Μη ανακυκλώσιμα απόβλητα, (ογκώδη και κοινά απορρίμματα) που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ, 2016 – 2022 (Πηγή: Δήμος Λαρισαίων)

Table 2. Non-recyclable waste, (bulky and common waste) sent to landfills, 2016 – 2022 (Source: Municipality of Larissa)

Έτος	Ογκώδη Απορρίμματα	Κοινά Απορρίμματα	Σύνολο Αποβλήτων προς ΧΥΤΑ
2016	5.413,00	54.484,00	59.897,00
2017	4.486,90	57.786,01	62.272,91
2018	4.064,00	54.200,00	58.264,00
2019	2.928,43	56.671,00	59.599,43
2020	1.853,00	57.372,00	59.225,00
2021	1.515,58	58.981,37	60.496,95
2022	979,56	55.574,38	56.553,94

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι ποσότητες των μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων, ογκώδη και κοινά απορρίμματα (σε τόνους) που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ. Παρατηρούμε ότι οι ποσότητες των ογκωδών απορριμμάτων μειώνονται διαρκώς την περίοδο 2016-2022, και σε σχέση με το έτος βάσης (2016) έχουν μειωθεί κατά 82% περίπου το έτος 2022. Τα κοινά απορρίμματα από την άλλη, εμφανίζουν διακυμάνσεις στις ποσότητες από έτος σε έτος, αλλά συνολικά παρουσιάζουν αυξητική τάση, με το έτος 2022 να παρουσιάζει αύξηση 2% σε σχέση με το έτος βάσης (2016). Το σύνολο των αποβλήτων που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ εμφανίζει μείωση την περίοδο 2016-2022. Πιο συγκεκριμένα, τα απόβλητα που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ το 2022 είναι σχεδόν κατά 6% μειωμένα σε σχέση με τα αντίστοιχα του έτους βάσης (2016).

Συνδυάζοντας τα δεδομένα από το Σχήμα 2 και τον Πίνακα 2, παρατηρούμε ότι το έτος 2016 τα ανακυκλώσιμα απόβλητα ήταν 6.005 τόνοι, ενώ τα μη ανακυκλώσιμα ήταν 59.897 τόνοι. Επομένως, επί του συνόλου των αποβλήτων τα ανακυκλώσιμα απόβλητα αποτελούσαν το 9,11%. Αντίστοιχα για το έτος 2022 τα ανακυκλώσιμα απόβλητα ήταν 15.572,58, ενώ τα μη ανακυκλώσιμα ήταν 56.553,94. Επομένως, επί του συνόλου των αποβλήτων, το 21,59% ήταν ανακυκλώσιμα. Ως εκ τούτου, παρατηρείται ποσοστιαία αύξηση 12,48% των ανακυκλώσιμων αποβλήτων για το διάστημα 2016-2022.

Στη συνέχεια της εργασίας γίνεται συσχέτιση των ποσοτήτων των ανακυκλώσιμων αποβλήτων του δήμου Λαρισαίων με τις αντίστοιχες ποσότητες των ανακυκλώσιμων αποβλήτων στο σύνολο της χώρας για τα έτη 2016, 2018 και 2020. Τα δεδομένα για το σύνολο της χώρας έχουν αντληθεί από τα αντίστοιχα Δελτία Τύπου της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ. ΣΤΑΤ.), τα οποία δημοσιεύονται κάθε δύο έτη.

Πίνακας 3. Συνολική παραγωγή ανακυκλώσιμων και μη αποβλήτων (σε τόνους) της Ελλάδας, 2016 – 2020 (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2020)

Table 3. Total production of recyclable and non-recyclable waste (in tons) in Greece, 2016 – 2020 (Source: EL.STAT., 2020)

Έτος	Παραγωγή αποβλήτων	Ανακυκλώσιμα απόβλητα	Μη ανακυκλώσιμα απόβλητα
2016	72.332.353	2.329.179	70.003.174
2018	45.240.333	2.816.572	42.423.761
2020	28.943.897	1.998.297	26.945.600

Πίνακας 4. Ποσοστιαία (%) διάρθρωση παραγωγής ανακυκλώσιμων και μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων (σε τόνους) της Ελλάδας, 2016 – 2020 (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2020)

Table 4. Production of recyclable and non-recyclable waste (in tons) in Greece, 2016 – 2020, Percentage (%) structure (Source: EL.STAT., 2020)

Έτος	Ανακυκλώσιμα απόβλητα	Μη ανακυκλώσιμα απόβλητα
2016	3,2	96,8
2018	6,2	93,8
2020	6,9	93,1

Από τους Πίνακες 3 και 4 παρατηρούμε ότι σε πανελλαδικό επίπεδο σημειώνεται εμφανώς σταδιακή μείωση των παραγόμενων αποβλήτων τη χρονική περίοδο 2016-2020, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας. Πιο συγκεκριμένα, το 2020 τα παραγόμενα απόβλητα μειώθηκαν σχεδόν κατά 60% σε σχέση με το έτος βάσης (2016). Παράλληλα, το ποσοστό των ανακυκλώσιμων αποβλήτων παρουσιάζει αύξηση της τάξης του 3,7%, καθώς από 3,2% που ήταν το 2016 αυξήθηκε σε 6,9% το 2022.

Πίνακας 5. Συνολική παραγωγή ανακυκλώσιμων και μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων (σε τόνους) της Λάρισας, 2016 – 2020 (Πηγή: Δήμος Λαρισαίων)

Table 5. Total production of recyclable and non-recyclable waste (in tons) of Larissa, 2016 – 2020 (Source: Municipality of Larissa)

Έτος	Παραγωγή αποβλήτων	Ανακυκλώσιμα απόβλητα	Μη ανακυκλώσιμα απόβλητα
2016	65.902	6.005	59.897
2018	65.583	7.318,70	58.264,3
2020	69.216	9.991	59.225

Πίνακας 6. Ποσοστιαία (%) διάρθρωση παραγωγής ανακυκλώσιμων και μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων (σε τόνους) της Λάρισας, 2016 – 2020 (Πηγή: Δήμος Λαρισαίων)

Table 6. Production of recyclable and non-recyclable waste (in tons) of Larissa, 2016 – 2020, Percentage (%) structure (Source: Municipality of Larissa)

Έτος	Ανακυκλώσιμα απόβλητα	Μη ανακυκλώσιμα απόβλητα
2016	9,1	90,89
2018	11,2	88,8
2020	14,4	85,6

Όσον αφορά στον δήμο Λαρισαίων, παρατηρούμε σημαντική αύξηση των αποβλήτων το έτος 2020 σε σχέση με τα έτη 2016 και 2018. Πιο συγκεκριμένα, η συνολική παραγωγή αποβλήτων αυξήθηκε κατά σχεδόν 3,3 τόνους το 2020 σε σχέση με το έτος βάσης (2016), σημειώνοντας αύξηση της τάξης του 5%. Αντίστοιχη ποσοστιαία αύξηση (5,3%) παρατηρείται και στην παραγωγή των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, καθώς το 2016 αποτελούσαν το 9,1% των συνολικών αποβλήτων, ενώ το 2020 ανήλθαν στο 14,4% των συνολικών αποβλήτων.

Συμπερασματικά, όσον αφορά στη συνολική παραγωγή αποβλήτων παρατηρείται αύξηση από το 2016 στο 2020 στον δήμο Λαρισαίων, σε αντίθεση με την Ελλάδα όπου εμφανίζεται μείωση. Ωστόσο, αναφορικά με την υφιστάμενη παραγωγή των ανακυκλώσιμων αποβλήτων παρατηρούμε σταδιακή αύξηση τόσο στη Λάρισα όσο και στην Ελλάδα γενικότερα. Μάλιστα στη Λάρισα το ποσοστό της αύξησης είναι αρκετά μεγαλύτερο (5,3% Λάρισα, 3,7% πανελλαδικά), γεγονός που αποτελεί σημαντικό βήμα για τη διαχείριση των αποβλήτων.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020), η παραγωγή αποβλήτων παγκοσμίως αναμένεται να αυξηθεί κατά 70% μέχρι το 2050 αν δεν ληφθούν σχετικά μέτρα όπως προτείνονται με το Νέο Σχέδιο δράσης, τα οποία εστιάζουν στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Στην κατεύθυνση αυτή οφείλει να κινηθεί και ο Δήμος Λαρισαίων, ο οποίος όπως φαίνεται στο παραπάνω διάστημα παρουσιάζει υστέρηση στην εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων, αφού παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει σημαντική μείωση των αποβλήτων, αντιθέτως διαπιστώνεται αύξηση.

Από τη μελέτη των δεδομένων της εργασίας συνάγεται το συμπέρασμα ότι παρότι στον Δήμο Λαρισαίων παρουσιάζεται αύξηση του ποσοστού των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, γεγονός πολύ θετικό, ωστόσο παρατηρείται ταυτόχρονα και αύξηση της συνολικής παραγωγής αποβλήτων. Σε παρόμοια συμπεράσματα είχε καταλήξει πρόσφατη έκθεση ελέγχου του Ελεγκτικού Συνεδρίου της Ελληνικής Δημοκρατίας (2022), σύμφωνα με την οποία οι Δήμοι παρουσιάζουν αδυναμίες στην πρόληψη, στην παραγωγή αποβλήτων και στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση. Η ίδια έκθεση κατέγραψε διαχρονική αύξηση του κόστους διαχείρισης της ανακύκλωσης και σοβαρές ελλείψεις στην επιχειρησιακή επάρκεια των Δήμων και στην ύπαρξη υποδομών για την εφαρμογή των προγραμμάτων ανακύκλωσης. Σύμφωνα με την τελική έκθεση με τίτλο «Σχέδιο δράσεων επικοινωνίας για την πρόληψη παραγωγής, τη χωριστή συλλογή και την ανάκτηση αποβλήτων στην Ελλάδα» (Team Sympraxis 2020) οι Δήμοι στην Ελλάδα γενικώς κατηγορούνται από τους πολίτες για την έλλειψη υποδομών για ανακύκλωση. Στην ίδια έκθεση, η οποία συντάχθηκε τον Μάιο του 2020 και εφαρμόστηκε με τη στήριξη του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης, καταγράφεται ένα έλλειμμα εμπιστοσύνης από τη μεριά των Ελλήνων πολιτών προς την τοπική αυτοδιοίκηση, καθώς συχνά πιστεύουν ότι τα απόβλητα που διατίθενται στους μπλε κάδους στην πραγματικότητα δεν ανακυκλώνονται, αλλά τελικά καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, μαζί με άλλα απορρίμματα.

Επομένως είναι απαραίτητο να ληφθούν μετρά και να εκπονηθούν προγράμματα τα οποία θα οδηγήσουν τόσο στην μείωση της παραγωγής αποβλήτων όσο και στην περαιτέρω αύξηση και

σωστή διαχείριση των ανακυκλώσιμων αποβλήτων. Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας, όπως προτάθηκε με συγκεκριμένα μετρά και κανόνες από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, μπορεί να αποτελέσει μία πιθανή καλή πρακτική και για τον δήμο Λαρισαίων, προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικότερα η διαχείριση των αστικών αποβλήτων.

Abstract

Recycling is a complex process that involves the collection and processing of materials which, although intended for waste, can be reused. Therefore, it contributes to achieving sustainable development and is linked to the concept of circular economy, as it reduces waste. For the needs of the work, data on recycling from the Municipality of Larissa and the Hellenic Statistical Authority were used. After processing the data, we have concluded that in the Municipality of Larissa, there is an increase in the percentage of recyclable waste; while the total production of waste has also increased at the same time. In order to reduce the production of waste and for the more efficient management of recyclable waste, it is necessary to take measures and prepare relevant recycling programs on the part of the Municipality of Larissa.

Βιβλιογραφία

- EC. 2015. An EU Action Plan for the Circular Economy. Com, Brussels.
- EEA. 2016. Circular Economy in Europe - Developing the Knowledge Base. European Environmental Agency, 2.
- European Environment Agency, 2021. European City Air Quality Index. Dashboard. Air pollution. Urban Air Quality. <https://www.eea.europa.eu/>
- National Geo Figureic, 2013. Εγκυκλοπαίδεια του περιβάλλοντος για νέους. Τόμος 5. Ρύπανση.
- Team Sympraxis, 2020. Σχέδιο δράσεων επικοινωνίας για την πρόληψη παραγωγής, τη χωριστή συλλογή και την ανάκτηση αποβλήτων στην Ελλάδα. Τελική Έκθεση. Μάιος 2020.
- UN, χ.χ. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Sustainable Development Goals. <https://sdgs.un.org/goals>
- Δήμος Λαρισαίων, χ.χ. Ανακύκλωση – Ποσότητες Παραγόμενων Αποβλήτων. <https://www.larissa-dimos.gr>
- Ελεγκτικό Συνέδριο, 2022. Ανακύκλωση: Είναι οι Δήμοι αποτελεσματικοί στη διαχείριση της ανακύκλωσης των αστικών στερεών αποβλήτων; Ελληνική Δημοκρατία. Έκθεση Ελέγχου 6/2022.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2020. Δελτίο Τύπου «Στατιστικές Στερεών Αποβλήτων 2020».
- Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, χ.χ. <https://www.eoan.gr/>.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 1994. Οδηγία 94/62/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ής Δεκεμβρίου 1994 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας. L 365/10.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2008. Οδηγία 2008/98/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Νοεμβρίου 2008 , για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών. L 312/3.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2012. Οδηγία 2012/19/EE του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Ιουλίου 2012 σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ). L 197/38.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018α. Οδηγία (ΕΕ) 2018/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ης Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 94/62/EK για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας. L 150/141.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018β. Οδηγία (ΕΕ) 2018/851 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ης Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 2008/98/EK για τα απόβλητα. L 150/109.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020. Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών. Ένα νέο σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία. Για μια πιο καθαρή και πιο ανταγωνιστική Ευρώπη. Βρυξέλλες, 11/03/2020 COM(2020) 98 final.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2015. Κυκλική οικονομία: χρησιμοποιήσέ το ξανά!. <https://www.europarl.europa.eu/>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018. Η διαχείριση των αποβλήτων στις χώρες της ΕΕ. <https://www.europarl.europa.eu/>.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2021. Το σχέδιο δράσης της ΕΕ για τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία έως το 2050. <https://www.europarl.europa.eu/>

Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018. Διαχείριση και ανακύκλωση αποβλήτων: έγκριση νέων κανόνων από το Συμβούλιο. Δελτίο Τύπου. <https://www.consilium.europa.eu/>

Τσιάρας, Σ., Τσιρούκης, Α., 2023. Περιβάλλον και Βιώσιμη Ανάπτυξη [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020. Προώθηση της Ανακύκλωσης–Ενσωμάτωση των Οδηγιών 2018/851 και 2018/852 της 31^{ης} Μαΐου 2018. Άρθρο 3 Ορισμοί – Τροποποίηση του άρθρου 11 του ν. 4042/2012 (παρ. 2 άρθρου 1 της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/851). <http://www.opengov.gr/minenv>

Θεματική Ενότητα: Νέες Τεχνολογίες

ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ

Κολιούσκα, Χριστιάνα

¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ckoliou@for.auth.gr

Περίληψη

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός στην άσκηση της δασοπονίας έχει δώσει την δυνατότητα μιας διαφορετικής διαχείρισης που δεν ήταν εφικτή πριν από μερικά χρόνια, σε επίπεδα λεπτομέρειας που δεν ήταν δυνατόν να επιτευχθούν παλιότερα. Τα τελευταία χρόνια, η συμπερίληψη της χρήσης καινοτόμων ψηφιακών εργαλείων αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την θέσπιση μιας νομοθετικής πράξης σχετικά με την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Το συντονιστικό αυτό κέντρο θα έχει αρμοδιότητα να χαράσσει τη πολιτική στον τομέα των ΤΠΕ, να την αναπροσαρμόζει όταν απαιτείται, να είναι θεματοφύλακας της ευθυγράμμισης με το εθνικό πρόγραμμα μεταρρυθμίσεων και ανταγωνιστικότητας, να επιλέγει τις κατευθύνσεις στρατηγικής στο πλαίσιο των εθνικών, περιφερειακών και ευρωπαϊκών πεδίων πολιτικής, να αξιοποιεί συνέργειες, να αποφασίζει τις κύριες προτεραιότητες και να εποπτεύει την αξία όλου του χαρτοφυλακίου επενδύσεων σε ΤΠΕ στη χώρα.

Λέξεις-κλειδιά: Ψηφιακός μετασχηματισμός, Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών, Σύγχρονη Δασοπονία, Βιώσιμη Δασοπονία, Ψηφιακά Εργαλεία

Εισαγωγή

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός και η βιώσιμη δασοπονία είναι δύο θέματα που απασχολούν ολοένα και περισσότερο τον σύγχρονο κόσμο. Η ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας και η ανάγκη για περιβαλλοντική βιωσιμότητα έχουν αναδείξει τη σημασία της ένταξης των ψηφιακών λύσεων στη διαχείριση και προστασία των δασών. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός αναφέρεται στη χρήση τεχνολογίας και ψηφιακών εργαλείων για τη βελτίωση και την ανανέωση των παραδοσιακών διαδικασιών και μοντέλων. Στο πλαίσιο της δασοπονίας, ο ψηφιακός μετασχηματισμός μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς, όπως η παρακολούθηση της υγείας των δασών, η εκτίμηση των πόρων ξυλείας, η διαχείριση της πυρκαγιάς και η επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων (Hamzah 2001).

Ωστόσο, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν αποτελεί απλώς την εφαρμογή τεχνολογικών λύσεων, αλλά απαιτεί επίσης μια διαδικασία αναθεώρησης και αλλαγής της συμπεριφοράς, των διαδικασιών και των πρακτικών που χρησιμοποιούνται στη δασοπονία. Ο στόχος είναι η βελτίωση της αποδοτικότητας, της ακρίβειας και της αειφορίας στη διαχείριση των δασών. Παράλληλα με τον ψηφιακό μετασχηματισμό, η βιώσιμη δασοπονία αποτελεί μια προσέγγιση που συνδυάζει την οικονομική ανάπτυξη, την προστασία του περιβάλλοντος και την κοινωνική ευημερία (Holopainen, Vastaranta & Hyypä 2014). Η δασοπονία επιδιώκει τη διατήρηση και την αειφόρο χρήση των δασών, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών.

Ο συνδυασμός του ψηφιακού μετασχηματισμού και της βιώσιμης δασοπονίας μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές και βιώσιμες πρακτικές δασοπονίας. Η χρήση ψηφιακών εργαλείων, όπως οι αισθητήρες, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης, μπορεί να παρέχει ακριβείς δεδομένα και πληροφορίες για τη διαχείριση των δασών, επιτρέποντας τη λήψη ευφών αποφάσεων και την πρόληψη προβλημάτων (Holmstrom 2020).

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός και η βιώσιμη δασοπονία αντιπροσωπεύουν μια ευκαιρία για τη σύνδεση της τεχνολογίας με την περιβαλλοντική προστασία και την οικονομική ανάπτυξη. Με την κατάλληλη χρήση των ψηφιακών εργαλείων και την υιοθέτηση μιας ολιστικής προσέγγισης στη δασοπονία, μπορεί να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη διατήρηση και αξιοποίηση των δασικών πόρων προς όφελος των επόμενων γενεών (Ανδρεοπούλου 2008).

Πέραν των προσφορών στον τομέα της διαχείρισης των δασών, ο ψηφιακός μετασχηματισμός και η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών έχουν επίσης ευρύτερες επιπτώσεις στην παγκόσμια προσπάθεια για τη βιώσιμη ανάπτυξη (Kristofersson & Torto 2021). Η δασοπονία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της προσπάθειας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Μέσω της ψηφιοποίησης και της ανάλυσης μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα την κατάσταση των δασών, τις τάσεις και τις απειλές που τα επηρεάζουν. Αυτό μας επιτρέπει να λαμβάνουμε πιο ενημερωμένες αποφάσεις για τη διαχείριση των δασών, όπως την πρόληψη και την αντιμετώπιση των πυρκαγιών, την προστασία από απειλούμενα είδη και τη βελτίωση της αναδάσωσης και της αειφορικής χρήσης των πόρων.

Επιπλέον, ο ψηφιακός μετασχηματισμός μπορεί να συμβάλει στην εκπαίδευση και ενημέρωση των ενδιαφερομένων φορέων, του κοινού και των επαγγελματιών του τομέα. Διαδραστικές πλατφόρμες, εφαρμογές κινητών τηλεφώνων και εικονική πραγματικότητα μπορούν να παρέχουν πρόσβαση σε γνώσεις, εκπαιδευτικά υλικά και εκπαιδευτικά προγράμματα, ενθαρρύνοντας τη συνειδητοποίηση και τη συμμετοχή στη διατήρηση και προστασία των δασών.

Τέλος, ο συνδυασμός του ψηφιακού μετασχηματισμού και της βιώσιμης δασοπονίας δημιουργεί ευκαιρίες για την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων και επιχειρηματικών μοντέλων (Κουκουνίου κ.α. 2022). Εταιρείες και επιχειρήσεις μπορούν να αξιοποιήσουν τις τεχνολογίες του διαδικτύου των πραγμάτων, της τεχνητής νοημοσύνης και του blockchain για την παρακολούθηση της αλυσίδας εφοδιασμού, την πιστοποίηση των προϊόντων και την προώθηση της διαφάνειας και της αειφορίας στον τομέα της δασοκομίας και της ξυλείας.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός και η βιώσιμη δασοπονία αποτελούν έναν δυναμικό συνδυασμό γνώσης, τεχνολογίας και δράσης που μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο αειφόρο, ισορροπημένη και αποδοτική διαχείριση των δασών μας (Choudhry & O'Kelly 2018). Είναι αναγκαίο να συνεργαστούν οι ενδιαφερόμενοι φορείς, οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις και η κοινωνία γενικότερα για να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες που προσφέρει ο συνδυασμός αυτός και να προωθήσουν την αειφόρο διαχείριση και προστασία των δασών για τις μελλοντικές γενεές. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της χρήσης ψηφιακών εργαλείων κατά την άσκηση της σύγχρονης δασοπονίας στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα έχει ως σκοπό την διερεύνηση της αξιοποίησης των ψηφιακών εργαλείων και εφαρμογών στην σύγχρονη δασοπονία και την αξιολόγηση των εξελίξεων στον τομέα της σύγχρονης δασοπονίας με γνώμονα τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας περιλαμβάνει την ανάπτυξη και τον διαμοιρασμό ερωτηματολογίων στους 35 αρμόδιους κρατικούς φορείς που ασχολούνται με την δασοπονία στη Μακεδονία (Διευθύνσεις Δασών, Δασαρχεία, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών – ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ) κατά τη διάρκεια του 1ου εξαμήνου του έτους 2022. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των αποτελεσμάτων με τη χρήση στατιστικού πακέτου και εφαρμόστηκε η περιγραφική στατιστική.

Αποτελέσματα

Για τους σκοπούς της έρευνας, διανεμήθηκαν και συμπληρώθηκαν ερωτηματολόγια στους 35 αρμόδιους κρατικούς φορείς που ασχολούνται με την δασοπονία στη Μακεδονία (Διευθύνσεις Δασών, Δασαρχεία, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών – ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ) (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Κρατικοί φορείς που συμμετείχαν στην έρευνα
Table 1. Public agencies involved in the research

Νομός	Αριθμός φορέων
Γρεβενών	1
Δράμας	3
Ημαθίας	3
Θεσσαλονίκης	5
Καβάλας	3
Καστοριάς	1
Κιλκίς	3
Κοζάνης	3

Πέλλας	3
Περίας	1
Σερρών	4
Φλώρινας	1
Χαλκιδικής	4

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2, όλοι οι αρμόδιοι κρατικοί φορείς παρέχουν πρόσβαση σε πληροφοριακά συστήματα σε όλους τους δασολόγους, ενώ περισσότεροι από τους μισούς κρατικούς φορείς παρέχουν πρόσβαση σε πληροφοριακά συστήματα στους τεχνολόγους δασοπόνους και στους υπόλοιπους διοικητικούς.

Πίνακας 2. Φορείς όπου ειδικότητες εργαζομένων ασχολούνται με πληροφοριακά συστήματα
Table 2. Public agencies in which the employees are engaged with Information Technology

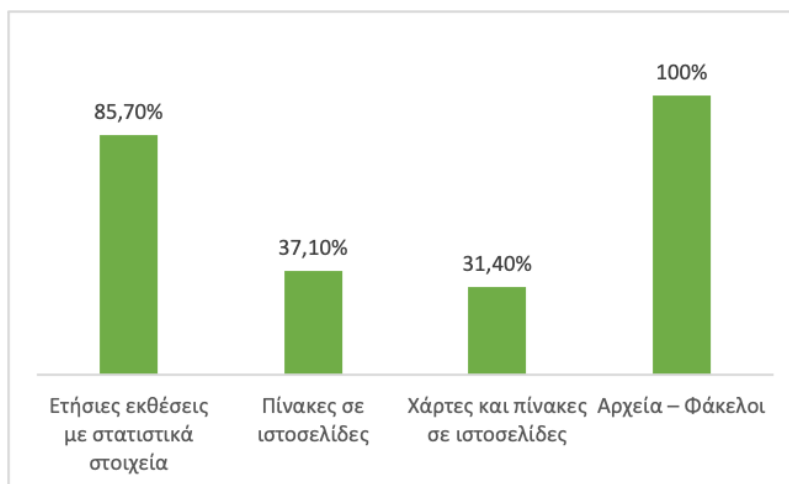
Ειδικότητα εργαζομένων	Αριθμός φορέων	Ποσοστό φορέων (%)
Δασολόγοι	35	100
Τεχνολόγοι δασοπονίας	31	88,6
Λοιποί διοικητικοί	24	68,6
Άλλη κατηγορία	15	42,9

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, στους περισσότερους κρατικούς φορείς που σχετίζονται με τη δασοπονία έχουν πραγματοποιηθεί σεμινάρια σχετικά με τη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ).

Σχήμα 1. Φορείς στους οποίους έχουν διοργανωθεί σεμινάρια σχετικά με τη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)

Figure 1. Public agencies that have organized Information Technology Workshops for their employees

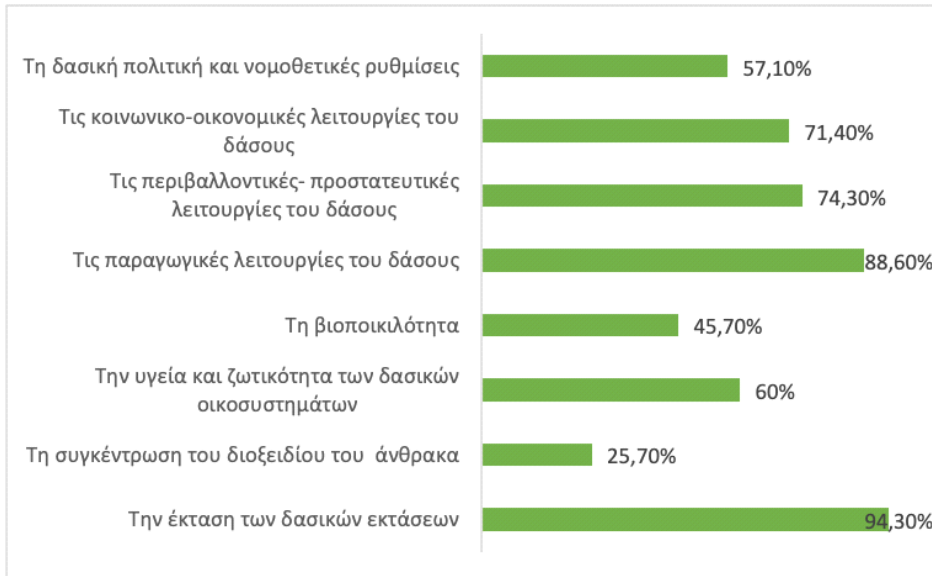
Σύμφωνα με το Σχήμα 2, ο πιο συνηθισμένος τρόπος που οι κρατικοί φορείς διαμοιράζονται τα δεδομένα τους που προέρχονται από την παρακολούθηση – αξιολόγηση - καταγραφή των συνθηκών του δάσους στους συνεργαζόμενους φορείς και στο κοινό είναι τα αρχεία και οι φάκελοι, ενώ σπανιότερα τα αναρτούν σε ιστοσελίδες.



Σχήμα 2. Φορείς και τρόπος διαμοιρασμού των δεδομένων από την παρακολούθηση – αξιολόγηση - καταγραφή των συνθηκών του δάσους στους συνεργαζόμενους φορείς και στο κοινό

Figure 2. Methods of sharing data with the cooperating agencies and public

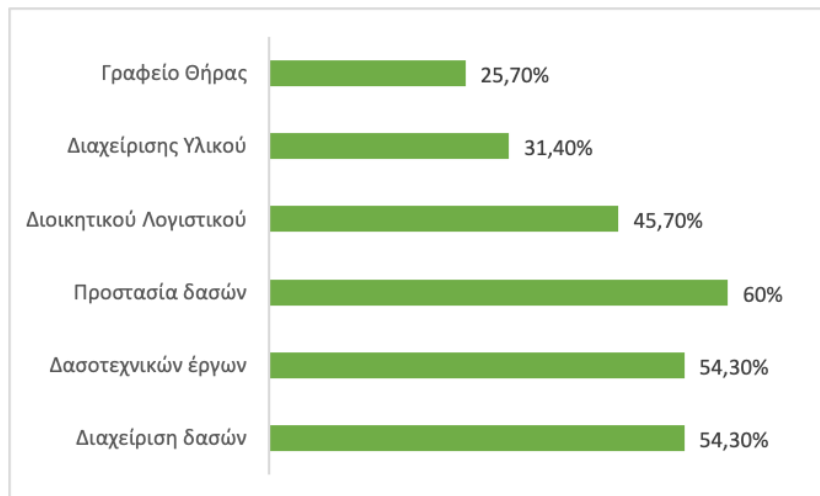
Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται τα δεδομένα που συλλέγονται κατά την παρακολούθηση – αξιολόγηση - καταγραφή των συνθηκών του δάσους και παρουσιάζονται στις ετήσιες εκθέσεις.



Σχήμα 3. Φορείς και δεδομένα που συλλέγονται κατά την παρακολούθηση – αξιολόγηση - καταγραφή των συνθηκών του δάσους και παρουσιάζονται στις ετήσιες εκθέσεις

Figure 3. Data collected during the monitoring and the evaluation of forest conditions that are presented in the annual reports

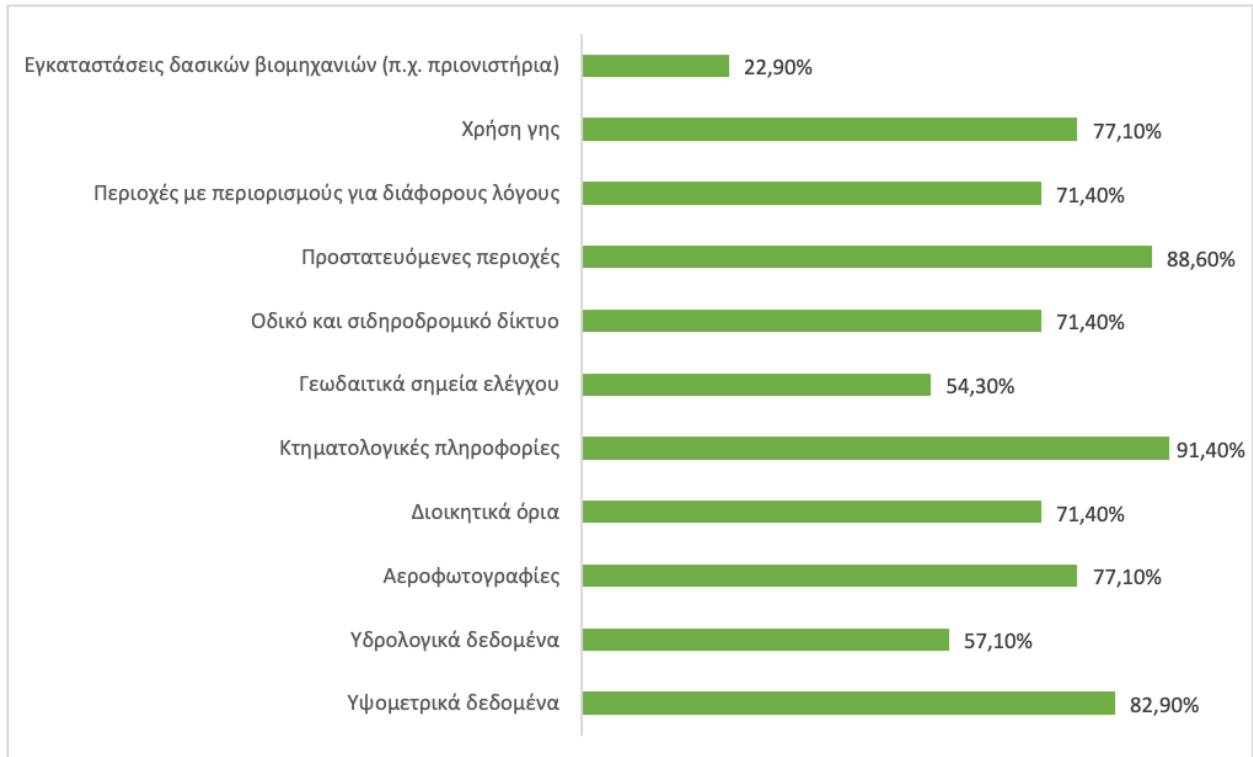
Το Σχήμα 4 δείχνει τα τμήματα των Διευθύνσεων Δασών και των δασαρχείων στα οποία χρησιμοποιούνται ειδικά προγράμματα στο Η/Υ.



Σχήμα 4. Φορείς και τμήματα στα οποία υπάρχουν ειδικά προγράμματα στον Η/Υ

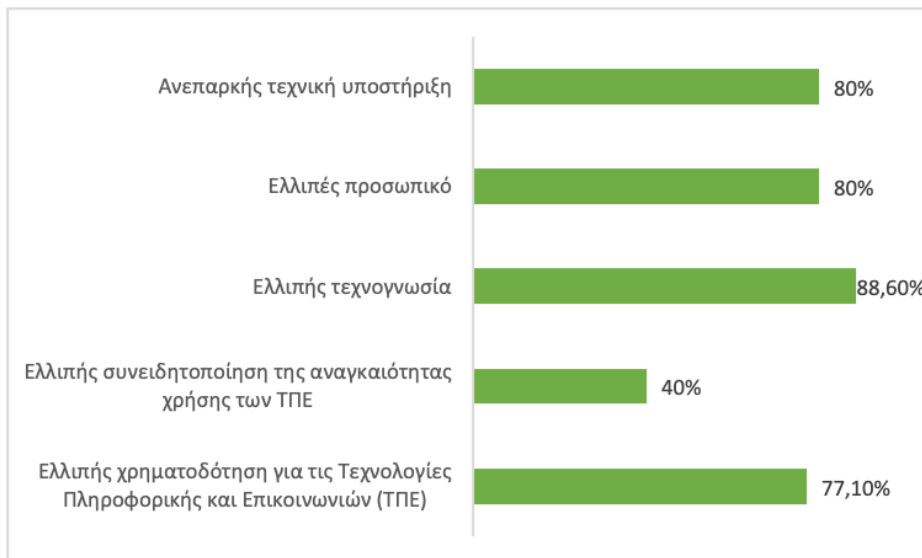
Figure 4. Departments of public agencies that use specialized programs

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.



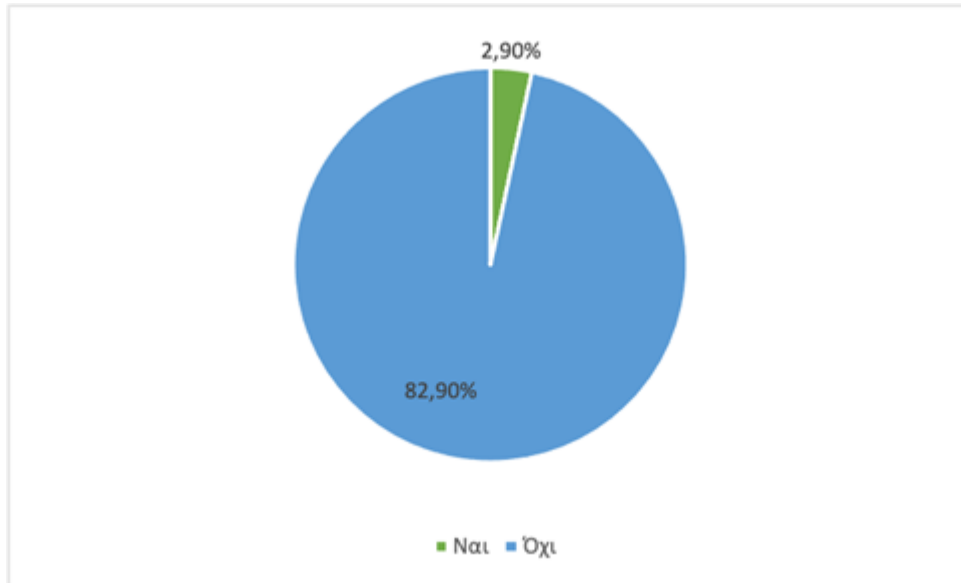
Σχήμα 5. Φορείς και δεδομένα που χρησιμοποιούνται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
Figure 5. Data used by the Geo Figureical Information System

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των υπαλλήλων, οι κυριότεροι περιορισμοί για τη μετάβαση στην ιδανική κατάσταση όσον αφορά την αξιοποίηση των ευφών υπηρεσιών και εφαρμογών στη δασοπονία σχετίζονται με την ελλιπή γνώση, την ανεπαρκή τεχνική υποστήριξη, το ελλιπές προσωπικό και την ελλιπή χρηματοδότηση για τις ΤΠΕ (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Φορείς και κύριοι περιορισμοί για την μετάβαση στην ιδανική κατάσταση
Figure 6. Main restrictions for the transition to the ideal situation

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται η συμμετοχή ή μη των κρατικών φορέων που ασχολούνται με τη δασοπονία σε εθνικά ή διεθνή προγράμματα με σκοπό την τυποποίηση των περιβαλλοντικών δεδομένων.



Σχήμα 7. Φορείς και συμμετοχή σε κάποιο εθνικό ή διεθνές πρόγραμμα με σκοπό την τυποποίηση των περιβαλλοντικών δεδομένων

Figure 7. Public agencies participated in European Research Projects

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια, η υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την θέσπιση μιας νομοθετικής πράξης σχετικά με την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (Κολιούσκα 2017β, Koliouška κ.α. 2017, Κολιούσκα 2017α). Το συντονιστικό αυτό κέντρο θα έχει αρμοδιότητα να χαράσσει τη πολιτική στον τομέα των ΤΠΕ (ηλεκτρονική διακυβέρνηση, δίκτυα, ψηφιακή επιχειρηματικότητα), να την αναπροσαρμόζει όταν απαιτείται, να είναι θεματοφύλακας της ευθυγράμμισης με το εθνικό πρόγραμμα μεταρρυθμίσεων και ανταγωνιστικότητας, να επιλέγει τις κατευθύνσεις στρατηγικής στο πλαίσιο των εθνικών, περιφερειακών και ευρωπαϊκών πεδίων πολιτικής, να επιλύει θέματα οριζόντιας διακυβέρνησης, να αξιοποιεί συνέργειες, να αποφασίζει τις κύριες προτεραιότητες και να εποπτεύει την αξία όλου του χαρτοφυλακίου επενδύσεων σε ΤΠΕ στη χώρα (Υπουργείο Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας 2014).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, απαιτείται αναβάθμιση στην τεχνολογική υποδομή των αρμόδιων κρατικών φορέων, καθώς αξιοποιούνται ελάχιστες εφαρμογές ΤΠΕ από τις ήδη υπάρχουσες και ενδεχομένως, θα μπορούσαν να τις χρησιμοποιούν συμπληρωματικά ώστε να πετύχουν τη βέλτιστη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων. Ο σχεδιασμός έργων πληροφορικής είναι πλέον αναγκαίος σε συνδυασμό με τις μετέπειτα ανάγκες σε οικονομικούς και ανθρώπινους πόρους για τη διασφάλιση της ορθής λειτουργίας, συντήρησης και επικαιροποίησής τους, καθιστώντας τα μη λειτουργικά ή παρωχημένα μετά από κάποιο διάστημα.

Όσον αφορά την αντιμετώπιση της έλλειψης ψηφιακών δεξιοτήτων / τεχνογνωσίας, απαιτείται αναβάθμιση και των ψηφιακών δεξιοτήτων του προσωπικού για την έξυπνη διαχείριση των φυσικών πόρων. Είναι γεγονός η έλλειψη στοιχείων και μηχανισμού παρακολούθησης αναφορικά με το επίπεδο ψηφιακών δεξιοτήτων στο δημόσιο τομέα, ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση των απαιτήσεων και ο εντοπισμός τυχόν αδυναμιών αλλά και ευκαιριών βελτίωσης. Ο εκσυγχρονισμός των συγκεκριμένων φορέων με την ενσωμάτωση των ΤΠΕ είναι απαραίτητο να έχει την αποδοχή και τη σύμφωνη γνώμη του προσωπικού και των ερευνητών, με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεργαστούν αποτελεσματικά στην πορεία. Η οργάνωση και διεξαγωγή ολοκληρωμένων επιμορφωτικών προγραμμάτων μεγάλης κλίμακας στις ΤΠΕ για άτομα που ασχολούνται με τη δασοπονία στην πράξη θα συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στον εκσυγχρονισμό της δασοπονίας και την αποτελεσματικότερη προστασία και διαχείριση των φυσικών πόρων. Επίσης, η συνεργασία των αρμόδιων κρατικών φορέων με προγραμματιστές

είναι δυνατό να οδηγήσει στην ανάπτυξη και προώθηση κατάλληλα προσαρμοσμένων καινοτόμων μεθόδων και τεχνολογιών κατάρτισης, καθώς και την ανάπτυξη και ολοκληρωμένη εφαρμογή πληροφοριακών συστημάτων για την διαχείριση, παρακολούθηση και στήριξη των επιμορφώσεων σε πανελλήνια κλίμακα. Επιπλέον, για μια τέτοια πετυχημένη μετάβαση στη σύγχρονη δασοπονία, είναι απαραίτητο να υπάρχει και διαρκής τεχνική υποστήριξη. Η διεξαγωγή κατάλληλων σεμιναρίων με βασικό στόχο την τόνωση της καινοτομίας και των ψηφιακών δεξιοτήτων μέσω της κατάρτισης, της απόκτησης γνώσεων και της μεταφοράς εμπειριών μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη της δασοπονίας.

Η άμεση χάραξη και υλοποίηση στρατηγικών για την αποδοχή και υιοθέτηση των ευφών εφαρμογών στην δασική πράξη και στην δασική έρευνα είναι πλέον απαραίτητη για την μετάβαση στην σύγχρονη βιώσιμη δασοπονία. Ο υψηλός βαθμός εξοικείωσης και η ολοκληρωμένη ενημέρωση των δασικών υπαλλήλων, η ταχεία υλοποίηση βασικών έργων ψηφιοποίηση των αρμόδιων φορέων για τις μεταξύ τους διαπαφές και το υψηλό επίπεδο ψηφιακών δεξιοτήτων στην ευρύτερη ελληνική δασοπονία θα συμβάλουν στον ψηφιακό μετασχηματισμό των δασικών υπηρεσιών.

Abstract

Digital transformation in forest operations has enabled a different kind of application management at a level of detail that were not possible to be achieved before. In recent years, the use of innovative digital tools has been an important criterion for the adoption of a legislative act regarding the protection of natural environment. This coordination center will have the competence to draw up the policy in the field of ICT, to adapt it when it is necessary, to be the responsible authority for the alignment with the national reform and competitiveness program, to choose the strategic directions in the context of national - regional - European policy fields, to leverage synergies, to set the main priorities and oversee the value of the entire ICT investment portfolio in the country.

Βιβλιογραφία

- Ανδρεοπούλου, Ζ. 2008. Νέες Τεχνολογίες, Περιβαλλοντική Αειφορία και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Κεφάλαιο 15 στο Βιβλίο «Φυσικοί Πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη». Αραμπατζής, Γ. και Πολύζος, Σ.. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη. Σελίδες 385-404.
- Κολιούσκα, Χ. 2017α. Η Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Περιβάλλον και ο Πυλώνας των Νέων Τεχνολογιών. 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης «Πολιτική & Περιβάλλον», Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη. 9-11 Ιουνίου 2017.
- Κολιούσκα, Χ. 2017β. Αξιολόγηση της ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνίας στην περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τομέας Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων. Εργαστήριο Δασικής Πληροφορικής).
- Υπουργείο Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας 2014. Εταιρικό Σύμφωνο για το Πλαίσιο Ανάπτυξης (ΕΣΠΑ) 2014-2020. Γενική Γραμματεία Δημόσιων Επενδύσεων – ΕΣΠΑ.
- Choudhry, H., & O’Kelly, G. 2018. Precision forestry: a revolution in the woods. Basic materials, paper & forest products.
- Hamzah, K. A. 2001. Remote sensing, GIS and GPS as a tool to support precision forestry practices in Malaysia. In Paper presented at the 22nd Asian Conference on Remote Sensing (Vol. 5, p. 9).
- Holmström, J. 2020. Digital Transformation of the Swedish Forestry Value chain: Key Bottlenecks and Pathways Forward. Retrieved from Mistra website.
- Holopainen, M., Vastaranta, M., & Hyyppä, J. 2014. Outlook for the next generation’s precision forestry in Finland. *Forests*, 5(7), 1682-1694.
- Koliousska, C., Andreopoulou, Z., Lefakis, P. & Manos, B. 2017. Using e- indicators for environmental policy in European Union. International UAB – BENA Conference “Environmental Engineering and Sustainable Development”. Alba Iulia, Romania. 25-27 May.

- Koukouvinou, P., Simbi, N., & Holmström, J. 2022. Managing unbounded digital transformation: exploring the role of tensions in a digital transformation initiative in the forestry industry. *Information Technology & People*, (ahead-of-print).
- Kristofersson, A., & Torto, M. 2021. Sowing the Right Seeds & Harvesting Digital Transformation: A case study of drivers and barriers to digital transformation in the forestry industry.

Θεματική Ενότητα: Νέες Τεχνολογίες

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ ΣΤΗ ΛΗΜΝΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Κουράκλη¹, Περιστερά; Χουβαρδάς², Δημήτριος; Ρίζου³, Σ.

¹ Δρ. Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος, Θεσσαλονίκη, pkourakly@gmail.com

²Τμ. Δασολογίας& Φυσ. Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, xoun@for.auth.gr

³Μεταπτυχιακή φοιτήτριαΠΠΒΑ, Τμ. Πολιτικών Μηχ/κών, Θεσσαλονίκη, sorizou@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ενεργειακή Πράσινη Μετάβαση που υλοποιείται στη χώρα μας ικανοποιώντας τις εθνικές και διεθνείς υποχρεώσεις της, οφείλει να ακολουθήσει τους όρους της επιστήμης, ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της βιώσιμης ανάπτυξης σε παγκόσμιο, εθνικό και τοπικό επίπεδο. Ως περιοχή έρευνας Ενεργειακή Πράσινη Μετάβαση και για επιλογή πιθανών θέσεων εγκατάστασης και λειτουργίας ΑΠΕ επιλέχθηκε η Λήμνος. Η Λήμνος είναι ένα Μη Διασυνδεδεμένο Νησί με χαρακτηρισμό Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους που φιλοξενεί 3 περιοχές του προστατευόμενου δικτύου NATURA2000 και ένα Καταφύγιο Άγριας Ζωής. Οι θέσεις χωροθέτησης εντοπίστηκαν μέσα από πολυκριτηριακή ανάλυση μιας σειράς χωρικών κριτηρίων στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Η ανάλυση έδειξε ότι μόλις ένα 4% επί του συνόλου της Λήμνου είναι κατάλληλο προς εγκατάσταση και λειτουργία ΑΠΕ. Οποιοδήποτε άλλο σενάριο επιπρόσθετων θέσεων χωροθέτησης ΑΠΕ πλήττει την τοπική οικονομία, την κοινωνία και το φυσικό περιβάλλον και θα πρέπει να εξεταστεί με ιδιαίτερη προσοχή.

Λέξεις κλειδιά: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Πολυκριτηριακή ανάλυση ΑΠΕ, Λήμνος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ύπαρξη διαθέσιμης ενέργειας προς κατανάλωση, αποτελούσε ανέκαθεν προϋπόθεση για κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, αλλά και για την οικονομική, παραγωγική και τεχνολογική εξέλιξη κάθε χώρας. Επίσης η διαθέσιμη ενέργεια καθορίζει την ποιότητα του βιοτικού της επιπέδου, αλλά και τη δυνατότητα ανάπτυξης μιας κοινωνίας. Λόγω της σταδιακής εξάντλησης των αποθεμάτων συμβατικών μορφών ενέργειας, αλλά και της συμμετοχής τους στην αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που συντελούν στη κλιματική κρίση, το ενδιαφέρον της παγκόσμιας κοινότητας στράφηκε στην εκμετάλλευση ήπιων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών της (Κατσιφαράκης 2022).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έθεσε το στόχο της μείωσης των εκπομπών του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 55% μέχρι το 2030 («Fitfor 55») με τελικό στόχο την κλιματική ουδετερότητα μέχρι το 2050. Επίσης, η ΕΕ υιοθέτησε ως οικονομικό εργαλείο επίτευξης αυτού του στόχου την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, στην οποία οι ΑΠΕ έχουν βαρύνουσα σημασία, παράλληλα με την ανάπτυξη ενός βιώσιμου συστήματος παραγωγής τροφίμων που στηρίζεται και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2020).

Στο πλαίσιο της ενίσχυσης των ΑΠΕ, έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα σχετικά με την καταλληλότητα μιας θέσης για τη χωροθέτηση ΑΠΕ. Τα μοντέλα αυτά στηρίζονται σε πολυκριτηριακές αναλύσεις αποφάσεων έχοντας ως κύριο στόχο τη διαμόρφωση τυποποιημένων και αντικειμενικών διαδικασιών, οι οποίες βοηθούν τους λήπτες αποφάσεων στην επίλυση διαφόρων προβλημάτων με βάση τη βέλτιστη σύνδεση παραγόντων (κριτήρια) που σχετίζονται με το πρόβλημα (Χαλκιάς & Γκούσια 2015). Στις αναλύσεις αυτές δεν μπορεί να υπάρξει μια απόλυτα ικανοποιητική λύση, καθώς καμία από τις εναλλακτικές επιλογές δεν είναι άριστη προς όλα τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη (Αχίλλας και Μπανιάς 2012). Επιπλέον, βασίζονται συχνά σε γεωχωρικά δεδομένα που αναλύονται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Spyridonidou & Vagiona 2020, Λυκογιάννη 2019) μέσα από μια καθορισμένη σειρά σταδίων:

καθορισμός προβλήματος, προσδιορισμός κριτηρίων-περιορισμών-εναλλακτικών επιλογών, αποτίμηση κριτηρίων, επιλογή μεθόδου, καθορισμός συντελεστών βαρύτητας, ανάλυση ασάφειας ευαισθησίας και τελικές προτάσεις (Χαλκιάς και Γκούσια 2015).

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η επιλογή πιθανών θέσεων εγκατάστασης και λειτουργίας ΑΠΕ στη Λήμνο μέσα από μια σειρά κριτηρίων αυστηρά καθορισμένων στο χώρο με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, καθώς και η περαιτέρω αξιολόγηση και προτεραιοποίηση των πιθανών αυτών θέσεων χωροθέτησης.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε η νήσος της Λήμνου, το 8ο μεγαλύτερο νησί της χώρας, το οποίο διοικητικά, ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Λήμνου της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου και έχει πρωτεύουσα τη Μύρινα, που είναι και το κύριο λιμάνι του νησιού.

Η Λήμνος έχει 3 περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο των προστατευόμενων περιοχών NATURA2000 (TKΣGR4110001 και ΖΕΠ GR4110006 και GR4110008), ένα Καταφύγιο Άγριος Ζωής, ενώ έχει χαρακτηριστεί ως Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους/ ΤΙΦΚ (απόφαση Αριθ. Δ.Π.Α./10081/20/10/2000), στην οποία μεταξύ άλλων αναφέρεται «...Στόχος του χαρακτηρισμού είναι η διατήρηση της ισορροπίας του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος που αρμονικά επί αιώνες συνυπάρχει με ιδιαίτερη επιμέλεια». Τα ΤΙΦΚ αναγνωρίστηκαν το 2010 από το Ελληνικό Κοινοβούλιο με την κύρωση της Ευρωπαϊκής Σύμβασης του Τοπίου (Νόμος 3827/2010). Επιπρόσθετα, το "Αρνάκι Λήμνου" με απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στις 3/10/2022 έγινε προϊόν Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2022).

Η Λήμνος είναι ένα μη διασυνδεδεμένο ελληνικό νησί (ΜΔΝ), με ενδεδειγμένο αιολικό και ηλιακό δυναμικό, με παραδοσιακά ανεπτυγμένο πρωτογενή τομέα, αναπτυσσόμενο μεταποιητικό και πολύ περισσότερο τουριστικό. Σύμφωνα με το Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης του ΕΣΜΗΕ Περιόδου 2021-2030 (ΑΔΜΗΕ 2022) περιλαμβάνεται στο έργο της Διασύνδεσης των Νησιών του Βορειοανατολικού Αιγαίου, με εκτιμώμενο έτος ηλεκτρίσης το 2027.

Το ηλεκτρικό σύστημα της Λήμνου τροφοδοτείται σήμερα από τον ΑΣΠ Λήμνου, συνολικής αποδιδόμενης ισχύος θέρους 21,8 MW, Αιολικούς Σταθμούς, συνολικής αποδιδόμενης ισχύος 2,34 MW, 32 Φωτοβολταϊκούς Σταθμούς, συνολικής ισχύος 1,889 MW (Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών 2021). Από το 2010 η εταιρεία «Ρόκας Αιολική Βόρειος Ελλάς II ΑΒΕΕ» έχει λάβει άδεια παραγωγής για το έργο «Αιγαία Ζεύξη» (Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών 2021) στο οποίο προβλέπεται για το νησί της Λήμνου εγκατάσταση 11 Αιολικών Πάρκων (Α/Π) με συνολικά 125 ανεμογεννήτριες, 2MW εκάστη (Αιγαία Ζεύξη 2012).

Προσδιορισμός κριτηρίων, περιορισμών και εναλλακτικών επιλογών

Ακολουθώντας την έρευνα των Spyridonidou και Vagiona (2020) και Λυκογιάννη (2019), επιλέχθηκαν αρχικά 21 κριτήρια, τα οποία καθιστούν μια θέση ακατάλληλη για χωροθέτηση ΑΠΕ. Τα κριτήρια παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω Πίνακα 1. Κατά τη συλλογή των δεδομένων, απορρίφθηκαν τρία κριτήρια. Τα κριτήρια «*Ιερές Μονές*», και «*Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία*» απορρίφθηκαν γιατί δεν υπάρχουν στη Λήμνο. Το κριτήριο «*Κηρυγμένα πολιτιστικά τοπία*» αντικαταστάθηκε με το κριτήριο «*Απολιθωμένα δάση*». Δύο ακόμα κριτήρια από τα 21 που ερευνήθηκαν που απορρίφθηκαν ήταν «*Ενεργά Λατομεία*» και «*Αρχαιολογικοί Χώροι και ιστορικοί τόποι μείζονος σημασίας*», κριτήρια που δεν ήταν δυνατό να έχουν την επιθυμητή ακρίβεια που απαιτούσε η έρευνα. Το κριτήριο «*Ακτές κολύμβησης*» δεν εξετάστηκε γιατί είχε ταύτιση με το κριτήριο «*Ακτογραμμή*» και θα πρόσδιδε πολύ μεγάλη βαρύτητα κατά την αξιολόγηση σε αυτό το χαρακτηριστικό του νησιού.

Πίνακας 1. Πίνακας κριτηρίων ακατάλληλότητας χωροθέτησης μιας θέσης για ΑΠΕ.
Table 1. Table for non-suitability criteria for positioning at a site RES.

A/ A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ	ΖΩΝΗ ΕΠΙΠΡΟΣΗΣ (m)	ΠΗΓΗ
1	Τόποι Κοινοτικής Σημασίας/ Δίκτυο NATURA2000	1000	Γεωχωρική βάση δεδομένων Natura2000/ΥΠΕΝ
2	Ζώνες Ειδικής Προστασίας/ Δίκτυο NATURA2000	1000	Γεωχωρική βάση δεδομένων Natura2000/ΥΠΕΝ
3	Καταφύγια Άγριας Ζωής	1000	Greece open data
4	Σημαντικές Περιοχές για Πουλιά	300	Greece open data
5	Ακτές Κολύμβησης	1500	Απορρίφθηκε
6	Ακτογραμμή	2000	Greece open data
7	Υγρότοποι, Λίμνες, Ποτάμια	400	Greece open data και CORINE2018
8	Αρχαιολογικοί Χώροι και ιστορικοί τόποι μείζονος σημασίας	3000	Απορρίφθηκε
9	Κηρυγμένα Πολιτιστικά Μνημεία	1000	Απορρίφθηκε
10	Απολιθωμένα Δάση	1000	Ψηφιοποίηση χάρτη (Αποκεντρωμένη Διοίκηση Βορείου Αιγαίου 2013)
11	Μονές	500	Απορρίφθηκε
12	Οικισμοί > 2000 κατοίκους	1000	Greece open data και Ψηφιοποίηση από Google Earth
13	Οικισμοί < 2000 κατοίκους	500	Greece open data και Ψηφιοποίηση από Google Earth
14	Παραδοσιακοί Οικισμοί	1500	Greece open data και Ψηφιοποίηση από Google Earth
15	Οδικό Δίκτυο	130	Greece open data
16	Κεραίες Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας	600	Ψηφιοποίηση χάρτη (Αλεξάνδρου 2020)
17	X.Y.T.A		CORINE2018
18	Αεροδρόμιο / Ελικοδρόμιο	2500	Ψηφιοποίηση από Google Earth
19	Λιμάνια	Δεν επιτρέπεται	Ψηφιοποίηση από Google Earth
20	Αγροτική γη	130	CORINE2018
21	Λατομικές και Εξορυκτικές ζώνες	500	Απορρίφθηκε

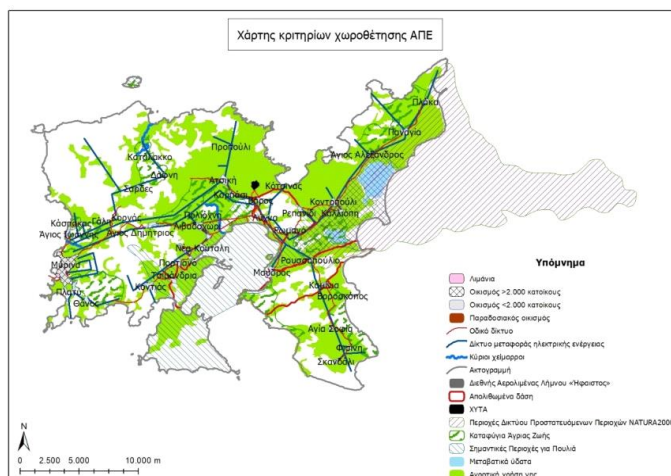
Πολυκριτηριακή ανάλυση στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Όλα τα κριτήρια εισήχθησαν στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ArcGIS)/ Raster Calculator ως αρχεία μορφής διανύσματος (vector). Στη συνέχεια μετατράπηκαν σε αρχεία μορφής κανάβου (raster) μεγέθους 30X30m με ιδιαίτερη προσοχή ώστε κάθε εικονοστοιχείο (pixel) του κάθε αρχείου να έχει επακριβώς επικάλυψη με τα εικονοστοιχεία των άλλων αρχείων (Siobhan & Nimick 2019)

Τέλος, τα αρχεία συνδυάστηκαν μεταξύ τους σε μια πολυμεταβλητή ανάλυση (χαρτογραφική υπέρθεση) χωρίς να επιδοθεί επιπλέον βαρύτητα σε κάποιο από τα κριτήρια. Το νέο αρχείο μορφής κανάβου που προέκυψε ήταν το αρχείο πιθανών θέσεων χωροθέτησης ΑΠΕ. Επιπλέον, κάθε εικονοστοιχείο του αρχείου αυτής της πολυμεταβλητής ανάλυσης έλαβε μια νέα τιμή που αντιστοιχούσε στην προτεραιοποίηση των θέσεων. Όσο πιο υψηλή η τιμή του εικονοστοιχείου, τόσο περισσότερη ακατάλληλη ήταν η θέση για την εγκατάσταση και λειτουργία ΑΠΕ.

Για να είναι πιο εύκολη η εξαγωγή συμπερασμάτων προς διαμόρφωση των τελικών προτάσεων, οι τελικές τιμές των εικονοστοιχείων ταξινομήθηκαν αρχικά σε δυο ομάδες (κατάλληλο προς χωροθέτηση και ακατάλληλο προς χωροθέτηση). Στη συνέχεια, οι τιμές των εικονοστοιχείων ταξινομήθηκαν σε τέσσερις ομάδες (μία ομάδα τιμών ήταν κατάλληλο, δυο ομάδες ως μερικώς κατάλληλο και μία ομάδα τιμών ως ακατάλληλο προς χωροθέτηση ΑΠΕ). Η δεύτερη διαδικασία έγινε προκειμένου να διαπιστωθεί η ευαισθησία του νησιού σε εγκατάσταση και χωροθέτηση ΑΠΕ. Σε αυτό το στάδιο αποτυπώθηκαν οι ευαισθησίες της ανάλυσης και αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα, πριν τη διαμόρφωση τελικών προτάσεων.

Αποτελέσματα-Συζήτηση



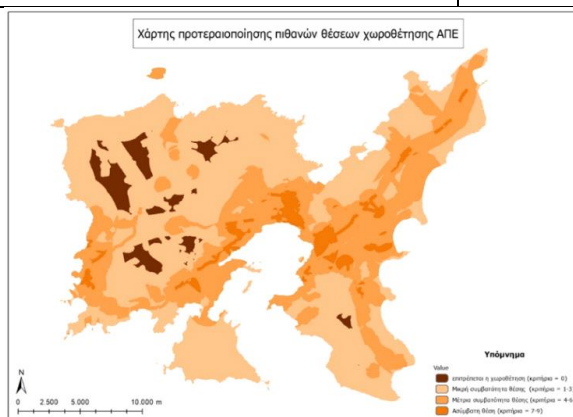
Εικόνα 1. Εικόνα κριτηρίων ακαταλληλότητας χωροθέτησης μιας θέσης για ΑΠΕ.
Picture 1. Non-suitability criteria for positioning at a site RES.

Κατά την πορεία της συλλογής γεωχωρικών δεδομένων, συλλέχθηκαν πληροφορίες από 17 επίπεδα πληροφοριών (ΤΚΣ και ΖΕΠ του Δικτύου Προστατευόμενων Περιοχών NATURA2000, Καταφύγια Άγιας Ζωής, Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά, Ακτογραμμή, Υγρότοποι, Απολιθωμένα Δάση, μεγαλύτεροι και μικρότεροι οικισμοί, Παραδοσιακοί Οικισμοί, Οδικό Δίκτυο, Κεραίες Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας, Χ.Υ.Τ.Α., Αεροδρόμιο, Λιμάνια, Αγροτική Γη), οπότε και προέκυψαν 17 κριτήρια με τα αντίστοιχα αρχεία τους. Τα κριτήρια παρουσιάζονται στο Σχήμα 1 που ακολουθεί.

Στο σύνολο της Λήμνου που ισούται με 47.857,59Ha, προέκυψαν 3 ευρύτερες πιθανές περιοχές χωροθέτησης συνολικού εμβαδού 2135,7 Ha (4%) στα ανατολικά του νησιού, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2 και στο Χάρτη 2 που ακολουθούν.

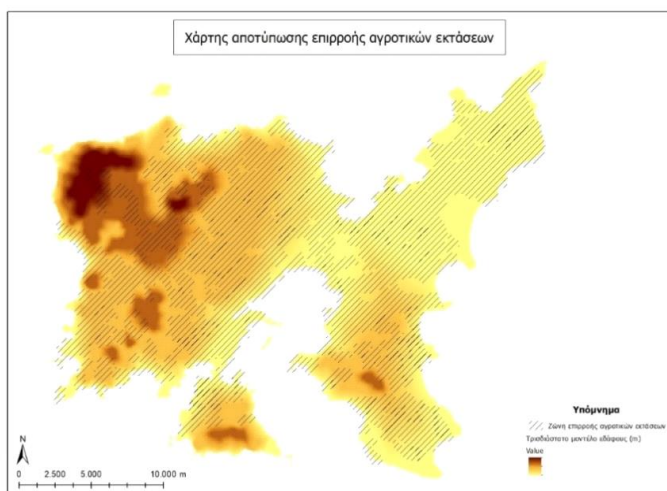
Πίνακας 2. Καταλληλότητα ανά θέση προς χωροθέτηση ΑΠΕ.
Table 2. Suitability per site for positioning RES.

Τιμή εικοστουχείου	Έκταση (ha)	Έκταση (%)
Επιτρέπεται η χωροθέτηση (κριτήρια = 0)	2.136	4%
Μικρή συμβατότητα θέσης (κριτήρια = 1-3)	27.792	58%
Μέτρια συμβατότητα θέσης (κριτήρια = 4-6)	15.813	33%
Ασύμβατη θέση (κριτήρια = 7-9)	2.118	4%



Εικόνα 2. Εικόνα προτεραιοποίησης πιθανών θέσεων χωροθέτησης ΑΠΕ.
Picture 2. Prioritization sites for potential positioning RES.

Η πολυκριτηριακή ανάλυση με την αρχική ταξινόμηση σε δυο ομάδες τιμών των εικονοστοιχείων της έδειξε ότι μια πολύ μικρή περιοχή του νησιού θα μπορούσε να ήταν διαθέσιμη προς εγκατάσταση και λειτουργία ΑΠΕ (4% επί του συνόλου). Η δεύτερη ταξινόμηση σε 4 ομάδες, έδειξε ότι θα μπορούσαν να εντοπιστούν και άλλες θέσεις προς χωροθέτηση ΑΠΕ (62% επί του συνόλου). Εξετάζοντας όμως το Σχήμα 1, είναι ξεκάθαρο ότι οι εκτάσεις αυτές είναι στη μεγάλη πλειοψηφία τους αγροτική γη (κριτήριο Νο20, Πίνακας 1), οι οποίες είναι ενεργές αγροτικές καλλιέργειες σχεδόν στο σύνολο τους μέχρι και σήμερα. Αρκετές μάλιστα ανήκουν και στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000. Αυτές οι θέσεις (αγροτικές γαίες και ζώνη επιρροής αυτών) παρουσιάζονται στο Χάρτη 3 που ακολουθεί, όπου με πιο σκούρο χρώμα παρουσιάζονται και οι πιο υψηλού υψομέτρου περιοχές του νησιού. Από το Σχήμα 3 είναι φανερό και αναμενόμενο ότι οι εκτάσεις αυτές βρίσκονται στις πεδινές περιοχές του νησιού, μικρότερου υψομέτρου (άρα και χαμηλότερου αεροδυναμικού).



Εικόνα 3. Εικόνα αποτύπωσης επιρροής αγροτικών εκτάσεων.
Picture 3. Agricultural land impact Picture.

Επομένως οι μερικώς κατάλληλες θέσεις (όπου 0-3 κριτήρια είναι παρόντα), είναι θέσεις που από τη μία είναι σημαντικές για την τοπική οικονομία και κοινωνία και από την άλλη έχουν μικρότερη εν δυνάμει δυνατότητα ηλεκτροπαραγωγής (λόγω του χαμηλού αεροδυναμικού).

Συμπεράσματα

Η πολυκριτηριακή ανάλυση στη νήσο της Λήμνου, με τη σύνθεση 17 κριτηρίων, εντόπισε τις θέσεις που είναι επιτρεπτή, μερικώς επιτρεπτή ή καθόλου επιτρεπτή η εγκατάσταση και η λειτουργία ΑΠΕ. Η ανάλυση δεν έδωσε επιπλέον βαρύτητα σε κάποιο κριτήριο και μεταχειρίστηκε όλους τους παράγοντες με την ίδια αξία. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να εντοπιστεί ένα 4% του νησιού κατάλληλο για χωροθέτηση ΑΠΕ και ένα 58% μερικώς κατάλληλο. Στο δεύτερο σενάριο, όπου μαζί με το 4% συμπεριλαμβάνεται και το 58% στην επιλογή των πιθανών θέσεων χωροθέτησης ΑΠΕ, η Λήμνος χάνει πολύτιμη αγροτική γη, στερείται πόρων από την αγροτική οικονομία και έχει σοβαρές κοινωνικές επιπτώσεις στην τοπική απασχόληση, στις τουριστικές δραστηριότητες και στην αυτάρκεια του νησιού, γεγονός που αντίκειται και στο Περιφερειακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΠΠΑ) της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου προγραμματικής περιόδου 2021 – 2025 (ΦΕΚ 6445/31.12.2021, Τεύχος Β').

Θα ήταν χρήσιμο να επαναληφθεί η πολυκριτηριακή ανάλυση στη Λήμνο, όπου η τοπική κοινωνία θα έχει λόγο και θα αξιολογήσει περαιτέρω τη σπουδαιότητα του κάθε κριτηρίου και να συνεκτιμηθεί η αποτίμηση μεγάλων επενδύσεων στο τοπίο (Παυλής, 2012). Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να αποδοθεί και στον παραγωγικό χαρακτήρα του νησιού, μια που, όπως όπως αναφέρεται στη «Στρατηγική Αξιολόγηση Ανάπτυξης Α/Π στη Λήμνο» του Πανεπιστημίου Αιγαίου (Παυλής 2015), «...το ζήτημα της ανάπτυξης α/π στη Λήμνο δεν είναι πρόβλημα επιπτώσεων, αλλά πρόβλημα δραστικής μετακίνησης του νησιού από το σημερινό παραγωγικό χαρακτήρα του σε ενεργειακό πόλο, βιομηχανικής κλίμακας». Με αυτό τον τρόπο, και σε συνδυασμό με τις εθνικές και διεθνείς υποχρεώσεις της χώρας, θα προκύψει νέα βαρύτητα σε κάθε κριτήριο της, οπότε το αποτέλεσμα

της ανάλυσης θα είναι ακόμη πιο αντικειμενικό. Σε κάθε περίπτωση, η διαβούλευση και η γνωμοδότησή της τοπικής κοινωνίας και των επιστημονικών φορέων οφείλει να είναι το πρόκριμα για τη λήψη κάθε Κεντρικής απόφασης.

Abstract

The Greek Energy Green Transition follows national and international obligations. It must also be science-based in order to be sustainable at all levels (international, national and local). Lemnos, a Non-Interconnected Island, an Area of Outstanding Natural Beauty hosting three NATURA2000 sites and one Wildlife Refuge, was chosen as a research area for the selection of possible RES installation and operation sites. The positioning sites were identified through multi-criteria analysis in the Geo Figureical Information Systems. The analysis resulted that only 4% of Lemnos is suitable for RES installation and operation. Any other scenario of additional sites affects the local economy, society and natural environment and should be very carefully examined.

Βιβλιογραφία

- Spyridonidou, S. and D. Vagiona 2020. Systematic Review of Site-Selection Processes in Onshore and Offshore Wind Energy Research. *Energies* 13, 5906. doi:10.3390/en13225906.
- Siobhan, R. and E. Nimick 2019. Multi-Criteria Decision Analysis and GIS. Διαθέσιμο στο: <https://storyPictures.arcgis.com/stories/b60b7399f6944bca86d1be6616c178cf>.
- ΑΔΜΗΕ 2022. Δεκαετής Πρόγραμμα Ανάπτυξης Συστήματος Μεταφοράς 2021 - 2030. Διαθέσιμο στο: <https://www.admie.gr/systima/anartyxi/dekaetes-programma-anartyxis>.
- Αιγαία Ζεύξη 2012. Παρουσίαση Έργου σε εκδήλωση της Περιφέρειας Β. Αιγαίου 2012. Διαθέσιμο στο: http://www.limnos.gov.gr/files/007/Anakoinwseis/aigaia_zeuksh.pdf
- Αλεξάνδρου, Π. 2020. Διπλωματική εργασία "Μελέτη εγκατάστασης και λειτουργίας υβριδικού συστήματος παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας σε μη διασυνδεδεμένο νησί", Τμ. Ηλεκτρολόγων Μηχ/κών&Μηχ/κών Υπολογιστών Τομέας Ηλεκτρικής Ενέργειας Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Αποκεντρωμένη Διοίκηση Βορείου Αιγαίου 2013. Κήρυξη του Απολιθωμένου Δάσους Λήμνου ως «Διατηρητέου Μνημείου της Φύσης». Απόφαση 75247/4865 (ΦΕΚ 473/ΑΑΠ/2013).
- Αχίλλας, Χ., Μπανιάς, Γ. 2012. Επισκόπηση Χρήσης Μεθόδων Πολυκριτηριακής Ανάλυσης ως εργαλείο υποβοήθησης του λήπτη απόφασης. [online], διαθέσιμο στην: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/METRHSH_APODOSHS/analysis_c.pdf.
- Διεύθυνση Διαχείρισης Νησιών 2021. Πρόγραμμα Ανάπτυξης Παραγωγής ΜΑΝ Περιόδου 2021–2027. Διαθέσιμο στο: <https://tinyurl.com/2na8m3zh>.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2020. Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών: Ενίσχυση προς κλιματικής φιλοδοξίας προς Ευρώπης για το 2030. Επενδύουμε σε ένα κλιματικά ουδέτερο μέλλον προς όφελος των πολιτών μας.COM/2020/562 final. Διαθέσιμο στο <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=el>.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2022. Απόφαση προϊόντος Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ) "Αρνάκι Λήμνου" Αριθ. ΕΕ: PGI-GR-02791 – 27.7.2021 Διαθέσιμο στο [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0614\(05\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0614(05))
- Κατσιφάρικης, Κ. 2022. Σημειώσεις του Καθηγητή για το μεταπτυχιακό πρόγραμμα εξειδίκευσης Προστασία του Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη (ΠΠΒΑ) Τμ. Πολιτικών Μηχ/κών Τομέας Υδραυλικής και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος.
- Λυκογιάννη, Μ. 2019. Χωροθέτηση χερσαίων αιολικών εγκαταστάσεων και διερεύνηση της ενεργειακής φέρουσας ικανότητας: η περίπτωση της Νάξου, Ελλάδα. Διπλωματική εργασία του Τμ. Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Πανεπιστήμιο Αιγαίου 2012. «Στρατηγική Αξιολόγηση Ανάπτυξης Α/Π στη Λήμνο» (Καθηγητής Τρούμπης Α., Καθηγητής Χαραλαμπίδης Δ., Επικουρ. Καθηγητής Γαγάνης Π., Λέκτορας Βάσιος Γ., Λέκτορας Κοντός Θ., Δρ. Οικονόμου Β. 2012)
- Παυλής, Ε. 2012. Μαζική εγκατάσταση αιολικών πάρκων και αρνητικές επιπτώσεις στο τοπίο. Η περίπτωση της επένδυσης «Αιγαία ζεύξη» στο Βόρειο Αιγαίο. Διαθέσιμο στη <https://www.academia.edu/33839219>.

Παυλής, Ε. 2015. Περιγραφή της εξέλιξης της επένδυσης «Αιγαία Ζεύξη» και αξιολόγησή της βάσει των κατατιθέμενων στοιχείων, με γνώμονα μια ορθότερη διαχείριση του νησιωτικού τοπίου. doi:10.13140/RG.2.2.23516.72325. Διαθέσιμο στο: <https://www.researchgate.net/publication/282664915>

Χαλκιάς, Χ. και Μ. Γκούσια 2015. Γεωγραφική ανάλυση με την αξιοποίηση της γεωπληροφορικής. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/4546>.

Θεματική Ενότητα: Νέες Τεχνολογίες

ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ GOOGLE EARTH ENGINE ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΕ ΔΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Καταγής, Θωμάς¹

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα, 68200, tkatagis@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Οι τεχνολογίες τηλεπισκόπησης σε συνδυασμό με τα ελεύθερα διαθέσιμα δορυφορικά δεδομένα και τις ταχέως αναπτυσσόμενες υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους ευνοούν την ανάπτυξη και εφαρμογή προηγμένων αλγόριθμων για την παρακολούθηση των δασικών οικοσυστημάτων. Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε την εφαρμογή ενός από τους πιο διαδεδομένους αλγόριθμους ανάλυσης χρονοσειρών δορυφορικών δεδομένων για την ανίχνευση και χαρτογράφηση διαταραχών σε Μεσογειακό οικοσύστημα. Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε στη διαδικτυακή πλατφόρμα Google Earth Engine. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για ένα ευρύ κοινό χρηστών καθώς προβάλλουν τις απεριόριστες δυνατότητες των σύγχρονων τεχνολογιών στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος σε εθνικό επίπεδο.

Λέξεις κλειδιά: δασικά οικοσυστήματα, ανίχνευση αλλαγών, δορυφορική τηλεπισκόπηση, Google Earth Engine

Εισαγωγή

Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις αποτελούν το βασικό πυρήνα των χερσαίων φυσικών οικοσυστημάτων καθώς παρέχουν μία πληθώρα εξαιρετικά σημαντικών λειτουργιών που σχετίζονται με τη ρύθμιση των διεργασιών του κλίματος, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την ανθρώπινη υγεία, την προστασία των εδαφών, την παροχή γλυκού νερού, τη δέσμευση του CO₂ και την παραγωγή βιομάζας, ανάμεσα σε άλλα (Hassan και Scholes 2005, Ραδόγλου και Κορακάκη 2012). Στην Ευρώπη τα δάση καλύπτουν έκταση ίση με το 35% περίπου της χερσαίας επιφάνειάς της, παρουσιάζοντας μάλιστα επέκταση κατά 9% από το 1990 και έπειτα (FOREST EUROPE 2020). Την ίδια στιγμή, τα ευρωπαϊκά δασικά οικοσυστήματα αντιμετωπίζουν πολλαπλές απειλές και προκλήσεις που οφείλονται είτε σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (ραγδαίες αλλαγές χρήσεων γης, αποψιλώσεις, κλπ.) είτε σε διαταραχές λόγω κλιματικών μεταβολών (Füssel 2016). Για παράδειγμα, η λεκάνη της Μεσογείου συγκαταλέγεται στις πλέον ευάλωτες περιοχές εξαιτίας των παρατεταμένων περιόδων ξηρασίας και υψηλών θερμοκρασιών σε συνδυασμό με την εμφάνιση ολοένα και συχνότερα δασικών διαταραχών, όπως οι πυρκαγιές ή οι προσβολές από βιοτικούς παράγοντες (Turco κ.α. 2017). Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι απώλειες δασών και δασικών εκτάσεων παρουσιάζουν αυξητική τάση, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες εξαιτίας των εκτεταμένων εκχερσώσεων, ενώ οι απρόβλεπτες κλιματικές συνθήκες εντείνουν σε πολλές περιπτώσεις τη σφοδρότητα, την ένταση και το μέγεθος των διαταραχών (Seidl κ.α. 2017).

Στο πλαίσιο της αντιμετώπισης των νέων προκλήσεων και απειλών για τα δασικά οικοσυστήματα ήδη διαμορφώνονται σε εθνικό και διεθνές επίπεδο νέες στρατηγικές και πρωτοβουλίες προστασίας και προσαρμογής αυτών. Η επιτυχής εφαρμογή των υπό διαμόρφωση στρατηγικών προϋποθέτει όμως την ύπαρξη ακριβούς και έγκαιρης πληροφορίας αναφορικά με την έκταση και την κατάσταση των δασών, αλλά και για τις διαχρονικές αλλαγές που συντελούνται σε αυτά. Η τηλεπισκόπηση αποτελεί ένα ευρέως αποδεκτό και ισχυρό εργαλείο για τη συστηματική χαρτογράφηση και παρακολούθηση των δασικών οικοσυστημάτων σε διαφορετικές χωρικές και χρονικές κλίμακες (Kennedy κ.α. 2010, Zhu 2017). Κύρια πλεονεκτήματα της δορυφορικής τηλεπισκόπησης αποτελούν η ελεύθερη, χωρίς κόστος, πρόσβαση σε χρονοσειρές δεδομένων Παρατήρησης Γης και η συνοπτική χωρική κάλυψη που παρέχουν. Δεδομένα όπως αυτά των

αποστολών Landsat αποτελούν βασική πηγή πληροφορίας των διαδικασιών και αλλαγών που συμβαίνουν στα γήινα οικοσυστήματα τα τελευταία 40 χρόνια τουλάχιστον (Καταγής 2017).

Η ελεύθερη πρόσβαση στο ιστορικό αρχείο εικόνων Landsat από το 2008 και έπειτα συνέβαλε τα μέγιστα στην ανάπτυξη προηγμένων μεθόδων ανίχνευσης και χαρτογράφησης διαταραχών σε δασικά οικοσυστήματα, οι οποίες βασίζονται στην ανάλυση μεγάλου αριθμού διαχρονικών εικόνων μέσης-υψηλής ευκρίνειας (Wulder κ.α. 2012, Zhu 2017). Σε αυτό συνέβαλε και η εξέλιξη της τεχνολογίας στους τομείς των ηλεκτρονικών υπολογιστών, του διαδικτύου και των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους, η οποία έκανε δυνατή την αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων από περισσότερους χρήστες. Η επεξεργασία και ανάλυση πυκνών χρονοσειρών παρατηρήσεων προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας βασικής πληροφορίας για τα καθεστώτα και τις τάσεις των διαταραχών ιστορικά, ακόμα και για περιοχές όπου οι πληροφορίες είναι ελλιπείς. Ταυτόχρονα, καθίσταται δυνατή η διάκριση μεταξύ των εποχικών διακυμάνσεων και άλλων μεταβολών και ο εντοπισμός τόσο των ραγδαίων όσο και των σταδιακών ή ηπιότερων μεταβολών.

Οι σύγχρονες τεχνικές ανάλυσης χρονοσειρών δορυφορικών εικόνων για την ανίχνευση αλλαγών βασίζονται σε μαθηματικές και στατιστικές προσεγγίσεις, οι οποίες υλοποιούνται μέσω αυτοματοποιημένων και σύνθετων αλγορίθμων. Επιχειρώντας μία αρκετά γενική κατηγοριοποίηση, οι τεχνικές διακρίνονται σε αυτές που στηρίζονται στην εύρεση αποκλίσεων από μία σταθερή κατάσταση και σε αυτές που βασίζονται στην ανάλυση ολόκληρης της χρονοσειράς μέσω της κατάτμησής της σε στατιστικά σημαντικά χρονικά τμήματα (temporal segments) (Kennedy κ.α. 2010). Ενδεικτικοί αλγόριθμοι χρονικής κατάτμησης, οι οποίοι ενσωματώνουν κυρίως Landsat εικόνες, είναι οι LandTrendr (Kennedy κ.α. 2010, 2018), Continuous Change Detection and Classification (CCDC) (Pasquarella κ.α. 2022, Zhu και Woodcock 2014), Vegetation Change Tracker (VCT) (Huang κ.α. 2010) και Vegetation Regeneration and Disturbance Estimates through Time (VeRDET) (Hughes κ.α. 2017). Οι παραπάνω αλγόριθμοι υλοποιούνται και μέσω της cloud διαδικτυακής πλατφόρμας Google Earth Engine (GEE), η οποία συνδυάζει ένα τεράστιο κατάλογο γεωχωρικών δεδομένων με προγραμματιστικά εργαλεία ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων (Gorelick κ.α. 2017).

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η περίπτωση εφαρμογής του αλγόριθμου LandTrendr μέσω της πλατφόρμας GEE, για την ανίχνευση διαταραχών στο νησί της Θάσου για μία περίοδο είκοσι δύο ετών, από το 2001 και έπειτα. Η Θάσος έχει υποστεί διαχρονικά μεγάλης έκτασης καταστροφές, κυρίως από δασικές πυρκαγιές, πριν και μετά το 2000. Πιο συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η δυνατότητα του αλγόριθμου στον εντοπισμό και την αποτύπωση μεγάλης αλλά και μικρότερης έκτασης διαταραχών (απώλεια βλάστησης) σε τοπική κλίμακα. Πραγματοποιήθηκε ποσοτική αξιολόγηση της χωρικής ακρίβειας των παραγόμενων χαρτών αλλαγών, ενώ εκτιμήθηκαν και κριτήρια όπως η ευκολία χρήσης του αλγόριθμου και ο χρόνος εκτέλεσης των εργασιών.

Υλικά και Μέθοδοι

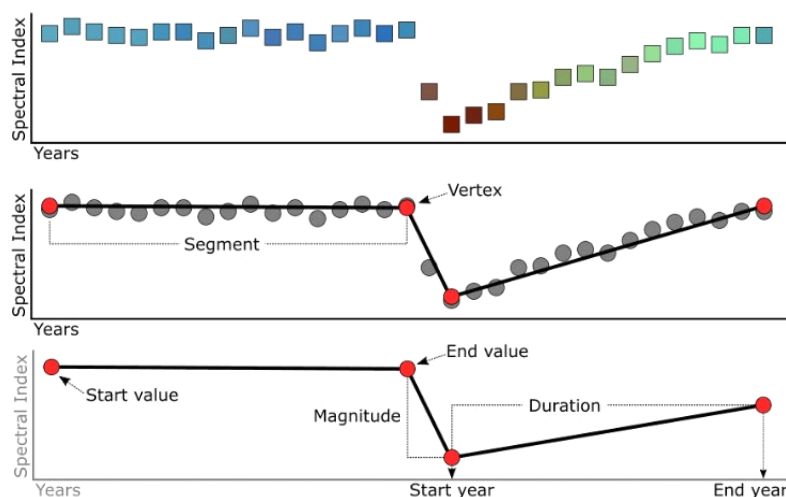
Περιοχή μελέτης

Το νησί της Θάσου αποτελεί το βορειότερο νησί στην Ελλάδα και εκτείνεται από 24°30' ως 24°48' ανατολικά, και από 40°33' ως 40°49' βόρεια. Η έκτασή του είναι ίση περίπου με 400 τ.χμ., ενώ το υψόμετρο κυμαίνεται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι 1217 μ. Η *Pinus brutia* είναι το κυρίαρχο είδος δέντρων σε χαμηλότερα υψόμετρα (0 έως 800 μ.), ενώ η *Pinus nigra* φύεται σε υψηλότερα υψόμετρα. Άλλα είδη της μεσογειακής βλάστησης είναι η μακκία και τα φρύγανα. Το κλίμα της Θάσου θεωρείται ήπιο με δροσερά καλοκαίρια και μέτριους χειμώνες. Η ξηροθερμική περίοδος αρχίζει το Μάιο και διαρκεί τέσσερις με πέντε μήνες, μέχρι μέσα Σεπτεμβρίου, με τον Αύγουστο και Ιούλιο να είναι οι ξηρότεροι και θερμότεροι μήνες, αντίστοιχα. Το νησί της Θάσου έχει υποστεί μεγάλες καταστροφές από δασικές πυρκαγιές στο μεγαλύτερο τμήμα του τα τελευταία τριάντα πέντε χρόνια. Από το 1984 έως το 2000, σχεδόν το 70% της συνολικής έκτασης του νησιού επηρεάστηκε από έξι διαφορετικές πυρκαγιές. Πριν τη μεγάλη δασική πυρκαγιά του 1984, τα δάση και οι δασικές εκτάσεις κάλυπταν το 47,5% του νησιού, καθιστώντας αυτές ως την κύριο τύπο κάλυψης γης. Μετά τις πυρκαγιές των ετών 1984 και 1985 τα δάση και οι δασικές εκτάσεις μειώθηκαν στο 38%.

Ο αλγόριθμος Land Trendr

Ο αλγόριθμος ανίχνευσης διαταραχών και ανάκαμψης δασών Land Trendr αναπτύχθηκε από τους Kennedy κ.α. (2010) και ανήκει στην κατηγορία των τεχνικών χρονικής κατάτμησης χρονοσειρών. Βασίζεται στην ανάλυση μεγάλων χρονοσειρών εικόνων Landsat και παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας ενός διαχρονικού-φασματικού προφίλ (trajectory) σε επίπεδο εικονοστοιχείου. Η γενική προσέγγιση που ακολουθείται από τον αλγόριθμο είναι η «μετάφραση» ενός διαχρονικού πολυετούς φασματικού trajectory σε διαδοχικά ευθύγραμμα τμήματα (segments), τα οποία ενώνονται μέσω διαδοχικών κορυφών (παρατηρήσεων), ώστε να χαρακτηρίζουν επαρκώς τις πιθανές αλλαγές, σταδιακές ή απότομες (Σχήμα 1). Αυτό επιτυγχάνεται σε δύο βασικά στάδια, το στάδιο εύρεσης πιθανών σημείων διάσπασης (breakpoints) μεταξύ των τμημάτων και το στάδιο της προσαρμογής μοντέλων παλινδρόμησης για την εξομάλυνση των φασματικών τιμών (παρατηρήσεων) της χρονοσειράς. Με αυτό τον τρόπο, διακρίνονται σταθερές περιόδους μη αλλαγών από στατιστικά σημαντικές αλλαγές, ενώ καταγράφονται ο χρόνος εντοπισμού αλλαγής, το μέγεθος (magnitude) και η διάρκεια (duration) αυτής.

Ως δεδομένα εισόδου χρησιμοποιούνται οι φασματικές τιμές ανάκλασης επιφανείας, όπως καταγράφονται στα διάφορα μήκη κύματος από τους Landsat αισθητήρες, ή φασματικοί δείκτες βλάστησης και άλλοι μετασχηματισμοί των αρχικών τιμών. Από το σύνολο των παρατηρήσεων μέσα στο έτος επιλέγεται μία τιμή μόνο για κάθε εικονοστοιχείο, συνεπώς το χρονικό βήμα εντοπισμού αλλαγών είναι ετήσιο και όχι συγκεκριμένη ημερομηνία εντός του έτους (Pasquarella κ.α. 2022). Η διαδικασία εύρεσης της «καλύτερης» παρατήρησης προκύπτει κατόπιν υπολογισμού της διαμέσου του συνόλου των τιμών, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται ο «θόρυβος» στη χρονοσειρά.



Σχήμα 1. Κατάτμηση χρονοσειράς φασματικών τιμών ενός εικονοστοιχείου από τον LandTrendR. (Πηγή: <https://emapr.github.io/LT-GEE/introduction.html>)

Figure 1. Pixel time-series segmentation by LandTrendr algorithm. (Source: <https://emapr.github.io/LT-GEE/introduction.html>)

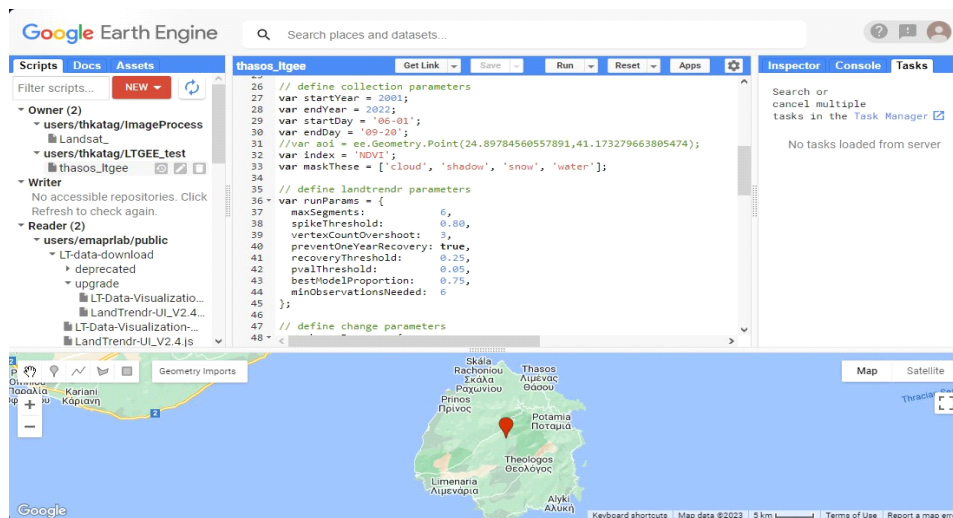
Εφαρμογή στην πλατφόρμα Google Earth Engine

Ο αρχικός κώδικας του αλγόριθμου υλοποιημένος στη γλώσσα IDL έχει προσαρμοστεί και υλοποιείται πλέον στην πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους GEE (Kennedy κ.α. 2018). Η Earth Engine παρέχει στους χρήστες ελεύθερη πρόσβαση σε τεράστιο όγκο τηλεπισκοπικών δεδομένων, όπως Landsat, Sentinel, MODIS, κ.α. ενώ η υπολογιστική της υποδομή ελαχιστοποιεί τον χρόνο ανάλυσης και επεξεργασίας, σε σύγκριση με την επεξεργασία σε προσωπικούς υπολογιστές. Η Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών (API, Application Programming Interface) της GEE υποστηρίζει τις γλώσσες JavaScript και Python και μέσω αυτής οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε πληθώρα αλγορίθμων (Gorelick κ.α. 2017).

Ο LandTrendr αξιοποιεί εικόνες επιφανειακής ανάκλασης από τις δορυφορικές αποστολές Landsat 5, 7 και 8, οι οποίες έχουν προηγουμένως υποστεί τις αναγκαίες διορθώσεις (ραδιομετρικές, αφαίρεση νεφών) και διαδικασίες ομογενοποίησης. Μέσω της αντίστοιχης διεπαφής και του code editor στην GEE ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει την περιοχή και χρονική περίοδο

έρευνας, το χρονικό εύρος παρατηρήσεων εντός του έτους για τον υπολογισμό της βέλτιστης τιμής κάθε pixel, την εξαρτημένη μεταβλητή (φασματικοί δείκτες), το είδος της διαταραχής (απώλεια ή επανεμφάνιση βλάστησης) καθώς και μία σειρά από παραμέτρους που αναφέρονται στον τρόπο κατάτμησης της χρονοσειράς (Σχήμα 2). Για τη Θάσο επιλέχθηκαν χρονική περίοδος έρευνας 2001-2022, ετήσιες παρατηρήσεις από 1η Ιουνίου έως 20 Σεπτεμβρίου, ενώ διερευνήθηκε η εφαρμογή 4 διαφορετικών δεικτών:

- Normalized Difference Vegetation Index, NDVI: $(\text{NIR}-\text{Red})/(\text{NIR}+\text{Red})$ (Tucker 1979),
- Normalized Burn Ratio, NBR: $(\text{NIR}-\text{SWIR2})/(\text{NIR}+\text{SWIR2})$ (Key και Benson 2006),
- Συνιστώσα υγρασίας TCW του μετασχηματισμού Tasseled Cap (Crist και Kauth 1986),
- Ο δίαυλος B7 (SWIR2).



Σχήμα 2. Η Διεπαφή API του LandTrendr στην Google Earth Engine
 (https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/emaprlab/public)
 Figure 2. LandTrendr API in Google Earth Engine
 (https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/emaprlab/public)

Από τις παραμέτρους κατάτμησης και προσαρμογής των χρονοσειρών αναφέρουμε ως πιο σημαντικές:

- τον μέγιστο αριθμό segments (max Segments: 6),
- το βαθμό εξομάλυνσης της χρονοσειράς (spike Threshold: 0.80). Χαμηλότερες τιμές επιδρούν σε μεγαλύτερο βαθμό, τιμή ίση με 1 σημαίνει μη εξομάλυνση,
- την τιμή p-value Threshold (0.05) των μοντέλων προσαρμογής. Αν το μοντέλο υπερβαίνει το όριο σημαντικότητας τότε απορρίπτεται.
- Prevent One Year Recovery: αληθές. Απορρίπτει segments τα οποία παρουσιάζουν ανάκαμψη μέσα σε ένα χρόνο, καθώς θεωρούνται ως εσφαλμένες αλλαγές.

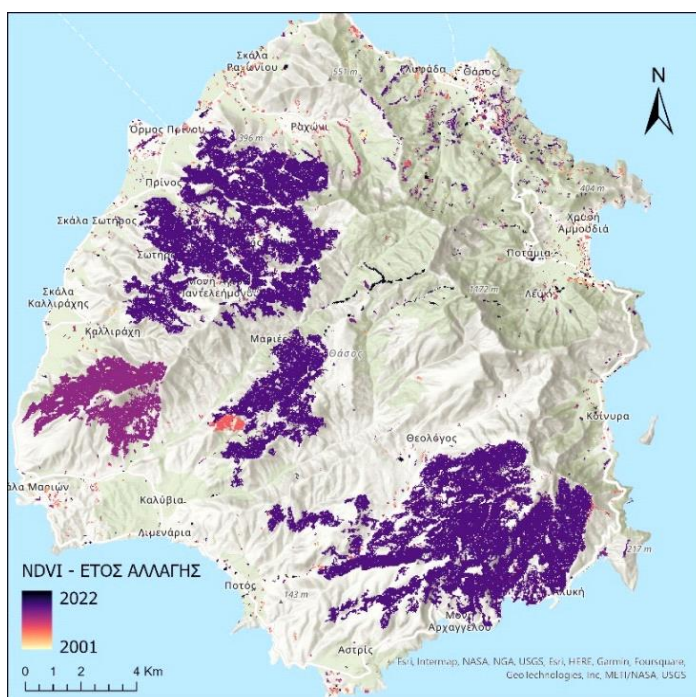
Επιπλέον επιλογές που παρέχονται στο χρήστη είναι να επιλέξει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της πιθανής αλλαγής, όπως τη μεγαλύτερη ή τη μικρότερη, την πιο πρόσφατη ή την πιο σταδιακή. Στην περίπτωση της Θάσου επιλέχθηκε να εντοπιστούν οι μεγαλύτερες σε μέγεθος αλλαγές κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας. Ως μέγεθος (magnitude) θεωρείται η ποσοτική διαφορά των τιμών του δείκτη πριν και μετά τη διαταραχή. Επίσης, εφαρμόστηκαν πρόσθετα φίλτρα που αναφέρονται στο ελάχιστο όριο μεγέθους αλλαγών (magnitude threshold) για κάθε μεταβλητή κάτω από το οποίο δε θεωρείται αλλαγή, καθώς και στη διάρκεια των αλλαγών (duration) ώστε να μην υπερβαίνει τα 3 έτη.

Αποτελέσματα

Ο αλγόριθμος εφαρμόστηκε ξεχωριστά για κάθε μεταβλητή που επιλέχθηκε με σκοπό τον εντοπισμό πιθανών απωλειών βλάστησης και τα αποτελέσματα εξάχθηκαν τοπικά ως εικόνες raster μορφής GeoTiff. Μέσω του Editor ο χρήστης δύναται να ορίσει τις παραμέτρους εξαγωγής του

τελικού χάρτη, π.χ. ονομασία, προβολικό σύστημα, ή διαστάσεις της χαρτογραφημένης περιοχής σε km. Η κάθε εικόνα περιλαμβάνει διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας για κάθε pixel: το έτος της αλλαγής *year* το μέγεθος *mag*, τη διάρκεια *dur*, την τιμή της παρατήρησης πριν την αλλαγή *preval*, και το ρυθμό αλλαγής *rate*. Ο χάρτης αλλαγών για ολόκληρη την περιοχή μελέτης όπως προέκυψε από την εφαρμογή του LandTrendr με μεταβλητή το δείκτη NDVI απεικονίζεται στο Σχήμα 3. Οι μεγάλες πυρκαγιές του 2016 αποτυπώνονται ευκρινώς, όπως και η πυρκαγιά του 2013 στην περιοχή Καλλιράχη στο ΝΔ τμήμα του νησιού και μία μικρότερη πυρκαγιά το 2008 στην περιοχή Μαριές.

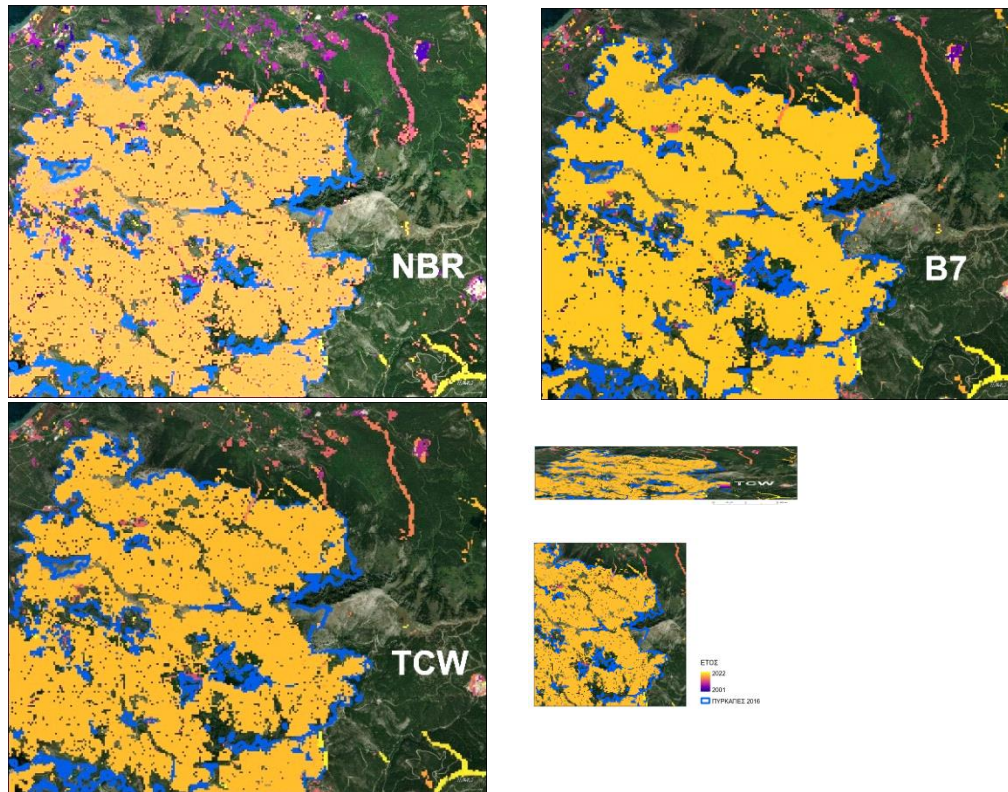
Εκτός των μεγαλύτερων σε έκταση αλλαγών στο χάρτη εντοπίζονται και πολλές μικρότερες περιοχές, σε αρκετές περιπτώσεις αποτελούμενες από πολύ μικρές ομάδες εικονοστοιχείων, με πιθανές μεταβολές. Κατόπιν προσεκτικής παρατήρησης και σύγκρισης, όπου ήταν δυνατό, με δορυφορικές εικόνες ή εικόνες υψηλότερης ανάλυσης από την εφαρμογή θέασης Google Earth δεν προκύπτει ότι έχουν συμβεί πραγματικές αλλαγές στις περισσότερες από αυτές τις περιοχές. Αυτό οφείλεται πιθανώς σε μη καλή προσαρμογή των μοντέλων παλινδρόμησης των χρονοσειρών, ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονες φαινολογικές διακυμάνσεις (γεωργικές εκτάσεις) ή εξαιτίας θορύβου στο φασματικό σήμα που δεν απαλείφθηκε κατά τη διόρθωση των διαχρονικών εικόνων και την εξομάλυνση των τιμών. Παρατηρούμε επίσης ότι κάποιες αλλαγές απεικονίζονται με τη μορφή γραμμικών τμημάτων (Σχήματα 3 και 4). Αυτές αντιστοιχούν ορθώς σε διανοίξεις δρόμων ή λωρίδων σε δασικές εκτάσεις, καθώς επαληθεύτηκαν και μέσω της εφαρμογής Google Earth.



Σχήμα 3. Ο χάρτης ετήσιων αλλαγών για το νησί της Θάσου που προέκυψε από την εφαρμογή του LandTrendr–NDVI.
Figure 3. Annual change detection map of Thasos generated by Landtrend R–NDVI application.

Παραδείγματα της εφαρμογής στην ανίχνευσή των ετήσιων αλλαγών παρουσιάζονται στο Σχήμα 4. Παρά τη διαφορετική φασματική πληροφορία που αξιοποιεί ο κάθε δείκτης, τα αποτελέσματα φαίνεται να συμφωνούν μεταξύ τους στο έτος εντοπισμού τόσο των πυρκαγιών όσο και των μικρότερων σε έκταση γραμμικών τμημάτων. Εκτός της ποιοτικής αξιολόγησης, εκτιμήθηκε ποσοτικά και η χωρική ακρίβεια των χαρτογραφήσεων στην περίπτωση των πυρκαγιών του 2013 και 2016, για τις οποίες ήταν διαθέσιμα δεδομένα αναφοράς. Για να διευκολυνθεί η σύγκριση, «απομονώθηκαν» οι αλλαγές για τα συγκεκριμένα έτη και ομαδοποιήθηκαν τα αντίστοιχα pixels με βάση κανόνες χωρικής και χρονικής εγγύτητας, ώστε να δημιουργηθούν οι περιμετροί των πυρκαγιών κατά LandTrendr. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε χωρική σύγκριση με υπέρθεση μεταξύ των πολυγώνων. Οι περιμετροί αναφοράς παράχθηκαν από λεπτομερείς χαρτογραφήσεις των πυρκαγιών από εικόνες Landsat (Katagis κ.α. 2014) και Sentinel-2 (ΕΠαΔαΠ, <http://epadap.web.auth.gr>). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Οι χαρτογραφήσεις

των πυρκαγιών από τον LandTrendr υποεκτιμούν τις καμένες εκτάσεις με τον TCW να παρουσιάζει το υψηλότερο σφάλμα παράλειψης (20,68%). Αντίθετα, όλοι οι δείκτες εμφανίζουν πολύ χαμηλά σφάλματα ανάθεσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση της φασματικής πληροφορίας στο κοντινό υπέρυθρο (B7) μόνο εμφανίζει τα χαμηλότερα ποσοστά σφάλματος.



Σχήμα 4. Παραδείγματα χαρτογράφησης των ετήσιων αλλαγών από τον LandTrendr στο βόρειο τμήμα του νησιού.
Figure 4. Examples of annual changes mapped by LandTrendr in the northern part of the island.

Πίνακας 1. Πίνακας σφαλμάτων για τις καμένες εκτάσεις που χαρτογραφήθηκαν από τον LandTrendr (KE_{LT}), μετά τη σύγκριση με τα δεδομένα αναφοράς (KE_{AA}).

Table 1. Error matrix generated for the burned areas mapped by LandTrendr (KE_{LT}), after comparison with the reference data (KE_{AA}).

	KE _{LT} (ha)	KE _{AA} (ha)	Κοινή έκταση (ha)	Σφάλμα παράλειψης %	Σφάλμα ανάθεσης %
NDVI	7310,37		7050,35	19,38	3,56
NBR	7581,64	8744,90	7245,54	17,15	4,43
TCW	7190,93		6935,75	20,68	3,55
B7	7495,04		7254,46	17,05	3,21

Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε ανάλυση δορυφορικών δεδομένων μέσης-υψηλής ευκρίνειας για την παρακολούθηση διαταραχών σε Μεσογειακό δασικό οικοσύστημα, συνδυάζοντας υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους και ένα εξειδικευμένο αλγόριθμο ανάλυσης χρονοσειρών. Ο αλγόριθμος LandTrendr αυτοματοποιεί τις διαδικασίες ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων και εντοπισμού αλλαγών παρέχοντας τη δυνατότητα δημιουργίας ενός διαχρονικού-φασματικού προφίλ μίας περιοχής.

Η εφαρμογή του είχε ως αποτέλεσμα τη χαρτογράφηση των ετήσιων απωλειών βλάστησης στο νησί της Θάσου τα τελευταία 20 χρόνια περίπου. Η οριοθέτηση και χαρτογράφηση των πυρκαγιών είναι εντυπωσιακή, λαμβάνοντας υπόψη ότι πρόκειται για γενικευμένη τεχνική κατάτμησης και ερμηνείας χρονοσειρών ανά εικονοστοιχείο μέσω στατιστικών μεθόδων και όχι ένας εξειδικευμένος αλγόριθμος επιβλεπόμενης ταξινόμησης ψηφιακών εικόνων. Ταυτόχρονα,

ανιχνεύθηκαν επιτυχώς μικρότερης έκτασης μεταβολές, επιδεικνύοντας έτσι δυνατότητες εντοπισμού υλοτομιών ή αποψιλώσεων σε δασικές περιοχές. Επισημαίνεται ότι οι πιθανές αλλαγές συνοψίζονται ανά έτος, συνεπώς δε γνωρίζουμε πότε ακριβώς συνέβησαν εντός του έτους, όπως επίσης και το αίτιο αυτών.

Προκειμένου να παραχθούν τα τελικά χαρτογραφικά αποτελέσματα πραγματοποιήθηκαν αλληπάλληλες δοκιμές των επιλογών παραμετροποίησης που προσφέρονται, με σκοπό τη βέλτιστη προσαρμογή των μοντέλων και κατάτμηση των χρονοσειρών. Η απόδοση του αλγόριθμου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ποιότητα των φασματικών δεδομένων εισόδου, τη διαθεσιμότητα παρατηρήσεων χωρίς νεφοκάλυψη εντός του έτους και τις φαινολογικές διακυμάνσεις. Σε κάθε περίπτωση, ο χρήστης πρέπει να λαμβάνει υπόψη το είδος των μεταβολών που επιθυμεί να εντοπίσει, τα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη οικοσυστήματος, και τη χρονική περίοδο έρευνας.

Τέλος, η πλατφόρμα Google Earth Engine προσφέρει ελεύθερη πρόσβαση στους χρήστες και μεγάλη ευελιξία τόσο στην εφαρμογή προηγμένων αλγόριθμων όσο και στην αναπαραγωγικότητα τους. Σε αντίθεση με παραδοσιακούς τρόπους ανάκτησης και ανάλυσης δεδομένων, όπου θα είχε απαιτηθεί καταφόρτωση τουλάχιστον 100 εικόνων Landsat για τη συγκεκριμένη έρευνα και αντίστοιχος φόρτος επεξεργασίας σε προσωπικό Η/Υ, μέσω της πλατφόρμας ο καθαρά υπολογιστικός χρόνος, εξαιρώντας τις δοκιμές, ανήλθε σε δεκαπέντε περίπου λεπτά της ώρας. Είναι αναγκαία πρωτίστως η εξοικείωση του χρήστη τόσο με έννοιες τηλεπισκόπησης όσο και με τις βασικές παραμέτρους υλοποίησης του αλγόριθμου. Οι συνδυαστικές δυνατότητες των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων υψηλής ποιότητας, όπως παρουσιάζονται στη συγκεκριμένη εργασία, μπορούν να υποστηρίξουν επιχειρησιακές και ερευνητικές εφαρμογές παρακολούθησης των φυσικών και δασικών οικοσυστημάτων σε εθνικό επίπεδο.

Abstract

Remote sensing technologies combined with freely available satellite data and rapidly emerging cloud computing services favor the development and application of advanced algorithms for monitoring forest ecosystems. In this work, we consider the application of one of the most widely used time series analysis algorithms of satellite data for the detection and mapping of disturbances in a Mediterranean ecosystem. The implementation was carried out in Google Earth Engine platform. The results are of particular interest to a broad community of users as they showcase the potential of modern technologies in environmental monitoring at national level.

Βιβλιογραφία

- Crist, E.P. and Kauth, R.J., 1986. The Tasseled Cap De-Mystified. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 52, 81-86.
- FOREST EUROPE, 2020: State of Europe's Forests 2020 (<https://foresteurope.org/state-of-europes-forests/>).
- Füssel, E.M., 2016. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 — European Environment Agency. 19/01/2017.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sens. Environ.* 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- Hassan, R., and Scholes, N. 2005. Eds., *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, p. 815, Island Press, Washington, DC.
- Huang, C., Goward, S.N., Masek, J.G., Thomas, N., Zhu, Z., Vogelmann, J.E., 2010. An automated approach for reconstructing recent forest disturbance history using dense Landsat time series stacks. *Remote Sens. Environ.* 114, 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.08.017>.
- Hughes, M.J., Kaylor, S.D., Hayes, D.J., 2017. Patch-Based Forest Change Detection from Landsat Time Series. *Forests*. <https://doi.org/10.3390/f8050166>.
- Katagis, T., Gitas, I.Z., Mitri, G.H., 2014. An object-based approach for fire history reconstruction by using three generations of landsat sensors. *Remote Sens.* 6, 5480–5496. <https://doi.org/10.3390/rs6065480>.

- Καταγής, Θ., 2017. Χαρτογράφηση και παρακολούθηση καμένων εκτάσεων με τη χρήση χρονοσειρών δορυφορικών εικόνων. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ.
- Kennedy, R.E., Yang, Z., Cohen, W.B., 2010. Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 1. LandTrendr — Temporal segmentation algorithms. *Remote Sens. Environ.* 114, 2897–2910. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.008>.
- Kennedy, R.E., Yang, Z., Gorelick, N., Braaten, J., Cavalcante, L., Cohen, W.B., Healey, S., 2018. Implementation of the LandTrendr algorithm on Google Earth Engine. *Remote Sens.* 10, 1–10. <https://doi.org/10.3390/rs10050691>.
- Key, C.H., and Benson, N.C., 2006. Landscape Assessment: Ground measure of severity, the Composite Burn Index; and Remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio.
- Pasquarella, V.J., Arévalo, P., Bratley, K.H., Bullock, E.L., Gorelick, N., Yang, Z., Kennedy, R.E., 2022. Demystifying LandTrendr and CCDC temporal segmentation. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 110, 102806. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102806>.
- Ραδόγλου, Κ., Κορακάκη, Ε., 2012. Οι λειτουργίες των δασών στη γη: υδατικό στρες και επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Σελ. 61-76 στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επιμ. έκδοσης). Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση. WWF Ελλάς, Αθήνα.
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, M.J., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, T.A., Reyer, C.P.O., 2017. Forest disturbances under climate change. *Nat. Clim. Chang.* 7, 395–402. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>.
- Tucker, C.J., 1979. Red and photoFigureic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ.* 8, 127–150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0).
- Turco, M., Von Hardenberg, J., AghaKouchak, A., Llasat, M.C., Provenzale, A., Trigo, R.M., 2017. On the key role of droughts in the dynamics of summer fires in Mediterranean Europe. *Sci. Rep.* 7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00116-9>.
- Wulder, M.A., Masek, J.G., Cohen, W.B., Loveland, T.R., Woodcock, C.E., 2012. Opening the archive: How free data has enabled the science and monitoring promise of Landsat. *Remote Sens. Environ.* 122, 2–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.01.010>.
- Zhu, Z., 2017. Change detection using landsat time series: A review of frequencies, preprocessing, algorithms, and applications. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 130, 370–384. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.06.013>.
- Zhu, Z., and Woodcock, C.E., 2014. Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote Sens. Environ.* 144, 152–171. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2014.01.011>.

Θεματική Ενότητα: Νέες Τεχνολογίες

ΨΗΦΙΑΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΓΙΑ ΒΙΩΣΙΜΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Βαρβάρης, Ιωακείμ¹; Ανδρεοπούλου, Ζαχαρούλα²; Στράντζαλη, Παρασκευή, Βαρβάρη, Ελισάβετ

¹Μετεωρολόγος -Υποψήφιος Διδάκτορας, Εργαστήριο Δασικής Πληροφορικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, ivarvaris@for.auth.gr

²Καθηγήτρια, Δασική Πληροφορική & Τεχνολογίες Πράσινων Περιφερειακών Πολιτικών, Τομέας Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, randreop@for.auth.gr

³Π.Μ.Σ. στην «Αειφορική Διαχείριση Δασικών και Φυσικών Οικοσυστημάτων: Προστασία, Παραγωγή και Αξιοποίηση», Σχολή Γεωπονίας, Δασοπονίας & Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, yivistrantzali@gmail.com

Περίληψη

Τα δεδομένα των περιβαλλοντικών παραγόντων ως συντελεστής στην πορεία για την βιώσιμη περιφερειακή ανάπτυξη και ο τρόπος ορθολογικής διαχείρισής τους, αποτελούν βασικά στοιχεία των στρατηγικών που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση προβλημάτων όπως: η κλιματική αλλαγή και η αξιοποίηση - διατήρηση των φυσικών πόρων για τις επόμενες γενεές. Οι πολιτικές που εφαρμόζονται προωθούνται και υλοποιούνται μέσα από την ανάπτυξη συστημάτων λήψης και διαχείρισης αποφάσεων. Για τον σχεδιασμό τους είναι αναγκαία η συμμετοχή των περιβαλλοντικών παραγόντων. Η ανάγκη αυτή εξυπηρετείται με την ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων βάσεων που καταγράφουν, ομαδοποιούν και αξιολογούν τα δεδομένα των περιβαλλοντικών παραγόντων. Η παρούσα εργασία στοχεύει στη μελέτη και αξιολόγηση της κλιματικής παραμέτρου της θερμοκρασίας στην Βόρεια Ελλάδα.

Λέξεις Κλειδιά: ψηφιακά περιβαλλοντικά δεδομένα, πληροφοριακά συστήματα λήψης αποφάσεων, κλιματική παράμετρος θερμοκρασίας, βιώσιμη περιφερειακή ανάπτυξη, Περιβαλλοντικές πολιτικές.

Εισαγωγή

Η Δασική & Περιβαλλοντική Πληροφορική αξιοποιεί τα δίκτυα υπολογιστών, τις τεχνολογίες πληροφορικής και τις διαδικτυακές υπηρεσίες, τις βάσεις δεδομένων για την αειφορική δασική και περιβαλλοντική διοίκηση-διακυβέρνηση-λήψη αποφάσεων και μελετά την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών στην προστασία του περιβάλλοντος και στην βιώσιμη ανάπτυξη (Athanasiadis κ.α. 2015, Andreopoulou 2017). Η πληροφορική δημιουργεί κατάλληλες προϋποθέσεις για την καλύτερη επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, συμβάλλοντας έτσι στην άνοδο του πολιτιστικού, πολιτισμικού και βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου με παράλληλη βελτίωση της ποιότητας ζωής του κοινωνικού συνόλου (Μποζίνης 2006, Παπασταύρου κ.α. 2008, Μουσιόπουλος κ.α. 2015).

Πληροφορικά συστήματα και Περιβαλλοντικά Δεδομένα.

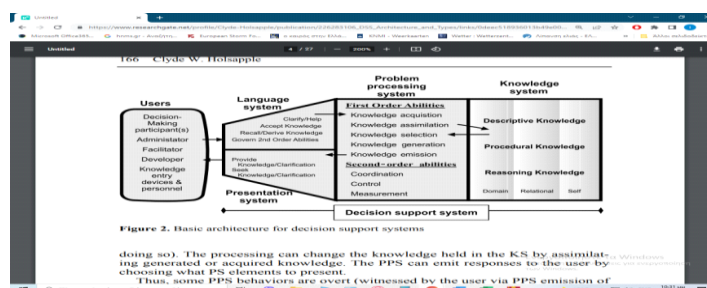
Οι τεχνολογίες περιβάλλοντος διαδραματίζουν όλο και σημαντικότερο ρόλο στον κοινωνικοοικονομικό τομέα και το περιβάλλον, έτσι η ηλεκτρονική διακυβέρνηση μπορεί να δώσει στους ερευνητές, πολίτες και επιστήμονες τη δυνατότητα να διευκολύνουν την πρόσβασή τους στην πληροφόρηση και στη συμμετοχή στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Παπασταύρου κ.α. 2008). Η επιτυχής υποστήριξη της διαχειριστικής λήψης αποφάσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα ολοκληρωμένων, υψηλής ποιότητας περιβαλλοντικών πληροφοριών που οργανώνονται και παρουσιάζονται με έγκαιρο και κατανοητό τρόπο. Για την κάλυψη αυτής της ανάγκης έχουν δημιουργηθεί βάσεις δεδομένων που χρησιμεύουν ως ένα ολοκληρωμένο

αποθετήριο για εσωτερικές και εξωτερικές πληροφορίες που είναι κρίσιμες για την κατανόηση και την αξιολόγηση των συνθηκών που επικρατούν μέσα σε ένα φυσικό περιβάλλον.

Η καταγραφή του κλίματος και η δημιουργία "επίσημου" αποθετηρίου δεδομένων για το κλίμα περιέχει μετεωρολογικά στοιχεία που καταγράφονται από παρατηρητές ή όργανα σύμφωνα με αποδεκτά πρότυπα παρατήρησης και περιλαμβάνει: α. Ηλεκτρονικές και χαρτογραφικές εγγραφές και σαρωμένες εικόνες, β. Κλιματικές παρατηρήσεις και μεταδεδομένα, γ. Ομογενοποιημένα δεδομένα, δ. Δορυφορικές εικόνες, ε. Δεδομένα ραντάρ (Varvaris κ.α. 2022). Στο κλιματικό σύστημα, γίνεται συστηματική και ευρεία ποικιλία παρατηρήσεων διαφόρων φαινομένων σχετικών με το κλίμα, οι οποίες αποθηκεύονται, διαχειρίζονται και αναλύονται με την χρήση των συστημάτων διαχείρισης δεδομένων για το κλίμα (Climate Data Management System Specifications - CDMS) (WMO 2018). Αυτές οι παρατηρήσεις αναλύονται συστηματικά και παράγεται μια σειρά παραγόμενων δεδομένων (π.χ. μέσω των κλιματικών μοντέλων) (Sarountzis & Stathis 2014). Οι βάσεις δεδομένων με την προσθήκη μοντέλων, αναλυτικών εργαλείων και διεπαφών χρήστη, έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν στα συστήματα λήψης και διαχείρισης αποφάσεων σημαντικούς ενεργητικούς πόρους πληροφόρησης για τη χάραξη, εφαρμογή και αξιολόγηση των στρατηγικών λήψης κρίσιμων αποφάσεων (Andreopoulou κ.α. 2014).

Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων (ΣΥΛΑ)

Με τον όρο Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων (ΣΥΛΑ) εννοούμε τα συστήματα που είχαν αρχικά ως σκοπό την υποστήριξη των ληπτών αποφάσεων (decision makers) σε περιπτώσεις μερικώς δομημένων προβλημάτων, χωρίς όμως να υποκαταστήσουν τις δυνατότητες κρίσης τους. Σχεδιαστικά τα συστήματα αυτά θα δημιουργούνταν με την χρήση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και είχαν διαδραστικό περιβάλλον εργασίας (Athanasiadis κ.α. 2015). Με τα Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων (Decision Support Systems -DSS) αξιολογούνται εναλλακτικά μελλοντικά σενάρια για τη λήψη αποφάσεων. Τα Συστήματα Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων (Σ.Υ.Λ.Α.) είναι πληροφοριακά συστήματα στα οποία δίδονται ως εισερχόμενα τα αρχικά δεδομένα κάποιων παραμέτρων και παράγονται ως εξερχόμενα αποφάσεις ορθολογικής περιβαλλοντικής διοίκησης και διαχείρισης (Tasoulas & Andreopoulou 2012). Τα τρία κύρια μέρη (Σχήμα1) μιας αρχιτεκτονικής ενός Σ.Υ.Λ.Α. είναι: **η βάση δεδομένων** (ή Γνωσιακή Βάση), **το μοντέλο** (π.χ., το γενικό πλαίσιο της απόφασης και τα κριτήρια του χρήστη) και **η διεπαφή του χρήστη** (Ioannou, Lefakis & Arabatzis 2011). Στη σημερινή εποχή, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα περιβαλλοντικά ζητήματα που έρχονται στην πορεία της βιώσιμης ανάπτυξης, οι πράσινοι ενεργειακοί πόροι μπορούν να διαδραματίσουν πολύ σημαντικό ρόλο. Ως εκ τούτου, οι αναπτυσσόμενες χώρες στην πορεία τους προς την ανάπτυξη μπορούν να επωφεληθούν από βιώσιμες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χωρίς να παρεμποδίσουν το περιβάλλον. Τις τελευταίες δεκαετίες, η μεθοδολογία ενεργειακού σχεδιασμού μετασηματίστηκε απόλυτα από ένα ενιαίο αντικειμενικό απλό σύστημα σε ένα πιο πολύπλοκο σύστημα, λόγω της συμπερίληψης πολλαπλών σημείων αναφοράς, ενδιαφερομένων και διαφορετικών στόχων (Mateo 2012).



Σχήμα 1. Βασική αρχιτεκτονική για συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (Πηγή: Holsapple, 2008)
Figure 1. Basic architecture for decision support systems (Source: Holsapple, 2008)



Σχήμα 2. Πολύπλοκη αλληλεπίδραση ενεργειακών συστημάτων (παράδειγμα) (Πηγή: (Ilskog & Kjellström, 2008)
Figure 2. Complex interaction of energy systems (example) (Source: Ilskog & Kjellström, 2008)

Η παραδοσιακή ενιαία λήψη αποφάσεων που αφορά κυρίως τη μεγιστοποίηση ή την ελαχιστοποίηση ενός συγκεκριμένου στοιχείου παραμένει ωφέλιμη μόνο σε μια μελέτη του μικρού συστήματος. Το σημερινό σενάριο ενεργειακού προγραμματισμού έχει πολλαπλούς στόχους, ορισμούς και κριτήρια που καθιστούν δυσκολότερη την δημιουργία ενός συστήματος με μια αντίληψη βιωσιμότητας. Έτσι, με όραμα την αιεφόρο ανάπτυξη, ένα σύστημα σχεδιασμού που λαμβάνει υπόψη τις απαραίτητες πολιτικές, κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές είναι απαραίτητο για να ξεπεραστεί η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας (Σχήμα 2). Για την επίλυση τέτοιων σύνθετων προβλημάτων σχετικά με τον ενεργειακό σχεδιασμό, η λήψη αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (Multi Criteria Decision Making - MCDM) αποδείχθηκε ένα από τα καλύτερα εργαλεία για τον αποτελεσματικό ενεργειακό σχεδιασμό (Kumar κ.α. 2017). Το MCDM βοηθά τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων, στην ποσοτικοποίηση συγκεκριμένων κριτηρίων βάσει της σπουδαιότητάς τους, παρουσία άλλων στόχων. Οι τεχνικές MCDM μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βρεθεί μια σωστή λύση στα προβλήματα σχεδίασης των ενεργειακών συστημάτων που περιλαμβάνουν πολλαπλούς και αντικρουόμενους στόχους.

Βιώσιμη Περιφερειακή Ανάπτυξη και Περιβαλλοντικές Πολιτικές.

Έχουν περάσει πολλά χρόνια από την εγκαθίδρυση της σύγχρονης περιβαλλοντικής πολιτικής (στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και στις αρχές της δεκαετίας του 1970) όπου οι κυβερνήσεις των ανεπτυγμένων κρατών άρχισαν να εξετάζουν πιο ολοκληρωμένες προσεγγίσεις για τη σύνδεση των περιβαλλοντικών και αναπτυξιακών αποφάσεων (Janicke & Weidner, 1997, Hanf & Jansen 1998). Η έννοια της βιωσιμότητας παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στη δημόσια σκηνή στην έκθεση που εξέδωσε η Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (Επιτροπή Brundtland) το 1987. Η έκθεση της επιτροπής προωθεί την ιδέα της αιεφόρου ανάπτυξης σημειώνοντας ότι η οικονομική ανάπτυξη και η διατήρηση του περιβάλλοντος δεν είναι μόνο συμβατές ως έννοιες αλλά είναι απαραίτητη και η συνύπαρξή τους (Harris 2003). Βιώσιμη ανάπτυξη είναι η δυνατότητα που έχει οποιαδήποτε κοινότητα να αναπτυχθεί σε ένα πλαίσιο που καθορίζεται από οικονομικούς, κοινωνικούς, πολιτισμικούς, οικολογικούς και φυσικούς περιορισμούς (Bhuiyan κ.α. 2012).

Ο ορισμός της βιώσιμης ανάπτυξης ως ανάπτυξης που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ανταποκρίνονται στις δικές τους ανάγκες, αναφέρεται συχνά ως ισότητα μεταξύ των γενεών και η κεντρική ιδέα είναι ότι πρέπει να μοιραστούμε τους φυσικούς πόρους όχι μόνο με τους ανθρώπους που ζουν σήμερα στον πλανήτη αλλά και με τις μελλοντικές γενιές των κατοίκων της γης. Περιέχει δύο βασικές έννοιες (IISD 2012): α) η έννοια των αναγκών (ιδίως οι βασικές ανάγκες των φτωχών στον κόσμο) στις οποίες πρέπει να δοθεί προτεραιότητα και β) η έννοια των περιορισμών που πρέπει να επιβάλλονται από την εξέλιξη της τεχνολογίας και στην οργάνωση της κοινωνίας, ώστε το περιβάλλον να διατηρεί την ικανότητά του να ανταποκρίνεται στις παρούσες και τις μελλοντικές ανάγκες».

Η ιδέα της «βιώσιμης ανάπτυξης» ήρθε να παράσχει μια εννοιολογική βάση γι' αυτές τις στρατηγικές ασκήσεις (Lafferty & Meadowcroft 2000) και όπως καθορίστηκε από τον ΟΟΣΑ (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) το 2001, οι στρατηγικές βιώσιμης ανάπτυξης περιλαμβάνουν ένα συντονισμένο σύνολο συμμετοχικών και συνεχώς βελτιωμένων διαδικασιών ανάλυσης, συζήτησης, ενίσχυσης των δυνατοτήτων, σχεδιασμού και επενδύσεων που ενσωματώνουν τους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς στόχους

της κοινωνίας αναζητώντας αντισταθμίσεις όπου αυτό δεν είναι δυνατό (Andreopoulou et al 2013, OECD/DAC 2001).

Τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να περιλαμβάνει μια στρατηγική βιώσιμης ανάπτυξης (UNCSD 2002) είναι:

- ενσωμάτωση των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών στόχων
- συμμετοχή πολλών ενδιαφερομένων, αποτελεσματικές συμπράξεις, διαφάνεια και υπευθυνότητα
- την συνεργασία των χωρών, το κοινό όραμα με σαφή χρονικό πλαίσιο στο οποίο συμφωνούν οι ενδιαφερόμενοι, δέσμευση και τη συνεχή βελτίωση
- την ανάπτυξη ικανοτήτων και ένα ευνοϊκό περιβάλλον, αξιοποιώντας τις υπάρχουσες γνώσεις και διαδικασίες
- εστίαση στις προτεραιότητες με αποτελεσματικά και συνεκτικά μέσα εφαρμογής
- σύνδεση με τις διαδικασίες προϋπολογισμού και επενδύσεων
- συνεχής παρακολούθησης και αξιολόγησης (UNDESA 2004).

Πράσινες Περιβαλλοντικές Πολιτικές και Στρατηγικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η προστασία των περιβαλλοντικών παραγόντων, είναι ένα σημαντικό και αρκετά πιεστικό ζήτημα το οποίο πρέπει να ενδιαφέρει όλη την ανθρωπότητα και θα πρέπει όλες οι πολιτικές και κυβερνητικές αποφάσεις που λαμβάνονται σε όλα τα κράτη να αποσκοπούν στην προστασία του περιβάλλοντος. Με αυτή την έννοια, στο επίπεδο των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καταρτίστηκαν και να υιοθετήθηκαν συνεκτικές περιβαλλοντικές πολιτικές και στρατηγικές, οι οποίες θα εξασφαλίζουν μια αποτελεσματική προστασία των φυσικών και ανθρωπολογικών παραγόντων, με μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη διάρκεια (Dugac & Cărgușor 2018). Ως εκ τούτου, η περιβαλλοντική πολιτική είναι ένας τρόπος για την οργάνωση και την λεπτομερή ρύθμιση των δραστηριοτήτων για την προστασία των περιβαλλοντικών παραγόντων, που συνεπάγεται (μεταξύ άλλων) τη θέσπιση και την εφαρμογή στρατηγικών, μεθόδων και μέσων, συμπεριλαμβανομένων των νομικών, που αντικατοπτρίζονται σε μεγάλες και συνεκτικές δράσεις, που εκτελούνται τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο με σκοπό την ασφάλιση και τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών (Lupan 2009).

Οι περιβαλλοντικές πολιτικές και η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) έχουν ως στόχο να δώσουν στους πολίτες της ευρωπαϊκής ένωσης την δυνατότητα να ζουν καλά εντός των οικολογικών ορίων του πλανήτη. Αυτές επικεντρώνονται σε μια καινοτόμο, κυκλική οικονομία, όπου η βιοποικιλότητα προστατεύεται, αποτιμάται και αποκαθίσταται, ενώ οι κίνδυνοι για την υγεία που σχετίζονται με το περιβάλλον ελαχιστοποιούνται, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα της κοινωνίας μας και αποσυνδέοντας την ανάπτυξη από τη χρήση των πόρων (Knill & Liefferink 2021). Η ΕΕ ανέπτυξε περιβαλλοντικές πολιτικές και θέσπισε μια σειρά από στρατηγικές για την κυκλική οικονομία, τους υδάτινους πόρους, το θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον, τον καθαρό αέρα, τα απόβλητα και την ανακύκλωση, τις χημικές ουσίες, το αστικό περιβάλλον και την ηχορύπανση (ec.europa.eu 2019). Η αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών πολιτικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση υλοποιείται μέσω βελτιώσεων σε θέματα που σχετίζονται με την ποιότητα του αέρα, την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων και μέσω της διεύρυνσης - οριοθέτησης των περιοχών προστασίας της πανίδας, ωστόσο εξακολουθούν να υπάρχουν πολλοί τομείς όπου πρέπει να ενταθούν προσεγγίσεις βελτίωσης όπως: η υπερθέρμανση του πλανήτη, η υποβάθμιση της ιχθυοτροφικής χλωρίδας, η μείωση της βιοποικιλότητας (Dugac & Cărgușor 2018).

Κλιματικές Στρατηγικές και Στόχοι

Η ΕΕ έχει θέσει στόχους για τη σταδιακή μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050 σύμφωνα με το πλαίσιο 2030 για το κλίμα και την ενέργεια και την μακροπρόθεσμη στρατηγική του 2050. Στο δρόμο για την επίτευξη του μετασχηματισμού προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρακολουθεί την πρόοδο για τη μείωση των εκπομπών μέσω των εκθέσεων που υποβάλλονται, αξιολογεί προσεκτικά τις πιθανές επιπτώσεις τους και προτείνει νέες πολιτικές (ec.europa.eu/clima 2020).

α) Πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια για το 2030

Το πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια του 2030 περιλαμβάνει στόχους της πολιτικής για όλη την ΕΕ έως το 2030. Οι βασικοί στόχοι για το 2030 είναι:

- Μείωση τουλάχιστον 40% στις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου (από τα επίπεδα του 1990)

- Αύξηση τουλάχιστον 32% για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Τουλάχιστον 32,5% βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης

Το πλαίσιο εγκρίθηκε αρχικά από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο τον Οκτώβριο του 2014 και οι στόχοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση αναθεωρήθηκαν ανοδικά το 2018.

β) Μακροπρόθεσμη στρατηγική για το 2050

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ζητεί μια Ευρώπη που θα είναι ουδέτερη για το κλίμα μέχρι το 2050. Τον Νοέμβριο του 2018, η επιτροπή παρουσίασε το στρατηγικό μακροπρόθεσμο όραμά της για μια ευημερούσα, σύγχρονη, ανταγωνιστική και κλιματικά ουδέτερη οικονομία μέχρι το 2050. Η στρατηγική δείχνει πώς η Ευρώπη μπορεί να ηγηθεί της ουδετερότητας του κλίματος επενδύοντας σε ρεαλιστικές τεχνολογικές λύσεις, ενισχύοντας τους πολίτες και ευθυγραμμίζοντας τις δράσεις σε βασικούς τομείς όπως η βιομηχανική πολιτική, η χρηματοδότηση ή η έρευνα - εξασφαλίζοντας παράλληλα μια κοινωνική δικαιοσύνη για μια δίκαιη μετάβαση (ec.europa.eu/clima 2020). Μετά τις προσκλήσεις του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου, το όραμα της Επιτροπής για ένα μέλλον ουδέτερο για το κλίμα καλύπτει σχεδόν όλες τις πολιτικές της ΕΕ και είναι σύμφωνο με τον στόχο της συμφωνίας του Παρισιού να διατηρηθεί η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο των 2°C και να συνεχιστούν οι προσπάθειες για να διατηρηθεί σε 1,5°C. Η ΕΕ στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Αλλαγή του Κλίματος (European Climate Collaboration Platform-ECCP), διερεύνησε περαιτέρω οικονομικά αποδοτικές επιλογές για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε συνέργεια με τη στρατηγική της ΕΕ για την αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης και τη δημιουργία θέσεων εργασίας. Επίσης ανέπτυξε ειδικές δράσεις και όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έχει επικεντρωθεί στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις εφαρμογές θέρμανσης (Renewable heating).

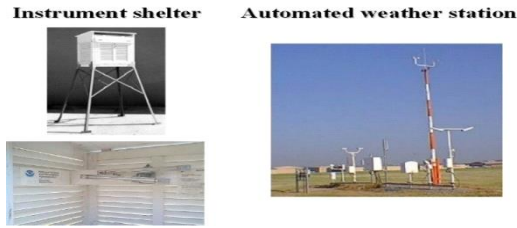
Σκοπός της εργασίας.

Ο σκοπός της εργασίας είναι η συλλογή, ανάλυση και οργάνωση κλιματικών- περιβαλλοντικών δεδομένων σε πληροφοριακό σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των Σ.Υ.Λ.Α. στην έγκυρη και αποτελεσματική λήψη αποφάσεων για την προώθηση και υλοποίηση πολιτικών βιώσιμης περιφερειακής ανάπτυξης. Για τις ανάγκες της εργασίας μελετούμε την περίπτωση της κλιματικής παραμέτρου της θερμοκρασίας στην Βόρεια Ελλάδα.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα κλιματικά στοιχεία συλλέχθηκαν από δεκατρείς (13) ΜΣ της ΕΜΥ που είναι κατανομημένοι στο βόρειο ηπειρωτικό και νησιωτικό τμήμα της χώρας. Ειδικότερα οι τρεις (3) είναι νησιωτικοί: Λήμνος, Μυτιλήνη, Σκύρος, οι τέσσερις (4) παράκτιοι: Αγκιάλος (Βόλος), Μίκρα (Θεσσαλονίκη), Αλεξανδρούπολη, Χρυσούπολη (Καβάλα) και έξι (6) ηπειρωτικοί: Λάρισα, Τρίκαλα Ημαθίας, Καστοριά, Δράμα, Δράμα (Δοξάτο), Αμυγδαλέωνας (Καβάλα). Τα αρχικά κλιματικά δεδομένα παραχωρήθηκαν από την διεύθυνση κλιματολογίας της ΕΜΥ σε μορφή υπολογιστικών φύλλων MS.-Excel, οργανωμένα σε σειρές και στήλες για κάθε ΜΣ (Εικόνα 3, 4) και είναι ελεγμένα με μεθόδους ομοιογένειας. Επιλέχθηκαν με βασικό κριτήριο τη διαθεσιμότητα μακροχρόνιων μετρήσεων, καθώς οι καταγραφές είναι άνω των 30 συνεχών ετών και αντιπροσωπεύουν αυτό που είναι γνωστό ως κανονική κλιματική περίοδος (Στάθης 2015). Περιλάμβαναν μηνιαίες τιμές μέσης ετήσιας θερμοκρασίας ατμοσφαιρικού αέρα (οι μετρήσεις έγιναν σε συνθήκες υπό σκιά εντός μετεωρολογικού κλωβού σύμφωνα με διεθνείς προδιαγραφές του WMO) και μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας εδάφους σε βάθος 100cm (°C).

Εικόνα 3. Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία °C (Πηγή: EMY, 2020)
Figure 3. Average Monthly Temperature °C (Source: HNMS, 2020)



Εικόνα 4. Μετεωρολογικός κλωβός και αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός (Πηγή: EMY, 2020)
Figure 4. Weather cage and automatic weather station (Source: HNMS, 2020)

Δημιουργήθηκε ομαδοποιημένος πίνακας με αναλυτικά στοιχεία για κάθε ΜΣ (Πίνακας 1) όπως

Πίνακας 1. Μετεωρολογικοί Σταθμοί (Πηγή: EMY, 2020).
Table 1. Meteorological Stations (Source: HNMS, 2020)

ΑΡΙΘΜΟΣ WMO	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ & ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΩΡΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ	ΚΑΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΟΝΤΑΙ										ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		
					TEMP	WIND	WIND DIR	WIND SPC	WIND DIR SPC	WIND SPC	WIND DIR SPC	WIND SPC	WIND DIR SPC	WIND SPC		WIND DIR SPC	
14	ΔΕΛΦΑΙΝΟΥΠΟΛΙΣ	19527	40 31N 25 58E	2,6	1991-2020	00.03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΕΝΕΡΓΟΣ
16	ΑΓ. ΧΑΛΟΝΙ(ΒΙΘΟΣ)	19525	39 12N 22 48E	12,2	1995-2020	00.03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
17	ΔΡΑΜΑΣ	19527	41 09N 24 09E	105,7	1975-2011	00.03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΚΑΙΕΡΓΟΣ
18	ΔΟΣΕΛΟΥ(ΠΑΡΑΜ)	19840	41 06N 24 25E	80,91	2010-2020	06.09.12.18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
19	ΑΜΥΓΔΑΙΕΝΗ(ΚΑΒΑΛΑ)	19525	40 50N 24 23E	60	1995-1998	00.03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΕΝΕΡΓΟΣ
20	ΧΡΥΣΟΝΟΡΑΧΗ(ΚΑΒΑΛΑ)	19524	40 50N 24 30E	60	1994-2020	00.03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
21	ΑΓ. ΧΑΛΟΝΙ(ΒΙΘΟΣ)	19525	39 12N 22 48E	12,2	1995-2020	03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
22	ΔΑΡΦΟΥ	19549	39 30N 22 20E	73	1995-2020	03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
23	ΗΜΙΟΥ	19550	39 42N 25 14E	3	1974-2020	03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΕΝΕΡΓΟΣ
24	ΜΙΚΡΑΣ(ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ) ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	19522	40 31N 22 58E	4	1999-2020	00.03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
26	ΚΥ ΤΡΙΠΛΗΣ	19567	39 44N 26 30E	4,2	1995-2020	03.09.09.12.15.18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΕΝΕΡΓΟΣ
27	ΚΥ ΤΡΙΠΛΗΣ	19584	38 54N 24 33E	4,6	1995-2020	00.03.09.09.12.15.18.21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
29	ΤΡΙΚΛΑΔΗ(ΗΜΑΘΙΑ)	19519	40 36N 22 38E	6,8	1990-2011	06.09.12.18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ΚΑΙΕΡΓΟΣ

διεθνής κωδικός-αριθμός WMO, γεωγραφικό πλάτος και μήκος, ύψος από την μέση στάθμη θάλασσας, διεθνής ώρα (Coordinated Universal Time -UTC) καταγραφής παρατηρήσεων, κλιματικές παράμετροι που καταγράφονται, περίοδος και κατάσταση λειτουργίας του κάθε σταθμού (hnms 2020). Στη συνέχεια τα δεδομένα επεξεργάστηκαν-ομαδοποιήθηκαν με χρήση εντολών του λογισμικού MS.-Excel.

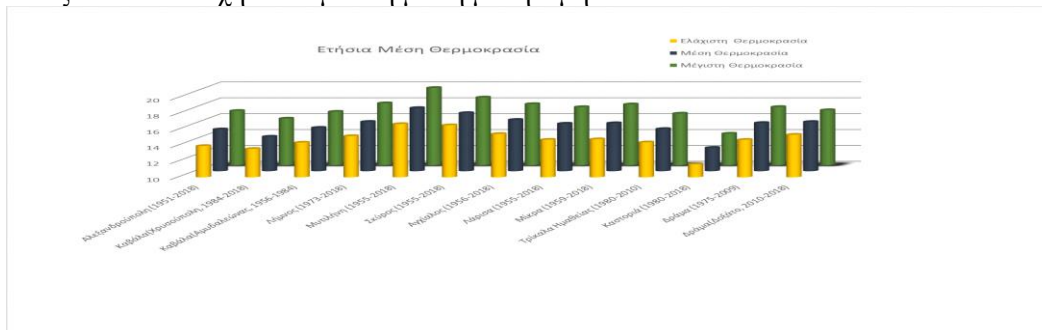
Αποτελέσματα

Από τα αρχικά κλιματικά δεδομένα δημιουργήθηκαν πίνακες με συγκεντρωτικά δεδομένα θερμοκρασίας ανά έτος για δεκατρείς (13) ΜΣ με τα αντίστοιχα γραφήματα.
α) Μέση Θερμοκρασία. Στον πίνακα 2 που ακολουθεί έχει υπολογιστεί η μέση ετήσια θερμοκρασία για κάθε σταθμό και για τις χρονικές περιόδους που αναφέρονται στην στήλη της πόλης. Η ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία αναφέρονται σε τιμές της μέσης θερμοκρασίας.

Πίνακας 2. Ετήσια μέση θερμοκρασία °C
Table 2. Annual mean temperature

Πόλη	Ετήσια Μέση Θερμοκρασία σε °C		
	Ελάχιστη Θερμοκρασία	Μέση Θερμοκρασία	Μέγιστη Θερμοκρασία
Αλεξανδρούπολη (1951-2018)	13,95	15,28	16,84
Καβάλα(Χρυσούπολη, 1984-2018)	13,59	14,36	15,87
Καβάλα(Αμυδαλεώνας, 1956-1984)	14,38	15,48	16,73
Λήμνος (1973-2018)	15,2	16,23	17,8
Μυτιλήνη (1955-2018)	16,72	17,97	19,73
Σκύρος (1955-2018)	16,57	17,34	18,53
Αγχίαλος (1956-2018)	15,47	16,48	17,7
Λάρισα (1955-2018)	14,74	16	17,32
Μίκρα (1959-2018)	14,8	16,06	17,66
Τρίκαλα Ημαθίας (1980-2010)	14,41	15,33	16,5
Καστοριά (1980-2018)	11,64	12,96	13,97
Δράμα (1975-2009)	14,73	16,09	17,33
Δράμα(Δοξάτο, 2010-2018)	15,37	16,22	16,93

Οι τιμές του πίνακα αποτυπώνονται στο Σχήμα 1 που ακολουθεί, όπου η μεγαλύτερη τιμή μέσης θερμοκρασίας σημειώνεται στην Μυτιλήνη, με δεύτερη την Σκύρο και τρίτη την Αγχίαλο με μικρή διαφορά από το Δοξάτο Δράμας. Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές της μέσης θερμοκρασίας παρουσιάζουν αντίστοιχη διακύμανση με τη μέση τιμή.



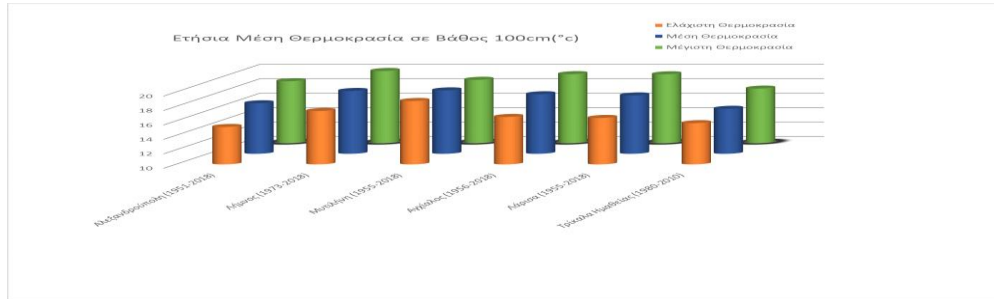
Σχήμα 1. Ετήσια μέση θερμοκρασία °C
Figure 1. Annual average temperature °C

β) Μέση ετήσια Θερμοκρασία σε βάθος 100 cm (°C). Στον πίνακα 3 που ακολουθεί έχει υπολογιστεί η μέση ετήσια θερμοκρασία σε βάθος 100cm για κάθε σταθμό και για τις χρονικές περιόδους που αναφέρονται στην στήλη της πόλης. Η ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία αναφέρονται σε τιμές της μέσης θερμοκρασίας.

Πίνακας 3.Μέση ετήσια θερμοκρασία σε βάθος 100cm°C
Table 3. Average annual temperature at a depth of 100cm °C

Πόλη	Ετήσια Μέση Θερμοκρασία σε βάθος 100cm (°C)		
	Ελάχιστη Θερμοκρασία	Μέση Θερμοκρασία	Μέγιστη Θερμοκρασία
Αλεξανδρούπολη (1951-2018)	15,18	16,99	18,58
Λήμνος (1973-2018)	17,39	18,7	20,74
Μυτιλήνη (1955-2018)	18,78	18,78	18,78
Αγχίαλος (1956-2018)	16,57	18,24	19,56
Λάρισα (1955-2018)	16,43	18,08	19,54
Τρίκαλα Ημαθίας (1980-2010)	15,71	16,23	17,56

Οι τιμές του πίνακα αποτυπώνονται στο Σχήμα 2 που ακολουθεί, όπου η μεγαλύτερη τιμή μέσης θερμοκρασίας σημειώνεται στην Μυτιλήνη, με δεύτερη την Λήμνο και τρίτη την Αγχίαλο με μικρή διαφορά από τη Λάρισα. Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές της μέσης θερμοκρασίας παρουσιάζουν αντίστοιχη διακύμανση με τη μέση τιμή.



Σχήμα 2. Μέση ετήσια θερμοκρασία σε βάθος 100cm °C
Figure 2. Average annual temperature at a depth of 100cm °C

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι διεθνείς προσπάθειες για τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας αναμένεται να αυξήσουν σημαντικά τις φιλοδοξίες των χωρών για καθαρά, ανθεκτικά, αποδοτικά και ευρέως προσβάσιμα ενεργειακά συστήματα. Σύμφωνα με τους στόχους της πολιτικής για όλη την ΕΕ έως το 2030, το πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια περιλαμβάνει αύξηση τουλάχιστον 32% για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η πρόωθηση, ανάπτυξη και σταδιακή ενσωμάτωση περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (υδροηλεκτρική, αιολική, ηλιακή, βιοενέργεια, κ.α.) απαιτεί την χρήση πληροφοριών σχετικά με το κλίμα, τις καιρικές συνθήκες και το νερό. Επομένως, με την αξιοποίηση των εργαλείων της πληροφορικής και με στόχο την κάλυψη αναγκών υποστήριξης των ΣΥΛΑ που αξιολογούν της επάρκεια και μελλοντική κατανομής της ενέργειας, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη ειδικών περιβαλλοντικών βάσεων.

Η παράμετρος της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα λειτουργεί ως ρυθμιστής της ατμόσφαιρας και συμμετέχει ουσιαστικά στην διαμόρφωση του μικροκλίματος μιας περιοχής. Επίσης, συμμετέχει ουσιαστικά στον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας στα μοντέλα ανάπτυξης των ηλιακών συστημάτων ενέργειας, στην εγκατάσταση και την ρύθμιση λειτουργίας - απόδοσης των συστημάτων ενέργειας. Η παράμετρος της θερμοκρασίας εδάφους σε συνδυασμό με την επικρατούσα θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα βρίσκει εφαρμογή στην αβαθή γεωθερμία (earth energy) και σε μελέτες ανάπτυξης και ρύθμισης συστημάτων περιβαλλοντικής ή πολύ χαμηλής ενθαλπίας που χρησιμοποιούνται κυρίως για την θέρμανση - ψύξη κτιρίων και την παραγωγή ζεστού νερού. Η εισαγωγή κλιματικών πληροφοριών, αποσκοπεί στην βέλτιστη λήψη αποφάσεων για την αποτελεσματική ανάπτυξη - εγκατάσταση των πράσινων ενεργειακών τεχνολογιών (ΑΠΕ) και την ορθολογική διαχείριση των συστημάτων τους.

Abstract

The data of environmental factors that contribute to the path for a sustainable regional development and the way or their rational management, are the key elements which help form strategies that can be applied to deal with problems such as: climate change and the utilization, preservation of natural resources for the next generations. The policies that are being implemented, are promoted and evolved through the development process of decision-making and management systems. For their planning, the participation of environmental factors is necessary. This fundamental need is fulfilled with the development of database information systems that record, cluster and evaluate the data of environmental factors. The following study aims to research and evaluate the climatic parameter of temperature in Northern Greece.

Βιβλιογραφία.

Andreopoulou, Z., Manos, B., Polman, N., and Viaggi., D., 2011. Agricultural and Environmental Informatics, Governance and Management: Emerging Research Applications. Information Science Reference. IIGLOBAL

Andreopoulou, Z., Samathrakis, V., Louca, S. and Vlachopoulou, M., (Ed.). 2013. E-innovation for sustainable development of rural resources during global economic crisis. IGI Global.

- Andreopoulou, Z., Tsekouropoulos, G., Theodoridis, A., Samathrakakis, V., and Batzios, C., 2014. Consulting for sustainable development, information technologies adoption, marketing, and entrepreneurship issues in livestock farms. *Procedia Economics and Finance*, 9, 302-309.
- Andreopoulou, Z., Koliouka, C., Galariotis, E. and Zopounidis, C., 2017. Renewable energy sources: Using PROMETHEE II for ranking websites to support market opportunities. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 131, pp. 31-37.
- Athanasiadis, A., Andreopoulou, Z., 2015. A DSS for the identification of forest land types by the Greek Forest Service. *International Journal of Sustainable Agricultural management and Informatics*. Vol. 1, iss.1. pp. 76-88
- Bhuiyan, M., Siwar, C., Ismail, S., and Islam, R., 2012. The role of ecotourism for sustainable development in East Coast Economic Region (Ecer), Malaysia. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 3(9), 53-60.
- Durac, G., and Cărbușor, A. L., 2018. Considerations on the Environmental Policies and Strategies of the European Union. *Present Environment and Sustainable Development*, 12(2), 71-82.
- EMY, 2022. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. <https://hnms.gr>
- Μουσιόπουλος, Ν., Ντζιαχρήστος, Λ., Σλίνη, Θ., 2015. Τεχνική προστασία περιβάλλοντος, Αθήνα: Σύλλογος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Ec.europa.eu., 2020. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en
- Hanf, K., Jansen, A., 1998. *Governance and Environment in Western Europe: Politics, Policy, and Administration*. Longman: London.
- Harris, J. M., 2003. Sustainability and sustainable development. *International Society for Ecological Economics*, 1(1), 1-12.
- Hnms.gr., 2020. <http://www.hnms.gr/emy/el/services>
- Holsapple, C.W., 2008. DSS Architecture and Types. *Handbook on Decision Support Systems*, vol I, Springer, Berlin Heidelberg, p.163-189.
- Ilskog, E., Kjellström, B., 2008. And then they lived sustainably ever after? assessment of rural electrification cases by means of indicators. *Energy Policy* 2008; 36:2674-84, [7/].
- Ioannou, K., Lefakis, P., and Arabatzis, G., 2011. Development of a decision support system for the study of an area after the occurrence of forest fire. *International Journal of Sustainable Society*, 3(1), 5-32.
- Janicke, M., Weidner, H., (eds), 1997. *National Environmental Policies: A Comparative Study of Capacity Building*. Springer: Berlin.
- Knill, C., and Liefferink, D., 2021. The establishment of EU environmental policy. In *Environmental policy in the EU* (pp. 13-32). Routledge.
- Kumar, A., Sah, B., Singh, A. R., Deng, Y., He, X., Kumar, P., and Bansal, R. C., 2017. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd., March 1. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.191>
- Lafferty, W., Meadowcroft, J., (eds), 2000. *Implementing Sustainable Development*. Oxford University Press: Oxford.
- Lupan, E., 2009. *Environmental treaty law*. “C.H. Beck” Publishing House, Bucharest, p.19.
- Μποζίνης, Α., 2006. Εφαρμογές και επιπτώσεις των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών στις διεθνείς οικονομικές και πολιτικές σχέσεις: ηλεκτρονική οικονομική παγκοσμιοποίηση και ηλεκτρονική δημοκρατική διακυβέρνηση. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών. Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής.
- Mateo, JRSC., 2012. *Multi Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry*. London: Springer.
- OECD 2001. *Sustainable Development: Critical Issues*. OECD: Paris.
- Sapountzis, M., and Stathis, D., 2014. Relationship between rainfall and run-off in the Stratonis Region (N. Greece) after the storm of 10th February 2010. *Global NEST Journal*, 16(2), 420-431.
- Παπασταύρου, Α.Κ., Λεφάκης, Π.Δ., Ανδρεοπούλου, Ζ.Σ., Ηλιάδης, Λ.Σ., 2008. «Δασική Πληροφορική II». Εκδόσεις Αϊβαζή. Θεσσαλονίκη. Σελ. 240
- Στάθης, Δ., 2015. Μαθήματα δασικής μετεωρολογίας και κλιματολογίας (No. IKEE BOOK-2016-036). Aristotle University of Thessaloniki.

Tasoulas, E.A.,Andreopoulou, Z. S.,2012. Integrated Administration ICT System in Forest Environments Supporting Proper Management. International Journal of Environmental protection and ecology. Vol. 13, No.1., pp 338-344.

UN Department of Economic and Social Affairs (UNDESA)., 2004. Assessment Report on National Sustainable Development

Varvaris, I., Andreopoulou, Z.,Strantzali, P., and Varvari, E., 2022. Digital Climate Data Organization in Renewable Energy Policies. 2nd Agro Eco Info International Symposium, 30/6/2022-2/7/2022, Park Hotel, Volos, Greece.

WMO., 2018. Guide to Climatological Practices edition

Θεματική ενότητα: Δασική Πολιτική

**Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΑΝΑΨΥΧΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟ-
ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ**

**Γεωργιάς, Αργύριος¹; Τσιτσώνη, Θέκλα²; Ανδρεοπούλου, Ζαχαρούλα²; Παπασπυρόπουλος
Κωνσταντίνος²**

¹Υποψήφιος Διδάκτωρ, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ,
ageorgila@for.auth.gr

²Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ

Περίληψη

Η ολοκληρωμένη και αειφορική διαχείρισή των δασών δύναται να αυξήσει την παραγωγή οικοσυστημικών υπηρεσιών. Χώρες της Ευρώπης όπως η Σουηδία, η Γερμανία και η Γαλλία που εμφανίζουν υψηλά έσοδα από τις υλοτομήσεις και την δασοπονική τους δραστηριότητα, επενδύουν περισσότερα χρήματα ανά εκτάριο στην διαχείριση των δασών. Η Ελλάδα κατατάσσεται στις τελευταίες θέσεις παραγωγής όσον αφορά τους δείκτες δασοπονίας και υλοτομίας και είναι μεταξύ των χωρών με τις χαμηλότερες ανά εκτάριο δημόσιες δαπάνες στην διαχείριση των δασών. Παρουσιάζει όμως έντονη τουριστική μεγέθυνση και αυξητικές οικοτουριστικές τάσεις, η οικονομική αποτίμηση των οποίων μπορεί να προσδώσει υπεραξία και να συμβάλει στην εφαρμογή της αειφορικής τους διαχείρισης. Η παρούσα εργασία σκοπεύει στην ανάδειξη της αξίας και την σημασία της οικονομικής αποτίμησης των οικοσυστημικών υπηρεσιών αναψυχής και τουρισμού των δασών, για την επίτευξη των στόχων της νέας Δασικής Στρατηγικής της ΕΕ με ορίζοντα το 2030.

Λέξεις κλειδιά: Οικοσυστημικές υπηρεσίες, αναψυχή, τουρισμός, οικονομική αποτίμηση, δάση

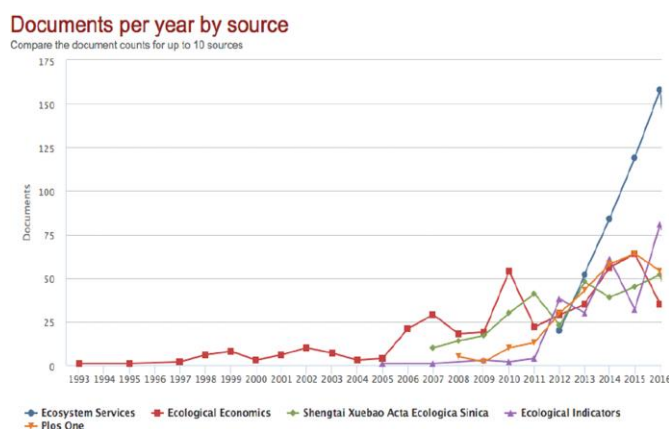
Εισαγωγή

Τα φυσικά οικοσυστήματα αποτελούν ένα σημαντικό ανανεώσιμο φυσικό κεφάλαιο, η αξιοποίηση του οποίου με βιώσιμο τρόπο είναι σημαντική για την επίτευξη του ευ ζην στις ανθρώπινες κοινωνίες τον 21^ο αιώνα (Barbier 2011). Η ελεύθερη πρόσβαση και η χωρίς έλεγχο χρήση και κατανάλωση των φυσικών πόρων υποβαθμίζει την ικανότητα των φυσικών οικοσυστημάτων να τους αναπληρώσουν. Μια συνεχόμενη μείωση της παραγωγής οικοσυστημικών υπηρεσιών των φυσικών οικοσυστημάτων απειλεί την ευημερία των ανθρώπινων κοινωνιών και αδυνατεί να καλύψει τις ανάγκες ενός συνεχόμενα αυξανόμενου πληθυσμού (Hardin 1998). Η ανάλυση και διερεύνηση των οικοσυστημικών αυτών υπηρεσιών, συμβάλει στην ανάπτυξη μεθόδων αειφορικής διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων. Οι οικοσυστημικές υπηρεσίες διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες: Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι προμηθευτικές υπηρεσίες υλικών αγαθών, όπως ξυλεία, τρόφιμα, πόσιμο νερό, φαρμακευτικοί και άλλοι υλικοί πόροι. Στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι ρυθμιστικές υπηρεσίες που αφορούν την ρύθμιση του κλίματος, του κύκλου του νερού, την υγεία του εδάφους, την επικονίαση των φυτών και την διατήρηση της βιοποικιλότητας. Στην τρίτη κατηγορία εντάσσονται σημαντικές υποστηρικτικές υπηρεσίες όπως ο σχηματισμός του εδάφους, βιομάζας και η συντήρηση του κύκλου των θρεπτικών συστατικών. Στην τέταρτη κατηγορία εντάσσεται ένα σύνολο πολιτιστικών υπηρεσιών που αφορούν την αναψυχή και τον οικοτουρισμό, τις αισθητικές αξίες, την πνευματική και σωματική υγεία, τις θρησκευτικές και πνευματικές αξίες (Leemans & De Groot 2003).

Από την δεκαετία του 1970, επιστήμονες άρχισαν να αναλύουν το σύνολο των οικοσυστημικών υπηρεσιών και μια δεκαετία αργότερα, αναπτύχθηκε η οικονομική της οικολογίας ως ένας νέος κλάδος που εντάσσει τους περιβαλλοντικούς πόρους στο οικονομικό κύκλωμα μεταξύ του κράτους, των επιχειρήσεων και των νοικοκυριών. Την δεκαετία του 90 άρχισε η μεθοδολογική προσέγγιση της οικονομικής αποτίμησης των οικοσυστημικών υπηρεσιών (Costanza κ.α. 2017).

Στην πρώτη προσπάθεια οικονομικής αποτίμησης του συνόλου των οικοσυστημικών υπηρεσιών της βιόσφαιρας, η αξία τους εκτιμήθηκε στα 33,268τρίς δολάρια. Σε αυτή την εκτίμηση, με αξία τα 3,83τρίς δολάρια και με ποσοστό 11,5% υπολογίστηκαν οι πολιτιστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες, η αναψυχή και οι πνευματικές αξίες, γεγονός που αναδεικνύει την σημασία τους (Costanza κ.α. 1997). Παρόλο που κατακρίθηκε η μεθοδολογία και το αποτέλεσμα της παραπάνω εκτίμησης από τους οικονομολόγους, τονίστηκε η σημασία της αξίας της οικονομικής αποτίμησης των οικοσυστημικών υπηρεσιών ως εργαλείο για την αποτελεσματική διαχείρισή τους (Pearce 1998). Η συνολική οικονομική αποτίμηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών των φυσικών οικοσυστημάτων λειτουργεί ως εργαλείο μέτρησης των περιβαλλοντικών οφελών και της απόδοσης των φυσικών οικοσυστημάτων, εμπλέκοντας τις οικοσυστημικές υπηρεσίες στο οικονομικό κύκλωμα και δημιουργώντας νέες αγορές (Thompson 2012).

Η κατανόηση από τους επιστήμονες της αξίας και της συμβολής των οικοσυστημικών υπηρεσιών στην ευημερία των ανθρώπινων κοινωνιών οδήγησε σε αύξηση των σχετικών με αυτές ερευνών (Σχήμα 1) (Costanza κ.α. 2017), κυρίως μετά από την έκδοση το 2012 της σύνθεσης των αποτελεσμάτων από την διεθνή πρωτοβουλία TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) για την Οικονομική των Οικοσυστημάτων και της Βιοποικιλότητας. Η αξιολόγηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών πρέπει να οριοθετείται στον χώρο και στον χρόνο, να διερευνά τις ενδεχόμενες συνέργειες και ανταλλαγές μεταξύ κοινωνίας, οικονομίας και περιβάλλοντος αλλά και μεταξύ των ίδιων των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Η οικονομική αποτίμηση κάθε οικοσυστημικής υπηρεσίας ενδέχεται να γίνεται με διαφορετικούς και με άνω του ενός εναλλακτικούς τρόπους. Σημαντική για την επιτυχή οικονομική αποτίμηση είναι η σαφής οριοθέτηση μεταξύ λειτουργιών των οικοσυστημάτων, υπηρεσιών και ωφελειών που προκύπτουν. Διαφορετικές διαχειριστικές προσεγγίσεις επηρεάζουν την παραγωγή των επιμέρους και του συνόλου των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Για την βέλτιστη διαχείρισή τους, θα πρέπει να υπάρχει σαφής προσδιορισμός των ενδιαφερόμενων μερών και διαφάνεια στην λήψη αποφάσεων (Kumar 2012).



Σχήμα 1. Εργασίες ανά έτος σχετικά με την οικονομική των φυσικών οικοσυστημάτων. (Πηγή: Costanza κ.α.. 2017)
Figure 1. Research publishes per year concerning the evaluation of ecosystem services. (Source: Costanza κ.α.. 2017)

Μεταξύ των παραγόμενων υπηρεσιών παρουσιάζονται ανταλλαγές όταν η παραγωγή και η χρήση μιας οικοσυστημικής υπηρεσίας μειώνει την παραγωγή ή τα οφέλη από μια άλλη, και συνέργειες όταν η παραγωγή ή χρήση μιας οικοσυστημικής υπηρεσίας αυξάνει τα οφέλη και την παραγωγή μιας άλλης (Turkelboom κ.α. 2015). Διαχειριζόμενα δασικά οικοσυστήματα με στόχευση την παραγωγή ξυλείας, δημιουργούν οικονομικά οφέλη αλλά παρουσιάζουν ανταλλαγές με την διατήρηση της βιοποικιλότητας, τις αισθητικές αξίες και τις αξίες αναψυχής, τις περιόδους που εκτελούνται υλοτομικές δραστηριότητες. Προστατευόμενες δασικές περιοχές με διαχειριστικούς στόχους την διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία των οικολογικών διαδικασιών, παρουσιάζουν ελάχιστα άμεσα οικονομικά οφέλη, παράγουν όμως υψηλές αξίες βιοποικιλότητας και αισθητικές αξίες. Μια πιο «κοντά στην φύση» διαχειριστική προσέγγιση στοχεύει στην επίτευξη ισορροπίας μεταξύ παραγωγικών, προστατευτικών και κοινωνικών λειτουργιών (Larsen κ.α. 2012).

Στην νέα στρατηγική για τα δάση της Ευρωπαϊκής Ένωσης με ορίζοντα το 2030 η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει στην αύξηση της δασοκάλυψης, του αριθμού των προστατευόμενων περιοχών και στην βελτίωση της αειφορικής διαχείρισης των δασών με στόχο την διατήρηση της βιοποικιλότητας και την αύξηση της συμβολής τους στην ανάσχεση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής.

Μεταξύ της δέσμης των οχτώ μέτρων της νέας στρατηγικής για τα δάση, περιλαμβάνεται και η προώθηση του οικοτουρισμού. Με την ανάπτυξη του οικοτουρισμού επιτυγχάνονται ταυτόχρονα η πράσινη μετάβαση του τουρισμού και η παραγωγή οικονομικών ωφελειών. Η κάλυψη των τουριστικών αναγκών με δραστηριότητες δασικής αναψυχής ανέδειξε τον οικοτουρισμό σε ανερχόμενη τουριστική τάση ακόμη και όταν ίσχυαν περιορισμοί στις μετακινήσεις και απαιτούνταν κοινωνική αποστασιοποίηση κατά την περίοδο της πανδημίας του covid-19 (De Haas κ.α. 2020, Derks κ.α. 2020). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα το 2021, το 42% του δείγματος δήλωσε πως αύξησε τον ρυθμό των επισκέψεων στα δάση κατά την διάρκεια της πανδημίας. Όσοι αύξησαν τον ρυθμό των επισκέψεων τους, δήλωσαν πρόθεση για μελλοντικές τουριστικές επισκέψεις με διανυκτέρευση στο προσεχές μέλλον κατά 49,52%. (Georgilas κ.α. 2021). Ο οικοτουρισμός, παρόλο που αποτελεί την πιο υπεύθυνη, βιώσιμη και αειφορική μορφή τουρισμού, ενδέχεται να προκαλέσει πιέσεις στα δάση και στις προστατευόμενες περιοχές, απειλώντας την διατήρηση της βιοποικιλότητας (Tsitsoni & Batala 2000). Η χρήση τεχνολογιών της πληροφορίας με την αξιοποίηση των έξυπνων πολυσυσκευών τηλεφώνου των επισκεπτών/τουριστών, μπορεί να συμβάλει στην μείωση των πιέσεων του τουρισμού στις δασικές και προστατευόμενες περιοχές (Andreopoulou 2012, Andreopoulou κ.α. 2022). Αν συγχρόνως με την οικονομική αποτίμηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών αναψυχής και τουρισμού, αποτιμώνται και οι οικοσυστημικές υπηρεσίες βιοποικιλότητας, δύναται να διερευνώνται ενδεχόμενες ανταλλαγές μεταξύ των οικοσυστημικών αυτών υπηρεσιών. Πιθανές ανταλλαγές μεταξύ οικοσυστημικών υπηρεσιών βιοποικιλότητας και οικοσυστημικών υπηρεσιών τουρισμού και αναψυχής δημιουργούν ένα κόστος ευκαιρίας (Paraspyropoulos & Pappas 2008).

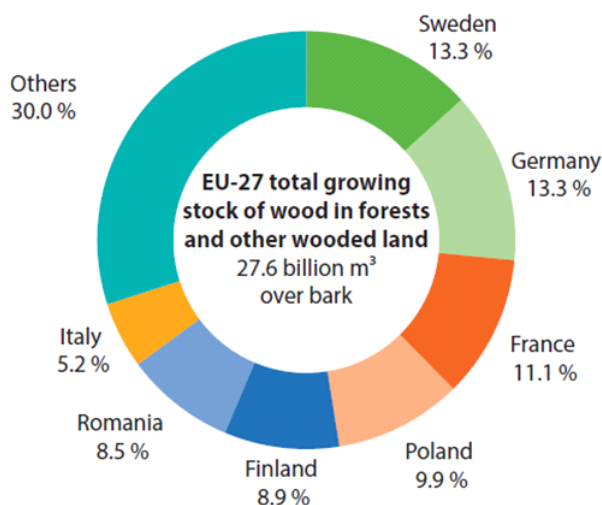
Το πανευρωπαϊκό σύνολο των δεικτών για την αειφορική διαχείριση των δασών μπορεί εν μέρει να αποτιμήσει την αξία των οικοσυστημικών υπηρεσιών αναψυχής και τουρισμού. Μεταξύ των 34 ποσοτικών και των 11 ποιοτικών δεικτών που αξιοποιούνται, με το κριτήριο 6.10 επιχειρείται η αποτίμηση της δασικής αναψυχής (Lier κ.α. 2022). Παρόλο που υπάρχει συμμετοχή στην οικονομία και παραγωγή άμεσου οικονομικού οφέλους για την παραγωγή ξυλείας στην ΕΕ, οι Ευρωπαίοι ιδιοκτήτες και Διαχειριστές Δασών εξέφρασαν την λύπη τους για την μη εμπλοκή και συμμετοχή τους σε σχήματα πληρωμών (Payments for Ecosystem Services) για παροχή άλλων οικοσυστημικών υπηρεσιών (αποθήκευση άνθρακα και διατήρηση της βιοποικιλότητας), που συμβάλουν στους στόχους της νέας δασικής στρατηγικής της ΕΕ για το 2030 (Gordeeva κ.α. 2022).

Η παρούσα εργασία σκοπεύει στην ανάδειξη της αξίας και της σημασίας της οικονομικής αποτίμησης των οικοσυστημικών υπηρεσιών αναψυχής και τουρισμού των δασών για την επίτευξη των στόχων της νέας Δασικής Στρατηγικής της ΕΕ με ορίζοντα το 2030.

Υλικά και Μέθοδοι

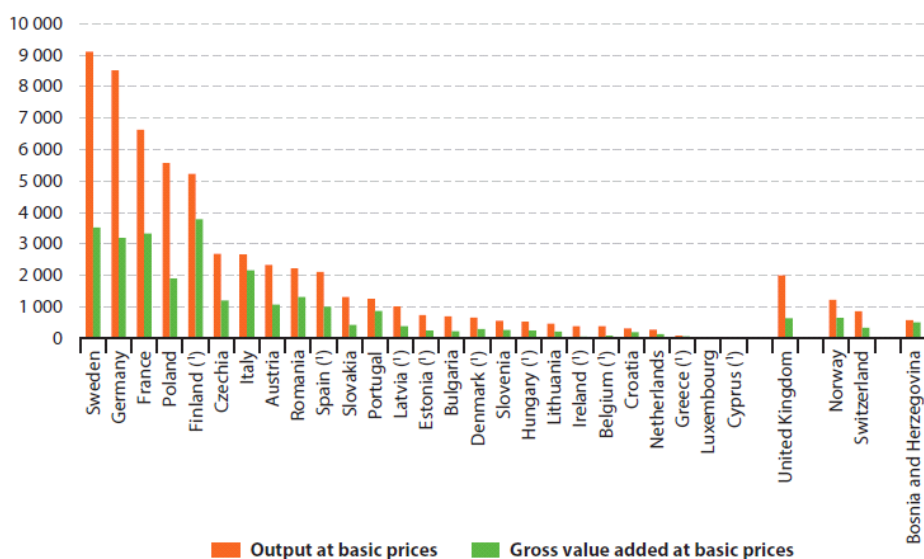
Η επίτευξη των στόχων της παρούσας εργασίας προσεγγίζεται μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση (Snyder 2019) και με την σύνθεση στατιστικών εκδομένων από οργανισμούς της ίδιας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Eurostat, MCPFE και ΕΛΣΤΑΤ) και των Ηνωμένων Εθνών (FAO). Η αυξανόμενη διαθεσιμότητα ανοιχτών πηγών στατιστικών δεδομένων όπως αυτή της Eurostat παρέχει νέες ευκαιρίες για την έρευνα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Lahti κ.α. 2017). Η αξιοποίηση των δεδομένων των ανοιχτών πηγών στατιστικών συμβάλει στην διαφάνεια, την καινοτομία, την έρευνα και στην καλύτερη αλληλεπίδραση των ενδιαφερομένων μερών στα κράτη μέλη και στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Κανάκη 2017).

Αποτελέσματα-Συζήτηση



Σχήμα 2. Ξυλοπόθεμα σε δασικές περιοχές στην Ευρώπη, 2020. (Πηγή: FAO, Global Forest Resources Assessment)
Figure 2. Growing stock of wood in forests and other wooded land, 2020. (Source: FAO, Global Forest Resources Assessment, 2020)

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2020, οι χώρες με την υψηλότερη παραγωγή δασικής φυτικής βιομάζας όπως η Σουηδία με ποσοστό 13,3%, η Γερμανία με ποσοστό 13,3%, η Γαλλία με ποσοστό 11,1%, η Φινλανδία με ποσοστό 8,9% και η Πολωνία με ποσοστό 9,9% (Σχήμα 2), παρουσίασαν και τα υψηλότερα οικονομικά οφέλη προερχόμενα από την δασοπονία και τις υλοτομίες (Σχήμα 3). Η Ελλάδα, παρόλο που σε δασική κάλυψη βρίσκεται ποσοστιαία 8^η στην Ευρωπαϊκή Ένωση, κατατάσσεται στις τελευταίες θέσεις όσον αφορά τα έσοδα από την δασοπονία και τις υλοτομίες, ενώ παρουσιάζει μείωση άνω του 25% του προσωπικού που ασχολείται με την δασοκομία, και μείωση του γενικού πληθυσμού στις περισσότερες περιφέρειες της χώρας (Eurostat 2020, ΕΛΣΤΑΤ 2022).



Σχήμα 3. Οικονομικοί δείκτες δασοπονίας και υλοτομίας στην ΕΕ, 2017. Παραγωγή σε βασικές τιμές (Κόκκινο) και Ακαθάριστη προστιθέμενη αξία σε βασικές τιμές (Πράσινο). (Πηγή: Eurostat)
Γράφημα 3. Economic indicators for forestry and logging in EU, 2017. Output at basic prices (Red) and Gross value added at basic prices (Green). (Source: Eurostat)

Τα οικονομικά οφέλη από την δασοπονία και τις υλοτομίες φαίνεται να παρουσιάζουν θετική συσχέτιση με το ύψος των δημοσίων δαπανών στις δασικές περιοχές. Η Σουηδία, η Γερμανία και η Γαλλία, χώρες με τις υψηλότερες επιδόσεις στους οικονομικούς δείκτες δασοπονίας και υλοτομίας στην ΕΕ (Σχήμα 3) παρουσιάζουν υψηλές δημόσιες δαπάνες για την διαχείριση των δασών, με ποσά που κυμαίνονται μεταξύ 56,8€/εκτάριο για την Βόρεια Ευρώπη, 97,2€/εκτάριο στην Νοτιοδυτική Ευρώπη και 103,4€/εκτάριο στην Κεντροδυτική Ευρώπη (πρώτη στήλη Πίνακα 1). Στην Νοτιοανατολική Ευρώπη όπου βρίσκεται και η Ελλάδα, οι δημόσιες δαπάνες στις δασικές περιοχές είναι 9,6€/εκτάριο (πρώτη στήλη Πίνακα 1), περίπου έξι με έντεκα φορές μικρότερες από ότι στην Νοτιοδυτική, Κεντροδυτική Ευρώπη και Βόρεια Ευρώπη. Παρόμοια εικόνα παρουσιάζουν και οι δημόσιοι πόροι που δαπανώνται σε διοικητικό κόστος για την αειφορική διαχείριση των δασών, με 34,8€/εκτάριο στην Κεντροδυτική Ευρώπη και μόνο 0,5€/εκτάριο στην Νοτιοανατολική Ευρώπη (τρίτη στήλη, Πίνακας 1.)

Πίνακας 1. Αναλογίες δημόσιας δαπάνης προς δασική έκταση, ανά περιοχή, 2017. (Πηγή: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe 2020)

Table 1. Ratios of public expenditure to the forest area, by region, 2017. (Source: MCPFE 2020)

Region	The ratio of total public expenditure (reported) to the total forest area	The ratio of transfer payments to the area of private forest	The ratio of administration costs to the total forest area
	EUR/ha forest	EUR/ha private forest	EUR/ha forest
North Europe	56.8	5.7	4.3
Central-West Europe	103.4	58.8	34.8
Central-East Europe	13.2	16.7	2.0
South-West Europe	97.2	59.3	6.6
South-East Europe	9.6	1.5	0.5
Europe	71.6	24.9	7.1

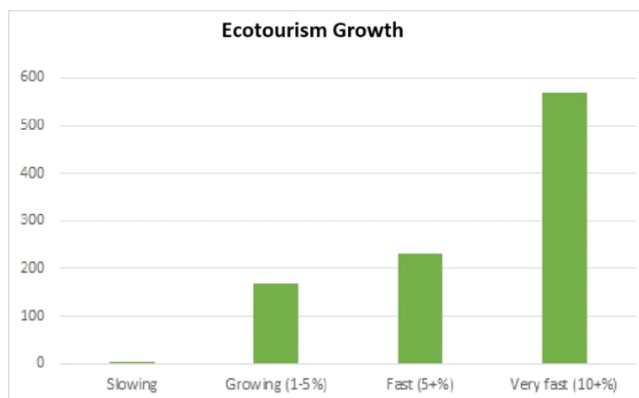
Το 70% των δασικών εκτάσεων στην Ευρώπη είναι προσβάσιμα για δημόσια αναψυχή. Το ποσοστό φτάνει στο 98,9% στα δάση της Βόρειας Ευρώπης. Αντιθέτως, στην Νοτιοανατολική Ευρώπη εμφανίζεται το χαμηλότερο ποσοστό με 38.7% (Πίνακας 2.).

Πίνακας 2. Ποσοστό δασικών εκτάσεων που διατίθενται για δημόσια αναψυχή στην Ευρώπη, 2015. (Πηγή: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe)

Table 2. Percentage of Forests and Other Wooded Lands (FOWL) area available for public recreation in Europe, 2015. (Source: MCPFE)

Region	Percentage of FOWL area available for the public for recreational purposes
North Europe	98.9
Central-West Europe	57.9
Central-East Europe	69.7
South-West Europe	-
South-East Europe	38.7
EU-28	84.1
Europe	70.0

Υπάρχει η πρόβλεψη σε ποσοστό γύρω στο 60% μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων του τουρισμού πως ο οικοτουρισμός είναι ανερχόμενη τουριστική τάση και θα παρουσιάσει ραγδαία ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια (Γράφημα 4.) (The International Ecotourism Society 2019).



Σχήμα 4. Πρόβλεψη μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων του τουρισμού για την ανάπτυξη του Οικοτουρισμού. (Πηγή: *The International Ecotourism Society, 2019*).

Figure 4. Stakeholders' belief about future Ecotourism growth. (Source: TIES, 2019)

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από το 1997 έχουν δημοσιευθεί σημαντικές εργασίες σχετικές με την ανάδειξη της αξίας και την οικονομική αποτίμηση των άυλων οικοσυστημικών υπηρεσιών των δασών. Στην παρούσα εργασία αναδείχθηκε πως τουλάχιστον για τις χώρες με τα υψηλότερα αποτελέσματα στους οικονομικούς δείκτες δασοπονίας και υλοτομίας στην ΕΕ (όπως η Γερμανία, η Σουηδία και η Γαλλία), οι δημόσιες δαπάνες για την διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων φαίνονται να σχετίζονται περισσότερο με τα άμεσα οικονομικά οφέλη που αποφέρει η αξιοποίηση της παραγωγής υλικών, και λιγότερο από τις άυλες παραγόμενες οικοσυστημικές υπηρεσίες. Στις δασικές περιοχές την Νοτιοανατολικής Ευρώπης, τα άμεσα οικονομικά οφέλη από την δασοπονία και τις υλοτομίες είναι ελάχιστα ενώ και οι δημόσιες δαπάνες ανά εκτάριο είναι οι χαμηλότερες στην Ευρώπη. Μεταξύ των χωρών της Νοτιοανατολικής Ευρώπης συγκαταλέγεται και η Ελλάδα, η οποία είναι μια χώρα με έντονη τουριστική μεγέθυνση και δυναμική, η οποία μπορεί να δημιουργήσει υπεραξία στις παραγόμενες οικοσυστημικές υπηρεσίες αναψυχής και τουρισμού. Η οικονομική αποτίμηση αυτής της υπεραξίας θα συμβάλει στις προσπάθειες για αύξηση των δημοσίων και κοινοτικών δαπανών στα Ελληνικά δάση.

Η δασική αναψυχή υποκινείται κυρίως από την προσβασιμότητα των δασών, τις υποδομές που υποστηρίζουν την αναψυχή και τις θετικές επιπτώσεις της στην σωματική και ψυχική υγεία. Με την αύξηση των επισκέψεων και του τουρισμού στις δασικές και προστατευόμενες περιοχές, αυξάνονται και τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από τις οικοσυστημικές υπηρεσίες αναψυχής. Η αύξηση της προσβασιμότητας στα Ελληνικά δάση για πραγματοποίηση οικοτουριστικών δραστηριοτήτων θα ενισχύσει ακόμη περισσότερο τις προσπάθειες για ανάπτυξη υπεύθυνων μορφών τουρισμού που θα συμβάλουν στην επιμήκυνση της τουριστικής περιόδου με την διασπορά των τουριστικών επισκέψεων σε όλη την χώρα και καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Θα συμβάλουν επίσης στην τοπική ανάπτυξη των παραδασόβιων περιοχών ενισχύοντας τις ευκαιρίες για απασχόληση και την αύξηση του εισοδήματος των κατοίκων τους.

Το κόστος που προκύπτει από πιθανές ανταλλαγές μεταξύ οικοσυστημικών υπηρεσιών αναψυχής και οικοσυστημικών υπηρεσιών βιοποικιλότητας μπορεί να καλυφθεί με δημόσιους και κοινοτικούς πόρους μέσα από σχήματα πληρωμών για παροχή οικοσυστημικών υπηρεσιών βιοποικιλότητας (Payments for Ecosystem Services).

Abstract

Integrated and sustainable forest management can increase the production of ecosystem goods and services. European countries with intensive forestry and logging activity presenting high incomes (such as Sweden, Germany and France), invest the higher per hectare amount in forest management. Greece ranks last in terms of productivity in forestry and logging indicators and is among the countries with the lowest per hectare public expenditure on forest management.

However, it presents strong tourism growth and increasing eco-tourism trends, the economic valuation of which can provide surplus value and contribute to the implementation of new forest management policies. This work aims to highlight the value and importance of the economic valuation of the ecosystem services of recreation and tourism of forests, in order to achieve the objectives of the new EU Forest Strategy with a horizon of 2030.

Βιβλιογραφία

- Andreopoulou, Z. 2012. Green Informatics: ICT for green and Sustainability. *Agrárinformatika/Journal of Agricultural Informatics*, 3(2), 1-8.
- Andreopoulou, Z., Georgilas, A., Tsitsoni, T., & Tsakaldimi, M. The role of smartphone in nature-based tourism boost. in ruralni turizam: kvaliteta, održivost, uključivost rural tourism: quality, sustainability, inclusiveness zbornik radova congress proceedings (p. 74).
- Barbier, E. B. 2011. Capitalizing on nature: ecosystems as natural assets. Cambridge University Press. Page 3.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260.
- Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., ... & Grasso, M. 2017. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. *Ecosystem services*, 28, 1-16.
- De Haas, M., Faber, R., Hamersma, M. 2020. How COVID-19 and the Dutch 'intelligent lockdown' change activities, work and travel behaviour: evidence from longitudinal data in the Netherlands, *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.* 6, 100150, available at <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100150>
- Derks, J., Giessen, L., & Winkel, G. 2020. COVID-19-induced visitor boom reveals the importance of forests as critical infrastructure, *Forest Policy and Economics*, 118, 102253
- EC. 2022. Nature Restoration Law. European Commission. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en#documents
- Eurostat. 2020. Agriculture, forestry and fishery statistics. European Union, 2020. doi:10.2785/143455
- Georgilas, A., Tsitsoni, T., Andreopoulou, Z., Tsakaldiki, M., & Kostopoulou, S. 2021. The increase of visits and prospects of ecotourism in Greek forest areas during the period of the covid-19 pandemic, *MIBES Transactions*, 15 (1), 27-35.
- Gordeeva, E., Weber, N., & Wolfslehner, B. 2022. The New EU Forest Strategy for 2030—An Analysis of Major Interests. *Forests*, 13(9), 1503.
- Hardin, G. 1998. Extensions of "the tragedy of the commons". *Science*, 280(5364), 682-683.
- Kumar, P. 2012. The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. Routledge.
- Lahti, L., Huovari, J., Kainu, M., & Biecek, P. 2017. Retrieval and Analysis of Eurostat Open Data with the eurostat Package. *R J.*, 9(1), 385.
- Larsen, J. B. (2012). Close-to-nature forest management: the Danish approach to sustainable forestry. *Sustainable forest management—current research*, 199-218.
- Leemans, R., & De Groot, R. S. 2003. Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. P 56-60
- Lier, M., Köhl, M., Korhonen, K. T., Linser, S., Prins, K., & Talarczyk, A. 2022. The New EU Forest Strategy for 2030: A New Understanding of Sustainable Forest Management?. *Forests*, 13(2), 245.
- MCPFE. 2020. State of Europe's Forests 2020. Liaison Unit Bratislava, EU.
- Papaspyropoulos, K. G., & Pappas, I. A. (2008, September). Visitors' profile and their perceptions of the aesthetic forest Kouri of Almyros, Greece. In Proceedings (in CD) of the 6th European Conference on Ecological Restoration, Ghent.
- Pearce, D. 1998. Auditing the earth: the value of the world's ecosystem services and natural capital. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 40(2), 23-28.

- Snyder, H. 2019. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339.
- Thompson, B. 2012. Background and history. Ecosystem services. In Quest, C. y Moore Foundation (eds.) *Measuring nature's balance sheet of 2011 Ecosystem services seminar series*, 1-14
- TIES 2019. Responses to the international ecotourism society's september 2019 survey. The International Ecotourism Society, <https://ecotourism.org/news/responses-to-the-international-ecotourism-societys-september-2019-survey/>
- Tsitsoni, T. K., & Batala, E. G. 2000. The regime of protected areas in European and worldwide level. *Epistemonike Epeterida tou Tmematos Dasologies kai Fusikou Periballontos*, Aristoteleio Panepistemio Thessalonikes, 43(2), 563-579.
- Turkelboom, F., Thoonen, M., Jacobs, S., & Berry, P. (2015). Ecosystem service trade-offs and synergies. *Ecology and Society*, 21(1), 43.
- Xu, L., Ao, C., Liu, B., & Cai, Z. 2022. Ecotourism and sustainable development: a scientometric review of global research trends. *Environment, Development and Sustainability*, 1-27.
- ΕΛΣΤΑΤ. 2022. Αποτελέσματα απογραφής 2021. Ελληνική Στατιστική Αρχή.
- Κανάκη, Ε. 2017. Δημιουργία συστήματος παραγωγής και οπτικοποίησης δεικτών της ΕΛΣΤΑΤ για την ελληνική κοινωνία.

Θεματική Ενότητα: Νέες Τεχνολογίες

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΝΕΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Βλάχου, Μαρία¹; Καραδόντα, Αντιγόνη²; Παπαδόπουλος, Ιωάννης³

¹ Γενική Γραμματεία Δασών, Γενική Δ/ση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος – Δ/ση Δασικών Έργων και Υποδομών, Τμήμα Δασικών Χαρτών, Δασολογίου, Απογραφής και Θεματικής Υποστήριξης των Δικαιωμάτων του Δημοσίου, Τέρμα Αλκμάνους, 115 28 Ιλίσια, ma.vlachou66@gmail.com

² Δασαρχείο Χαλκίδας, Πήλικα 28-341 00 Χαλκίδα, akaradonta@gmail.com

³ Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών και Σχεδιασμού Ξύλου - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Β. Γρίβα 11-13, 43100 Καρδίτσα, papadio@uth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια συστηματική προσπάθεια να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης ώστε να βρουν εφαρμογή στην ελληνική δασοπονία, κάτω από το πρίσμα του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ (ΝΔΜ) και μέσα από «καλές πρακτικές». Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε συστηματική ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας ώστε να αναδειχθεί ότι η πρόκληση που καλούνται οι δασικές υπηρεσίες να αντιμετωπίσουν για την αποτελεσματική διαχείριση των δασών και την αντιμετώπιση των διαφόρων προκλήσεων όπως: η προστασία τους από τις πυρκαγιές, η ανίχνευση της αποψίλωσης ή και παραβίασης των δασών, στην υγεία τους, η παροχή αυτοματοποιημένων διαδικασιών για την διοίκηση των δασικών υπηρεσιών (νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ) και η κλιματική αλλαγή, μπορούν να αντιμετωπιστούν πολύ αποτελεσματικότερα με τα εργαλεία της τεχνητής νοημοσύνης στη λήψη των αποφάσεων.

Λέξεις κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ, Δασοπονία

Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (στο εξής TN) ως κλάδος της επιστήμης των υπολογιστών, ασχολείται με τη δημιουργία έξυπνων μηχανών ή προγραμμάτων, την ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων που μπορούν να εκτελούν καθήκοντα που απαιτούν (ή και προσομοιώνουν) ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η ανάλυση, η κατανόηση ή μάθηση και η λήψη αποφάσεων με βάση τα δεδομένα και την εμπειρία. Μέσω της εξέλιξης της τεχνητής νοημοσύνης, επιδιώκεται η δημιουργία πιο έξυπνων, αυτόνομων και προορατικών συστημάτων που μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση ποικίλων προβλημάτων και να βελτιώσουν την ανθρώπινη εμπειρία σε πολλούς τομείς, όπως η υγεία, η εκπαίδευση, η κινητικότητα, η επικοινωνία, η χρηματοοικονομική, η αυτοκινητοβιομηχανία, αυτόνομη οδήγηση, και πολλοί άλλοι.

Η TN προκειμένου να επιτύχει τους στόχους της χρησιμοποιεί διάφορες τεχνικές, όπως η μηχανική μάθηση, η ευφυής αναζήτηση, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και η αναγνώριση προτύπων. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ανίχνευση προτύπων, την αυτόνομη λήψη αποφάσεων, την αυτόματη επεξεργασία γλωσσικού περιεχομένου και την εκτέλεση εργασιών που απαιτούν λογική σκέψη, αντίληψη, μάθηση και επίλυση προβλημάτων.

Η έννοια της τεχνητής νοημοσύνης (TN) αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1950, έχοντας μια σημαντική πορεία δια του χρόνου με σημείο αιχμής την δεκαετία του 1990, όπου ωφελείται από την αύξηση της διαθεσιμότητας της υπολογιστικής ισχύος και την ανάπτυξη μεθόδων μηχανικής μάθησης. Αυτό οδηγεί σε επιτεύγματα όπως οι αυτόνομοι αλγόριθμοι και τα συστήματα αναγνώρισης φωνής. Από τότε, η TN συνεχίζει να εξελίσσεται με την εμφάνιση νέων τεχνικών και προσεγγίσεων, όπως η βαθιά μάθηση και τα νευρωνικά δίκτυα.

Ο ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης διαφέρει ανάλογα με τον στόχο που αυτή καλείται να επιτελέσει. Υπό το πρίσμα αυτό δεν υπάρχει διεθνής, κοινά αποδεκτός ορισμός και οι ορισμοί που

έχουν επικρατήσει καθορίζονται με βάση την προσέγγισή τους (ανθρώπινη και ορθολογιστική σκέψη ή συμπεριφορά αντίστοιχα). Ως πιο πρόσφορος ορισμός για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε: «η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένα σύνολο αλγορίθμων, που δέχεται ερεθίσματα και δεδομένα τα οποία μπορεί να αναλύει και στα οποία μπορεί να εκπαιδεύεται (μηχανική μάθηση, *deep learning*) ώστε να ανταποκρίνεται αυτόνομα και με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο στη λειτουργία του (αυτόνομη κρίση), που μπορεί να έχει μόνο διάσταση λογισμικού (σε υπολογιστή) ή να συνοδεύεται και από υλικό μέρος (π. χ. ειδική κατασκευή ρομπότ) και που εμφανίζει τα γενικά χαρακτηριστικά της αντίληψης, της μάθησης και της επικοινωνίας» (Amanatidis κ.α. 2021).

Με βάση τις πρόσφατες εξελίξεις η ΤΝ, κατατάσσεται σε τρεις κύριες κατηγορίες: (1) την τεχνητή στενή νοημοσύνη (Artificial Narrow Intelligence - ANI), ικανή να επιλύσει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα και απαιτεί προγραμματισμό από ανθρώπους (Rosa & Feyereisl, 2016) (2) την τεχνητή γενική νοημοσύνη (Artificial General Intelligence - AGI), μπορεί να αυτοματοποιήσει τη μάθηση και να μεταδώσει τις εμπειρίες και τις δεξιότητές της σε άλλες εργασίες χωρίς ανθρώπινη βοήθεια (Adams κ.α. 2012) και (3) την τεχνητή υπερνοημοσύνη (Artificial Superintelligence - ASI) (Thierer κ.α. 2017), αντιπροσωπεύει την ανάπτυξη εξελιγμένου λογισμικού που υπερβαίνει σημαντικά τις δυνατότητες του ανθρώπινου νου. Παρόλο που μέχρι σήμερα δεν έχει αναπτυχθεί τέτοιο λογισμικό, οι επιστήμονες εκτιμούν ότι το ASI θα προκύψει στο μέλλον μετά από την εξέλιξη της Τεχνητής Γενικής Νοημοσύνης (Artificial General Intelligence - AGI) (Kreinczes 2016).

Η συνεχώς εξελισσόμενη τεχνητή νοημοσύνη ανοίγει νέους ορίζοντες στην κοινωνία και την οικονομία, επιτρέποντας μέσω της στατιστικής ανάλυσης δεδομένων την πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων. Ενισχύει την απόδοση, αποτελεσματικότητα και ακρίβεια σε πολλούς τομείς, αντιμετωπίζοντας προκλήσεις και προβλήματα με εξαιρετικά αποτελεσματικό και καινοτόμο τρόπο. Οι δημόσιοι οργανισμοί και τα κυβερνητικά γραφεία σε παγκόσμιο επίπεδο διεξάγουν δοκιμές με εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, προχωρώντας με σχετικά αργά και προσεκτικά βήματα. Στον αντίποδα, οι ιδιωτικές επιχειρήσεις ακολουθούν μια πιο γρήγορη και ευέλικτη προσέγγιση στις τεχνολογικές εξελίξεις (Mehrg 2017). Καθώς οι «μελλοντικές» εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στον ιδιωτικό τομέα έχουν ήδη εφαρμοστεί, φαίνεται πιθανό ότι η αντίστοιχη τεχνογνωσία θα μεταφερθεί στον δημόσιο τομέα σε σύντομο χρονικό διάστημα (Herman 2017a, 2017b). Παρά το γεγονός ότι εξακολουθούμε να απέχουμε από τη δημιουργία ενός συστήματος που θα λειτουργεί αυτόνομα για ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων, τα υπάρχοντα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης έχουν ξεπεράσει σε μεγάλο βαθμό τις προσδοκίες αναφορικά με την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων. Στην Ελλάδα, παρά την οικονομική κρίση και την αναιμική ανάπτυξη της χώρας, όπου ο δημόσιος τομέας παρουσιάζει παθολογία και χαμηλά ποσοστά ψηφιακών εφαρμογών, καθίσταται ολοένα και πιο επιτακτική την ανάγκη για μεταμόρφωση της δημόσιας διοίκησης.

Υλικά και Μέθοδοι

Η προσέγγιση αυτής της εργασίας βασίζεται σε λεπτομερή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, αξιοποιώντας πληροφορίες των διαφόρων άρθρων που αφορούν στην εφαρμογή της ΤΝ, έναν υποτομέα των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), και την εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ (ΝΔΜ) στη διαχείριση και τη δασοκομία. Το αντικείμενο της αναζήτησης περιλάμβανε τους όρους "τεχνητή νοημοσύνη", "Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ", "Δημόσια Διοίκηση" και "Πρόληψη των δασών από καταστροφές" περιλήφθηκαν στο γενικότερο πλαίσιο της δασικής έρευνας ως παραδείγματα εφαρμογής μοντέλων. Το επίκεντρο αυτής της εργασίας ήταν η εξερεύνηση των δυνατοτήτων εφαρμογής του ΝΔΜ, καθώς και της "Αξιοποίησης τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης" στις Δασικές Υπηρεσίες.

Αποτελέσματα

Τεχνητή Νοημοσύνη και Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ

Το Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ (ΝΔΜ), ενσωματώνοντας ιδέες από τον ιδιωτικό τομέα, αναδεικνύεται ως ένα επιτυχημένο μοντέλο μεταρρύθμισης της δημόσιας διοίκησης και διακυβέρνησης, επικεντρωμένο στη διαχείριση, την εξυπηρέτηση πελατών και χωρίς να αναγνωρίζει ιεραρχικούς μηχανισμούς ελέγχου. Παρά την ευρεία υιοθέτησή του, ορισμένα ριζοσπαστικά μοντέλα έχουν αναστείλει την επιτυχή εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών στην

κυβέρνηση, καθώς οι λειτουργίες πληροφορικής μεταβιβάστηκαν σε εξωτερικούς παρόχους. Υπάρχουν δε, αμφισβητήσεις ότι το ΝΔΜ έχει υπονομεύσει τη δημόσια συμμετοχή. Παρ' όλα αυτά, η ΤΝ αποτελεί μια προσέγγιση του ΝΔΜ που δεν είναι περιορισμένη εντός αυτού, επιτρέποντας τη δημιουργία μιας έξυπνης και ψηφιακής διοίκησης προς όφελος των ανθρώπων, εξασφαλίζοντας ομαλή λειτουργία μέσα από τη συνεχή καινοτομία.

Η ΤΝ, ως αναδυόμενη τεχνολογία, προσελκύει το ενδιαφέρον κυβερνήσεων και δημοσίων διοικήσεων παγκοσμίως, με την υπόσχεση βελτίωσης των δημόσιων υπηρεσιών και εξοικονόμησης πόρων (World Government Summit 2017, The Federal Government 2018). Η ευρωπαϊκή στρατηγική για την ΤΝ επισημαίνει τη μεταστροφική δύναμη της ΤΝ και τη δυνατότητα βελτίωσης των δημόσιων υπηρεσιών (European Commission, 2019). Οι εφαρμογές της ΤΝ στον δημόσιο τομέα αναμένεται να δημιουργήσουν παγκοσμίως εξοικονομήσεις ύψους 2 έως 5 δις. ευρώ και ανάπτυξη του παγκόσμιου ΑΕΠ κατά 1,93% μέχρι το 2025 (Cargemini Consulting, 2017). Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί αρκετές σημαντικές ιδέες και προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση των αδυναμιών της εφαρμογής του ΝΔΜ (New Public Management). Κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο έχουν εγκρίνει εθνικές στρατηγικές και πολιτικές (π.χ. Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και η Γερμανία) για την τεχνητή νοημοσύνη και έχουν τοποθετήσει ως προτεραιότητα την εφαρμογή της για την ψηφιοποίηση, τη βελτίωση της πολιτικής λήψης αποφάσεων, την αποτελεσματική διοίκηση και την παροχή καλύτερων υπηρεσιών προς τους πολίτες τους (OECD (2019a). Συνεπώς, η ΤΝ αποτελεί μία τεχνολογία με σημαντική δυναμική και ευκαιρίες για τον δημόσιο τομέα και τις κοινωνίες σε διάφορα μέρη του κόσμου (The Federal Government 2018, Halaweh 2018).

Η εξέλιξη της ψηφιακής διοίκησης και της πληροφορικής αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την αναμόρφωση της λειτουργίας των κυβερνητικών οργάνων και της αλληλεπίδρασής τους με πολίτες και επιχειρήσεις. Κριτικοί του ΝΔΜ ισχυρίζονται ότι παλαιότερες προσπάθειες παρέλειψαν να λάβουν υπόψη την ουσιαστική σημασία της πληροφορικής και των επικοινωνιών (Dunleavy κ.α., 2006).

Τρεις (3) προσεγγίσεις για τη δημόσια διοίκηση προσφέρουν εναλλακτικές θεωρητικές αντιλήψεις που συμπληρώνουν η μία την άλλη για τη σύγχρονη διοίκηση του δημόσιου τομέα αξιοποιώντας τις δυνατότητες της πληροφορικής ή των ψηφιακών μέσων: **(1^η) Διοίκηση στην Ψηφιακή Εποχή (Digital Era Governance - DEG)**. Αποσκοπεί στην αντιμετώπιση ορισμένων αρνητικών επιπτώσεων του Νέου Δημόσιου Μάνατζμεντ (*New Public Management - NPM*), επικεντρώνοντας στην επανενσωμάτωση των λειτουργιών στον δημόσιο τομέα, υιοθετώντας ολιστικές δομές που βασίζονται στις ανάγκες και εντατικοποιώντας την ψηφιοποίηση των διοικητικών διαδικασιών (ψηφιοποίηση). (Dunleavy κ.α., 2006). **(2^η) Διαχείριση Δημόσιας Αξίας (Public Value Management - PVM)**: Η Διαχείριση Δημόσιας Αξίας (PVM) επιδιώκει να δημιουργήσει δημόσια αξία μέσα από συλλογικές συζητήσεις και σαφής κατανόηση του δημόσιου συμφέροντος. **(3^η) Η Νέα Δημόσια Διοίκηση (New Public Governance - NPG)**, (Greve, 2015), ενσωματώνει στοιχεία της θεωρίας των θεσμών και των δικτύων (Osborne, 2010), εκλαμβάνοντας την παροχή δημόσιων υπηρεσιών ως ένα αλληλεξάρτητο και συνεκτικό σύστημα.

Η δυναμική οφέλους της τεχνητής νοημοσύνης για τη Δημόσια Διοίκηση είναι απροσδιόριστη. Οι τεχνολογίες της χρησιμοποιούνται για την αναδιοργάνωση της δημόσιας διοίκησης, περιλαμβάνοντας την αναβάθμιση και τον σχεδιασμό νέων διαδικασιών που εξυπηρετούν τις ανάγκες των πολιτών. Δημιουργούνται δε, νέοι μηχανισμοί που απλοποιούν και ενοποιούν τις διαδικασίες, μειώνοντας τις αλληλοεπικαλύψεις και το κόστος. Η χρήση εκτεταμένων θυρίδα αυτοματοποιημένης επικοινωνίας (chatbots) μπορεί να βελτιώσει την επικοινωνία μεταξύ πολιτών και κυβέρνησης. Επιπλέον, με την ασφαλή αποθήκευση και ανίχνευση των εθνικών και δημόσιων αρχείων και των δεδομένων των πολιτών, μπορούν να αποτραπουν απάτες, νομιμοποιήσεις εσόδων από παράνομες δραστηριότητες και απειλές κατά του δημόσιου συμφέροντος.

Το διοικητικό έργο μπορεί να εκτελείται με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, δημιουργώντας έτσι προστιθέμενη αξία για όλους. Ειδικότερα η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) μπορεί να συντελέσει στην: (1) Αυτοματοποίηση διαδικασιών: μπορεί να βοηθήσει στην αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων και τυποποιημένων διαδικασιών στη δημόσια διοίκηση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αποδοτικότητας, μείωση του ανθρώπινου λάθους και βελτίωση της ταχύτητας και της ακρίβειας στην παροχή διοικητικών υπηρεσιών. Οι δημόσιοι λειτουργοί θα έχουν βελτιωμένη και γρηγορότερη πρόσβαση σε λεπτομερείς πληροφορίες και συγκεκριμένα

δεδομένα, διαθέτοντας περισσότερο χρόνο για να επικεντρωθούν σε πιο πολύπλοκα καθήκοντα και να παρέχουν προσαρμοσμένες και εξατομικευμένες υπηρεσίες στους πολίτες.(2) Ανάλυση δεδομένων και λήψη αποφάσεων: μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων που συλλέγονται από τη δημόσια διοίκηση. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση προτύπων, την εξαγωγή πληροφοριών και την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων για πιο αποτελεσματική και αντικειμενική διοίκηση. Μέχρι σήμερα, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στη λήψη κυβερνητικών αποφάσεων παραμένει περιορισμένη (Engstrom, 2020, Sun & Medaglia 2019 και Desouza 2019).

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στον τομέα της δημόσιας διοίκησης, όπως η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων και η πρόβλεψη τάσεων, παρά τις προκλήσεις και περιορισμούς που εμποδίζουν την ευρεία εφαρμογή της.

Προϋποθέσεις αξιόπιστης και υπεύθυνης τεχνητής νοημοσύνης.

Επτά (7) είναι οι ουσιώδεις προϋποθέσεις, που αποτελούν βασικούς πυλώνες για μια αξιόπιστη και υπεύθυνη Τεχνητή Νοημοσύνη, βασιζόμενες στην εφαρμογή των αρχών: της υπευθυνότητας, διαφάνειας, της δικαιοσύνης, της ασφάλειας, της αξιοπιστίας, της συνεργασίας με τον άνθρωπο και της ηθικής. Η συμμόρφωση προς αυτές τις προϋποθέσεις είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη και χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης προς όφελος της ανθρωπότητας και της κοινωνίας. Δύο (2) από αυτές, σχετίζονται άμεσα με την χρηστή (καλή) διακυβέρνηση, η υπευθυνότητα (accountability) και η διαφάνεια (transparency).

Η αξιοπιστία των συστημάτων ΤΝ εξαρτάται από την τήρηση ηθικών προτύπων που αντανακλούν αξίες, υψηλής σημασίας για τον άνθρωπο. Παρά το γεγονός ότι οι συζητήσεις για την "Ηθική" της ΤΝ καταλαμβάνουν σημαντική θέση στην ατζέντα, δεν υπάρχει ένα ενιαίο σύνολο ηθικών προτύπων που να καθορίζουν τη λειτουργία της. Πληθώρα ηθικών προτύπων περιλαμβάνονται σε μη δεσμευτικούς "Κώδικες Ηθικής" από διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς. Η "Νέα Ηθική" επικεντρώνεται συνήθως γύρω από αξίες όπως η "διαφάνεια", η "δικαιοσύνη" και η "επεξηγηματικότητα". Ωστόσο, η υπάρχουσα ασάφεια και η ελαστικότητα του πεδίου και του περιεχομένου της "Νέας Ηθικής" δίνει την ευχέρεια σε όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, συμπεριλαμβανομένων και των τεχνολογικών κολοσσών να αναδείξουν και να προωθήσουν το "ηθικό" περιεχόμενο που προτιμούν.

Τεχνητή Νοημοσύνη – ΝΔΜ και Δασοπονία.

Το ΝΔΜ ως διαχειριστική φιλοσοφία και πρακτική υπογραμμίζει την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα της διοίκησης των δημόσιων οργανισμών, όπως η Δασική Υπηρεσία, μέσω επιχειρηματικών πρακτικών, συμπεριλαμβανομένης της πελατοκεντρικής προσέγγισης, της μείωσης γραφειοκρατικών εμποδίων και της αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών για βελτιωμένη διαχείριση. Με την ενσωμάτωση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ), συμπεριλαμβανομένης της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ), η εφαρμογή του ΝΔΜ επιδρά στη διαχείριση του δασικού τομέα, τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ελλάδα. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν βελτιωμένη λήψη αποφάσεων, διαχείριση, και υποστήριξη πολιτικών που αφορούν το δασικό περιβάλλον. Παρά την υστέρηση στην καινοτομία στη Δασοπονία, οι ψηφιακές τεχνολογίες αυξάνουν σε σημασία για τη διαχείριση των δασών, ειδικά όταν αντιμετωπίζουμε παγκόσμια ζητήματα όπως η κλιματική αλλαγή, η απώλεια βιοποικιλότητας και η αύξηση των ζωνοσογόνων ασθενειών που συνδέονται με την αποψίλωση και την απώλεια δασών (Ceballos κ.α. 2015). Επομένως, ο στόχος περιλαμβάνει την αποτελεσματική αξιοποίηση των δασικών πληροφοριών και την ανάπτυξη πολιτικών για την αύξηση της αποδοτικότητας, την προώθηση καινοτομιών και την προσαρμογή στη βιοοικονομία, διασφαλίζοντας την ανθεκτικότητα του δασικού οικοσυστήματος (Nitoslawski κ.α., 2021, Choudhry & O'Kelly 2018, Weiss 2013).

Εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στη Δασοπονία

Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης, μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση των δασών, συμβάλλοντας έτσι στην προστασία του περιβάλλοντος και κατ' επέκταση και στη μείωση της κλιματικής αλλαγής. Εφαρμογές της ΤΝ μπορούν να απαντηθούν: (1) Πρόληψη πυρκαγιών: Η ΤΝ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και πρόληψη πυρκαγιών στα δάση. Με τη χρήση αισθητήρων και επεξεργασία δεδομένων, η ΤΝ μπορεί να δώσει προβλέψεις για την εμφάνιση

πυρκαγιών και να ενεργοποιήσει προληπτικά μέτρα για την περιορισμό των ζημιών. (2) η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως βοήθημα για τους πυροσβέστες κατά την επιχείρηση κατάσβεσης της φωτιάς. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτόνομα ρομποτικά οχήματα για την εντοπισμό και την κατάσβεση των εστιών φωτιάς. Επιπλέον, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να αναλύουν την πορεία της φωτιάς και να προβλέπουν την εξάπλωσή της, βοηθώντας τις δυνάμεις κατάσβεσης να λάβουν αποφάσεις για την αποτελεσματική καταπολέμησή της και την βελτίωση των στρατηγικών κατάσβεσής τους. (Zechuan Wu , Bin Wang , Mingze Li *, Yurping Tian , Ying Quan , Jianyang Liu, 2022) (3) Ανίχνευση αποψιλώσεων και παραβίασης: Μέσω εικόνων υψηλής ανάλυσης και ανάλυσης δεδομένων, η ΤΝ μπορεί να ανιχνεύσει αποψίλωση των δασών και παραβίαση των νόμων περί δασών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην ταχεία ανίχνευση και αντίδραση σε παραβάσεις και παράνομες δραστηριότητες. Μέσω της χαρτογράφησης των διαφόρων ειδών της δασικής βλάστησης μπορεί κάποιος να παρακολουθεί το ρυθμό αποψίλωσης των. (Rantalaa, Brent Swallow, Riikka Paloniemia, Elina Raitanen, 2020) (4) Ολοκληρωμένη διαχείριση των δασών: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλλει στην ολοκληρωμένη διαχείριση των δασών, από την πρόληψη πυρκαγιών μέχρι την ανίχνευση αποψιλώσεων και την παρακολούθηση της υγείας των δασών. Αυτές οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βοηθήσουν στην προστασία των δασών και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, επιτρέποντας πιο αποτελεσματική αντιμετώπιση των προβλημάτων των πυρκαγιών και παραβιάσεων, προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον και την ανθρώπινη κοινότητα που εξαρτάται από τα δάση. (Salla Rantalaa, Brent Swallow, Riikka Paloniemia, Elina Raitanen, 2020) (5) Παρακολούθηση αναγέννησης – αναδάσωσης: Είναι εφικτό να δούμε την καμένη έκταση αλλά να παρακολουθήσουμε και την αναγέννηση αλλά και τις αναδασώσεις από το χρονικό πριν την πυρκαγιά έως και μετά την πυρκαγιά. (6) Παρακολούθηση της υγείας των δασών: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση νοσημάτων, παρασίτων και επιβλαβών ειδών που επηρεάζουν την υγεία των δασών. Με την ανάλυση εικόνων από δορυφόρους και αισθητήρες, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ανιχνεύσει πρόωρα αυτά τα προβλήματα, επιτρέποντας την άμεση παρέμβαση για την προστασία και αποκατάσταση της υγείας των δασών. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναλύει μεγάλα σύνολα δεδομένων και να προβλέπει τις τάσεις και τις εξελίξεις στην υγεία των δασών, παρέχοντας στους δασοπονούντες και τους υπεύθυνους για τη διαχείριση των δασών πολύτιμες πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων. Με αυτόν τον τρόπο, η τεχνητή νοημοσύνη συμβάλλει στην πρόληψη και επιτάχυνση της αντίδρασης σε πιθανές απειλές κατά των δασών. (7) Επανόρθωση της ζημιάς από καταγίδες και πλημμύρες: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση των περιοχών του δάσους που έχουν υποστεί ζημιά από καταγίδες και πλημμύρες. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματική επανόρθωση της ζημιάς και στην αποφυγή περαιτέρω ζημιάς στο δάσος (8) Τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν επίσης να αποδειχθούν χρήσιμα για εφαρμογές απογραφής δασών και χαρτογράφησης του φυλλώματος. Η αναπαράσταση δασών σε τρισδιάστατα μοντέλα, που δημιουργούνται με δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες στο πεδίο, μπορεί να επιφέρει μια δυναμική στη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση και την αξιολόγηση των δασών, μειώνοντας παράλληλα τους πόρους που απαιτούνται στο πεδίο (Chen κ.α., 2020). (9) Στην δασική βιομηχανία η επονομαζόμενη εφαρμογή ως «Δασολογία 4.0» (ή "διαδίκτυο του δάσους") (FP Innovations, 2021). Για παράδειγμα, οι "έξυπνες" μηχανές τροφοδοσίας που είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο επιτρέπουν τη βέλτιστη αξιοποίηση των προϊόντων του δάσους και την επικοινωνία με τις ανάγκες της αλυσίδας προμήθειας σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια των λειτουργιών ή την βελτιστοποίηση των μηχανημάτων για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (Müller κ.α., 2019). (10) Μοντελοποίηση της κλιματικής αλλαγής: Τα κλιματικά μοντέλα που βασίζονται στην ΑΙ έχουν τη δυνατότητα να κάνουν πιο ακριβείς προβλέψεις, επιτρέποντας στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να σχεδιάσουν αποτελεσματικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης της Deep Mind, για παράδειγμα, υπόσχεται να βελτιώσει την ακρίβεια των μετεωρολογικών προβλέψεων, γεγονός που μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη βελτίωση της κλιματικής μοντελοποίησης. (<https://thetotalbusiness.com/2023/05/20/techhth-nohmosynh-esg/>).

Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στη δασοπονία βασίζονται στην τηλεπισκόπηση (παρακολούθηση, σχεδιασμό και διαχείριση των δασών) και τη χρήση μηχανικής μάθησης (επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από αεροφωτογραφίες, δορυφορικές

εικόνες και τοπογραφικές μετρήσεις). Η LiDAR (Light Detection and Ranging) τεχνολογία, μέσω της οποίας γίνεται laser σάρωση για ακριβή απεικόνιση του εδάφους (Dassot κ.α. 2011 Mohan κ.α. 2017), αποτελεί εργαλείο πρωταρχικής σημασίας στην αξιολόγηση δασικών δομών, συνυπολογίζοντας την υψηλή συνέργεια με άλλες τεχνολογίες όπως τα γνωστά drones - UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*) (Ke κ.α. 2010, Tigges κ.α. 2013) και τις δορυφορικές εικόνες. Τα UAVs επιτρέπουν την παραγωγή λεπτομερών, ακριβών και υψηλής ανάλυσης δεδομένων για την κατάσταση των δασικών οικοσυστημάτων, υποστηρίζοντας την αξιολόγηση της βιοποικιλότητας και της αποψίλωσης. Η οικονομική προσιτότητα των UAVs, η αυτονομία στην διαδικασία συλλογής δεδομένων και η δυνατότητα παραγωγής τρισδιάστατων μοντέλων καθιστούν αυτήν την τεχνολογία αναντικατάστατη στην παρακολούθηση και αποκατάσταση δασικών περιοχών. Ο συνδυασμός των UAVs, της τεχνολογίας LiDAR, της τεχνητής νοημοσύνης και της τηλεπισκόπησης αποτελούν θεμελιώδη συνθέτα στοιχεία για την προαγωγή επιστημονικά καθοδηγούμενης και βιώσιμης δασοπονίας. Οι τρισδιάστατες πληροφορίες που παράγονται από αυτές τις τεχνολογίες προσφέρουν βαθιά κατανόηση της δομής του δάσους και της οικολογικής του κατάστασης, ενισχύοντας τις προσπάθειες διαχείρισης των δασικών πόρων, την εκτίμηση της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας και την λήψη στρατηγικών αποφάσεων βασισμένων σε επιστημονικές γνώσεις και ακριβή δεδομένα. Επομένως, η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών αποτελεί ζωτική συνιστώσα για την προώθηση μιας πιο ολοκληρωμένης, αποτελεσματικής και βιώσιμης. Οι τεχνικές της μηχανικής μάθησης ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στην δασοπονική έρευνα, λόγω της αυξημένης ικανότητάς τους να διαχειρίζονται και να αναλύουν εκτεταμένα δεδομένα τηλεπισκόπησης. Σύγχρονες στατιστικές μεθοδολογίες, σε συνδυασμό με την υπολογιστική πρόοδο, ενισχύουν τις δυνατότητες των μοντέλων πρόβλεψης και ανάλυσης σε πιο εξειδικευμένα επίπεδα χωρικής και χρονικής διάστασης (Almeida κ.α. 2020, Li κ.α. 2019). Η επέκταση της ανοιχτής πρόσβασης σε κώδικες και δεδομένα (Liang & Gamarra, 2020, Reichman κ.α., 2011) προάγει την ευρεία εφαρμογή αυτών των τεχνικών, περιλαμβάνοντας μη-ειδικευμένους χρήστες, ενώ τα πακέτα ανοιχτού κώδικα προσφέρουν δυνατότητες προσαρμογής για εξειδικευμένες απαιτήσεις (Vicari κ.α. 2019). Διαδικτυακές εφαρμογές όπως το Google Earth Engine και το Global Forest Watch, παρέχουν πρόσβαση σε εικόνες τηλεπισκόπησης και δασικά δεδομένα, υποστηρίζοντας αναλυτικές διαδικασίες που απαιτούν εκτεταμένη υπολογιστική ικανότητα. Η επιταχυνόμενη εξέλιξη των τεχνικών μηχανικής μάθησης, σε συνδυασμό με τη χρήση ανοιχτών πλατφορμών και προτύπων, επιτρέπει την αποδοτικότερη εξαγωγή πληροφοριών από εικόνες τηλεπισκόπησης και ενισχύει τη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων. Αυτές οι εξελίξεις ανοίγουν νέους ορίζοντες για την παρακολούθηση, πρόβλεψη και ανάλυση των δασικών πόρων, προωθώντας την αειφόρο διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων.

Στον δασικό εμπορικό τομέα, έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος ως προς την αναγνώριση του καίριου ρόλου της τεχνολογίας και των δεδομένων για την καταμέτρηση και παρακολούθηση των δασικών περιοχών. Εξαιτίας της μεγάλης κλίμακας και διάρκειας που απαιτούνται για τον σχεδιασμό των δασικών πόρων, απαιτείται τεχνολογία που να είναι προσιτή, ισχυρή και ευέλικτη, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς σε κόστος και χρόνο. Η τεχνολογία LiDAR (Light Detection & Ranging, Dassot κ.α. 2011, Mohan κ.α. 2017) η οποία παρέχει δεδομένα υψηλής ανάλυσης, όπως το ύψος και ο όγκος των δέντρων, αποδεικνύεται εξαιρετικά χρήσιμη για την ενημέρωση των στοιχείων καταμέτρησης και την παροχή στρατηγικής πληροφόρησης, όπως η προμήθεια ξύλου. Η χρήση δεδομένων από την τεχνολογία LiDAR επεκτείνεται επίσης στην έρευνα και διαχείριση των αστικών δασών, αυξάνοντας την ευελιξία και την εφαρμογή της τεχνολογίας.

Ως σημαντική κρίνεται η ιδιωτική έρευνα και επένδυση σε αυτόνομα οχήματα, προωθώντας τη ζήτηση για προηγμένα συστήματα υποβοήθησης οδηγού, τα οποία συχνά περιλαμβάνουν τεχνολογίες LiDAR και/ή 3D Time-of-Flight (Heineke κ.α. 2017). Αυτές οι εξελίξεις μπορούν να ενθαρρύνουν περαιτέρω την υιοθέτηση αυτόνομων οχημάτων στον τομέα της δασοπονίας τόσο σε αγροτικά όσο και σε αστικά περιβάλλοντα.

Η ανάπτυξη εφαρμογών της δασοπονίας για smartphones αποτελεί εμφανές πεδίο έρευνας, βασισμένη στην εξέλιξη των έξυπνων κινητών, της ευρυζωνικής συνδεσιμότητας και των εκτεταμένων δυνατοτήτων αποθήκευσης δεδομένων (Islam & Want 2014, Silver 2019). Κατασκευαστές τεχνολογίας όπως η Samsung και η Apple έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν αισθητηριακά συστήματα, όπως οι τεχνολογίες 3D Time-of-Flight και λέιζερ σάρωσης, που

μπορούν να εφαρμοστούν στη δασοπονία για την ενίσχυση της επ-αυξημένης πραγματικότητας (Apple Inc. 2020, Samsung Group 2020). Τέτοιες τεχνολογίες δύνανται να υποστηρίξουν τη χαρακτηριστικοποίηση και μοντελοποίηση δασών μέσω εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας. Υπάρχουν ήδη ερευνητικές προσπάθειες που εξετάζουν πώς εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας βασιζόμενες σε smartphones, (π.χ Pokémon Go), μπορούν να επηρεάσουν την συνείδηση διατήρησης και να ενισχύσουν τις σχέσεις ανάμεσα σε χρήστες και φύση (Dorward κ.α. 2017). Εντούτοις, υπάρχει αναγκαιότητα για περαιτέρω έρευνα, ώστε να διασφαλιστεί ότι αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να εφαρμοστούν με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο, με τους ερευνητές να αναζητούν προσβάσιμες και φιλικές στον χρήστη δυνατότητες ανάλυσης και πρόσβασης στα δεδομένα (Pulvirenti κ.α. 2020). Η συνύπαρξη εικονικών περιβαλλόντων και κινητής τεχνολογίας παρέχει την ελπίδα για βιώσιμη διαχείριση των δασών και ευρύτερη πολίτη συμμετοχή (Foster κ.α. 2017, Sieber κ.α. 2016).

Παραδείγματα εφαρμογής τεχνητής νοημοσύνης

Διάφορες χώρες, ευρωπαϊκές μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα έχουν αναπτύξει εφαρμογές βασιζόμενες στην τεχνητή νοημοσύνη για την παρακολούθηση της υγείας των δασών, της διαχείρισης, της αποψίλωσης, των πυρκαγιών κ.λ.π. Έτσι (ενδεικτικά):

- Στην επαρχία Heilongjiang της Κίνας, έχει αναπτυχθεί μοντέλο για πυρκαγιές έκτασης 0,1 έως 100 ΗΑ, βασισμένο σε νευρωνικό δίκτυο για τη δημιουργία ενός ακριβούς χάρτη διάδοσης των πυρκαγιών (φλόγες) το οποίο περιέχει περιέχει πολυδιάστατες φυσικές και περιβαλλοντικές μεταβλητές (Zechuan κ.α. 2022)
- η Κίνα χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για να προβλέπει τις πλημμύρες και να εκτιμά την ζημιά που προκαλούν. Επίσης, για την παρακολούθηση της αναδάσωσης και της επαναφοράς των δασών της, για την αναγνώριση των δασικών εκτάσεων, την εκτίμηση της πυκνότητας των δέντρων και την παρακολούθηση της ανάπτυξης τους. Επιπλέον, στην παρακολούθηση της προόδου της αναδάσωσης και στην εκτίμηση της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα που απορροφήθηκε από τα δάση. (Zechuan κ.α. 2022).
- Η Φινλανδία χρησιμοποιεί συστήματα παρακολούθησης με κάμερες και αισθητήρες για να συλλέγει δεδομένα από τα δάση της. Τα δεδομένα αυτά συνήθως περιλαμβάνουν πληροφορίες για την υγεία των δέντρων, την ποιότητα του εδάφους και την ποσότητα του νερού που λαμβάνουν τα δέντρα. Τα δεδομένα αυτά αναλύονται στη συνέχεια από αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι να αναγνωρίζουν μοτίβα και τάσεις στα δεδομένα. Με βάση αυτές τις αναλύσεις, οι επιστήμονες μπορούν να προβλέψουν την υγεία των δέντρων, να προβλέψουν τις πυρκαγιές και να ανιχνεύσουν τις παράνομες υλοτομήσεις. (Salla κ.α. 2020).
- Η Ιαπωνία χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για να αναγνωρίζει τις περιοχές που είναι πιο επιρρεπείς σε καταστροφές από καταιγίδες και πλημμύρες και να βελτιώσει την προετοιμασία της χώρας για τις καταστροφές αυτές
- Στην Ελλάδα, η εφαρμογή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης έχει κυρίως επικεντρωθεί στην πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Πρόσφατα, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών ανακοίνωσε την υλοποίηση δύο καινοτόμων προγραμμάτων που αξιοποιούν προηγμένες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης το «Deep Cube» και το «SeasFire» που ξεκίνησαν τον Ιανουάριο του 2021 και τον Μάρτιο του 2022 και επιδιώκουν να εκτιμήσουν τον κίνδυνο δασικής πυρκαγιάς με διαφορετικούς τρόπους.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης ως μέσο του ΝΔΜ στη διοίκηση και διαχείριση των δασών αποτελεί αδιαμφισβήτητα ένα σημαντικό εργαλείο, το οποίο αφενός θα βελτιώσει την ποιότητα, αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα προς τα ενδιαφερόμενα μέρη και θα επιφέρει μία οικονομία πόρων και δυνάμεων. Ορισμένα από τα προβλήματα περιλαμβάνουν την πολυπλοκότητα της λήψης αποφάσεων στον κυβερνητικό τομέα, την εμπιστοσύνη του κοινού στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, καθώς και ηθικά και νομικά ζητήματα που συνδέονται με την ανάπτυξη και χρήση αυτών των συστημάτων. απαραίτητες για την αποδοχή και την επιτυχία

υιοθέτηση της τεχνολογίας. Η απαίτηση για ένα συμφωνημένο πλαίσιο κανόνων (και νομικών) που θα ορίζει και θα διατυπώνει με σαφήνεια τα ηθικά πρότυπα που πρέπει να διέπουν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, θα εξασφαλίζει ότι τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται και αναπτύσσονται με τρόπους που θα ανταποκρίνονται στα ευρέως αποδεκτά πρότυπα δεοντολογίας. Η ανάπτυξη ηθικών κατευθυντηρίων γραμμών και πρακτικών για την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στη δασοπονία είναι εξίσου σημαντική, για την αποφυγή πιθανών νομικών προβλημάτων. Η θεσμοθέτηση ενός κανονιστικού πλαισίου και διαδικασιών για την εξασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των (προσωπικών) δεδομένων καθώς επίσης και της διαφάνειας κρίνεται ως τελείως απαραίτητη προκειμένου να αποτραπούν οι ανεπιθύμητες επιπτώσεις και αυθαιρεσίες. Η αποφυγή της προκατάληψης, της διάκρισης και της παραγωγής ανισοτήτων καθώς και άλλες πιθανές αρνητικές συνέπειες είναι αναπόφευκτες χωρίς την ύπαρξη ελεγκτικών διαδικασιών και εποπτείας. Δεν μπορεί να παραβλεφθεί η ανάγκη για την διαχείριση και επίλυση πιθανών διαφωνιών ή ακόμη και ανεπιθύμητων συνεπειών από την εφαρμογή αυτών των συστημάτων.

Σημαντικά στοιχεία για την ορθή εφαρμογή των πρακτικών της τεχνητής νοημοσύνης στην δασική διοίκηση αποτελεί και η εκπαίδευση των στελεχών του δημοσίου τομέα όσο και του κοινού.

Πρόκληση για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην δασοπονία, αποτελεί η συσχέτιση της ποιότητας και της ακρίβειας των δεδομένων, της μοντελοποίησης και των υποθέσεων/προκαταλήψεων των δεδομένων, καθώς και η ικανότητα προσαρμογής σε κανονισμούς. Η εξ' αποστάσεως εξέταση των εικόνων, η εποχή λήψης, η ποιότητα των δεδομένων καθώς και τα δεδομένα που συλλέγονται από το πεδίο, μπορεί να αποτελέσουν περιορισμούς για την ορθότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων καθώς και των διαδικασιών μοντελοποίησης και αποτελεσμάτων.

Η συλλογή και επεξεργασία μεγάλων όγκων δεδομένων απαιτούν επάρκεια πόρων και εμπειρίας για την διαχείρισή τους. Οι δαπάνες και η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού καθορίζουν τη διαχείριση των δεδομένων, την επεξεργασία και τις υπολογιστικές δυνατότητες.

Αβεβαιότητα επικρατεί σχετικά και με την χρησιμότητα των smartphones ως αποτελεσματικό εργαλείο για την παρακολούθηση και την έρευνα περιβαλλοντικών ζητημάτων από το κοινό, καθώς τα συγκεκριμένοι οφέλη δεν έχουν ακόμη διευκρινιστεί από τους ερευνητές. Η περαιτέρω έρευνα και εξέταση των δυνατοτήτων των smartphones ως εργαλείων περιβαλλοντικής παρακολούθησης και έρευνας μπορεί να αποκαλύψει νέες ευκαιρίες και πλεονεκτήματα, καθώς και να αντιμετωπίσει τις αβεβαιότητες που εξακολουθούν να υπάρχουν σχετικά με την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητά τους.

Παρόλες τις υπάρχουσες προκλήσεις, η συνεχής εξέλιξη και χρήση αυτών των τεχνολογιών και δεδομένων θα έχει κρίσιμη σημασία για το δασικό τομέα στο μέλλον, επιτρέποντας πιο ακριβή παρακολούθηση, διαχείριση και προστασία των δασικών πόρων. Για να υπερνικήσουμε τις προκλήσεις και να εκμεταλλευτούμε πλήρως τις δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας, χρειάζεται συνεχή έρευνα, ανάπτυξη και συνεργασία μεταξύ των σχετικών φορέων, επιχειρήσεων και επιστημόνων. Η διαρκής πρόοδος και εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών είναι απαραίτητη για να διασφαλίσουμε την αειφόρο διαχείριση των δασικών πόρων και την προστασία των δασικών οικοσυστημάτων για τις επόμενες γενιές.

Abstract

The present study makes a systematic effort to harness the potential offered by artificial intelligence technology to find application in Greek forestry, under the prism of the New Public Management (NPM) and through "best practices." For this purpose, a systematic review of international literature was conducted to highlight the challenge that forest services are called upon to address for the effective management of forests and the tackling of various challenges, such as fire protection, detection of deforestation or forest violations, their health, the provision of automated processes for forest service management (New Public Management), and climate change. These challenges can be addressed much more effectively through the tools of artificial intelligence in decision-making processes.

Βιβλιογραφία

- Adams, S., Arel, I., Bach, J., Coop, R., Furlan, R., Goertzel, B., Hall, J. S., Samsonovich, A., Scheutz, M., Schlesinger, M., Shapiro, S. C. & Sowa, J. 2012. Mapping the landscape of human-level artificial general intelligence, *AI Magazine*, 33 (1), 25–42.
- Almeida, D. R. A., Stark, S. C., Valbuena, R., Broadbent, E. N., Silva, T. S. F., de Resende, A. F., κ.α. 2020. A new era in forest restoration monitoring. *Restoration Ecology*, 28, 8–11. <https://doi.org/10.1111/rec.13067> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Amanatidis, N., Kiriakos, D., Mithou, S., Paliouras, A., & Papadopetraki, E. 2021. Teaching Artificial Intelligence in Primary, Secondary and Post-Secondary Public Education in Greece. *i-Teacher* (Διαδικτυακό Εκπαιδευτικό Περιοδικό), I.S.S.N. : 1792 - 4146(28ο).
- Capgemini Consulting, 2017. Unleashing the potential of Artificial Intelligence in the Public Sector.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5), e1400253.
- Clarke, A. and Margetts, H., 2014. Governments and citizens getting to know each other? open, closed, and big data in public management reform. *Policy and Internet*, vol. 6, no. 4, pp. 393–417, 2014.
- Dassot, M., Constant, T., & Fournier, M. 2011. The use of terrestrial LiDAR technology in forest science: Application fields, benefits and challenges. *Annals of Forest Science*, 68(5), 959–974. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0102-2>, (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., and Tinkler, J., 2006. New public management is dead - Long live digital-era governance. *J. Public Adm. Res. Theory*, vol. 16, no. 3, pp. 467–494.
- Eggers, P., William D.; Schatsky, David; Viechnicki, “AI-Augmented government,” p. 28, 2017.
- European Commission, “Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Coordinated Plan on Artificial Intelligence,” 2018.
- Foster, A., Dunham, I. M., & Kaylor, C., 2017. Citizen science for urban forest management? Predicting the data density and richness of urban forest volunteered geographic information. *Urban Science*, 1, 30. <https://doi.org/10.3390/urbansci1030030> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- FP Innovations, 2021. Forestry 4.0. Retrieved from <https://web.fpinnovations.ca/forest-operations-solutions-to-help-the-canadian-forest-industry/forestry-4-0/>
- Greve, C., 2015. Ideas in Public Management Reform for the 2010s. Digitalization, Value Creation and Involvement. *Public Organ. Rev.*, vol. 15, no. 1, pp. 49–65, 2015
- Halaweh, M., 2018. Viewpoint: Artificial intelligence government.
- Heineke, K., Kampshoff, P., Mkrtychyan, A., Shao, E. 2017. Self-driving car technology: When will the robots hit the road? McKinsey. Retrieved from https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/Self%20driving%20car%20technology%20When%20will%20the%20robots%20hit%20the%20road/Self-driving-car-technology_When-will-the-robots-hit-the-road.pdf (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Herman, J. 2017a. Federal pilot to integrate public services into intelligent personal assistants, *Digital Gov. U. S.* (εκδ.), General Services Administration, διαθέσιμο στο <https://digital.gov/2017/04/24/federal-pilot-to-integrate-public-services-into-intelligent-personal-assistants> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Herman, J. 2017b. Opening public services to artificial intelligence assistants. *Digital Gov. U.S.* (εκδ.) General Services Administration. Διαθέσιμο στο: www.gsa.gov/blog/2017/06/06/Opening-Public-Servicesto-Artificial-Intelligence-Assistants (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023) <https://thetotalbusiness.com/2023/05/20/texnhth-nohmosynh-esg/>
- Ke, Y., Quackenbush, L. J., & Im, J. 2010. Synergistic use of QuickBird multispectral imagery and LiDAR data for object-based forest species classification. *Remote Sensing of Environment*, 114(6), 1141–1154. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.01.002> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Kreinczes, C. 2016. Artificial Intelligence Innovation Report, διαθέσιμο στο: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/human-capital/artificial-intelligence-innovation-report.pdf>. (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023).

- Li, X., Chen, W. Y., Sanesi, G., & Laforzezza, R., 2019. Remote sensing in urban forestry: Recent applications and future directions. *Remote Sensing*, 11(10), 1144. <https://doi.org/10.3390/rs11101144> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Liang, J., & Gamarra, J. G. P. 2020. The importance of sharing global forest data in a world of crises. *Scientific Data*, 7. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00766-x> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Margetts, H., and Dunleavy, P. 2013. The second wave of digital-era governance: a quasi-paradigm for government on the Web Subject Areas: Author for correspondence: , *Philos. Trans. R. Soc.*, vol. A 371, no. 20120382, pp. 1–17.
- Mehr, H., 2017. Artificial intelligence for citizen services and government. Harvard Kennedy School, Ash Center for Democratic Governance and Innovation, διαθέσιμο στο: https://ash.harvard.edu/files/ash/files/artificial_intelligence_for_citizen_services.pdf. (τελευταία ανάκτηση: Μάιος 2023)
- Mohan, M., Silva, C. A., Klauberg, C., Jat, P., Catts, G., Cardil, A., κ.α. 2017. Individual tree detection from Unmanned aerial vehicle (UAV) derived canopy height model in an open canopy mixed conifer forest. *Forests*, 8(9), 340. <https://doi.org/10.3390/f8090340> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Osborne, S. P., 2010. The New Public Governance - Emerging perspectives on the theory and practice of public governance.
- Pulvirenti, L., Squicciarino, G., Fiori, E., Fiorucci, P., Ferraris, L., Negro, D., κ.α. 2020. An automatic processing chain for near real-time mapping of burned forest areas using Sentinel-2 data. *Remote Sensing*, 12(4), 674. <https://doi.org/10.3390/rs12040674> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Rantalaa, Brent Swallow, Riikka Paloniemi, Elina Raitanen, (2020). Governance of forests and governance of forest information: Interlinkages in the age of open and digital data, *Forest Policy and Economics*, 113 (2020) 102123, www.elsevier.com/locate/forpol (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Reichman, O. J., Jones, M. B., & Schildhauer, M. P. 2011. Challenges and opportunities of open data in ecology. *Science*, 331(6018), 703–705. <https://doi.org/10.1126/science.1197962> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Rosa, A., Feyereisl, J. & Team, T. G. 2016. A framework for searching for general artificial intelligence. Cornell University, διαθέσιμο στο: <https://arxiv.org/abs/1611.00685>. (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Rantala, S., Swallow, B., Paloniemi, R., & Raitanen, E. 2020. Governance of forests and governance of forest information: Interlinkages in the age of open and digital data. *Forest Policy and Economics*, 113, 102123. 2020, διαθέσιμο στο www.elsevier.com/locate/forpol (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Sieber, R. E., Robinson, P. J., Johnson, P. A., & Corbett, J. M. 2016. Doing public participation on the geospatial web. *Annals of the American Association of Geographers*, 106(5), 1030–1046. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1191325> (τελευταία ανάκτηση: Μάιος 2023)
- Silver, L. 2019. Smartphone ownership is growing rapidly around the world, but not always equally. Pew Research Center. Retrieved from <https://www.pewresearch.org/global/2019/02/05/smartphone-ownership-is-growing-rapidly-around-the-world-but-not-always-equally/> (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)
- Stoker, G., 2006. Public Value Management: A New Narrative for Networked Governance?, *Am. Rev. Public Adm.* Vol., vol. 36, no. 1, pp. 41–57, 2006.
- Tamiminia, H., Salehi, B., Mahdianpari, M., Quackenbush, L., Adeli, S., & Brisco, B., 2020. Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 164, 152–170. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001> (τελευταία ανάκτηση: Μάιος 2023)
- The Federal Government 2018. Key points for a Federal Government Strategy on Artificial Intelligence.
- Thierer, A., O’Sullivan C. A. & Russell, R. (2017). “Artificial intelligence and public policy”. *International Journal of Public Administration*, Mercatus Research, Mercatus Center, George

Mason University, διαθέσιμο στο: <https://www.mercatus.org/system/files/thierer-artificial-intelligence-policy-mr-mercatus-v1.pdf>. (τελευταία ανάκτηση Μάιος 2023)

Tigges, J., Lakes, T., & Hostert, P., 2013. Urban vegetation classification: Benefits of multitemporal RapidEye satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 136, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.05.001> (τελευταία ανάκτηση: Μάιος 2023)

Vicari, M. B., Disney, M., Wilkes, P., Burt, A., Calders, K., & Woodgate, W., 2019. Leaf and wood classification framework for terrestrial LiDAR point clouds. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(5), 680–694. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13144> (τελευταία ανάκτηση: Μάιος 2023)

World Government Summit, “Best Government Emerging Technologies,” 2017.

Wu, Z., Wang, B., Li, M., Tian, Y., Quan, Y., & Liu, J. 2022. Simulation of forest fire spread based on artificial intelligence. *Ecological Indicators*, 136, 108653.

Wu, Z., Wang, B., Li, M., Tian, Y., Quan, Y., & Liu, J. 2022. Simulation of forest fire spread based on artificial intelligence. *Ecological Indicators*, 136, 108653.

Θεματική Ενότητα: Δασική Πολιτική

ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ ΣΤΗ ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Λιασκοπούλου, Αικατερίνη¹; Παπαδόπουλος, Ιωάννης¹ ;

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Β. Γρίβα 11-13, Καρδίτσα, ΤΚ 43100, e-mail : aliaskop@uth.gr, rapadio@uth.gr.

Περίληψη

Στη παρούσα μελέτη διερευνάται η επίδραση του Πράσινου Μάνατζμεντ στη λειτουργία της Δασικής Υπηρεσίας (Δ.Υ.). Στόχος της έρευνας είναι να αποδείξει τον βαθμό γνώσης των στελεχών της Δ.Υ. της έννοιας του Πράσινου Μάνατζμεντ, αλλά και τη διασύνδεσή του με πρακτικές συμπεριφοράς των δασικών υπαλλήλων και την ωφέλεια αυτών από την εφαρμογή του. Ως εργαλείο της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικά δομημένο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο που απευθύνθηκε σε όλα τα ανώτερα στελέχη των Διευθύνσεων Δασών & Δασαρχείων Επιθεώρησης Εφαρμογής Πολιτικής Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας και απαντήθηκε συνολικά από 50 άτομα. Για την ανάλυση των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα IBMSPSS Statistics ver.29. Η έρευνα αποδεικνύει ότι η πλειονότητα των στελεχών των δασικών υπηρεσιών συνδέουν τις συμπεριφορές τους με την κουλτούρα του οργανισμού και ότι διασυνδέουν το πράσινο μάνατζμεντ με την εργασιακή ικανοποίηση.

Λέξεις κλειδιά: Πράσινο Μάνατζμεντ, Δασική Υπηρεσία, πράσινη κουλτούρα οργανισμού, εργασιακή ικανοποίηση.

Εισαγωγή

Το πρόσφατο ενδιαφέρον για την περιβαλλοντική νοοτροπία παγκοσμίως έχει προκύψει από συγκεκριμένες συνθήκες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, π.χ. Κιότο 1997, Μπαλί 2007 και Κοπεγχάγη 2009 (Victor 2001).

Η αειφόρος ανάπτυξη απαιτεί την διατήρηση των φυσικών πόρων και τον σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Δεδομένης της παρούσας κατάστασης, οι οργανισμοί και οι υπηρεσίες πρέπει επίσης να βρουν τρόπους και τεχνικές αντιμετώπισης με μείωση των οικολογικών αποτυπωμάτων τους και να αναπτύξουν σχετική νοοτροπία. Η επιτυχής εφαρμογή αυτών των βιώσιμων εταιρικών στρατηγικών μέσα σε μια υπηρεσία απαιτεί τόσο μια ισχυρή ηγεσία όσο και συγκεκριμένες διαδικασίες (Glavas, Senge & Cooperrider 2010).

Η ενσωμάτωση του όρου «πράσινο» στη στρατηγική των υπηρεσιών και οργανισμών ανοίγει νέους δρόμους στην ανάπτυξή τους, ωστόσο εξακολουθεί να είναι ζητούμενο (Wirtenberg κ.α. 2007).

Κατά αυτόν τον τρόπο το μάρκετινγκ, η πληροφορική, τα οικονομικά σε συνδυασμό με το βασικό αντικείμενο του κάθε οργανισμού, συνεργάζονται αρμονικά για να προωθήσουν μια θετική κοινή προσπάθεια και όλα αυτά συντονίζονται από τη μονάδα διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού ή από τους προϊσταμένους των τμημάτων και υπηρεσιών. Αναμφίβολα, το προσωπικό της Δασικής Υπηρεσίας (Δ.Υ.), λόγω της φύσης του αντικειμένου, δείχνει ή πρέπει να δείχνει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για περιβαλλοντικά ζητήματα και ως εκ τούτου διαμορφώνει απόψεις για την αντιμετώπιση τυχόν περιβαλλοντικών κινδύνων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενθαρρύνει τον τομέα της εκπαίδευσης και της κατάρτισης ως απαραίτητη προϋπόθεση του Πράσινου Μάνατζμεντ, ώστε να αναλάβει δράση για να συνεισφέρει στην πράσινη μετάβαση και να ενισχύσει την κοινωνική υπευθυνότητα.

Οι Afedzie, κ.α. (2021) ορίζουν ως Πράσινο Μάνατζμεντ την ενέργεια που στοχεύει στη συνεχή προώθηση της υπόθεσης της περιβαλλοντικής διαχείρισης, όπως η διαχείριση του προσωπικού που είναι υπεύθυνη για τις περιβαλλοντικές δραστηριότητες και τη διατήρηση της

βιοποικιλότητας. Εδώ τονίζεται ιδιαίτερα η έννοια της Πράσινης Διοίκησης Ανθρώπινων Πόρων (*Green Human Resource Management -GHRM*).

Το Πράσινο Μάνατζμεντ που εστιάζει στους ανθρώπινους πόρους, βασίζεται σε πρακτικές που έχουν να κάνουν με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα μέσω της δημιουργίας «πράσινων» εργαζομένων, οι οποίοι μπορούν να αναγνωρίσουν και να εκτιμήσουν τις περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες του οργανισμού. Επικεντρώνεται σε πράσινη επιλογή και πρόσληψη, πράσινη εκπαίδευση και ανάπτυξη, πράσινη απόδοση, διαχείριση και αξιολόγηση και πράσινο σύστημα αμοιβών και ανταμοιβών που διευρύνει τον οργανισμό.

Πρόσφατες μελέτες από τον I.L.O. (2011) και το Cedefop (2019), δείχνουν ότι παρά τα σημαντικά βήματα που έχουν πραγματοποιηθεί σε πολλές χώρες την τελευταία δεκαετία, κυρίως όσον αφορά την επανεξέταση και επικαιροποίηση των προσόντων και των αντίστοιχων προγραμμάτων τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης, η ανάληψη ολοκληρωμένων και αποτελεσματικών δράσεων για την προσαρμογή του ανθρώπινου δυναμικού μέσω του Πράσινου Μάνατζμεντ παραμένει ζητούμενο. Η υστέρηση, σύμφωνα με τις παραπάνω μελέτες, οφείλεται κυρίως στην έλλειψη χρηματοδότησης, υπάρχουν όμως και άλλα σημαντικά ζητήματα που σχετίζονται με τον αποσπασματικό χαρακτήρα των εφαρμοζόμενων μέτρων, την ασθενή διασύνδεση των περιβαλλοντικών πολιτικών με τις πολιτικές ανάπτυξης δεξιοτήτων, τον ανεπαρκή συντονισμό μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων, την ανυπαρξία εξειδικευμένων μηχανισμών διάγνωση αναγκών και την απουσία ενεργητικών πολιτικών απασχόλησης, ειδικά επικεντρωμένων στην ανάπτυξη πράσινων δεξιοτήτων. Γενική διαπίστωση είναι επίσης ότι δεν παρέχεται επαρκής δημόσια στήριξη σε ανθρώπους που ήδη εργάζονται ώστε να αναβαθμίσουν τις δεξιότητές τους σύμφωνα με τις απαιτήσεις της πράσινης οικονομίας.

Η οργανωσιακή κουλτούρα αναφέρεται σε αξίες, πεποιθήσεις και συμπεριφορές των εργαζομένων στον οργανισμό (Schein 1992). Σύμφωνα με τα παραπάνω το Πράσινο Μάνατζμεντ ορίζεται ως εφαρμογή πρακτικών που εστιάζουν στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα μέσω της δημιουργίας πράσινων εργαζομένων, οι οποίοι είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και να εκτιμήσουν τις περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες του οργανισμού. Επικεντρώνεται σε πράσινη επιλογή και πρόσληψη, πράσινη εκπαίδευση και ανάπτυξη, πράσινη απόδοση, διαχείριση και αξιολόγηση και φυσικά πράσινο σύστημα ανταμοιβών (Yousoff κ.α. 2018).

Το Πράσινο Μάνατζμεντ δεν είναι μόνο ένα θεμελιώδες στρατηγικό σχέδιο που βελτιώνει τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των οργανισμών, αλλά παίζει επίσης ζωτικό ρόλο στη βελτίωση της ποιότητας κάποιων κριτηρίων εργασίας των εργαζομένων, όπως η εργασιακή ικανοποίηση (Chan & Hawkins 2010). Η έρευνα δείχνει ότι η αξιολόγηση από τους εργαζομένους των χαρακτηριστικών της εργασίας τους είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει την εργασιακή τους συμπεριφορά (Yusoff κ.α. 2018). Συγκεκριμένα, αρκετά εργασιακά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανομένης της υπερηφάνειας, της συμμετοχής, της αναγνώρισης, της αυτοπραγμάτωσης, της ανέλιξης, της δικαιοσύνης, μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο με τον οποίο οι εργαζόμενοι αντιλαμβάνονται τη δουλειά τους και τελικά να έχει ως αποτέλεσμα την ικανοποίησή τους (Arnett κ.α. 2002, Spinelli & Canavos 2000, Huyton & Sutton 1996, Maslow 1970).

Ως εκ τούτου, οι οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν το πράσινο μάνατζμεντ για την αποτελεσματική εφαρμογή περιβαλλοντικά βιώσιμων πολιτικών (Renwick κ.α. 2013). Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων πρόσληψης και επιλογής, ο οργανισμός μπορεί να συμπεριλάβει φιλικά προς το περιβάλλον κριτήρια πρόσληψης, και να κοινοποιήσει τις φιλικές προς το περιβάλλον δεσμεύσεις στους αιτούντες και να δώσει προτεραιότητα σε αιτούντες που είχαν εμπειρία σε φιλικές προς το περιβάλλον δραστηριότητες. Επίσης θα υπάρχουν πρακτικές επιβράβευσης για την πράσινη εργασιακή απόδοση. Είναι απαραίτητη η ύπαρξη προγραμμάτων κατάρτισης με τα οποία αναπτύσσονται η περιβαλλοντική συνείδηση, οι συμπεριφορές, οι δεξιότητες και οι γνώσεις (Renwick κ.α. 2013, Cherian & Jacob 2012, Daily & Huang 2001, Milliman & Clair 1996).

Βασικός σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί τι πιστεύουν οι υπάλληλοι των Δασικών Υπηρεσιών, σε ό,τι αφορά το Πράσινο Μάνατζμεντ. Επιμέρους στόχος ήταν να αναδειχθεί ότι η πράσινη διοίκηση ανθρώπινων πόρων εξαρτάται από: α) την προσωπική κουλτούρα του εργαζόμενου στις Δασικές Υπηρεσίες της χώρας και β) την κουλτούρα της εκάστοτε Δασικής Υπηρεσίας.

Η κεντρική υπόθεση της έρευνας είναι ότι οι υπάλληλοι των Δασικών Υπηρεσιών στην πλειονότητα τους δε γνωρίζουν τη σημασία του Πράσινου Μάνατζμεντ. Οι συμπληρωματικές υποθέσεις ήταν οι εξής:

- H1: Η πλειονότητα των υπαλλήλων των Δασικών Υπηρεσιών συνδέουν τις συμπεριφορές τους με την κουλτούρα του οργανισμού.
- H2: Η πλειονότητα των υπαλλήλων των Δασικών Υπηρεσιών συνδέουν το πράσινο μάνατζμεντ με την εργασιακή ικανοποίηση.

Υλικά και μέθοδοι

Έχει υλοποιηθεί πρωτογενής πιλοτική ποιοτική και ποσοτική έρευνα σε ανώτερα στελέχη των Διευθύνσεων Δασών & Δασαρχείων Επιθεώρησης Εφαρμογής Πολιτικής Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας, ώστε να αποδοθεί η πραγματικότητα της σημερινής κατάστασης και να γίνει η τελική διατύπωση του ερωτηματολογίου, ώστε να είναι κατανοητό στο σύνολο του δείγματος. Η ομάδα αυτή (focus group) της ποιοτικής έρευνας (κυρίως δασολόγοι και δασοπόνοι) παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά και γνώσεις σχετικές με τον τίτλο της παρούσας έρευνας, αλλά δεν γνωρίζονται μεταξύ τους. Με αυτόν τον τρόπο επιτεύχθηκε η ανίχνευση του αν είναι ξεκάθαρες οι βασικές έννοιες του Πράσινου Μάνατζμεντ.

Κατά την αμέσως επόμενη χρονική περίοδο σχεδιάστηκαν κάποιες ερωτήσεις με βάση το Μοντέλο Ωριμότητας (Backlund κ.α. 2015, Constantinescu & Iacob 2007, Andersen & Jessen 2003) με σκοπό τη συλλογή των δεδομένων που απαιτούνται για την περαιτέρω έρευνα. Πριν καταλήξουμε στις ερωτήσεις τύπου Likert χρησιμοποιήθηκε μια πλατφόρμα για να οριστεί το μοντέλο ωριμότητας των ερωτηθέντων της αρχικής έρευνας. Χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα mendix (<https://www.mendix.com/>) για να τοποθετηθούν οι ερωτήσεις με τέτοιο τρόπο ώστε πιλοτικά να απαντηθούν από τους πρώτους ερωτώμενους. Οι περισσότερες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν κλειστές, τύπου: ιεράρχησης, διχοτόμησης, κλίμακας Likert, πολλαπλών επιλογών. Οι ερωτήσεις της κλίμακας Likert δομήθηκαν σε 5 επίπεδα, όπου: το 1 αντιστοιχίθηκε με το ανώτερο επίπεδο και αποτελεί το πλέον φιλόδοξο επίπεδο, το οποίο αποτελεί έναυσμα για μακροπρόθεσμους σχεδιασμούς, το 2 ως το επίπεδο συνεργασίας προς μια θετική κατεύθυνση ως προς τα ζητούμενα θέματα, το 3 ως τη καθιερωμένη βάση, το 4 ως το επίπεδο που βρίσκονται οι υπηρεσίες, οι οποίες προοδευτικά αρχίζουν και αλλάζουν και ως 5 αυτές που τώρα αναδύονται στις σύγχρονες απαιτήσεις του σε μια διοίκηση ανθρωπίνων πόρων σύμφωνη με τα πράσινα δεδομένα. Σε αρκετές περιπτώσεις χρειάστηκε να γίνει επανάληψη της ηλεκτρονικής αποστολής του ερωτηματολογίου ή να χρησιμοποιηθούν πολλαπλά κανάλια διαμοιρασμού αυτού. Τελικά το δείγμα της έρευνας ανήλθε σε 50 Δασικούς υπαλλήλους στην Περιφέρεια Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας, ήτοι σε ποσοστό 13,4% από τον συνολικό πληθυσμό των 371 ατόμων στα οποία στάλθηκε το link του συγκεκριμένου ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου. Η συλλογή των δεδομένων της έρευνας πραγματοποιήθηκε τον Μάιο-Ιούνιο του 2023. Υπήρχε μια πρώτη φάση πιλοτικής έρευνας με τέσσερις (4) ερωτώμενους όπου ρυθμίστηκαν κάποιες ασάφειες. Μετά τη συγκέντρωση των ερωτηματολογίων του δείγματος ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων με το πρόγραμμα IBMSPSSStatistics, ver. 29 (Σιώμκος & Βασιλικοπούλου 2005) με τις διαδικασίες (Frequencies, Descriptives, Correlation).

Πίνακας 1. Προφίλ των ερωτώμενων

Table 1. Profile of the surveyed

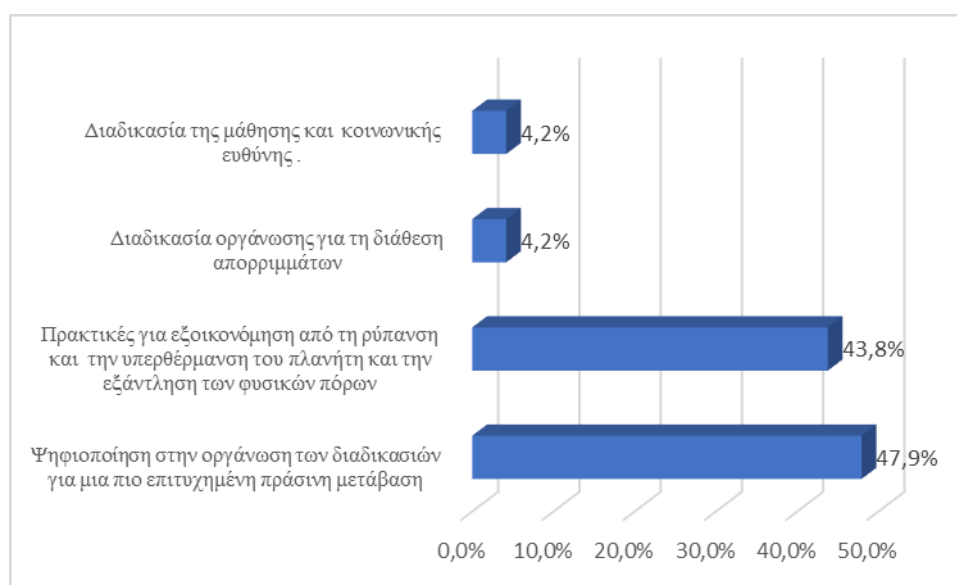
Φύλο	Ποσοστό %	Επαγγελματική κατάσταση	Ποσοστό %
Ανδρες	44,7	Μόνιμος Δημόσιος Υπάλληλος	83,0
Γυναίκες	55,3	Δημόσιος Υπάλληλος	14,9
		Ορισμένου Χρόνου	
		Άλλο	2,1
Κλάσεις ηλικίας	Ποσοστό %	Θέση στην υπηρεσία	Ποσοστό %
≤25	2,1	Διευθυντής / Δασάρχης	12,7
26-35	6,4	Τμηματάρχης	14,9
36-45	6,4	Δασολόγος	27,7
46-55	59,6	Δασοπόνος	38,3
55-65	25,5	Γεωτεχνικός	2,1

Μορφωτικό επίπεδο	Ποσοστό %	Δασοφύλακας	
ΑΕΙ/ΤΕΙ	72,3	Άλλο	2,1
Μεταπτυχιακό	23,4		
Διδακτορικό	4,3		

Αποτελέσματα

Στην έρευνα αυτή, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1, πήραν μέρος δασικοί υπάλληλοι που υπηρετούν σε διάφορες θέσεις στην πλειονότητα τους όμως είναι δασοπόνοι (38,3%). Ο μέσος όρος προϋπηρεσίας των ερωτώμενων είναι τα 20 έτη, ενώ το ποσοστό αυτών με προϋπηρεσία >20 ετών ανέρχονται στο 58,3% του συνόλου αυτών.

Στη βασική ερώτηση της έρευνας, τι πιστεύουν οι δασικοί υπάλληλοι σε τι αφορά περισσότερο το green management, ελήφθησαν οι απαντήσεις που φαίνονται στο Σχήμα 1, που δίνουν αφορμή για επιπλέον συζήτηση, αφού συνδέουν το Πράσινο Μάνατζμεντ πρωτίστως με την ψηφιοποίηση σε ποσοστό 47,9%, την οποία και καθιστούν απαραίτητη για μια πράσινη μετάβαση. Ένα εξίσου σημαντικό ποσοστό (43,8%) συνδέει το Πράσινο Μάνατζμεντ με πρακτικές για εξοικονόμηση από την υπερθέρμανση του πλανήτη και την εξάντληση των φυσικών πόρων.



Σχήμα 1. Σε τι αφορά το Πράσινο Μάνατζμεντ;
Figure 1. What green management is about?

Όσον αφορά τον τομέα της διοίκησης των ανθρώπινων πόρων ενός οργανισμού, οι ερωτώμενοι απάντησαν ότι σχετίζεται με τους εξής παράγοντες (Πίνακας 2): την πράσινη επιλογή και τις προσλήψεις προσωπικού (2,85), το πράσινο σύστημα ανταμοιβών (2,69) και τη διαχείριση και αξιολόγηση (2,42) και λιγότερο με την πράσινη εκπαίδευση και ανάπτυξη (2,19), όπου το 1=πάρα πολύ και το 5=καθόλου.

Πίνακας 2. Πράσινη διοίκηση ανθρώπινων πόρων στον οργανισμό
Table 2. Green Management Human Resources in the organization

Παράγοντες	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Πράσινη επιλογή και πρόσληψη προσωπικού	50	2,85	,181
Πράσινο σύστημα ανταμοιβών	50	2,69	,149
Διαχείριση και αξιολόγηση	50	2,42	,139
Πράσινη απόδοση	50	2,40	,162
Πράσινη εκπαίδευση και ανάπτυξη	50	2,19	,173

Οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες συνδέουν πολύ την εφαρμογή του Πράσινου Μάνατζμεντ στη Δ.Υ. με προσωπικούς τους παράγοντες, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, (όπου: 1=πάρα πολύ και 5=καθόλου), καθώς οι ερωτώμενοι συνδέουν τον παράγοντα της πράσινης

συμπεριφοράς (2,29) και των ατομικών πράσινων αξιών (2,35) με το Πράσινο Μάνατζμεντ και αρκετά λιγότερο την αίσθηση ιδιοκτησίας (3,33).

Πίνακας 3. Πράσινη διοίκηση ανθρώπινων πόρων και εργαζόμενοι στη Δ.Υ.
Table 3. Green Management Human Resources and employee in Forest Service.

	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Πράσινη Συμπεριφορά	50	2,29	,157
Ατομικές Πράσινες Αξίες	50	2,35	,153
Πράσινη Δέσμευση	50	2,48	,158
Πράσινη Ικανότητα	50	2,50	,152
Ευεξία	50	2,54	,143
Θετική εικόνα της εταιρίας	50	2,60	,154
Εργασιακή ικανοποίηση	50	2,60	,148
Εργασιακή απόδοση	50	2,69	,140
Αφοσίωση	50	2,90	,161
Αίσθηση ιδιοκτησίας	50	3,33	,153

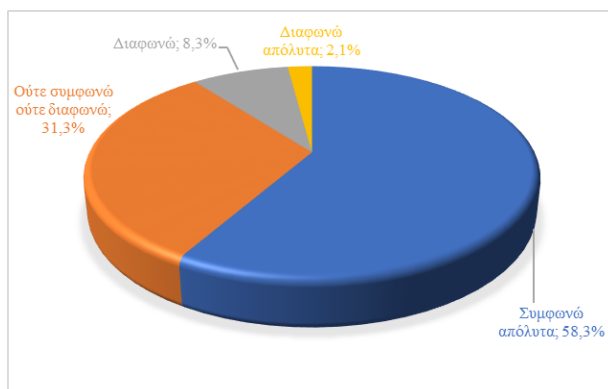
Όσον αφορά τη σχέση του Πράσινου Μάνατζμεντ με την προσωπική κουλτούρα του εργαζομένου, αποδεικνύεται από τα δεδομένα του Πίνακα 3 ότι αυτά συνδέονται σε πολύ μεγάλο βαθμό (2,35). Οι περισσότεροι ερωτώμενοι συνδέουν το Πράσινο Μάνατζμεντ και ιδιαίτερα τη συμπεριφορά μέσα στο Δασική Υπηρεσία με τη γενικότερη κουλτούρα και τις πρακτικές αλλά και το ψυχολογικό κλίμα σε αυτή (Σχήμα 2), ενώ οι πρακτικές σε μια πράσινη μετάβαση διοίκησης ανθρώπινων πόρων επηρεάζουν την απόδοση της Δασικής Υπηρεσίας μέσω του αντίκτυπου στην συμπεριφορά των εργαζομένων στο χώρο εργασίας (Πίνακας 4). Άλλωστε οι πιο πολλοί τονίζουν τη συνάφεια των ατομικών αξιών και των αξιών της Δασικής Υπηρεσίας η οποία έχει αποτελέσματα στο χώρο εργασίας όσο αφορά την πράσινη διοίκηση ανθρώπινων πόρων.

Πίνακας 4. Πράσινη διοίκηση ανθρώπινων πόρων και κουλτούρα οργανισμού
Table 4. Green Management Human Resources and culture of organization

	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Η συνάφεια μεταξύ των ατομικών αξιών και αξιών της Δασικής Υπηρεσίας, έχει θετικά αποτελέσματα στο χώρο εργασίας των εργαζομένων.	50	2,21	,136
Οι πρακτικές σε μια πράσινη μετάβαση διοίκησης ανθρώπινων πόρων επηρεάζουν την απόδοση της Δασικής Υπηρεσίας μέσω του αντίκτυπου στην συμπεριφορά των εργαζομένων στο χώρο εργασίας	50	2,44	,143
Η πράσινη διοίκηση ανθρώπινων πόρων μπορεί να ικανοποιήσει τους εργαζόμενους της Δασικής Υπηρεσίας	50	2,50	,149
Το πράσινο μάνατζμεντ θα δημιουργήσει θετικό ψυχολογικό κλίμα στην Δασική Υπηρεσία	50	2,54	,146
Το πράσινο μάνατζμεντ μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα στον χώρο εργασίας των εργαζομένων μέσα από το κλίμα εργασίας στη Δασική Υπηρεσία	50	2,56	,143
Τα χαρακτηριστικά του Πράσινου Μάνατζμεντ και οι πρακτικές του καθορίζουν τη συμπεριφορά των εργαζομένων στη Δασική Υπηρεσία	50	2,77	,124

Όσον αφορά τη βασική υπόθεση της έρευνας, ότι η πλειονότητα των δασικών υπαλλήλων δεν γνωρίζει το Πράσινο Μάνατζμεντ, επαληθεύεται αφού το 39,6% δήλωσε ότι το γνωρίζει, ενώ το 60,4% των ερωτώμενων δήλωσε αρνητικά (St.D=0,494 & Kurtosis -1,887).

Η υπόθεση Η1,τι η πλειονότητα των υπαλλήλων των δασικών υπηρεσιών συνδέουν τις συμπεριφορές τους με την κουλτούρα του οργανισμού, επαληθεύεται επίσης, αφού στην ερώτηση A5 που το ζητούμενο ήταν ο βαθμός συμφωνίας στην πρόταση: «Οι συμπεριφορές των εργαζομένων σχετίζονται με την κουλτούρα της Δασικής Υπηρεσίας», το 58% δήλωσε ότι συμφωνεί απόλυτα με την πρόταση, ενώ το 31,3% ούτε συμφωνεί -ούτε διαφωνεί, το 8,3% ότι διαφωνεί και το 2,1% ότι διαφωνεί απόλυτα. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν ελήφθη καμία απάντηση «συμφωνώ» (St.d= 1,202).



Σχήμα 2. Οι συμπεριφορές των εργαζομένων σχετίζονται με την κουλτούρα της Δασικής Υπηρεσίας
Figure 2. Employee behaviors are related to the culture of the Forest Service

Η επιμέρους υπόθεση H₂, ότι η πλειονότητα των υπαλλήλων των δασικών υπηρεσιών συνδέουν το πράσινο μάνατζμεντ με την εργασιακή ικανοποίηση επαληθεύεται, αφού όπως φαίνεται στον Πίνακα 5, όπου αναλύεται η εργασιακή ικανοποίηση ανά φύλο, οι ερωτώμενοι παρουσιάζονται να συσχετίζουν πολύ το πράσινο μάνατζμεντ με την εργασιακή ικανοποίηση (F=0.255 και Levene Statistic 0,191, based on mean).

Πίνακας 5. Συσχέτιση green management και εργασιακής ικανοποίησης
Table 5. Correlation between Green Management and job satisfaction

	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	95% διαστήματα εμπιστοσύνης		Ελάχιστο	Μέγιστο
					Κατώτερο	Ανώτερο		
Άντρας	22	2,52	,981	,214	2,08	2,97	1	5
Γυναίκα	28	2,67	1,074	,207	2,24	3,09	1	5
Σύνολο	50	2,96	1,026	,148	2,31	2,90	1	5
					Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Όσον αφορά την εργασιακή ικανοποίηση	Based on Mean			,191	1	46	,664	
	Based on Median			,371	1	46	,545	
	Based on Median and with adjusted df			,371	1	44,802	,545	
	Based on trimmed mean			,234	1	46	,631	
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.			
Between Groups	,241	1	,241	,225	,637			
Within Groups	49,238	46	1,070					
Total	49,479	47						

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι οι περισσότεροι δασικοί υπάλληλοι δε γνωρίζουν το Πράσινο Μάνατζμεντ, ενώ παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον το γεγονός ότι το συνδέουν με την ψηφιοποίηση των διαδικασιών και της οργάνωσης της Δασικής υπηρεσίας, η οποία οδηγεί σε μια επιτυχημένη πράσινη μετάβαση, που αποτελεί στόχο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.

Όσον αφορά τις υποθέσεις της έρευνας όπου αναλύθηκαν τόσο η σχέση της κουλτούρας του οργανισμού και του υπαλλήλου, όσο και η σύνδεση του Πράσινου Μάνατζμεντ με την εργασιακή ικανοποίηση, φαίνεται ότι οι δασικοί υπάλληλοι δέχονται την αλληλεπίδραση αυτή σε πολύ μεγάλο βαθμό. Άλλωστε σύμφωνα και με την έρευνα των Arnett κ.α., (2002) και Spinelli & Canavos (2000) ορισμένα εργασιακά χαρακτηριστικά μπορούν να επηρεάσουν την ικανοποίηση των εργαζομένων από την Υπηρεσία τους.

Η συμπεριφορά των εργαζομένων στη Δ.Υ. συνδέεται σε μεγάλο βαθμό και επηρεάζεται από την οργανωσιακή κουλτούρα αυτής που αναφέρεται σε αξίες, πεποιθήσεις και συμπεριφορές των εργαζομένων σε αυτήν σύμφωνα με την έρευνα του Schein (1992).

Επιπλέον, οι ατομικές αξίες των υπαλλήλων της Δ.Υ. έχει θετικά αποτελέσματα στο χώρο εργασίας των εργαζομένων, ενώ η αξιολόγηση από τους εργαζομένους των χαρακτηριστικών της εργασίας τους είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει την εργασιακή τους συμπεριφορά.

Άλλο βασικό συμπέρασμα της έρευνας αυτής είναι ότι η Δασική Υπηρεσία στελεχώνεται κυρίως από άτομα ηλικίας 46-65 κατά 84% και κρίνεται επιτακτική ανάγκη να ανανεωθεί και να στελεχωθεί με νέα και ικανά άτομα που θα έχουν την πράσινη κουλτούρα που χρειάζεται για να μπορεί να οδηγηθεί αυτή σε μια σωστή πράσινη μετάβαση.

Περαιτέρω έρευνα θα γίνει στο σύνολο των Δασικών Υπηρεσιών της Χώρας και θα αφορά πέραν του Πράσινου Μάνατζμεντ και την ψηφιοποίηση των δασικών διαδικασιών, με βασικό στόχο πόσο αυτές θα εξυπηρετούσαν την πράσινη ανάπτυξη αλλά και τη μελέτη του πράσινου χάσματος μέσα στη Δασική Υπηρεσία με έμφαση στην απόσταση μεταξύ της δεδηλωμένης σημασίας της προστασίας του περιβάλλοντος και της πραγματικής συμπεριφοράς για βοήθεια προς το περιβάλλον, καθώς και στην έλλειψη επικοινωνίας των στόχων μέσα στη Δασική Υπηρεσία μεταξύ των υπαλλήλων και των στελεχών.

Ευχαριστίες

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Διδακτορικών Σπουδών του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού της Σχολής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και εκφράζονται οι ευχαριστίες για τη δυνατότητα αυτή.

Abstract

The present study investigates the impact of Green Management on the operation of the Greek Forestry Service (FS). The aim of the research is to highlight the degree of knowledge of the F.S. executives on the concept of green management, as well as its relation with forestry officials' behavioral practices and the benefits it delivers to them by its implementation. A specially structured electronic questionnaire was used as a research tool, which was addressed to all senior executives of the Regional Forestry Administration & Forestry Departments of the Inspection of Policy Implementation of Thessaly - Central Greece and was answered by a total of 50 persons. The IBM SPSS Statistics ver.29 program was used for data analysis. The findings demonstrate that the majority of forest service executives link their behavior to the culture of the organization and that they relate green management to job satisfaction.

Βιβλιογραφία

- Afedzie, R., Brace, R., Quansah, F., Attah-Panin, J. Green, 2021. Human Resource Management: A Review and Future Directions In Human Resource Management Practices for Promoting Sustainability Chapter 2 (pages 20-37) DOI: 10.4018/978-1-7998-4522-5.ch002
- Andersen, E. and Jessen, S. A. 2003. Project maturity in organizations. *Int. J. Proj. Manag.*, 21 (6) , pp. 457–461.
- Arnett, D.B., Laverie, D.A. and McLane, C. 2002. Using job satisfaction and pride as internal-marketing tools. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, Vol. 43 No. 2, pp. 87-96.
- Backlund, F., Chronéer, D. and Sundqvist, E. (2015). Maturity assessment: towards continuous improvements for project-based organizations. *International Journal of Managing Projects in Business*, 8 (2), pp. 256–278.
- CEDEFOP 2019. Skills for European green jobs. Synthesis report 2018 update. Publications Office of the European Union, 2019. Cedefop reference series 109, Luxembourg: https://www.cedefop.europa.eu/files/3078_en.pdf
- Chan, E.S. and Hawkins, R. 2010. Attitude towards EMSs in an international hotel: an exploratory case study. *Int. J. Hosp. Manag.* Vol. 29 No. 4, pp. 641-651
- Cherian, J., and Jacob, J. 2012. A study of Green HR practices and its effective implementation in the organization: A review. *Int. J. Bus. Manag.*, 7, 25–33.
- Constantinescu, R., and Iacob, I. M. 2007. Capability maturity model integration. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 2 (1), pp. 187.

- Daily, B. F., and Huang, S. 2001. Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(12), 1539–1552. <https://doi.org/10.1108/01443570110410892>
- Glavas, A., Senge, P., & Cooperrider, D. L. 2010. Building a Green City on a Blue Lake—A model for building a local sustainable economy. *People & Strategy*, 33, 26–33
- Huyton, J.R. and Sutton, J. 1996. Employee perceptions of the hotel sector in the People’s Republic of China. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol. 8 No. 1, pp. 22-28.
- International Labour Office – I.L.O., 2011. Skills for Green Jobs. A Global view. Synthesis Report Based on 21 Countries Studies. Geneva, https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_159585.pdf
- Maslow, A.H. 1970. *Motivation and Personality*, 2nd ed., New York: Harper & Row Publishers
- Milliman, J., and Clair, J. 1996. Best environmental HRM practices in the US. In W. Wehrmeyer (Ed.), *Greening people: Human resource and environmental management* (pp. 49–74). Sheffield, England: Greenleaf.
- Renwick, D.W.S., Redman, T. and Maguire, S. 2013. Green human resource management: a review and research calendar. *International Journal of Management Reviews*, Vol. 15 No. 1, pp. 1-14
- Schein, E. H. 1992. *Organizational culture and leadership*. San Francisco: Jossey-Bass
- Σιώμκος, Ι.Γ. και Βασιλικοπούλου, Ι.Α. 2005. Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς. Εκδότης: Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα, σελ. 568.
- Spinelli, M.A. and Canavos, G.C. 2000. Investigating the relationship between employee satisfaction and guest satisfaction. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, Vol. 41 No. 6, pp. 29-33.
- Victor, D. G. 2001. *The collapse of the Kyoto Protocol and the struggle to slow global warming*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Wirtenberg, J., Harmon, K. D., Russell, W. G., and Fairfield, K. D. 2007. HR’s role in building a sustainable enterprise. *Human Resource Planning*, 30, 10–20
- Yusoff, Y.M., M. Nejati, D.M.H. Kee and A. Amran 2018. Linking Green Human Resource Management Practices to Environmental Performance in Hotel Industry. *Global Business Review* 21, no. 3: 663-80.

Θεματική Ενότητα: Δασική Πολιτική

**ΧΡΗΣΤΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ
ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ (ΝΔΜ) ΣΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ**

Καραδόντα, Αντιγόνη¹; Παπαδόπουλος, Ιωάννης²

¹: Δασαρχείο Χαλκίδας, Πήλικα 28-341 00 Χαλκίδα, akaradonta@gmail.com

²: Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών και Σχεδιασμού Ξύλου - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Β. Γρίβα 11-13, 43100 Καρδίτσα, paradio@uth.gr

Περίληψη

Στη παρούσα μελέτη διερευνάται η συμβολή του ΝΔΜ στη χρηστή διακυβέρνηση και τη βελτίωση του Δασικών Υπηρεσιών (Δ.Υ.) Στόχος της έρευνας είναι να αναδείξει τους παράγοντες του ΝΔΜ που θα συντελέσουν στην καταπολέμηση της διαφθοράς και της ενίσχυσης της διαφάνειας, καθώς και τις πολιτικές που θα συντελέσουν στη χρηστή διακυβέρνηση στη Δασική Υπηρεσία (Δ.Υ). Ως εργαλείο της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικά δομημένο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο που απευθύνθηκε σε όλα τα ανώτερα στελέχη των Δ/νσεων Δασών & Δασαρχείων της Επιθεώρησης Εφαρμογής Πολιτικής Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας και απαντήθηκε συνολικά από 92 άτομα. Για την ανάλυση των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics ver.29. Η έρευνα αποδεικνύει ότι οι παράγοντες που σχετίζονται με την ενίσχυση της διαφάνειας, όπως η θέσπιση δικαιότερων και αποτελεσματικών διαδικασιών και η εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη βελτίωση της διακυβέρνησης. Οι εργαζόμενοι με λιγότερα από είκοσι (20) έτη εμπειρίας εκφράζουν την περισσότερο αισιόδοξη πλευρά για τη θετική επίδραση του ΝΔΜ στις Δασικές Υπηρεσίες.

Λέξεις- κλειδιά: Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ, χρηστή διακυβέρνηση, Δασική υπηρεσία, διαφάνεια, διαφθορά.

Εισαγωγή

Η διοίκηση ως ανθρώπινη δραστηριότητα, έχει εξελιχθεί και προσαρμοστεί στις ανάγκες και τους στόχους της κάθε εποχής. Η οργάνωση της διοίκησης, επηρεαζόμενη από ιστορικούς, ιδεολογικούς οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, οργανώνεται από το κράτος. Υπό το πρίσμα της εξυπηρέτησης του πολίτη, τιθέμενος σκοπός είναι η προστασία του γενικού συμφέροντος, ώστε να υπάρξει εξασφάλιση της ισορροπίας μεταξύ της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης. (Καραδόντα και Παπαδόπουλος 2021).

Η ιστορική αναδρομή αναδεικνύει και με δεδομένα πάντα τις υπάρχουσες κοινωνικοοικονομικές εξελίξεις, τα διατιθέμενα μέσα και πόρους, ότι έχουν αναπτυχθεί πολλά συστήματα διοίκησης με κύρια αυτά της γραφειοκρατίας, της δημόσιας διοίκησης και από την δεκαετία του 1990 και μετά, το Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ (ΝΔΜ). Ο στόχος του πάντα είναι η εξάλειψη της γραφειοκρατίας, της κακοδιοίκησης, της αναποτελεσματικότητας και των γενικότερων δυσλειτουργιών και αποσκοπεί στην αύξηση της απόδοσης και βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων δημοσίων υπηρεσιών (Christensen & Laegreid 2017, Minogue κ.α. 1998, Ferlie 1996). Η ελληνική δημόσια διοίκηση έχει ανάγκη τον εκσυγχρονισμό της (Feathertone 2011), καθώς εμφανίζει όλες τις προαναφερθείσες παθογένειες. Το ΝΔΜ καθορίζεται από τις μεθόδους του, οι οποίες περιλαμβάνουν τα θεμελιώδη εργαλεία του κλασικού μάνατζμεντ (προγραμματισμός, οργάνωση, ηγεσία, έλεγχος), όσο και τις εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στη συνέχεια από τις επιμέρους κοινωνικές επιστήμες, ώστε να επαναπροσδιορίσουν την έννοια των δημοσίων υπηρεσιών (Pollitt & Bouckaert 2017). Οι πρακτικές του ΝΔΜ περιλαμβάνουν συνήθως την καθιέρωση προτύπων και μετρήσεων, με βάση την απόδοση (Hood 1991). Τα κύρια χαρακτηριστικά του ΝΔΜ, που θα πρέπει να εφαρμόζονται και στις Δασικές Υπηρεσίες της χώρας

είναι: α) αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα, β) προσανατολισμός προς τον πελάτη, γ) ανεξαρτησία και αυτονομία, δ) διαφάνεια και λογοδοσία, ε) αξιολόγηση αποδόσεων, στ) διαχείριση ανθρώπινων πόρων και ζ) προσανατολισμός προς την καινοτομία και την ποιότητα (Dunleavy & Hood 1994).

Ειδοποιός διαφορά με το διοικητικό σύστημα της γραφειοκρατίας και στο πλαίσιο της κατά το δυνατόν άμεσης ικανοποίησης του πελάτη το ΝΔΜ δεν δέχεται την κάθετη ιεραρχία, δηλαδή την οργανωτική εκείνη δομή που μεταφέρει εντολές από «πάνω προς τα κάτω». Απαιτεί όμως την «εξειδίκευση». Η φιλοσοφία του ΝΔΜ απαιτεί την ικανοποίηση αφενός των πολιτών και φορέων (εξωτερικοί πελάτες) και των στελεχών – υπαλλήλων της κάθε Δημόσιας Υπηρεσίας (εσωτερικοί πελάτες). Στοιχείο του ΝΔΜ στη Δασική Υπηρεσία, μπορεί να θεωρηθεί και η σημερινή διοικητική της δομή, όπου μεταξύ των Υπηρεσιών της δεν υπάρχει κάθετη ιεραρχία, παρόλο που οι υπάλληλοι αντιδρούν σε αυτό (Brown & Harris 2008). Η εφαρμογή των μεθόδων του ΝΔΜ στις Η.Π.Α., από τις αρχές του 1990, αποσκοπούσε στη βελτίωση της ποιότητας, αποδοτικότητας και αξιοπιστίας των δημόσιων υπηρεσιών και ήδη από το 1992 το 68% των δημόσιων υπηρεσιών είχαν εφαρμόσει πολιτικές ποιότητας (Ustuner & Coskun 2004).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι πεποιθήσεις που θεωρούσαν απαραίτητο τον επαναπροσδιορισμό της δημόσιας διοίκησης πάνω σε νέες ιδεολογικές και πρακτικές βάσεις κατάφεραν να προσελκύσουν προσοχή, τόσο στην πρακτική όσο και στον ακαδημαϊκό χώρο. Αρκετοί εξέχοντες ερευνητές του εν λόγω τομέα ενστερνίστηκαν την κοσμοθεωρία της "διακυβέρνησης" ως φιλοσοφική προσέγγιση της οργάνωσης. Η "διακυβέρνηση" εντοπίστηκε ως ένας "εικονικός αντισυνώνυμος (απομίμηση)" της δημόσιας διαχείρισης και της δημόσιας διοίκησης" (Ingraham & Laurence 2004). Ως έννοια η διακυβέρνηση πολύ γρήγορα έγινε λέξη καθημερινής χρήσης αλλά όπως συμβαίνει συχνά με παρόμοιες λέξεις απουσιάζει η «συναίνεση» για το τι ακριβώς σημαίνει, ενώ ασαφής παραμένει ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να εφαρμοσθεί (Doornbos 2003).

Η εξέταση της έννοιας της διακυβέρνησης οδηγεί στο συμπέρασμα ότι επρόκειτο για έναν πολυεπίπεδο όρο, ο οποίος, παρόλο που παραδοσιακά συνδεόταν με την κυβέρνηση (Rhodes, 1997, Stoker, 1998), κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980, επανήλθε δυναμικά για να απορροφήσει σημασίες που η κυβέρνηση δεν καταφέρνει να καλύψει. Αυτή η μεταβολή προς την έννοια της διακυβέρνησης έχει χαρακτηριστεί ως "νέα διακυβέρνηση" (Treib κ.α. 2005, Kohler-Koch & Rittberger 2006). Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα η Διακυβέρνηση προσδιορίζεται από τους θεσμούς και τις παραδόσεις εκείνες που σε μία χώρα ασκείται η εξουσία και περιλαμβάνει (α) τη διαδικασία μέσω της οποίας εκλέγονται, εποπτεύονται και αντικαθίστανται οι κυβερνήσεις, (β) την ικανότητα των κυβερνήσεων να σχεδιάζουν και να εφαρμόζουν αποτελεσματικά δημόσιες πολιτικές και (γ) το σεβασμό που οι πολίτες και το κράτος δείχνουν προς τους θεσμούς που ρυθμίζουν και τις οικονομικές και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Worldbank 2008).

Η έννοια της χρηστής διακυβέρνησης συμβάλλει στην παροχή ποιοτικών δημοσίων αγαθών για τους πολίτες. Η «χρηστή διακυβέρνηση» νοείται ως η διαφανής και υπεύθυνη διαχείριση ανθρώπινων, φυσικών, οικονομικών και χρηματοοικονομικών πόρων, με σκοπό την ισότιμη και βιώσιμη ανάπτυξη (European Commission, 2003, Misuraca 2007). Η ιδέα της δημοκρατίας εμπεριέχεται στην έννοια της «χρηστής διακυβέρνησης», με κύριο στόχο την εξάλειψη της διαφθοράς στις κοινωνίες, την επίτευξη των δικαιωμάτων των ατόμων, τη δυνατότητα και τα μέσα συμμετοχής στις αποφάσεις που επηρεάζουν τη ζωή τους και την υποχρέωση των κυβερνήσεων να λογοδοτούν για τις πράξεις τους (UN-ESCAP, 2008).

Η Χρηστή Διακυβέρνηση και το Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ (ΝΔΜ) είναι δύο έννοιες που αλληλεπιδρούν στο πλαίσιο της μεταρρύθμισης της δημόσιας διοίκησης. Και οι δύο προσπαθούν να προωθήσουν: α) τη διαφάνεια, β) την αποδοτικότητα, γ) την αποτελεσματικότητα, δ) τη λογοδοσία και ε) τη συμμετοχή των πολιτών. Ωστόσο, εφαρμόζονται και αξιολογούνται με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με τον συγκεκριμένο πλαίσιο και τις πολιτικές προτεραιότητες (Iacovino κ.α. 2017, Draft 2001, Kaul 1997).

Η διερεύνηση της δυνατότητας και ετοιμότητας για τη μετάβαση της Δασικής Υπηρεσίας στη νέα εποχή διακυβέρνησης, αυτού του ΝΔΜ, λαμβάνει υπόψη τον ιδιαίτερο πόρο που αυτή διαχειρίζεται (αποτελεί συνταγματικά κατοχυρωμένο αγαθό), αυτόν των δασικών εν γένει εκτάσεων, σε συνδυασμό με τις βασικές αρχές (ποιότητα, αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα,

οικονομικότητα) του προτεινόμενου μοντέλου διακυβέρνησης και των παραδοσιακών αρχών της νομιμότητας και των ίσων ευκαιριών.

Βασικός σκοπός της έρευνας είναι να αναδείξει το στοίχημα που καλούνται οι Δασικές Υπηρεσίες της χώρας να εφαρμόσουν, το ΝΔΜ. που θα συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της λειτουργίας τους. Επιμέρους στόχοι της έρευνας είναι να απαντήσει στα ερωτήματα: α) Ποιοι παράγοντες επηρεάζονται στην επίτευξη του Ν.Δ.Μ από την συμμετοχή του κοινού; β) Ποια είναι η συσχέτιση των παραγόντων που συντελούν στην καταπολέμηση της διαφθοράς στη Δ.Υ.; γ) Ποιες είναι οι πολιτικές που συντελούν στην χρηστή διακυβέρνηση στη Δ.Υ; δ) Ποιοι είναι οι παράγοντες ενίσχυσης διαφάνειας στη Δ.Υ.;

Υλικά και Μέθοδοι

Για την επίτευξη των στόχων της έρευνας, πραγματοποιήθηκε ποιοτική έρευνα και επιλέχθηκε ως κατάλληλο μεθοδολογικό εργαλείο το ερωτηματολόγιο, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως σε «έρευνες πεδίου ή επισκόπησης», στις οποίες εντάσσεται και η παρούσα έρευνα. Η υπόθεση της έρευνας καθώς και η μελέτη βιβλιογραφίας σχετικά με το θέμα της έρευνας συνέβαλαν καθοριστικά στη σύνταξη του ειδικά δομημένου ερωτηματολογίου (Κελπανίδης 1999). Πραγματοποιήθηκε βασική τεκμηρίωση της εμπειρικής έρευνας, όπου στη συνέχεια περιγράφεται ο σχεδιασμός αυτής, η περιγραφή της μεθοδολογίας και της ανάλυσης, καθώς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτής, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία των κοινωνικών ερευνών (Κάλλας και Παπαριστείδη 2022, Κυριαζή 2011).

Οι ερωτήσεις διαμορφώθηκαν μετά την επισταμένη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, μέσα από το πρότυπο της Google Form και στάλθηκαν μέσω των υπηρεσιακών emails των δασικών υπαλλήλων όλης της χώρας. Το δείγμα επιλέχθηκε μέσω της απλής τυχαίας δειγματοληψίας, καθώς το κάθε στέλεχος της Δ.Υ. ανάλογα με την προσωπική του εμπειρία, τη συμπεριφορά και το κοινωνικό πλαίσιο του καθενός, εκφράζει τη δική του οπτική και τη δική του αλήθεια (Ιωσηφίδης 2008, Gill κ.α. 2008). Η συμπλήρωση των εν λόγω ερωτηματολογίων ήταν ανώνυμη, ενώ τα όποια προσωπικά και εργασιακά δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω αυτών, χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε πενήντα πέντε (55) ερωτήσεις, εκ των οποίων οι οκτώ (8) αφορούσαν τις απαντήσεις των ερευνητικών ερωτημάτων της παρούσας έρευνας και πέντε (5) επιπλέον που κατέγραφαν το προφίλ των ερωτώμενων δασικών υπαλλήλων (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά ερωτώμενων δασικών υπαλλήλων

Table 1. Profile of the surveyed forest employees

Φύλο	Ποσοστό %	Επαγγελματική κατάσταση	Ποσοστό %
Ανδρες	48,4	Μόνιμος Δημόσιος Υπάλληλος	84,8
Γυναίκες	51,6	Δημόσιος Υπάλληλος Αορίστου Χρόνου	3,3
		Δημόσιος Υπάλληλος Ορισμένου Χρόνου	5,4
		Άλλο	6,5
Κλάσεις ηλικίας	Ποσοστό %	Θέση στην υπηρεσία	Ποσοστό %
26-35	1,1	Διευθυντής / Δασάρχης	8,9
36-45	8,6	Τμηματάρχης	28,9
46-55	48,4	Δασολόγος	18,9
55-65	34,4	Δασοπόνος	34,4
>65	7,5	Δασοφύλακας	8,9
Μορφωτικό επίπεδο	Ποσοστό %		
Λύκειο	8,7		
Πανεπιστήμιο/ΤΕΙ	39,1		
Μεταπτυχιακό	39,1		
Διδακτορικό	13,0		

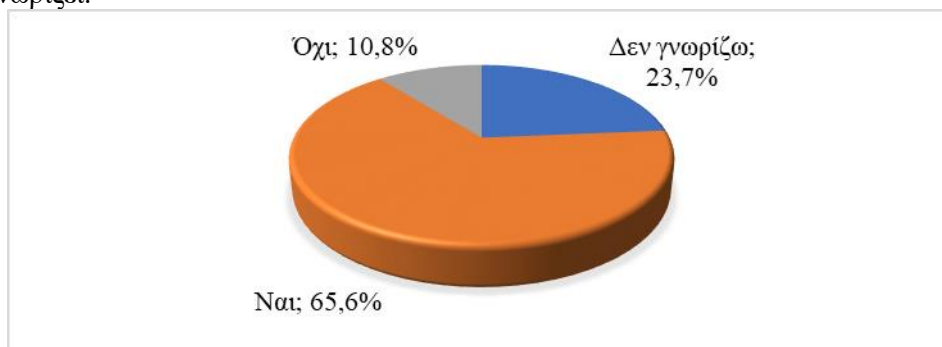
Οι περισσότερες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν κλειστές, τύπου: ιεράρχησης, διχοτόμησης, κλίμακας Likert, πρόθεσης αγοράς, με μία σωστή απάντηση, πολλαπλών επιλογών και ερωτήσεις

κλίμακας Thurstone. Ειδικότερα, οι ερωτήσεις που χρησιμοποιούσαν την κλίμακα Likert είχαν δομηθεί σε πέντε επίπεδα, ώστε οι ερωτώμενοι να μπορούν να εκφράσουν τη στάση ή τη γνώμη τους σε μια κλίμακα απόλυτης συμφωνίας (βαθμός 5) έως απόλυτη διαφωνία (βαθμός 1).

Η διανομή του ερωτηματολογίου (μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) έγινε κατά την διάρκεια των μηνών Ιουνίου και Ιουλίου 2023. Προκειμένου να ανιχνευθούν και διορθωθούν ενδεχόμενες ασάφειες ή ασυνέπειες στο ερωτηματολόγιο και να εκτιμηθεί ο χρόνος απάντησης πραγματοποιήθηκε μία πρώτη φάση πιλοτική έρευνας με έξι (6) ερωτώμενους. Σε κάποιες περιπτώσεις χρειάστηκε να γίνει επανάληψη της ηλεκτρονικής αποστολής του ερωτηματολογίου. Τελικά το δείγμα της έρευνας ανήλθε μέχρι στιγμής σε 92 δασικούς υπαλλήλους σε όλη την επικράτεια, ήτοι σε ποσοστό 13,15% στο σύνολο των υπηρετούντων. Αφού συλλέχθηκαν τα ερωτηματολόγια από το δείγμα, ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων με τη χρήση του προγράμματος IBM SPSS Statistics, έκδοση 29 (Σιώκος και Βασιλικούλου 2005), χρησιμοποιώντας διάφορες διαδικασίες όπως ο υπολογισμός συχνοτήτων (Frequencies), οι περιγραφικές στατιστικές (Descriptives) και οι συσχετίσεις (Correlation).

Αποτελέσματα

Η έρευνα αυτή απευθύνθηκε σε δασικούς υπαλλήλους των περιφερειακών δασικών υπηρεσιών της χώρας καθώς και της Γενικής Διεύθυνσης Δασών (Κεντρική Υπηρεσία) του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Μεταξύ των ερωτημάτων της έρευνας ήταν εάν η εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ (NDM) θα συμβάλει στη βελτίωση των Δασικών Υπηρεσιών της Χώρας. Σύμφωνα με το Σχήμα 1, το 65,6% των απαντήσεων ήταν θετικές, ενώ το 23,7% δήλωσε ότι δεν γνωρίζει.



Σχήμα 1. Ποσοστά απαντήσεων αναφορικά με την συμβολή του NDM στη βελτίωση του Δασικών Υπηρεσιών
Figure 1. Percentage of responses regarding the contribution of NDM to the improvement of Forest Services

Η θέσπιση και η εφαρμογή της ελεύθερης έκφρασης, καθώς και του «συνεταιρίζεσθαι» είναι το μέσο της επίτευξης της συμμετοχής του κοινού (ανδρών και γυναικών, άμεση ή έμμεση μέσω νομιμοποιημένων οργανισμών ή αντιπροσώπων) και αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της χρηστής διακυβέρνησης, επηρεάζοντας σαφέστερα την εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ (NDM) στις Δασικές Υπηρεσίες της χώρας. Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων στην ερώτηση «Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι η συμμετοχή του κοινού θα βοηθήσει τους παρακάτω παράγοντες στην επίτευξη του NDM», προκύπτει ότι οι μεταβλητές δείχνουν μια μέτρια έως ελαφρώς θετική αξιολόγηση, με την "Προαγωγή της ευαισθησίας του κοινού αναφορικά με την δασική διαχείριση" να λαμβάνει την υψηλότερη μέση αξιολόγηση. Ωστόσο, οι απαντήσεις διέπονται από σημαντική διακύμανση, όπως φαίνεται από τις τιμές της τυπικής απόκλισης, κάτι που υποδηλώνει ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στις απόψεις των ανθρώπων που συμμετείχαν στην έρευνα.

Πίνακας 2. Παράγοντες που επηρεάζονται στην επίτευξη του NDM από την συμμετοχή του κοινού
Table 2. Factors influencing the achievement of NDM through public participation

Παράγοντες	N πλήθος	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Ενίσχυση επικοινωνίας κοινού	91	3,08	1,231
Προαγωγή της ευαισθησίας του κοινού αναφορικά με την δασική διαχείριση	91	3,34	1,137

Αίσθημα περί συνεισφοράς στην λήψη αποφάσεων αναφορικά με την διαχείριση των δασών	90	3,10	1,264
Διασφάλιση ότι οι απόψεις όλων των μερών λαμβάνονται υπόψη	91	3,20	1,176
Αποδοχή και στήριξη των αποφάσεων που λαμβάνονται	91	3,23	1,230
Προτάσεις για λύσεις περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον και μακροπρόθεσμα βιώσιμες.	90	3,27	1,178

Ο έλεγχος της διαφθοράς αποτελεί χαρακτηριστικό της χρηστής διακυβέρνησης και συνδέεται με την λογοδοσία του ΝΔΜ. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα, πιστεύουν πως η ενίσχυση της διαφάνειας, η ανάπτυξη αποτελεσματικών μηχανισμών ελέγχου (υψηλότερη μέση τιμή (4,40), με τη χαμηλότερη τυπική απόκλιση (0,647) και η θέσπιση δίκαιων και αποτελεσματικών διαδικασιών είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες (μέση τιμή 4,20) για την καταπολέμηση της διαφθοράς. Από την άλλη πλευρά, η συμμετοχή των εμπλεκόμενων (κοινού – φορέων) στη λήψη των αποφάσεων έλαβε την χαμηλότερη αξιολόγηση (μέση τιμή 3,15 και την υψηλότερη τυπική απόκλιση (1,390), δηλώνοντας ότι οι συμμετέχοντες μπορεί να αμφιβάλλουν για την αποτελεσματικότητα αυτού του παράγοντα στην καταπολέμηση της διαφθοράς (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Παράγοντες που συντελούν στην καταπολέμηση της διαφθοράς
Table 3. Factors contributing to the fight against corruption

Παράγοντες	N πλήθος	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Ανάπτυξη αποτελεσματικών μηχανισμών ελέγχου	92	4,40	0,647
Ενίσχυση της διαφάνειας	92	4,25	0,793
Θέσπιση δίκαιων και αποτελεσματικών διαδικασιών	91	4,20	0,922
Ενίσχυση της υπευθυνότητας	92	3,98	0,877
Υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών και πρότυπα διαχείρισης	91	3,98	1,011
Εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού	92	3,78	1,046
Ανάπτυξη συνεργασίας με άλλους εμπλεκόμενους φορείς	91	3,56	1,166
Συμμετοχή στις αποφάσεις, των εμπλεκόμενων (κοινού – φορέων)	92	3,15	1,390

Σε γενικές γραμμές, οι δείκτες συσχέτισης (σχέση μεταξύ διαφόρων παραγόντων) δείχνουν ότι όλοι οι παράγοντες είναι στατιστικά σημαντικά συσχετισμένοι μεταξύ τους, με τις περισσότερες σχέσεις να είναι θετικές (Πίνακας 4). Ισχυρή θετική συσχέτιση υπάρχει μεταξύ των παραγόντων: (α) "Ενίσχυσης της διαφάνειας" και της "Θέσπισης δίκαιων και αποτελεσματικών διαδικασιών", υποδηλώνοντας ότι όσο περισσότερο ενισχύεται η διαφάνεια, τόσο περισσότερο είναι πιθανό να θεσπιστούν δίκαιες και αποτελεσματικές διαδικασίες. ($r = 0.536$, $p < 0.01$), (β) "Εκπαίδευσης και ενημέρωσης του κοινού" και της "Ανάπτυξης συνεργασίας με άλλους εμπλεκόμενους φορείς υποδηλώνοντας ότι η εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη συνεργασιών με άλλους εμπλεκόμενους φορείς ($r = 0.681$, $p < 0.01$) και τέλος (γ) Υιοθέτησης βέλτιστων πρακτικών και πρότυπα διαχείρισης" και της "Συμμετοχής στις αποφάσεις, των εμπλεκόμενων (κοινού – φορέων)" υπάρχει επίσης σημαντική θετική συσχέτιση ($r = 0.562$, $p < 0.01$).

Πίνακας 4. Συσχετίσεις παραγόντων (Person correlation) που συντελούν στην καταπολέμηση της διαφθοράς
Table 4. Person correlation between factors contributing to the fight against corruption

	Συσχετίσεις							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Ενίσχυση της διαφάνειας	1	,419**	,466**	,410**	,360**	,536**	,503**	,364**
2. Ενίσχυση της υπευθυνότητας	,419**	1	,267**	,414**	,304**	,375**	,373**	,237*

3. Ανάπτυξη αποτελεσματικών μηχανισμών ελέγχου	,466**	,267**	1	,228*	,321**	,408**	,370**	,212*
4. Εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού	,410**	,414**	,228*	1	,681**	,538**	,330**	,370**
5. Ανάπτυξη συνεργασίας με άλλους εμπλεκόμενους φορείς	,360**	,304**	,321**	,681**	1	,580**	,482**	,503**
6. Θέσπιση δίκαιων και αποτελεσματικών διαδικασιών	,536**	,375**	,408**	,538**	,580**	1	,542**	,390**
7. Υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών και πρότυπα διαχείρισης	,503**	,373**	,370**	,330**	,482**	,542**	1	,562**
8. Συμμετοχή στις αποφάσεις, των εμπλεκόμενων (κοινού – φορέων)	,364**	,237*	,212*	,370**	,503**	,390**	,562**	1

Η ενίσχυση της διαφάνειας, η ανάπτυξη αποτελεσματικών μηχανισμών ελέγχου, η εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού, η ανάπτυξη συνεργασίας με άλλους εμπλεκόμενους φορείς, η θέσπιση δίκαιων και αποτελεσματικών διαδικασιών και η συμμετοχή στις αποφάσεις, των εμπλεκόμενων (κοινού – φορέων) είναι θεωρητικά αποτελεσματικές πολιτικές για την επίτευξη χρηστής διακυβέρνησης στις Δασικές Υπηρεσίες. Ωστόσο, η υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών και προτύπων διαχείρισης παρουσιάζει χαμηλότερη αξιολόγηση σε σχέση με τις άλλες πολιτικές (Πίνακας 5). Ενίσχυση της διαφάνειας στη λήψη αποφάσεων και την διαχείριση των δασών" και "Ανάπτυξη μηχανισμών ελέγχου και επιθεώρησης για τον περιορισμό - αποτροπή της διαφθοράς" ($r=0,748$). Συμπεραίνεται ότι η ενίσχυση της διαφάνειας είναι στενά συνδεδεμένη με την ανάπτυξη μηχανισμών ελέγχου

Πίνακας 5. Πολιτικές που συντελούν στην χρηστή διακυβέρνηση
Table 5. Policies contributing to good governance

Παράγοντες	N (πλήθος)	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Συμμετοχή στις αποφάσεις των εμπλεκόμενων (κοινού – φορέων)	91	3,97	0,994
Θέσπιση δίκαιων και αποτελεσματικών διαδικασιών	92	3,91	0,979
Ανάπτυξη συνεργασίας με άλλους εμπλεκόμενους φορείς	92	3,75	1,201
Ανάπτυξη αποτελεσματικών μηχανισμών ελέγχου	89	3,74	1,072
Ενίσχυση της διαφάνειας	92	3,51	1,227
Εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού	92	3,41	1,169
Υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών και πρότυπα διαχείρισης	92	2,78	1,308

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στον Πίνακα 6 δίνει μια εικόνα για τη σχέση των παραγόντων με τη διαφάνεια και προσφέρει κατευθυντήριες γραμμές για την ενίσχυση της διαφάνειας σε μια Δασική Υπηρεσία.

Πίνακας 6. Παράγοντες ενίσχυσης διαφάνειας
Table 6. Factors enhancing transparency

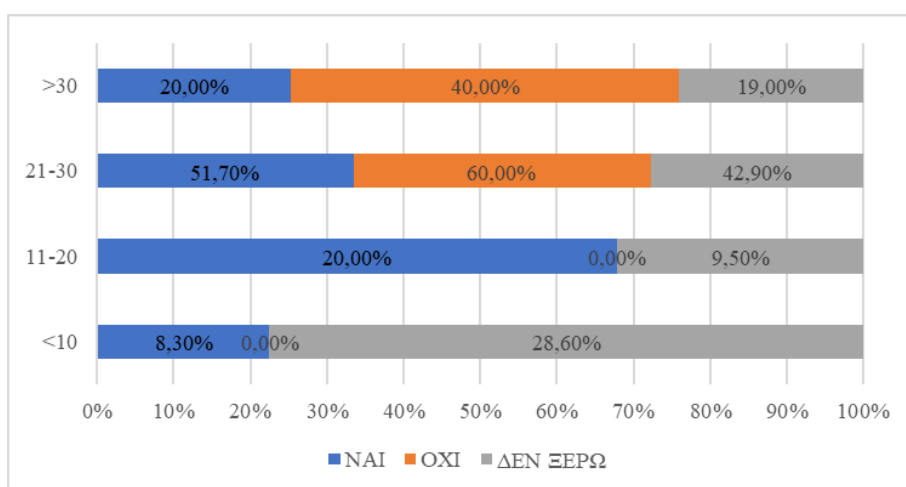
Παράγοντες	N πλήθος	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Μείωση φαινομένων διαφθοράς	92	4,11	1,010
Δημοσίευση πράξεων σε διαδικτυο, ιστότοπο υπηρεσίας, δελτία τύπου κ.λ.π (Διαθεσιμότητα πληροφοριών)	92	4,08	1,061
Έλεγχο νομιμότητας – κανονικότητας	92	4,00	0,994
Αποτελεσματική διαχείριση των πόρων	91	3,84	1,128
Προσβασιμότητα στις πηγές χρηματοδότησης, πως χρησιμοποιούνται και αποτελέσματα δαπανών	91	3,80	1,137
Διασφάλιση της βιωσιμότητας των δασών	92	3,70	1,202
Πολιτική για την διαχείριση των δασών – ενημέρωση για τα εκτελούμενα έργα εντός δασικών εν γένει εκτάσεων	92	3,65	1,171
Αποδοτικότητα	91	3,62	1,152

Στις συνεργασίες με άλλες Υπηρεσίες/Φορείς/πολίτες	89	3,45	1,234
Δημιουργία μηχανισμών δημόσιας συμμετοχής (διαμοίρασμα πληροφορίας και της λήψης αποφάσεων)	91	3,42	1,212
Ανταπόκριση στις απαιτήσεις των πολιτών/φορέων	90	3,33	1,281
Εφαρμογή διαδικασιών ανοικτής διαβούλευσης	91	3,30	1,287

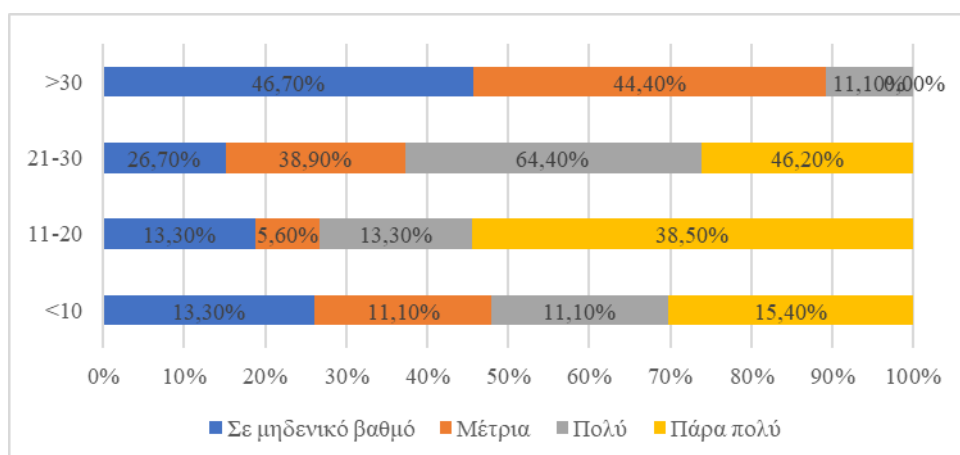
Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η ανάλυση αυτή βασίζεται στα συγκεκριμένα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν και μπορεί να υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαφάνεια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Έτσι ως σημαντικοί παράγοντες για τη διαφάνεια κρίνονται: Η δημοσίευση πληροφοριών (διαδίκτυο, ιστότοπος υπηρεσίας, δελτία τύπου κ.λπ.) και η ευρεία πρόσβαση σε αυτές – διαθεσιμότητα, η προσβασιμότητα στις πηγές χρηματοδότησης, η αποτελεσματική διαχείριση των πόρων και η διασφάλιση της βιωσιμότητας των δασών είναι σημαντικοί παράγοντες για την επίτευξη της διαφάνειας σε μια Δασική Υπηρεσία. Συσχετίζονται θετικά με την διαφάνεια ο έλεγχος νομιμότητας και η μείωση των φαινομένων διαφθοράς είναι σημαντικοί παράγοντες που συνδέονται θετικά με τη διαφάνεια στην δασική υπηρεσία. Η συμμετοχή του κοινού και η διαβούλευση με τους ενδιαφερόμενους είναι σημαντικές, αλλά μπορεί να απαιτούν περαιτέρω ενίσχυση (θετική συσχέτιση αλλά όχι τόσο ισχυρή). Σε αντίθεση η υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών και προτύπων διαχείρισης, η ανταπόκριση στις απαιτήσεις των πολιτών/φορέων και οι συνεργασίες με άλλες υπηρεσίες/φορείς/πολίτες δεν φαίνεται να συσχετίζονται σημαντικά με τη διαφάνεια στην ερευνούμενη δασική υπηρεσία.

Η άποψη του συγκεκριμένου δείγματος των εργαζομένων για το αν θα βοηθηθεί η Δασική Υπηρεσία από την εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ διαφοροποιείται ανάλογα με έτη προϋπηρεσίας. Οι σχετικά νεότεροι εργαζόμενοι (κλάση ετών προϋπηρεσίας <20) φαίνεται να είναι πιο αισιόδοξοι, ενώ οι εργαζόμενοι με περισσότερα έτη εμπειρίας εκφράζουν περισσότερες αμφιβολίες σχετικά με την επίδραση του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ στις Δασικές Υπηρεσίες (Σχήμα 2).

Ο στατιστικός έλεγχος χ^2 ανέδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της διαπίστωσης ότι η πολιτική σταθερότητα επηρεάζει την επιτυχή εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ στις Δασικές Υπηρεσίες σε σχέση με τις κλάσεις ηλικίας των δασικών υπαλλήλων ($\chi^2=23,494$ σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha<0,005$). Οι εργαζόμενοι με λιγότερη προϋπηρεσία τάσσονται περισσότερο υπέρ της παραπάνω άποψης, ενώ οι εργαζόμενοι με μεγαλύτερη προϋπηρεσία είναι πιο διχασμένοι ή τάσσονται περισσότερο κατά αυτής της άποψης (Σχήμα 3). Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω ανάλυση και εξέταση του πεδίου αυτού και του περιβάλλοντος για να κατανοήσουμε πλήρως τη σημασία αυτών των συσχετίσεων και πιθανών επιδράσεων.



Σχήμα 2. Σχέση ετών προϋπηρεσίας με την εφαρμογή της επιτυχούς εφαρμογής του ΝΔΜ στις Δασικές Υπηρεσίες
Figure 2. Relationship between years of experience and the success implementation of NPM in Forest Services



Σχήμα 3. Σχέση ετών προϋπηρεσίας- πολιτικής σταθερότητας - εφαρμογή του ΝΑΜ στις Δασικές Υπηρεσίες
Figure 3. Relationship among years of experience, political stability, and implementation of NPM in Forest Services

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν, διαφαίνεται ότι η Ελληνική Δασική Υπηρεσία (Δ.Υ.), παραμένει προσκολλημένη σε κλασικές γραφειοκρατικές δομές και διέπεται από μια κατασταλακτική φιλοσοφία και ένα προσανατολισμό που επικεντρώνεται περισσότερο στην επίλυση προβλημάτων και στον έλεγχο παρά στην πρόληψη και την προαγωγή της βιώσιμης δασικής διαχείρισης. Παρά το γεγονός ότι η Δ.Υ. ενδέχεται να έχει τάσεις που προωθούν τη συντήρηση των υπάρχοντων δομών και διαδικασιών, παρά την προώθηση καινοτόμων προσεγγίσεων και αλλαγών, ως μια ελληνική δημόσια υπηρεσία έχει την ανάγκη του εκσυγχρονισμού της σύμφωνα με τον Featherstone (2011), και να αποτελέσει στο εγγύς υπηρεσία πρότυπο για την ελληνική κοινωνία.

Αναφορικά με την χρηστή διακυβέρνηση και την εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ (ΝΔΜ) για την Ελληνική Δασική Υπηρεσία τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι:

Η ενίσχυση της διαφάνειας είναι σημαντική για την προώθηση της χρηστής διακυβέρνησης στη δασική υπηρεσία. Οι παράγοντες που σχετίζονται με την ενίσχυση της διαφάνειας, όπως η θέσπιση δικαιότερων και αποτελεσματικών διαδικασιών και η εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη βελτίωση της διακυβέρνησης, σύμφωνα άλλωστε με τους Christensen & Laegreid (2017) και Minogue κ.α. (1998).

Απαιτείται η ανάπτυξη – ενίσχυση συνεργασιών με άλλους εμπλεκόμενους φορείς καθώς και της συμμετοχής του κοινού στη λήψη αποφάσεων (ευαισθητοποίηση του κοινού στις δασικές υποθέσεις), παράγοντες πολύ σημαντικοί για την χρηστή διακυβέρνηση στη δασική υπηρεσία.

Απαιτείται η περαιτέρω ενίσχυση σε ορισμένους τομείς της διακυβέρνησης, όπως η υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών και προτύπων διαχείρισης, η βελτίωση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας, η ανταπόκριση στις απαιτήσεις των πολιτών/φορέων και οι συνεργασίες με άλλες υπηρεσίες/φορείς/πολίτες, όπως αυτές προσδιορίζονται και από τους (Dunleavy & Hood 1994). Αυτές οι πτυχές μπορούν να αποτελέσουν προκλήσεις για τη δασική υπηρεσία και απαιτούν περαιτέρω προσπάθειες για την ενίσχυση της χρηστής διακυβέρνησης.

Οι εργαζόμενοι με περισσότερα έτη εμπειρίας, που αποτελούν και την πλειονότητα στη δασική υπηρεσία φαίνεται να εκφράζουν περισσότερες αμφιβολίες σχετικά με την επίδραση του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ στις Δασικές Υπηρεσίες. Αυτό υποδηλώνει ότι η αποδοχή και η προσαρμογή σε νέες πρακτικές και διαδικασίες μπορεί να είναι πιο δύσκολη για εργαζόμενους με μεγαλύτερη προϋπηρεσία. Αυτή η πτυχή πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την εφαρμογή και την υποστήριξη του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ στις Δασικές Υπηρεσίες. Άλλωστε το γεγονός αυτό έρχεται να ενισχύσει και αντίστοιχη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα στο Υπουργείο Μετανάστευσης και Ασύλου (Νασόπουλος 2023), όπου διαπιστώθηκε ότι «το ΝΔΜ, το οποίο μετρά ήδη σχεδόν τρεις δεκαετίες ύπαρξης, είναι γνωστό μόλις στο 22,6% των υπαλλήλων, δηλαδή μόλις σχεδόν στο 1/5 των ασκούντων την δημόσια διοίκηση. Τούτο το εύρημα, γεννά πολλά ερωτήματα, με κυρίαρχο, το πώς ελπίζουμε στην εφαρμογή μιας σύγχρονης, αποτελεσματικής και

λειτουργικής νέας δημόσια διοίκησης, όταν αυτή δεν είναι γνωστή πρωτίστως στα άτομα τα οποία καλούνται να την ασκήσουν;». Είναι όμως ενθαρρυντικό το γεγονός ότι η πλειοψηφία των δασικών υπαλλήλων θεωρεί ότι η εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ (ΝΔΜ) θα συμβάλει στη βελτίωση των Δασικών Υπηρεσιών της Χώρας. Τα συμπεράσματα που εξάγονται από την παρούσα έρευνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κατευθυντήριες γραμμές για τη βελτίωση της χρηστής διακυβέρνησης και την αποτελεσματική εφαρμογή του ΝΔΜ στις Δασικές Υπηρεσίες της Ελλάδας. Άλλωστε το ΝΔΜ αποτελεί μια σύγχρονη καινοτομία στη Δημόσια Διοίκηση, κι εφόσον έχει βρει επιτυχημένη εφαρμογή σε αρκετά κράτη εντός και εκτός Ε.Ε., μπορεί να βρει εφαρμογή και στην ελληνική πραγματικότητα και ειδικότερα στη Δασική Υπηρεσία, όπου απαιτείται ισχυρή πολιτική βούληση, διαμόρφωση κουλτούρας και κατάλληλη ηγεσία.

Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικές ανάγκες και απόψεις των εργαζομένων και του κοινού κατά την ανάπτυξη πολιτικών και πρακτικών για τη δασική διαχείριση. Στο πλαίσιο αυτό και προκειμένου για τη βελτίωση της χρηστής διακυβέρνησης και την αποτελεσματική εφαρμογή του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ στις Δασικές Υπηρεσίες της Ελλάδας προτείνονται:

- Ενίσχυση της διαφάνειας και παροχή ανοικτής πρόσβασης σε πληροφορίες, διαδικασίες και αποφάσεις που αφορούν τη δασική διαχείριση.
- Εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού σχετικά με τη δασική διαχείριση και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η χώρα με ταυτόχρονη ενθάρρυνση της ενεργής συμμετοχής του σε αποφάσεις και διαδικασίες που αφορούν στη δασική διαχείριση.
- Ανάπτυξη συνεργασιών με άλλους φορείς και ενδιαφερόμενα μέρη στον τομέα της δασικής διαχείρισης.
- Εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών.
- Ανταλλαγή εμπειριών και γνώσεων με άλλες δασικές υπηρεσίες και διεθνείς οργανισμούς.

Περαιτέρω έρευνα του θέματος πραγματοποιείται αυτή την περίοδο σε επίπεδο όλων των Περιφερειών της Χώρας και σε μεγαλύτερο δείγμα ερωτώμενων Δασικών Υπαλλήλων, για την ολοκληρωμένη και επιτυχημένη εφαρμογή του ΝΔΜ στη Δασική Υπηρεσία, μελετώντας επιπρόσθετα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε Περιφέρειας, με κύριο στόχο την ολιστική αναβάθμιση της Δ.Υ., ώστε να αποτελεί πρότυπο και για άλλες ελληνικές δημόσιες υπηρεσίες.

Ευχαριστίες

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Διδακτορικών Σπουδών του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού της Σχολής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Εκφράζονται ευχαριστίες για την παροχή αυτής της ευκαιρίας καθώς και σε όλους όσους συμμετείχαν στην έρευνα.

Abstract

This study examines the contribution of New Public Management (NPM) to good governance and the improvement of Forest Services (FS). The research aims to identify the factors of NPM that will combat corruption and enhance transparency in FS, as well as the policies that will contribute to good governance in FS. A specially structured electronic questionnaire was used as a research tool, targeting all senior officials of the Forest Directorates and Forest Offices which belong to the Inspection of the Implementation of Forestry Policy of the Thessaly-Stereia Ellada region in Greece, and a total of 92 individuals responded. IBM SPSS Statistics ver.29 was used for data analysis. The research demonstrates that factors related to enhancing transparency, such as the establishment of fair and effective procedures and public education and awareness, should be considered for improving governance. Employees with fewer than 20 years of experience express a more optimistic view regarding the positive impact of NPM on Forest Services.

Βιβλιογραφία

Brown, G. and Charles C. Harris, C., 2008. The U.S. forest service: Toward the new resource management paradigm? *Society & Natural Resources*, pp. 231-245. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08941929209380789>

- Christensen, T., & Lægreid, P., 2017. *Transcending new public management*. London: Taylor & Francis.
- Doornbos, M., 2003. Good Governance: The Metamorphosis of a Policy Metaphor, *Journal of International Affairs*: Boston σελ. 3-4.
- Draft, S., 2001. Theories of governance and new public management: Links to understanding welfare policy implementation.
- Dunleavy, P., & Hood, C., 1994. From old public administration to new public management. *Public money & management*, 14(3), 9-16.
- European Commission, 2003. Governance and development. COM(2003) 615 final, Brussels, 20.10.2003. (URL:http://europa.eu/eurex/en/com/cnc/2003/com2003_0615en01.pdf, Accessed on: March 9, 2023).
- Ferlie, E., 1996. *The new public management in action*. Oxford University Press, USA.
- Featherstone, K., 2011. The JCMS annual lecture: The Greek sovereign debt crisis and EMU: A failing state in a skewed regime. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 49(2), 193-217.
- Gill P., Stewart K., Treasure E. & Chadwick B., 2008. Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. *British Dental Journal*, 204 (6), pp, 291-295.
- Hood, C., 1991. A public management for all seasons?. *Public administration*, 69 (1), 3-19.
- Iacovino, N. M., Barsanti, S., & Cinquini, L., 2017. Public organizations between old public administration, new public management and public governance: the case of the Tuscany region. *Public Organization Review*, 17, 61-82.
- Ingraham, W.P., Laurence E.L., 2004. *The art of governance. Analysing management and Administration*, Georgetown University Press.
- Ιωσηφίδης, Θ. (2008), «Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες». Αθήνα: Κριτική.
- Kaul, M., 1997. The new public administration: management innovations in government. *Public Administration and Development: The International Journal of Management Research and Practice*, 17(1), 13-26.
- Κάλλας, Γ. και Παπαριστείδη, Μ., 2022. Οι ιδιαιτερότητες της τεκμηρίωσης των κοινωνικών εμπειρικών ερευνών. https://sodanet.gr/storage/publications/alexandrea_2022/1-Kallas_Paparisteidi.pdf
- Καραδόνα, Α. και Παπαδόπουλος, Ι., 2021. Η Δασική Υπηρεσία και οι Νέες Διοικητικές Προκλήσεις. Πρακτικά 20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου (Τρίκαλα, 3-6/10/2021), σελ. 164-172.
- Κελπανίδης, Μ., 1999. *Μεθοδολογία της Παιδαγωγικής Έρευνας με Στοιχεία Στατιστικής*. Εκδόσεις Κώδικας, Θεσσαλονίκη.
- Kohler-Koch, B. & Rittberger, B., 2006. The governance turn in EU Studies. *Journal of Common Market Studies: Annual Review* 44, p. 27-49, May 23, 2006, http://www.arena.uio.no/events/seminarpapers/2006/KohlerKoch_May06.pdf, Accessed on: July 1, 2023.
- Κυριαζή, Ν., 2011. *Η κοινωνιολογική έρευνα: κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών*. Νέα διευρυμένη έκδοση. Αθήνα: Πεδίο.
- Minogue, M., Polidano, C., & Hulme, D., 1998. *Beyond the new public management*. Edward Elgar Publishing.
- Misuraca, G.C., 2007. E-Governance in Africa From Theory to Action, *A Handbook on ICTs for Local Governance. Africa World Press and the International Development Research Centre*, pp. 1-42 & 55-92, <http://www.idrc.ca/openebooks/369-0/>, Accessed on: April 8, 2023.
- Νασόπουλος, Π., 2023. «Εφαρμόζεται η Νέα Δημόσια Διοίκηση στον Ελληνικό Δημόσιο Τομέα; Ανάλυση και μελέτη εφαρμογής του νέου μοντέλου διοίκησης». Διπλωματική εργασία Π.Α.Δ.Α. <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/4920>
- Pollitt, C., & Bouckaert, G. 2017. *Public management reform: A comparative analysis-into the age of austerity*. Oxford university press.
- Rhodes, R.A.W., 1997. *Understanding Governance*. Open University Press, 1997. (URL:<http://rssh.anu.edu.au/discussion/wp/understandinggov.pdf>, Accessed on: May 4, 2023).
- Rotberg, R.I., 2004. Strengthening governance: ranking countries would help. *The Washington Quarterly*, Vol. 28, No. 1, pp. 71-81.

- Σιώμκος, Ι.Γ. και Βασιλικοπούλου, Ι.Α., 2005. Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς. Εκδότης: Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα, σελ. 568.
- Stoker, G., 1998. Governance as theory: five propositions. Published by Blackwell Publishers, pp.17-28.
- Treib, O. , Bahr, H. , & Falkner, G., 2005. Modes of governance: A note towards conceptual clarification. European governance papers (EUROGOV) No. N-02-52, <http://www.connex-network.org/eurogov/pdf/egp-newgov-N-05-02.pdf> , Accessed on: March 21, 2023).
- UN-ESCAP, 2008. What is Good Governance?. <http://www.unescap.org/pdd/prs/ProjectActivities/Ongoing/gg/governance.pdf>
- UNESCAP, 2007. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (2007), What is Governance? <<http://www.unescap.org/pdd/prs/projectactivities/ongoing/gg/governance.pdf>
- Üstüner, Y., & Coşkun, S., 2004. Quality management in the Turkish public sector: a survey. Public Administration and Development: *The International Journal of Management Research and Practice*, 24(2), 157-171.

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία

ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΔΑΣΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΜΜΕΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Τζαμτζής, Ιορδάνης¹; Γκανάτσας, Πέτρος²; Κόκκορης, Π. Ιωάννης³; Σαμαριτάκης, Βασίλειος⁴; Μπότσης, Δημήτριος⁵; Τζηρίτης, Ηλίας⁶; Καλεβρά, Ναταλία⁶; Γεωργιάδης, Νικόλαος⁶

¹ACCEL – I. TZAMTZΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ο.Ε., Υμηττός, Χρυσοστόμου Σμύρνης 27, 17237, i.tzamtzis@accel.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Θεσσαλονίκη, 54124, rgana@for.auth.gr

³Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Εργαστήριο Βοτανικής, Πάτρα, 26504 Ρίο, irkokkoris@upatras.gr

⁴Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος Α.Π.Θ., MSc, Ηράκλειο, Β. Ψυλλάκη 19, 71305, vasilis@samaritakis.gr

⁵Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Σέρρες, Πανεπιστημιούπολη Σερρών, Τέρμα Μαγνησίας, 62124, jimbotis@gmail.com

⁶WWF Ελλάς, Χερσαίο Πρόγραμμα, Αθήνα, Χαριλάου Τρικούπη 119-121, 11473, e.tziritis@wwf.gr, n.kalevra@wwf.gr, n.georgiadis@wwf.gr

Περίληψη

Η Ελλάδα, ως χώρα της λεκάνης της Μεσογείου είναι ιστορικά συνδεδεμένη με τις δασικές πυρκαγιές. Πυρκαγιές ανέκαθεν συνέβαιναν, συμβαίνουν και θα συνεχίσουν να συμβαίνουν. Η συχνότητά τους όμως παρουσιάζει αισθητή αύξηση κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, ενώ σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες προβλέψεις, η ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου θα κληθεί να αντιμετωπίσει σημαντικές προκλήσεις στο μέλλον στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής. Παρά την ιστορική αυτήν εμπειρία ωστόσο, δεν έχει αναπτυχθεί ένα ενιαίο και σύγχρονο σύστημα ιεράρχησης αναγκών και προτεραιοποίησης των καμένων εκτάσεων σε σχέση με την αποκατάστασή τους. Στην παρούσα εργασία προτείνεται μια συστηματική μεθοδολογική χαρτογραφική προσέγγιση ιεράρχησης και λήψης απόφασης για τεχνητή ή μη αναδάσωση και αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων, βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις περιοχές της χώρας.

Λέξεις κλειδιά: αναδάσωση, αποκατάσταση οικοσυστημάτων, δασικές πυρκαγιές, μοντέλο λήψης απόφασης

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν διαχρονικά ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των μεσογειακών οικοσυστημάτων και ταυτόχρονα μία από τις κύριες πιέσεις στις φυσικές μονάδες βλάστησης, σε αγροτικές εκτάσεις, αλλά και σε υποδομές (Agee 1993, Fernández-García κ.α. 2021). Τα τελευταία χρόνια, οι δασικές πυρκαγιές φαίνεται να εκδηλώνονται με μεγαλύτερη ένταση και να εκτείνονται σε μεγάλες εκτάσεις, σε σχέση με το παρελθόν (García-Llamas κ.α. 2019), αλλά και με μεγαλύτερη συχνότητα (επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές) (Goudelis κ.α. 2008, Moghli κ.α. 2022), ενώ η εμφάνιση μέγα-πυρκαγιών καταγράφεται σχεδόν σε ετήσια βάση στις μεσογειακές χώρες (WWF 2019). Στην Ελλάδα, την τελευταία εικοσαετία εκδηλώθηκαν μέγα-πυρκαγιές, με καταστροφικές συνέπειες στο φυσικό, το αγροτικό και το δομημένο περιβάλλον, το ζωικό κεφάλαιο και με βαρύ τίμημα ανθρώπινων ζωών. Σήμερα, υπό τις πλέον αδιαμφισβήτητες προβλέψεις για το κλίμα και την εκτίμηση για πιο ξηρές και θερμές περιόδους στο μέλλον στην περιοχή (IPCC 2019, Pausas & Keeley 2021, IPCC 2023) με εντονότερο το φαινόμενο των πυρκαγιών, γίνεται επιτακτική περισσότερο από ποτέ η ανάπτυξη μεθόδων προσαρμογής και αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης και στο ζήτημα της πρόληψης, αποκατάστασης και προσαρμογής των δασών στον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς.

Μετά την εκδήλωση μιας δασικής πυρκαγιάς και την καταστροφή του δασικού οικοσυστήματος προκύπτει άμεσα το ζήτημα της αποκατάστασης των καμένων οικοσυστημάτων. Ένα καμένο δασικό οικοσύστημα, πέραν των άμεσων επιπτώσεων της πυρκαγιάς, μπορεί μακροπρόθεσμα να υποστεί υποβάθμιση ως προς την ποικιλότητα των ειδών του, τη δομή των κοινοτήτων του και τη γονιμότητα των εδαφών του. Ειδικά τα πρώτα στάδια της μεταπυρικής διαδοχής είναι ιδιαίτερα εύθραυστα και κρίσιμα για την επιτυχημένη επανάκαμψη των δασικών οικοσυστημάτων. Ειδικότερα για να μπορέσουν τα δασικά οικοσυστήματα να ολοκληρώσουν μόνα τους και με επιτυχία τη φυσική πορεία επανάκαμψης πρέπει να προστατευτούν από ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως η αλλαγή χρήσεων γης ενώ με συγκεκριμένες απαγορεύσεις και ειδικά σχέδια θα πρέπει να ρυθμίζονται τόσο η βοσκή όσο και η ξύλευση, καθώς και οι λοιπές δασοπονικές δραστηριότητες.

Στα περισσότερα μεσογειακά οικοσυστήματα, τα φυτά διαθέτουν δύο βασικούς μηχανισμούς απόκρισης στη δράση της φωτιάς: α) βλαστική αναγέννηση του ίδιου καμένου ατόμου (αναβλάστηση) και β) εγκατάσταση νέων ατόμων μετά τη φύτευση σπερμάτων, που παραμένουν προστατευμένα από τη φωτιά είτε στο έδαφος είτε στους κώνους των δένδρων (Daskalaku & Thanos 2004, Kazanis & Arianoutsou 2004, Spanos κ.α. 2000). Με βάση αυτούς τους μηχανισμούς των φυτικών ειδών και τις ιδιαίτερες συνθήκες (κλίμα, εδαφικές συνθήκες, κλίσεις, έκθεση κ.λπ.) που επικρατούν σε κάθε καμένη δασική περιοχή (Broncano κ.α. 2005), διαμορφώνονται οι στρατηγικές αποκατάστασης και επαναφοράς των δασικών οικοσυστημάτων.

Ολοένα και περισσότερο όμως, καταγράφονται περιστατικά σε δασικά οικοσυστήματα που δεν έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής και φυσικής αναγέννησης μετά την πυρκαγιά, όπως τα δάση της κεφαλληνιακής και υβριδογενούς Ελάτης (*Abies cephalonica* και *Abies borisii regis*), (Ganatsas κ.α. 2012), τα δάση της μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra*) (Γκανάτσας 2009), της δασικής Πεύκης (*Pinus silvestris*), της κουκουναριάς (*Pinus pinea*) καθώς και τα είδη Άρκευθου (*Juniperus species*) (Ioannidis κ.α. 2022). Συνεπώς στην περίπτωση αυτή, αλλά και σε ορισμένες άλλες περιπτώσεις, απαιτείται η τεχνητή αποκατάσταση κυρίως μέσω συστηματικών αναδασωτικών προσπαθειών. Στους στόχους των προσπαθειών αυτών περιλαμβάνεται η οικολογική αποκατάσταση των καμένων οικοσυστημάτων, με την αποκατάσταση της δομής και λειτουργίας των οικοσυστημάτων, την αποκατάσταση της βιοποικιλότητας και όλων των οικοσυστημικών υπηρεσιών, αλλά και την αύξηση της ανθεκτικότητας των δασικών οικοσυστημάτων, ώστε να μπορούν να αντεπεξέλθουν σε πιθανές νέες πυρκαγιές. Αν και έχουν αναπτυχθεί διάφορες προσεγγίσεις στο σχεδιασμό της αποκατάστασης (π.χ. Mauri & Pons 2019), ένα ενιαίο σύστημα ιεράρχησης των αναγκών και προτεραιοποίησης των καμένων εκτάσεων, απουσιάζει όχι μόνο για τη χώρα μας, αλλά και διεθνώς.

Η παρούσα έρευνα αφορά σε μια πιλοτική δράση καταγραφής, χαρτογράφησης, αξιολόγησης και ιεράρχησης των περιοχών που επλήγησαν από πυρκαγιές στην Ελλάδα, τις περιόδους 2021 και 2022, με σκοπό: (α) την αναγνώριση και τεκμηρίωση των μονάδων βλάστησης σε αυτές, (β) τον προσδιορισμό των επί μέρους περιοχών που έχουν πληγεί από πυρκαγιά περισσότερες από μια φορές μέσα στην τελευταία εικοσαετία, (γ) την ανάπτυξη μοντέλου επιλογής τεχνητής ή φυσικής αποκατάστασης, ανάλογα με την προσαρμογή και την ανθεκτικότητα του κάθε τύπου βλάστησης στην πυρκαγιά, το ιστορικό των μονάδων σε σχέση με τις πυρκαγιές μέσα στην τελευταία εικοσαετία, καθώς και βάσει των τοπογραφικών παραμέτρων της κάθε περιοχής.

Ο τελικός στόχος της παρούσας έρευνας είναι να δημιουργήσει, βάσει της προτεινόμενης μεθοδολογίας, ένα τυποποιημένο σύστημα ιεράρχησης και λήψης απόφασης για τεχνητή ή μη αναδάσωση και αποκατάσταση σε όλες τις περιοχές της χώρας, βάσει των επιλεγμένων πιλοτικών περιοχών εφαρμογής.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα αφορά σε περιοχές της χώρας που υπέστησαν τις συνέπειες των πυρκαγιών τα έτη 2021 και 2022 και οι οποίες επιλέχθηκαν βάσει αφενός του εύρους των συγκεκριμένων πυρκαγιών, αφετέρου των επιπτώσεών τους στα δασικά οικοσυστήματα. Στην έρευνα δε συμπεριλήφθηκαν σημαντικές περιπτώσεις πυρκαγιών, οι οποίες αποτέλεσαν αντικείμενο ξεχωριστών μελετών (π.χ. Εύβοια 2021, Δαδιά 2022) από άλλους φορείς. Οι περιοχές που εξετάστηκαν καλύπτουν μεγάλο εύρος της ελληνικής επικράτειας και αφορούν εκτάσεις των αποκεντρωμένων διοικήσεων Αττικής, Αιγαίου, Κρήτης, Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας και Πελοποννήσου, Δυτικής Ελλάδας και Ιονίου. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι περιοχές και οι ημερομηνίες που καταγράφηκαν οι δασικές

πυρκαγιές. Ο αριθμός των περιοχών που αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν 11 για το 2021 και 8 για το 2022.

Πίνακας 1. Περιοχές και ημερομηνίες πυρκαγιάς
Table 1. Study areas and fire incident date

Έτος 2021		Έτος 2022	
Περιοχή μελέτης	Ημερομηνία πυρκαγιάς	Περιοχή μελέτης	Ημερομηνία πυρκαγιάς
Γερανίων	19 Μαΐου 2021	Άνω Γλυφάδα, Αττική	4 Ιουνίου 2022
Κεφαλληνίας	3 Ιουλίου 2021	Πόρτες Αχαΐας	3 Ιουλίου 2022
Σάμου	15 Ιουλίου 2021	Ιτέα	4 Ιουλίου 2022
Ρόδου	1 Αυγούστου 2021	Δυτική Σάμος	13 Ιουλίου 2022
Αττικής-Τατοΐου	3 Αυγούστου 2021	Ρέθυμνο	15 Ιουλίου 2022
Ανατολικής Μάνης	3 Αυγούστου 2021	Πεντέλη	20 Ιουλίου 2022
Μεσσηνίας-Αρκαδίας	4 Αυγούστου 2021	Λέσβος (Βρίσα-Βατερρά)	23 Ιουλίου 2022
Ηλείας-Αρκαδίας	4 Αυγούστου 2021	Κρέστενα	24 Ιουλίου 2022
Φωκίδας	5 Αυγούστου 2021		
Όρους Πατέρα-Βιλλίων	16 Αυγούστου 2021		
Λαυρεωτικής	16 Αυγούστου 2021		

Υλικά και δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν

Τα πρωτογενή υλικά και δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από ελεύθερα προσβάσιμες πηγές δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν:

- Τα περιγράμματα καμένων εκτάσεων από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Copernicus, της υπηρεσίας χαρτογράφησης – διαχείρισης εκτάκτων περιστατικών (Emergency Management Service–Mapping– EMSR) με χωρική ανάλυση <10m. Ταυτόχρονα, εξαιτίας της έλλειψης μιας κοινής κεντρικής πηγής δεδομένων, σε σχέση με τα περιγράμματα των πυρκαγιών και σχετικών πληροφοριών (π.χ. όρια πυρκαγιάς, όρια αναδασωτέων, κηρύξεις αναδασωτέων εκτάσεων), αντίστοιχη πληροφορία αντλήθηκε κατόπιν επικοινωνίας από τις κατά τόπους Δασικές Υπηρεσίες, όπου αυτό κατέστη δυνατόν στο χρονικό περιθώριο που υπήρχε.
- Οι προγενέστερες πυρκαγιές 2000-2022 του ευρωπαϊκού συστήματος πληροφόρησης για τις δασικές πυρκαγιές (European Forest Fire Information System – EFFIS) και το GlobFire Fire Perimeters (2001-2022).
- Οι αναρτημένοι/κυρωμένοι δασικοί χάρτες της Ελληνικό Κτηματολόγιο.
- Οι κατηγορίες κάλυψης/χρήσεων γης του ευρωπαϊκού προγράμματος Corine Land Cover 2018/CLC (έκδ. v.2020_20u1).
- Οι ορθοφωτογραφίες από την υπηρεσία θέασης ορθοφωτογραφιών της Ελληνικό Κτηματολόγιο (λήψης 2007–2009 & 2015-2016).
- Το πρόγραμμα απεικόνισης δορυφορικών εικόνων Google Earth pro.
- Ο γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, του Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακας 1:500.000.
- Το ψηφιακό ανάγλυφο εδάφους (χωρ. ικανότητα 25m) του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (Copernicus Programme, European Digital Elevation Model/EU-DEM, version 1.1).
- Ο χάρτης βλάστησης της Ελλάδος του Υπουργείου Γεωργίας.
- Τα όρια περιοχών υπό καθεστώς προστασίας (δίκτυο NATURA2000, Εθνικοί Δρυμοί, Καταφύγια Αγριας Ζωής από τη World Database on Protected Areas (WDPA)).
- Η χαρτογράφηση τύπων οικοτόπων στις περιοχές των Ειδικών Ζωνών Διαχείρισης του Δικτύου Natura 2000, του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (κλίμακα 1: 5.000).
- Τα ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα των διοικητικών ορίων Περιφερειακών Ενοτήτων, Καλλικρατικών Δήμων, Δημοτικών Ενοτήτων και Δημοτικών – Τοπικών Κοινοτήτων από την Ελληνική Στατιστική Αρχή.
- Τα όρια ευθύνης των Δασικών Υπηρεσιών της Ελλάδας, σύμφωνα με το geodata.gov.gr, Ινστιτούτο Πληροφοριακών Συστημάτων/Ερευνητικό Κέντρο «Αθηνά».
- Τα μετεωρολογικά δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.

Η επεξεργασία, ανάλυση και θεματική απεικόνιση των δεδομένων υλοποιήθηκε με το λογισμικό διαχείρισης και ανάλυσης γεωχωρικών δεδομένων QGIS.

Μεθοδολογική προσέγγιση

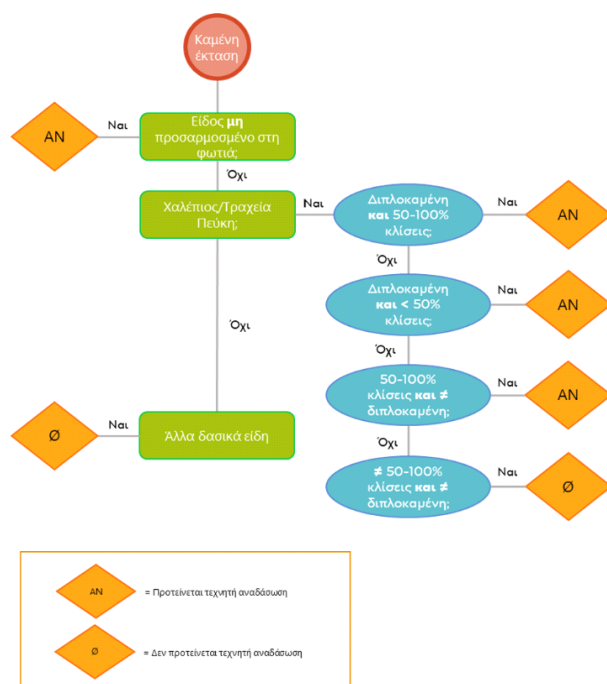
Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με στοιχεία που λήφθηκαν στις περιόδους Νοέμβριος 2021-Απρίλιος 2022 και Οκτώβριος 2022-Μάρτιος 2023, αναπτύσσοντας και εφαρμόζοντας μια καινοτόμο προσέγγιση, η οποία μέσω του συνδυασμού συγκεκριμένων κρίσιμων παραμέτρων, στόχο έχει τη λήψη άμεσων αποφάσεων για τον προσδιορισμό των εκτάσεων στις οποίες προτείνονται εργασίες τεχνητής αποκατάστασης/αναδάσωσης και των τρόπων με τους οποίους αυτές θα επιτευχθούν, όπως επίσης και την πρόταση για την ιεράρχησή τους. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η μεθοδολογία αναπτύχθηκε στη βάση ενός απώτερου σκοπού αποκατάστασης όλων των καμένων δασικών οικοσυστημάτων, που δεν είναι άλλος από την επαναδημιουργία τους με τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες τους, όπως πριν την πυρκαγιά, στο συντομότερο δυνατόν χρονικό διάστημα, και κατά το δυνατόν μέσα από τις περισσότερες φυσικές διαδικασίες.

Αρχικά για κάθε περιοχή προσδιορίστηκε η διοικητική της υπαγωγή και έγινε η ανάλυση των κλιματικών και μετεωρολογικών χαρακτηριστικών της (π.χ. μετεωρολογικό προφίλ, κλιματική κατάταξη, ομβροθερμικό διάγραμμα). Για την αναγνώριση και τον χωρικό προσδιορισμό των διαφορετικών δασικών τύπων που επλήγησαν από τις πυρκαγιές (δημιουργία δασοπονικού χάρτη), ακολουθήθηκαν οι εξής εργασίες με τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν προηγουμένως: i. οριοθέτηση των καμένων εκτάσεων, ii.) περικοπή όλων των χαρτογραφικών δεδομένων σε αυτές τις επιφάνειες, iii. υπέρθεση των εκτάσεων δασικού ενδιαφέροντος, όπως αυτές αποτυπώνονται στους δασικούς χάρτες, με σκοπό σε όλες τις επικαλυπτόμενες εκτάσεις να αποδοθούν φυσικές μονάδες βλάστησης και να καθοριστούν τα όριά τους που επλήγησαν από την πυρκαγιά (ως δασικές εκτάσεις σε σχέση με το δασικό χάρτη ορίστηκαν όλες οι εκτάσεις πλην αυτών που αποτυπώνονται στην πρόσφατη κατάσταση ως άλλης μορφής), iv. χρήση των δεδομένων του έργου CLC ως υπόβαθρο βάσης για την πρωταρχική αναγνώριση των καμένων, φυσικών μονάδων βλάστησης και χρήσεων γης, v. υπέρθεση των δεδομένων χαρτογράφησης των τύπων οικοτόπων για τις περιοχές των Ειδικών Ζωνών Διαχείρισης του Δικτύου Natura 2000, vi. προσδιορισμός των τύπων δασών κωνοφόρων, βάσει της περιοχής εξάπλωσης των κυρίαρχων ειδών, vii. στις περιοχές που δεν καλύπτονται από τον δασικό χάρτη, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του CLC και του Δικτύου Natura 2000 για την οριοθέτηση των δασικών εκτάσεων, viii. ποιοτικός έλεγχος και διορθώσεις, μέσω φωτοερμηνείας σε μέση κλίμακα 1:25.000 (π.χ. επικουρική χρήση του χάρτη βλάστησης της Ελλάδος του Υπουργείου Γεωργίας, Google Street View) για τον προσδιορισμό των δασοπονικών τύπων, ix. αντιστοίχιση όλων των πολυγώνων σε τύπους δασών, δασικών εκτάσεων, φυσικών μονάδων βλάστησης και μη δασικών εκτάσεων, x. αυτοψίες στο πεδίο για επιλεγμένες εκτάσεις.

Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη την ικανότητα των δασικών οικοσυστημάτων για φυσική αναγέννηση μετά την πυρκαγιά, τα καμένα οικοσυστήματα διακρίθηκαν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: i) τα δασικά οικοσυστήματα που έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στις πυρκαγιές (πυράντοχα) με πιο αντιπροσωπευτικά τα δάση μεσογειακών κωνοφόρων χαλεπίου Πεύκης (*Pinus halepensis*), τραχείας Πεύκης (*Pinus brutia*) και κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*), λόγω των χαρακτηριστικών των κόνων τους, της οικολογίας των σπόρων και της φυσιολογίας τους, τα δάση και οι θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων ειδών με αριά (*Quercus ilex*), πουνράρι (*Quercus coccifera*), σχίνο (*Pistacia lentiscus*), κουμαριά (*Arbutus species*), φιλλυρέα (*Phillyrea latifolia*) κλπ., τα φρυγανικά οικοσυστήματα (Arianoutsou and Margaris 1982), αλλά και τα δάση θερμόφιλων φυλλοβόλων ειδών δρυός (*Quercus species*), λόγω της ικανότητάς τους να παραβλαστώνουν, ii) τα δασικά οικοσυστήματα που δεν έχουν προσαρμοσθεί στις πυρκαγιές, τα οποία δεν έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής και φυσικής αναγέννησης μετά την πυρκαγιά (Γκανάτσας 2009), με τα πιο διαδεδομένα από αυτά στην Ελλάδα να αποτελούνται από δάση με κυρίαρχα είδη την κεφαλληνιακή και υβριδογενή Ελάτη (*Abies cephalonica* και *Abies borisii regis*), τη μαύρη Πεύκη (*Pinus nigra*), τη δασική Πεύκη (*Pinus silvestris*), την κουκουναριά (*Pinus pinea*), καθώς και τα είδη άρκευθου (*Juniperus species*) (Ioannidis κ.α. 2022). Στην πρώτη κατηγορία, κατά κανόνα, η αποκατάσταση των καμένων οικοσυστημάτων δεν αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα, καθώς η επαναδημιουργία του δασικού οικοσυστήματος επιτυγχάνεται μέσω τη φυσικής αναγέννησης των καμένων δασικών ειδών ως αποτέλεσμα των οικοφυσιολογικών ιδιοτήτων των δασικών ειδών (Spanos κ.α. 2000, Daskalaku and Thanos 2004). Ωστόσο, υπάρχουν παράγοντες, οι οποίοι κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, μπορούν να μειώσουν ή/και να εξαλείψουν τη φυσική ικανότητα αναγέννησης των προσαρμοσμένων στη φωτιά δασικών οικοσυστημάτων, όπως είναι οι επακόλουθες, μετά την

πυρκαγιά, έντονες ανθρώπινες επεμβάσεις (π.χ. αλλαγή χρήσης γης, αλόγιστη βόσκηση), το ανεπαρκές σταθμολογικό υπόβαθρο (αφορά κυρίως στις εδαφικές συνθήκες) των καμένων εκτάσεων για την ανάπτυξη της μεταπυρικής φυσικής αναγέννησης (π.χ. παντελής απώλεια επιφανειακού εδάφους, ισχυρές κλίσεις που οδηγούν σε αδυναμία εγκατάστασης αρτιφύτων), η αναπαραγωγική ανικανότητα των φυτικών ειδών των καμένων δασικών οικοσυστημάτων (π.χ. ανεπαρκής ποσότητα φυτρώσιμων σπόρων) ως αποτέλεσμα της επανάληψης της πυρκαγιάς σε σύντομο χρονικό διάστημα, π.χ. εντός 15ετίας από την προηγούμενη πυρκαγιά στην ίδια έκταση. Το διάστημα αυτό βέβαια εξαρτάται από το δασικό είδος, αλλά κατά κανόνα το όριο της 15ετίας ισχύει σε πάρα πολλές περιπτώσεις δασικών οικοσυστημάτων, σε παγκόσμιο επίπεδο (Ganatsas κ.α. 2021). Όσον αφορά στα οικοσυστήματα της δεύτερης κατηγορίας, η αποκατάστασή τους μετά την πυρκαγιά αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα και απαιτείται σχεδόν πάντοτε και άμεσα η διενέργεια αποκατάστασης/αναδάσωσης σχεδόν σε όλη την καμένη έκταση (Ganatsas κ.α. 2012). Για την ανάλυση της μεταπυρικής αποκατάστασης των καμένων δασικών οικοσυστημάτων, καθώς και την επιλογή των περιοχών που προτείνονται για εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης και την ιεράρχησή τους, λήφθηκαν υπόψη τρεις κύριες παράμετροι. Η πρώτη και κυριότερη παράμετρος, που καθόρισε αφενός την ένταξη μιας καμένης περιοχής στις προτεινόμενες εκτάσεις για εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης, αφετέρου την ιεράρχησή της μεταξύ αυτών, ήταν η βασική κατηγορία των δασικών οικοσυστημάτων. Οι υπόλοιπες δύο παράμετροι ήταν το «ιστορικό» της έκτασης σε σχέση με τις πυρκαγιές και οι κλίσεις του εδάφους. Σε σχέση με το παρελθόν των καμένων εκτάσεων, εξετάστηκε η περίοδος των τελευταίων 20 ετών με σκοπό να διερευνηθεί κατά πόσο και ποιες είναι οι εκτάσεις αυτές οι οποίες έχουν ξανακαεί τουλάχιστον μία φορά εντός της τελευταίας εικοσαετίας (διπλοκαμένες εκτάσεις). Τέλος, εξετάστηκε και η κλίση του εδάφους, καθώς είναι μια παράμετρος η οποία παίζει ρόλο αφενός μεν στην απόφαση ένταξης μιας έκτασης ως προτεινόμενη για τεχνητή αναδάσωση, αφετέρου στην ιεράρχησή της. Διακρίθηκαν οι εξής τρεις κλάσεις κλίσεων: 0-50%, 50-100%, >100%. Για τις περιπτώσεις των δύο πρώτων κλάσεων, μια έκταση της κατηγορίας αυτής μπορεί να προταθεί υπό προϋποθέσεις για εργασίες τεχνητής αναδάσωσης ενώ δεν προτείνονται εργασίες τεχνητής αναδάσωσης σε κλίσεις μεγαλύτερες του 100%. Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας μέσω του συνδυασμού όλων των παραπάνω παραμέτρων οδήγησε στην ανάπτυξη δέντρου λήψης αποφάσεων για τον προσδιορισμό των εκτάσεων στις οποίες προτείνονται εργασίες τεχνητής αναδάσωσης/αποκατάστασης και την ιεράρχησή τους (εικόνα 1). Στην Εικόνα 1, πλέον της απόφασης για αναδάσωση ή μη κάθε φορά μιας έκτασης, διακρίνουμε την προτεραιοποίηση των εκτάσεων στις οποίες προτείνονται εργασίες τεχνητής αναδάσωσης. Βλέπουμε για παράδειγμα, ότι οι πληγείσες εκτάσεις με δασικά οικοσυστήματα μη προσαρμοσμένα στη φωτιά βρίσκονται στην κορυφή της ιεράρχησης των περιοχών για τις οποίες προτείνονται παρεμβάσεις τεχνητής αναδάσωσης/αποκατάστασης.

Στη συνέχεια, για κάθε μία από τις περιοχές μελέτης, πραγματοποιήθηκε τεκμηρίωση και αναλυτική περιγραφή ενός σχεδίου μεταπυρικής αποκατάστασης ανά τύπο οικοσυστήματος, για όλες τις περιπτώσεις των καμένων δασικών οικοσυστημάτων, με παρουσίαση των στόχων αποκατάστασης (Stanturf κ.α. 2014) και των συγκεκριμένων μέτρων, μεθόδων και ενεργειών που πρέπει να πραγματοποιηθούν (Maui & Pons 2019) τόσο σε τεχνικό όσο και θεσμικό επίπεδο. Όλα τα παραπάνω συνδυάστηκαν με στοχευμένες, δειγματοληπτικές αυτοψίες σε επιλεγμένες περιοχές.



Εικόνα 1. Δένδρο λήψης απόφασης για τον προσδιορισμό και την ιεράρχηση των προτεινόμενων περιοχών προς αναδάσωση/αποκατάσταση

Figure 1. Decision tree for determining and prioritizing the proposed areas for reforestation/restoration

Παραδοχές και περιορισμοί της μεθοδολογίας

Η κλίμακα και ποιότητα των διαθέσιμων υλικών και υποβάθρων χαρτογράφησης, κυρίως για τις φυσικές μονάδες βλάστησης, αποτέλεσαν τις βασικές παραμέτρους σε σχέση με την ακρίβεια της αποτύπωσης και ανάλυσης των δεδομένων, περιορίζοντας ως εκ τούτου την παραγωγή δεδομένων υψηλής χωρικής ακρίβειας, όπως απαιτούνται σε μελέτες εφαρμογής. Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν ενδεικτικές θέσεις προς αποκατάσταση με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία. Αν και κατά θέσεις η χαρτογράφηση της βλάστησης βελτιώθηκε σημαντικά, απαιτείται έλεγχος και επιβεβαίωση των θέσεων αποκατάστασης με εργασίες πεδίου, οι οποίες θα λάβουν χώρα στις εκάστοτε μελέτες εφαρμογής (αναδασώσεις, αντιδιαβρωτικών έργων, αντιπλημμυρικών, κλπ.). Ταυτόχρονα, κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας έγιναν οι εξής παραδοχές για την τυποποίηση των αποτελεσμάτων: i. όλες οι δασικού χαρακτήρα εκτάσεις, όπως αποτυπώνονται στους δασικούς χάρτες, αφορούν σε φυσικές μονάδες βλάστησης, ii. τα πευκοδάση των περιοχών μελέτης Σάμιου, Ρόδου και Λέσβου που επλήγησαν από τις πυρκαγιές είναι πευκοδάση *Pinus brutia* ενώ τα πευκοδάση των περιοχών μελέτης της ηπειρωτικής Ελλάδας είναι *Pinus halepensis*, iii. τα κύρια είδη γλωρίδας που συμμετέχουν στις μονάδες βλάστησης της κάθε περιοχής, αντλήθηκαν κυρίως από τα αποτελέσματα της σύνθεσης των σχετικών τύπων οικοτόπων για τις περιοχές του δικτύου Natura 2000 που βρίσκονται εντός ή πλησίον των περιοχών ενδιαφέροντος, αλλά και από σχετικές έρευνες και μελέτες των περιοχών, καθώς επίσης και από φωτοερμηνεία και εργασίες πεδίου, iv. αναγνωρίζονται οι «αδυναμίες» που συνοδεύουν τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν δεδομένου ότι αναπτύχθηκαν για διαφορετικό σκοπό και διαφέρουν σε σχέση με τη χωρική τους ανάλυση (π.χ., τα περιγράμματα των καμένων εκτάσεων EMSR, τα όρια των διπλοκαμένων εκτάσεων από τον αλγόριθμο MODIS, η οριοθέτηση δασικού χαρακτήρα εκτάσεων βάσει των δασικών χαρτών).

Αποτελέσματα

Η κάθε περιοχή μελέτης αναλύθηκε ξεχωριστά. Για κάθε μία από τις περιοχές δημιουργήθηκε μια σειρά από χαρτογραφικά προϊόντα που αποτυπώνουν τις καμένες εκτάσεις σε σχέση με τη διοικητική τους υπαγωγή (π.χ. ανά δημοτική ενότητα, ανά Δασική Υπηρεσία), τους αναρτημένους/κυρωμένους δασικούς χάρτες, το «ιστορικό τους» (εάν έχουν ξανακαεί εντός της τελευταίας 20ετίας), τον προσδιορισμό των ευαίσθητων εκτάσεων σε διαβρωτικά φαινόμενα ή σε

υψηλό κίνδυνο υποβάθμισης (ανάλυση και απεικόνιση κλίσεων, εκθέσεων, υψομέτρων, γεωλογικής κατάταξης).



Εικόνα 2. Χαρτογραφική απεικόνιση επικαλύψεων πυρκαγιών τελευταίας 20ετίας περιοχής Μεσσηνίας-Αρκαδίας (αριστερά) και κλίσεων (δεξιά). (Πηγή: EMSR, Δ/ση Δασών Αρκαδίας, EFFIS, MODIS, EU-DEM, Ν.Π.Δ.Δ. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, ΕΠΨΣ 2007-13, ΕΠΙΑΝΕΚ2014-20, 2021)

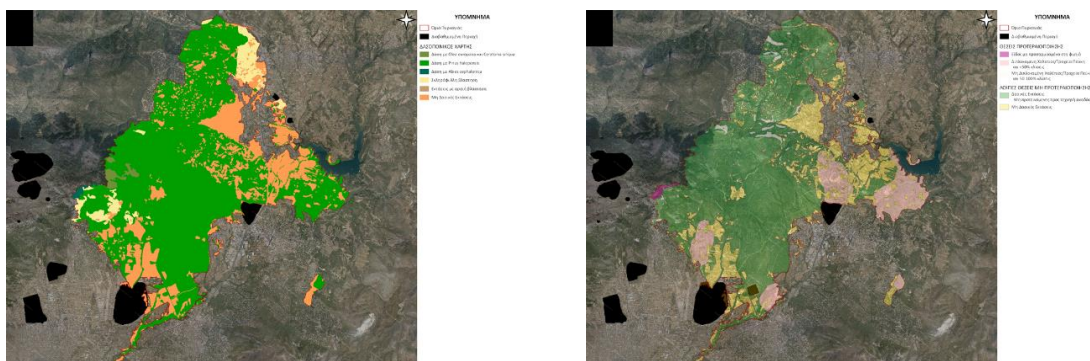
Picture 2. Mapping of the area affected by fires over the last 20 years in the Messinia-Arcadia region (left) and of the slopes (right). (Source: EMSR, Forest Service of Arcadia, EFFIS, MODIS EU-DEM, HELLENIC CADASTRE, OPDG 2007-13, REP2014-20, 2021)

Σημαντικό τμήμα των εργασιών αποτέλεσε η αποτύπωση των τύπων δασών, δασικών εκτάσεων και φυσικών μονάδων βλάστησης και η δημιουργία του «δασοπονικού χάρτη» για κάθε περιοχή μελέτης.

Πίνακας 2. Τύποι δασών, δασικών εκτάσεων, φυσικών μονάδων βλάστησης και μη δασικών εκτάσεων που εντοπίστηκαν στις περιοχές μελέτης

Table 2. Types of forests, forested areas, natural vegetation units and non forested areas identified in the study areas

Κατηγορία	Τύπος
Ορεινά εύκρατα δάση	Δάση με <i>Abies cephalonica</i>
Μεσογειακά δάση κωνοφόρων	Δάση με χαλέπιο Πεύκη (<i>Pinus halepensis</i>)
Μεσογειακά δάση κωνοφόρων	Δάση με τραχεία Πεύκη (<i>Pinus brutia</i>)
Μεσογειακά δάση κωνοφόρων	Δάση με άρκευθους (<i>Juniperus spp.</i>)
Μεσογειακά δάση σκληροφύλλων	Δάση με αγριελιές και κουτσουπιές (<i>Olea europaea</i> και <i>Ceratonia siliqua</i>)
Μεσογειακά δάση σκληροφύλλων	Δάση με <i>Quercus ilex</i>
Μεσογειακά δάση σκληροφύλλων	Δάση με <i>Quercus coccifera</i>
Μεσογειακά φυλλοβόλα δάση	Θερμόφιλα δρυοδάση με <i>Quercus pubescens</i> και <i>Quercus frainetto</i>
Παρόχθια/παραρεμάτια βλάστηση	Παρόχθια/παραρεμάτια βλάστηση (π.χ. δάση με <i>Platanus orientalis</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Populus alba</i>)
Σκληρόφυλλη βλάστηση	Σκληρόφυλλη βλάστηση (θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων)
Θάμνοι και χερσότοποι	Φρύγανα
Λιβάδια	Βοσκότοποι
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση (εδαφοκάλυψη <15%)
Μη δασικές εκτάσεις	Μη δασικές εκτάσεις



Εικόνα 3. Δασοπονικός χάρτης (αριστερά) και χάρτης ιεράρχησης εκτάσεων για εργασίες τεχνητής αναδάσωσης (δεξιά) περιοχής Αττικής-Τατοΐου. (Πηγή: EMSR, Δασαρχείο Καπανδριτίου, Ν.Π.Δ.Δ. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, ΕΠΨΣ 2007-13, ΕΠΑΝΕΚ2014-20, ΥΠΕΝ)

Picture 3. Forest map (left) and prioritization map of areas for artificial reforestation works (right) of Attica–Tatoi region (Source: EMSR, Forest Service of Kapandriti, HELLENIC CADASTRE, OPDG 2007-13, REP2014-20, MEE, 2021)

Πίνακας 3. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων, εντοπισμού και ιεράρχησης περιοχών προς εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης των περιοχών μελέτης το 2021

Table 3. Summary results of burned areas, identified and prioritized areas for reforestation/artificial restoration works in 2021

Περιοχή μελέτης	Καμένη έκταση		Εκτάσεις περιοχών που έχουν προσδιορισθεί και ιεραρχηθεί ως προτεινόμενες προς αναδάσωση			
	Συνολική έκταση	Δάση και δασικές εκτάσεις	Είδη μη προσαρμοσμένα στη φωτιά	Εκτάσεις με χαλέπιο/τραχεία Πεύκη		
				Διπλοκαμένες και κλίσεις 50-100%	Διπλοκαμένες και κλίσεις <50%	Μη διπλοκαμένες με κλίσεις 50-100%
	(ha)					
Γερανίων	6.646,6	5.890,5	37,7	-	54,4	610,0
Κεφαλληνίας	600,8	417,1	-	-	-	-
Σάμου	359,1	319,3	-	39,7	179,9	0,6
Ρόδου	1.155,5	1.056,1	-	-	-	13,8
Αττικής-Τατοΐου	8.371,7	6.367,6	28,3	-	813,2	112,6
Μεσσηνίας-Αρκαδίας	5.104,2	3.815,1	-	-	-	-
Ανατολικής Μάνης	10.425,9	6.813,8	507,2	-	56,3	4,9
Ηλείας-Αρκαδίας	18.261,6	10.435,8	-	161,1	2.644,1	331,8
Φωκίδα	2.825,9	2.385,0	-	-	-	-
Όρους Πατέρα-Βυλλίων	9.756,9	9.419,8	-	3,7	56,3	173,6
Λαυρεωτικής	555,9	388,6	-	-	76,5	-
Σύνολο	64.064,1	47.308,7	573,2	204,5	3.880,7	1.247,3
Ποσοστό επί της συνολικής έκτασης		73,8%	0,9%	0,3%	6,1%	1,9%

Πίνακας 4. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων, εντοπισμού και ιεράρχησης περιοχών προς εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης των περιοχών μελέτης το 2022

Table 4. Summary results of burned areas, identified and prioritized areas for reforestation/artificial restoration works in 2022

Περιοχή μελέτης	Καμένη έκταση		Εκτάσεις περιοχών που έχουν προσδιορισθεί και ιεραρχηθεί ως προτεινόμενες προς αναδάσωση			
	Συνολική έκταση	Δάση και δασικές εκτάσεις	Είδη μη προσαρμοσμένα στη φωτιά	Εκτάσεις με χαλέπιο/τραχεία Πεύκη		
				Διπλοκαμένες και κλίσεις 50-100%	Διπλοκαμένες και κλίσεις <50%	Μη διπλοκαμένες με κλίσεις 50-100%
	(ha)					
Πεντέλη-Β.Α. Αττική	2.772,5	1.598,1	-	90,9	1.468,5	1,0
Λέσβος (Βρίσα-Βατερά)	2.449,3	1.672,3	-	1,1	14,9	254,0
Ρέθυμνο	2.019,6	439,6	-	-	-	-
Φωκίδα - Ιτέα	1.215,5	815,1	85,8	-	-	-
Πόρτες Αχαΐας	826,2	573,6	-	130,1	264,0	30,5
Κρέστενα	732,0	304,8	-	32,1	86,2	61,7
Άνω Γλυφάδα Αττικής	431,5	420,5	-	0,6	1,1	18,6
Δυτική Σάμος	433,7	314,0	-	-	-	90,9
Σύνολο	10.880,3	6.138,0	85,8	254,8	1.834,7	456,7
Ποσοστό επί της συνολικής έκτασης		56,4%	0,8%	2,3%	16,9%	4,2%

Το 2021, η συνολική καμένη έκταση στις 11 περιοχές μελέτης ανήλθε σε 64.064,1 ha, εκ των οποίων περίπου το 73,8% αφορούσε σε δάση και δασικές εκτάσεις. Από τις καμένες αυτές δασικές εκτάσεις, το 12% περίπου (5.905,7 ha) προσδιορίσθηκαν ως περιοχές που απαιτείται να γίνουν εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης βάσει της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε. Αντίστοιχα για το 2022, η συνολική καμένη έκταση στις 8 περιοχές μελέτης ανήλθε σε 10.880,3

ha, εκ των οποίων περίπου το 56,4% αφορούσε σε δάση και δασικές εκτάσεις. Από τις καμένες δασικές εκτάσεις, το 43% περίπου (2.632,0 ha) προσδιορίστηκαν ως περιοχές που απαιτείται να γίνουν εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης βάσει της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, για κάθε μία από τις περιοχές μελέτης ξεχωριστά, πραγματοποιήθηκε τεκμηρίωση και αναλυτική περιγραφή ενός σχεδίου μεταπυρικής αποκατάστασης (Stanturf κ.α. 2014, Mauri & Pons 2019). Το σχέδιο αποκατάστασης περιλαμβάνει ανά κύρια κατηγορία και τύπο οικοσυστήματος τους στόχους της αποκατάστασης και τα μέτρα και τις δράσεις επίτευξης αυτών, με εξειδίκευση αντίστοιχα με τις παραμέτρους προτεραιοποίησης, όπως για παράδειγμα ενέργειες που αφορούν σε διπλοκαμένες εκτάσεις, σε εκτάσεις με έντονες κλίσεις, σε διπλοκαμένες εκτάσεις με ομαλές ή/και έντονες κλίσεις, στην ποιότητα του φυτευτικού υλικού (Tsakalidimi κ.α. 2012), στους βασικούς κανόνες φυτεύσεων και τον φυτευτικό σύνδεσμο που πρέπει να ακολουθηθεί κλπ.

Σε όλες τις περιπτώσεις πυρκαγιάς, απαραίτητη προϋπόθεση για να επιτευχθεί η αποκατάσταση, αποτελεί η άμεση χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων, η άμεση κήρυξή τους ως αναδασωτέες (σύμφωνα με την επιταγή του άρθρου 117 του Συντάγματος), η εξασφάλιση της διατήρησης του δασικού χαρακτήρα τους, η προστασία από τη βοσκή για τουλάχιστον μια 5ετία, με επανέλεγχο για πιθανή παράταση, αλλά και η προστασία από τυχόν αλλαγές χρήσεων γης και διάφορες άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες και επεμβάσεις.

Σχετικά με τις τεχνητές αναδασώσεις, μία από τις βασικότερες προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται, ώστε να είναι επιτυχημένες, είναι η σωστή επιλογή των ειδών (Χατζηστάθης και Ντάφης, 1989). Συγκεκριμένα, δεν πρέπει να επιλέγονται είδη ξένα προς την περιοχή που πρόκειται να αναδασωθεί ή είδη τα οποία βρίσκονται έξω από τα όρια της φυσικής εξάπλωσής τους. Είναι πολύ πιθανό η λανθασμένη επιλογή ειδών να διαταράξει τη φυσική ισορροπία που υπάρχει μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος, με μοιραίο επακόλουθο σε πολλές περιπτώσεις τις πληθυσμιακές εκρήξεις επιβλαβών εντόμων ή την εξαφάνιση ειδών του υποπόρου από το δασικό οικοσύστημα.

Ιδιαίτερα η απαγόρευση της βόσκησης πρέπει να θεωρείται δεδομένη αμέσως μετά τη δασική πυρκαγιά, καθώς τα νεαρά αναβλαστήματα και τα αρτίβλαστα είναι ιδιαίτερα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και κυρίως άζωτο με αποτέλεσμα να θεωρούνται εξαιρετικές ζωοτροφές και να είναι ιδιαίτερα ελκυστικά για τα ζώα. Έτσι, η βόσκηση στα κρίσιμα στάδια της έναρξης της μεταπυρικής διαδοχής είναι καταστρεπτική, γιατί ανακόπτει την πορεία φυσικής αναγέννησης των οργανισμών, προκαλεί συμπίεση του εδάφους, απομακρύνει ζωτικής σημασίας οργανική ουσία, ενώ παράλληλα διαβρώνει το έδαφος και οδηγεί το οικοσύστημα σε κατάρρευση (Zagas κ.α. 2004). Ο χρόνος και τα σημεία απαγόρευσης της βόσκησης θα πρέπει να μπορούν να τροποποιούνται ανάλογα με τους εκάστοτε διαχειριστικούς στόχους. Έτσι σε κάποιες περιοχές μπορεί η διάρκεια απαγόρευσης να είναι μικρότερη του συνηθισμένου βάσει σχεδίου και αυστηρού ελέγχου από τη Δασική Υπηρεσία. Απαραίτητα μέτρα τα οποία πρέπει να λαμβάνονται αμέσως μετά τη δασική πυρκαγιά στις καμένες εκτάσεις είναι τα παρακάτω:

- Απαγόρευση της βόσκησης, καθώς προκαλεί καταστροφή των νεαρών φυταρίων, προκαλεί συμπίεση του εδάφους και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη χλωριδική σύνθεση των οικοσυστημάτων (Ντάφης 1986).
- Προστασία από πιθανές αλλαγές χρήσεων γης και καταπατήσεις των καμένων εκτάσεων.
- Σύνταξη μελέτης αντιδιαβρωτικής προστασίας, και εφαρμογής της σε εύλογο χρονικό διάστημα πριν από την έναρξη των χειμερινών βροχοπτώσεων και με τρόπο που να μην προκαλείται υποβάθμιση της αναγεννώμενης φυτοκοινότητας. Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, ειδικότερα σε θέσεις όπου η κλίση είναι μεγάλη και ο κίνδυνος διάβρωσης αυξημένος.
- Προστασία και διατήρηση των άκαυτων νησίδων, εντός των περιοχών των καμένων εκτάσεων, καθώς τα άκαυτα άτομα των φυτικών ειδών μπορούν να συνεισφέρουν στην αναγέννηση της περιοχής μέσω της διασποράς των σπερμάτων (Christopoulou κ.α. 2014), ενώ παράλληλα αποτελούν καταφύγιο για τα εναπομεινάντα ζώα της καμένης περιοχής.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει για πρώτη φορά ένα ενιαίο σύστημα αξιολόγησης των περιοχών που έχουν πληγεί από πυρκαγιά, με το οποίο προτεραιοποιούνται οι περιοχές προς

τεχνητή αναδάσωση/αποκατάσταση, βάσει βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων. Η κυριότερη παράμετρος, που καθόρισε αφενός την ένταξη μιας καμένης περιοχής στις προτεινόμενες εκτάσεις για εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης, αφετέρου την ιεράρχησή της μεταξύ αυτών, αφορούσε στα δασικά οικοσυστήματα που αποδεδειγμένα δεν έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στις πυρκαγιές, και επομένως είναι σχεδόν ανέφικτη η φυσική επανάκαμψή τους (Ganatsas κ.α. 2012). Η δεύτερη παράμετρος κατά σειρά ήταν το «ιστορικό» της έκτασης σε σχέση με τις πυρκαγιές, δηλαδή το διάστημα επανεμφάνισης της πυρκαγιάς (Goudelis κ.α. 2008). Αν αυτό ήταν μικρότερο της 20ετίας, η περιοχή έμπαινε σε προτεραιότητα τεχνητής αναδάσωσης. Ο τρίτος παράγοντας αφορούσε στις κλίσεις του εδάφους.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι είναι εφικτή η δημιουργία και εφαρμογή ενός τυποποιημένου συστήματος λήψης αποφάσεων για την επιλογή ή μη τεχνητών αποκαταστάσεων (αναδασώσεων) με ενιαία κριτήρια και τρόπο σε όλες τις περιοχές της χώρας. Η χρήση των ελεύθερα διαθέσιμων γεω-χωρικών δεδομένων είναι επαρκής για τη δημιουργία των απαραίτητων μοντέλων, παρόλα αυτά για την ακριβή τεκμηρίωση των ορίων των μονάδων βλάστησης απαιτούνται εργασίες πεδίου και η συμβολή των τοπικών Δασικών Υπηρεσιών (οι εργασίες αυτές αποδείχθηκε ότι μπορούν να υλοποιηθούν και να ενσωματωθούν στην τελική πληροφορία). Η προτεινόμενη μέθοδος για την προτεραιοποίηση των περιοχών προς αναδάσωση αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τη λήψη άμεσης πληροφορίας σε σχέση με την κατεύθυνση και αξιοποίηση οικονομικών και ανθρώπινων πόρων στην προσπάθεια αποκατάστασης των πληγισών περιοχών. Το εργαλείο αυτό και η μεθοδολογία που ενσωματώνει συμβάλλουν στη διαφάνεια των επιλογών και της διαδικασίας λήψης πολιτικών και διαχειριστικών αποφάσεων, αφού οι μέθοδοι και τα αποτελέσματα ακολουθούν συγκεκριμένα βήματα, επιστημονικά τεκμηριωμένα, κατανοητά αφενός από τους ειδικούς και αφετέρου από το ευρύτερο κοινό. Επίσης, η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα κοινοποιούνται και είναι διαθέσιμα προς όλους, ώστε να αποφεύγονται παρερμηνείες και αμφιβολίες για τις επιλογές αποκατάστασης.

Η προτεινόμενη μέθοδος προτεραιοποίησης των περιοχών και των επιλογών αποκατάστασης επομένως, μπορεί να αποτελέσει σημαντική πηγή πληροφορίας για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων από τους αρμόδιους φορείς (ΥΠΕΝ, Δασική Υπηρεσία), για την υλοποίηση μελετών εφαρμογής προστασίας, αποκατάστασης/αναδασώσεων. Ταυτόχρονα, μπορεί να τροφοδοτήσει με δεδομένα βάσης την μετέπειτα έρευνα, παρακολούθηση και αξιολόγηση των πληγισών περιοχών. Αξίζει να επισημάνουμε ότι πλέον των τελικών αποτελεσμάτων και προτάσεων των περιοχών για εργασίες τεχνητών αναδασώσεων, η παρούσα μελέτη εφαρμόζει μια καινοτόμα μεθοδολογική προσέγγιση προτεραιοποίησης αυτών, η οποία μπορεί αφενός να εφαρμοσθεί στο μέλλον στις περιπτώσεις όλων των δασικών πυρκαγιών αφετέρου να αποτελέσει τη βάση της γενικότερης προσέγγισης για τον εντοπισμό και προσδιορισμό των εκτάσεων για τις οποίες οι εργασίες αναδάσωσης/τεχνητής αποκατάστασης ενδείκνυνται να πραγματοποιούνται.

Τέλος, ως ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα για τη χωρική κατανομή των μεθόδων αποκατάστασης εντός κάθε επιμέρους περιοχής, αναδείχθηκαν: η καταγραφή και χαρτογράφηση των άκαυτων νησίδων και η *in-situ* τεκμηρίωση της δυνατότητάς τους να συμβάλλουν στη φυσική αποκατάσταση των γύρω εκτάσεων (Christopoulou κ.α. 2014) και ο προσδιορισμός και η ακριβής χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων που εντάσσονται στη Ζώνη Μίξης Δασών – Οικισμών (Wildland Urban Interface – WUI), οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερα οικολογικά και δομικά χαρακτηριστικά και για τις οποίες απαιτείται η σύνταξη ειδικού σχεδίου αποκατάστασης και διαχείρισής τους (Ganatsas κ.α. 2022).

Επόμενο βήμα αυτής της προσπάθειας είναι η στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών των περιοχών που προτεραιοποιούνται ή μη και η συσχέτιση των αποτελεσμάτων με το σύνολο της χώρας και κύρια με περιοχές που έχουν πληγεί από πυρκαγιά, μέσα στα τελευταία είκοσι έτη. Με τον τρόπο αυτόν θα δημιουργηθεί μια πρώτη εκτίμηση των τρωτών περιοχών της χώρας που πιθανόν θα χρειαστούν αποκατάσταση, μέσω αναδασώσεων στο μέλλον, δίνοντας μια πρώτη ένδειξη για το φυτευτικό υλικό που δύναται να απαιτηθεί.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης που εκπονήθηκε στο πλαίσιο συμφωνητικού παροχής υπηρεσιών μεταξύ του Κοινοφελούς Ιδρύματος με την επωνυμία «Παγκόσμιο Ταμείο για

τη Φύση WWF Ελλάς» και της εταιρείας ACCEL– I. TZAMTZΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε., και χρηματοδοτήθηκε από το δίκτυο του WWF.

Abstract

Greece, being a country in the Mediterranean basin, is historically linked to forest fires. Fires have always occurred, are happening and will continue to occur. Their frequency however shows a noticeable increase during the last decades, while according to the most recent projections, the broader Mediterranean region will face significant challenges in the future in the context of climate change. Despite this historical experience, however, a unique and modern system for prioritizing needs and burnt areas in relation to their restoration has not been developed. In this paper, a systematic methodological mapping approach for decision-making and prioritization of artificial or non-artificial reforestation and restoration of burnt areas is proposed, based on specific criteria, which can be applied in all regions in the country.

Βιβλιογραφία

- Agee, I.K., 1993. Fire Ecology of Pacific Northwest Forests. Island Press, Washington D.C. pp. 493.
- Arianoutsou, F.M. and Margaris, N.S., 1982. Phrygianic (East Mediterranean) ecosystems and fire. *Ecologia Mediterranea / Année 1982 / 8-1-2 / pp. 473-480.*
- Broncano, M.J., Retana, J. and Rodrigo, A., 2005. Predicting the recovery of *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* forests after a large wildfire in northeastern Spain. *Plant Ecology*, 180(1): 47-56.
- Christopoulou, A., Fyllas, N.M., Andriopoulos, P. and Koutsias, N., 2014. Post-fire regeneration patterns of *Pinus nigra* in a recently burned area in Mount Taygetos, Southern Greece: The role of unburned forest patches. *Forest Ecology and Management* 327: 148–156.
- Daskalaku, E.N. and Thanos, C.A., 2004. Postfire regeneration of Aleppo pine—the temporal pattern of seedling recruitment. *Plant ecology*, 171(1):81-89, DOI:10.1023/B:VEGE.0000029375.93419.f9.
- Fernández-García, V., Marcos, E., Huerta, S., 2021. Soil-vegetation relationships in Mediterranean forests after fire. *For. Ecosyst.* 8, 18 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40663-021-00295-y>
- Ganatsas P., Oikonomakis N, Tsakalimi M., 2022. Small-Scale Analysis of Characteristics of the Wildland–Urban Interface Area of Thessaloniki, Northern Greece. *Fire*. 2022; 5(5):159.
- Ganatsas P., Daskalaku E. and Paitaridou D., 2012. First results on early post-fire succession in an *Abies cephalonica* forest (Parnitha National Park, Greece). *iForest - Biogeosciences and Forestry* 5: 6-12.
- Ganatsas, P., Giannakaki, M., Gouvas, A. and Tsakalimi, M., 2021. Is the Reproduction Capacity of *Pinus brutia* Stands 20 Years after Wildfire Efficient to Secure Forest Restoration in the Case of a Fire Re-Occurrence? *Forests* 2021, 12(8), 991; <https://doi.org/10.3390/f12080991>.
- García-Llamas, P., Suárez-Seoane, S., Taboada, A., Fernández-Manso, A., Quintano, C., Fernández-García, V., Fernández-Guisuraga, J.M., Marcos, E., Calvo, L., 2019. Environmental drivers of fire severity in extreme fire events that affect Mediterranean pine forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 433: 24–32.
- Goudelis, G., Ganatsas, P., Tsitsoni, T. and Spanos, Y., 2008. Effect of two successive wildfires in *Pinus halepensis* stands of central Greece. *Web Ecology* 8(1):30-34. DOI:10.5194/we-8-30-2008.
- Ioannidis, K., Tsakalimi, M., Koutsovoulou, K., Daskalaku, E.N. and Ganatsas, P., 2021. Effect of Seedling Provenance and Site Heterogeneity on *Abies cephalonica* Performance in a Post-Fire Environment. *Sustainability* 13 (11), 6097.
- IPCC, 2023: Summary for Policy makers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 36 pages. (in press)*
- IPCC, 2019: Summary for Policy makers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M.*

- Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.]. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>
- Kazanis, D. and Arianoutsou, M., 2004. Long-term post-fire vegetation dynamics in *Pinus halepensis* forests of Central Greece: a functional group approach. *Plant ecology* 171(1):101-121.
- Mauri, E. and Pons, P., 2019. Handbook of Good Practices in Post-wildfire Management. 2nd ed. Universitat de Girona, 169p.
- Moghli, A., Santana, V.M., Baeza, M.J., 2022. Fire Recurrence and Time Since Last Fire Interact to Determine the Supply of Multiple Ecosystem Services by Mediterranean Forests. *Ecosystems* 25, 1358–1370 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10021-021-00720-x>
- Pausas JG., Jon E Keeley JE., 2021. Wildfires and global change. *Front Ecol Environ* 2021; 19(7): 387– 395.
- Spanos, I.A., Daskalakou, E.N. and Thanos, C.A., 2000. Postfire, natural regeneration of *Pinus brutia* forests in Thasos island, Greece. *Acta Oecologica* 21 (1)13-20.
- Stanturf, J.A., Palik, B.J. and Kasten Dumroese, R., 2014. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management* 331: 292–323.
- Tsakalimi, M., Ganatsas, P. and Jacobs, D.F., 2012. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New forests* 44 (3): 327-339.
- WWF. 2019. The Mediterranean burns – WWF’s Mediterranean proposal for the prevention of rural fires.
- Zagas, T., Ganatsas, P., Tsitsoni, T. and Tsakalimi, M., 2004. Post-fire regeneration of *Pinus halepensis* Mill. stands in the Sithonia peninsula, northern Greece. *Plant Ecology* 171: 91–99.
- Γκανάτσας, Π., 2009. Δασοκομικά χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων μαύρης πεύκης και αποκατάσταση των καμένων συστάδων. Σελ. 65-72. Πρακτικά διεθνούς συνεδρίου «Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης», Σπάρτη, 15-16 Οκτωβρίου 2009. Ν.Π.Δ.Δ. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, ΕΠΨΣ 2007-13, ΕΠΑΝΕΚ2014-20.
- Ντάφης, Σ., 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Χατζηστάθης, Α., και Ντάφης, Σ., 1989. Αναδασώσεις - Δασικά Φυτώρια. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Ηλεκτρονικές σελίδες

- Copernicus Emergency Management Service (CEMS), Δεκέμβριος 2022 (<https://emergency.copernicus.eu/mapping/copernicus-emergency-management-service#zoom=2&lat=27.6533&lon=-25.0083&layers=0BT00>)
- Emergency Management Service – Rapid Mapping. Δεκέμβριος 2022 (<https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-activations-rapid>)
- European Forest Fire Information System, Δεκέμβριος 2022 (<https://effis.jrc.ec.europa.eu/>)
- Google Earth, Δεκέμβριος 2022 (<https://earth.google.com/web/>)
- QGIS, Δεκέμβριος 2022 (<https://www.qgis.org/en/site/>)
- Terra and Aqua combined MCD64A1 Version 6 Burned Area (<https://lpdaac.usgs.gov/products/mcd64a1v006>)
- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Δεκέμβριος 2022 (<http://www.emy.gr/emyl/>)
- Ελληνικό Κτηματολόγιο, Δεκέμβριος 2022 (<https://www.ktimatologio.gr/el>)
- ΠΠΣΕΚΑ, Δεκέμβριος 2022 (<http://geodata.gov.gr/>)
- Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος (https://www.fireservice.gr/el_GR/synola-dedomenon)
- Πυροσκόπιο WWF Ελλάς και ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Δεκέμβριος 2022 (<http://www.oikoskopio.gr/pyroskopio/intro.html>)
- Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Δεκέμβριος 2022 (<https://ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/diktyo-natura-2000/>)

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ, ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ, ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂) ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Μπαλωμένος, Θεόδωρος¹; Νταλός, Γεώργιος¹; Κουτσιανίτης, Δημήτριος¹; Μητάνη, Ανδρομάχη¹; Νινίκας Κωνσταντίνος¹

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Καρδίτσα, Β. Γρίβα 11-13, tbalomenos@uth.gr, gntalos@uth.gr, amitani@uth.gr, dkoutsianitis@uth.gr, kninikas@uth.gr

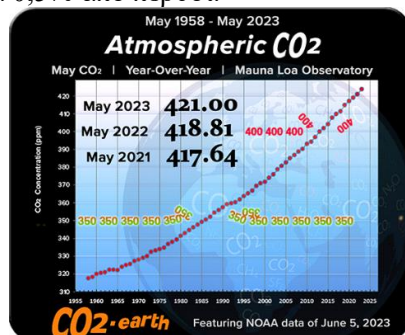
Περίληψη

Η αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα εξακολουθεί να αποτελεί παγκόσμια ανησυχία. Διεθνείς οργανισμοί έχουν υποδείξει ότι για την επίτευξη μείωσης της υπερθέρμανση του πλανήτη, κάτω από τους 2°C, σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή, έως το 2100, πρέπει να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες αφαίρεσης, δέσμευσης, χρήσης, και αποθήκευσης CO₂. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια βιβλιογραφική συγκριτική μελέτη των τεχνολογιών αυτών, με έμφαση στις φυσικές, ενεργειακές και χημικές τεχνολογίες. Το εκτιμώμενο κόστος, το δυναμικό και ο ρυθμός δέσμευσης άνθρακα, το δυναμικό και ο χρόνος αποθήκευσης, η βιωσιμότητα, η απώλεια βιοποικιλότητας, το επίπεδο ετοιμότητας και τέλος, η αποτελεσματικότητα της κάθε τεχνολογίας αποτελούν κριτήρια της μελέτης.

Λέξεις κλειδιά: Αφαίρεση διοξειδίου του άνθρακα (CDR), τεχνολογίες αρνητικών εκπομπών (NETs), βιοενέργεια με δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα (BECCS), άμεση δέσμευση άνθρακα από την ατμόσφαιρα και αποθήκευση (DACCS)

Εισαγωγή

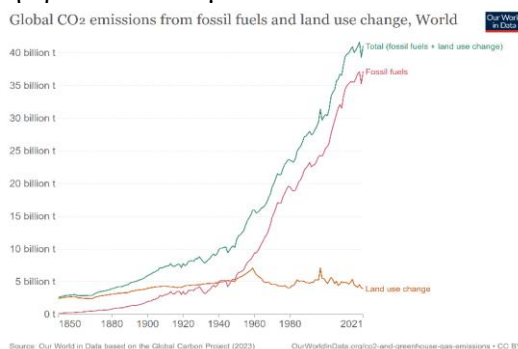
Τις τελευταίες ημέρες συγγραφής της μελέτης μας (Μάιος 2023) καταγράφονταν η μεγαλύτερη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα 421 ppm, σύμφωνα με το σχήμα 1. Πρόκειται για συγκέντρωση-ρεκόρ, διότι έχει αυξηθεί κατά 50% από την προβιομηχανική περίοδο, κατά 20% από το 1985 και κατά 0,5% από πέρυσι.



Σχήμα 1. Συγκέντρωση CO₂ (ppm) στην ατμόσφαιρα ανά έτος. (Πηγή: <https://www.co2.earth/>, 2023)
Figure 1. CO₂ concentration (ppm) in the atmosphere per year. (Source: <https://www.co2.earth/>, 2023)

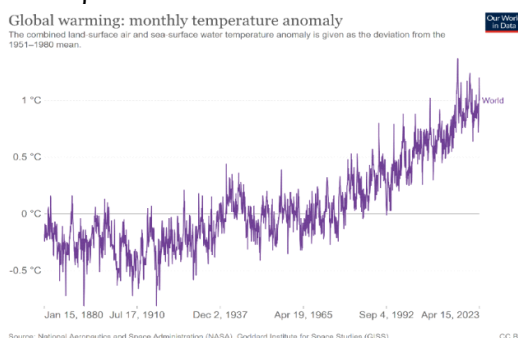
Η αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα επιβεβαιώνεται από τις συνολικές παγκόσμιες εκπομπές CO₂, όπου το 2022 ξεπέρασαν τους 41 Gt συνολικά (σχήμα 2). Οι εκπομπές προήλθαν

από την καύση ορυκτών καυσίμων και την αλλαγή στη χρήση γης, με κυρίαρχο ρυπαντή τον τομέα της ενέργειας από την καύση ορυκτών καυσίμων.



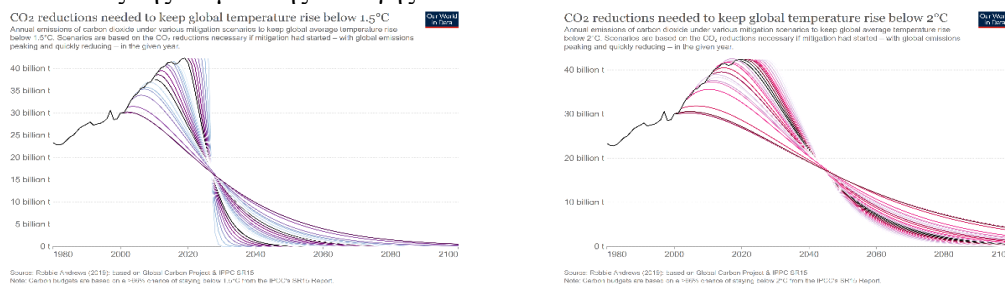
Σχήμα 2. Οι παγκόσμιες εκπομπές CO₂ από τα ορυκτά καύσιμα και η αλλαγή χρήσης γης. (Πηγή: <https://ourworldindata.org/grapher/global-co2-fossil-plus-land-use> 2023)
Figure 2. Global CO₂ emissions from fossil fuels and land use change. (Source: <https://ourworldindata.org/grapher/global-co2-fossil-plus-land-use> 2023)

Ως απόρροια της παραπάνω κατάστασης είναι η αύξηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε τιμές άνω του 1 °C, την περίοδο του Απριλίου 2023.



Σχήμα 3. Μηνιαία ανωμαλία θερμοκρασίας υπερθέρμανσης του πλανήτη. (Πηγή: <https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly>, 2023)
Figure 3. Global warming monthly temperature anomaly. (Source: <https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly>, 2023)

Η 21η Σύνοδος των μελών των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC – COP21), η γνωστή και ως Συμφωνία του Παρισιού, αποτελεί το αποκορύφωμα μιας σειράς προσπαθειών της παγκόσμια κοινότητας, για την ουσιαστική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η Συμφωνία του Παρισιού φιλοδοξεί να μειώσει την υπερθέρμανση αρκετά πιο κάτω από τους 2°C, σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή, ενώ μάλιστα θέτει ως στόχο τον περιορισμό της αύξησης σε 1,5°C, δεδομένου ότι αυτό θα μειώσει σημαντικά τους κινδύνους και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.



Σχήμα 4. Απαιτούμενες μειώσεις CO₂ για τη διατήρηση της παγκόσμιας ανόδου της θερμοκρασίας κάτω από 1,5°C και 2°C (Πηγή: <https://ourworldindata.org/grapher>)
Figure 4. CO₂ reductions needed to keep global temperature rise below 1,5°C and 2°C (Source: <https://ourworldindata.org/grapher>)

Στην 6η Έκθεση Αξιολόγησης (6th Assessment Report, AR6) της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) -σχετικά με

τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη κατά $1,5^{\circ}\text{C}$ πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και τις συναφείς παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο πλαίσιο της ενίσχυσης της παγκόσμιας ανταπόκρισης στην απειλή της κλιματικής αλλαγής, της αειφόρου ανάπτυξης, και των προσπαθειών για την εξάλειψη της φτώχειας- γίνεται σαφής αναφορά στις τεχνολογίες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, μέσω της δέσμευσης, χρήσης και αποθήκευσης του CO_2 (Carbon Capture, Utilization and Storage - CCUS) ή (Carbon Dioxide Removal – CDR) (IPCC 2022). Στην ίδια έκθεση επισημαίνεται ότι οι τεχνολογίες αφαίρεσης CO_2 από την ατμόσφαιρα θα παίξουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού.

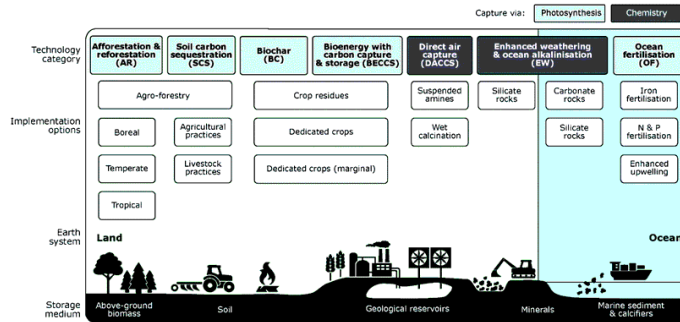
Σκοπός της έρευνας μας είναι η βιβλιογραφική συγκριτική μελέτη των φυσικών, ενεργειακών και χημικών τεχνολογιών αφαίρεσης άνθρακα. Κριτήρια σύγκρισης αποτελούν το εκτιμώμενο κόστος, το δυναμικό και ο ρυθμός δέσμευσης άνθρακα, το δυναμικό και ο χρόνος αποθήκευσης, η βιωσιμότητα, η απώλεια βιοποικιλότητας, το επίπεδο ετοιμότητας και τέλος, η αποτελεσματικότητα της κάθε τεχνολογίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Με τον καθορισμό των λέξεων-κλειδιών και τη βοήθεια μηχανών αναζήτησης στις επιστημονικές βάσεις δεδομένων πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση και ακολούθησε συγκριτική μελέτη. Άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά διερευνήθηκαν μέσω των μηχανών αναζήτησης των βάσεων δεδομένων Science Direct, Web of Science και Google Scholar. Επίσης, η διερεύνηση αναρτημένων μελετών διεθνών οργανισμών όπως: η Ευρωπαϊκή επιτροπή, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), International Energy Agency (IEA), Our World in Data, CO_2 -earth, Global CCS Institute, International Renewable Energy Agency (IRENA), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Energy Forum (IEF), Earth-org, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), World Meteorological Organization (WMO), παρείχαν σημαντικές σύγχρονες πληροφορίες για τα υπό εξέταση θέματα. Λέξεις-κλειδιά, όπως παραπάνω αλλά και σε συνδυασμούς, ορίστηκαν για την αναζήτηση δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων στην αγγλική γλώσσα. Η κάθε τεχνολογία αρνητικών εκπομπών που διερευνήθηκε, συνδυάστηκε με τα κριτήρια της συγκριτικής μελέτης, όπως, το εκτιμώμενο κόστος, το δυναμικό και ο ρυθμός δέσμευσης CO_2 , το δυναμικό και ο χρόνος αποθήκευσης CO_2 , η βιωσιμότητα, η απώλεια βιοποικιλότητας, το επίπεδο ετοιμότητας της και η αποτελεσματικότητά της. Ως φίλτρα αναζήτησης τέθηκαν η ημερομηνία δημοσίευσης -από την πιο πρόσφατη έρευνα και σε χρονικό βάθος 15ετίας, η συνάφεια των όρων, η εγκυρότητα του επιστημονικού περιοδικού και η αναγνώριση του άρθρου. Για τη διαχείριση των βιβλιογραφικών πηγών έγινε χρήση των λογισμικών διαχείρισης αρθρογραφίας Zotero και Mendeley.

Αποτελέσματα

Έχει διατυπωθεί ευρέως η άποψη ότι οι NETs θα είναι απαραίτητες για την επίτευξη των κλιματικών στόχων, ειδικά του στόχου $1,5^{\circ}\text{C}$, που έχει τεθεί από τη Συμφωνία του Παρισιού (Minx κ.ά. 2018; Rogelj κ.ά. 2018). Παρά το γεγονός αυτό και την αυξανόμενη ανάγκη για την εφαρμογή των NETs, η τρέχουσα γνώση είναι ελλιπής (S Fuss κ.ά. 2016; P. Smith κ.ά. 2016), αλλά αναπτύσσεται με γρήγορο ρυθμό (Minx κ.ά. 2017; 2018). Η έκθεση AR 5 της IPCC, τονίζει τη σημασία των NETs προκειμένου να επιτευχθεί και το σενάριο των 2°C . Ωστόσο, επισημαίνει τις αβεβαιότητες σχετικά με τη διαθεσιμότητα των πόρων, την κλίμακα εφαρμογής και τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις των NET (Clarke κ.ά. 2015). Άλλοι υποστηρίζουν ότι οι NETs είναι συμπληρωματικές τεχνολογίες σε σχέση με τις συμβατικές επιλογές μετριασμού της απαλλαγής από τον άνθρακα και της κλιματικής αλλαγής αλλά δεν είναι υποκατάστατο (Pires 2019).



Σχήμα 5. Κατηγοριοποίηση τεχνολογιών αρνητικών εκπομπών. (Πηγή:(Erans κ.ά. 2022))
Figure 5. Classification of negative emission technologies. (Source:(Erans κ.ά. 2022))

Οι NETs έχουν περιγραφεί ως «οι σκόπιμες ανθρώπινες προσπάθειες για την απομάκρυνση των εκπομπών CO₂ από την ατμόσφαιρα» (Sabine Fuss κ.ά. 2018; Nemet κ.ά. 2018). Μια ευρεία ποικιλία NETs έχει προταθεί στη βιβλιογραφία. Μερικές από αυτές τις τεχνολογίες έχουν διερευνηθεί σε προχωρημένο βαθμό, όπως η δάσωση και η αναδάσωση (Afforestation, Reforestation -AR), και η δέσμευση άνθρακα του εδάφους (Soil Carbon Sequestration - SCS), ενώ άλλες βρίσκονται σε χαμηλότερο βαθμό ανάπτυξης (Nabuurs κ.ά. 2007). Οι NETs μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με διαφορετικές μεταβλητές όπως η κατηγορία τεχνολογίας, οι επιλογές υλοποίησης, η αλληλεπίδρασή τους με τα συστήματα γης και το μέσο αποθήκευσης CO₂ (Σχήμα 5). Πέντε από τις επτά κατηγορίες NETs (AR, SCS, Βιοξάνθρακωμα (Biochar - BC), Βιοενέργεια με δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα (Bioenergy with carbon capture and storage – BECCS) και η λιπασματοποίηση των ωκεανών (Ocean Fertilization - OF)) χρησιμοποιούν τη βιοχημική διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δέσμευση CO₂ από την ατμόσφαιρα, ενώ οι τεχνολογίες, άμεση δέσμευση αέρα (Direct Air Capture – DAC), η αλκαλοποίηση των ωκεανών (Ocean Alkalinisation - OA) και η ενισχυμένη αποσάρθρωση (Enhanced Weathering for Carbon Capture -EW) δεσμεύουν χημικά το CO₂ σε συνθετικά ή φυσικά υλικά, αντίστοιχα. Μπορούν να γίνουν και άλλες τεχνολογικές διαιρέσεις, όπως, με βάση την εφαρμογή της τεχνολογίας στην ξηρά ή στη θάλασσα, με βάση την εγχώρια ή τη διασυνοριακή εφαρμογή, και με βάση το μέσο αποθήκευσης (Minx κ.ά. 2018).

Δάσωση και αναδάσωση (Afforestation, Reforestation, AR)

Η AR θεωρείται από τις πιο μελετημένες NETs. Και οι δύο προσεγγίσεις μπορούν να συλλάβουν CO₂ από την ατμόσφαιρα. Το εκτιμώμενο κόστος για AR κυμαίνεται από 2–150 \$ ανά tCO₂ (Pielke 2009; Humppenöder κ.ά. 2014), και το δυναμικό δέσμευσης CO₂ από 0,5–7 Gt CO₂ ετησίως (Lenton 2014). Υπάρχουν πολλά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας AR, συμπεριλαμβανομένης της αλλαγής ανακλαστικότητας (albedo), της απώλειας βιοποικιλότητας και του χρόνου αποθήκευσης CO₂ (Y. Wang, Yan, και Wang 2014). Οι επιστήμονες συμφωνούν ότι η ανάπτυξη AR σε δάση μεγάλου υψόμετρου είναι αντιπαραγωγική, λόγω των καιρικών συνθηκών. Ωστόσο, υπάρχουν λιγότερες μελέτες σχετικά με την πιθανή απώλεια της βιοποικιλότητας που προκύπτει από την εφαρμογή AR μεγάλης κλίμακας. Η AR που χρησιμοποιεί αυτόχθονα είδη είναι ανώτερη για τη βιοποικιλότητα (Hall κ.ά. 2012), ωστόσο, η ποσότητα CO₂ που δεσμεύεται από τέτοιες προσπάθειες είναι γενικά χαμηλότερη καθώς διαφορετικές καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι λιγότερο ευαίσθητες στις κλιματικές διακυμάνσεις, και μπορεί να παρέχουν περισσότερες υπηρεσίες, όπως τροφή (Locatelli κ.ά. 2015). Ο χρόνος παραμονής του CO₂ που αποθηκεύεται από την AR είναι πολύ μικρότερος από ό,τι για το γεωλογικά αποθηκευμένο CO₂ (P. Smith, Haszeldine, και Smith 2016). Η χρονική κλίμακα ποικίλλει από αιώνες για την περίπτωση των δασών, ενώ για χιλιάδες χρόνια ή περισσότερο, για γεωλογική αποθήκευση. Επιπλέον, η εφαρμογή AR μπορεί να διαταραχθεί φυσικά (π.χ. από πυρκαγιές, παράσιτα και ξηρασίες) ή από ανθρώπινη δράση (αλλαγή στη χρήση γης). Αυτές οι προκλήσεις, εκτός από το γεγονός ότι είναι δύσκολο να παρακολουθηθεί το δυναμικό αποθήκευσης και η παγκόσμια συμβολή στα επίπεδα CO₂ στην ατμόσφαιρα, μπορεί να θεωρήσουν την AR ως λιγότερο ελκυστική επιλογή για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Δέσμευση άνθρακα στο έδαφος (Soil Carbon Sequestration - SCS)

Η τεχνολογία SCS είναι μια πολύ γνωστή πρακτική που προκύπτει από την αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανικό άνθρακα, η οποία επιτυγχάνει την απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα. Το SCS είναι ουσιαστικά ένα ισοζύγιο εδαφικής μάζας με εισροές άνθρακα (κοπριά, υπολείμματα κ.λπ.) και εκροές (αναπνοή εδάφους) (H. Li κ.ά. 2021). Η αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας αυξάνεται όσο αυξάνονται οι εισροές άνθρακα ή μειώνονται οι εκροές του. Πιθανά ευεργετικά αποτελέσματα της εφαρμογής της SCS είναι η βελτιωμένη ποιότητα του εδάφους (Lal 2004), και η υψηλότερη απόδοση των καλλιεργειών (Pan, Smith, και Pan 2009). Ωστόσο, η SCS μπορεί επίσης να αυξήσει τις εκπομπές CH₄, όταν χρησιμοποιείται κοπριά ως πρόσθετο, και τις εκπομπές NO_x, όταν χρησιμοποιούνται λιπάσματα με βάση το άζωτο (Liao κ.ά. 2015, Nayak κ.ά. 2015).

Τα βασικά πλεονεκτήματα της SCS είναι: η εφαρμογή της δίχως αλλαγή χρήσης γης και επίσης, οι εμπλεκόμενες πρακτικές είναι καλά κατανοητές και άμεσα επιτεύξιμες. Επιπλέον, το αποτύπωμα νερού του SCS έχει κριθεί σχετικά μικρό (P. Smith 2016). Το κύριο μειονέκτημα της τεχνολογίας SCS είναι ο κορεσμός της καταβόθρας, διότι μια περιορισμένη ποσότητα άνθρακα μπορεί να αποθηκευτεί στο έδαφος, (M. Jiang κ.ά. 2020). Ο αρχικός ρυθμός δέσμευσης άνθρακα είναι υψηλός αλλά μειώνεται με το χρόνο στο μηδέν, όταν επιτυγχάνεται μια νέα ισορροπία (Stanley κ.ά. 2018). Η περίοδος κορεσμού ποικίλλει από δεκαετίες σε αιώνες ανάλογα με την τεχνολογία και τη θερμοκρασία του εδάφους, αλλά η τυπική περίοδος κορεσμού θεωρείται ότι είναι ~20 χρόνια (P. Smith 2016). Επιπλέον, εάν ο άνθρακας πρόκειται να παραμείνει στο έδαφος, αυτές οι πρακτικές πρέπει να διατηρηθούν, αφού το έδαφος φτάσει σε κορεσμό, με σχετικό κόστος, διαφορετικά το CO₂ θα απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα (Green κ.ά. 2019). Τέλος, το δυναμικό αποθήκευσης του SCS ποικίλλει σημαντικά, ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής. Εκτιμάται σε ~1,4–3,7 Gt CO₂ ετησίως, ενώ το κόστος κυμαίνεται σε ~20–100 \$ ανά t CO₂ (Sabine Fuss κ.ά. 2018).

Βιοεξανθράκωμα (Biochar - BC)

Η χρήση του BC ως NET βασίζεται στην ικανότητα του εδάφους να απορροφά CO₂, με διπλό αποτέλεσμα την αύξηση της γονιμότητας του. Πολλά θετικά αποτελέσματα έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της παραγωγικότητας των καλλιεργειών, των χαμηλότερων εκπομπών NO_x και CH₄ (από εναλλακτικές πρακτικές λίπανσης) και χαμηλότερες απώλειες νερού από το έδαφος (Kammann κ.ά. 2017). Από την άλλη πλευρά, τα υψηλά ποσοστά προσθήκης μπορούν να αλλάξουν τη σύνθεση του εδάφους, με μακροπρόθεσμες επιπτώσεις που δεν έχουν διερευνηθεί πλήρως (X. Jiang κ.ά. 2016). Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η πιθανή απελευθέρωση BC από τον άνεμο και τη διάβρωση του εδάφους, καθώς μπορεί να μειώσει την ποιότητα του αέρα (Genesio, Vaccari, και Miglietta 2016). Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα της τεχνολογίας είναι το κόστος εφαρμογής της σε μεγάλη κλίμακα. Εξάλλου, το BC πρέπει να παραμείνει στο έδαφος όσο το δυνατόν περισσότερο για να έχει ως αποτέλεσμα τη μακροχρόνια αποθήκευση. Οι μελέτες προτείνουν μια χρονική κλίμακα δεκαετιών ή αιώνων (J. Wang, Xiong, και Kuzyakov 2016), ανάλογα με το έδαφος και τη θερμοκρασία, με μεγαλύτερους χρόνους σε περιοχές υψηλότερης θερμοκρασίας (Zimmermann κ.ά. 2012), και σε όξινα εδάφη (Raza κ.ά. 2021). Η ιχνηλασιμότητα του δεσμευμένου άνθρακα μπορεί να είναι δύσκολο να μετρηθεί και να παρακολουθηθεί.

Η αποτελεσματικότητα του BC εξαρτάται από την τοποθεσία, καθώς η σύσταση του εδάφους ποικίλλει ανάλογα με την τοποθεσία, το κλίμα, κ.λπ. Επομένως, απαιτούνται ολοκληρωμένες μελέτες σχετικά με τη σκοπιμότητα, την ικανότητα αποθήκευσης CO₂, το χρόνο αποθήκευσης, τον τύπο του εδάφους υποδοχής, και τις πιθανές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Πρόσφατα, εμφανίζονται μελέτες πεδίου που εξετάζουν τις εκπομπές CO₂ σε πεδία που έχουν υποστεί επεξεργασία BC, που δείχνουν την πιθανή χρήση αυτής της τεχνολογίας σε διαφορετικούς τομείς (S. Li κ.ά. 2021; L. Wang κ.ά. 2021). Ένα άλλο βασικό σημείο που πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά είναι η ρεαλιστική διαθεσιμότητα βιομάζας για την παραγωγή BC, καθώς θα πρέπει να ανταγωνιστεί τη μετατροπή και την καύση βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας. Το εκτιμώμενο δυναμικό δέσμευσης από τη χρήση BC κυμαίνεται από 0,6–11,9 Gt CO₂ ετησίως ανάλογα με τη διαθεσιμότητα βιομάζας (Lee και Day 2013). Το εκτιμώμενο κόστος αυτής της τεχνολογίας κυμαίνεται από 60–120 \$ ανά t CO₂, (M. Jiang κ.ά. 2020).

Βιοενέργεια με δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα

Για να θεωρηθούν οι διεργασίες βιοενέργειας ως τεχνολογία καθαρών μηδενικών εκπομπών, η ίδια ποσότητα CO₂ που απελευθερώνεται κατά την καύση βιομάζας πρέπει να απορροφάται κατά τη βιοχημική διαδικασία ανάπτυξης της βιομάζας. Εάν οι εκπομπές καύσης καταγράφονται και αποθηκεύονται (με τη χρήση τυπικής τεχνολογίας CCS), το συνολικό σύστημα (BECCS) μπορεί να δημιουργήσει αρνητικές εκπομπές (Creutzig 2016; L. J. Smith και Torn 2013).

Οι κύριοι περιοριστικοί παράγοντες, για την ανάπτυξη της BECCS σε μεγάλη κλίμακα, είναι η χρήση γης, η διαθεσιμότητα βιομάζας και το δυναμικό αποθήκευσης (Creutzig κ.ά. 2015). Οι επιπτώσεις από την εφαρμογή της BECCS εστιάζονται στις εκπομπές που προέρχονται από την αλλαγή χρήσης γης (π.χ. αποψίλωση των δασών, αγορά βιομάζας). Επιπλέον, όπως και με άλλες NETs, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη η ανακλαστικότητα των επιφανειών της γης (albedo) ως αποτέλεσμα της καλλιέργειας βιομάζας για τη λειτουργία της BECCS. Για παράδειγμα, σε μεγαλύτερα υψόμετρα, η καλλιέργεια βιομάζας μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της επιφάνειας των ανακλαστικών επιφανειών χιονιού (Bright κ.ά. 2015). Ο ανταγωνισμός στη χρήση της γης θα πρέπει επίσης να διερευνηθεί προσεκτικά, καθώς η BECCS θα μπορούσε να έχει αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα, τη χρήση του νερού και τη διαθεσιμότητα/διανομή τροφής (Williamson 2016). Η μαζική ανάπτυξη της BECCS μπορεί επίσης να αποτελέσει απειλή για την επισιτιστική ασφάλεια και ενδεχομένως να οδηγήσει σε υψηλότερες τιμές των τροφίμων (Popp κ.ά. 2011). Πρόσφατα, έχει προταθεί η ενσωμάτωση της BECCS με διαδικασίες που βασίζονται σε φύκια. Αυτή η εναλλακτική λύση βιομάζας έχει υψηλή φωτοσυνθετική απόδοση και υψηλές αποδόσεις (Moreira και Pires 2016), και μπορεί επίσης να βοηθήσει στη μείωση του ανταγωνισμού της χρήσης γης (Beal κ.ά. 2018).

Η τεχνολογία BECCS εξακολουθεί να έχει σημαντικές δυνατότητες να συμβάλει στην ενεργειακή μετάβαση και στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, με εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας το 2050, 60–1548 EJ ετησίως (Searle και Malins 2015). Το εκτιμώμενο κόστος του BECCS κυμαίνεται από 15–400 \$ ανά t CO₂ (Arasto κ.ά. 2014).

Τεχνολογίες αρνητικών εκπομπών που δεν βασίζονται στη φωτοσύνθεση (η αλκαλοποίηση των ωκεανών (Ocean Alkalinisation - OA) και η ενισχυμένη αποσάθρωση (Enhanced Weathering for Carbon Capture – EW)

Οι NETs που δεν βασίζονται στη φωτοσύνθεση μπορούν να παρομοιαστούν με την τεχνολογία DAC (Direct Air Capture) με βάση ότι βασίζονται στη χημική δέσμευση του CO₂ στον αέρα. Η OA, γνωστή και ως ωκεάνια ασβεστοποίηση, βασίζεται στην προσθήκη αλκαλικών στερεών (π.χ. υδροξείδιο του ασβεστίου) σε θαλάσσια περιβάλλοντα για την αύξηση της ικανότητας δέσμευσης CO₂ του ωκεανού (González και Plyina 2016, Renforth και Henderson 2017). Το δυναμικό δέσμευσης, για την OA, έχει εκτιμηθεί ότι είναι 0,1–10 Gt CO₂ ετησίως, ενώ το εκτιμώμενο κόστος ανέρχεται σε 14–500 \$ ανά t CO₂ (Renforth και Henderson 2017). Λίγες μελέτες έχουν διερευνήσει την OA και τα αποτελέσματα βρίσκονται ακόμη στα αρχικά στάδια της μοντελοποίησης. Επομένως, χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να διαλευκανθεί εάν η OA θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα και επίσης, ποια είναι τα πιθανά οφέλη και οι επιπτώσεις της εφαρμογής της. Η EW περιλαμβάνει την παροχή κονιοποιημένων αλκαλικών υλικών στις επιφάνειες της Γης για τη μίμηση ή/και την επιτάχυνση των φυσικών καιρικών διαδικασιών αποσάθρωσης πετρωμάτων. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά περιλαμβάνουν πυριτικά και ανθρακικά ορυκτά, (Mutch κ.ά. 2016) και απόβλητα υλικά όπως απορρίμματα ορυχείων και βιομηχανικά υποπροϊόντα.

Άμεση δέσμευση αέρα (Direct Air Capture – DAC), Άμεση δέσμευση αέρα με αποθήκευση άνθρακα (Direct Air Capture with Carbon Storage– DACCS)

Η χρήση του DAC για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής εισήχθη για πρώτη φορά από τον Lackner τη δεκαετία του 1990 (Lackner, Ziock, και Grimes 1999). Ακολούθως, πολλές μελέτες και σχόλια αποσκοπούσαν στην αξιολόγηση της πρακτικής σημασίας του DAC στη μείωση των επιπέδων CO₂ της ατμόσφαιρας (Pielke 2009; Zeman και Lackner 2004).

Η τεχνολογία DACCS συγκρίνεται συχνά με τις τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (Carbon Capture and Storage – CCS), λόγω της ομοιότητάς τους. Ενώ ο στόχος των τεχνολογιών CCS είναι η μείωση του ρυθμού των εκπομπών CO₂ από μια συγκεκριμένη διαδικασία ή ομάδα διεργασιών σε μια σημειακή πηγή, η DACCS στοχεύει στην απομάκρυνση του CO₂ που βρίσκεται οπουδήποτε στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, καθώς οι καταναμημένες πηγές

αντιπροσωπεύουν περίπου το ήμισυ των παγκόσμιων εκπομπών CO₂, η DACCS προτείνεται όλο και περισσότερο ως NET (Erans κ.ά. 2022). Έτσι, οι τεχνολογίες DACCS και CCS θα πρέπει να θεωρούνται συμπληρωματικές, με την DAC να υπερέχει. Οι εγκαταστάσεις DAC επεξεργάζονται αέρα, ο οποίος συνήθως έχει χαμηλότερες ποσότητες ρύπων που υπάρχουν στα καυσαέρια (SO₂, NO_x, κ.λπ.) που συνήθως μειώνουν την απόδοση και τη διάρκεια ζωής των ροφητών CO₂. Επιπλέον, η DAC δεν περιορίζεται σε τοποθεσίες με μεγάλες, σταθερές πηγές CO₂. Δύναται να εφαρμοστεί οπουδήποτε αλλά ιδανικά θεωρείται η εγγύτητα τόσο σε πηγή ενέργειας όσο και σε χώρο αποθήκευσης CO₂. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πολλαπλά πλεονεκτήματα: οι υπάρχουσες βιομηχανίες που λειτουργούν σε σχετικά μικρή κλίμακα δεν χρειάζεται να τροποποιήσουν τις διαδικασίες τους. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής CO₂ που είναι γεωγραφικά απομακρυσμένες δεν απαιτούν εκτεταμένες υποδομές μεταφοράς CO₂. Οι εγκαταστάσεις DAC μπορούν να συσχετίζονται με εγκαταστάσεις παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας για τη μείωση των απωλειών μετάδοσης ή/και με εγκαταστάσεις αποθήκευσης CO₂ για την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς.

Παρά τα πιθανά πλεονεκτήματα του DAC, υπάρχουν επίσης αβεβαιότητες. Για παράδειγμα, όπως και με τις CCS, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι και οι αβεβαιότητες που σχετίζονται με την αποθήκευση CO₂ (κόστος, μακροπρόθεσμη παρακολούθηση, επαγόμενη σεισμικότητα και διαρροή) (Council 2015) καθώς και συγκεκριμένες ανησυχίες που σχετίζονται με την οικονομική και ενεργειακή σκοπιμότητα, καθώς και την κοινωνικο-πολιτική αποδοχή.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι προσεγγίσεις απομάκρυνσης, δέσμευσης, χρήσης και αποθήκευσης του άνθρακα (CDR ή CCS ή CCUS) μπορούν να περιλαμβάνουν λύσεις βασισμένες στη φύση, βελτιωμένες φυσικές διεργασίες ή τεχνολογικές λύσεις. Οι λύσεις που βασίζονται στη φύση περιλαμβάνουν τη δάσωση και την αναδάσωση. Οι βελτιωμένες φυσικές διεργασίες περιλαμβάνουν προσεγγίσεις διαχείρισης γης που αυξάνουν την περιεκτικότητα σε άνθρακα στο έδαφος μέσω σύγχρονων μεθόδων καλλιέργειας (με την προσθήκη biochar ή ορυκτών πυριτικών πετρωμάτων) και τη λίπανση των ωκεανών, στην οποία προστίθενται θρεπτικά συστατικά στον ωκεανό, για να αυξηθεί η ικανότητά του να απορροφά CO₂. Η BECCS και η DACCS είναι οι κύριες τεχνολογικές λύσεις που διατίθενται σήμερα – αποτελούν την κύρια οδό για τον ενεργειακό τομέα και συμβάλουν στην απομάκρυνση του άνθρακα, κατά τη μετάβαση σε καθαρές μηδενικές εκπομπές. Ενώ όλες αυτές οι προσεγγίσεις μπορούν να είναι συμπληρωματικές, οι τεχνολογικές λύσεις μπορούν να υπερέχουν έναντι των λύσεων που βασίζονται στη φύση, λόγω της μονιμότητας της υπόγειας αποθήκευσης του CO₂, το γεγονός ότι δεν είναι ευάλωτες στα καιρικά φαινόμενα -συμπεριλαμβανομένων των πυρκαγιών που μπορούν να απελευθερώσουν CO₂ στην ατμόσφαιρα από το αποθηκευμένο στη βιομάζα- και επίσης, τις χαμηλότερες απαιτήσεις γης. Οι τεχνολογίες BECCS και DACCS βρίσκονται επίσης σε πιο προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης σε σχέση με ορισμένες προσεγγίσεις αφαίρεσης άνθρακα. Οι προσεγγίσεις διαχείρισης της γης και η δάσωση/αναδάσωση βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο υιοθέτησης και οι δυνατότητές τους περιορίζονται από τις ανάγκες της γης για καλλιέργεια τροφίμων. Άλλες μη τεχνολογικές προσεγγίσεις – όπως η ενισχυμένη αποσάθρωση, που περιλαμβάνει τη διάλυση φυσικών ή τεχνητά δημιουργούμενων ορυκτών για την απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα, και η λίπανση/αλκαλοποίηση των ωκεανών, που περιλαμβάνει την προσθήκη αλκαλικών ουσιών στο θαλασσινό νερό για την ενίσχυση της ικανότητας του ωκεανού να απορροφά άνθρακα – βρίσκονται μόνο στο βασικό ερευνητικό στάδιο. Έτσι, οι δυνατότητες αφαίρεσης άνθρακα, το κόστος και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους είναι εξαιρετικά αβέβαια. Η BECCS, η DACCS, η προσέγγιση διαχείρισης γης και η λίπανση/αλκαλοποίηση των ωκεανών έχουν το υψηλότερο σωρευτικό δυναμικό. Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις από την αλλαγή χρήσης γης, η ενδεχόμενη επισιτιστική ασφάλεια, οι απώλειες βιοποικιλότητας, το υψηλό κόστος δέσμευσης CO₂ (DAC), ο ευτροφισμός των ωκεανών (λίπανση/αλκαλοποίηση ωκεανών). Η DACCS έχει το μικρότερο αποτύπωμα γης μεταξύ των πιο ώριμων επιλογών αφαίρεσης άνθρακα, ενώ η BECCS και η δάσωση/αναδάσωση έχουν παρόμοιο εύρος ως προς το αποτύπωμα γης, το οποίο εξαρτάται κυρίως από την πηγή βιομάζας.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να αναγνωρίσουν την υποστήριξη των μελών του Ινστιτούτου Ξύλου, Επίπλου & Ξύλινης Συσκευασίας και του ερευνητικού προσωπικού του Εργαστηρίου Τεχνολογίας & Ποιοτικού Ελέγχου Επίπλων και Ξυλοκατασκευών του τμήματος Δασολογίας Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τα πολύτιμα σχόλια τους.

Abstract

The increase in the concentration of carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases in the atmosphere continues to be a global concern. International organizations have indicated that to achieve a reduction in global warming below 2°C relative to the pre-industrial era by 2100, carbon-negative technologies must be used. In this work, a bibliographic comparative study of these technologies is attempted, with an emphasis on physical, energy and chemical technologies. The estimated cost, carbon capture potential and rate, storage potential and time, sustainability, biodiversity, readiness level and finally, the effectiveness of each technology are criteria of the study.

Βιβλιογραφία

- Arasto, A., Onarheim, K., Tsupari, E., & Kärki, J. 2014. Bio-CCS: Feasibility comparison of large scale carbon-negative solutions. *Energy Procedia*, 63, 6756-6769.
- Beal, C. M., Archibald, I., Huntley, M. E., Greene, C. H., & Johnson, Z. I. 2018. Integrating algae with bioenergy carbon capture and storage (ABECCS) increases sustainability. *Earth's Future*, 6(3), 524-542.
- Clarke, L. E., Jiang, K., Akimoto, K., Babiker, M., Blanford, G. J., Fisher-Vanden, K., ... & Zwickel, T. 2015. *Assessing Transformation Pathways*. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (No. PNNL-SA-102686). Pacific Northwest National Lab.(PNNL), Richland, WA (United States).
- Council, National Research. 2015. *Climate Intervention: Carbon Dioxide Removal and Reliable Sequestration*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Creutzig, F. 2016. 'Economic and ecological views on climate change mitigation with bioenergy and negative emissions'. *GCB Bioenergy* 8 (1): 4–10.
- Creutzig, F., Ravindranath, N. H., Berndes, G., Bolwig, S., Bright, R., Cherubini, F., ... & Masera, O. 2015. Bioenergy and climate change mitigation: an assessment. *Gcb Bioenergy*, 7(5), 916-944.
- Erans, M., Sanz-Pérez, E. S., Hanak, D. P., Clulow, Z., Reiner, D. M., & Mutch, G. A. 2022. Direct air capture: process technology, techno-economic and socio-political challenges. *Energy & Environmental Science*, 15(4), 1360-1405.
- Fuss, S., C .D. Jones, F. Kraxner, G. P. Peters, P. Smith, M. Tavoni, D. P. van Vuuren, κ.ά. 2016. Research priorities for negative emissions. *Environmental Research Letters* 11 (11): 115007–115007.
- Fuss, S., Lamb, W. F., Callaghan, M. W., Hilare, J., Creutzig, F., Amann, T., ... & Minx, J. C. 2018. Negative emissions—Part 2: Costs, potentials and side effects. *Environmental research letters*, 13(6), 063002.
- Genesis, L., Vaccari, F. P., & Miglietta, F. 2016. Black carbon aerosol from biochar threatens its negative emission potential. *Global Change Biology*, 22(7), 2313-2314.
- González, Miriam Ferrer, και Tatiana Ilyina. 2016. 'Impacts of artificial ocean alkalization on the carbon cycle and climate in Earth system simulations'. *Geophysical Research Letters* 43 (12): 6493–6502.
- Green, J. K., Seneviratne, S. I., Berg, A. M., Findell, K. L., Hagemann, S., Lawrence, D. M., & Gentile, P. 2019. Large influence of soil moisture on long-term terrestrial carbon uptake. *Nature*, 565(7740), 476-479.
- Hall, Jaclyn M., Tracy Van Holt, Amy E. Daniels, Vincent Balthazar, και Eric F. Lambin. 2012. 'Trade-offs between tree cover, carbon storage and floristic biodiversity in reforesting landscapes'. *Landscape Ecology* 27 (8): 1135–47.
- Humpenöder, F., Popp, A., Dietrich, J. P., Klein, D., Lotze-Campen, H., Bonsch, M., ... & Müller, C. 2014. Investigating afforestation and bioenergy CCS as climate change mitigation strategies. *Environmental Research Letters*, 9(6), 064029.

- IPCC. 2022. *Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jiang, M., Medlyn, B. E., Drake, J. E., Duursma, R. A., Anderson, I. C., Barton, C. V., ... & Ellsworth, D. S. 2020. The fate of carbon in a mature forest under carbon dioxide enrichment. *Nature*, 580(7802), 227-231.
- Jiang, M., Medlyn, B. E., Drake, J. E., Duursma, R. A., Anderson, I. C., Barton, C. V., ... & Ellsworth, D. S. 2020. The fate of carbon in a mature forest under carbon dioxide enrichment. *Nature*, 580(7802), 227-231.
- Kammann, C., Ippolito, J., Hagemann, N., Borchard, N., Cayuela, M. L., Estavillo, J. M., ... & Wrage-Mönnig, N. 2017. Biochar as a tool to reduce the agricultural greenhouse-gas burden—knowns, unknowns and future research needs. *J. Environ. Eng. Landsc. Manag.* 25(2), 114-139.
- Lackner, K., Ziock, H. J., & Grimes, P. 1999. *Carbon dioxide extraction from air: is it an option?* (No. LA-UR-99-583). Los Alamos National Lab.(LANL), Los Alamos, NM (United States).
- Lal, R. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* 304 (5677): 1623–27.
- Lee, J. W., & Day, D. M. 2012. Smokeless biomass pyrolysis for producing biofuels and biochar as a possible arsenal to control climate change. In *Advanced biofuels and bioproducts* (pp. 23-34). New York, NY: Springer New York.
- Lenton, T. M. 2014. The global potential for carbon dioxide removal. *Geoengineering of the climate system*, 662, 52-79.
- Li, H., Wang, C., Zhang, F., He, Y., Shi, P., Guo, X., ... & Zhou, H. 2021. Atmospheric water vapor and soil moisture jointly determine the spatiotemporal variations of CO₂ fluxes and evapotranspiration across the Qinghai-Tibetan Plateau grasslands. *Science of The Total Environment*, 791, 148379.
- Li, S., Ma, Q., Zhou, C., Yu, W., & Shangguan, Z. 2021. Applying biochar under topsoil facilitates soil carbon sequestration: A case study in a dryland agricultural system on the Loess Plateau. *Geoderma*, 403, 115186.
- Liao, Y., W. L. Wu, F. Q. Meng, P. Smith, και R. Lal. 2015. Increase in soil organic carbon by agricultural intensification in northern China. *Biogeosciences* 12 (5): 1403–13.
- Locatelli, B., Catterall, C. P., Imbach, P., Kumar, C., Lasco, R., Marín-Spiotta, E., ... & Uriarte, M. 2015. Tropical reforestation and climate change: beyond carbon. *Restoration Ecology*, 23(4), 337-343.
- Minx, J. C., Lamb, W. F., Callaghan, M. W., Bornmann, L., & Fuss, S. 2017. Fast growing research on negative emissions. *Environmental Research Letters*, 12(3), 035007. Minx, Jan C, William F Lamb, Max W Callaghan, Sabine Fuss, Jérôme Hilaire, Felix Creutzig, Thorben Amann, κ.ά. 2018. Negative emissions—Part 1: Research landscape and synthesis. *Environmental Research Letters* 13 (6): 063001–063001.
- Moreira, D., & Pires, J. C. 2016. Atmospheric CO₂ capture by algae: negative carbon dioxide emission path. *Bioresource technology*, 215, 371-379.
- Mutch, Greg A., Sara Morandi, Rebecca Walker, James A. Anderson, David Vega-Maza, Lorenza Operti, και Giuseppina Cerrato. 2016. Cation Dependent Carbonate Speciation and the Effect of Water. *The Journal of Physical Chemistry C* 120 (31): 17570–78.
- Nabuurs, G.-J., O. Masera, K. Andrasko, P. Benitez-Ponce, R. Boer, M. Dutschke, E. Elsiddig, κ.ά. 2007. Forestry. Στο , 541–84.
- Nayak, D., Saetnan, E., Cheng, K., Wang, W., Koslowski, F., Cheng, Y. F., ... & Smith, P. 2015. Management opportunities to mitigate greenhouse gas emissions from Chinese agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 209, 108-124.
- Nemet, G. F., Callaghan, M. W., Creutzig, F., Fuss, S., Hartmann, J., Hilaire, J., ... & Smith, P. 2018. Negative emissions-Part 3: Innovation and upscaling. *Environmental Research Letters*, 13(6), 063003.
- Pan, G., Smith, P., & Pan, W. 2009. The role of soil organic matter in maintaining the productivity and yield stability of cereals in China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(1-3), 344-348.

- Pielke Jr, R. A. 2009. An idealized assessment of the economics of air capture of carbon dioxide in mitigation policy. *environmental science & policy*, 12(3), 216-225.
- Pires, J.C.M. 2019. ‘Negative emissions technologies: A complementary solution for climate change mitigation’. *Sci. Total Environ.* 672 (Ιούλιος): 502–14.
- Popp, A., Dietrich, J. P., Lotze-Campen, H., Klein, D., Bauer, N., Krause, M., ... & Edenhofer, O. (2011). The economic potential of bioenergy for climate change mitigation with special attention given to implications for the land system. *Environmental Research Letters*, 6(3), 034017.
- Raza, S., Zamanian, K., Ullah, S., Kuzyakov, Y., Virto, I., & Zhou, J. (2021). Inorganic carbon losses by soil acidification jeopardize global efforts on carbon sequestration and climate change mitigation. *Journal of Cleaner Production*, 315, 128036.
- Renforth, P. & G. Henderson. 2017. Assessing ocean alkalinity for carbon sequestration. *Reviews of Geophysics* 55 (3): 636–74.
- R., Kenneth R., & C. Stokes. 2004. A Review of Forest Carbon Sequestration Cost Studies: A Dozen Years of Research. *Climatic Change* 63 (1): 1–48.
- Rogelj, J., Popp, A., Calvin, K. V., Luderer, G., Emmerling, J., Gernaat, D., ... & Tavoni, M. 2018. Scenarios towards limiting global mean temperature increase below 1.5 C. *Nature Climate Change*, 8(4), 325-332.
- Searle, S., και C. Malins. 2015. A reassessment of global bioenergy potential in 2050. *GCB Bioenergy* 7 (2): 328–36.
- Smith, L. J., και M. S. Torn. 2013. Ecological limits to terrestrial biological carbon dioxide removal. *Climatic Change* 118 (1): 89–103.
- Smith, P. 2016. Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. *Global Change Biology* 22 (3): 1315–24.
- Smith, P., Davis, S. J., Creutzig, F., Fuss, S., Minx, J., Gabrielle, B., ... & Yongsung, C. (2016). Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions. *Nat. Clim. Change.*, 6(1), 42-50.
- Smith, P., Haszeldine, R. S., & Smith, S. M. (2016). Preliminary assessment of the potential for, and limitations to, terrestrial negative emission technologies in the UK. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 18(11), 1400-1405.
- Stanley, P. L., Rowntree, J. E., Beede, D. K., DeLonge, M. S., & Hamm, M. W. (2018). Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems. *Agricultural Systems*, 162, 249-258.
- Wang, J., Xiong, Z., & Kuzyakov, Y. (2016). Biochar stability in soil: meta-analysis of decomposition and priming effects. *Gcb Bioenergy*, 8(3), 512-523.
- Wang, L., Gao, C., Yang, K., Sheng, Y., Xu, J., Zhao, Y., ... & Zhu, L. 2021. Effects of biochar aging in the soil on its mechanical property and performance for soil CO₂ and N₂O emissions. *Science of the Total Environment*, 782, 146824.
- Wang, Y., Yan, X., & Wang, Z. 2014. The biogeophysical effects of extreme afforestation in modeling future climate. *Theoretical and applied climatology*, 118, 511-521.
- Williamson, P. 2016. Emissions reduction: Scrutinize CO₂ removal methods. *Nature* 530 (7589): 153–55.
- Zeman, F. S., & Lackner, K. S. 2004. Capturing carbon dioxide directly from the atmosphere. *World Resource Review*, 16(2), 157-172.
- Zimmermann, M., Bird, M. I., Wurster, C., Saiz, G., Goodrick, I., Barta, J., ... & Smernik, R. 2012. Rapid degradation of pyrogenic carbon. *Global Change Biology*, 18(11), 3306-3316.

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία

**ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΠΑΡΘΕΝΟ
ΔΑΣΟΣ ΦΡΑΚΤΟΥ**

Παπαδοπούλου, Δήμητρα¹; Ράπτης, Δημήτριος¹; Σιώπη, Μαρία²; Τσιτσώνη, Θέκλα²

¹Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Δράμα, dimitrapapad@hotmail.com, d_rapt@for.ihu.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, maria_siopi@hotmail.com, tsitsoni@for.auth.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των συνθηκών αναγέννησης σε μικτές συστάδες οξιάς-ελάτης-ερυθρελάτης του Παρθένου Δάσους Φρακτού, καθώς αδιατάρακτα οικοσυστήματα μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες για τη μελλοντική διαχείριση παραγωγικών δασών. Σε 8 δειγματοληπτικές επιφάνειες διαστάσεων 50x50 m λήφθηκαν 4 υποεπιφάνειες εμβαδού 4x4 m, όπου καταγράφηκε η αναγέννηση σε κλάσεις ύψους καθώς και η επίδραση της βόσκησης σε αυτή, από φυτοφάγα ζώα. Η αναγέννηση ανέρχεται σε 25.137 άτομα/ha από τα οποία το 83,3% αφορά άτομα οξιάς, το 15,23% άτομα ελάτης και το 1,47% άτομα ερυθρελάτης. Παρατηρείται επικράτηση των φυταρίων με ύψος έως 30 cm σε ποσοστό 62%, ενώ τα άτομα των κλάσεων 30-60 cm και >60 cm καταλαμβάνουν το 18,57% και 19,43% αντίστοιχα. Το ποσοστό ζημιών από βόσκηση ανέρχεται σε 13,79%. Η σύνθεση της αναγέννησης συνάδει με αυτή των αδιατάρακτων μικτών δασών της Κεντρικής και Νότιας Ευρώπης με υπερίσχυση της οξιάς, αλλά διατήρηση της παρουσίας των δευτερευόντων ειδών.

Λέξεις κλειδιά: μικτό δάσος, διαταραχές, δομή δάσους, αδιατάρακτο δάσος

Εισαγωγή

Το πρώτο μισό του 19ου αιώνα οι επιστήμονες ξεκίνησαν να μελετούν την αναγέννηση σε δάση που θεωρούσαν ότι είναι τα τελευταία εναπομείναντα παρθένα δάση στην Ευρώπη. Αυτά ήταν κυρίως δάση της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, ιδιαίτερα των Βαλκανίων, που καλύπτονταν από οξιά, ερυθρελάτη και ελάτη. Ένας από αυτούς ήταν ο Cermak (1910), ο οποίος βλέποντας τα παρθένα δάση των Βαλκανίων τα θεώρησε αντιπροσωπευτικά της πρωτογενούς βλάστησης των πεδινών περιοχών της Κεντρικής και Δυτικής Ευρώπης. Το κίνητρο της έρευνάς του ήταν να δοθεί απάντηση στο ερώτημα αν και σε ποιο βαθμό οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αναγέννηση των παραγωγικών δασών στην Ευρώπη μπορούν να θεωρηθούν ανάλογες με τις διαδικασίες αναγέννησης σε φυσικά δάση.

Οι Cermak (1910), Müller (1929), Hesmer (1930), Fröhlich (1930), Markgraf και Dengler (1931) και Rubner (1934) διαπίστωσαν ότι η αναγέννηση των δένδρων σε παρθένα δάση λαμβάνει χώρα όπου υπάρχουν διάκενα στην κομοστέγη. Είχαν την αίσθηση ότι δεν υπάρχει αναγέννηση σε αυτά τα παρθένα δάση, καθώς ουσιαστικά δεν υπήρχαν ποτέ νέα δένδρα. Εμφανίζονταν μόνο όταν η κομοστέγη γινόταν πιο αραιή, καθώς μεμονωμένα δένδρα νεκρώνονταν λόγω γήρατος, έπεφταν στο έδαφος και δημιουργούνταν διάκενα (Cermak 1910, Fröhlich 1930, Markgraf & Dengler 1931, Rubner 1934).

Ομοίως, ο Watt (1925, 1947) διατύπωσε ότι η αναγέννηση λαμβάνει χώρα στα διάκενα που δημιουργούνται όταν ένα ή περισσότερα δένδρα νεκρώνονται ή ανατρέπονται. Το μοντέλο αυτό είναι γνωστό ως «Watt's gap phase' model» (Watt 1947). Τις τελευταίες δεκαετίες έχει καταστεί γενικότερα αποδεκτό ως το μοντέλο που εξηγεί τους μηχανισμούς αναγέννησης φυσικών δασών (Vera 2000).

Ο Watt (1947) διατύπωσε πως θα ήταν πιο εύκολο να κατανοήσουμε τις φυτικές κοινότητες μέσω επιμέρους κηλίδων και φάσεων. Θεώρησε πως οι κοινωνίες των φυτών περνούν από μια σειρά από στάδια ανάπτυξης, τα οποία επαναλαμβάνονται με ένα κυκλικό τρόπο. Αυτός ο κύκλος διαδοχικά καθορίζεται από το μέγεθος, τη συχνότητα και την ένταση των διάφορων διαταραχών, οι

οποίες επιδρούν στις φυτικές κοινότητες. Δασικά οικοσυστήματα τα οποία χαρακτηρίζονται από κηλίδες διαταραγμένων περιοχών συνήθως χαρακτηρίζονται σε επίπεδο τοπίου από ένα μωσαϊκό κηλίδων (patches), το κάθε ένα από τα οποία μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετική ηλικία και στάδιο διαδοχής (Oliver and Larson 1996). Ο δασικός κύκλος είναι μία επαναλαμβανόμενη κυκλική διαδικασία αλλαγής της μορφής των κηλίδων με την αλλαγή των ειδών της φυτικής σύνθεσης (Whitmore 1989). Τα διάφορα φυτικά είδη που αποτελούν το δασικό κύκλο παρουσιάζουν διακριτή ικανότητα δέσμευσης και αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, που σχετίζεται άμεσα με το ρόλο που διαδραματίζουν στη διαδικασία της διαδοχής (Bazzaz 1979). Έτσι, όταν υπάρξει μία διάσπαση της κομοστέγης του δάσους και δημιουργηθούν αυξημένα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας, τα φυτά που έχουν μεγάλες ανάγκες φωτός για την ανάπτυξή τους, θα εποικήσουν το πρόσφορο έδαφος με πιθανή αλλαγή της φυτικής σύνθεσης. Γι' αυτό λέμε πως ο δασικός κύκλος παρακινείται από τα ανοίγματα που δημιουργούν τα δασικά διάκενα στη δασική κομοστέγη και το έναυσμα αυτό, για την αρχή ενός καινούργιου κύκλου, δίνεται από μία διαταραχή η οποία θα δημιουργήσει τα διάκενα. Σε όλα τα δάση, ακόμα και στα πιο φτωχά σε είδη, ο επόμενος δασικός κύκλος μπορεί να έχει διαφορετική σύνθεση από τον προηγούμενο σε εκείνη την τοποθεσία. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να αναφερθούμε στην κυκλική αντικατάσταση και μερικές φορές αόριστα μπορούμε να το πούμε κυκλική επιτυχία (Whitmore 1989). Σημαντικό ρόλο για τη φυτική σύνθεση του επόμενου δασικού κύκλου είναι το μέγεθος των διακένων. Μικρά διάκενα κατακλύζονται από φυτά που είναι ανθεκτικά στη σκιά, ενώ αντίθετα τα μεγάλα διάκενα προτιμούνται από τα πρόσκοπα είδη που έχουν μεγάλες απαιτήσεις φωτός.

Για την κατανόηση της λειτουργίας και των διαδικασιών των φυσικών δασών είναι απαραίτητη η διάκριση σε διαφορετικές φάσεις διαδοχής. Τα σημαντικότερα ερευνητικά αποτελέσματα για τον κύκλο ζωής των δασών παρουσιάστηκαν από τον Leibundgut (1978, 1982, 1993) ο οποίος ήταν ο πρώτος που περιέγραψε λεπτομερώς πως τα παρθένα δάση υπόκειται σε μια συνεχή διαδικασία αλλαγών και περνούν από μια σειρά φάσεων εξέλιξης και ποικίλων σταδίων διαδοχής, που μπορούν να αναγνωριστούν λόγω της εμφάνισης της δομής τους. Ο Leibundgut διατύπωσε ένα κυκλικό μοντέλο που εξηγεί πώς τα παρθένα δάση της Ευρώπης αναγεννώνται μέσω των διακένων στην κομοστέγη, ένα μοντέλο που είναι γενικώς αποδεκτό στη δασολογία και δασική οικολογία. Συγκεκριμένα ανέπτυξε τη θεωρία μιας ακολουθίας των φάσεων ενός δασικού οικοσυστήματος, που εξελίσσεται σε ένα μικρό ή μεγάλο κύκλο.

Ο μικρός κύκλος περιγράφει την κανονική εξέλιξη του δάσους με αναγέννηση χωρίς καταστροφές από πυρκαγιά, καταιγίδες, επιδημίες εντόμων κλπ., ενώ ο μεγάλος περιλαμβάνει τις τοπικές καταστροφές, που μπορούν να οδηγήσουν σε καταστροφή του δάσους και την αναγέννηση μέσα από τις διάφορες φάσεις. Στην περίπτωση των καταστροφών, πίστευε ότι η διαδοχή ξεκινά στο γυμνό έδαφος με την εγκατάσταση φωτόφιλων ειδών όπως η σημύδα, η λεύκη και η ιτιά. Αυτά τα είδη μετά από μερικά χρόνια δημιουργούν ένα αρχικό δάσος, το οποίο ονόμασε πρόσκοπο δάσος (Anfangswald / Vorwaldstadium). Κάτω από την κομοστέγη του πρόσκοπου δάσους εγκαθίστανται σκιανθεκτικά είδη, τα οποία καταλαμβάνουν αρχικά τον υπόροφο και μέσα από ένα αριθμό μεταβατικών σταδίων, που ονομάζεται μεταβατικό ή ενδιάμεσο δάσος (Übergangswald / Zwischenwald), ανέρχονται στον ανώροφο όπου και επικρατούν, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του τελικού δάσους (Schlusswald). Στους όρους του Clements (1916), Tansley (1935) και Watt (1947), πρόκειται για το δάσος κλίμαξ.

Ο Leibundgut (1978, 1993) ονόμασε το στάδιο αυτό φάση αρίστου (Optimal phase). Αυτή ακολουθείται από τη φάση γήρατος (Alter phase), όπου τα δένδρα περνούν σε μια κατάσταση φθοράς, χάνουν τη ζωτικότητα τους και κάποια άτομα νεκρώνονται λόγω γήρατος και ασθενειών, την οποία και ονόμασε φάση διάσπασης της κομοστέγης (Zerfall phase). Καθώς η κομοστέγη γίνεται όλο και πιο αραιή, περισσότερο φως διεισδύει στο έδαφος και έτσι ξεκινά η αναγέννηση, λόγω των διακένων που εμφανίζονται στην κομοστέγη όταν τα δένδρα νεκρώνονται. Κατά τη διάρκεια της επόμενης φάσης, δηλαδή της φάσης αναγέννησης (Verjüngungs phase), η νέα γενιά των δένδρων εγκαθίσταται. Αυτή ακολουθείται από τη φάση αρίστου, τη φάση ωρίμασης, τη φάση διάσπασης και πάλι τη φάση αναγέννησης.

Σύμφωνα με τον Leibundgut (1978), όλα τα στάδια αυτά εμφανίζονται το ένα δίπλα στο άλλο στα Ευρωπαϊκά παρθένα δάση, ενώ συνήθως η φάση αρίστου και γήρατος κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης, λόγω της μεγάλης διάρκειάς τους, με αποτέλεσμα τα εναπομείναντα παρθένα δάση της Κεντρικής, Νότιας και Βόρειας Ευρώπης να εμφανίζουν μόνο

ένα τμήμα της συνολικής έκτασής τους ως «δάσος κλίμαξ» (Leibundgut 1982). Η διαδοχή και χρονική σειρά των φάσεων, ακόμη και στον ίδιο σταθμό και με την ίδια σύνθεση ειδών τοπικά μπορεί να διαφέρει, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται διαφορετικής δομής συστάδες η μία δίπλα στην άλλη. Ο κύκλος αυτός συνεχίζει εκτός και εάν διακοπεί από μια καταστροφή. Στην περίπτωση αυτή, η διαδοχή ξεκινά με τη φάση επανεγκατάστασης και εποίκησης και τελειώνει στη φάση κλίμαξ. Σύμφωνα με τον Leibundgut (1993) το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται στα πρωτογενώς παρθένα δάση στα πεδινά της Ευρώπης και στα παρθένα δάση στα ορεινά.

Σε ό,τι αφορά τη διαδικασία της αναγέννησης, διακρίνονται δυο περιπτώσεις. Αναγέννηση στο πλαίσιο της αλλαγής της δασικής κοινότητας μετά από κατάρρευση της αρχικής συστάδας και επακόλουθη διαδοχή από ένα αρχικό δάσος που αποτελείται από πρόσκοπα είδη (σημύδα, λεύκη, ιτιά κλπ. φωτόφιλα είδη), στο οποίο εμφανίζονται σταδιακά σκιανθεκτικά είδη που διαμορφώνουν το τελικό δάσος (ελάτη, ερυθρελάτη, οξιά κλπ.) και τα οποία διαμορφώνουν μαζί, με τα είδη του αρχικού δάσους, ένα μεταβατικό δάσος. Αν δεν υπάρξουν νέες διαταραχές, τα πρόσκοπα είδη υποχωρούν όλο και περισσότερο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του τελικού δάσους για τον εκάστοτε σταθμό.

Εκεί, όπου λόγω των συνθηκών του σταθμού δεν δημιουργούνται κλειστές συστάδες της φάσης αρίστου σε μεγάλη έκταση, όπως στα δασοόρια, σε απότομες βραχώδεις πλαγιές κλπ., η αναγέννηση πραγματοποιείται περισσότερο ή λιγότερο συνεχόμενα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες διατηρούνται διαρκώς πολυόροφες, ακανόνιστες, κηπευτοειδείς συστάδες. Παρόμοιες μορφές δομής μπορούν παροδικά να δημιουργηθούν μετά από σταδιακή χαλάρωση της κόμης στο στάδιο γήρατος, ιδιαίτερα σε μεικτά δάση ελάτης, ερυθρελάτης και οξιάς.

Στα παρθένα δάση της Ευρώπης εμφανίζεται τόσο αναγέννηση μεγάλης έκτασης σε γυμνές επιφάνειες, ή κάτω από χαλαρή κομοστέγη, αλλά και αναγέννηση σε ομάδες ή και λόγχμες. Το παρθένο δάσος εμφανίζει όλες τις πιθανές διαδικασίες αναγέννησης.

Ο Köppl (1995) έδειξε ότι τα είδη κλίμαξ (οξιά, δρυς, ερυθρελάτη, ελάτη) αναγεννώνται υπό κανονικές συνθήκες μόνα τους, χωρίς την διαμεσολάβηση πρόδρομων ειδών (σημύδα, ιτιά, λεύκη). Τα τελευταία εμφανίζονται μόνο μετά από καταστροφικά γεγονότα (πυρκαγιά, ανεμορριψία κλπ.). Ανάλογα με την ταχύτητα με την οποία δημιουργούνται κενά στην κομοστέγη στη φάση διάσπασης της κομοστέγης, ακολουθεί η αναγέννηση εντέλει σε επιφάνειες σχετικά μικρού μεγέθους μιας ομάδας ή μια λόγχης δένδρων και σπάνια κατ' άτομο, εκτός από την αρχή της φάσης αναγέννησης. Καθώς η αναγέννηση στην αρχή, δηλαδή πριν την προχωρημένη διάσπαση της κομοστέγης, προχωράει με αργούς ρυθμούς, η εναλλαγή των γενεών επέρχεται μετά από μακρά αλληλοεπικάλυψή τους.

Σύμφωνα με Δασικούς Οικολόγους, η άγρια πανίδα δεν έχει επίδραση στην αναγέννηση των παρθένων δασών καθώς εμφανίζονται φυσικά σε μικρούς αριθμούς (Vera 2000). Επιπλέον, διατήρησαν την πεποίθηση ότι η βόσκηση κτηνοτροφικών ζώων έχει αρνητική επίδραση στο δάσος (Rubner 1920, Fröhlich 1930). Ο Watt (1925) βάσισε την άποψή του για τις συνέπειες της βόσκησης σε δάση, στις απόψεις Γερμανών και Ελβετών Δασολόγων.

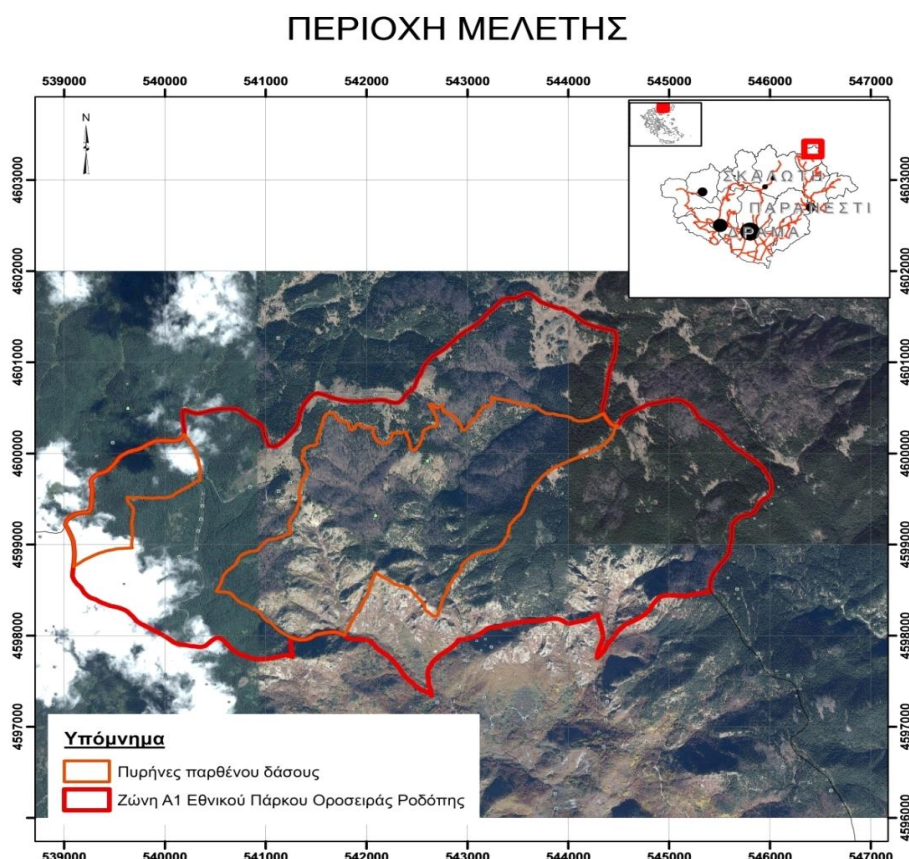
Αντικείμενο της παρούσας μελέτης αποτελούν οι συνθήκες αναγέννησης στο αδιατάρακτο οικοσύστημα του δάσους Φρακτού, καθώς και η διερεύνηση της επίδρασης της βόσκησης σε αυτή.

Υλικά και Μέθοδοι

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στην οροσειρά της Ροδόπης, κάτω από την ψηλότερη κορυφή της Κεντρικής Ροδόπης, στα 1953 m. Βρίσκεται εντός των ορίων της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας, της οποίας καταλαμβάνει το βορειοανατολικό άκρο. Το υψόμετρο κυμαίνεται από 1600 έως 1953 m, ενώ η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε 694 mm και η μέση ετήσια θερμοκρασία σε 11,4 °C (Παπαδοπούλου 2017). Το γεωλογικό υπόβαθρο αποτελείται από πυριγενή πετρώματα, ηφαιστίτες και πλουτωνίτες, ενώ τα εδάφη εμφανίζονται κυρίως αμμοπηλώδη και μετριώς όξινα. Η βλάστηση στην περιοχή περιλαμβάνει κυρίως μικτές συστάδες οξιάς-ελάτης-ερυθρελάτης.

Λόγω της δυσκολίας πρόσβασης, η περιοχή δεν δέχτηκε ανθρωπογενείς επιδράσεις για πολλές δεκαετίες. Τη δεκαετία του '80 και ενώ είχαν γίνει οι πρώτες ενέργειες διάνοιξης δασικών δρόμων στο Δάσος Φρακτού, αναγνωρίστηκε η οικολογική σημασία τμημάτων του δάσους που εκτιμάται ότι δεν είχαν υποστεί παρεμβάσεις. Αυτό οδήγησε το 1980 στην κήρυξη μιας έκτασης 589,25 ha ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης με την ονομασία «Παρθένο Δημόσιο δάσος περιοχής

Παρανεστίου Ν.Δράμας έκτασης 5.500 στρ.», η οποία τέθηκε εκτός διαχείρισης και υπό καθεστώς ειδικής προστασίας, ώστε να αποτραπούν τυχόν κίνδυνοι αλλοίωσης ή καταστροφής της. Η παραπάνω έκταση αποτελείται από δυο τμήματα παρθένου δάσους, τα οποία αποτελούν τον λεγόμενο πυρήνα του. Το πρώτο έχει συνολική έκταση 502,00 ha και το δεύτερο 87,25 ha. Επίσης, τέθηκε εκτός διαχείρισης μια έκταση 483 ha η οποία προσομοιάζει με το Παρθένο Δάσος και περιβάλλει τις δυο περιοχές. Η περιοχή πλέον εντάσσεται στη ζώνη Α1 του Εθνικού Πάρκου Οροσειράς Ροδόπης, όπου η πρόσβαση επιτρέπεται μόνο για επιστημονική έρευνα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Θέση της περιοχής έρευνας
Figure 1. Location of the study area

Λήφθηκαν 8 δειγματοληπτικές επιφάνειες εμβαδού 50 x 50 m εντός της έκτασης που καλύπτεται από μεικτές συστάδες οξιάς-ελάτης-ερυθρελάτης στο Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης τυχαία, χρησιμοποιώντας την εντολή "create random points" ενός περιβάλλοντος Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ArcGIS 10.2) (Raptis κ.α. 2022), στις οποίες πραγματοποιήθηκε καταγραφή της σύνθεσης και των δασοκομικών χαρακτηριστικών των δένδρων των συστάδων. Για τη λήψη των υποεπιφανειών για τη μελέτη της αναγέννησης, ορίστηκε στο μέσο κάθε επιφάνειας, υποεπιφάνεια 25x25 m, στις κορυφές της οποίας ελήφθησαν 4 επιφάνειες εμβαδού 4x4 m, δηλαδή το 10% της συνολικής επιφάνειας. Η καταγραφή στις υποεπιφάνειες πραγματοποιήθηκε μετρώντας τον αριθμό των φυταρίων, καταγράφοντας το είδος και κατατάσσοντας τα σε κλάσεις ύψους. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε καταγραφή όλων των φυταρίων με στηθιαία διάμετρο < 5cm και ύψος < 130cm. Η επίδραση φυτοφάγων ζώων στον όροφο της αναγέννησης αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό της συστάδας. Για το λόγο αυτό, είθισται να χρησιμοποιείται ένα απλό σύστημα ταξινόμησης.

Αποτελέσματα

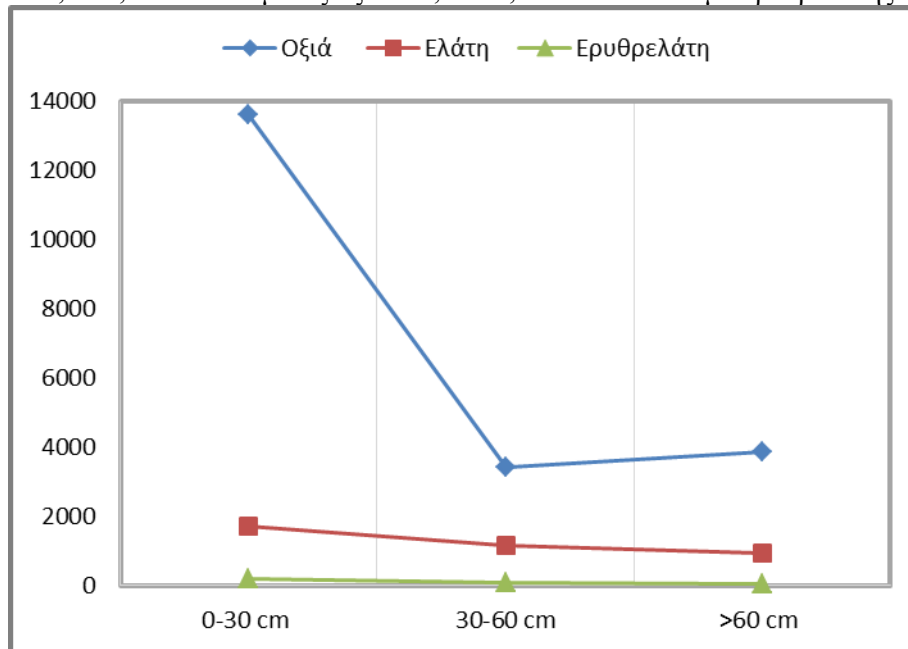
Η αναγέννηση ανέρχεται σε 25.137 άτομα/ha, από τα οποία τα 20.938 είναι άτομα οξιάς, τα 3.828 άτομα ελάτης και τα 371 άτομα ερυθρελάτης. Παρατηρείται επικράτηση των φυταρίων με

ύψος έως 30 cm με 62%, ενώ τα άτομα των κλάσεων 30-60 cm και >60 cm καταλαμβάνουν το 18,57 % και 19,43% αντίστοιχα.

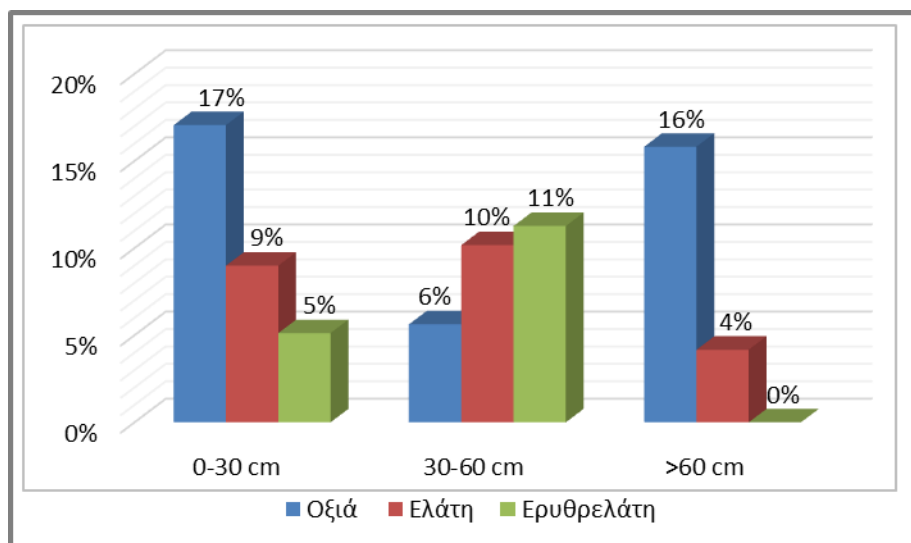
Πίνακας 1. Αναγέννηση ανά είδος και κλάση ύψους συνολικά και με ζημιές από βόσκηση
Table 1. Regeneration by species and height class on total and with grazing damage

	0-30 cm		30-60 cm		>60 cm		Σύνολο	
Οξιά	13.63	2.32	3.41		3.88		20.9	3.13
	3	5	8	192	7	615	38	2
Ελάτη			1.15				3.82	
	1.738	156	2	117	938	39	8	313
Ερυθρελάτη								
	215	11	98	11	59	0	371	22
Σύνολο	15.58	2.49	4.66		4.88		25.1	3.46
	6	2	8	320	3	654	37	7

Το ποσοστό ζημιών από βόσκηση ανέρχεται σε 13,79 %. Από τα άτομα ελάτης ζημιές παρουσίασε το 8,18%, από τα άτομα οξιάς το 14,96 % , ενώ από τα άτομα ερυθρελάτης το 5,93 %.



Σχήμα 1. Αναγέννηση ανά είδος και κλάση ύψους
Figure 1. Regeneration by species and height class



Σχήμα 2. Ποσοστά ζημιών από βόσκηση ανά είδος και κλάση ύψους
Figure 2. Grazing damage rate by species and height class

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Παρόλη τη μεγάλη πυκνότητα των υπό μελέτη επιφανειών, παρατηρείται έντονη παρουσία αναγέννησης, η οποία ανέρχεται σε 25.137 N/ha (Std.23646). Ανάλογη είναι και η αναγέννηση που αναφέρεται από τους Meyer κ.α. (2003) για τα παρθένα δάση της Αλβανίας και κυμαίνεται στα 29.844, 24.200 και 19.259 N/ha για τα δάση Mirdita, Puka και Rajca, αντίστοιχα. Οι Saniga κ.α. (2011) αναφέρουν για τα δάση Dobroc της Σλοβακίας και Corcona uvala της Κροατίας αναγέννηση που κυμαίνεται στα 18.422 N/ha και 23.238 N/ha, αντίστοιχα.

Όπως έχει προκύψει από τη μελέτη των φάσεων εξέλιξης στις επιφάνειες της παρούσας έρευνας (Paradopolou κ.α. 2023), η ανανέωση του δάσους συνδέεται με τη δημιουργία διάκενων που εμφανίζονται σε μικρές επιφάνειες και σε μικρό ποσοστό και η εξέλιξη του δάσους πραγματοποιείται μέσω μιας μικρής κλίμακας εναλλαγής των φάσεων εξέλιξης. Ωστόσο, η επικράτηση γηραιότερων φάσεων εξέλιξης και ιδιαίτερα της κηπευτής φάσης, χαρακτηρίζεται από ισχυρή διαφοροποίηση διαμέτρων που επιβεβαιώνει την εξασφάλιση της αναγέννησης του δάσους σε όλη την έκταση.

Το ποσοστό συμμετοχής της οξιάς στην αναγέννηση είναι αρκετά υψηλό στην παρούσα μελέτη (83,29%). Ακολουθεί η ελάτι με 15,23% και η ερυθρελάτι με 1,48%, παρόμοια σύνθεση με την αναγέννηση στα αλβανικά παρθένα δάση (Meyer κ.α. 2003). Στο παρθένο δάσος Sinca της Ρουμανίας το ποσοστό της οξιάς ανέρχεται σε 87%, ενώ αντίθετα στη μελέτη των Saniga κ.α. (2011), αυτό κυμαίνεται στο 16,80% για το παρθένο δάσος Dobroc, ενώ την κυριαρχία έχει η ελάτι με 53%. Η ερυθρελάτι καταλαμβάνει μόλις το 1,02%, ενώ σημαντική συμμετοχή έχουν και άλλα είδη (29,19%). Στο παρθένο δάσος Corcona uvala παρατηρείται επίσης κυριαρχία της ελάτης με ποσοστό 81,25%. Ακολουθούν η ερυθρελάτι με 9,39%, η οξιά με 7,50%, ενώ τα υπόλοιπα είδη συμμετέχουν με ποσοστό 1,81%.

Το μεγαλύτερο μέρος της αναγέννησης αφορά φυτάρια μικρότερα από 30 cm (62%), με το ποσοστό των υψηλότερων φυτών (38%) να είναι αρκετά σημαντικό. Συνεπώς η φυσιογνωμία των επιφανειών διαμορφώνεται κατά τόπους και από υψηλότερη αναγέννηση, όπως διαπιστώνουν και οι Meyer κ.α. (2003). Και στη μελέτη των Saniga κ.α. (2011), η κυριαρχία είναι στη χαμηλότερη κατηγορία ύψους των 0-50 cm (96,28% και 92,96% αντίστοιχα, για τα δάση Dobroc της Σλοβακίας και Corcona uvala της Κροατίας).

Η ελάτι παρουσιάζει μειωμένο ποσοστό στην κατηγορία ύψους >60 cm σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες ύψους, ενώ η μεγαλύτερη συγκέντρωση είναι στην κατηγορία ύψους έως 30 cm. Η χαμηλή παρουσία της ελάτης στην κατηγορία ύψους >60 cm, θα μπορούσε να αποδοθεί στην βόσκηση από οπληφόρα ζώα, καθώς η ελάτι είναι πιο επιδεκτική σε βόσκηση απ' ό,τι η οξιά (Motta 1996) και μελέτες σε άλλα μεικτά δάση οξιάς-κωνοφόρων έχουν καταλήξει σε ισχυρή επίδραση της βόσκησης στη σύνθεση, τη δυναμική και την ένταση της αναγέννησης κατά τη

διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων (Diaci κ.α. 2011, Nagel κ.α. 2015). Ωστόσο, η χαμηλή πυκνότητα της αναγέννησης της ελάτης στο δάσος Φρακτού δεν μπορεί να αποδοθεί σ' αυτό το γεγονός, καθώς οι ζημιές από βόσκηση ήταν περιορισμένες (8,18 %), γεγονός το οποίο διαπιστώθηκε και από το Σμύρη (1985). Οι Petrigan κ.α. (2015) αναφέρουν επίσης ότι παρά την χαμηλότερη εκπροσώπηση της ελάτης στις υψηλότερες κλάσεις ύψους (40–129.9 cm και >130 cm), σε σχέση με τη μικρότερη (10–39.9 cm), ο βαθμός επίδρασης της βόσκησης ήταν χαμηλός (3,6% για την ελάτη και 1,6% για την οξιά). Το 30% με το οποίο η ελάτη συμμετέχει στην κλάση >130 cm, τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ελάτη εμφανίζει στο στάδιο αυτό μεγαλύτερη σκιανθεκτικότητα σε σχέση με την οξιά, γεγονός που έχει αναφερθεί και από τους Nagel κ.α. (2008, 2010).

Αν η σκιανθεκτικότητα της ελάτης της δώσει ανταγωνιστικό προβάδισμα σε σχέση με την οξιά και της εξασφαλίσει περισσότερο έδαφος στον κύκλο εξέλιξης, θα εξαρτηθεί μελλοντικά και από το καθεστώς των διαταραχών.

Το μικρό ποσοστό αναγέννησης της ερυθρελάτης, μπορεί να συνδεθεί με την έλλειψη εμφάνισης φυταρίων ερυθρελάτης σε νεκρό ξύλο (Saniga κ.α. 2011), καθώς παρόλο που αυτό διαπιστώνεται σε πολλές άλλες μελέτες (Saniga κ.α. 2011, 2013), δεν προέκυψε για το παρθένο δάσος Φρακτού.

Συνολικά ωστόσο από την παρούσα κατάσταση διαφαίνεται ότι τα δευτερεύοντα είδη είναι ικανά να διατηρήσουν την αν και μικρή συμμετοχή τους στην κατανομή του πληθυσμού των δένδρων.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το Δασαρχείο Δράμας για τη φιλοξενία στις εγκαταστάσεις του εργοταξίου Φρακτού.

Abstract

The purpose of this research is to investigate the regeneration conditions in mixed beech-fir-spruce stands of the Frakto Virgin Forest, as undisturbed ecosystems can provide important information for the future management of productive forests. In 8 sampling plots of 50x50 m, 4 subplots of 4x4 m were taken, where the regeneration in height classes, as well as the effect of grazing by herbivores were recorded. The regeneration amounts to 25.137 individuals/ha of which 83,3% concerned beech individuals, 15,23% fir and 1,47% spruce individuals. There is a prevalence of seedlings with a height of up to 30 cm with 62%, while individuals of the 30–60 cm and >60 cm classes occupy 18,57% and 19,43%, respectively. The amount of regeneration affected by grazing reaches 13,79%. The composition of the regeneration is consistent with that of undisturbed mixed forests of Central and Southern Europe with a predominance of beech and the maintenance of the secondary species, also.

Βιβλιογραφία

- Bazzaz, F. A., 1979. The Physiological Ecology of Plant Succession. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10: 351-371
- Cermak, L., 1910. Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. *Cent.bl. Ges.Forstwes.* 36: 340–370.
- Clements, F.E., 1916. *Plant Succession. An Analysis of the Development of Vegetation.* Publication no. 242. Carnegie Institution, Washington, DC.
- Diaci, J., Rozenbergar, D., Anic, I., Mikac, S., Saniga, M., Kucbel, S. κ.α. 2011. Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe. *Forestry* 84: 479–491.
- Fröhlich, J., 1930. Der südosteuropäische Urwald und seine Überführung in Wirtschaftswald. *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen* 56: 49–65.
- Hesmer, H., 1930. Zur Frage des Aufbaues und der Verjüngung europäischer Urwälder. *Forstarchiv* 6: 265–274.
- Körpel, S., 1995. *Die Urwälder der Westkarpaten.* Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena, New York, pp.310

- Leibundgut, H., 1978. Über die Dynamik europäischer Urwälder. Allgemeine Forstzeitschrift 33: 686–690.
- Leibundgut, H., 1982. Europäische Urwälder der Bergstufe, dargestellt für Forstleute, Naturwissenschaftler und Freunde des Waldes. Bern/Stuttgart, Haupt. pp.306
- Leibundgut, H., 1993. Europäische Urwälder. Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt., pp. 260
- Markgraf, F., und Dengler, A., 1931. Aus den südosteuropäischen Urwäldern. Z. Forst- Jagdwes. 63(1): 1–32.
- Meyer, P., Tabaku, V., V. Lüpke, B., 2003. Die Struktur albanischer Rotbuchen-Urwälder – Ableitungen für eine naturnahe Buchenwirtschaft. Forstwissenschaftliches Centralblatt 122: 47–58.
- Motta, R., 1996. Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps. Forest Ecology and Management 88(1-2): 93-98.
- Müller, K.M., 1929. Aufbau, Wuchs und Verjüngung der Südosteuropäischen Urwälder. Hannover, M.&H. Schaper. pp.323
- Nagel, T.A., and Svoboda, M., 2008. Gap disturbance regime in an old growth Fagus-Abies forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina. Can J For Res 38: 2728–2737.
- Nagel, T. A., Svoboda, M., Rugani, T., Diaci, J., 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth Fagus–Abies forest of Bosnia–Herzegovina. Plant Ecology 208: 307-318.
- Nagel, T.A., Diaci, J., Jerina, K., Kobal, M., Rozenbergar, D., 2015. Simultaneous influence of canopy decline and deer herbivory on regeneration in a conifer broadleaf forest. Can. J. For. Res. 45: 266–275.
- Oliver, C. D., and Larson, B. C., 1996. Forest Stand Dynamics. update edition. John Wiley and Sons Inc., New York, NY.
- Παπαδοπούλου, Δ., 2017. Δυναμική της αναγέννησης σε αδιατάρακτα φυσικά οικοσυστήματα του παρθένου δάσους Φρακτού. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Σελ.260
- Papadopoulou, D., Raptis, D., Kazana, V., Tsitsoni, T., 2023. Exploring Texture Diversity of Beech-Spruce-Fir Stands through Development Phase Analysis in the Frakto Virgin Forest of Greece. Diversity 15(2): 278.
- Petritan, I. C., Commarmot, B., Hobi, M. L., Petritan, A. M., Bigler, C., Abrudan, I. V., Rigling, A., 2015. Structural patterns of beech and silver fir suggest stability and resilience of the virgin forest Sinca in the Southern Carpathians, Romania. Forest Ecology and Management 356: 184-195.
- Raptis, D. I., Kazana, V., Kechagioglou, S., Kazaklis, A., Stamatiou, C., Papadopoulou, D., Tsitsoni, T., 2022. Nonlinear Quantile Mixed- Effects Models for Prediction of the Maximum Crown Width of Fagus sylvatica L., Pinus nigra Arn. and Pinus brutia Ten. Forests 13(4): 499.
- Rubner, K., 1934. Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus, 3rd edn. J. Neumann, Neudamm.
- Saniga, M., Kucbel, S., Anić, I., Mikac, S., Prebeg, M., 2011. Structure, growing stock, coarse woody debris and regeneration processes in virgin forests Dobroč (Slovakia) and ČorkovaUvala (Croatia) Beskydy 4(1): 39–50.
- Saniga, M., Balanda, M., Pittner, J., Kucbel, S., Jaloviar, P., 2013. Structural diversity and regeneration patterns of the Norway spruce (Picea abies (L.) Karst) dominated virgin forest in NNR Zadná Poľana. Beskydy 6(2): 127-134.
- Σμύρης, Π., 1985. Η δομή του Παρθένου δάσους του Παρανεστίου. Α.Π.Θ. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασ. & Φυσ. Περιβ. Τόμος ΚΗ, αρ. 20.
- Tansley, A.G., 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16, 284–307.
- Vera, F.W.M. 2000. Grazing Ecology and Forest History, CABI Publishing
- Watt, A.S., 1925. On the ecology of British beech woods with special reference to their regeneration. Part II, sections II and III. The development and structure of beech communities. Journal of Ecology 13: 27–73.
- Watt, A.S., 1947. Pattern and process in the plant community. Journal of Ecology 35:1–22.
- Whitmore, T.C., 1989. Canopy gaps and the two major groups of forests trees. Ecology 70(3): 536-538.

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία

**ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ
ΦΑΙΝΟΦΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ**

Παπαγιαννοπούλου, Δήμητρα¹; Γεωργιάδου, Άννα²; Τσιτσώνη, Θέκλα³

^{1,2,3}Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., Τ.Θ. 262, 54124, Θεσσαλονίκη, ¹dipapag@yahoo.gr, ²anngeomic@gmail.com ³tsitsoni@for.auth.gr

Περίληψη

Οι αστικές περιοχές συμβάλλουν σημαντικά στην κλιματική αλλαγή, καθώς παράγουν περισσότερο από το 70 τοις εκατό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και αποδέχονται επίσης τον αντίκτυπό τους. Τα αστικά δέντρα έχουν σημαντική αξία στα αστικά οικοσυστήματα ως αποθήκες άνθρακα βοηθώντας τις αστικές περιοχές να μετριάσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να προσαρμοστούν σε αυτές. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συλλογή δεδομένων σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δασοπονικά είδη σε αστικές περιοχές μέσω της επιστήμης της φαινολογίας. Η φαινολογία των φυτών επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία και τη διαθεσιμότητα νερού. Η αύξηση της θερμοκρασίας τα τελευταία χρόνια έχει επηρεάσει τις φαινοφάσεις των φυτών. Στο πλαίσιο του έργου LIFE CliVut (Κλιματική Αξία Αστικών Δέντρων) LIFE18 GIC/IT/001217 δημιουργήθηκαν τρεις Περιοχές Φαινολογικής Παρακολούθησης (Phenological Monitoring Areas-PMA) σε αστικούς χώρους στη Θεσσαλονίκη, τον Δεκέμβριο του 2020. Κάθε PMA περιέχει 20 είδη (10 είδη δέντρων και 10 είδη θάμνων), 100 άτομα (5 άτομα ανά είδος). Η παρακολούθηση των φαινολογικών σταδίων των δασικών ειδών γινόταν κατά τη διάρκεια του έτους σε εβδομαδιαία βάση σύμφωνα με το πρωτόκολλο που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του ίδιου έργου λαμβάνοντας υπόψη την κλίμακα BBCH. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται δεδομένα δύο ετών μιας εκ των τριών περιοχών.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, φαινοφάσεις, παρακολούθηση, αστικές περιοχές, BBCH κλίμακα

Εισαγωγή

Η φαινολογία είναι η επιστήμη που μελετά τη χρονική εμφάνιση βιολογικών γεγονότων που επαναλαμβάνονται κάθε χρόνο, η εμφάνιση των οποίων εξαρτάται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Schnelle & Volkert 1974, Liang 2019). Σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε από το Διεθνές Οικολογικό Πρόγραμμα της UNESCO (Lieth 74): “είναι η μελέτη της χρονικής εμφανίσεως των επαναλαμβανόμενων κάθε έτος βιολογικών γεγονότων, των αιτίων αυτής της εμφανίσεως αναφορικά με βιοτικές και αβιοτικές δυνάμεις και των αλληλένδετων σχέσεων που υπάρχουν ανάμεσα στις φάσεις του ίδιου ή διαφορετικών ειδών”. Η Φαινολογία των Φυτών είναι η επιστημονική μελέτη βιολογικών σταδίων, όπως η ανθοφορία, η έκπτυξη των φύλλων, η ανάπτυξη των σπόρων και η γήρανση σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες (Davi κ.α. 2011). Οι παράγοντες που καθορίζουν τη διάρκεια κάθε φαινολογικής φάσης είναι κατά βάση γενετικοί, αλλά καθοριστικό ρόλο στο πότε θα εκφραστεί η έναρξη ή η λήξη της κάθε φάσης παίζουν και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία και η υγρασία (Rousi κ.α. 2011, Fenner 1998).

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις βιοκλιματικές συνθήκες κατά την περίοδο ανάπτυξης των δέντρων (Meier κ.α. 2021, Farooq & Meraj 2016). Η θερμοκρασία είναι ο κύριος αβιοτικός παράγοντας που επηρεάζει τα φαινολογικά στάδια των δέντρων (Scranton & Amarasekare 2017). Η υπερθέρμανση του πλανήτη διαταράσσει τις φαινολογικές φάσεις (Scranton & Amarasekare 2017, Paltineanu & Chitu 2020). Ο χρόνος έκπτυξης των φύλλων, ο χρόνος έναρξης της ανθοφορίας, ο χρόνος ωρίμανσης των καρπών, ο χρόνος πτώσης των φύλλων είναι τα κύρια φαινολογικά στάδια (Davi κ.α. 2011). Η καταγραφή της ημερομηνίας έναρξης των φαινολογικών σταδίων και η συσχέτισή τους με τη θερμοκρασία έχει σημαντικό ρόλο στη μελέτη των φαινολογικών σταδίων των φυτών (Tiwari κ.α. 2021). Η ευαισθησία των φαινολογικών σταδίων

στις αλλαγές θερμοκρασίας την καθιστά δείκτη ανταπόκρισης της βλάστησης στις περιβαλλοντικές αλλαγές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμια κλίμακα (Elmendorf κ.α. 2016, Garcia & Townsend 2016). Η πρόωμη έναρξη έκπτυξης των φύλλων και έναρξης ανθοφορίας σε περιοχές μέσων και υψηλών γεωγραφικών μηκών μπορούν να χαρακτηριστούν ως αποτέλεσμα της ανθρωπογενούς παρέμβασης στο κλίμα και στις σχετιζόμενες με αυτό, υψηλές θερμοκρασίες. Αποδείξεις για τις αναμενόμενες αυτές φαινολογικές τάσεις των φυτών προκύπτουν από μακροχρόνιες παρατηρήσεις αλλά και από δορυφορικές εικόνες (Badeck κ.α. 2004)

Καθώς η φαινολογία είναι ένας δείκτης για την ανίχνευση της μεταβλητότητας του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής, η παρακολούθηση των φαινοφάσεων των ειδών είναι σημαντική για την εξαγωγή αποτελεσμάτων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συλλογή δεδομένων σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δασοπονικά είδη σε αστικές περιοχές μέσω της επιστήμης της φαινολογίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Ο ένας εκ των τριών φαινολογικών κήπων εγκαταστάθηκε στον Δασοβοτανικό Κήπο του Α.Π.Θ. που βρίσκεται στο Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος στον Φοίνικα Θεσσαλονίκης και εποπτεύεται από αυτό. Δημιουργήθηκε τον Δεκέμβριο του 2020, στο πλαίσιο του έργου LIFE CLiVut (Κλιματική Αξία Αστικών Δέντρων) LIFE18 GIC/IT/001217. Η επιλογή της συγκεκριμένης περιοχής για τη φύτευση του φαινολογικού κήπου έγινε βάση συγκεκριμένων κριτηρίων: αστική περιοχή χωρίς ιδιαίτερο μικροκλίμα, κοντά σε μετεωρολογικό σταθμό, μη σκιαζόμενη, κοντά σε πόλη, εύκολα προσβάσιμη, εντός εκπαιδευτικού ιδρύματος.

Περιέχει 100 άτομα (5 ανά είδος), 10 είδη δέντρων και 10 είδη θάμνων. Τα είδη που επιλέχθηκαν είναι αυτόχθονα με ευδιάκριτα φαινολογικά στάδια και χρησιμοποιούνται ως οδηγοί ειδών στους φαινολογικούς κήπους. Τα φυτά τα οποία επιλέχθηκαν είναι φυλλοβόλα δέντρα και θαμνώδη φυτά.

Για να περιοριστεί η γενετική ποικιλιότητα αυτών των ατόμων/φυτών, έχει δημιουργηθεί ένα ειδικό φυτώριο στην Ιταλία που τροφοδότησε τους φαινολογικούς κήπους, πιστοποιώντας ότι τα συγκεκριμένα φυτά προέρχονται από μια ορισμένη περιοχή αποκλειστικά για το σκοπό του προγράμματος.

Τα δασικά είδη παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Είδη στον φαινολογικό κήπο του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.
Table 1. Species in PMA in School of Forestry and Natural Environment.

Είδη			
Δέντρα		Θάμνοι	
<i>Acer campestre</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Spartium junceum</i>	<i>Phillyrea latifolia</i>
<i>Tilia cordata</i>	<i>Sorbus domestica</i>	<i>Euonymus europaeus</i>	<i>Salix caprea</i>
<i>Quercus pubescens</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Berberis vulgaris</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Quercus ilex</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Prunus avium</i>	<i>Populus canescens</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Punica granatum</i>

Τα δέντρα φυτεύτηκαν σε απόσταση 5 μέτρων μεταξύ τους και οι θάμνοι σε απόσταση 4 μέτρων. Η περιοδικότητα της παρατήρησης του φυτού ακολούθησε το χρονοδιάγραμμα της φαινολογικής ανάπτυξης του είδους για την παρατήρηση ώστε να υπάρχει τουλάχιστον μία παρατήρηση για κάθε φαινοφάση. Για πρακτικό λόγο, ωστόσο, η διεξαγωγή παρατηρήσεων έγινε

με σταθερή εβδομαδιαία συχνότητα. Τα φαινολογικά στάδια των φυτών μελετήθηκαν από τον Μάρτιο του 2021 έως τον Δεκέμβριο του 2022.

Για κάθε άτομο, η ανάπτυξη των φύλλων, ανθέων, καρπών και η πτώση των φύλλων καταγράφηκαν σε εβδομαδιαία βάση λαμβάνοντας υπόψη την κλίμακα BBCH. Συνθήκη της μελέτης αποτελούσε το γεγονός ότι για να θεωρηθεί αξιόπιστη η καταγραφή ημερομηνίας των φαινολογικών φάσεων ήταν απαραίτητο να παρουσιάζεται η ίδια τιμή για τουλάχιστον τρία από τα πέντε άτομα του είδους για κάθε φαινολογική φάση. Η κλίμακα BBCH ως πρότυπο σύστημα για την περιγραφή των φαινολογικών σταδίων ανάπτυξης των φυτών έχει εισαχθεί από το Παγκόσμιο Δίκτυο Φαινολογικής Παρακολούθησης (Meier κ.α. 2009). Η δημιουργία της έχει βασιστεί στον κώδικα που είχε αναπτύξει ο Zadoks το 1974 για την παρατήρηση των φαινολογικών χαρακτηριστικών των δημητριακών. Η μορφή που χρησιμοποιείται σήμερα είναι η extended BBCH-scale (Hack κ.α. 1992, Meier 2001).

Οι Zadoks κ.α. (1974) ανέπτυξε τον δεκαδικό κώδικα, ο οποίος χωρίζεται σε κύρια και δευτερεύοντα στάδια ανάπτυξης (Zadoks κ.α. 1974). Τόσο τα κύρια όσο και τα δευτερεύοντα στάδια ανάπτυξης υποδιαιρούνται σε δέκα διακριτές φάσεις και περιγράφονται με αριθμούς από το μηδέν έως το εννέα.

Τα κύρια και δευτερεύοντα στάδια τα οποία καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Περιγραφή Σταδίου-Κωδικός.
Table 2. Description of stage-Code.

BBCH Στάδιο	Περιγραφή
BBCH11	Έκπτυξη των φύλλων: Κοιτάζοντας ένα φυτό παρατηρείται ότι το 10% των φύλλων έχουν εκπτυχθεί.
BBCH19	Πρώτο ενήλικο φύλλο: Κοιτάζοντας ένα φυτό παρατηρείται ότι το 90% των φύλλων του έχουν φτάσει στην πλήρη μορφολογική ανάπτυξη (ενήλικο φύλλο).
BBCH93	Γήρανση των φύλλων: Κοιτάζοντας ένα φυτό παρατηρείται το 30% της πτώσης των φύλλων του.
BBCH61	Αρχή ανθοφορίας: Κοιτάζοντας ένα φυτό παρατηρείται ότι το 10% των ανθών έχει αναπτυχθεί.
BBCH65	Πλήρης άνθηση: Κοιτάζοντας ένα φυτό παρατηρείται ότι το 50% των ανθέων έχει αναπτυχθεί.
BBCH85	Προχωρημένη ωρίμανση: αύξηση της έντασης του συγκεκριμένου χρώματος για το είδος: Κοιτάζοντας ένα φυτό παρατηρείται ότι έχει αναπτυχθεί περισσότερο από το 50% των καρπών του.

Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε φωτογραφική μηχανή και δημιουργήθηκε φωτογραφικό αρχείο για να επιβεβαιώσει τη φυτική και αναπαραγωγική φάση των διαφόρων εξεταζόμενων ατόμων.

Από τα φαινολογικά στοιχεία παρατήρησης που συλλέχθηκαν κατά τις εβδομαδιαίες επισκέψεις δημιουργήθηκε ψηφιακό αρχείο (excel).

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της διετούς παρακολούθησης της PMA παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 3. Δεδομένα δέντρων της PMA τα έτη 2021 και 2022.
Table 3. PMA tree data in 2021 και 2022.

Είδη Δέντρα	Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος					
	(BBCH11)		(BBCH61)		(BBCH93)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
<i>Prunus avium</i>	29/03	21/04		14/04	13/10	

<i>Populus canescens</i>	17/05	28/04			01/11	
<i>Fraxinus angustifolia</i>	28/06	28/04			09/11	02/11
<i>Acer campestre</i>	29/03	21/04		14/04	09/11	02/11
<i>Carpinus betulus</i>	17/05	28/04			01/11	
<i>Quercus ilex</i>	29/03	14/04				02/11
<i>Tilia cordata</i>	06/05	28/04		10/05	21/10	17/10
<i>Quercus pubescens</i>	12/04	28/04			06/12	02/11
<i>Alnus glutinosa</i>	29/03	10/05		14/06/	09/11	27/10
<i>Sorbus domestica</i>	17/05	21/04			21/11	

Πίνακας 4. Δεδομένα θάμνων της PMA τα έτη 2021 και 2022.
Table 4. PMA shrub data in 2021 και 2022.

Είδη Θάμνοι	School of Forestry					
	(BBCH11)		(BBCH61)		(BBCH93)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
<i>Punica granatum</i>	28/07	04/05	28/07	27/06	09/11	02/11
<i>Spartium junceum</i>	28/06	14/05	28/06	31/05	21/11	
<i>Cornus sanguinea</i>	29/03	14/04	06/05	21/04	27/10	
<i>Salix caprea</i>	12/04	28/04		31/03	09/11	31/05
<i>Berberis vulgaris</i>	06/05	21/04			09/11	
<i>Ligustrum vulgare</i>	28/06	04/05		31/05	06/12	
<i>Phyllirea latifolia</i>	29/03	28/04	06/05			
<i>Corylus avellana</i>	05/04	28/04			21/11	02/11
<i>Sambucus nigra</i>	29/03	21/04	12/04	14/04	01/11	
<i>Euonymus europaeus</i>	06/05	21/04	06/05	28/04	21/11	02/11

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Παρατηρήθηκε πρόωμη εμφάνιση των φαινολογικών σταδίων και στα δέντρα και στους θάμνους. Η πρόοδος της φυτικής φαινολογίας αποτελεί γεγονός ότι προκαλεί μια αυξανόμενη τροφική αναντιστοιχία στην ύπαρξη ζωικής τροφής (Thackeray κ.α. 2016). Η ανοιξιόατη εμφάνιση των φύλλων στα φυλλοβόλα δέντρα-θάμνους επηρεάζει κρίσιμα πολλές διεργασίες σε εύκρατα δάση –τη του ροή άνθρακα και το ενεργειακό ισοζύγιο (αναφορές στο Jenkins κ.α. 2002), την απομάκρυνση των προνυμφών των φυλλοφάγων εντόμων (Buse & Good 1996), τον χρονισμό των πτηνών αναπαραγωγής (ανασκόπηση στο Visser κ.α., 2004) και την επιλογή θέσης της φωλιάς τους. Η κλιματική αλλαγή προκαλεί την πρόωμη έναρξη των φαινολογικών χαρακτηριστικών για πολλά είδη, πράγμα το οποίο οδηγεί σε φαινολογικές αναντιστοιχίες μεταξύ των καταναλωτών και των πόρων διατροφής (Thackeray κ.α., 2016). Για παράδειγμα, τα έντομα όπως οι κάμπιες εμφανίζονται γρηγορότερα από την αναπαραγωγή εντομοφάγων πουλιών με αποτέλεσμα οι απαιτήσεις τροφής να μη συγχρονίζονται με τη διαθεσιμότητα εντόμων (Visser 2005). Τα μεταναστευτικά είδη είναι ιδιαίτερα πιθανό να βιώσουν φαινολογικές αναντιστοιχίες γιατί βασίζονται σε έμμεσες πληροφορίες από τους χώρους μετανάστευσης ή/και των ενδιάμεσων σταθμών. Σε αντίθεση με τα μόνιμα είδη δεν μπορούν εγκαίρως να προλαμβάνουν τις συνθήκες πόρων στους τόπους αναπαραγωγής και να προσαρμόσουν το ιστορικό της ζωής τους στα συμβάντα ανάλογα (Visser κ.α. 2005). Για να αποφευχθούν τροφικές αναντιστοιχίες τα μεγάλα φυτοφάγα ζώα θα πρέπει να επαναπρογραμματίσουν τον χρόνο αναπαραγωγής τους έτσι ώστε να συγχρονιστούν με την πρόοδο της φυτικής φαινολογίας που προκαλείται από την κλιματική αλλαγή. Ο χρόνος αναπαραγωγής είναι ένα χαρακτηριστικό της ζωής των ειδών με σημαντικές συνέπειες στην υπόστασή τους (Verhulst κ.α. 1995).

Συμπερασματικά παρατηρήθηκαν τα εξής:

Τα είδη *Acer campestre*, *Alnus glutinosa* και *Quercus ilex* ανέπτυξαν τα φύλλα τους νωρίτερα το 2021.

Το *Prunus avium*, το *Fraxinus angustifolia*, το *Carpinus betulus*, το *Sorbus domestica* και το *Populus canescens* ανέπτυξαν τα φύλλα τους νωρίτερα το 2022 από το 2021.

Τα είδη *Tilia cordata*, *Quercus pubescens* δεν είχαν μεγάλη διαφορά στην ανάπτυξη των φύλλων μεταξύ των δύο ετών.

Τα είδη *Punica granatum*, *Spartium junceum*, *Cornus sanguinea*, *Salix caprea*, *Berberis vulgaris*, *Phyllirea latifolia*, *Sambucus nigra* ανέπτυξαν τα φύλλα τους νωρίτερα το 2022 από το 2021.

Το *Ligustrum vulgare* και το *Euonymus europaeus* δεν είχαν μεγάλη διαφορά στην ανάπτυξη των φύλλων μεταξύ των δύο ετών.

Το *Corylus avellana* ανέπτυξε τα φύλλα του αργότερα συγκριτικά με το 2021.

Abstract

Urban areas are major contributors to climate change as they produce more than 70 per cent of greenhouse gas emissions και they also accept the impact of it. Urban trees have an important value in urban ecosystems because they are carbon sinks και they help urban areas to mitigate the impacts of climate change. Aim of this paper is to collect data about the impact of climate change on forestry species in urban areas via the monitoring of the science of phenology. Plant phenology is affected by temperature, solar radiation και water availability. The increase of temperature in recent years has affected the phenophases of the plants. Three Phenological Monitoring Areas (PMA) were created in three urban spaces in Thessaloniki, in December 2020, within the framework of the project LIFE CliVut (Climate Value of Urban Trees) LIFE18 GIC/IT/001217. Each PMA contains 20 species (10 species of trees και 10 species of shrubs), 100 individuals (5 individuals per species) in order to appreciate the impact of climate change to species. The monitoring of the phenological stages of the forestry species was carried out throughout a year on a weekly basis according to the protocol that was created in the frame of the project taking into consideration BBCH scale. In this paper, two years of data of one area are presented.

Βιβλιογραφία

- Badeck, F.W., Bondeau, A., Böttcher, K., Doktor, Lucht, W., Schaber, J., Sitch, S. 2004. Responses of spring phenology to climate change *New Phytologist*, 162(2):295-309.
- Davi, H., Gillmann, T., Cailleret, M., Bontemps, A., Fady, B., Lefevre, F. 2011. Diversity of leaf unfolding dynamics among tree species: new insights from a study along an altitudinal gradient, *Agric For Meteorol*, 151(12):1504-1513.
- Buse, A., Good, J.E.G. 1996. Synchronization of larval emergence in winter moth (*Operophtera brumata* L.) and budburst in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) under simulated climate change. *Ecol. Entomol.*, 21:335-43.
- Elmendorf, S. C., Jones, K. D., Cook, B. I., Diez, J. M., Enquist, C. A. F., Hufft, R. A., Jones, M. O., Mazer, S. J., Miller-Rushing, A. J., Moore, D. J. P., Schwartz, M. D., & Weltzin, J. F. 2016. The plant phenology monitoring design for The National Ecological Observatory Network, *Ecosphere*, 7(4), e01303.
- Farooq, M. και Meraj, G. 2016. Tree Phenology και Climate Change DOI: 10.13140/RG.2.2.24621.08166.
- Fenner, M. 1998. "The phenology of growth και reproduction in plants," *Perspectives in Plant Ecology, Evolution και Systematics*, 1(1), pp. 78-91. Available at: <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00053>.
- Garcia, M., και Townsend, P. A. 2016. Recent climatological trends και potential influences on forest phenology around western Lake Superior, USA, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(22), 13,364-13,391.
- Hack, H., Bleiholder, H., Buhr, L., Meier, U., Schnock-Fricke, U., Weber, E., Witzenberger, A. 1992. Einheitliche codierung der phänologischen entwicklungsstadien mono-und dikotyler pflanzen – erweiterte BBCH-Skala, *Allgemein. Nachr Dtsch Pflanzenschutzd* 44(12):265-270.

- Jenkins, J.P., Braswell, B.H., Forlking, S.
 E. κ.α. 2002. Detecting and predicting 588 spatial and interannual patterns of temperate forest springtime phenology in the 589 eastern U.S. *Geophysical Research Letter*, 29, doi: 10.1029/2001GL014008.
- Liang, L. 2019. A spatially explicit modeling analysis of adaptive variation in temperate tree phenology, *Agricultural και Forest Meteorology*, 266-267:73–86. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet2018.12.004>
- Meier, M., Vitasse, Y., Bugmann, H. και Bigler, C. 2021. Phenological shifts induced by climate change amplify drought for broad-leaved trees at low elevations in Switzerland and *Agricultural and Forest Meteorology*, 307:108485. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet2021.108485>.
- Meier, U. κ.α. 2009. Phenological Growth Stages of Roses (*rosasp.*): Codification και description according to the BBCH scale, *Annals of Applied Biology*, 154(2): 231–238. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00287.x>.
- Paltineanu, C. και Chitu, E. 2020. Climate change impact on phenological stages of sweet και sour cherry trees in a continental climate environment, *Scientia Horticulturae*, 261:109011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109011>.
- Rousi, M., Heinonen, J. και Neuvonen, S. 2011. “Intrapopulation variation in flowering phenology και fecundity of silver birch, implications for adaptability to changing climate,” *Forest Ecology και Management*, 262(12):2378–2385. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.08.038>.
- Schnelle, F., Volkert, E. 1974. International phenological gardens in Europe. In: Lieth H (ed) *Phenology και seasonality modeling*. Pp 383–387. Springer, New York.
- Scranton, K. και Amarasekare, P. 2017. Predicting phenological shifts in a changing climate, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(50):13212–13217. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1711221114>.
- Thackeray, S.J, Henrys, P.A., Hemming, D., Bell, J.R., Botham, M.S., Burthe, S., Leech, D.I. 2016. Phenological sensitivity to climate across taxa and trophic levels. *Nature*, 535:241-245.
- Tiwari, P., Verma, P. και Raghubanshi, A.S. 2021. Forest phenology as an indicator of climate change: Impact και mitigation strategies in India, *Springer Climate*, pp. 185–205. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-67865-4_8.
- Verhulst, S. 1995. Reproductive decisions in great tits: an optimality approach. Ph.D. thesis, University of Groningen.
- Visser, M.E., Both, C., Lambrechts, M.M. 2004. Global climate change leads to mistimed avian reproduction. *Adv. Ecol. Res*, 35:89–110.
- Visser, M.E., Both, C. 2005. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proc. R. Soc. B*, 272:2561–69.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals, *Weed Res*. 14:415–421.

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία

ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΦΛΟΙΟΦΑΓΟ ΕΝΤΟΜΟ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΡΙΣΤΕΡΩΝΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Οικονόμου, Ελισάβετ¹; Θανάσης, Γεράσιμος¹; Γκανάτσας, Πέτρος¹

¹Εργαστήριο Δασοκομίας, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος. Α.Π.Θ.
Τ.Θ. 262. 54006 Θεσ/νίκη

Περίληψη

Η αύξηση της θερμοκρασίας του κλίματος προβλέπεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στα δάση. Οι επιδημίες δασικών εντόμων μπορούν να προκαλέσουν θνησιμότητα των δέντρων μέσα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Μια τέτοια περίπτωση καταγράφηκε και σε αναδασώσεις τραχείας πεύκης, στο Περιαστικό Δάσος Θεσσαλονίκης αλλά και στον Περιστερώνα Θεσσαλονίκης. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η ανάλυση της δομής των τεχνητών συστάδων Περιστερώνα Θεσσαλονίκης, οι οποίες προσβλήθηκαν από το φλοιοφάγο έντομο *Tomicus piniperda*, και η διατύπωση προτάσεων αντιμετώπισης με δασοκομικά κριτήρια. Πάρθηκαν 28 δειγματοληπτικές επιφάνειες και αντίστοιχοι πρεμνικοί δίσκοι από 28 διαφορετικά δένδρα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι προσβεβλημένες συστάδες είναι ομηλικές με μέση ηλικία 50 έτη περίπου. Οι συστάδες βρίσκονται στο στάδιο των χονδρών κορμιδίων και λεπτών κορμών. Η προσαύξηση της διαμέτρου είναι ικανοποιητική στα πρώτα 5-20 έτη της ζωής των δένδρων, και κατόπιν παρουσιάζει σταδιακή κάμψη και σταθεροποίηση. Δεν διαπιστώθηκε κάποια συσχέτιση της αύξησης των δένδρων με τα ποσοστά προσβολής των συστάδων. Οι εξευγενιστικές αραιώσεις και η μετατροπή των συστάδων σε μεικτές μπορούν να αυξήσουν την αντοχή σε προσβολές.

Λέξεις κλειδιά: Αναδασώσεις, τραχεία πεύκη, εξευγενιστικές αραιώσεις, φλοιοφάγα έντομα, κλιματική αλλαγή

Εισαγωγή

Οι τελευταίες έρευνες συμφωνούν σε παγκόσμιο επίπεδο ότι το κλίμα της Γης αλλάζει με πρωτοφανή ρυθμό. Σε πολλές περιοχές παρατηρούνται τάσεις αύξησης της θερμοκρασίας, συχνές υψηλές θερμοκρασίες, ακραία θερμοκρασιακά φαινόμενα και μεταβολές στα πρότυπα βροχόπτωσης (Pureswaran κ.α. 2018). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που οδηγούν σε αυξημένες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αναμένεται να προκαλέσουν αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 1,8 έως 4,0 βαθμούς Κελσίου κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Αυτές οι αλλαγές στη θερμοκρασία είναι πιθανό να επιφέρουν αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης, με πιθανό αποτέλεσμα μεγαλύτερες και πρωιμότερες ξηρές περιόδους. (Bentz κ.α. 2010) Αλληλεπιδράσεις και ανατροφοδότηση μεταξύ του κλίματος και της υγείας των δασικών οικοσυστημάτων αναμένονται (Pureswaran κ.α. 2018). Η συχνότητα και η σοβαρότητα των διαταραχών στα δασικά οικοσυστήματα αναμένεται να επηρεαστούν σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. (Zubek κ.α. 2022). Η αύξηση της θερμοκρασίας του κλίματος προβλέπεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στα δάση τις επόμενες δεκαετίες. Η σημερινή αύξηση της εμφάνισης και της έντασης των διαταραχών που προκαλούνται από βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες στα δασικά οικοσυστήματα μπορεί να αποδοθεί, τουλάχιστον εν μέρει, στην κλιματική αλλαγή (Lafferty 2009, Pureswaran κ.α. 2018). Οι κλιματικές αλλαγές που προβλέπονται για τον επόμενο αιώνα θα έχουν βαθιά επίδραση στην κατάσταση, τη σύνθεση, την κατανομή και την παραγωγικότητα πολλαπλών οικοσυστημάτων.

Οι επιδημίες δασικών εντόμων αποτελούν σημαντική αιτία θνησιμότητας των δασικών δέντρων και αλλοίωσης των οικοσυστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι θάνατοι δέντρων μεγάλης κλίμακας που προκαλούνται από ξηρασία, πυρκαγιά ή/και έντομα μπορούν να οδηγήσουν στην απώλεια σημαντικών δεξαμενών άνθρακα, ανατροφοδοτώντας την κλιματική αλλαγή και θέτοντας

σοβαρές συνέπειες για τη βιοποικιλότητα και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων (Pureswaran κ.α. 2018). Οι διαταραχές μπορούν να οδηγήσουν σε μειωμένη ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων και σημαντικές οικολογικές μεταβολές. Οι επιδημίες δασικών εντόμων που προκαλούνται από ενδημικά ή μη ενδημικά έντομα μπορούν να επηρεάσουν εκτεταμένες περιοχές και να προκαλέσουν θνησιμότητα των δέντρων ξενιστών μέσα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (Pureswaran κ.α. 2018). Το κλίμα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των κατανομών των εντόμων. Η τρέχουσα υπερθέρμανση του πλανήτη έχει προκαλέσει ταχείες μετατοπίσεις στις περιοχές εξάπλωσης ορισμένων εντόμων ευαίσθητων στη θερμοκρασία. Εκτός από το κλίμα, παράγοντες όπως η διαθεσιμότητα τροφής μπορούν επίσης να επηρεάσουν την κατανομή των ειδών (Horn κ.α. 2012). Οι θερμές θερμοκρασίες επιταχύνουν τις βιοχημικές αντιδράσεις των εντόμων που καταναλώνουν ενέργεια, επιτρέποντας αυξημένη δραστηριότητα, αύξηση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή. Επιπλέον, οι οργανισμοί μπορούν να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες, είτε έχουμε να κάνουμε με φυτικούς είτε με ζωικούς οργανισμούς. Έτσι, ενώ όλα τα είδη έχουν κατώτερα και ανώτερα όρια θερμοκρασίας, οι οργανισμοί συχνά μπορούν να αντιμετωπίσουν σημαντικές διακυμάνσεις στο κλίμα (Lafferty 2009). Λόγω του κύκλου ζωής τους, τα έντομα ευνοούνται περισσότερο σε σχέση με τα δασικά φυτικά είδη όσον αφορά την ταχύτητα εξέλιξης και προσαρμογής τους σε εξωγενείς παράγοντες που απειλούν την ευρωστία και τελικά την επιβίωση τους. Οι εξάρσεις των εντόμων έχουν συνδεθεί με αλλαγές στη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις, καθώς η επιβίωση και η ανάπτυξη των πληθυσμών των εντόμων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις θερμικές συνθήκες, ενώ η υδατική καταπόνηση επηρεάζει τα δέντρα-ξενιστές (Bentz κ.α. 2010). Για τις περιπτώσεις όπου οι ακραίες θερμοκρασίες θέτουν όρια στις κατανομές των ειδών, η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να μεταβάλει το εύρος (σε υψόμετρο ή γεωγραφικό πλάτος) των κατάλληλων ενδιαιτημάτων για ένα είδος. Ως αποτέλεσμα, τα είδη που βρίσκονται πιο κοντά στα φυσιολογικά όρια εξάπλωσής τους, θα υποστούν πιο εμφανείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η υπερθέρμανση του πλανήτη αρχικά επεκτείνει τα όρια εξάπλωσης των πιθανών ενδιαιτημάτων για είδη που σήμερα ευδοκούν σε πολύ θερμές περιοχές. Ωστόσο, για τα περισσότερα είδη, η υπερθέρμανση του πλανήτη αναμένεται να οδηγήσει σε μια πολική μετατόπιση, και όχι εξάπλωση όπως υποστήριξε ο Epstein (2001), τόσο στο ανώτερο όσο και στο κατώτερο εύρος των ενδιαιτημάτων (Lafferty 2009).

Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας στα έντομα, οι ασταθείς καιρικές συνθήκες και η αύξηση της θερμοκρασίας μπορούν να διαταράξουν τις συνεξελιγμένες σχέσεις μεταξύ των ειδών που συμβάλλουν στην πρόληψη της εξάπλωσης των παρασιτικών ειδών (Epstein 2001). Σε κάθε συγκεκριμένο περιβάλλον υπάρχει μια βιολογική ισορροπία στους πληθυσμούς των εντόμων και των εχθρών τους. Όταν αυτή μεταβάλλεται λόγω φυσικών και βιολογικών παραγόντων (τροφή, τοπογραφία, έδαφος, καιρός, αρπακτικά κ.λ.π.) οι βλάβες γίνονται αισθητές και παρατηρείται επιδημία εντόμων. Σε αυτή την περίπτωση τα έντομα προσβάλλουν υγιή δένδρα και μεγάλο αριθμό δένδρων. Το κλίμα, η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες επιδρούν σημαντικά τους πληθυσμούς των εντόμων και επηρεάζουν δυσμενώς την υγεία των δένδρων (Καϊλίδης 1991). Το σκαθάρι (*T. piniperda*) δείχνει προτίμηση σε περιοχές που έχουν νεκρά και καταπονημένα πεύκα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για αναπαραγωγή, τέτοιες μπορεί να είναι ώριμες συστάδες που έχουν προκύψει από αναδάσωση. Το φλοιοφάγο σκαθάρι προσβάλλει νεκρά ή εξασθενημένα πεύκα για αναπαραγωγικούς σκοπούς. Έπειτα όταν οι προνύμφες ενηλικιωθούν προσβάλουν υγιή, διαφόρων μεγεθών και ηλικίας πεύκα, για ικανοποίηση των διατροφικών τους αναγκών. Αυτό είναι και το πιο καταστροφικό στάδιο του κύκλου ζωής, όπου όταν η προσβολή είναι σοβαρή και εκτεταμένη, μειώνεται το ύψος και η αύξηση της διαμέτρου των δέντρων-ξενιστών. Τρέφονται από το τμήμα που έχουν προσβάλλει, δημιουργώντας στοές, οι οποίες αφού νεκρώσουν την περιοχή χρησιμοποιούνται εκ νέου για αναπαραγωγή κ.ο.κ. Περνούν τους χειμερινούς μήνες μέσα στον παχύ φλοιό στη βάση των ζωντανών πεύκων. Η μετακίνηση των ενηλίκων από τις θέσεις διαχείμασης ξεκινάει στις αρχές της άνοιξης, με μέση θερμοκρασία εκκίνησης τους 12° C στην Ευρώπη (IUCN/GISD, 2023). Στην Ελλάδα, η αλλαγή δομής των δασών και ειδικά οι αναδασώσεις μετά το 1950 με τραχεία και χαλέπιο πεύκη, σε συστάδες που δεν έχουν εφαρμοστεί καλλιεργητικά μέτρα και σε φτωχά εδάφη, έχουν εμφανίσει κατά καιρούς επιδημίες φλοιοφάγων εντόμων από τη δεκαετία του 80 (σε έτη με υψηλές θερμοκρασίες). Ειδικότερα, το 1985 ήταν μια ξηρή χρονιά με νεκρώσεις σε χιλιάδες

στρέμματα, σε αναδασώσεις τραχείας πεύκης, ηλικίας πάνω από 25 ετών στη Μακεδονία-Θράκη και σοβαρές δευτερογενείς νεκρώσεις από φλοιοφάγα έντομα (Καϊλίδης 1991).

Από το 2016 ως το 2020 φλοιοφάγα έντομα εμφανίστηκαν σε διάφορες αναδασώσεις με είδη πεύκης, στην περιοχή της Μακεδονίας, μεταξύ αυτών στο Σείχ Σου, στο Κιλκίς, στη Θάσο κ.λ.π. προκαλώντας σημαντικές ζημιές σε μεγάλες εκτάσεις. Μια τέτοια περίπτωση καταγράφηκε και σε αναδασώσεις τραχείας πεύκης στον Περιστερώνα Θεσσαλονίκης. Στην περιοχή και ειδικότερα στο τμήμα του Δημοτικού δάσους πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το Δασαρχείο Σταυρού έκτακτη κάρπωση για την απομάκρυνση των προσβεβλημένων δένδρων.

Με αφορμή την προσβολή από το φλοιοφάγο έντομο διενεργήθηκε αναλυτική δασοκομική έρευνα στη συγκεκριμένη περιοχή με σκοπό:

- Την ανάλυση της δομής των προσβεβλημένων τεχνητών συστάδων, και τον προσδιορισμό των δασοκομικών χαρακτηριστικών των συστάδων.
- Την μελέτη της αύξησης και της οικολογικής κατάστασης των προσβεβλημένων δένδρων.
- Τη διατύπωση προτάσεων μελλοντικής αντιμετώπισης τέτοιων προσβολών με δασοκομικά κριτήρια.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας αφορά δημοτικό δάσος του Δήμου Βόλβης. Ο Δήμος Βόλβης, προέκυψε από τη συνένωση των πρώην δήμων Αγίου Γεωργίου, Απολλωνίας, Αρέθουσας, Εγνατίας, Μαδύτου και Ρεντίνας, οι οποίοι αποτελούνταν από 16 Τοπικά Διαμερίσματα, σε εφαρμογή του Προγράμματος Καλλικράτης. Η Τοπική Κοινότητα Περιστερώνα ανήκει στη Δημοτική Ενότητα Απολλωνίας και βρίσκεται σε απόσταση 50km από τη Θεσσαλονίκη. Η περιοχή έρευνας έχει έκταση 3000στρ. και πρόκειται για Δημοτική έκταση. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Δ/σης Αναδασώσεων στην περιοχή ιδρύθηκαν τεχνητές συστάδες κυρίως με τραχεία πεύκη τη δεκαετία του 80 αλλά και τις προηγούμενες δυο δεκαετίες. Γεωλογικά η περιοχή ανήκει στη βόρεια πλευρά της λεκάνης Μυγδονίας οι γνεύσιοι εξαπλώνονται από την Άσσηρο μέχρι τη Μεγάλη Βόλβη ενώ στη νότια πλευρά βρίσκονται στην περιοχή νοτίως των γραμμών που ορίζονται από τις κοινότητες Λαγκαδικία-Στίβος και Κοκκαλού-Μόδι. Η ηλικία των γνευσιακών πετρωμάτων θεωρείται Παλαιοζωική-Προπαλαιοζωική. Η περιοχή εντάσσεται στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με ψυχρό χειμώνα. Κατά Köppen η περιοχή υπάγεται στον τύπο κλίματος Csa τα χαρακτηριστικά του οποίου είναι μεσόθερμο κλίμα (μεταβατικό μεταξύ μεσογειακού και ηπειρωτικού τύπου) με ξηρή περίοδο το καλοκαίρι, ενώ στα ανωτέρου υψομέτρου τμήματα επικρατούν δριμύτερες κλιματικές καταστάσεις. Φυτοκοινωνιολογικά η περιοχή ανήκει στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης και ειδικότερα στην υποζώνη *Ostryo-Carpinion* (Οστρυάς - Γαύρου) στον αυξητικό χώρο του *Coccifero-carpinetum*.

Μέθοδος έρευνας

Στην περιοχή όπου παρατηρήθηκαν οι προσβολές των δένδρων, λήφθηκαν με τυχαία δειγματοληψία 28 δειγματοληπτικές επιφάνειες, έκτασης 500m² έκαστη, τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2020. Με τη χρήση GPS αποτυπώθηκαν σε χάρτη όλες οι δειγματοληπτικές επιφάνειες. Με τη χρήση δασικής πυξίδας και GPS μετρήθηκαν η κλίση, το υψόμετρο και η έκθεση. Σε κάθε επιφάνεια μετρήθηκαν το ύψος (με τη χρήση Haga και ακρίβεια 0,5m) και η στηθιαία διάμετρος με τη χρήση παχυμέτρου, όλων των δένδρων με στηθιαία διάμετρο πάνω από 4 εκ. Επίσης, υπολογίστηκε το ποσοστό προσβολής με κριτήριο τον αριθμό των προσβεβλημένων δένδρων σε κάθε επιφάνεια σε σχέση με το συνολικό αριθμό δέντρων και ο συνολικός αριθμός δένδρων ανά εκτάριο.

Επίσης, ελήφθησαν 28 πρεμνικοί δίσκοι που προέκυψαν από την υλοτομία αντίστοιχου αριθμού προσβεβλημένων δένδρων (ένα δέντρο ανά επιφάνεια). Οι κορμικοί δίσκοι μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δασοκομίας, όπου μετρήθηκαν, με τη βοήθεια του μηχανήματος *Electronic Machine for Measuring Annual Growth Rings-Mod 3* της Parker Instruments, ο αριθμός και το πλάτος των ετήσιων δακτυλίων όλων των πρεμνικών δίσκων με ακρίβεια 0,01mm

Από τις μετρήσεις του αριθμού και του πάχους των ετήσιων δακτυλίων, που καταγράφηκαν σε ειδικά έντυπα, προσδιορίστηκε η τρέχουσα προσαύξηση της διαμέτρου και καταρτίστηκαν οι

αυξητικές καμπύλες για πενταετείς περιόδους. Τέλος, στους πρεμνικούς δίσκους καταγράφηκε η εμφάνιση προσβολής όπου αυτό ήταν δυνατό. Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε με Microsoft Excel 2007.

Αποτελέσματα

Δομή των συστάδων

Το κύριο δασοπονικό είδος των τεχνητών συστάδων είναι η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*). Σε λίγες θέσεις σε χαμηλότερο υψόμετρο συναντάμε συστάδες με την *Pinus maritima* (θαλασσία πεύκη) και το κυπαρίσσι. Η έκθεση των δειγματοληπτικών επιφανειών είναι κυρίως βόρεια, βορειανατολική και βορειοδυτική με κλίσεις που κυμαίνονται από 5%-45%, με μέση κλίση 25%. Υψομετρικά οι συστάδες εκτείνονται από 100 ως 430 m. με την πλειοψηφία των συστάδων να έχουν υψόμετρο 200-300 m. Οι συστάδες είναι ομήλικες και η ηλικία βρέθηκε να κυμαίνεται από 40-70 έτη, με μέση ηλικία τα 50 έτη περίπου. Η πλειοψηφία των συστάδων ηλικιακά κυμαίνεται από 40-50 έτη και έχουν ιδρυθεί από τη Δ/ση Αναδασώσεων στο Δημοτικό κληροτεμάχιο. Η πυκνότητα των συστάδων είναι αρκετά υψηλή, και ο μέσος αριθμός των δένδρων στο εκτάριο ανέρχεται σε 1850 δένδρα. Το μέσο ποσοστό προσβολής ανέρχεται στο 20%. Η μέση στηθιαία διάμετρος είναι 22cm ενώ το μέσο ύψος ανέρχεται σε 12,6m (Πιν. 1).

Πίνακας 1. Σταθμολογικά χαρακτηριστικά των δειγματοληπτικών επιφανειών και δασοκομικά χαρακτηριστικά των συστάδων μελέτης.

Table 1. Site conditions and silvicultural characteristics of the studied forest stands.

A/A Δ.Ε.	Δασοπ. Είδος	% Προσβολής	N/ha	Έκθεση (μύρες)	Κλίση %	Υψόμετρο (m)	Μέση στηθ. Διάμετρος (cm)	Μέσο Ύψος (m)
4	<i>P. brutia</i>	50	2000	350	15	316	24,40	14,5
20	<i>P. brutia</i>	35	10000	300	40	183	9,57	7,5
5	<i>P. brutia</i>	30	1500	10	30	300	25,80	11,5
6	<i>P. brutia</i>	30	2500	0	15	143	20,00	12
10	<i>P. brutia</i>	30	2000	10	10	224	19,66	10,5
13	<i>P. brutia</i>	30	1500	10	35	218	24,80	14,5
19	<i>P. brutia</i>	30	2000	280	30	200	20,00	12,5
21	<i>P. brutia</i>	30	1500	300	15	177	22,60	12,5
23	<i>P. brutia</i>	30	800	40	30	107	24,66	15,5
12	<i>P. brutia</i>	25	2500	10	25	207	20,60	12,5
22	<i>P. brutia</i>	25	300	0	40	139	19,83	15
1	<i>P. brutia</i>	20	1000	270	30	99	22,00	13
9	<i>P. brutia</i>	20	3000	30	25	253	22,75	10
11	<i>P. brutia</i>	20	800	30	35	146	22,50	13,5
18	<i>P. brutia</i>	20	1200	350	40	192	22,80	14
24	<i>P. brutia</i>	20	1200	350	15	101	23,20	15
25	<i>P. brutia</i>	20	800	350	30	108	26,20	13,5
27	<i>P. brutia</i>	20	1000	190	10	433	24,50	11
14	<i>P. brutia</i>	15	1500	330	30	183	21,20	10
16	<i>P. brutia</i>	15	500	10	5	221	24,00	15
2	<i>P. brutia</i>	10	2000	310	25	205	21,25	15
3	<i>P. brutia</i>	10	2000	310	20	290	19,00	11
7	<i>P. brutia</i>	10	2000	40	5	336	22,00	12,5
15	<i>P. maritima</i>	10	1200	30	20	208	20,00	10
17	<i>P. brutia</i>	10	500	310	45	207	22,80	14,5
26	<i>P. brutia</i>	10	1500	180	0	405	24,40	14
28	<i>P. brutia</i>	10	2000	15	20	390	19,00	12
8	<i>P. brutia</i>	5	3000	340	25	294	23,66	11,5

Η ακριβής ηλικία των πρεμνικών δειγμάτων ποικίλλει από 38 έως 74 έτη, με μέση ηλικία τα 53 έτη. Η μέση πρεμνική διάμετρος είναι 24,4cm ενώ το μέσο ύψος ανέρχεται σε 12,86m.

Η εμφάνιση προσβολής του εντόμου στη μεγάλη πλειοψηφία των δειγμάτων βρίσκεται σε οπές 5 έως 8 έτη πριν τον τελευταίο εξωτερικό δακτύλιο, ανεξάρτητα από το ποσοστό προσβολής (Πιν. 2).

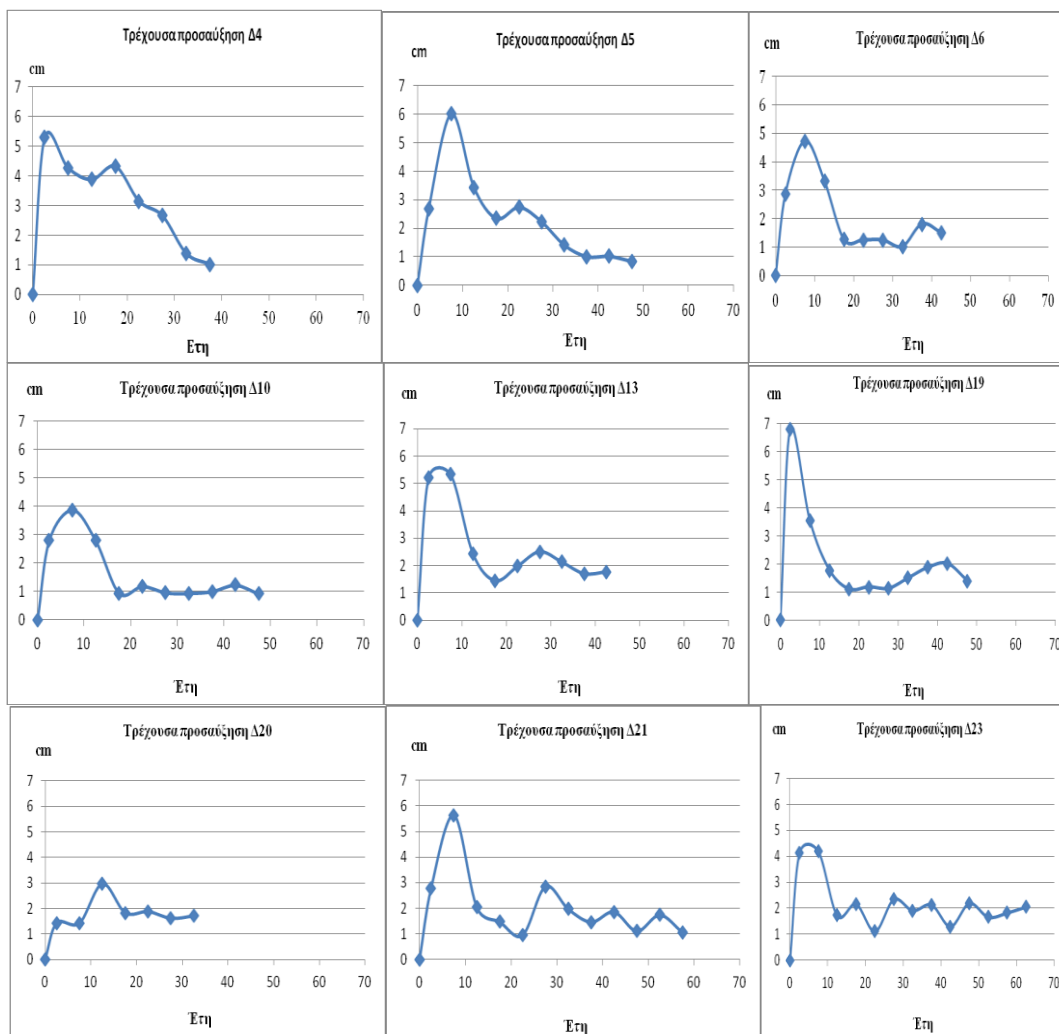
Πίνακας 2. Δεδομένα πρεμνικών διαμέτρων και εμφάνισης προσβολής του εντόμου.
Table 2. Data of the stump diameter discs and characteristics of insect infections.

Αρ. Δειγ.	Ηλικία	Πρεμν. διάμετρος (cm)	Ύψος (m)	% Προσβολής	Εμφάνιση προσβολής
Δ1	44	25	12	20	2 περιφερειακές οπές 5-6 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ2	52	34	15	10	-
Δ3	45	20	10	10	2-3 περιφερειακές οπές 6-7 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ4	45	29	15	50	-
Δ5	50	22	12	30	-
Δ6	49	20	11	30	-
Δ7	47	17	12	10	οπές 6-7 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ8	39	25	14	5	4-5 περιφερειακές οπές 5 ετη και 1 οπή στα 12 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ9	41	17	10	20	-
Δ10	51	17	12	30	-
Δ11	51	27	12	20	-
Δ12	74	28	15	25	-
Δ13	49	23	15	30	οπές 6-7 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ14	66	29	17	15	-
Δ15	45	21	8	10	-
Δ16	71	29	15	15	προσβολή σε πολλά σημεία στο δείγμα
Δ17	69	27	12	10	-
Δ18	60	23	15	20	-
Δ19	54	22	10	30	επιμηκής οπή 10 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ20	38	14	8		-
Δ21	63	19	15	30	οπές 5 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ22	43	25	13	25	2-3 περιφερειακές οπές 6-7 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ23	70	35	16	30	-
Δ24	45	22	12	20	7-8 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ25	48	30	15	20	προσβολή σε πολλά σημεία στο δείγμα
Δ26	70	31	15	10	7-8 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ27	50	27	9	20	4-5 περιφερειακές οπές 5-6 ετη και 2 οπές στα 20 ετη πριν το τέλος των δακτυλίων
Δ28	53	25	15	10	-

Αύξηση των δένδρων

Από την ανάλυση των καμπυλών αύξησης δένδρων, τα οποία παρουσιάζονται σε τρεις κατηγορίες ανά ποσοστό προσβολής των δένδρων (30-50%, 20-25%, 5-15%) στα επόμενα σχήματα, διαπιστώνονται τα εξής:

Στο σχήμα 1 (ποσοστό προσβολής δένδρων 30-50%), η τρέχουσα προσαύξηση πρεμνικής διαμέτρου είναι ικανοποιητική τα πρώτα 5-20 έτη, με μέση πενταετή αύξηση 3,2 cm, ενώ για τις επόμενες τέσσερις με έξι πενταετίες φθίνει και σταθεροποιείται στα 1,5-2 cm ανά πενταετία.



Σχήμα 1. Περιοδική αύξηση των δένδρων της τραχείας πεύκης με ποσοστό προσβολής 30-50%.
Figure 1. Current annual diameter increment of *P. brutia* trees with infection percentage 30-50%.

Στο σχήμα 2 (ποσοστό προσβολής δένδρων 20-25%), η τρέχουσα προσαύξηση πρεμνικής διαμέτρου είναι ικανοποιητική τα πρώτα 5-20 έτη, με μέση πενταετή αύξηση 3 cm, ενώ για τις επόμενες τέσσερις με έξι πενταετίες φθίνει και σταθεροποιείται στα 2 cm. ανά πενταετία.

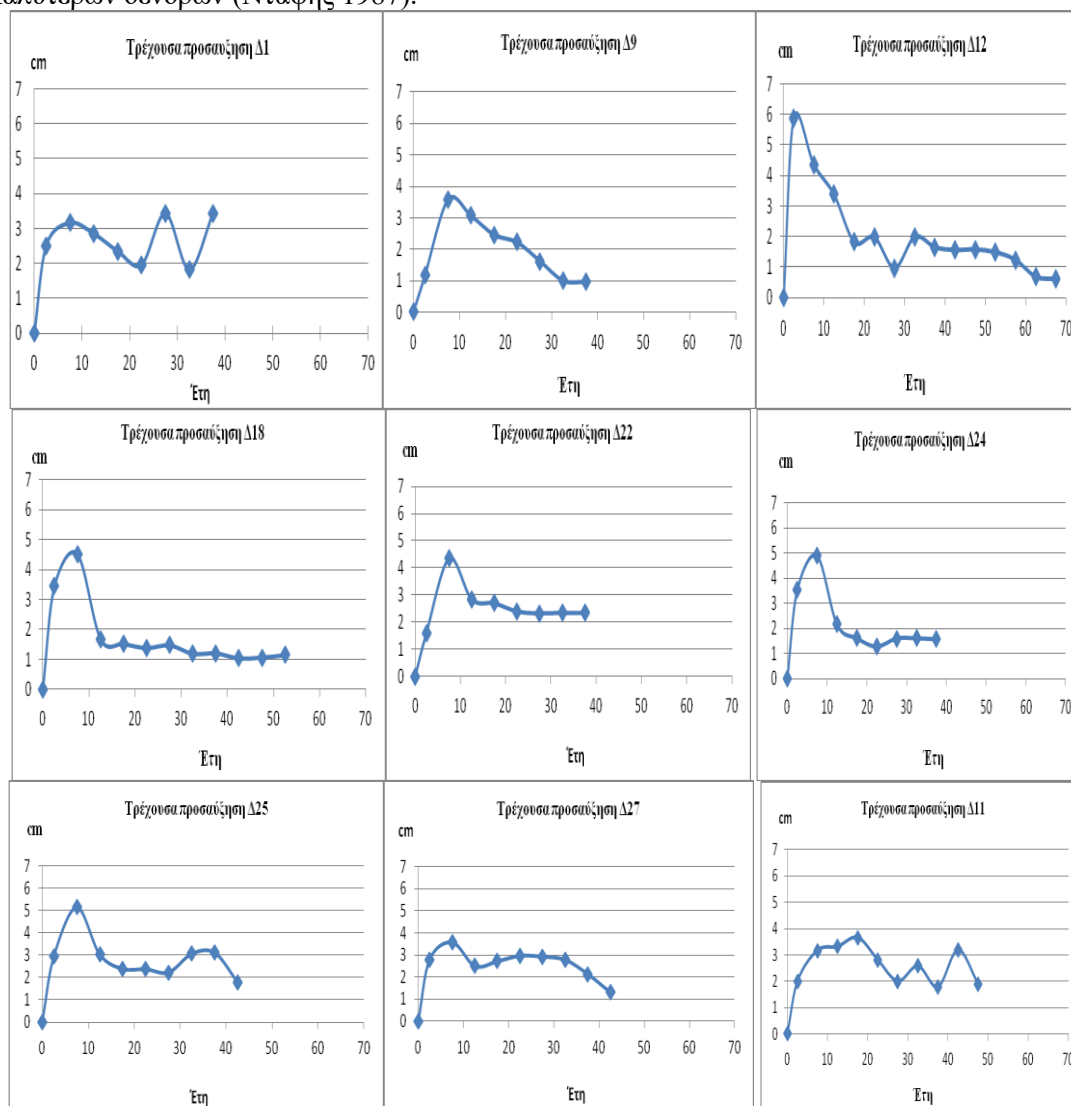
Στο σχήμα 3 (% προσβολής δένδρων 5-15%), η τρέχουσα προσαύξηση πρεμνικής διαμέτρου είναι ικανοποιητική τα πρώτα 5-20 έτη, με μέση πενταετή αύξηση 3,1 cm, ενώ για τις επόμενες τέσσερις με έξι πενταετίες φθίνει και σταθεροποιείται στα 1,6 cm. ανά πενταετία.

Συνολικά για όλες τις κλάσεις προσβολής, η πορεία της κατά πάχος αύξησης μετά από μια ορισμένη ηλικία (περίπου 40 έτη) σταθεροποιείται στην πλειοψηφία των δένδρων με μέση αύξηση 1 με 2cm ανά πενταετία. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η κατά πάχος αύξηση των δένδρων δεν διαφέρει σε σχέση με τα ποσοστά προσβολής των συστάδων από το φλοιοφάγο έντομο.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η επικρατούσα δασοπονική μορφή των συστάδων που μελετήθηκαν είναι η ομήλικη και οι συστάδες βρίσκονται στο στάδιο των χονδρών κορμιδίων και λεπτών κορμών. Η πυκνότητα των συστάδων είναι αρκετά υψηλή και η κατά πάχος αύξηση των δένδρων ικανοποιητική, καθόλη της διάρκεια της ζωής των δένδρων, και ακολουθεί την τυπική κωδωνοειδή καμπύλη αύξησης, εμφανίζοντας σημαντική αριστερή ασυμμετρία, λόγω εντονότερης αύξησης κατά τα πρώτα έτη ζωής των δένδρων. Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις που πρέπει να εφαρμοστούν είναι οι εξευγενιστικές αραιώσεις, με μέτρα όπως η θετική επιλογή και η ανατροφή των επίδοξων ατόμων (Ντάφης 1990). Η καλλιέργεια των αναδασώσεων θα πρέπει να αρχίζει άμεσα στη δεκαετία και να

επαναλαμβάνεται ανά 10ετία ώστε να δημιουργούνται οι κατάλληλες ευνοϊκές συνθήκες αύξησης των καλύτερων δένδρων (Ντάφης 1987).

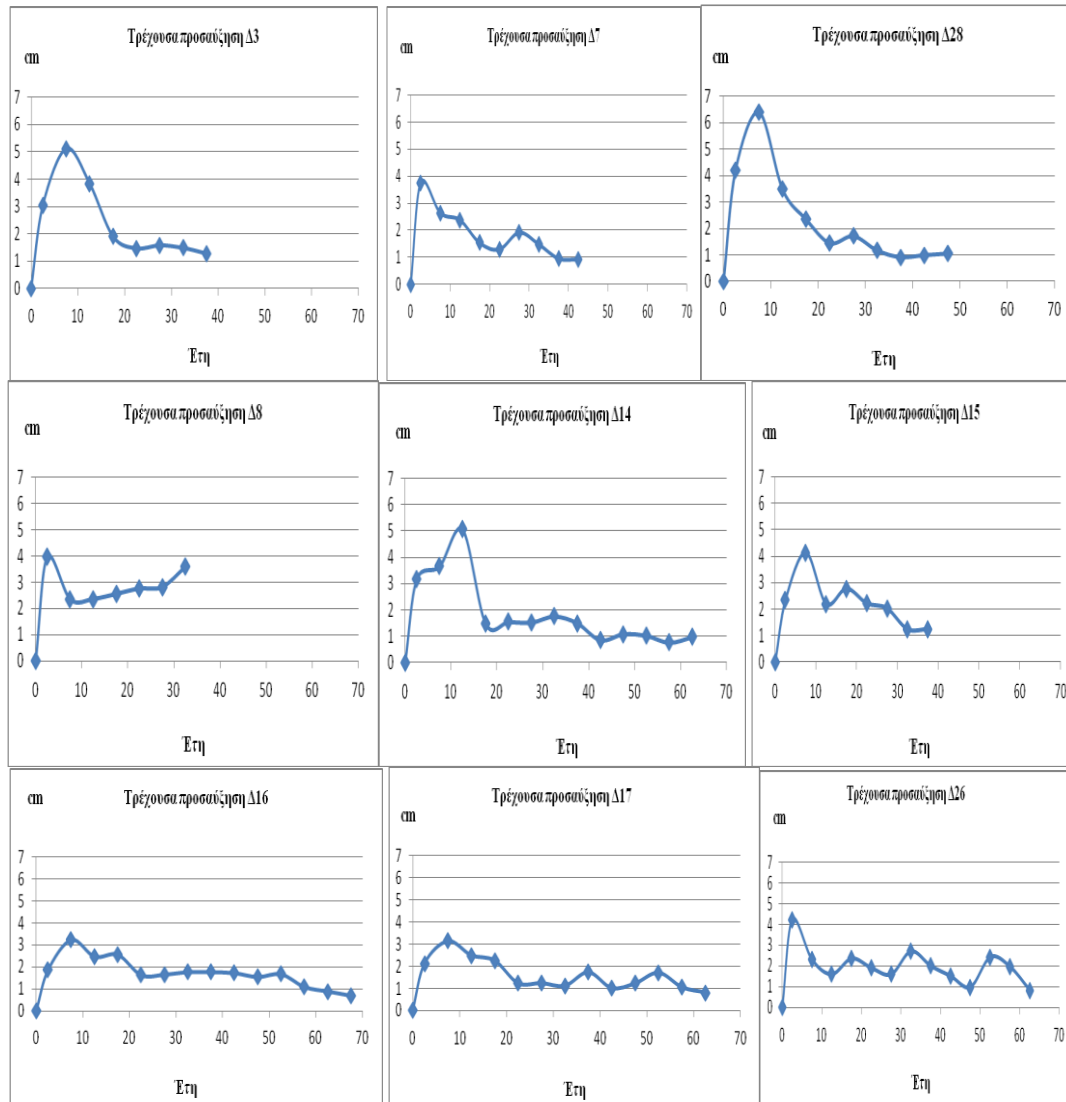


Σχήμα 2. Περιοδική αύξηση των δένδρων της τραχείας πεύκης με ποσοστό προσβολής 20-25%.
Figure 2. Current annual diameter increment of *P. brutia* trees with infection percentage 20-25%

Η αύξηση της διαμέτρου και το ύψος των δένδρων δείχνουν ότι πρόκειται για συστάδες που αναπτύσσονται σε μέτριας παραγωγικότητας σταθμούς. Πιθανότατα, οι προσβολές σε άτομα μέτριας και καλής αυξητικής τάσης οφείλονται στο μεγάλο αριθμό ατόμων του πληθυσμού του φλοιοφάγου εντόμου, συνέπεια των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών τα προηγούμενα έτη (θερμοκρασία και ξηρασία). Η προσαύξηση της πρεμνικής διαμέτρου στα άτομα της τραχείας πεύκης είναι ικανοποιητική στα πρώτα 5-20 έτη της ζωής τους. Κατόπιν, παρουσιάζει σταδιακή κάμψη και σταθεροποίηση για τις επόμενες δεκαετίες. Σχεδόν σε όλα τα δένδρα η προσαύξηση δεν επηρεάζεται από το ποσοστό προσβολής. Αυτό πιθανόν αποδεικνύει ότι η προσβολή ήταν ξαφνική και όχι δευτερογενής ως αποτέλεσμα καχεκτικής ανάπτυξης. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την επιτακτική ανάγκη καλλιέργειας και κατάλληλων δασοκομικών επεμβάσεων, ώστε να βελτιώνεται η ζωτικότητα και η ανάπτυξη των δένδρων, χωρίς αυτό όμως να εξασφαλίζει απόλυτα την ανθεκτικότητα σε προσβολές.

Η προσαρμογή των ειδών στην κλιματική αλλαγή θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά στην επιλογή των προς αναδάσωση ειδών. Οι αναδασώσεις με ένα είδος θα πρέπει να περιοριστούν. Για να μειώσουμε ενδεχόμενες μελλοντικές προσβολές θα πρέπει να οδηγηθούμε άμεσα σε μετατροπή των αμιγών σε μεικτές συστάδες, με κωνοφόρα και με πλατύφυλλα είδη. Οι μεικτές συστάδες μελλο-

ντικά θα εμφανίσουν βιολογικά, δασοκομικά και αισθητικά πλεονεκτήματα, θα προσφέρουν καλύτερες συνθήκες εδάφους και παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στις προσβολές (Zagas κ.α. 2002). Οι Jactel κ.α. (2002) αναφέρουν ότι η προσβολή από έντομα μειώνεται όταν κοντά στις αναδασώσεις υπάρχουν μεικτές συστάδες πλατυφύλλων και ότι η πιθανότητα προσβολής είναι μειωμένη σε μεικτές συστάδες και γενικότερα σε περιοχές με αυξημένη βιοποικιλότητα και φυτοποικιλότητα στον υπόροφο. Ενδεικτικά στην περιοχή έρευνας, θα μπορούσαν ανάλογα με την ποιότητα τόπου και του εδάφους και σε καλές εκθέσεις, να χρησιμοποιηθούν σε μείξη το αειθαλές κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*) και τα πλατύφυλλα κουτσουπιά (*Cercis siliquastrum*), φράξος όρνος (*Fraxinus ornus*), μελικοκιά (*Celtis australis*), χνοώδης δρύς (*Quercus pubescens*) ή ακόμη και πλατύφυλλη δρυς (*Quercus frainetto*) στις καλύτερες ποιότητες τόπου.



Σχήμα 3. Περιοδική αύξηση των δένδρων της τραχείας πεύκης με ποσοστό προσβολής 5-15%.
Figure 3. Current annual diameter increment of *P. brutia* trees with infection percentage 5-15%

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες θα θέλαμε να εκφράσουμε στον Δημοτικό δασοφύλακα, Δήμου Βόλβης, κ. Μπεσικιώτη Χρήστο, για την πολύτιμη βοήθειά του.

Abstract

Climate warming is expected to have a significant impact on forests. Forest insect epidemics can cause tree mortality within a relatively short period of time. Such a case was recorded in reforestations of *Pinus brutia*, in the peri-urban forest of Thessaloniki and in the Peristeronas forest

of Thessaloniki. The aim of this study was to analyse the structure of the artificial plantations in the Peristeronas of Thessaloniki, which were infected by the bark beetle *Tomicus piniperda*, and to propose forest management measures. 28 sample plots and the respectively stumps of 28 different trees were taken. The analysis of the results showed that the affected stands are even aged with an average age of about 50 years. The stands are at the phase of thick poles and thin stems. The diameter increment is satisfactory in the first 5-20 years of the trees' life, and then shows a gradual decrease and stabilisation. No correlation was found between tree growth and infestation rates of the stands. Positive selection thinnings and conversion of stands to mixed ones can increase infestation resistance.

Βιβλιογραφία

- Bentz, B.J., Rgnire, J., Fettig, C.J., Hansen, E.M., Hayes, J.L., Hicke, J.A., Kelsey, R.G., Negron, J.F., Seybold, S.J., 2010. Climate change and bark beetles of the western United States and Canada: Direct and indirect effects. *Bioscience* 60, 602–613. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.8.6>
- Epstein, P. R. 2001. Climate change and emerging infectious diseases. *Microbes and Infection*, 3(9), 747–754. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(01\)01429-0](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(01)01429-0)
- Global Invasive Species Database 2023. Species profile: *Tomicus piniperda*. Downloaded from <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1200> on 05-09-2023.
- Lafferty, K. D. 2009. The ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology*, 90(4), 888–900. <https://doi.org/10.1890/08-0079.1>
- Cayueta, L., Hernández, R., Hódar, J. A., Sánchez, G., & Zamora, R. 2014. Tree damage and population density relationships for the pine processionary moth: Prospects for ecological research and pest management. *For. Ecol. Manag.*, 328, 319–325. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.051>
- Jactel H., Goulard M., Menassieu & Goujon G. 2002. Habitat diversity in forest plantations reduces infestations of the pine stem borer *Dioryctria sylvestrella*. *J. Appl. Ecol.* 2002 39, 618–628.
- Horn, A., Kerdelhué, C., Lieutier, F., & Rossi, J. P. 2012. Predicting the distribution of the two bark beetles *Tomicus destruens* and *Tomicus piniperda* in Europe and the Mediterranean region. *Agric. For. Entomol.*, 14(4), 358–366. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00576.x>
- Καϊλίδης, 1991. Δασική Εντομολογία & Ζωολογία. σελ. 536. Εκδόσεις Κ. Χριστοδουλίδη.
- Ντάφης Σ., 1987. Οικολογία των δασών χαλεπίου και τραχείας πεύκης. Πρακτικά Επιστημικής Συνάντησης Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, «Δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης (οικολογία-διαχείριση-αξιοποίηση)». Χαλκίδα, 30/9-2/10/1987.
- Ντάφης Σ., 1990. Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Θεσσαλονίκη. Σελ. 258.
- Pureswaran, D. S., Roques, A., & Battisti, A. 2018. Forest insects and climate change. *Cur. For. Rep.*, 4(2), 35–50. <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0075-6>
- Zagas Th., Ganatsas P. and Tsitsoni Th., 2002. Research of the forest habitats in the Olympus National Park, Greece. Proceedings of International Conference “Protection and Restoration of the Environment VI”. Skiathos, Greece, Vol 1:555-562.
- Zubek, K., Czerwik-Marcinkowska, J., & Borkowski, A. 2022. A Non-Invasive Method of Estimating Populations of *Tomicus Piniperda* on Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.). *Insects*, 13, 1071. <https://doi.org/10.3390/insects>

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΕΛΑΤΗΣ-ΔΡΥΟΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ

Σύρμπα, Ευδοξία¹ ; Τσιτσώνη, Θέκλα²; Μάνιος, Νικόλαος³

¹Π.Θ., τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, 43100 Καρδίτσα, esirmpa@uth.gr

²Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Τ.Θ. 262, 54124 Θεσσαλονίκη, tsitsoni@for.auth.gr

³Δασαρχείο Τρικάλων, Κολοκοτρώνη 30, 42132 Τρίκαλα, nimanios@yahoo.com

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση της δομής των μικτών συστάδων ελάτης-δρυός οι οποίες εντοπίζονται στην περιοχή του βόρειου και βόρειου-δυτικού Παρνασσού. Λήφθηκαν 4 δειγματοληπτικές επιφάνειες έκτασης 0,1Ha η καθεμία και με τη χρήση σύγχρονων λογισμικών προσομοίωσης συστάδων σε συνδυασμό με στατιστικές αναλύσεις των χαρακτηριστικών τους, επιχειρήθηκε ο καθορισμός της δομής τους. Το κύριο είδος δρυός που εμφανίζεται είναι η *Quercus frainetto* και σπανιότερα η *Quercus conferta*. Συχνότερα εμφανίζεται η υποκηπευτή δομή και πιο σπάνια η ομήλικη και η κηπευτή. Χαρακτηριστικά είναι η εισχώρηση της ελάτης στη δρυ και η πυκνή αναγέννηση τόσο της ελάτης όσο και της δρυός στον υπόροφο. Προτείνονται δασοκομικοί χειρισμοί για τη διατήρηση της μίξης, με σκοπό τη δημιουργία σταθερών συστάδων.

Λέξεις κλειδιά: *Abies cephalonica*, *Quercus frainetto*, δομή συστάδας, δασοκομικά μέτρα.

Εισαγωγή

Η κεφαλληνιακή ελάτη για τη χώρα μας, είναι είδος πολυτιμότεο. Χωρίς να φτάνει το ύψος της υβριδογενούς ή της λευκής ελάτης, χαρακτηρίζεται από αντοχή στην ξηρασία, είναι σχετικά ολιγαρκής και αποδίδει σημαντικό όγκο ξύλου, ακόμη και κάτω από σχετικά δυσμενείς συνθήκες. Δημιουργεί ωραιότατα, πυκνά, ανομήλικα δάση (κηπευτά και υποκηπευτά), μεγάλης οικολογικής αισθητικής, οικονομικής και προστατευτικής αξίας (Νταφης 2010). Τα δρυοδάση στην Ελλάδα καταλαμβάνουν έκταση 1.471.839 ha (Υπουργείο Γεωργίας 1992) δηλ. ποσοστό 44% των δασών της χώρας. Επειδή η εξάπλωσή τους συμπίπτει με αυτή των περισσότερων ελληνικών οικισμών έχουν υποστεί και εξακολουθούν να υφίστανται έντονες ανθρωπογενείς επιδράσεις με αποτέλεσμα τη σημαντική υποβάθμισή τους (Τσιτσώνη 2003). Στην περιοχή έρευνας η ελάτη και η δρυς συγκροτούν μικτά δάση, τα οποία υλοτομούνται για την παραγωγή ξυλείας της ελάτης. Πρόκειται για δάση στα οποία η ελάτη (σκιόφυτο είδος) εισχωρεί στη δρυ, την οποία πρόκειται να εκτοπίσει στο τελικό δάσος.

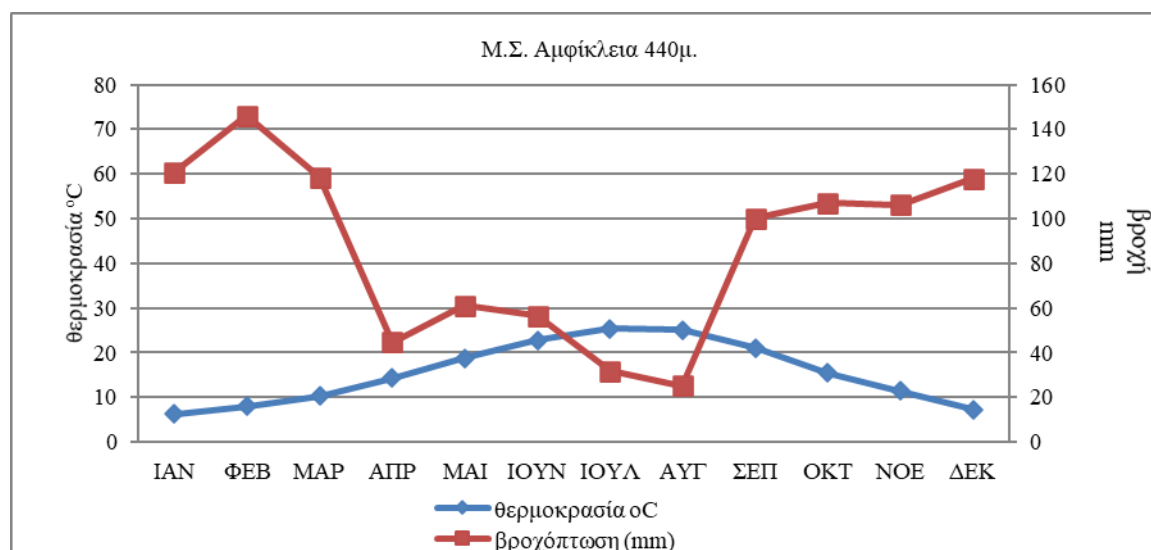
Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι: α) η ανάλυση των χαρακτηριστικών της δομής των συστάδων και β) η πρόταση δασοκομικών χειρισμών και καλλιεργητικών μέτρων που θα βοηθήσουν στην καλύτερη δυνατή εξέλιξη των συστάδων.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας εντοπίζεται στην περιοχή της Μαριολάτας - Γραβιάς, άνωθεν της Μονής Πανάσσαρης και του εξωκλήσιου του Αγίου Γεωργίου και σε όλο το λόφο Ρουπακιά της Βάργιανης. Από υψόμετρο 600μ. έως 1100μ. περίπου η δρυς σχηματίζει συστάδες σε μίξη με την ελάτη. Η δρυς στην περιοχή αυτή φύεται κυρίως επί ψαμμιτικού φλύσχη (ΥΠΕΧΩΔΕ 2003). Στο σχήμα 1 δίνεται το ομβροθερμικό διάγραμμα του μετεωρολογικού σταθμού Αμφίκλειας, ο οποίος βρίσκεται σε υψόμετρο 440μ. Το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο υψόμετρο των 440μ, που ανέρχεται στα 1035,2mm, το κλίμα του δρυμού κατατάσσεται στον υγρό τύπο που χαρακτηρίζεται από βροχομετρικό ύψος 1000-2000 mm (Φλόκας 1986). Κύρια χαρακτηριστικά του «υγρού κλιματικού τύπου» είναι οι μεγάλης διάρκειας και δριμείς χειμώνες

και η μικρής διάρκειας θερμές περιόδους, που συνήθως διαρκούν από 1-2 μήνες. Τα καλοκαίρια είναι δροσερά και συχνά ψυχρά και η περίοδος της θερινής ξηρασίας περιορίζεται σημαντικά ή εξαφανίζεται.



Σχήμα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα Μ.Σ. Αμφίκλειας για το χρονικό διάστημα 2009-2018 (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών)

Figure 1. Rainfall-temperature diagram of Amfikleia meteorological station from 2009 to 2018 (source: National Observatory of Athens)

Υλικά και Μέθοδοι

Για τη μελέτη της δομής των συστάδων επιλέχθηκαν 4 δοκιμαστικές επιφάνειες, έκτασης 0,1Ha η καθεμία διαστάσεων 31,63μ.*31,63μ. Σε κάθε επιφάνεια καταγράφηκε με GPS χειρός, σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ87, η θέση κάθε δέντρου και μετρήθηκαν όλα τα ιστάμενα δέντρα με στηθαία διάμετρο $\geq 4\text{cm}$ (με παχύμετρο), το ύψος και το ύψος έναρξης κόμης (με υψόμετρο Haga), η προβολή κόμης σε τέσσερις κατευθύνσεις (B, N, A, Δ) και οι δασοκομικές-κοινωνικές τάξεις κορμών με βάση το σύστημα κατάταξης IUFRO (Ντάφης 1990, Tsitsoni and Karagiannakidou 2000, Σύρμπα και Τσιτσώνη 2015). Η ζωτικότητα των δένδρων (V) κατατάσσεται σε τρεις τάξεις: τάξη 10 για δένδρα που αναπτύσσονται ζωνηρά, τάξη 20 για δένδρα που αναπτύσσονται κανονικά, τάξη 30 για δένδρα που αναπτύσσονται καχεκτικά. Η τάση κοινωνικής εξέλιξης κατατάσσεται επίσης σε τρεις τάξεις: τάξη 1 για προσανατολισμένα δένδρα (κοινωνικά ανερχόμενα), τάξη 2 για συναυξανόμενα δένδρα (κοινωνικά παραμένοντα), τάξη 3 για υπολειπόμενα δένδρα (κοινωνικά κατερχόμενα).

Υπολογίστηκαν ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση της διαμέτρου, του ύψους, του μήκους κόμης καθώς και ο μέσος όρος της ζωτικότητας και της τάσης εξέλιξης του κάθε είδους και συνολικά και ανά όροφο. Επίσης υπολογίστηκαν η κυκλική επιφάνεια, το μέσο ανώτερο ύψος και ο αριθμός κορμών ανά όροφο και συνολικά (Θανάσης κ.α. 2011).

Για την καλύτερη ανάλυση της δομής των συστάδων έγιναν τα αντιπροσωπευτικά προφίλ. Στην οριζόντια τομή (κάτοψη), που περιλαμβάνει όλη τη δοκιμαστική επιφάνεια εμφανίζονται εκτός από τις θέσεις των δέντρων, οι δυο διαμέτροι της κόμης κάθε δέντρου κατά της διευθύνσεις B-N και A-Δ, καθώς και η μορφή των κομών. Η κάθετη τομή (προφίλ) δημιουργήθηκε επίσης σε όλη τη δοκιμαστική επιφάνεια.

Όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την περιοχή έρευνας επεξεργάστηκαν στατιστικά σε προγράμματα Excel, Ms Office 2007 και SPSS Statistics 20.

Αποτελέσματα

- Ομήλικη μορφή

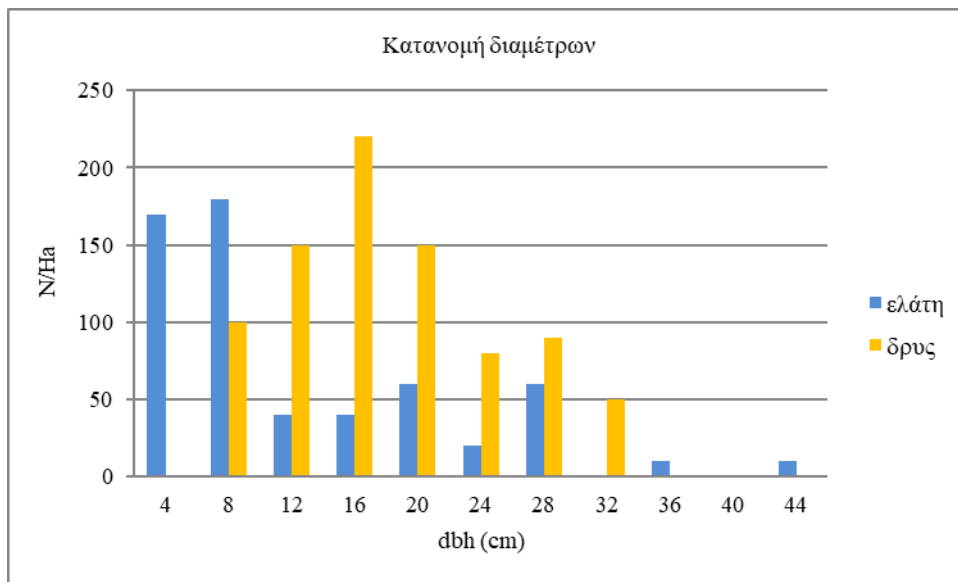
Στις συστάδες αυτής της μορφής η δρυς συμμετέχει με ποσοστό μίξης 58%. Όσον αφορά το στάδιο εξέλιξης, οι συστάδες αυτές βρίσκονται στο στάδιο των λεπτών κορμών. Το 39% των ιστάμενων δέντρων ανήκουν στον ανώροφο και από αυτά το 78% είναι άτομα δρυός, το 33% των ιστάμενων

δένδρων στον μεσόροφο από τα οποία το 70% είναι δρύες και το 28% των ιστάμενων στον υπόροφο με 18% άτομα δρυός. Το μέγιστο ύψος είναι 25μ. και το μέσο ανώτερο ύψος είναι 18,6μ. Η μέγιστη στηθιαία διάμετρος είναι 29cm για την ελάτη και 24cm

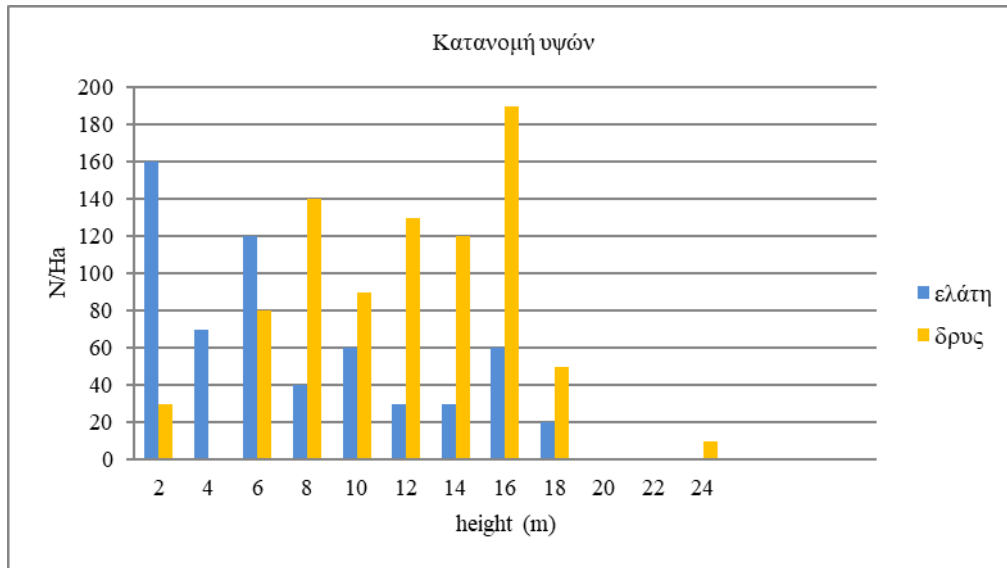
Πίνακας 1. Αποτελέσματα ανάλυσης δομής μικτής συστάδας ελάτης-δρυός ομήλικης μορφής.
Table 1. Results of structural analysis of even aged mixed stand of fir-oak.

N	D	ΑΝΩΡΟΦΟΣ			ΜΕΣΟΡΟΦΟΣ			ΥΠΟΡΟΦΟΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΑ		
		ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο
	N/H a	120	440	560	140	330	470	330	70	400	590	840	1430
	M.O	29,41	23,7	24,92	15,64	15,55	15,57	7,55	11,71	8,28	13,92	20,21	17,20
H	T.A.	6,62	5,56	6,20	4,81	4,44	4,50	2,67	2,14	3,02	9,54	9,51	8,42
	M.O	16,1	15,93	16	9,64	9,42	9,49	4,09	4,71	4,2	7,85	13,1	10,55
M.K	T.A.	1,56	2,19	2,06	1,60	1,68	1,64	1,53	1,63	1,55	5,02	12,4	5,14
	M.O	12,07	8,54	3,40	6,60	4,18	4,90	2,78	2,36	2,71	2,78	2,36	6,06
	T.A.	1,67	3,20	9,43	1,92	1,91	2,19	1,52	1,52	1,45	1,45	1,52	3,84

για τη δρυ. Ο ανώροφος αποτελείται από άτομα που αναπτύσσονται ζωνά (μέσος όρος ζωτικότητας 11,07), ενώ ο μέσος όρος της τάσης εξέλιξης είναι 1,14 και δηλώνει άτομα κοινωνικά ανερχόμενα. Η κυκλική επιφάνεια των ατόμων στον ανώροφο είναι 28,9m²/Ha ή το 71% της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της συστάδας. Στο μεσόροφο βρίσκεται το 32% του συνόλου των ατόμων της συστάδας, με κυκλική επιφάνεια 9,6m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 12,55 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,30. Ο υπόροφος αποτελείται από το 27% του συνόλου των ατόμων με κυκλική επιφάνεια 2,4m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 12,25 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,33.



Σχήμα 2. Κατανομή διαμέτρων μικτής συστάδας ελάτης-δρυός ομήλικης μορφής.
Figure 2. Diameter bh distribution of even aged mixed stand of fir-oak.



Σχήμα 3. Κατανομή υψών μικτής συστάδας ελάτης-δρυός ομήλικης μορφής.
Figure 3. Height distribution of even aged mixed stand of fir-oak.

Στα σχήματα 2 και 3 φαίνονται οι κατανομές διαμέτρων και υψών μικτής συστάδας ελάτης-δρυός ομήλικης μορφής.

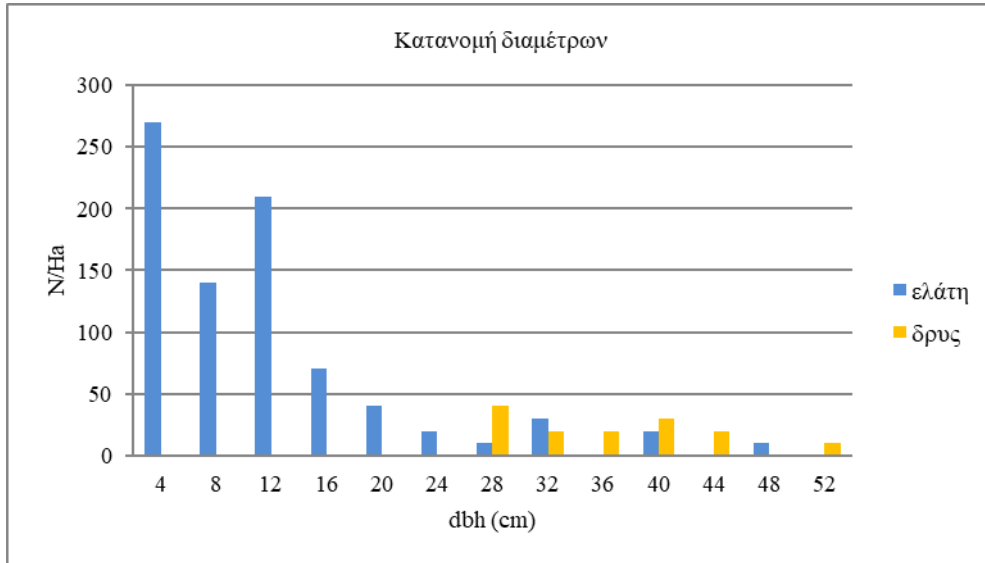
- Κηπευτή μορφή

Στις συστάδες αυτής της μορφής η δρυς συμμετέχει με ποσοστό μίξης 15%. Το 39% των ιστάμενων δέντρων ανήκουν στον ανώροφο και από αυτά το 62% είναι άτομα ελάτης, ενώ το σύνολο των ατόμων δρυός βρίσκεται στον ανώροφο. Το μέγιστο ύψος είναι 16μ. και το μέσο ανώτερο ύψος είναι 14,6μ. Η μέγιστη στηθιαία διάμετρος είναι 48cm για την ελάτη και 55cm για τη δρυ. Ο ανώροφος αποτελείται από άτομα που αναπτύσσονται ζωνρά (μέσος όρος ζωτικότητας 10,42), ενώ ο μέσος όρος της τάσης εξέλιξης είναι 1,39 και δηλώνει άτομα κοινωνικά ανερχόμενα. Η κυκλική επιφάνεια των ατόμων στον ανώροφο είναι 11,5m²/Ha ή το 38% της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της συστάδας. Στο μεσόροφο βρίσκεται το 33% του συνόλου των ατόμων της

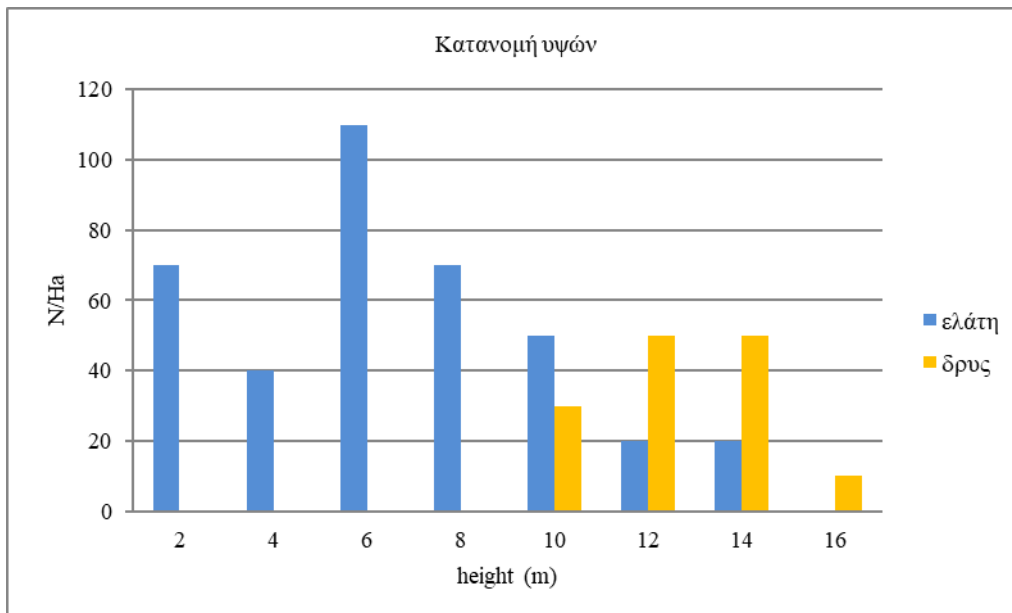
Πίνακας 2. Αποτελέσματα ανάλυσης δομής μικτής συστάδας ελάτης-δρυός κηπευτής μορφής.
Table 2. Results of structural analysis of all aged mixed stand of fir-oak.

		ΑΝΩΡΟΦΟΣ			ΜΕΣΟΡΟΦΟΣ			ΥΠΟΡΟΦΟΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΑ		
		ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο
N	N/Ha	230	140	370	320	-	320	270	-	270	820	140	960
D	M.O.	22,78	37,64	28,41	12,38	-	12,38	5,41	-	5,41	13,92	37,64	16,59
	T.A.	0,05	8,00	12,39	3,37	-	3,37	1,53	-	1,53	9,53	8,00	12,58
H	M.O.	11,74	12,93	12,89	6,91	-	6,91	2,66	-	2,66	7,28	12,93	7,75
	T.A.	1,71	1,86	1,84	1,28	-	1,28	0,74	-	0,74	3,73	1,86	4,15
M.K	M.O.	7,13	8,50	7,65	3,87	-	3,87	1,41	-	1,41	4,23	8,50	4,64
	T.A.	2,10	8,18	2,20	1,34	-	1,34	0,49	-	0,49	2,70	8,18	3,03

συστάδας, με κυκλική επιφάνεια 4,1m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 11,6 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,25. Ο υπόροφος αποτελείται από το 28% του συνόλου των ατόμων με κυκλική



Σχήμα 4. Κατανομή διαμέτρων μικτής συστάδας ελάτης-δρυός κηπευτής μορφής.
Figure 4. Diameter bh distribution of all aged mixed stand of fir-oak.



Σχήμα 5. Κατανομή υψών μικτής συστάδας ελάτης-δρυός κηπευτής μορφής.
Figure 5. Height distribution of all aged mixed stand of fir-oak.

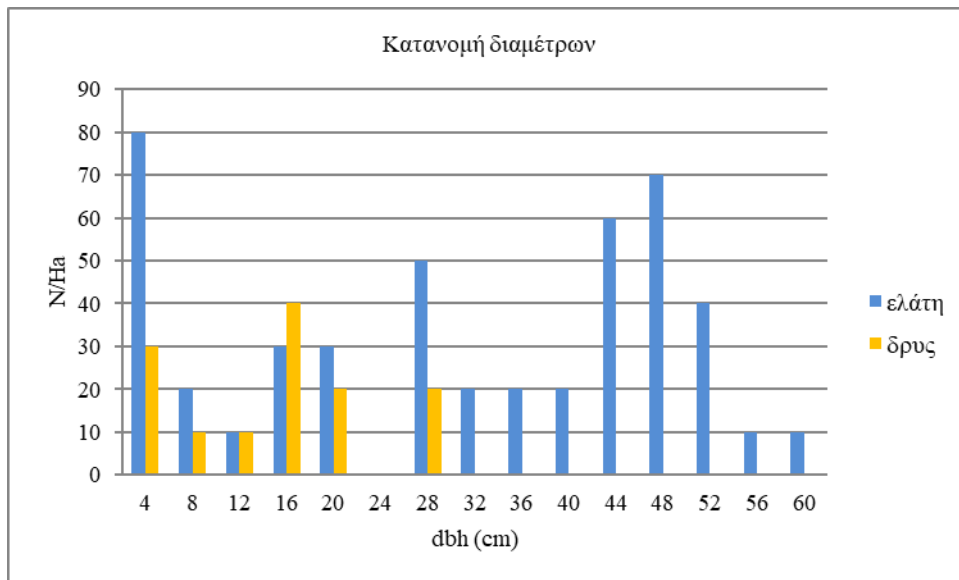
επιφάνεια 0,6m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητα 10 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,04. Στα σχήματα 4 και 5 φαίνονται οι κατανομές διαμέτρων και υψών μικτής συστάδας ελάτης- δρυός κηπευτής μορφής.

- Υποκηπευτή μορφή

Στις συστάδες αυτής της μορφής η δρυς συμμετέχει με ποσοστό μίξης 22%. Το 50% των ιστάμενων δέντρων ανήκουν στον ανώροφο και από αυτά το 93% είναι άτομα ελάτης. Το μέγιστο ύψος είναι 26μ. και το μέσο ανώτερο ύψος είναι 23.9μ. Η μέγιστη σθηθιαία διάμετρος είναι 60cm για την ελάτη και 30cm για τη δρυ. Ο ανώροφος αποτελείται από άτομα που αναπτύσσονται ζωνρά (μέσος όρος ζωτικότητα 12,5), ενώ ο μέσος όρος της τάσης εξέλιξης είναι 1,9 και δηλώνει άτομα κοινωνικά ανερχόμενα. Η κυκλική επιφάνεια των ατόμων στον ανώροφο είναι 45,2m²/Ha ή το 80% της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της συστάδας. Στον μεσόροφο βρίσκεται το 20% του συνόλου των ατόμων της συστάδας, με κυκλική επιφάνεια 6,7m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας

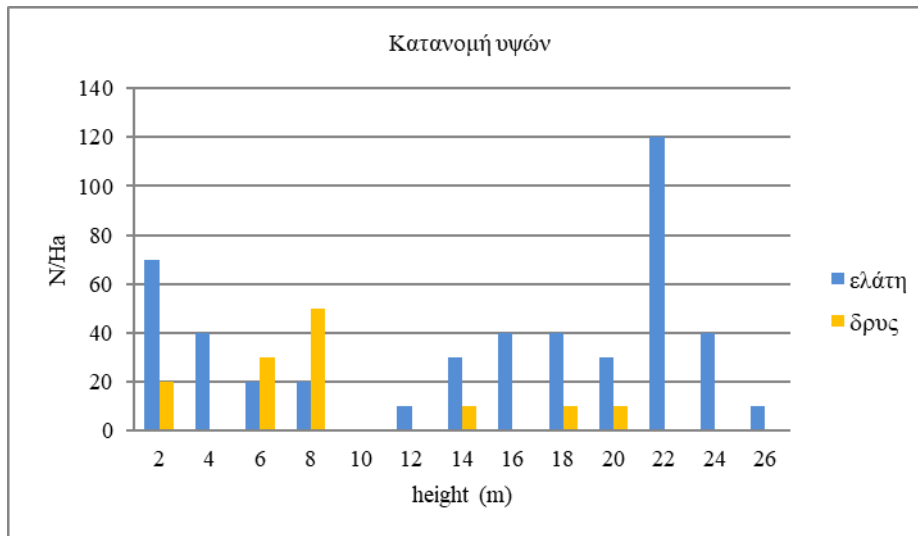
Πίνακας 3. Αποτελέσματα ανάλυσης δομής μικτής συστάδας ελάτης-δρυός υποκηπευτής μορφής.
 Table 3. Results of structural analysis of uneven aged mixed stand of fir-oak.

		ΑΝΩΡΟΦΟΣ			ΜΕΣΟΡΟΦΟΣ			ΥΠΟΡΟΦΟΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΑ		
		ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο	ελάτη	δρυς	σύνολο
N	N/Ha	280	20	300	60	60	120	130	50	180	470	130	600
D	M.O.	43,75	25,50	42,53	12,33	19,17	24,33	3,95	9,80	8,94	32,21	16,54	28,82
	T.A.	10,08	6,55	10,81	13,17	6,97	11,40	1,56	6,38	5,69	18,06	8,46	17,64
H	M.O.	21,18	19,00	21,03	5,67	9,33	10,83	1,92	4,90	4,21	15,28	9,12	13,95
	T.A.	2,88	1,41	2,85	2,73	2,34	2,89	1,36	2,01	1,69	8,06	5,24	7,92
M.K	M.O.	12,93	14,00	13,00	6,67	3,00	4,83	2,03	2,80	2,24	9,11	4,62	8,14
	T.A.	4,04	0,00	3,90	3,61	1,67	3,30	0,86	1,66	1,07	5,92	4,38	5,89



Σχήμα 6. Κατανομή διαμέτρων μικτής συστάδας ελάτης-δρυός υποκηπευτής μορφής.
 Figure 6. Diameter bh distribution of uneven aged mixed stand of fir-oak.

11,6 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,6. Ο υπόροφος αποτελείται από το 30% του συνόλου των ατόμων με κυκλική επιφάνεια 1,1m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 13,8 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,46. Στα σχήματα 6 και 7 φαίνονται οι κατανομές διαμέτρων και υψών μικτής συστάδας ελάτης- δρυός υποκηπευτής μορφής.



Σχήμα 7. Κατανομή υψών μικτής συστάδας ελάτης-δρυός υποκηπευτής μορφής.
Figure 7. Height distribution of uneven aged mixed stand of fir-oak.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι μικτές συστάδες ελάτης-δρυός εμφανίζουν συχνότερα δομή υποκηπευτού δάσους και σπανιότερα ομήλικου ή κηπευτού. Η μίξη κυμαίνεται από 15 έως 58% για τη δρυ η οποία στην υποκηπευτή και ομήλικη δομή βρίσκεται σε όλους τους ορόφους, ενώ κυριαρχεί στον ανώροφο των κηπευτών συστάδων. Ο δασοκομικός σκοπός στην περιοχή έρευνας πρέπει να είναι η διατήρηση της μίξης των δύο ειδών η οποία θα συμβάλει στην οικολογική σταθερότητα του δάσους. Αρχικά προτείνονται αραιώσεις και υπεραραιώσεις της ελάτης ώστε με το άνοιγμα των συστάδων να δημιουργηθούν κέντρα αναγέννησης της δρυός (φωτόφυτο είδος). Προτείνονται χαλάρωση των νεοφυτειών της ελάτης (όπου χρειάζεται) ώστε να ευνοηθεί η αναγέννηση της δρυός. Σε δεύτερο χρόνο επιδίωξη των δασοκομικών χειρισμών μπορεί να είναι η υποκηπευτή δομή των συστάδων, στην οποία με τις υλοτομίες μπορούν να δημιουργούνται κέντρα αναγέννησης της δρυός.

Abstract

Aim of the current research is the structure analysis of mixed fir-oak stands located at northern and northwestern mount Parnassos. Structure analysis was based at 4 sample plots of 0,1Ha each and at stand simulation software as well as at statistical analysis of their features. The main oak species that occurs is *Quercus frainetto* and more rarely *Quercus conferta*. The uneven structure occurs more often, even and all aged structure are more rarely. Characteristic are the penetration of the fir into the oak and the dense regeneration of both the fir and the oak at lower storey. Silvicultural treatments are suggested to maintain the mix, to create stable stands.

Βιβλιογραφία

- Θανάσης, Γ. και Ζάγκας, Θ. 2003. Έρευνα της δυνατότητας αποκατάστασης καμένων εκτάσεων με σπορά και φύτευση δασοπονικών ειδών στην περιοχή του Δυτικού Ολύμπου. Πρακτικά του 11ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Δασική Πολιτική-Πρεμνοφυή Δάση-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Ολυμπία 30 Σεπτεμβρίου-3 Οκτωβρίου 2003.Σελ. 103-115.
- Θανάσης Γ., Ζάγκας Θ., Γκανάτσας Π., Τσιτσώνη Θ., 2011. Δασοκομική έρευνα μεικτών συστάδων μαύρης πεύκης στην ευρύτερη περιοχή του Ολύμπου. Πρακτικά 15ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. Καρδίτσα 16-19 Οκτωβρίου.
- Μάτης Κ., 1992. Δασική Δειγματοληψία. Έκδοση Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη. Σελ 253.
- Ντάφης Σ., 1990. Εφηρμοσμένη Δασοκομία. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Γιαχούδης-Γιαπούλης. Σελ. 258.
- Ντάφης Σ., 2010. Τα δάση της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη: Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.

Σύρμπα Ε. και Τσιτσώνη Θ., 2015 Συσταδικοί τύποι της ελάτης στο όρος Παρνασσός. Πρακτικά του 17ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου «Η Συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων Περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη», Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Κεφαλονιά 4-7 Οκτωβρίου 2015. Σελ. 1167-1177.

Τσιτσώνη Θ. 2003. Δασοκομική έρευνα των δρυοδασών στη Βόρεια Ελλάδα. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου. «Πολιτική - Πρεμνοφυή Δάση - Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος» Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Ολυμπία, 1-3 Οκτωβρίου 2003

Tsitsoni T. and Karagiannakidou V., 2000. Site quality and stand structure in *Pinus halepensis* forests of north Greece. Forestry, Vol. 72, No 1:51-64.

Tsitsoni T., Tsakaldimi M., Simeliadou E. and Fouska M. 2010. Structural analysis of mixed stands coming from natural regeneration and plantations after fire. Web Ecol. 10: 32-37.

ΥΠΕΧΩΔΕ, 2003. *Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Εθνικού Δρυμού Παρνασσού*. τμήμα Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος.

Υπουργείο Γεωργίας, 1992. Αποτελέσματα Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών της Ελλάδος. Γενική Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος. Αθήνα, σελ. 134.

Φλόκας Απ., 1986. Μαθήματα μετεωρολογίας και κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη. Σελ. 465.

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ- Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ

Τσιτσώνη, Θέκλα¹; Δημητρακόπουλος, Αλέξανδρος¹; Γούναρης, Νίκος²; Παπαλάμπρος, Λάμπρος²

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τ.Θ. 262, 54124, tsitsoni@for.auth.gr, alexdim@for.auth.gr

² Τεχνομοιόσταση Ο.Ε., Αιγαίου 102, Τ.Κ. 551 33, Καλαμαριά, Θεσσαλονίκη, ngounaris@homeotech.gr, lparapampros@homeotech.gr

Περίληψη

Στη Μεσογειακή ζώνη τα οικοσυστήματα της χαλεπίου Πεύκης, των αειφύλλων πλατυφύλλων αλλά και των θερμόβιων πλατυφύλλων (Δρυοδασών και δασών Καστανιάς) είναι προσαρμοσμένα στις πυρκαγιές και αναγεννώνται εύκολα μετά από αυτές. Τα μεν πεύκα με σπόρους τα δε πλατύφυλλα είδη με παραβλάστηση. Πρόβλημα αποκατάστασης δασικών οικοσυστημάτων μετά την πυρκαγιά δημιουργείται στη μαύρη Πεύκη και στην Ελάτη, είδη που δεν είναι προσαρμοσμένα στις πυρκαγιές, λόγω της ζώνης εξάπλωσής τους. Η αποκατάσταση θα αφορά στο σύνολό της καμένης έκτασης, η αναδάσωση όμως θα εφαρμοστεί μόνο στις εκτάσεις που υπάρχει αποτυχία ή αδυναμία φυσικής αναγέννησης καθώς και σε εκτάσεις που για λόγους προστατευτικούς και αισθητικούς απαιτείται μια διαφορετική προσέγγιση (πέριξ οικισμών και λοιπών εκτάσεων με τουριστικό ή αναψυχικό ενδιαφέρον). Η τελική δημόσια έκταση προς αναδάσωση ανέρχεται σε 8 526,9 στρ.

Λέξεις κλειδιά: Αναγέννηση, Αναδάσωση, χαλέπιος Πεύκη, μαύρη Πεύκη, Ελάτη

Εισαγωγή

Στη Μεσογειακή ζώνη τα οικοσυστήματα της χαλεπίου Πεύκης, των αειφύλλων πλατυφύλλων αλλά και των θερμόβιων πλατυφύλλων (Δρυοδασών και δασών Καστανιάς) είναι προσαρμοσμένα στις πυρκαγιές και αναγεννώνται εύκολα μετά από αυτές. Τα μεν πεύκα με σπόρους τα δε πλατύφυλλα είδη με παραβλάστηση (Τσιτσώνη 1991, Pausas κ.α. 2004)

Συνεπώς στη ζώνη αυτή δεν έχουμε πρόβλημα φυσικής αναγέννησης αρκεί οι εκτάσεις να προστατευθούν από τη βόσκηση και τους καταπατητές. Παρά τη δυνατότητα όμως φυσικής αποκατάστασης εκτιμάται ότι κάποιες περιοχές με χαλέπιο Πεύκη θα χρειαστούν αναδάσωση, όπως συστάδες που έχουν ξανακαεί και δεν υπάρχουν ώριμοι σπόροι (Goudelis κ.α. 2008) ή εκτάσεις με κλίσεις >50% (Τσιτσώνη 1991) ή εκτάσεις με τουριστικό ή αναψυχικό ενδιαφέρον που θα πρέπει να καταγραφούν και να χαρτογραφηθούν λεπτομερώς. Η αποκατάσταση θα αφορά στο σύνολό της καμένης έκτασης, η αναδάσωση όμως θα εφαρμοστεί μόνο στις εκτάσεις που υπάρχει αποτυχία ή αδυναμία φυσικής αναγέννησης καθώς και σε εκτάσεις που για λόγους προστατευτικούς και αισθητικούς απαιτείται μια διαφορετική προσέγγιση (πέριξ οικισμών και λοιπών εκτάσεων με τουριστικό ή αναψυχικό ενδιαφέρον).

Πρόβλημα αποκατάστασης δασικών οικοσυστημάτων μετά την πυρκαγιά δημιουργείται στη μαύρη Πεύκη και στην Ελάτη, είδη που δεν είναι προσαρμοσμένα στις πυρκαγιές, λόγω της ζώνης εξάπλωσής τους. Η μαύρη Πεύκη με τον χονδρό φλοιό της είναι προσαρμοσμένη σε έρπουσες πυρκαγιές, οι οποίες διευκολύνουν τη φυσική αναγέννησή της αλλά δεν αντέχει σε επικόρυφες πυρκαγιές και δεν αναγεννάται φυσικά μετά από αυτές, διότι δεν έχει ώριμους σπόρους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες καθώς οι σπόροι της ωριμάζουν τον Νοέμβριο (Ντάφης 2009). Τα δασικά οικοσυστήματα της Ελάτης επίσης παρουσιάζουν έντονο πρόβλημα αποκατάστασης μετά την πυρκαγιά. Σε περίπτωση πυρκαγιάς είναι απαραίτητη η αναδάσωση με υλικό που προέρχεται από σπόρους της ίδιας η γειτονικής περιοχής

Τα βασικά είδη κωνοφόρων που εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης είναι σε συντριπτικό ποσοστό χαλέπιος Πεύκη και σε μικρότερο βαθμό μαύρη Πεύκη και Ελάτη. Τα είδη

αυτά θα χρησιμοποιηθούν για τις αναδασώσεις, όπου δεν θα υπάρξει φυσική αναγέννηση, για τις ίδιες θέσεις όπου προϋπήρχαν ήδη καθώς αυτά πληρούν κάποιες βασικές προϋποθέσεις, ικανές να εξασφαλίζουν την επιτυχία των επεμβάσεων (Tsitsoni 2009), όπως:

- είναι βιολογικά προσαρμοσμένα στις οικολογικές συνθήκες της περιοχής
- ανήκουν στις φυτοκοινωνίες που αντιστοιχούν στην περιοχή που αποκαθίσταται
- η εγκατάστασή τους και ο παραπέρα χειρισμός τους να είναι εύκολος χωρίς ιδιαίτερα υψηλές δαπάνες
- έχουν εδαφοβελτιωτική και εδαφοσυγκρατική ικανότητα
- αντέχουν στις δύσκολες συνθήκες που θα επικρατούν στην περιοχή (φτωχή σε θρεπτικά συστατικά και υγρασία).

Η αναδάσωση μιας περιοχής δεν εξυπηρετεί μόνο την επίτευξη ενός στόχου αλλά ενός συνόλου στόχων, στους οποίους αποσκοπεί και επιτυγχάνεται μόνο με την εκπλήρωση τους. Οι στόχοι αυτοί μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Στους κοινωφελείς στόχους, όπως η προστασία των δασών, αλλά και τους οικονομικούς στόχους, όπως η παραγωγή ξύλου. Ο σκοπός της αναδάσωσης είναι η δημιουργία ενός υγιούς δασικού οικοσυστήματος, που θα έχει υψηλή κοινωφελή επίδραση και προστατευτικό χαρακτήρα ικανό να παράγει ξύλο καλής ποιότητας στο πλαίσιο της αειφορίας.

Με βάση τα παραπάνω οι κύριοι στόχοι που θέλουμε να πετύχουμε συνοψίζονται ως εξής:

- Ρύθμιση της επιφανειακής απορροής των υδάτων μέσω της συγκράτησης του νερού της βροχής
- Προστασία των εδαφών από τη διάβρωση
- Συγκράτηση του νερού της βροχής που συνεπάγεται τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα των εδαφών
- Την αναψυχή και την υγιεινή επίδραση του δάσους
- Τη θετική συνεισφορά στις συνθήκες διαβίωσης της πανίδας της περιοχής
- Την αισθητική βελτίωση του τοπίου
- Την παραγωγή ξύλου και άλλων προϊόντων
- Την επίδραση στην επίτευξη οικολογικής ισορροπίας σε βεβαρημένα οικοσυστήματα

Στην παρούσα μελέτη επίσης προτείνεται, για πρώτη φορά, ένας συνδιασμός αντιπυρικών ζωνών περιμετρικά σε παραδασόβιους οικισμούς με σκοπό:

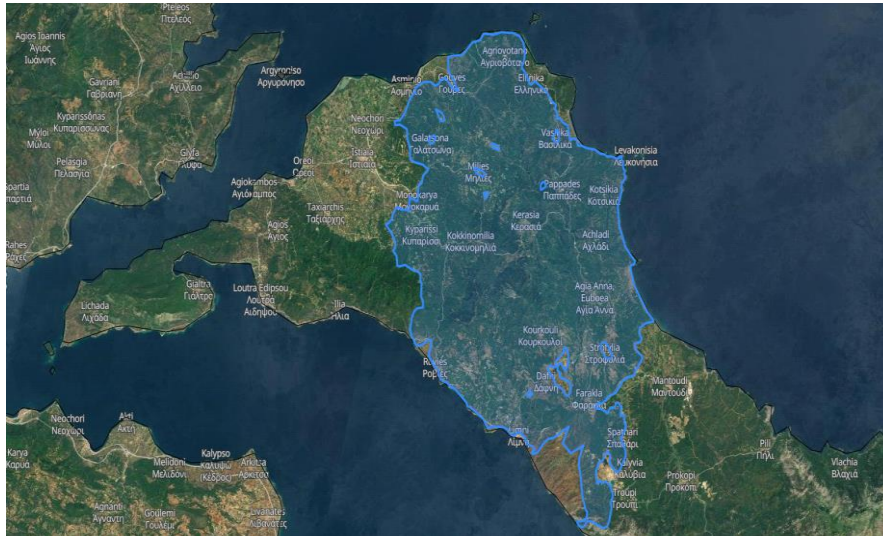
- Πυροπροστασία των οικισμών στη ζώνη μίξης με δασικές εκτάσεις
- Δημιουργία αντιπυρικών έργων σε αρμονία με το φυσικό περιβάλλον
- Δημιουργία αισθήματος ασφαλείας και αισθητικής ανάπλασης στους κατοίκους των παραδασόβιων οικισμών με φωτοδοτίδα διάνοιξη της δασικής βλάστησης.

Υλικά και Μέθοδος

Περιοχή έρευνας

Η παρούσα μελέτη αφορά στην αποτύπωση της ευρύτερης κατάστασης των καμένων δασικών εκτάσεων που προκλήθηκαν από την καταστροφική πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021 και αποσκοπεί στην ορθολογική επιλογή εκτάσεων προς αναδάσωση. Η περιοχή μελέτης χωροθετείται στο βόρειο τμήμα του Νομού Ευβοίας (Εικόνα 1).

- Διοικητικά : Στη περιοχή περιλαμβάνονται δύο καλλικρατικοί Δήμοι, αυτοί της Ιστιαίας-Αιδηψού και Μαντουδίου-Λίμνης-Αγίας Άννας.
- Δασικά : Η περιοχή ανήκει στα όρια ευθύνης των Δασαρχείων Ιστιαίας και Λίμνης αντίστοιχα, το όριο μεταξύ των οποίων είναι περίπου ίδιο με αυτό των δύο δήμων.



Εικόνα 1. Η καμένη περιοχή Β. Εύβοιας
Picture 1. The burnt area of N. Evia

Πηγή: https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/- Σύνθεση: TEXNOOMOIOΣΤΑΣΗ Ο.Ε.

Η περιοχή μελέτης έχει πλούσια ορειογραφική διαμόρφωση με υψόμετρα που ξεκινούν από τη στάθμη της θάλασσας και φτάνουν έως τα 970m. Από άποψη εκθέσεων συνηθέστερες είναι οι ανατολικές και οι δυτικές ενώ απαντώνται όλες οι εκθέσεις. Η τοπογραφική διαμόρφωση έχει ήπιες εξάρσεις με ήπιες γενικά κλίσεις οι οποίες είναι μικρότερες από 50% στο 95% της περιοχής μελέτης. Από τα στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού Βατερής Λίμνης προκύπτει ότι το μέσο Ετήσιο Θερμομετρικό Εύρος (Ε.Θ.Ε.) είναι 19,7 °C γεγονός που δηλώνει ότι το κλίμα της ζώνης αυτής συγκαταλέγεται στον αντίστοιχο θαλάσσιο μεταβατικό τύπο κλίματος κατά Corczynski. Η ξηρή περίοδος ξεπερνά τους 3,5 μήνες κατά την περίοδο του καλοκαιριού με το θερμότερο μήνα να είναι ο Αύγουστος με απόλυτα μέγιστη θερμοκρασία τους 38,3°C και ο ψυχρότερος μήνας ο Ιανουάριος με θερμοκρασίες που αγγίζουν τους -4,8 °C. Η μέση τιμή τριακονταετίας της κατανομής του ύψους βροχής για τις περιοχές ευθύνης των Δασαρχείων Ιστιαίας και Λίμνης, κυμαίνεται από 450mm στα χαμηλά υψόμετρα έως 750mm στα ψηλότερα, τιμές που δεν λειτουργούν αποτρεπτικά ως προς την αναδάσωση. Η περιοχή χαρακτηρίζεται πευκόφυτος, και αποτελείται από δάση δημόσια, διακατεχόμενα, ιδιωτικά, συνδιακατεχόμενα και συνιδιόκτητα δάση. Συνολικά οι καμένες εκτάσεις ανέρχονται σε 516.406 στρ τα οποία επιμερίζονται σε 192.793 στρ για το Δασαρχείο Ιστιαίας και 323.613 στρ για το Δασαρχείο Λίμνης.

Στον Πίνακα 1 απεικονίζονται μόνο οι καμένες δασικές εκτάσεις ανά Δασαρχείο και είδος ιδιοκτησίας, όπου από το σύνολο του κάθε δάσους έχουν αφαιρεθεί οι εκτάσεις που αφορούν σε Οικισμούς και γεωργικές εκτάσεις - καλλιεργούμενες ή εγκαταλελειμμένες. Παρατηρείται πως η συνολική καμένη έκταση ανέρχεται σε 339.694 στρ που αφορούν μεσοσταθμικά το 66% των δασών της περιοχής μελέτης, τα οποία επιμερίζονται σε 192.793 στρ για το Δασαρχείο Ιστιαίας και 209.487 στρ για το Δασαρχείο Λίμνης.

Πίνακας 1. Καμένες δασικές εκτάσεις ανά κατηγορία ιδιοκτησίας δασών (στρ)
Table 1. Burnt forest areas by forest ownership category(str)

Δασαρχείο	Ιδιοκτησία	Έκταση Δάσους	Καμένες δασ. εκτάσεις	Ποσοστό
Ιστιαίας	Δημόσιο	24 058	16 468	68%
	Διακατεχόμενο	79 849	51 651	65%
	Ιδιωτικό	88 886	62 088	70%
	ΣΥΝΟΛΟ	192 793	130 207	68%
Λίμνης	Δημόσιο	93 268	66 579	71%
	Διακατεχόμενο	47 135	37 167	79%

Ιδιωτικό	33 219	23 648	71%
Συνδιακατεχόμενο	72 857	44 922	62%
Συνιδιόκτητο	77 134	37 171	48%
ΣΥΝΟΛΟ	323 613	209 487	65%
ΓΕΝ.ΣΥΝΟΛΟ	516 406	339 694	66%

Σύμφωνα με το αρχείο βλάστησης της Διεύθυνσης Δασικών Χαρτών της Ειδικής Γραμματείας Δασών στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι καμένες δασικές εκτάσεις ανά κατηγορία ιδιοκτησίας δασών και κατηγορία βλάστησης (στρ).

Πίνακας 2. Καμένες δασικές εκτάσεις ανά κατηγορία ιδιοκτησίας δασών και κατηγορία βλάστησης (στρ)
Table 2. Burnt forest areas by forest ownership category and vegetation category (str)

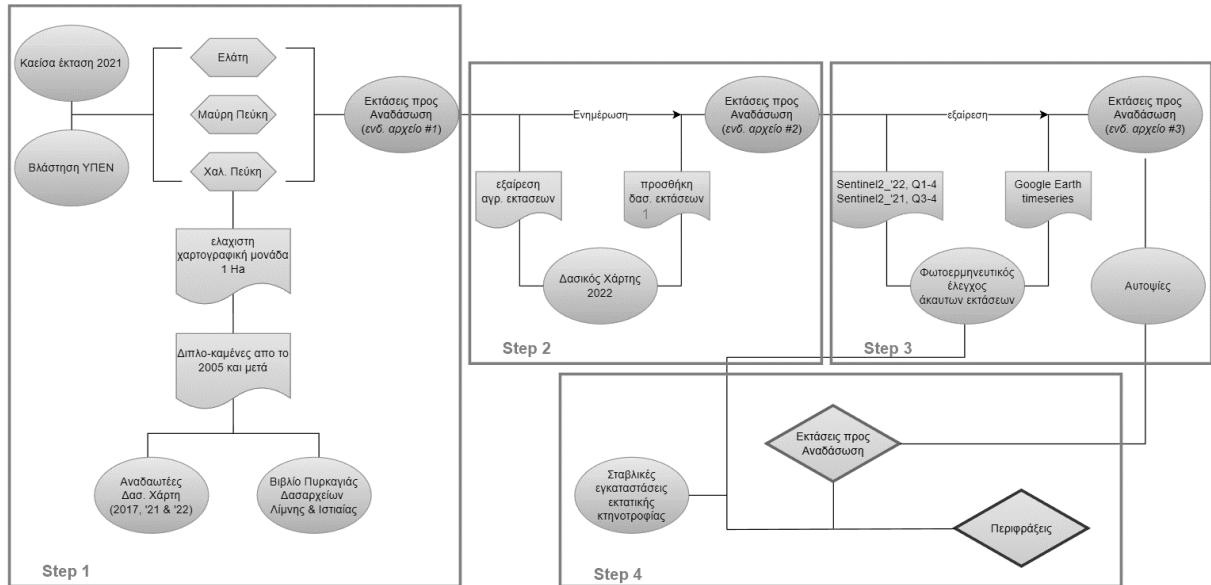
ΔΑΣΑΡ-ΧΕΙΟ	ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ	ΑΓΟ	ΔΡΥ	ΕΛΑ	ΘΑΜ	ΚΑΣ	ΛΙΒ	ΠΑΡ	ΠΜΑ	ΠΧΑ	ΣΥΝΟΛΟ
Ιστιαίας	Δημόσιο	106						26		16.336	16.468
	Διακατεχόμενο	51	636	1367	211		40	45	7.499	41.802	51.651
	Ιδιωτικό	161	1.288		598	0	67	338		59.636	62.088
	ΣΥΝΟΛΟ	318	1.924	1.367	809	0	107	409	7.499	117.774	130.207
Λίμνης	Δημόσιο	37	651	4.386	1691		2.263	442	2.527	54.582	66.579
	Διακατεχόμενο			51	189		76	522		36.329	37.167
	Ιδιωτικό	170		2.973	748		302	93		19.362	23.648
	Συνδιακατ/vo		71	657	574	38	333	3	3.573	39.673	44.922
	Συνιδιόκτητο	1.159	137	129	512		22	2	330	34.880	37.171
	ΣΥΝΟΛΟ	1.366	859	8.196	3.714	38	2.996	1.062	6.430	184.826	209.487
ΓΕΝ.ΣΥΝΟΛΟ		1.684	2.783	9.563	4.523	38	3.103	1.471	13.929	302.600	339.694
Ποσοστό		0%	1%	3%	1%	0%	1%	0%	4%	89%	100%

*ΑΓΟ: Άγονα, ΔΡΥ: Δρυς, ΕΛΑ: Ελάτη, ΘΑΜ: Θαμνώνες, ΚΑΣ: Καστανιά, ΛΙΒ: Λιβάδια, ΠΑΡ: Παραρεμάτια, ΠΜΑ: Πεύκη μαύρη, ΠΧΑ: Πεύκη χαλέπιος

Υλικά και Μέθοδοι

Η διαδικασία επιλογής των εκτάσεων επέμβασης βασίστηκε σε σύνθετη πολυκριτηριακή γεωχωρική ανάλυση όπου λήφθηκαν υπόψη δεδομένα βλάστησης και φυσικής αναγέννησης, ανάλυση ανάγλυφου, εδαφολογικά, κλιματολογικά καθώς και κτηνοτροφικά δεδομένα. Το διάγραμμα ροής (Μελέτη Αναδάσωσης στην πυρόπληκτη περιοχή της Β. Εύβοιας 2023) παρουσιάζεται συνοπτικά στο Σχήμα 1 και αναλύεται διεξοδικά παρακάτω.

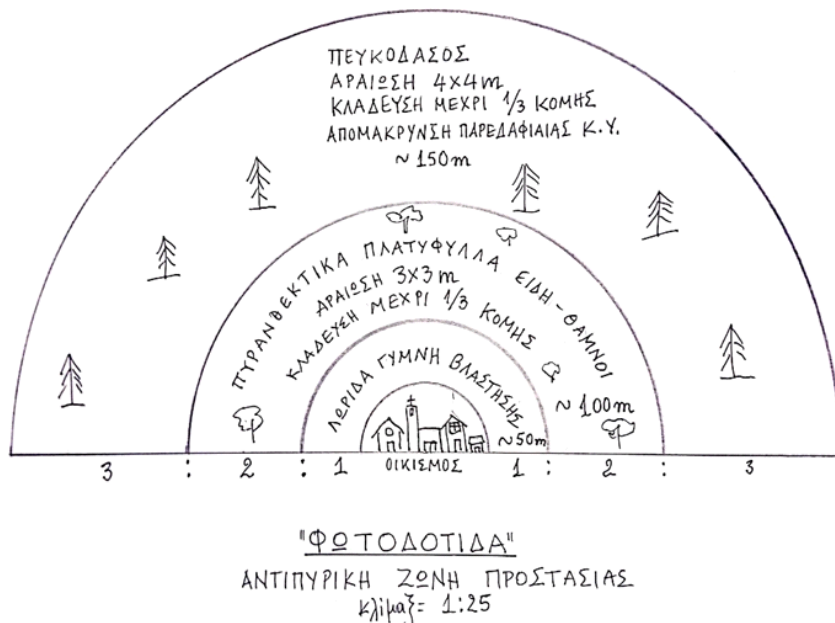
Η όλη ανάλυση βασίστηκε τόσο σε ανοικτά γεωχωρικά δεδομένα, όσο και σε δεδομένα που χορηγήθηκαν από τη Δ/ση Δασών Εύβοιας και τα Δασαρχεία Λίμνης και Ιστιαίας, ενώ καθοριστικό ρόλο έπαιξαν και πρωτογενή δεδομένα όπως φωτοερμηνεία πρόσφατων δορυφορικών εικόνων.



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής επιλογής εκτάσεων προς αναδάσωση (Πηγή: Μελέτη Αναδάσωσης στην πυρόπληκτη περιοχή της Β. Εύβοιας 2023)

Figure1..Diagram of the selection of areas for reforestation (Source: Reforestation Study in the fire-affected area of N. Evia 2023)

Σχετικά με τις φωτοδοτίδες αντιπυρικές ζώνες η παράσταση του συστήματος περίξ ενός παραδασόβιου οικισμού, έχει ως εξής (Σχήμα 3) (Δημητρακόπουλος 2023):



Σχήμα 2. «ΦΩΤΟΔΟΤΙΔΑ»: Σύστημα Ομόκεντρων Αντιπυρικών Ζωνών
Figure2. System of Concentric Fireproof Zones

Κατασκευάζονται περιμετρικά περίξ του οικισμού, κατά σειρά, τρεις ζώνες πυροπροστασίας σε αναλογία πλάτους 1:2:3 (ενδεικτικά 50, 100 και 150 m) (Δημητρακόπουλος 2023).

Το ελάχιστο πλάτος μιας αποτελεσματικής αντιπυρικής ζώνης είναι 15 m (Khan 2021). Ο εμπειρικός κανόνας της δασικής υπηρεσίας των ΗΠΑ είναι ότι το πλάτος της αντιπυρικής ζώνης πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 φορές το ύψος των κρασπεδιαίων δένδρων (h), (Shypard κ.α. 2011). Οι Demange κ.α. (2022) δίνουν λεπτομερή, θεωρητική μαθηματική ανάλυση της κατά θέση

και πυκνότητα δικτύου βελτιστοποίησης των δικτύων αντιπυρικών ζωνών σε ένα δάσος. Στρατηγικά τοποθετημένες αντιπυρικές ζώνες πρέπει οπωσδήποτε να παρέχουν σημεία εύκολης πρόσβασης από τις δασοπυροσβεστικές δυνάμεις, ιδίως κοντά στη μίξη δασών-οικισμών (Rodrigues κ.α. 2019).

Αποτελέσματα

Σχετικά με τη δυνατότητα των περιοχών να αναγεννηθούν φυσικά, αυτή αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για τον καθορισμό των απαραίτητων εκτάσεων αναδάσωσης. Συγκεκριμένα από τις αυτοψίες που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρήθηκε ότι η χαλέπιος Πεύκη έχει αρχίσει να αναγεννάται σε ικανοποιητικό βαθμό (Εικόνες 2,3). Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας για την αναγέννηση της χαλεπίου Πεύκης, ένα χρόνο μετά την πυρκαγιά, στην περιοχή της Λίμνης προκύπτει ότι η φυσική αναγέννηση είναι ικανοποιητική (Παπαβασιλείου 2022). Σε ό,τι αφορά στις κλίσεις, σε χαμηλές κλίσεις η αναγέννηση είναι πολύ καλή ενώ όσο η κλίση αυξάνεται παρατηρείται σχετική μείωση της. Στις μικρές κλίσεις μειώνονται οι πιθανότητες διάβρωσης, το έδαφος είναι πλουσιότερο σε θρεπτικά συστατικά και βαθύτερο με αυξημένη εδαφική υγρασία. Πρέπει να σημειωθεί ότι στα σημεία στα οποία έχουν υλοτομηθεί τα καμένα δέντρα και έχουν γίνει αντιδιαβρωτικά έργα, οπότε κατ' επέκταση το έδαφος έχει αναμοχλευθεί και συκρατηθεί, ο αριθμός των φυταρίων ήταν ακόμα μεγαλύτερος. Η θέση στην πλαγιά, επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην αναγέννηση. Παρατηρούμε ότι στο κάτω μέρος της πλαγιάς έχουμε καλύτερη αναγέννηση διότι μετά την πυρκαγιά, κυρίως όταν καίγονται και οι βελόνες, τα νερά της βροχής παρασύροντας στάχτη και έδαφος παρασύρουν μαζί και σπόρους στο κάτω μέρος της πλαγιάς. Εκεί και οι συνθήκες υγρασίας είναι ευνοϊκότερες για τη φύτευση των σπόρων (Τσιτσώνη 1991, Tsi-toni 1997). Επιπλέον, στα σημεία όπου δεν υπήρχαν ξερά κλαδιά, πεσμένα και παρατημένα δέντρα αλλά και η υποβλάστηση δεν ήταν έντονη, παρατηρήθηκαν περισσότερα νέα φυτάρια. Στα σημεία με μεγάλη υποβλάστηση η αναγέννηση δεν ήταν τόσο καλή και ακόμα, τα φυτάρια ήταν πολύ μικρά σε ύψος. Από τις παρατηρήσεις μας προκύπτει, ότι το ύψος των φυταρίων γενικά δεν ξεπερνά τα 30cm. Υπήρχαν περιπτώσεις όμως φυταρίων με ύψος άνω των 30cm, στο κάτω μέρος της πλαγιάς και κυρίως σε πιο καθαρά εδάφη.



Εικόνα 2. Περιοχή Ρετσίνολακκος (16/08/2021)
Picture 2. Retsinolakkos sarea (16/08/2021)



Εικόνα 3. Περιοχή Ρετσίνολακκος (29/07/2022)
Picture 3. Retsinolakkos area (29/07/2022)

Στην τελευταία αυτοψία στην ευρύτερη περιοχή μελέτης τον Φεβρουάριο του 2022, εντοπίστηκαν νεαρά άτομα που βρίσκονται τόσο στην 1^η, 2^η αλλά και της 3^η αυξητική περίοδο. (Για το λόγο αυτό προτείνονται προς αναδάσωση εκτάσεις χαλεπίου Πεύκης που έχουν καεί τουλάχιστον άλλη μια φορά τα τελευταία 15-17 χρόνια, ηλικία απαραίτητη για την παραγωγή κώνων.

Σχετικά με τα άλλα δύο κυρίαρχα είδη, δηλαδή την μαύρη Πεύκη και την Ελάτη, τα αποτελέσματα είναι αυτά που αναμένονταν, δηλαδή πολύ αραιή έως σποραδική φυσική αναγέννηση για την μαύρη Πεύκη και σχεδόν μηδενική για την Ελάτη, αφού τα είδη αυτά παρουσιάζουν χαμηλή ανταπόκριση στη μεταπυρική περίοδο καθώς δεν έχουν τους μηχανισμούς ανταπόκρισης της χαλεπίου Πεύκης.

Απαραίτητη γνώση για την τελική επιλογή των πολυγώνων που χρήζουν αναδάσωσης ήταν η πληροφορία των εκτάσεων χαλεπίου Πεύκης που έχουν ξανα-καεί κατά το πρόσφατο παρελθόν και

συγκεκριμένα σε διάστημα μικρότερο των 15-17 ετών (Step 1). Το διάστημα αυτό είναι το απολύτως απαραίτητο σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Goudelis κ.α. 2008) για την παραγωγή σπόρων από τα νεαρά αυτά άτομα. Ως ελάχιστα απαραίτητη έκταση για τη διενέργεια αναδάσωσης θεωρήθηκε αυτή του 1 Ha, καθώς μικρότερες διπλο-καμένες εκτάσεις συνήθως αναδασώνονται φυσικά μέσω των γειτονικών δασικών εκτάσεων.

Για τον εντοπισμό των παραπάνω εκτάσεων χρησιμοποιήθηκε το αρχείο αναδασωτέων που προέκυψε κατά τη σύνταξη του Δασικού Χάρτη (ΔΧ) της περιοχής κατά το 2017, καθώς και μεταγενέστερα δεδομένα από τα δασαρχεία Λίμνης και Ιστιαίας, απ' όπου επιλέχθηκαν Αναδασωτέες από το 2005 και μετά, με έκταση μεγαλύτερη του 1 Ha.

Με τον τρόπο αυτό προέκυψαν οι Εκτάσεις που έχουν καεί ξανά μετά το 2005, οι οποίες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3):

Πίνακας 3.. Διπλο-καμένες εκτάσεις* ανά Δασαρχείο και Ιδιοκτησιακό Καθεστώς (στρ)
Table 3. Double-burnt areas* by Forest Department and Ownership Regime (str)

Δασαρχείο	Ιδιοκτησία	Δάσος	Έκταση (στρ)		
Ιστιαίας	Δημόσιο	Δημόσιο δάσος Κυπαρισσίου	329.5	329.5	343.0
	Ιδιωτικό	Ιδιωτικό δάσος Βουτά	0.8	13.5	
		Ιδιωτικό δάσος Γαλατσάδων-Καματριάδων	12.7		
Λίμνης	Δημόσιο	Δημόσιο Δάσος Ι.Μ. Γέροντος-Κουρκουλών-Σκεπαστής	78.2	3582.7	10 029.0
		Δημόσιο Δάσος Λίμνης	3 504.5		
	Διακατεχόμενο	Διακατεχόμενο δάσος Αγιαννάκου	29.4	6260.7	
		Διακατεχόμενο δάσος Ι.Μ. Γαλατάκη	5 714.2		
		Διακατεχόμενο δάσος Τρούπων-Κόφινα	324.3		
		Διακατεχόμενο δάσος Ψηλής Ράχης	192.8		
	Ιδιωτικό	Ιδιωτικό δάσος Μαρουλίου-Κούλουρου	162.4	162.4	
	Συνιδιόκτητο	Συνιδιόκτητο δάσος Αγίας Άννας	12.7	1.3	
	Συνδιακ/μενο	Συνδιακατεχόμενο δάσος Μανδανικών	10.5	10.5	
Σύνολο			10 372.0	10 372.0	10 372.0

*αφορά καμένες εκτάσεις της πυρκαγιάς του 2021 που έχουν καεί κατά το πρόσφατο παρελθόν (μεταγενέστερα του 2005) και έχουν έκταση μεγαλύτερη του 1 Ha.

Από τα μεγέθη που προκύπτουν, το κόστος της πλήρους αναδάσωσης των παραπάνω εκτάσεων, εφαρμόζοντας έναν συντηρητικό φυτευτικό σύνδεσμο 100 φυταρίων ανά στρέμμα και σύμφωνα με την Προκαταρκτική Μελέτη που συντάχθηκε για την περιοχή, ανέρχεται περίπου σε 38.500.000 €. Το κόστος της ίδιας εργασίας με εφαρμογή ενός πιο πυκνού φυτευτικού συνδέσμου με 160 φυτάρια ανά στρέμμα ανέρχεται περίπου σε 58.500.000 €. Λόγω τόσο του δυνητικού αυξημένου κόστους αλλά και των διαφορετικών ιδιοκτησιακών καθεστώτων των δασών, η ανάλυση επικεντρώθηκε κατά κύριο λόγο στα δημόσια δάση, καθώς αυτά αποτελούν πρώτη προτεραιότητα και η πολιτεία είναι η άμεσα υπεύθυνη.

Έτσι, για το σύνολο των παραπάνω εκτάσεων που ανήκουν σε δημόσια δάση που μελετήθηκαν, έγινε περαιτέρω έλεγχος με τον Δασικό Χάρτη της περιοχής. Κατά τη διαδικασία αυτή προέκυψαν μερικές τροποποιήσεις στις εκτάσεις αυτές, καθώς εξαιρέθηκαν εκτάσεις με χαρακτήρα «Α», (Άλλης Μορφής) και προστέθηκαν εκτάσεις με χαρακτήρα «Δ» (Δάση και Δασικές εκτάσεις) βελτιώνοντας την γεωχωρική ακρίβεια του προϊόντος (Step 2).

Τελευταίο στάδιο της οριστικοποίησης των πολυγώνων βλάστησης αποτέλεσε ο φωτοερμηνευτικός έλεγχος σε μεταγενέστερα της πυρκαγιάς δορυφορικά υπόβαθρα. Στόχος ήταν ο εντοπισμός εκτάσεων που εσφαλμένα εντάχθηκαν στην κήρυξη της αναδασωτέας έκτασης. Ο συγκεκριμένος έλεγχος βασίστηκε σε χρονοσειρά δορυφορικών εικόνων Sentinel 2

εικονοστοιχείου 10m αλλά και δορυφορικές εικόνες της Google μέσω της πλατφόρμας GoogleEarth. Ο έλεγχος έγινε περιοδικά ανά τρίμηνο, έτσι ώστε όχι μόνο να εντοπιστούν αρχικά οι εκτάσεις που δεν κήκταν από την πυρκαγιά, αλλά να ελεγχθεί και η ανταπόκριση της βλάστησης μεταπυρικά μέχρι και σήμερα. Οι επιλεγείσες εκτάσεις ελέγχθηκαν και καθορίστηκαν μέσω περιοδικών επιτόπιων ελέγχων (Step 3). Από τη διαδικασία αυτή εντοπίστηκαν μεταβολές διαμορφώνοντας την τελική δημόσια έκταση προς αναδάσωση από 10 682 στρ σε 8 526,9 στρ σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4)

Πίνακας 4. Εκτάσεις προς αναδάσωση (στρ)
Table 4. Areas to be reforested (str)

ΔΑΣΑΡΧΕΙΟ	ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ	ΕΛΑΤΗ	Π. ΜΑΥΡΗ	Π. ΧΑΛ.	ΣΥΝΟΛΟ
Ιστιαίας	Δημόσιο	0	0,0	233.4	233.4
Λίμνης	Δημόσιο	2 601.7	2 326.9	3 364.9	8 293.5
ΓΕΝ.ΣΥΝΟΛΟ		2 601.7	2 326.9	3 598.3	8 526.9

Πέραν των δημόσιων εκτάσεων κρίνεται αναγκαία και η αναδάσωση μαύρης Πεύκης, που ανήκει στο Συνδιακατεχόμενο Δάσος Κερασιάς έκτασης 856,9 στρ καθώς η μαύρη Πεύκη αποτελεί οικοτόπο προτεραιότητας και πρέπει να προστατευτεί ο πληθυσμός της. Επομένως οι εκτάσεις που προτείνονται προς αναδάσωση ανέρχονται σε 9383,8 στρ.

Αν και η βοσκή στις αναδασωτέες εκτάσεις είναι απαγορευμένη με εφαρμογή απαγορευτικών διατάξεων, κρίθηκε σκόπιμο να τοποθετηθεί περίφραξη στις απολύτως απαραίτητες εκτάσεις που χρήζουν προστασίας, εφαρμόζοντας κάποια συντηρητικά όρια επιρροής της εκτατικής κτηνοτροφίας (Step 4).

Σχετικά με τις φωτοδοτίδες αντιπυρικές ζώνες περίξ παραδασόβιων οικισμών, θα εφαρμοσθούν τα εξής:

Ζώνη 1^η πλάτους 50 m, γυμνή από βλάστηση. Μπορεί να καλύπτεται από χλοοτάπητα και να χρησιμεύει ως δίοδος κίνησης πυροσβεστικών οχημάτων και επίγειων δασοπυροσβεστικών δυνάμεων. Κατά μήκος της πρέπει να εγκατασταθούν πυροσβεστικοί κρουνοί συνδεδεμένοι με το υδρευτικό σύστημα του οικισμού.

Φύτευση ενδημικών πυρανθεκτικών ειδών όπως η άκαρπη μουριά Καρύστου (*Morus platanifolia*, πλατύφυλλη καλλωπιστική ποικιλία με άμεση διαθεσιμότητα στην περιοχή της Εύβοιας) σε φυτευτικό σύνδεσμο 3X3 m (100 έως 110 φυτά ανά στρέμμα) θα απορροφήσει μέρος της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας από μια πυρκαγιά, ενώ θα μετριάσει τις υψηλές θερμοκρασίες του αέρα κατά τη διάρκεια της θερινής τουριστικής περιόδου, προσφέροντας έτσι ανακούφιση στους κατοίκους.

Εναλλακτικά, κάλυψη του γυμνού εδάφους με χλοοτάπητα που θα βρίσκεται υπό το καθεστώς ελεγχόμενης βόσκησης από οικοσίτα ζώα κατά τους θερινούς μήνες, θα αποτελέσει ένα αγροδασικό οικοσύστημα που, εκτός της ωφέλειας της νομής, θα μειώνει αποτελεσματικά και την ταχύτητα εξάπλωσης και την θερμική ένταση μιας πυρκαγιάς που ενδέχεται να απειλήσει τον οικισμό.

Ζώνη 2^η πλάτους 100 m, φυτεμένη με κατά το δυνατόν ταχυαυξή και πυρανθεκτικά πλατύφυλλα είδη, δένδρα και θάμνους, σε φυτευτικό σύνδεσμο 3X3 m. Έτσι, μειώνεται η πιθανότητα δημιουργίας πυρκαγιών κόμης και νέων εστιών, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται ο κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους. Η χνοώδηςδρύς (*Quercus pubescens*) και η κουτσουπιά (*Cercis siliquastrum*) είναι κατάλληλα λιγότερο εύφλεκτα είδη με άμεση εμπορική διαθεσιμότητα. Ως δεύτερη επιλογή (ή σε συνδυασμό με μικρότερη αναλογία) μπορεί να χρησιμοποιηθούν πυρανθεκτικά και ξηρανθεκτικά είδη όπως το αρμυρίκι (*Tamarix hampeana*) και η χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*), τα οποία όμως είναι βραδυαυξή και όχι άμεσα διαθέσιμα σε μεγάλες ποσότητες και διαστάσεις. Εναλλακτικά, ιδανική λύση μπορεί να αποτελέσει η φύτευση οπωροφόρων δένδρων γεωργικών καλλιεργειών όπως η αμυγδαλιά (*Prunus amygdalus*), η συκιά (*Ficus carica*), η (άγριο)κερασιά (*Prunus avium*), ακόμα και η γκορτσιά (*Pyrus amygdaliformis*). Αυτά τα μικρού μεγέθους δένδρα έχουν τα πλεονεκτήματα της σχετικά μικρής και λιγότερο εύφλεκτης κόμης, της ωφέλειας για την άγρια

ορνιθοπανίδα, και της άμεσης διαθεσιμότητας. Επιπλέον, είναι είδη δένδρων απόλυτα εναρμονισμένων με το ελληνικό μεσογειακό τοπίο.

Τέλος, η φύτευση ξηροφυτικών μεσογειακών θάμνων της οικογένειας των *Rosaceae* ή *Oleaceae* ως υπόροφη βλάστηση θα έχει ευεργετικές συνέπειες στις ιδιότητες του εδάφους και στο ενδιαίτημα της άγριας πανίδας. Το λιγούστρο (*Ligustrum* spp.), η πασχαλιά (*Syringa vulgaris*), ο φράξινος (*Fraxinus ornus*), η αγριοτριανταφυλλιά (*Rosa canina*), η τσαπουρνιά (*Prunus spinosa*), ο κραταίγος (*Crataegus monogyna*) και το σμέουρο (*Rubus ideaus*) αποτελούν επιλογές άμεσα διαθέσιμες και σε διακοσμητικές ποικιλίες στα κατά τόπους φυτώρια καλλωπιστικών ειδών.

Ζώνη 3^η πλάτους 150 m φυσικού πευκοδάσους χαλεπίου Πεύκης (*Pinus halepensis* Mill.) αραιωμένοι με καλλιεργητικές υλοτομίες σε φυτευτικό σύνδεσμο 4X4 m (40 έως 50 δένδρα στο στρέμμα). Το ποσοστό συγκόμωσης δεν θα υπερβαίνει το 50%. Επίσης, θα πρέπει να γίνει κλάδευση των δένδρων μέχρι του 1/3 του συνολικού μήκους της κόμης. Το ελάχιστο ύψος έναρξης κόμης δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο των 3 m από την επιφάνεια του εδάφους. Επίσης, απαιτείται απομάκρυνση της παρεδαφιαίας βλάστησης συμπεριλαμβανομένης και της φυσικής αναγέννησης στο στάδιο της πυκνοφυτείας (κν. 'βούρτσα'). Έτσι, θα επιτευχθεί διάσπαση της οριζόντιας και κατακόρυφης συνέχειας της δασικής καύσιμης ύλης, μείωση της πιθανότητας έναρξης πυρκαγιάς κόμης ή δημιουργίας νέων εστιών, μείωση της θερμικής έντασης του μετώπου της πυρκαγιάς και επιβράδυνση της εξάπλωσής του. Όλες αυτές οι συνθήκες διευκολύνουν το έργο της δασοπυρόσβεσης και καθιστούν απολύτως αποτελεσματικές τις από αέρος ρίψεις των πυροσβεστικών αεροσκαφών. Πρόβλεψη διάκενου ασφαλείας (γυμνό από δενδρώδη και θαμνώδη βλάστηση) των επίγειων πυροσβεστικών δυνάμεων διατάσεων 70X70 m (περίπου 5 στρέμματα).

Ως πιλοτική εφαρμογή του συστήματος αντιπυρικών ζωνών «ΦΩΤΟΔΟΤΙΔΑ» επελέγησαν τα χωριά Γούβες (Δήμου Ιστιαίας – Αιδηψού) και Αχλάδι (Δήμου Μαντουδίου – Λίμνης – Αγίας Άννας) στην Βόρειο Εύβοια. Αμφότερα τα χωριά κινδύνεψαν και εκκενώθηκαν κατά την καταστροφική πυρκαγιά της Βόρειας Εύβοιας στις 8 Αυγούστου 2021. Η επιλογή τους έγινε με βάση την πυροεπικινδυνότητά τους και τις ιδιαίτερες συνθήκες που παρουσιάζουν από άποψη προληπτικού αντιπυρικού σχεδιασμού.

Συμπεράσματα

Αναδάσωση

Συγκεκριμένα θα φυτευτούν 1.364.304 φυτά στις εκτάσεις των Δημοσίων δασών και 137.104 φυτά στο Ιδιωτικό δάσος Κερασιάς, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 που ακολουθεί.

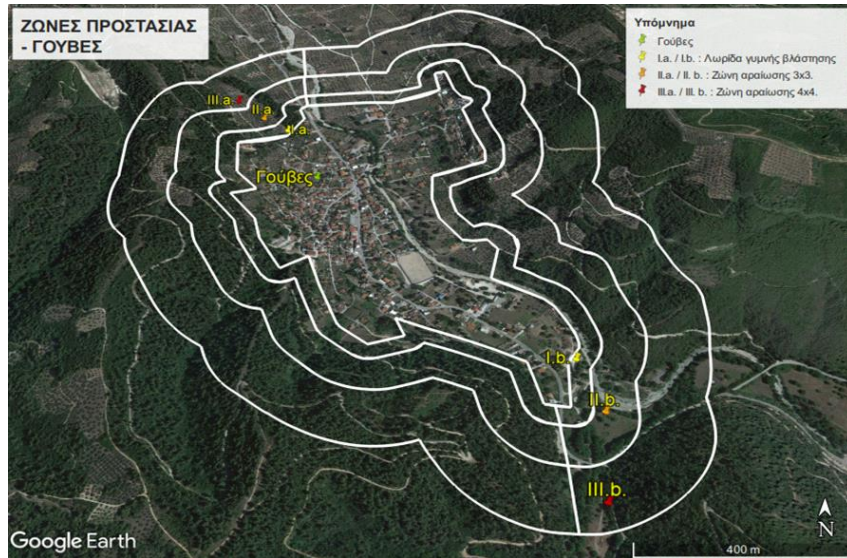
Πίνακας 5. Αριθμός ατόμων προς φύτευση ανά δασοπονικό είδος και κατηγορία ιδιοκτησίας
Table 5. Number of seedlings for planting per species and ownership category

Δασοπονικό είδος	Αριθμός ατόμων
Δημόσια Δάση	
Χαλέπιος Πεύκη (<i>Pinus halepensis</i>)	575 728
Μαύρη Πεύκη (<i>Pinus nigra</i>)	364 662
Κεφαλληνιακή Ελάτη (<i>Abies</i> spp.)	423 914
Συνδιακατεχόμενο Δάσος Κερασιάς	
Μαύρη Πεύκη (<i>Pinus nigra</i>)	137 104
Γ ΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΦΥΤΕΣΥΣΕΩΝ	1 501 408

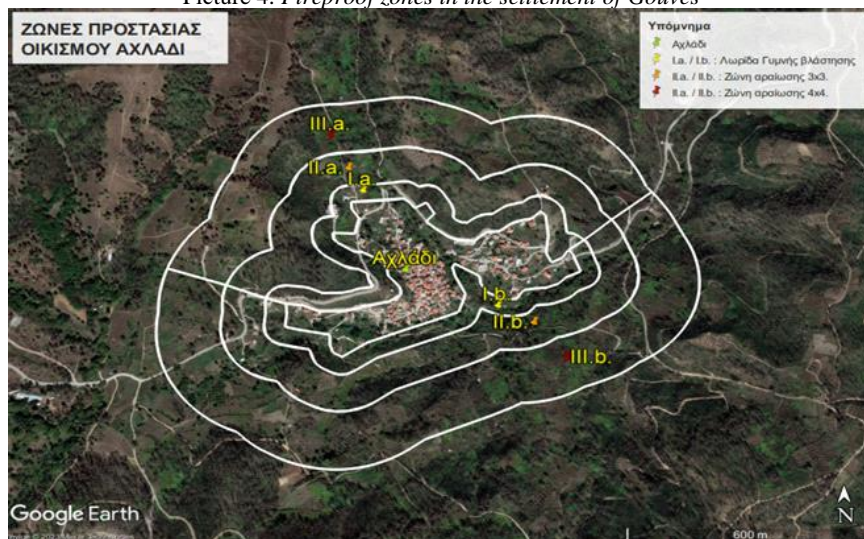
Αντιπυρικές ζώνες

Ως πιλοτική εφαρμογή του συστήματος αντιπυρικών ζωνών «ΦΩΤΟΔΟΤΙΔΑ» επελέγησαν τα χωριά Γούβες (Δήμου Ιστιαίας – Αιδηψού) (Εικόνα 4) και Αχλάδι (Δήμου Μαντουδίου – Λίμνης – Αγίας Άννας) (Εικόνα 5) στην Βόρειο Εύβοια. Αμφότερα τα χωριά κινδύνεψαν και εκκενώθηκαν κατά την καταστροφική πυρκαγιά της Βόρειας Εύβοιας στις 8 Αυγούστου 2021. Η επιλογή τους

έγινε με βάση την πυροεπικινδυνότητά τους και τις ιδιαίτερες συνθήκες που παρουσιάζουν από άποψη προληπτικού αντιπυρικού σχεδιασμού.



Εικόνα 4. Αντιπυρικές ζώνες στον οικισμό Γούβες
 Picture 4. Fireproof zones in the settlement of Gouves



Εικόνα 5. Αντιπυρικές ζώνες στον οικισμό Αχλάδι
 Picture 5. Fireproof zones in the settlement of Achladi

Abstract

In the Mediterranean zone, the ecosystems of the Scots pine, the evergreen broadleaves and the warm-living broadleaves (oak and chestnut forests) are adapted to fires and regenerate easily after them. The pines with seeds and the broad-leaved species with sprouts. A problem of restoration of forest ecosystems after the fire is created in Black Pine and Fir, species that are not adapted to fires, due to their distribution zone. The restoration will concern the entire burned area, but the reforestation will be applied only to the areas where there is a failure or inability of natural regeneration as well as to areas where for protective and aesthetic reasons a different approach is required (near settlements and other areas of touristic or recreational interest). The final public area to be reforested amounts to 8,526.9 m².

Βιβλιογραφία

- Goudelis, G., Ganatsas, P., Tsitsoni T., Spanos I., Daskalakou, E. 2008. Effect of two successive wildfires in *Pinus halepensis* Mill. stands in Central Greece. *Web Ecology* 8: 30-34.
- Grossnickle, S.C. 2000. Ecophysiology of Northern Spruce Species. *The Performance of Planted Seedlings*; NRC Research Press: Ottawa, ON, Canada, 2000.
- Demange Marc, Alesia DiFonso, Gabriele Di Stefano, Pierpaolo Vittorini 2022. A graph theoretical approach to the firebreak locating problem. *Theor Comput Sci* . (914): 47-72.
- Khan Nazmul, Moinuddin Khalid. 2021. The Role of Heat Flux in an Idealized Firebreak Built in Surface and Crown Fires. *Atmosphere*, Volume 12, 1395.
- Ντάφης, Σ. 2009. Το πρόβλημα της αποκατάστασης των καμένων δασών μαύρης Πεύκης – αρχές αποκατάστασης δασικών οικοσυστημάτων. Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου: Νέες Προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης Πεύκης. Σπάρτη 15-16 Οκτ. 2009.
- Παπαβασιλείου, Ε. 2021. Έρευνα φυσικής αναγέννησης χαλεπίου Πεύκης μετά από πυρκαγιά στη βόρεια Εύβοια. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, σελ 50. (Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Θέκλα Κ. Τσιτσώνη)
- Pausas, J.G., Bladé, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Alloza, J.A., Vilagrosa, A., Bautista, S., Cortina, J. and Vallejo, R., 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: new perspectives for an old practice—a review. *Plant ecology*, 171(1), pp.209-220.
- Rodrigues, M., Alcasena, F., Vega – Garcia, C. 2019. Modelling initial attack success of wildfire suppression in Catalonia, Spain. *Sci. Total Environ.* 666: 915 – 92.
- Syphard, Alexandra D., Jon E. Keeley, Teresa J. Brennan. 2011. Comparing the role of fuel breaks across southern California national forests. *For. Ecol. Manag.*: 2038-2048.
- Τσιτσώνη Θ. 1991. Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά, στα δάση της Χαλεπίουπέυκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 144 σελ.
- Tsitsoni Th., 1997. Conditions determining natural regeneration after wildfires in the *Pinus halepensis* (Miller, 1768) forests of Kassandra Peninsula (North Greece). *For. Ecol. Manag.*, Amsterdam, 92:199-208
- Tsitsoni K.T, 2009. Seed quality characteristics of *Pinus halepensis* – seed germination strategy and early seedling growth. *Web Ecol.* 9: 72–76.
- Tsitsoni, K.T, 2009. Seed quality characteristics of *Pinus halepensis* – seed germination strategy and early seedling growth. *Web Ecol.* 9: 72–76.

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

ΣΧΕΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΑΣΟΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ Β. ΕΥΒΟΙΑ

Γκινή, Φωτεινή¹; Βραχνάκης, Μιχάλης¹; Καζόγλου, Ιωάννης¹; Σαμαράς, Δημήτριος¹; Κορομπίλιας, Γεώργιος²

¹Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τ.Κ. 43100, Καρδίτσα, fgkini@uth.gr

²ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, Κέντρο ΔΗΜΗΤΡΑ Καρδίτσας, Τ.Κ. 43100

Περίληψη

Τα δασογεωργικά συστήματα εφαρμόζονται παραδοσιακά στην Ελλάδα και συνδυάζουν σκοπίμως ξυλώδη με ποώδη, συνήθως, είδη φυτών στο ίδιο τμήμα της γεωργικής εκμετάλλευσης. Μεταξύ άλλων, μπορεί να εφαρμοστούν σε αγροτικές περιοχές που έχουν υποστεί υποβάθμιση λόγω φυσικών καταστροφών. Τον Αύγουστο του 2021, η Β. Εύβοια υπέστη τεράστια οικολογική και οικονομική καταστροφή από πυρκαγιά. Σκοπός της εργασίας είναι η διατύπωση σχεδίου εγκατάστασης προτύπου δασογεωργικού συστήματος με ξυλώδες είδος στον ανώροφο, την *Corylus colurna* εμβολιασμένη με *C. avellana*, ως ετήσια καλλιέργεια το σκληρό σιτάρι (ποικιλία *Maestrale*), και περιμετρικά του αγροτεμαχίου την καλλιέργεια αρωματικής λεβάντας (*Lavandula hybrida*, ποικιλία *Super*) για τα πρώτα επτά (7) έτη. Με την εφαρμογή του σχεδίου αναμένεται να εγκατασταθούν συνολικά 60 δέντρα φουντουκιάς, κατανεμημένα σε τέσσερις συνολικά αλές, σε σύνδεσμο 10 x 10 m, ώστε να μην σκιάζουν τις υποκείμενες φωτόφιλες καλλιέργειες.

Λέξεις κλειδιά: Αγροδασοπονία, *Corylus colurna*, *Coryllus avellana*, *Lavandula hybrida*, αποκατάσταση

Εισαγωγή

Ο αγροτικός τομέας επηρεάζεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια από την κλιματική κρίση, καθώς επηρεάζονται, μεταξύ άλλων, οι αποδόσεις των καλλιεργειών. Ειδικά στα εντατικά συστήματα καλλιεργειών, οι αναδυόμενες πρακτικές διαχείρισης αγροτικής γης στοχεύουν στον περιορισμό των αρνητικών συνεπειών λόγω κλιματικής κρίσης (Παπαναστάσης 2015). Μια τέτοια πρακτική είναι η καλλιέργεια και η διατήρηση των δέντρων στις γεωργικές εκτάσεις. Έτσι, η Αγροδασοπονία προβάλλει ως μια «έξυπνη» λύση στις νέες κλιματικές συνθήκες, με πολλά σημαντικά πλεονεκτήματα για επένδυση σε αυτή (Vrahnakis κ.ά 2016).

Λόγω των ωφελειών της, η Αγροδασοπονία θα πρέπει να θεωρείται κορυφαία πρακτική, φιλική προς το περιβάλλον, στα μικρά και μεγάλα γεωργικά συστήματα (Παπαναστάσης 2015). Στην Ελλάδα, όπου η έκθεση του αγροτικού τομέα στους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής είναι ολόένα και πιο έντονη, ο συνδυασμός γεωργικών καλλιεργειών και δέντρων είναι γνωστή και εφαρμοζόταν από το παρελθόν (Παπαναστάσης 2015). Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα αγροδασικά συστήματα είχαν συμπεριληφθεί στην Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) ως αγροπεριβαλλοντικό μέτρο, ήδη από την περίοδο 2007-2013 και εξακολούθησε και στην ΚΑΠ της περιόδου 2014-2020, στην Ελλάδα όμως δεν εφαρμόστηκαν. Το μέτρο συνεχίζει και περιέχεται αναθεωρημένο στη νέα ΚΑΠ (2023-2027), συμβάλλοντας σε μια πιο δίκαιη και βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη, όπως περιγράφεται στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal).

Τα δασογεωργικά συστήματα που στηρίζονται στην καλλιέργεια δένδρων που παράγουν ξύλο, φυλλοσανό και ξηρούς καρπούς προβάλλουν ως πολλά υποσχόμενα. Στην Ελλάδα φαίνεται να υπάρχουν ευνοϊκές συνθήκες για εξαγωγές ξηρών καρπών. Γενικά, οι ξηροί καρποί κατέχουν υψηλή θέση στη διατροφή των Ελλήνων, παρόλα αυτά το 72% της εγχώριας ζήτησης καλύπτεται με εισαγωγές από χώρες όπως η Ιταλία, η Ισπανία, η Τουρκία και η Κίνα. Το γεγονός αυτό μπορεί να είναι κίνητρο ώστε να αναπτυχθεί η αγροτική εκμετάλλευση ξηρών καρπών, όπως τα

φουντούκια, ως εναλλακτική καλλιέργεια σε δασογεωργικά συστήματα για να προσδώσει επιπλέον πηγή εισοδήματος στους γεωργούς και τους αγρότες γενικότερα. Επιπλέον, τα δασογεωργικά συστήματα έχουν προταθεί ως μία φιλοπεριβαλλοντική αναπτυξιακή λύση σε υποβαθμισμένες περιοχές, όπως μετά από πυρκαγιά (Wolpert κ.ά. 2022).

Το κενό γνώσης που υπάρχει στην Ελλάδα, σε σχέση με τα σύγχρονα και καινοτόμα δασογεωργικά συστήματα και η έλλειψη συστηματικών σχεδίων εγκατάστασής τους, καθιστούν αναγκαία την λεπτομερέστερη έρευνα στον τομέα αυτό. Την έλλειψη αυτή, επιδιώκει να αντισταθμίσει έως έναν βαθμό η παρούσα εργασία, παρέχοντας ένα πιλοτικό σχέδιο, που μπορεί να αποτελέσει οδηγό για την εγκατάσταση δασογεωργικών συστημάτων στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, σκοπός της εργασίας είναι η διατύπωση ενός σχεδίου εγκατάστασης δασογεωργικού συστήματος σε περιοχή της Β. Εύβοιας η οποία υπέστη όχι μόνο σημαντική περιβαλλοντική υποβάθμιση λόγω πυρκαγιάς (Αύγουστος 2021), αλλά επιπλέον η αγροτική παραγωγή υπέστη σημαντικό πλήγμα. Πολύ πιθανόν τα ευρήματα αυτής της εργασίας να αποτελέσουν οδηγό για την εγκατάσταση σύγχρονων αγροδασικών συστημάτων και σε άλλες πληγείσες περιοχές της Β. Εύβοιας, αλλά και γενικά της χώρας.

Υλικά και Μέθοδοι

Ως ευρύτερη περιοχή εφαρμογής του δασογεωργικού συστήματος επιλέχθηκαν οι πληγείσες γεωργικές εκτάσεις από την πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021 στη Β. Εύβοια (Εικόνα 1). Κατά την πυρκαγιά αυτή, η Β. Εύβοια υπέστη τεράστια οικολογική και οικονομική καταστροφή, καθώς κάηκαν μεταξύ άλλων 172.000 στρ. γεωργικών καλλιεργειών, με τα 110.500 στρ. αυτών να βρίσκονται στον Δήμο Μαντουδίου – Λίμνης – Αγίας Άννας.



Εικόνα 1. Χάρτης της Β. Εύβοιας. Με βέλος επισημαίνεται η Τ.Κ. Ροβιών (Πηγή:

<https://gr.pinterest.com/pin/713750240920995308/>).

Figure 1. Map of N. Evoia, Greece. The village of Rovies is indicated by arrow. (Source:

<https://gr.pinterest.com/pin/713750240920995308/>).

Στη Β. Εύβοια το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων είναι περίπου 600 mm με αξιοσημείωτες αποκλίσεις μεταξύ καλοκαιρινής και χειμερινής περιόδου. Οι πεδινές και παραθαλάσσιες περιοχές ανήκουν στον ύψυγρο βιοκλιματικό όροφο με τους χειμώνες να κατατάσσονται στους ήπιους. Η κλίση του εδάφους ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Η μέση κλίση είναι 32,8% και οι περιοχές που έχουν μεγαλύτερη του 50% κλίση, αποτελούν το 19%. (Αποστολίδης κ.ά. 2022).

Για την επιλογή του συγκεκριμένου αγροτεμαχίου έγινε επιτόπιος έλεγχος καταλληλότητας από τους συγγραφείς τον Σεπτέμβριο του 2022. Τα κριτήρια επιλογής που τέθηκαν ήταν (α) το ιδιοκτησιακό καθεστώς με έμφαση σε δημόσια έκταση, (β) η προσέγγιση του αγροκτήματος σε οδικό δίκτυο (για χρηστικούς λόγους, αλλά και για λόγους επίδειξης), (γ) η ευρύτερη περιοχή μελέτης να έχει υποστεί καταστροφή από την πυρκαγιά του Αυγούστου 2021, (ε) να έχει ικανή

έκταση και μορφολογία, και (στ) το δυναμικό του εδάφους (φυσικές και χημικές ιδιότητες) να είναι κατάλληλο για την εγκατάσταση του προτεινόμενου δασογεωργικού συστήματος.

Από το επιλεγέν αγροτεμάχιο, συλλέχθηκαν με εδαφολήπτη δείγματα εδάφους σε προφίλ 30 εκατοστά δέκα σημεία του αγροκτήματος (Εικόνα 2). Τα δείγματα ξηράνθηκαν, λειοτριβήθηκαν, κοσκινίστηκαν, μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος, αποθηκεύτηκαν και αναλύθηκαν στο πιστοποιημένο εργαστήριο εδαφολογικών αναλύσεων AgroEco της Καρδίτσας. Κατόπιν, διεκπεραιώθηκαν οι βασικές αναλύσεις εδάφους (υδραυλικά στοιχεία), ακολούθησε ο προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης του εδάφους, και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του. Επιπλέον μετρήθηκαν οι διαθέσιμες μορφές των θρεπτικών και διεξήχθησαν οι ειδικές αναλύσεις εδάφους (όπως Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, βαθμός αλκαλίωσης). Τέλος, ελήφθησαν συμπληρωματικά στοιχεία δοκιμών εδάφους (αναλογίες των θρεπτικών). Λεπτομέρειες σχετικές με τις τεχνικές που ακολουθήθηκαν κατά τις αναλύσεις των δειγμάτων εδάφους διατίθενται από την Γκινή (2023).



Εικόνα 2. Αριστερά: Σημεία λήψης εδαφολογικών δειγμάτων στο αγροτεμάχιο της περιοχής των Ροβιών. Δεξιά: Λήψη δειγμάτων εδάφους με εδαφολήπτη (Φωτ. προσωπικό αρχείο).

Figure 2. Left: Soil sampling points in the abandoned field near the village of Rovies. Right: Soil sampling (Photo.: personal record).

Επιπλέον, αναζητήθηκαν πληροφορίες από το διαδίκτυο και τη βιβλιογραφία, σχετικά με την εφαρμογή εγκατάστασης των επιλεγμένων καλλιεργειών, όπως την κατεργασία του εδάφους πριν τη σπορά και φύτευση, τον φυτευτικό σύνδεσμο και την πυκνότητα σποράς.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

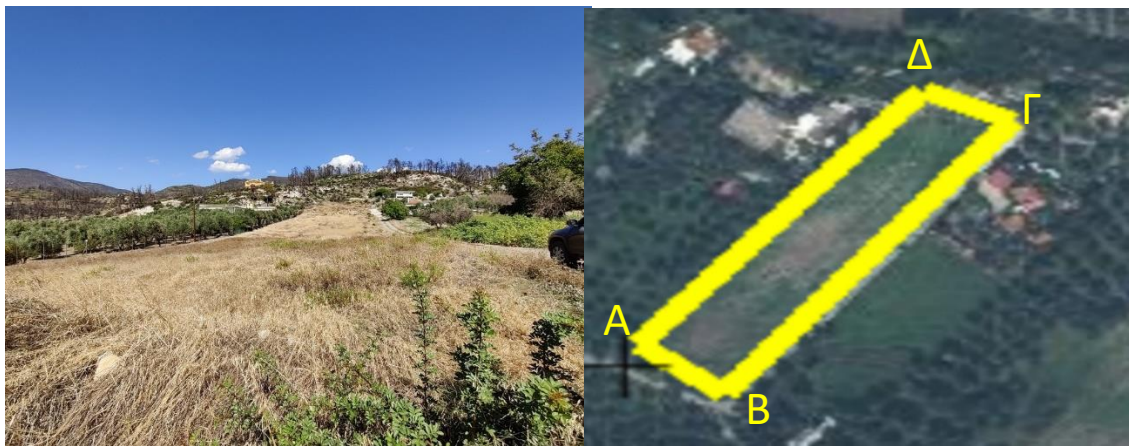
Επιλογή αγροτεμαχίου

Λαμβάνοντας υπόψη της προαναφερόμενες έξι προϋποθέσεις, επιλέχτηκε αγροτεμάχιο κοντά στην Τ.Κ. Ροβιών, του Δήμου Μαντουδίου – Λίμνης – Αγίας Άννας, έκτασης 4,90 στρ., υψομέτρου 50 m, σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου, με περίμετρο 352,6 m. Το αγροτεμάχιο αυτό πληρούσε τις τιθέμενες προϋποθέσεις. Πρόκειται για αγρό εγκαταλειμμένο για κάποια έτη πριν την πυρκαγιά του Αυγούστου 2021, με εμφανή κυριαρχία αγρωστωδών και πλατυφύλλων ποών (Εικόνα 3). Οι συντεταγμένες των τεσσάρων ακμών και άλλα γεωμετρικά στοιχεία του αγροτεμαχίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Τα υδραυλικά στοιχεία του εδάφους του αγροκτήματος βρίσκονται σε πολύ υψηλές τιμές (Εικόνα 4), δηλ. το έδαφος είναι σε θέση να συγκρατεί πολύ μεγάλη ποσότητα νερού έπειτα από βροχή ή άρδευση. Για τον λόγο αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή τόσο στις ποσότητες του νερού όσο και στη συχνότητα της άρδευσης. Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αργιλώδες, βαρύ, άρα πιθανόν να δημιουργείται προβλήματα στράγγισης και μη ικανοποιητικής ανάπτυξης των ριζών. Η

μηχανική σύσταση του εδάφους θα μπορούσε να βελτιωθεί με την επιφανειακή προσθήκη ποταμίσιου άμμου ή περλίτη.

Η τιμή του pH είναι υψηλή (7,92) και έτσι είναι πολύ πιθανό να δημιουργηθούν προβλήματα τροφωπενιών φωσφόρου και μικροθρεπτικών (ιδιαίτερα του σιδήρου). Το άζωτο, που προτείνεται να προστεθεί με λίπανση, είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται σε όξινη μορφή. Προληπτικά είναι χρήσιμη η εφαρμογή διαφυλλικών ψεκασμών που να περιέχουν ιχνοστοιχεία, ιδιαίτερα σίδηρο (Fe) και ψευδάργυρο (Zn), αλλά και φώσφορο (P). Η οργανική ουσία βρίσκεται στις υψηλές τιμές, άρα το έδαφος θεωρείται εφοδιασμένο με οργανική ουσία και δεν απαιτείται η προσθήκη κοπριάς για τα επόμενα δύο έως τρία χρόνια. Ωστόσο, προτείνεται βασική λίπανση πριν από τη φύτευση των δέντρων και ενσωμάτωση με άρωση του εδάφους φωσφορικών και καλιούχων λιπασμάτων. Αναφορικά με την προσθήκη οργανικής ουσίας στο άμεσο μέλλον, συστήνεται η προσθήκη καλά χωνεμένης κοπριάς κάθε δύο έως τρία χρόνια στα τέλη του φθινοπώρου με αρχές του χειμώνα. Επιπλέον, το έδαφος παρουσιάζει υπερβολικά υψηλή περιεκτικότητα σε Ca (5092,46 mg/kg). Για αυτό προτείνεται η καταστροφή της επιφανειακώς σχηματιζόμενης κρούστας, η αύξηση της οργανικής ουσίας καθώς και η εφαρμογή της στάγδην άρδευσης ή εναλλακτικά η συχνή άρδευση με μικρές ποσότητες νερού.



Εικόνα 3. Αριστερά. Το αγροτεμάχιο στην περιοχή των Ροβιών. Δεξιά. Δορυφορική απεικόνιση του αγροτεμαχίου (Φωτ. προσωπικό αρχείο).

Figure 3. Left: Experimental field near the village of Rovies. Right: Satellite image of the field (Photo. personal record).

Πίνακας 1. Συντεταγμένες και γεωμετρικά στοιχεία του αγροτεμαχίου.
Table 1. Coordinates and geometry of the selected field.

Κορυφή	X	Y	H (m)	Απόσταση (m)
A	433498,150	4296000,65	50	AB = 137,50
B	433580,040	4296111,11	53	BΓ = 35,22
Γ	433613,240	4296099,34	53	ΓΔ = 144,30
Δ	433528,710	4295982,39	50	ΔΑ = 35,60
Εμβαδόν, E=4896,86 m ² - Περίμετρος: 352,63 m				

Επιλογή ειδών προς εγκατάσταση

Με βάση τα αποτελέσματα της εδαφολογικής ανάλυσης καθώς και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και τα είδη που ευδοκιμούν στα δεδομένα του συγκεκριμένου αγρού, αποφασίστηκε η εγκατάσταση δασογεωργικού συστήματος που θα αποτελείται από την φουντουκιά ως υπερκείμενη καλλιέργεια και το σιτάρι ως υποκείμενη καλλιέργεια, ενώ περιμετρικά του χωραφιού προτείνεται η εγκατάσταση ενός αρωματικού φυτού, της λεβάντας.

Όσον αφορά το είδος της φουντουκιάς προς φύτευση προτείνεται η *Corylus colurna* ως κύριο υποκείμενο, εμβολιασμένο με *C. avellana* στο τρίτο έτος ανάπτυξης του υποθέματος. Η τελευταία

είναι μικρό δέντρο που δεν ξεπερνά σε ύψος τα 6 m. Καλλιεργείται στην Ημαθία, στην Πέλλα, στη Δράμα, στην Καβάλα, αλλά και στην Αιτωλοακαρνανία σε μικρή έκταση. Καμιά ποικιλία *C. avellana* δεν μπορεί να αναπτυχθεί ως δέντρο, γι' αυτό όταν ο σκοπός είναι η δενδρώδης καλλιέργεια δεν επιλέγεται ως κύριο υποκείμενο. Το υποκείμενο είδος *C. colurna* βρίσκεται μεμονωμένα σε διάφορα δάση της Ελλάδας σε υψόμετρο μέχρι και 1600 m. Καλλιεργείται με εμβολιασμό με άλλο είδος, καθώς δεν παράγει μόνη της αρκετούς και ποιοτικούς καρπούς. Τα δέντρα είναι αυτογόνιμα και η γύρη από τα αρσενικά άνθη μπορεί να επικονιάσει και να γονιμοποιήσει τα θηλυκά στο ίδιο φυτό. Διάσπαρτα στις γραμμές των δέντρων προτείνεται η εγκατάσταση κάποιων δενδρυλλίων της ποικιλίας Tonda Romana, η οποία αποτελεί επικονιαστή για τις περισσότερες ποικιλίες φουντουκιάς.

Ο τύπος του σιταριού που επιλέχθηκε λόγω υψηλής ανθεκτικότητας, υψηλής απόδοσης και υψηλότερης τιμής πώλησης είναι το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* L.). Από τις ποικιλίες σκληρού σιταριού που καλλιεργούνται στην Ελλάδα, επιλέχθηκε η Maestrale, που είναι πολύ πρώιμη και με πολύ υψηλό δυναμικό παραγωγής. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό της είναι η μεγάλη ικανότητα για αδελφωμα.

Για το είδος λεβάντας επιλέχθηκε η *Lavandula hybrida*, υβρίδιο προερχόμενο από τα *L. vera* x *L. spica*, το οποίο εισάγεται στη χώρα μας από τη Γαλλία. Χαρακτηρίζεται ως μικρού ύψους θάμνος (30 - 80 cm) και αξιοποιείται συχνά στο εμπόριο για την παραγωγή αιθέριου ελαίου (lavandin super), που έχει πολλά οφέλη για την υγεία και την ευεξία του ανθρώπου. Το αιθέριο έλαιο περιέχει οξικό λιναλύλιο, λιναλοόλη και καμφορά (Muñoz-Bertomeu κ.ά. 2006). Επιλέχθηκε η ποικιλία Super λόγω της υψηλότερης παραγωγής ανθέων που μπορούν να συγκομισθούν και να διατεθούν ως διακοσμητικά φυτά (φρέσκα και αποξηραμένα) και υψηλής απόδοσης και ποιότητας αιθέριου ελαίου. Η λεβάντα είναι φωτόφιλο είδος και οι πλήρως ανεπτυγμένες φουντουκίες (5-7 ετών) θα τη σκιάζουν με την κόμη τους. Γι' αυτό, μετά τα επτά πρώτα έτη θα εγκαταλειφθεί η καλλιέργεια της λεβάντας ή θα επαναφυτευθεί.

Φύτευση φουντουκιάς και λεβάντας – Σπορά σιταριού

Όπως προαναφέρθηκε, το έδαφος στο αγροτεμάχιο στην περιοχή Ροβιές είναι αργιλώδες και βαρύ. Η κατεργασία του εδάφους θα πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή και να πραγματοποιείται όταν το έδαφος περιέχει την κατάλληλη υγρασία. μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου, ώστε να διασπαστεί ευκολότερα και να επιτευχθεί βελτίωση του αερισμού και της αποστράγγισης. Η φθινοπωρινή άροση συνήθως δεν πραγματοποιείται βαθιά για την καλλιέργεια σιταριού, διότι ο κύριος όγκος του ριζικού συστήματος βρίσκεται σε βάθος 30 cm. Ο αγρός στις Ροβιές περιέχει επίσης αρκετές πέτρες στην επιφάνεια και το έδαφος είναι αρκετά συμπαγές. Γι' αυτό τον λόγο προτείνεται μια πρώτη άροση με εδαφοσχίστη (tiper) και μια δεύτερη με κανονικό άροτρο σε βάθος το πολύ 30 cm. Μετά την άροση και ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες, είναι πολύ πιθανό να απαιτηθεί απομάκρυνση των μεγαλύτερων λίθων και κατεργασία με ελαφρύτερα μηχανήματα, π.χ. με καλλιεργητή

Σε συνεκτικά, βαριά και αργιλώδη εδάφη, όπως στις Ροβιές, η σπορά σιταριού προτείνεται να πραγματοποιείται στις αρχές Νοεμβρίου. Για τη σπορά θα χρησιμοποιηθεί σπαστική μηχανή και θα υλοποιηθεί σε γραμμές. Σε αυτή την περίπτωση, οι ποσότητες σπόρων που απαιτούνται είναι μικρότερες έναντι σποράς με λιπασματοδιανομέα, η φύτευση γίνεται ταχύτερα και ομοιόμορφα και τα απολεσθέντα φυτά τη χειμερινή εποχή είναι λιγότερα. Για να επιτευχθεί πυκνότητα βλάστησης από 150 - 350 φυτά/m² για την ποικιλία Maestrale μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποσότητα σπόρων έως 25 kg/στρ.

Η καταλληλότερη περίοδος για να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση των δέντρων της φουντουκιάς είναι το φθινόπωρο, όμως για την αποφυγή ανταγωνισμού με το σιτάρι στον συγκεκριμένο αγρό, προτείνεται η φύτευση και η εγκατάσταση των δενδρυλλίων να γίνει χωρίς την άνοιξη. Οι αποστάσεις φύτευσης που επιλέγονται συνήθως για τα δενδρύλλια φουντουκιάς κυμαίνονται από 1,5 - 10 m. Επειδή το έδαφος στην περίπτωση του αγροτεμαχίου στις Ροβιές είναι σχετικά επίπεδο, η φύτευση θα γίνει σε σειρές, τετράγωνου συστήματος. Η επιλογή της συγκαλλιέργειας φουντουκίων και σκληρού σιταριού επιτρέπει την τοποθέτηση των δέντρων σε σειρές με συμμετρικές αποστάσεις 10 x 10 m και τη σπορά του σιταριού σε λωρίδες ενδιάμεσα των δέντρων. Περιμετρικά στον αγρό (φυτοφράκτης) θα φυτευτούν φουντουκίες και φυτά λεβάντας, με πρόβλεψη μη φύτευσης στα σημεία εισόδου - εξόδου των γεωργικών μηχανημάτων.

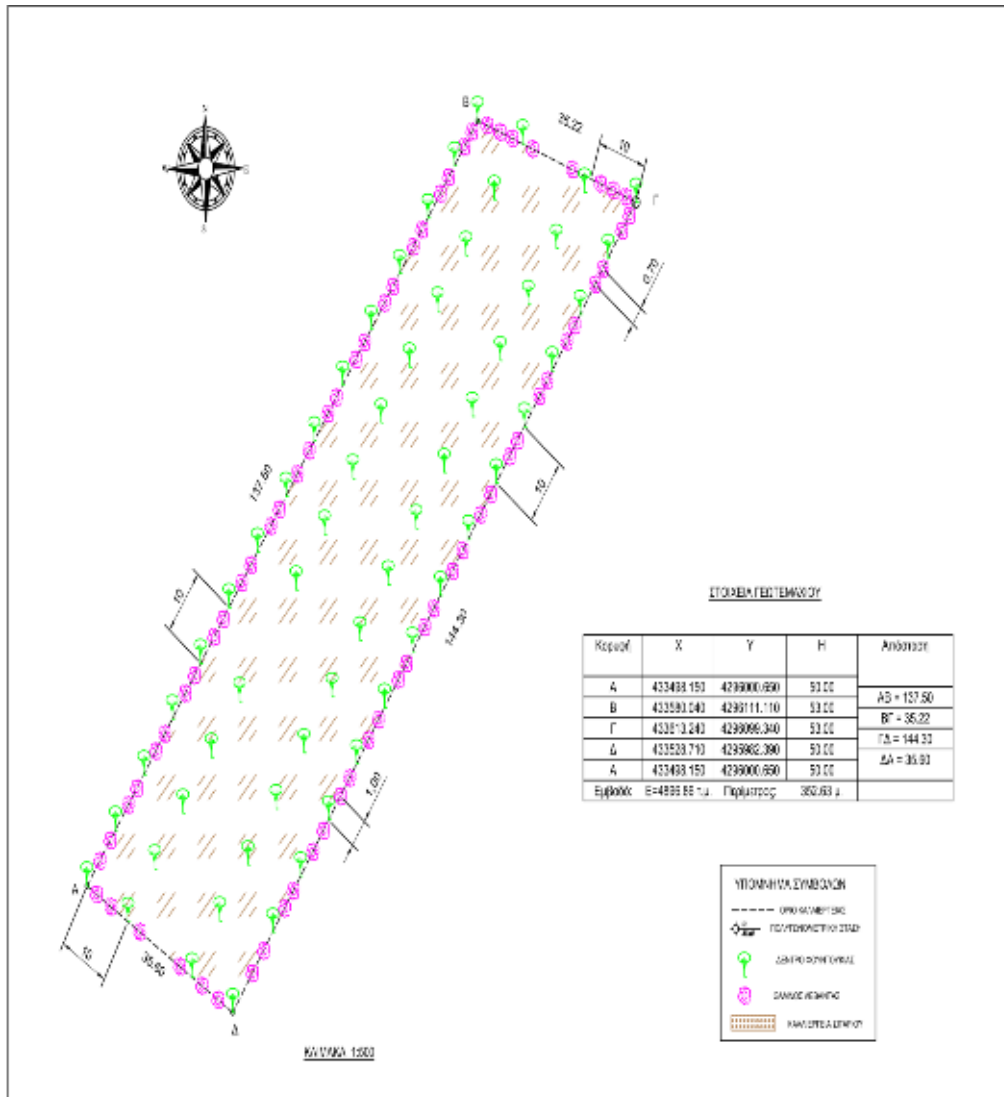
Οι λάκκοι φύτευσης θα πρέπει να έχουν διάμετρο διπλάσια των ριζών των δενδρυλλίων και βάθος ίσο με αυτό του φυτωρίου. Συγκεκριμένα, προτείνεται το άνοιγμα λάκκων με βάθος περίπου 35 cm και πλάτος 30 x 30 cm ή διάμετρο 30 cm. Κατά την κάλυψη των λάκκων, συνήθως προτείνεται η ανάμιξη ενός μέρους καλά χωνεμένης κοπριάς με τρία μέρη εδάφους για την αποφυγή ανάπτυξης ζιζανίων, τη συγκράτηση υγρασίας και τον καλύτερο αερισμό. Αντ' αυτού, για τις εδαφικές συνθήκες του αγροτεμαχίου στις Ροβιές, προτείνεται ως αποτελεσματικότερη λύση η χρήση ορυκτών, όπως ζεόλιθος ή ατταπουλγίτης για την καλύτερη διαχείριση της υγρασίας, του αερισμού και της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, σε ανάμειξη με το έδαφος και με τοποθέτηση 400 - 600 gr σε 2 - 3 στρώματα (πυθμένα – μέση – κορυφή) στον λάκκο φύτευσης.

Η *C. colurna* χρειάζεται συνεχή φροντίδα ειδικά τα πρώτα έτη ανάπτυξης καθώς αναπτύσσει παραβλαστήματα, σε μικρότερο βαθμό από την *C. avellana* και από άλλες ποικιλίες φουντουκιάς. Γι' αυτό τον λόγο, πριν φυτευτούν τα δενδρύλλια της *C. colurna* θα πρέπει να αφαιρεθούν οι οφθαλμοί που εμφανίζονται πολλές φορές κοντά στη ρίζα ή και παραπάνω, για να μην υπάρξουν προβλήματα εμφάνισης ανεπιθύμητων παραβλαστημάτων στη βάση ανάπτυξης του δέντρου και να επιτευχθεί η επιθυμητή ανάπτυξη του κορμού.

Για το συγκεκριμένο δασογεωργικό σύστημα σε γραμμές με φυτευτικό σύνδεσμο 10 x 10 m υπολογίστηκε ότι χρειάζονται συνολικά 60 δενδρύλλια φουντουκιάς. Ειδικότερα, προτείνεται φύτευση 45 δενδρυλλίων *C. colurna* και 15 δενδρυλλίων ποικιλίας Tonda Romana κατανεμημένα σε όλες τις σειρές δέντρων για να επιτευχθεί σταυρεπικονίαση.

Για τη λεβάντα θα χρησιμοποιηθούν μοσχεύματα (όχι σπόροι) για να εξασφαλιστεί η ομοιομορφία των φυτών περιμετρικά του αγροτεμαχίου. Συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθούν πιστοποιημένες κομποστοποιησιμες μικρές γλάστρες (jiffy pots) με μόσχευμα λεβάντας που όταν φυτευτούν, οι ρίζες θα αναπτυχθούν κανονικά προσφέροντας ταυτόχρονα θρεπτικά συστατικά. Τα jiffy pots ευνοούν την έντονη ριζοβολία και την ανάπτυξη εύρωστων και υγιών φυτών. Η φύτευση της λεβάντας θα πραγματοποιηθεί την ίδια περίοδο με τη σπορά του σιταριού. Θα ανοιχτούν λάκκοι περιμετρικά του αγροτεμαχίου, μικρού βάθους και πλάτους/διαμέτρου περίπου 10 cm, ώστε να καλύπτουν την ρίζα του φυτού και να σταθεροποιηθεί στο έδαφος. Λόγω της αυξημένης ανάπτυξης της συγκεκριμένης ποικιλίας λεβάντας, η απόσταση φύτευσης μεταξύ των μοσχευμάτων προτείνεται να είναι 7 cm, για να μπορεί να κυκλοφορεί ο αέρας εύκολα και να εμποδίζεται η εξάπλωση μυκητολογικών ασθενειών. Η λεβάντα θα φυτευτεί σε απόσταση 1 m τουλάχιστον από τις βάσεις των δενδρυλλίων φουντουκιάς, ώστε να μην υπάρχει περιορισμός εξάπλωσης του ριζικού συστήματος.

Το σκαρίφημα φύτευσης δίνεται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4. Σκαρίφημα του δασογεωργικού συστήματος.
Figure 4. Drawing of the silvoarable system.

Λίπανση

Η βασική λίπανση θα πρέπει να πραγματοποιείται τον χειμώνα, αλλά όχι σε παγετό. Η επιφανειακή λίπανση θα πρέπει να πραγματοποιείται το καλοκαίρι, αλλά όχι σε ώρες υψηλής θερμοκρασίας. Για την υδρολίπανση, το λίπασμα θα πρέπει να διοχετεύεται στο μεσαίο τρίτο "set" της άρδευσης (δηλ. εφόσον έχει προγραμματιστεί άρδευση 12 ωρών, η υδρολίπανση θα πρέπει να ανοιχτεί από την 4η έως την 8η ώρα). Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με ιχνοστοιχεία μπορούν να συνδυασθούν με αραιό διάλυμα ουρίας (0,2-0,3%) για καλύτερη διείσδυση στο εσωτερικό των φύλλων, καθώς και με εξουδετέρωση της ελεύθερης οξύτητας του διαλύματος με υδράσβεστο. Στην περίπτωση παρασκευής και όχι αγοράς των μιγμάτων μικροθρεπτικών, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν χηλικές και όχι θεικές μορφές. Τα διαλύματα θα πρέπει να προετοιμάζονται πριν την εφαρμογή. Προτείνεται πριν από κάθε χρήση να γίνεται δοκιμή συνδυαστικότητας.

Άρδευση

Όσον αφορά την άρδευση, επειδή το έδαφος στα 0 - 30 cm ζυγίζει κατά μέσο όρο 388,97 tn, η μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να συγκρατήσει κατά μέσο όρο είναι 202,60 m³/στρ (Γκινή 2023). Αυτές οι πολύ υψηλές τιμές καθιστούν αναγκαία τη λήψη μέτρων στις εφαρμοζόμενες ποσότητες νερού και στη συχνότητα άρδευσης.

Το σιτάρι καλλιεργείται ως ξηρικό και συνήθως δεν αρδεύεται, όπως και η λεβάντα. Παρ' όλα αυτά έχει παρατηρηθεί ότι η άρδευση μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερες αποδόσεις, καθώς και

καλύτερη ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και για τις δύο καλλιέργειες. Από τη σπορά έως τη συγκομιδή, το σιτάρι απαιτεί κατά μέσο όρο 350 - 600 mm νερού, σωστά διανεμημένα. Η λεβάντα στα αρχικά στάδια ανάπτυξης απαιτεί περισσότερο νερό, έπειτα όμως, εφόσον η ετήσια μέση βροχόπτωση της περιοχής ξεπερνάει τα 450 mm, καλύπτεται από την ποσότητα αυτή. Η μέση ετήσια βροχόπτωση στην Εύβοια είναι 600 mm ετησίως και θα μπορούσε να καλύψει τις απαιτήσεις του σιταριού και της λεβάντας σε νερό.

Η στάγδην θεωρείται το πιο αποτελεσματικό και οικονομικό σύστημα άρδευσης, τόσο για τη λεβάντα όσο και για τα δέντρα. Με τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται πολύ λιγότερη ποσότητα νερού, με μηδενικές απώλειες και γίνεται στοχευμένο πότισμα στις ρίζες των φυτών. Το σιτάρι αναμένεται να ευνοηθεί έμμεσα από την άρδευση της λεβάντας και των δέντρων, καθώς δεν είναι δυνατό να αρδευτεί με επίγειους σωλήνες στάγδην άρδευσης. Τα 150 mm νερού συνιστανται στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της λεβάντας για να εγκατασταθούν, να αναπτυχθούν ομοιόμορφα και γρήγορα τα φυτά, αλλά και για να αυξηθεί ο αριθμός των στάχων ανά μονάδα επιφάνειας (m²). Σε περίπτωση εμφάνισης βροχοπτώσεων στην περιοχή δεν πραγματοποιείται άρδευση.

Τα δέντρα της φουντουκιάς χρειάζονται κατά μέσο όρο 900 mm νερού, με το 50% αυτού να είναι απαραίτητο τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Άρα η άρδευση τους είναι απαραίτητη. Τα δενδρύλλια απαιτούν, αμέσως μετά τη φύτευση, 25 - 30 mm νερού την εβδομάδα για τους δύο πρώτους μήνες εφόσον δεν βρέχει. Η συχνότητα άρδευσης πρέπει να αυξάνεται το καλοκαίρι, και θα πρέπει να παρέχονται 30 - 40 lt νερού κάθε 3 ή 4 εβδομάδες λόγω και της ικανότητας του εδάφους να συγκρατεί υγρασία.

Συμπεράσματα

Με στόχο την ανασύσταση των γεωργικών εκτάσεων και της γεωργικής δραστηριότητας στις πληγείσες από την καταστροφική πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021 περιοχές της Β. Εύβοιας, η εγκατάσταση δασογεωργικών συστημάτων προβάλλει ως εποικοδομητική λύση, σύμφωνη με την ευρύτερη τάση της ευρωπαϊκής αγροτικής πολιτικής, όπως εξειδικεύεται από την ΚΑΠ, για μια γεωργία φιλική προς το περιβάλλον.

Ειδικότερα, για την περιοχή των Ροβιών, προτείνεται η εγκατάσταση δασογεωργικών συστημάτων σε αλές, που αποτελούνται από δενδρώδη καλλιέργεια με στόχο την παραγωγή ξύλου και καρπών. Ως υπόροφη γεωργική καλλιέργεια προτείνονται σιτηρά και, περιμετρικά των δέντρων, αρωματικά φυτά.

Ως ενδεικνυόμενες καλλιέργειες, και σύμφωνα με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στον επιλεγμένο αγρό, προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος φουντουκιάς για παραγωγή ξύλου και καρπών με υπόροφη καλλιέργεια σκληρό σιτάρι και περιμετρικά την εγκατάσταση λεβάντας για παραγωγή αιθέριου ελαίου και διακοσμητικών φυτών.

Το επιλεγμένο είδος φουντουκιάς είναι η *Corylus avellana*, εμβολιασμένο σε υπόθεμα *C. colurna* σε φυτευτικό σύνδεσμο 10 x 10 m. Ο εμβολιασμός θα γίνει στο τρίτο έτος ανάπτυξης του υποθέματος. Προτείνεται η εγκατάσταση δύο εσωτερικών γραμμών δέντρων φουντουκιάς και περιμετρικός φυτοφράκτης (τέσσερις αλές από 14-15 δέντρα η καθεμία). Υπολογίζεται να φυτευτούν συνολικά 60 δέντρα.

Η υπόροφη καλλιέργεια θα αποτελείται από σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*), ποικιλίας *Maestrale*, χειμερινής εγκατάστασης, ώστε να αποφευχθεί κατά την εγκατάσταση ο ανταγωνισμός με τα γυμνόριζα φυτά της *C. colurna*, τα οποία θα εγκατασταθούν την άνοιξη.

Περιμετρικά και μεταξύ των δέντρων φουντουκιάς θα εγκατασταθεί λεβάντα (*Lavandula hybrida*), ποικιλία *Super*, με αναμενόμενη διάρκεια ζωής των φυτών τα επτά έτη. Μετά την πάροδο των πρώτων επτά ετών δεν θα εγκατασταθεί κάποια άλλη ξηρική καλλιέργεια, καθώς θα έχει αναπτυχθεί πλήρως η κόμη των δέντρων. Τότε θα αναζητηθεί εναλλακτικά κάποια υπόσκια καλλιέργεια.

Abstract

Silvoarable systems are traditionally practiced in Greece and deliberately combine woody and herbaceous plant species in the same agricultural field. It can also be applied in rural areas that have suffered degradation due to natural disasters. In August 2021, the northern part of Evia island (Central Greece) suffered a huge ecological and economic disaster from a wildfire. The purpose of the present paper is the formulation of a plan for the establishment of a model agroforestry system

with a woody species on the upper floor (*Corylus colurna* grafted with *C. avellane*), durum wheat (cv. Maestrale) as an annual crop, and cultivation of aromatic lavender (*Lavandula hybrida*, cv. Super) in the perimeter of the selected plot for the first seven (7) years. A total of 60 hazel trees are expected to be installed, distributed in four alleys, in a 10 x 10 m spacing, so that they do not shade the underlying photophilous crops.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα της μεταπτυχιακής διατριβής της πρώτης συγγραφέως, που εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών της στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πολυλειτουργική Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων και Βιο-οικονομία», του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Η εργασία υποστηρίχθηκε από το έργο «Σύνταξη Ειδικών Μελετών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την Ανασυγκρότηση του Δασικού Περιβάλλοντος της Βόρειας Εύβοιας», που εκπονείται στα πλαίσια Προγραμματικής Σύμβασης που υπογράφηκε τον Μάιο του 2022 μεταξύ του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και της Κεντρικής Ένωσης Δήμων Ελλάδος.

Βιβλιογραφία

Muñoz-Bertomeu, J., Arrillaga, I., Ros, R., and Segura, J., 2006. Up-regulation of 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate synthase enhances production of essential oils in transgenic spike lavender. *Plant Physiol.* 142: 890–900.

Vrahnakis, M., Nasiakou, S., Kazoglou, Y., and Blanas, G., 2016. Business model for agroforestry consulting company. *Agrofor. Syst.* 90:219–236.

Wolpert, F., Quintas-Soriano, C., Pulido, F., Huntsinger, L., and Plieninger, T., 2022. Collaborative agroforestry to mitigate wildfires in Extremadura, Spain: land manager motivations and perceptions of outcomes, benefits, and policy needs. *Agrofor. Syst.* 96: 1135–1149.

Αποστολίδης, Η., Χαβάκης, Ε., Αποστολίδης, Ε., Τρίγκας, Π., και Σφουγγάρης, Α., 2022. Παραδοτέο: 2ο Παραδοτέο/ Β' Φάσης: «Τεύχος Β: Master Plan για το Νέο Δάσος», ΥΛΗ, Αθήνα, σ. 46.

Γκινή, Φ., 2023. Μελέτη Εγκατάστασης Πρότυπου Δασογεωργικού Συστήματος στη Βόρεια Εύβοια. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 153.

Παπαναστάσης, Β.Π., 2015. Αγροδασοπονία. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

ΣΥΝΘΕΣΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΒΟΣΚΟΜΕΝΑ ΠΟΟΛΙΒΑΔΑ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ

Καζόγλου, Ιωάννης^{1*}; Γιακουλάκη, Μαρία²; Τραϊανοπούλου, Ιωάννα^{2*}; Τσιομπάνη, Ελένη²; Βραχνάκης, Μιχάλης¹; Φωτιάδης, Γεώργιος³

¹Εργαστήριο Λιβαδοπονίας και Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 43100 Καρδίτσα

²Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη

³Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Επιστήμης των Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 36100 Καρπενήσι

*Email: ykazoglou@uth.gr; joannetra@gmail.com

Περίληψη

Σε βοσκόμενα ποολίβαδα του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών διερευνήθηκε η σύνθεση, η παραγωγή και η θρεπτική αξία της λιβαδικής βλάστησης στους τύπους οικοτόπων (Τ.Ο.) 6230* και 4090(+). Η λιβαδική παραγωγή προσδιορίστηκε με τη χρήση πλαισίων, τα είδη φυτών ταξινομήθηκαν σε τρεις ομάδες και προσδιορίστηκε το (%) ποσοστό συμμετοχής τους στη σύνθεση της βλάστησης κάθε τύπου οικοτόπου. Προσδιορίστηκε η (%) περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης σε ολικές πρωτεΐνες (CP), σε NDF, ADF και ADL, καθώς και η (%) της *in vitro* πεπτικότητα της οργανικής ουσίας (IVOMD). Βρέθηκε, ότι ο τύπος οικοτόπου 6230* είχε την υψηλότερη λιβαδική παραγωγή (777,02 g/m²) σε σχέση με τον 4090(+) (461,29 g/m²). Αντίθετα, η λιβαδική βλάστηση στον Τ.Ο. 4090(+) υπερτερούσε σε θρεπτική αξία του 6230*, εξαιτίας της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε CP (8% και 7%) και της IVOMD (54% και 39%), αντίστοιχα, καθώς και της μικρότερης περιεκτικότητας σε NDF, ADF και ADL.

Λέξεις-κλειδιά: τύπος οικοτόπου 6230*, τύπος οικοτόπου 4090(+), ποιότητα βοσκήσιμης ύλης, ομάδες φυτών.

Εισαγωγή

Η εκτατική κτηνοτροφία αποτελεί σημαντική οικονομική δραστηριότητα στην ύπαιθρο και πολύτιμο διαχειριστικό εργαλείο της βλάστησης σε προστατευόμενες και μη περιοχές. Ο ρόλος της βόσκησης ως παράγοντας αναστροφής της οικολογικής διαδοχής και της συσσώρευσης καύσιμης ύλης σε φυσικά οικοσυστήματα αναδεικνύεται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Οι επιδράσεις της βόσκησης, ειδικά σε προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000, συχνά εξειδικεύονται σε επίπεδο «τύπων οικοτόπων», με στόχο τη διατήρηση ή την επαναφορά των τελευταίων (ως «προστατευτέα» αντικείμενα) σε καλή κατάσταση. Σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας, ως «φυσικοί οικοτόποι» νοούνται «οι χερσαίες περιοχές ή υγρότοποι που διακρίνονται χάριν στα βιολογικά και μη βιολογικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά τους, είτε είναι εξ ολοκλήρου φυσικές είτε ημιφυσικές». Οι τύποι οικοτόπων ορίζονται βάσει φυτοκοινωνιολογικών χαρακτηριστικών και κατηγοριοποιούνται σε εννέα ευρείες κατηγορίες, εκ των οποίων η μία αφορά τις «φυσικές και ημιφυσικές χλοώδεις διαπλάσεις (με τετραπήφιους κωδικούς που αρχίζουν με τον αριθμό 6)», δηλαδή τα λιβάδια. Επιπλέον, κάποιοι λιβαδικοί τύποι οικοτόπων εντάσσονται στις κατηγορίες των «εύκρατων χέρσων εδαφών και λοχμών», των «σκληρόφυλλων θαμνώνων» και των «δασών» με κωδικούς που αρχίζουν από 4, 5 και 9, αντίστοιχα. Η χρήση της έννοιας του τύπου οικοτόπου στη λιβαδοπονική διαχείριση (Βραχνάκης κ.α. 2018, Καζόγλου κ.α. 2019, Τραϊανοπούλου κ.α. 2021) έχει μεγάλη χρηστική αξία, καθώς συνδυάζει την επιστημονική – λιβαδοπονική ορολογία με τα

«προστατευτέα» αντικείμενα, γεγονός εξαιρετικά χρήσιμο για τον διαχειριστή των προστατευόμενων περιοχών.

Το Εθνικό Πάρκο Πρεσπών (ΕΠΠ) περιλαμβάνει τους τόπους του δικτύου Natura 2000 «Εθνικός Δρυμός Πρεσπών (με κωδικό GR1340001)» και «Όρη Βαρνούντα (GR1340003)», οι οποίοι αποτελούν Ζώνες Ειδικής Προστασίας (γνωστές ως ΖΕΠ) λόγω της σημαντικότητάς τους για την ορνιθοπανίδα βάσει της Οδηγίας 2009/147/ΕΚ), και Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) λόγω της σημαντικότητάς τους για όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες προστατευόμενων ειδών χλωρίδας και πανίδας, σύμφωνα με την Οδηγία των Οικοτόπων 92/43/ΕΟΚ. Το ΕΠΠ έχει συνολική έκταση περίπου 327 km², που περιλαμβάνει το σύνολο της χερσαίας (257 km²) και λιμναίας περιοχής του ελληνικού τμήματος της ευρύτερης διασυνοριακής λεκάνης των δύο λιμνών. Το 2017 εντάχθηκαν στο δίκτυο Natura 2000 δύο ακόμη περιοχές γειτονικές των προαναφερόμενων, με κωδικούς GR1340009 (Όρη Βαρνούντα – Ευρύτερη περιοχή) και GR1340010 (Εθνικός Δρυμός Πρεσπών – Ευρύτερη περιοχή), οι οποίες είχαν χαρτογραφηθεί από τους Βραχνάκη κ.α. (2011). Στο ΕΠΠ έχουν χαρτογραφηθεί 34 διακριτοί τύποι οικοτόπων (οκτώ εκ των οποίων προτεραιότητας σε επίπεδο Ε.Ε. / σημειώνονται με αστερίσκο) από το σύνολο των 233 του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας των Οικοτόπων (σημειώνονται με + / Strid κ.α. 2020), καθώς και 20 τύποι οικοτόπων και συνδυασμοί τύπων οικοτόπων ελληνικού, κυρίως, ενδιαφέροντος (Βραχνάκης κ.α. 2011). Όμως η λιβαδοπονική αξία αυτών των Τ.Ο. δεν έχει επισταμένως μελετηθεί και οι πληροφορίες για τη λιβαδική παραγωγή και την ποιότητά της είναι περιορισμένες (Καζόγλου κ.α. 2019).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν ο προσδιορισμός της λιβαδικής παραγωγής, της σύνθεσης της βλάστησης, και η εκτίμηση της θρεπτικής της αξίας σε βοσκόσιμα ποολίβαδα (τύποι οικοτόπων 6230* και 4090(+)) στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο ΕΠΠ κατά την περίοδο Ιουλίου με αρχές Σεπτεμβρίου 2016, στους τύπους οικοτόπων (Τ.Ο.) 6230* «Χλωάδεις διαπλάσεις με *Nardus*, ποικίλων ειδών, σε πυριτιούχα υποστρώματα των ορεινών ζωνών (και των υποορεινών ζωνών της ηπειρωτικής Ευρώπης)» και 4090(+) «Ενδημικά ορεινά μεσογειακά χέρσα εδάφη με ακανθώδεις θάμνους». Ο Τ.Ο. 6230* απαντάται σε υψόμετρο 1730-2060 m κυρίως στα όρη Βαρνούντα, έχει συνολική έκταση 1532 ha και καταλαμβάνει το 3,66% της χερσαίας έκτασης του ΕΠΠ και των δύο γειτονικών του προστατευόμενων περιοχών, ενώ ο Τ.Ο. 4090(+) έχει καταγραφεί στο όρος Τρικλάριο (GR1340001 και GR1340010) σε υψόμετρο 1310-1570 m, με συνολική έκταση 2252 ha (5,38% της συνολικής χερσαίας έκτασης) (Βραχνάκης κ.α. 2011).

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή θερμών, ύφυγων περιόδων με πολύ ψυχρές – υγρές περιόδους, οι οποίες διαρκούν από τον Οκτώβριο έως το Μάιο. Το ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων κυμαίνεται από 600 – 900 mm, κατά μέσο όρο. Οι χιονοπτώσεις εκδηλώνονται συνήθως κατά την περίοδο Δεκεμβρίου – Απριλίου. Στο επίπεδο της λίμνης (850 m) η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 9,5°C – 11°C (Γιαννάκης κ.α. 2010).

Δειματοληψίες

Οι δειματοληψίες της βλάστησης σε κάθε Τ.Ο. πραγματοποιήθηκαν σε επιλεγμένες θέσεις, ελαφρώς έως κανονικώς βοσκημένες. Οι θέσεις δειματοληψίας επιλέχθηκαν ανάλογα με την αντιπροσωπευτικότητα της βλάστησης και την προσβασιμότητά τους. Στον πίνακα 1, για κάθε Τ.Ο. παρουσιάζονται οι θέσεις δειματοληψίας, το υψόμετρο και ο τύπος της βλάστησης/χρήση γης.

Πίνακας 8. Κατάταξη της βλάστησης των θέσεων δειματοληψίας στους τύπους οικοτόπων (Τ.Ο.) 6230* και 4090(+), υψόμετρο (m) των θέσεων δειματοληψίας και χρήση γης στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών.

Table 1. Classification of vegetation of sampling sites of habitat type (H.T.) 6230* and 4090(+), altitude (m) of sampling sites, and land use in Prespa National Park.

α /α	Τύπος Οικοτόπου (Τ.Ο.)	Περιγραφή Τ.Ο.	Θέση δειματοληψίας	Υψόμετρο (m)	Τύπος βλάστησης / Χρήση γης
------	------------------------	----------------	--------------------	--------------	-----------------------------

1	6230*	Χλοώδεις διαπλάσεις με <i>Nardus</i> , ποικίλων ειδών, σε πυριτιούχα υποστρώματα των ορεινών ζωνών (και των υποορεινών ζωνών της	Όρος Βαρνούντας – ρέμα Σιρόκας (GR1340003)	1840	Βοσκόμενο ποολίβαδο
2	4090(+)	Ενδημικά ορεινά μεσογειακά χέρσα εδάφη με ακανθώδεις θάμνους	Κρυσταλλοπηγή (GR1340010)	1465	

*: Τύπος οικοτόπου προτεραιότητας του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

(+): Τύπος οικοτόπου του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών, τα λιβαδικά φυτά βρίσκονταν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσής τους, πριν όμως από τη φυσιολογική τους ξήρανση, δηλαδή στο μέγιστο της λιβαδικής παραγωγής. Η λιβαδική παραγωγή προσδιορίστηκε με την τυχαία χρήση μεταλλικών πλαισίων 0,5×0,5 μ., εντός των οποίων έγινε αποκοπή της υπέργειας βιομάζας με ψαλίδι, 5 εκ. πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (Odum 1971). Τρία δείγματα λιβαδικής βλάστησης λαμβάνονταν σε κάθε θέση δειγματοληψίας. Ταυτόχρονα, από έμπειρο παρατηρητή, πραγματοποιούνταν οπτική εκτίμηση του ποσοστού (%) χρησιμοποίησης της λιβαδικής βλάστησης από τα βόσκοντα ζώα για τη διόρθωση των τιμών της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης συγκρίνοντας τη βλάστηση στις θέσεις δειγματοληψίας με αυτήν σε κοντινές αβόσκητες θέσεις. Τα δείγματα της υπέργειας βιομάζας, μετά την αφαίρεση τυχόν ανεπιθύμητων υλικών, όπως πέτρες, τμήματα εδάφους και ξερά τμήματα φυτών, τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες γνωστού βάρους, στο εξωτερικό των οποίων αναγραφόταν ένας μοναδικός κωδικός που αντιστοιχούσε σε κάθε δείγμα.

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν, μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ, όπου αφού αναγνωρίστηκαν και καταγράφηκαν τα είδη των φυτών ανά δείγμα, τοποθετήθηκαν στον κλίβανο ξήρανσης στους 65°C για 48 ώρες. Μετά την ξήρανσή τους, ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας και καταγράφηκε το ξηρό βάρος τους σε γραμμάρια (g). Στη συνέχεια, αλέσθηκαν σε μύλο με οπή σίτας διαμέτρου 1 mm, αποθηκεύτηκαν σε πλαστικά βαζάκια με ετικέτες με το μοναδικό κωδικό κάθε δείγματος και τοποθετήθηκαν σε σκιερό και ξηρό μέρος μέχρι την πραγματοποίηση των χημικών αναλύσεων.

Μετρήσεις – Χημικές αναλύσεις

Τα είδη των φυτών που αναγνωρίστηκαν σε κάθε δείγμα ταξινομήθηκαν σε τρεις ομάδες: αγρωστώδη, άλλες πλατύφυλλες πόες και ξυλώδη είδη. Αρχικά, υπολογίστηκε το (%) ποσοστό συμμετοχής κάθε φυτού στο δείγμα και στη συνέχεια το (%) ποσοστό συμμετοχής των ομάδων φυτών στη λιβαδική βλάστηση κάθε Τ.Ο.

Η λιβαδική παραγωγή (σε g/m²) κάθε Τ.Ο. υπολογίστηκε με βάση το ξηρό βάρος των δειγμάτων και διορθώθηκε, πολλαπλασιαζόμενη με κατάλληλο συντελεστή, π.χ. στην περίπτωση ποσοστού χρησιμοποίησης 10% της λιβαδικής παραγωγής πριν τη δειγματοληψία, η τιμή της λιβαδικής παραγωγής διορθώθηκε με το συντελεστή 1,10.

Η μέθοδος Kjeldahl (A.O.A.C. 2000) χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε ολικό άζωτο (N). Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες (Crude Protein, CP) ως N × 6,25. Η περιεκτικότητα σε αδιάλυτα ινώδη συστατικά σε ουδέτερο διάλυμα (Neutral Detergent Fiber, NDF) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Van Soest κ.α. (1991) και η περιεκτικότητα σε αδιάλυτα ινώδη συστατικά σε όξινο διάλυμα (Acid Detergent Fiber, ADF) και σε λιγνίνη (Acid Detergent Lignin, ADL) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Goering and Van Soest (1970). Οι προσδιορισμοί των NDF, ADF και ADL πραγματοποιήθηκαν με τη συσκευή ANKOM 220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corporation, NY, USA). Επίσης, υπολογίστηκε η *in vitro* πεπτικότητα της οργανικής ουσίας (IVOMD) με την τροποποιημένη από τον Moore (1970) μέθοδο των Tilley και Terry (1963). Όλοι οι χημικοί προσδιορισμοί επαναλήφθηκαν τρεις (3) φορές για κάθε δείγμα και τα αποτελέσματα των CP, NDF, ADF και ADL εκφράστηκαν σε ποσοστά επί τοις εκατό (%) της ξηρής ουσίας.

Στατιστική ανάλυση

Ο έλεγχος ανεξαρτησίας χ^2 (Zar 1996) χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση των διαφορών στην κατανομή των (%) ποσοστών συμμετοχής των ομάδων φυτών στη λιβαδική βλάστηση μεταξύ των

δύο Τ.Ο. Η σύγκριση των επιμέρους ποσοστών μεταξύ τους πραγματοποιήθηκε με το z-test. Για τη διερεύνηση της ύπαρξης διαφορών μεταξύ των τιμών της λιβαδικής παραγωγής καθώς και μεταξύ των τιμών των πέντε παραμέτρων (% περιεκτικότητα σε CP, NDF, ADF και ADL, καθώς και της IVOMD) εκτίμησης της θρεπτικής αξίας της λιβαδικής βλάστησης των δύο Τ.Ο. εφαρμόστηκε ο στατιστικός έλεγχος t-test. Πριν τη διενέργεια της στατιστικής ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων με τον έλεγχο Shapiro-Wilk και ομοιογένειας των παραλλακτικότητων με τον έλεγχο Levene ($P>0,05$). Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.25 (IBM Corp. Released, 2017) και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε $\alpha=0,05$.

Αποτελέσματα

Σύνθεση λιβαδικής βλάστησης

Από τον έλεγχο ανεξαρτησίας χ^2 προέκυψε ότι η κατανομή των (%) ποσοστών συμμετοχής των ομάδων φυτών στη λιβαδική βλάστηση διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των δύο Τ.Ο. ($\chi^2(2) = 13,229$, $P=0,001$) (Πίνακας 2). Συγκεκριμένα, ο Τ.Ο. 6230* είχε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό (%) συμμετοχής αγρωστώδων (97,2%) αλλά σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό ξυλώδους βλάστησης (0,7%) συγκριτικά με τον Τ.Ο. 4090(+) (90,7% και 5,0% για τα αγρωστώδη και τα ξυλώδη είδη, αντίστοιχα). Η συμμετοχή των άλλων πλατυφύλλων ποών δεν διαφοροποιήθηκε μεταξύ των δύο Τ.Ο. (2,0% και 4,3%, για τον 6230* και τον 4090(+), αντίστοιχα) ($P>0,05$), ενώ σε κανέναν από τους δύο Τ.Ο. δεν καταγράφηκαν ψυχανθή.

Πίνακας 2. Ομάδες φυτών (αγρωστώδη, άλλες πλατύφυλλες πόες και ξυλώδη είδη) και ποσοστό (%) συμμετοχής τους στη σύνθεση της βλάστησης των τύπων οικοτόπων 6230* και 4090(+) στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών.

Table 2. Plant groups (grasses, broadleaved forbs and woody species) and their contribution (%) in the botanical composition of the 6230* and 4090(+) habitat types in Prespa National Park.

Ομάδα φυτών	Τύπος οικοτόπου	
	6230*	4090(+)
Αγρωστώδη (%)	97,3α	90,7β
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		13,35
<i>Avena sterilis</i>		0,66
<i>Dactylis glomerata</i>		28,33
<i>Deschampsia flexuosa</i>	32,01	
<i>Festuca valesiaca</i>		25,00
<i>Festuca varia</i> group	6,66	
<i>Koeleria cristata</i>		23,33
<i>Nardus stricta</i>	58,66	
Πλατύφυλλες πόες (%)	2,0α	4,3α
<i>Centaurea salonitana</i>		0,33
<i>Cuscuta</i> sp.		0,33
<i>Dianthus viscidus</i>	0,33	
<i>Sanguisorba minor</i>	1,33	0,33
<i>Thymus sibthorpii</i>	0,34	3,34
Ξυλώδη είδη (%)	0,7β	5,0α
<i>Chamaecytisus</i> sp.	0,70	
<i>Clematis vitalba</i>		5,00
Συνολικό	100,00	100,00

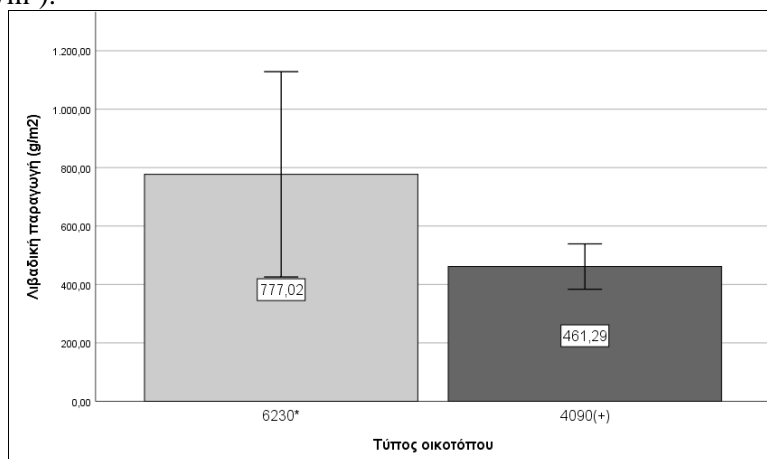
* Τύπος οικοτόπου προτεραιότητας του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

(+) Τύπος οικοτόπου του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

α,β Διαφορετικοί δείκτες μεταξύ των στηλών δηλώνουν την παρουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών στο ποσοστό (%) συμμετοχής των ομάδων φυτών μεταξύ των δύο τύπων οικοτόπων (χ^2 test, $P < 0,05$). Ο δείκτης α υποδηλώνει την υψηλότερη τιμή μεταξύ των δύο συγκρινόμενων τιμών.

Παραγωγή λιβαδικής βλάστησης

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην παραγωγή της λιβαδικής βλάστησης μεταξύ των δύο Τ.Ο. ($t(4)=1,755$, $P=0,154$) (Σχήμα 1) αν και ο τύπος οικοτόπου 6230* είχε μεγαλύτερη λιβαδική παραγωγή (Μ.Ο. \pm Τ.Σ.: $777,02 \pm 175,66$ g/m²) από αυτή του Τ.Ο. 4090(+) ($461,29 \pm 38,81$ g/m²).



Σχήμα 1. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα (Μ.Ο. \pm Τ.Σ.) της λιβαδικής παραγωγής (g/m²) στους τύπους οικοτόπων 6230* και 4090(+) στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών. Η κάθετη γραμμή σε κάθε μπάρα αντιπροσωπεύει το τυπικό σφάλμα του μέσου όρου. Η τιμή που αναγράφεται σε κάθε μπάρα είναι ο μέσος όρος της λιβαδικής παραγωγής του τύπου οικοτόπου.

Figure 1. Mean value and standard error (M.V. \pm S.E.) of forage production (g/m²) in habitat types 6230* and 4090(+) in Prespa National Park. The vertical line in each bar represents the standard error of means. The indicated value on each bar is the average forage production of the habitat type.

Θρεπτική αξία λιβαδικής βλάστησης

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης του Τ.Ο. 4090(+) σε ολικές πρωτεΐνες ($8,02 \pm 0,43$) ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη από αυτή του Τ.Ο. 6230* ($6,91 \pm 0,12$) ($t(10)=-2,472$, $P=0,033$) (Πίνακας 3). Αντίθετα, στον Τ.Ο. 4090(+) η εκατοστιαία περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης του σε κυτταρικά τοιχώματα (NDF) ήταν σημαντικά χαμηλότερη ($63,41 \pm 1,11$) σε σύγκριση με τον Τ.Ο. 6230* ($70,77 \pm 0,89$) ($t(10)=5,178$, $P < 0,001$), όπως χαμηλότερη ήταν και η % περιεκτικότητα σε ADF ($40,09 \pm 0,55$) ($t(10)=2,411$, $P=0,037$) από αυτή του Τ.Ο. 6230* ($42,57 \pm 0,87$), χωρίς όμως να βρεθούν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Επίσης, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην (%) περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης σε λιγνίνη (ADL) μεταξύ των δύο Τ.Ο. ($t(10)=-1,845$, $P=0,095$), αν και μεγαλύτερη περιεκτικότητα (%) σε λιγνίνη καταγράφηκε στη βλάστηση του Τ.Ο. 4090(+). Τέλος, το (%) IVOMD της λιβαδικής βλάστησης στον Τ.Ο. 4090(+) ($54,17 \pm 3,08$) ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερο από αυτό του Τ.Ο. 6230* ($39,33 \pm 2,68$) ($t(10)=3,633$, $P=0,005$).

Πίνακας 3. Μέσος Όρος και Τυπικό Σφάλμα (Μ.Ο. \pm Τ.Σ.) των παραμέτρων της θρεπτικής αξίας (περιεκτικότητα % σε ολικές πρωτεΐνες, NDF, ADF, ADL) και % IVOMD της λιβαδικής παραγωγής των τύπων οικοτόπων 6230* και 4090(+) στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών.

Table 3. Mean values and Standard Error (M \pm SE) of the parameters (% concentration of crude protein, NDF, ADF, ADL) and % IVOMD of nutritive value of the above-ground production of the 6230* and 4090(+) habitat types in Prespa National Park.

Τύπος οικοτόπου	Παράμετροι θρεπτικής αξίας λιβαδικής βλάστησης				
	% Ολικές πρωτεΐνες	% NDF	% ADF	% ADL	% IVOMD
	Μ.Ο. \pm Τ.Σ.	Μ.Ο. \pm Τ.Σ.	Μ.Ο. \pm Τ.Σ.	Μ.Ο. \pm Τ.Σ.	Μ.Ο. \pm Τ.Σ.
6230*	$6,91^{\beta} \pm 0,12$	$70,77^{\alpha} \pm 0,89$	$42,57^{\alpha} \pm 0,87$	$8,41^{\alpha} \pm 0,68$	$39,33^{\beta} \pm 2,68$

4090(+)	8,02 ^a ± 0,43	63,41 ^b ± 1,11	40,09 ^a ± 0,55	10,01 ^a ± 0,53	54,17 ^a ± 3,08
---------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

^{a,b} Διαφορετικοί δείκτες σε κάθε στήλη, δηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές στην % περιεκτικότητα των παραμέτρων της θρεπτικής αξίας της λιβαδικής βλάστησης μεταξύ των δύο τύπων οικοτόπων (t-test, P<0,05). Ο δείκτης α αντιστοιχεί στην υψηλότερη τιμή μεταξύ των συγκρινόμενων ποσοστών.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα ορεινά και υπαλπικά λιβάδια αποτελούν σημαντικές διατροφικές πηγές για τα βόσκοντα μηρυκαστικά. Χαρακτηρίζονται από το μεγάλο πλούτο φυτικών ειδών και γενικά διατηρούν πολύπλοκες φυτοκοινότητες, αποτελούμενες κυρίως από αγρωστώδη και σε μικρότερο βαθμό από ψυχανθή και άλλες πλατύφυλλες πόες (Scehonic 1991). Η χλωριδική τους σύνθεση εξαρτάται σημαντικά από το υψόμετρο, την κλίση, καθώς και κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες (Jeangros κ.α. 1999). Τα αγρωστώδη είδη κυριαρχούσαν και στους δύο τύπους οικοτόπων, συμμετείχαν όμως με σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό (97,3%) στον Τ.Ο. 6230* σε σχέση με τον Τ.Ο. 4090(+), όπου συμμετείχαν με ποσοστό 90,7%. Τα κυρίαρχα είδη αγρωστωδών που καταγράφηκαν στον Τ.Ο. 6230* ήταν τα *Nardus stricta* (58,66%), *Deschampsia flexuosa* (32,01%) και *Festuca varia* group (6,66%), ενώ στον Τ.Ο. 4090(+) τα *Dactylis glomerata* (28,33%), *Festuca valesiaca* (25,00%), *Koeleria cristata* (23,33%), *Anthoxanthum odoratum* (13,35%) και *Avena sterilis* (0,66%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη συμμετοχή των πλατύφυλλων ποών δεν ανιχνεύτηκαν μεταξύ των δύο Τ.Ο., ενώ μεγαλύτερη συμμετοχή (%) των ξυλωδών ειδών, όπως ήταν αναμενόμενο, καταγράφηκε στον Τ.Ο. 4090(+). Από τις πλατύφυλλες πόες στον Τ.Ο. 6230*, καταγράφηκε με μεγαλύτερο ποσοστό το *Sanguisorba minor* (1,33%) ακολουθούμενο από το *Thymus sibthorpii* (0,34%) και το *Dianthus viscidus* (0,33%), ενώ στον Τ.Ο. 4090(+) συμμετείχαν τα *Thymus sibthorpii* (3,34%) και *Centaurea salonitana*, *Cuscuta* sp. και *Sanguisorba minor* με ίδιο ποσοστό 0,33%. Από τα ξυλώδη, η *Clematis vitalba* συμμετείχε με ποσοστό 5% στον Τ.Ο. 4090(+), ενώ στον Τ.Ο. 6230* με ποσοστό 0,7% καταγράφηκε το *Chamaecytisus* sp.

Η λιβαδική παραγωγή στην ημιορεινή και ορεινή ζώνη εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες (κυρίως από τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση), την υψομετρική ζώνη, τη χλωριδική σύνθεση, την ένταση της βόσκησης και τις πρακτικές της διαχείρισης που εφαρμόζεται (Papanastasis 1982, Μροκος κ.α. 2014, Κοιδου κ.α. 2019). Στην παρούσα έρευνα, η μεγαλύτερη λιβαδική παραγωγή (777,02 kg/στρ.) καταγράφηκε στον Τ.Ο. 6230* ενώ στον Τ.Ο. 4090(+) ήταν 461,29 kg/στρ.

Η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες της λιβαδικής βλάστησης κατά την περίοδο της δειγματοληψίας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος) ήταν 8,02% και 6,91% για τους Τ.Ο. 4090(+) και 6230*, αντίστοιχα. Οι πρωτεΐνες αποτελούν το βασικό διατροφικό θρεπτικό συστατικό για τη συντήρηση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή των ζώων. Σύμφωνα με το NRC (1981, 1985, 1996), οι ημερήσιες απαιτήσεις σε ολικές πρωτεΐνες για τη συντήρηση των ζώων είναι 8,2% (για τα βοοειδή κρεοπαραγωγής, που η διατροφή τους βασίζεται στους βοσκότοπους και έχουν ζωντανό βάρος 300 kg και μέσο ημερήσιο κέρδος βάρους σώματος περίπου 0,22 kg), 7–9% για συντήρηση προβατίνων και 10–12% για γαλακτοπαραγωγή και 8% για συντήρηση αιγών βάρους 30 kg. Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω απαιτήσεις των αγροτικών ζώων διαπιστώνεται ότι οι ανάγκες των βοοειδών σε πρωτεΐνες δεν καλύπτονταν σε κανέναν από τους δύο Τ.Ο. την περίοδο Ιουλίου-Σεπτεμβρίου, ενώ οι ανάγκες των μικρών μηρυκαστικών καλύπτονταν οριακά για συντήρηση στον Τ.Ο. 4090(+).

Στον Τ.Ο. 4090(+) η περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης σε ινώδεις ουσίες (NDF) ήταν σημαντικά χαμηλότερη (63,41%) συγκρινόμενη με τον 6230* (70,77%), ενώ δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο Τ.Ο. ως προς την περιεκτικότητα σε ADF και λιγνίνη. Το σύνολο των ιωδών ουσιών αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και ελάχιστη πρωτεΐνη (Van Soest 1994) και σχετίζεται αρνητικά με την ποσότητα τροφής που καταναλώνουν τα βόσκοντα ζώα, ενώ το ADF είναι το κλάσμα των ιωδών ουσιών, που αποτελείται από κυτταρίνη και λιγνίνη και έχει αρνητική συσχέτιση με την πεπτικότητα της τροφής (Van Soest 1994, Schroeder 2006). Η ελαφρώς μεγαλύτερη τιμή της λιγνίνης (10,01%) στον Τ.Ο. (4090(+), οφείλεται στη μεγαλύτερη συμμετοχή των ξυλωδών (5%) στη σύνθεση της βλάστησής του συγκριτικά με τον Τ.Ο. 6230*, όπου τα ξυλώδη συμμετέχουν με πολύ μικρό ποσοστό (0,7%). Είναι γνωστό, ότι τα ξυλώδη έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιγνίνη σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ομάδες φυτών (Short κ.α. 1974).

Η *in vitro* πεπτικότητα (IVOMD) της λιβαδικής βλάστησης του Τ.Ο. 6230* ήταν σημαντικά μικρότερη από αυτή του Τ.Ο. 4090(+). Αν και δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς την περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης σε ADF μεταξύ των δύο Τ.Ο., η περιεκτικότητα σε ADF στον Τ.Ο. 6230* ήταν μεγαλύτερη (42,57%) σε σχέση με τον 4090(+) (40,09%), δικαιολογώντας την μικρότερη τιμή της πεπτικότητας σε αυτό τον Τ.Ο. Επίσης, η μικρότερη τιμή της πεπτικότητας στον Τ.Ο. 6230* είναι πιθανόν να οφείλεται στη μεγάλη συμμετοχή (58,66%) του *Nardus stricta* στη σύνθεση της λιβαδικής βλάστησής του. Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη συγκέντρωση των ινωδών ουσιών στη σύστασή του (>700 g NDF/kg DM) και τη μειωμένη πεπτικότητά του (36,7%), σύμφωνα με τους Bonvolenta κ.α. (2008). Μειωμένη επίσης, πεπτικότητα (41,2%) αναφέρεται από τους Heiskari και Nieminen (1988) για το είδος *Deschampsia flexuosa*, που συμμετείχε στη σύνθεση της βλάστησης του Τ.Ο. 6230* με ποσοστό 32,01%.

Συμπερασματικά, συνυπολογίζοντας τα ανωτέρω, μπορούμε να εκτιμήσουμε ότι η θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης και των δύο Τ.Ο. είναι γενικά χαμηλή, με τον Τ.Ο. 4090(+) να υπερτερεί του 6230*. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη (%) περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ολικές πρωτεΐνες και στη μεγαλύτερη IVOMD, καθώς επίσης και στη μικρότερη περιεκτικότητα (%) σε NDF και ADF. Επίσης, οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της θρεπτικής αξίας και στους δύο Τ.Ο., πιθανόν οφείλονται στην ιστάμενη βιομάζα, που χρησιμοποιήθηκε για τους χημικούς προσδιορισμούς, η οποία συμπεριλάμβανε και ώριμα λιγνινοποιημένα μέρη των φυτών, καθώς επίσης και κλαδίσκους, που έχουν χαμηλότερη θρεπτική αξία.

Abstract

In habitat types (H.T.) 6230* and 4090(+) of grazed grasslands of the Prespa National Park, the vegetation composition (%), forage production, and nutritional value were investigated. Grassland production was determined using plots (50x50 cm), plant species were classified into three groups, and their (%) participation in the vegetation composition of each habitat type was determined. The content (%) of vegetation in crude protein CP), NDF, ADF, and ADL was determined, as well as the *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD %). It was found that H.T. 6230* had the highest forage production (777.02 g/m²) compared to H.T. 4090(+) (461.29 g/m²). On the contrary, the H.T. 4090(+) was nutritionally superior to 6230*, due to the higher content of CP (8% and 7%) and IVOMD (54% and 39%), respectively, as well as the lower content of NDF, ADF, and ADL.

Βιβλιογραφία

- AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC international. Assoc. of Anal. Chem. Int. Method. <https://doi.org/10.3109/15563657608988149>
- Βραχνάκης Μ., Φωτιάδης, Γ., Καζόγλου, Ι., 2011. Τύποι Οικοτόπων Εθνικού Πάρκου Πρεσπών, Αναγνώριση – Καταγραφή 2011. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, σελ. 103 + Παραρτήματα. ISBN: 978-618-80029-0-6.
- Βραχνάκης, Μ., Καζόγλου, Ι., Φωτιάδης, Γ., Χουβαρδάς, Δ., Παπαπορφυρίου, Π., Νασιάκου, Σ., Κώτσιος, Λ., Άμπας, Β., 2018. Ενσωμάτωση των Τύπων Οικοτόπων στα Διαχειριστικά Σχέδια Βόσκησης, σελ. 237-244. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου «Η Ελληνική Λιβαδοπονία μπροστά σε νέες προκλήσεις», Λάρισα, 9-12/10/2018. Υπ. Περ/ντος και Ενέργειας & Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρία, Αθήνα, 450 σελ.
- Γιαννάκης, Ν., Μπούσμπουρας, Δ., Αργυρόπουλος, Δ., Καζόγλου, Ι., Κακούρος, Π., Σαλιάρης, Δ., Ναλπαντίδου, Μ., Φωτιάδης, Γ., Βραχνάκης, Μ., Γεωργαντά, Α., Κατσαδωράκης, Γ., Δεμαθάς, Ζ., Τσίγκας Β., 2010. Σχέδιο Διαχείρισης Προστατευόμενης Περιοχής Εθνικού Πάρκου Πρεσπών. Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων Ν.Α. Φλώρινας, Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών.
- Bonvolenta, S., Spanghero, M., Dovier, S., Orlandi, D., Clementel, F., 2008. Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. Anim. Feed Sci. Technol. 146 (1-2): 178-191. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.06.003>
- Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analyses, Agricultural Handbook No. 379. Washington DC, USA: USDA, pp. 1-20
- Heiskari, U., Nieminen, M., 1988. Fibre content and *in vitro* digestibility of natural forage and supplementary fodder in reindeer. Rangifer 8 (2): 66. <https://doi.org/10.7557/2.8.2.754>

- IBM Corp. Released. 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jeangros, B., Scephovic, J., Troxler, J., Bachmann, H.J., Bosset, J.O., 1999. Comparaison de caractéristiques botaniques et chimiques d'herbages pâturés en plaine et en montagne. *Fourrages* 159, 277–292.
- Καζόγλου, Ι., Τραϊανοπούλου, Ι., Φωτιάδης, Γ., Βραχνάκης, Μ., Γιακουλάκη, Μ., 2019. Λιβαδική Παραγωγή και Βοσκοϊκανότητα Τύπων Οικοτόπων σε Προστατευόμενες και μη περιοχές των Πρεσπών. Πρακτικά 19^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Η συμβολή των δασικών οικοσυστημάτων στην ορεινή οικονομία και στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος», Λιτόχωρο Πιερίας 29/9-2/10/2019. Ελληνική Δασολογική Εταιρία, Θεσσαλονίκη.
- Koidou, M., Mountousis, I., Dotas, V., Zagorakis, K., Yiakoulaki, M., 2019. Temporal variations of herbage production and nutritive value of three grasslands at different elevation zones regarding grazing needs and welfare of ruminants. *Arch. Anim. Breed.* 5: 1-12. <https://doi.org/10.5194/aab-5-1-2019>
- Moore, J.E., 1970. Procedure for the two-stage in vitro digestion of forages. *Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals*, Vol. I. L E. Harris, Utah State Univ., Logan.
- Μποκος, J.P., Yiakoulaki, D.M., Papazafeiriou, Z.A., Sgardelis, S., Alifragis, D., Papanikolaou, K., 2014. Herbage production and species richness in sub-alpine grasslands of different soil parent material in Northern Greece. *J. Mt. Sci.* 11: 1579-1592.
- NRC, 1981. Nutrient requirements of goats: Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. No. 15, National Academy Press, Washington, DC.
- NRC, 1985. Nutrients Requirements of Sheep, 6th rev. Edition, National Academy Press, Washington, DC, USA.
- NRC, 1996. Nutrients Requirements of Beef Cattle, 7th Edition, National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamentals of ecology*. 3rd Edition. W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, pp. 544.
- Papanastasis, V.P., 1982. Production of natural grasslands in relation to air temperature and precipitation in northern Greece. *Dasiki Erevna (Greece)*.
- Scephovic, J., 1991. Considérations sur la composition chimique dans l'évaluation de la qualité des fourrages des prairies naturelles. *Rev. Suisse Agric.* 23: 305–310.
- Schroeder, J.W., 2006. Forage nutrition for ruminants. North Dakota State University Extension, Publ. AS-1250. North Dakota State University. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <file:///D:/Down-D/as1250.pdf> (πρόσβαση 10-7-2023).
- Short, H.L., Blair, R.M., Segelquist, C.A., 1974. Fiber composition and forage digestibility by small ruminants. *J. Wildl. Manag.* 38: 197-209.
- SPSS v. 25, 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corporation.
- Strid, A., Bergmeier, E. Fotiadis, G., 2020. Flora and vegetation of the Prespa National Park, Greece. Society o for the Protection of Prespa. 552 pages.
- Τραϊανοπούλου Ι., Γιακουλάκη, Μ., Καζόγλου, Ι., Τσιομπάνη, Ε., Βραχνάκης, Μ., Φωτιάδης, Γ., 2021. Παραγωγή και θρεπτική αξία λιβαδικής βλάστησης σε δασολίβαδα αρκεύθου και δρυός στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών. Πρακτικά 20^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, 200 χρόνια μετά την Επανάσταση του '21», Τρίκαλα, 3-6/10/2021. Ελληνική Δασολογική Εταιρία, Θεσσαλονίκη, 900 σελ.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A., 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops, *J. Br. Grassland Soc.* 18: 104–111.
- Van Soest, P.J., Robertson, J. B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch 38 polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583–3597.
- Van Soest P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, New York, pp. 476.
- Zar, J., 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice-Hall I

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

**ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΤΗΣ
ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΒΟΣΚΗΣΗ ΣΕ ΦΥΣΙΚΑ
ΠΟΟΛΙΒΑΔΑ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΠΡΕΣΠΩΝ**

**Ζαρόβαλη*, Μαρία¹; Γιακουλάκη, Μαρία²; Καζόγλου, Ιωάννης³; Τραϊανοπούλου Ιωάννα²;
Τσιομπάνη, Ελένη²**

¹Δ/νση Δασών ΠΕ Θεσ/νίκης/ΕΕΔΠΜΘ-ΥΠΕΝ, Ναυαρίνου 28, 55131 Καλαμαριά Θεσσαλονίκης, e-mail: mzaroval@eedpmt.ypen.gr

²Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236) Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού. Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 54124, Πανεπιστημιούπολη, e-mail: yiak@for.auth.gr; elenitsiobani@gmail.com; joannetrai@gmail.com

³Εργαστήριο Λιβαδοπονίας και Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Β.Γρίβα 11-13, 43100 Καρδίτσα, e-mail: ykazoglou@uth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η θρεπτική αξία της διαίτας των βοοειδών της αυτόχθονης Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής, κατά τη βόσκησή της, σε φυσικά ποολίβαδα του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών στη διάρκεια του έτους. Διαπιστώθηκε ότι η περιεκτικότητα της τροφής τους σε ολικές πρωτεΐνες (ΟΠ) κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα (20,6-28,3%) και ήταν σημαντικώς υψηλότερη την άνοιξη, ενώ σε NDF ήταν σημαντικώς υψηλότερη το φθινόπωρο και το χειμώνα. Την άνοιξη, η *in vitro* πεπτικότητα της είχε στατιστικώς σημαντικά την υψηλότερη τιμή (66%) σε σχέση με τις άλλες εποχές, ενώ η περιεκτικότητα σε λιγνίνη και ADF είχε τη χαμηλότερη τιμή (5,3% και 35,5%, αντίστοιχα). Η περιεκτικότητα της τροφής των βοοειδών σε ΟΠ υπερκάλυπτε τις ανάγκες τους για συντήρηση, εγκυμοσύνη και γαλακτοπαραγωγή, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, καταδεικνύοντας τη βέλτιστη αξιοποίηση της διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης από τα ζώα αυτά.

Λέξεις κλειδιά: επιλογή τροφής, ποιότητα διαίτας, αυτόχθονα βοοειδή, λιβάδια, IVOMD.

Εισαγωγή

Η προστατευόμενη περιοχή του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών (Κ.Υ.Α. 28651/2009, ΦΕΚ 302/Δ, περιοχή Δικτύου Natura 2000) είναι πλούσια σε τύπους οικοτόπων και φυτοποικιλότητα (Βραχνάκης κ.α. 2011, Strid κ.α. 2020). Η σημασία της μικρόσωμης «τοπικής φυλής της αγελάδας των Πρεσπών» για τη βιοποικιλότητα του Πάρκου τονίζεται τόσο στην ως άνω ΚΥΑ, όσο και σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί την τελευταία εικοσαετία (Grunenfelder 2006, Kazoglou κ.α. 2008, Καζόγλου κ.α. 2010). Πρόσφατη έρευνα κατέδειξε ότι ο πληθυσμός της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής της ελληνικής Πρέσπας είναι γενετικά απομονωμένος και διακριτός από τον κύριο πυρήνα της φυλής, ο οποίος θεωρείται ότι προέρχεται από την ορεινή Αιτωλοακαρνανία (Papachristou κ.α. 2020, ΑΜΑΛΘΕΙΑ 2021). Τα άτομα της φυλής είναι μικρόσωμα και χαρακτηρίζονται από χαμηλές απαιτήσεις διαβίωσης και φροντίδας και άριστη προσαρμογή στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Εκτρέφονται κυρίως για το κρέας τους, ενώ παράλληλα αποτελούν ξεχωριστό στοιχείο της αγρο-βιοποικιλότητας της προστατευόμενης περιοχής των Πρεσπών (Καζόγλου κ.α. 2010), ενώ ο τοπικός πληθυσμός δεν απειλείται πλέον με εξαφάνιση, όπως στο παρελθόν.

Τα φυσικά λιβάδια του Πάρκου βόσκονται εκτατικώς κυρίως από βοοειδή, πρόβατα, αίγες και ίππους, καθώς και από αυτόχθονα βοοειδή της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής (Καζόγλου 2007). Τα τελευταία φαίνεται πως αποτέλεσαν έναν από τους κυριότερους λόγους για τη διατήρηση τόσο των υγρών ποολίβαδων του Πάρκου, όσο και των ξηρών ποολίβαδων, τα οποία δεν επηρεάζονται άμεσα από την άνοδο της στάθμης των λιμνών (Εταιρεία Προστασίας Πρεσπών 1999, Καζόγλου κ.α. 2001). Το σύστημα εκτροφής της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής βοοειδών στην περιοχή του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών είναι εκτατικό και βασίζεται κυρίως στη

βόσκηση των φυσικών ποολίβαδων, ελεύθερα ή με την καθοδήγηση βοσκού, για διάστημα 8-9 μηνών το χρόνο ή και περισσότερο. Κατά τη χειμερινή περίοδο, εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών αλλά και της μειωμένης ποσότητας βοσκήσιμης ύλης, στα ζώα χορηγούνται χονδροειδείς και συμπυκνωμένες ζωοτροφές (Τραϊανοπούλου κ.α. 2015). Η βόσκηση βοοειδών (αγελάδων-βούβαλων) έχει αναγνωρισθεί ως σημαντικό εργαλείο διαχείρισης της φυσικής βλάστησης του Πάρκου (Γιαννάκης κ.α. 2010). Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και έρευνες που αφορούσαν στη βόσκηση βούβαλων στην ίδια περιοχή (Καζόγλου και Παπαναστάσης 2003, Καζόγλου 2007), αλλά και στη βόσκηση βούβαλων στο Εθνικό Πάρκο Λίμνης Κερκίνης (Τσιομπάνη κ.α. 2013, Τσιομπάνη 2019).

Η πρώτη έρευνα σχετικά με τον προσδιορισμό της εποχιακής μεταβολής της βοτανικής σύνθεσης της τροφής των βοοειδών της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής κατά την βόσκησή τους σε φυσικά ποολίβαδα του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών πραγματοποιήθηκε από τους Τραϊανοπούλου κ.α. (2015). Τα δε παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της λιβαδικής βλάστησης σε διαφορετικούς τύπους οικοτόπων στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών μελετήθηκαν από τους Καζόγλου (2007) και Τραϊανοπούλου (2021). Η ποιότητα όμως της επιλεγόμενης τροφής από τα ζώα αυτά στη χώρα μας, κατά τη βόσκηση στα φυσικά ποολίβαδα, δεν έχει μελετηθεί μέχρι σήμερα. Η γνώση αυτή δύναται να καταστεί χρήσιμο εργαλείο κατά το σχεδιασμό των ορθών διαχειριστικών πρακτικών στα φυσικά ποολίβαδα του Πάρκου. Επιπλέον, δύναται να τεκμηριώσει την ιδιαίτερη αξία της συγκεκριμένης φυλής βοοειδών τόσο από την άποψη της αποτελεσματικής αξιοποίησης της διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης στα λιβάδια στα οποία βόσκουν, όσο και από την άποψη της ποιότητας των παραγόμενων ζωικών προϊόντων από αυτά, ιδίως λαμβάνοντας υπόψη την ολιγαρκή φύση τους. Εν όλω δε, θα συμβάλει στην προσπάθεια διατήρησης της αυτόχθονης αυτής φυλής στη χώρα μας, γενικότερα, και στο Εθνικό Πάρκο, ειδικότερα, αποτελώντας ίσως κίνητρο για νέους κτηνοτρόφους ώστε να ασχοληθούν ξανά με την εκτροφή της. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν ο προσδιορισμός της εποχιακής μεταβολής της θρεπτικής αξίας της επιλεγόμενης τροφής των βοοειδών της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής κατά την βόσκηση σε φυσικά ποολίβαδα της προστατευόμενης περιοχής του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών Π.Ε. Φλώρινας.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα υλοποιήθηκε στην Τ.Κ. Λαιμού της Π.Ε. Φλώρινας, εντός του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών, μεταξύ των ετών 2015-2016. Η περιοχή έρευνας έχει υψόμετρο περίπου 870μ. και κλίση μεταξύ 3-5%, και βρίσκεται Α-ΝΑ της λίμνης Μεγάλη Πρέσπα. Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή θερμών, ύφυγων περιόδων με πολύ ψυχρές – υγρές περιόδους μεταξύ Οκτωβρίου-Μαΐου). Το ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων κυμαίνεται από 600-900 mm, κατά μέσο όρο στα χαμηλότερα υψόμετρα. Οι χιονοπτώσεις εκδηλώνονται συνήθως κατά την περίοδο Δεκεμβρίου-Απριλίου. Στο επίπεδο της λίμνης (850 m) η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 9,5°C-11°C (Γιαννάκης κ.α. 2010). Ο τύπος οικοτόπου είναι ο 62Α0 «Ανατολικά υπο-μεσογειακά ξηρά λιβάδια (*Scorzoneralia villosae*)» (Βραχνάκης κ.α. 2011, European Commission 2013, Strid κ.α. 2020).

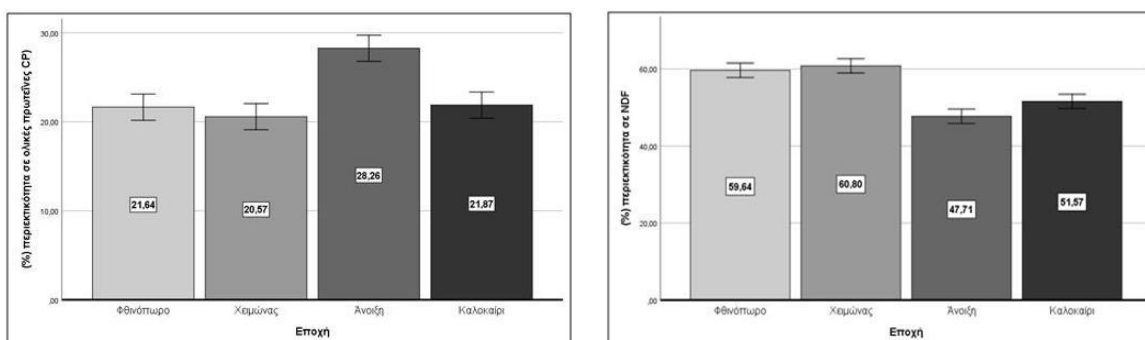
Είχε προηγηθεί από τους Τραϊανοπούλου κ.α. (2015) στην ίδια περιοχή έρευνας και στην ίδια χρονική περίοδο έρευνας η απογραφή της βοτανικής σύνθεσης της βλάστησης σε κάθε εποχή με τη μέθοδο των μόνιμων τομών και του δακτυλίου και ο προσδιορισμός της βοτανικής σύνθεσης της επιλεγόμενης τροφής (ανά είδος φυτού και ανά λειτουργική ομάδα - αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλες πόες και ξυλώδη είδη) έξι πειραματικών βοοειδών της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής με τη μέθοδο της άμεσης παρατήρησης και προσομοίωσης (Altmann 1974) επί 30 λεπτά της ώρας/ημέρα. Η παρούσα έρευνα, αποτελεί συνέχεια της έρευνας των Τραϊανοπούλου κ.α. (2015), καθώς για τα ίδια έξι πειραματικά βοοειδή (θηλυκά, ηλικίας 2 έως 16 ετών και ζώντος βάρους 270-350 κιλών) λήφθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα των φυτών που επέλεγαν κατά τη βόσκηση επί δύο διαφορετικές ημέρες και στις τέσσερις εποχές του έτους, τα οποία μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και αλέστηκαν σε μύλο Wiley Mill, με σίτα διαμέτρου οπών d=1mm. Συνολικά συλλέχθηκαν 48 δείγματα της διαίτας (4 εποχές × 2 ημέρες × 6 ζώα). Στα ζώα δεν χορηγούνταν συμπληρωματικές ζωοτροφές κατά τη διάρκεια της έρευνας. Στα δείγματα αυτά προσδιορίστηκε α. η περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο (N) με τη μέθοδο Kjeldahl (A.O.A.C. 2006) και στη συνέχεια η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες (ΟΠ) (Crude Protein, CP), ως N × 6,25, β. η περιεκτικότητα σε αδιάλυτες σε ουδέτερο (NDF-κυτταρικά τοιχώματα) με τη μέθοδο Van Soest κ.α. (1991) και σε

όξινο (ADF) απορρυπαντικό διάλυμα ινώδεις ουσίες, καθώς και η περιεκτικότητα σε λιγνίνη (ADL) με τη μέθοδο Goering και Van Soest (1970), με τη χρήση της συσκευής ANKOM 220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corporation, NY, USA), γ. η περιεκτικότητα σε ημικυτταρίνες με αφαίρεση των τιμών ADF από το NDF (Harris 1970) και δ. η *in vitro* πεπτικότητα (%) της οργανικής ουσίας (IVOMD) με την τροποποιημένη από τον Moore (1970) μέθοδο των Tilley και Terry (1963). Τα αποτελέσματα των ΟΠ, NDF, ADF, ADL και ημικυτταρινών εκφράστηκαν σε ποσοστά (%) της ξηρής ουσίας, κατόπιν προσδιορισμού του (%) ποσοστού υγρασίας των δειγμάτων με ξήρανση σε φούρνο στους 105°C για δυο ημέρες.

Η ανάλυση παραλλακτικότητας κατά έναν παράγοντα (one-way ANOVA) εφαρμόστηκε για να διερευνηθεί η ύπαρξη διαφορών της (%) περιεκτικότητας της επιλεγόμενης τροφής των βοοειδών σε ΟΠ, ινώδεις ουσίες (NDF, ADF, ημικυτταρίνες) και λιγνίνη (ADL), καθώς και της (%) *in vitro* πεπτικότητας (IVOMD) μεταξύ των τεσσάρων εποχών του έτους. Πριν τη στατιστική ανάλυση, εφαρμόστηκε ο έλεγχος Shapiro-Wilk, για να διαπιστωθεί εάν τα δεδομένα ακολουθούσαν κανονική κατανομή. Τα δεδομένα των ΟΠ, ADF, ADL (κατόπιν λογαριθμικού μετασχηματισμού) και της ημικυτταρίνης πληρούσαν την προϋπόθεση της κανονικότητας ($P>0,05$), ενώ το ίδιο δεν παρατηρήθηκε για τα δεδομένα των NDF και της *in vitro* πεπτικότητας ($P<0,05$). Επίσης, η ομοιογένεια των παραλλακτικότητων μεταξύ των ομάδων εξετάστηκε με τον έλεγχο του Levene ($P>0,05$) (Mehta και Patel 1996). Επομένως, στα δεδομένα των ΟΠ, ADF, ημικυτταρινών και λιγνίνης εφαρμόστηκε παραμετρική ANOVA και στα δεδομένα των NDF και της *in vitro* πεπτικότητας εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis. Διενεργήθηκαν post-hoc έλεγχοι για τη διερεύνηση των επιμέρους διαφορών μεταξύ των εποχών. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS v.25 (2017) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

Αποτελέσματα

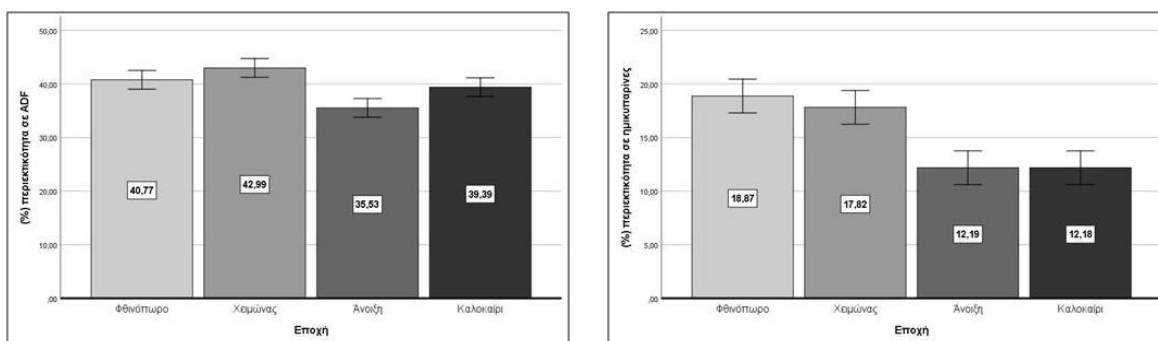
Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των εποχών παρατηρήθηκαν σε όλες τις παραμέτρους της θρεπτικής αξίας της επιλεγόμενης τροφής των Ελληνικών Βραχυκερατικών βοοειδών. Συγκεκριμένα, την άνοιξη καταγράφηκε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη (%) περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες (Μ.Ο.±Τ.Σ.: 28,26±0,82) μεταξύ όλων των εποχών, ακολουθούμενη από αυτή του φθινοπώρου (21,64±2,21) ($P=0,014$), του χειμώνα (20,57±1,32) ($P=0,003$) και του καλοκαιριού (21,87±1,16) ($P=0,018$), οι οποίες δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ($P>0,05$). Η (%) περιεκτικότητα της τροφής των βοοειδών σε NDF το χειμώνα (60,80±1,95) και το φθινόπωρο (59,64±2,68) ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη από αυτήν του καλοκαιριού (51,57±1,32) ($P=0,006$ και $P=0,019$, για το χειμώνα και το φθινόπωρο, αντίστοιχα) και της άνοιξης (47,71±1,07) ($P=0,000$, για το χειμώνα και το φθινόπωρο). Η (%) περιεκτικότητα σε NDF δε διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ φθινοπώρου και χειμώνα ($P=0,971$) και μεταξύ άνοιξης και καλοκαιριού ($P=0,469$) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Εποχιακή διακύμανση της (%) περιεκτικότητας της διαίτας των Ελληνικών Βραχυκερατικών βοοειδών σε ολικές πρωτεΐνες (ΟΠ, CP): $F(3, 44)=5,652$, $P<0,001$ και NDF: $H(3)=22,419$, $P=0,000$. Οι μπάρες και η κάθετη γραμμή σε κάθε μπάρα αντιπροσωπεύουν τον μέσο όρο και το τυπικό σφάλμα (Μ.Ο.±Τ.Σ.), αντίστοιχα, της (%) περιεκτικότητας σε ολικές πρωτεΐνες και NDF ανά εποχή

Figure 1. Seasonal variation of Crude Protein (CP) content (%) and NDF content (%) in the diet of the Greek Shorthorn cattle breed. Bars and vertical lines at the top of each bar represent the mean values and the standard error of means respectively per season.

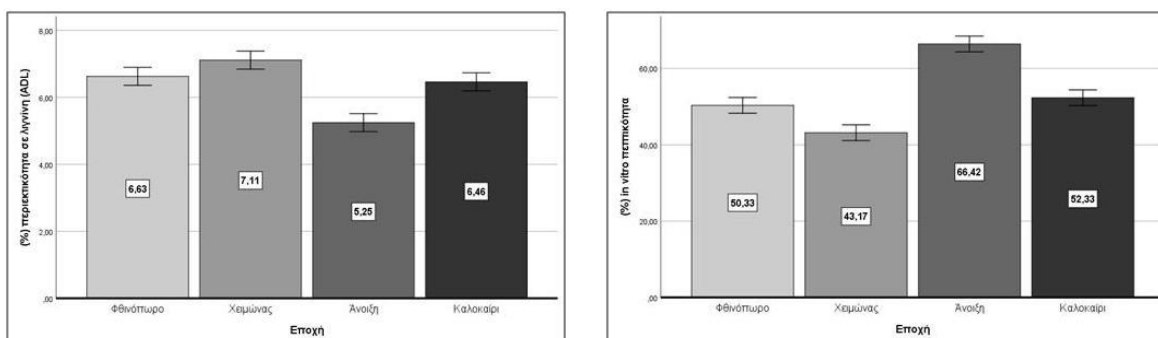
Η περιεκτικότητα της τροφής των βοοειδών σε ADF το χειμώνα ($42,99 \pm 1,65$) ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη από αυτήν της άνοιξης ($35,53 \pm 1,11$) ($P=0,021$), ενώ δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά από αυτήν του φθινοπώρου ($40,77 \pm 2,56$) ($P=0,807$ μεταξύ χειμώνα-φθινοπώρου, και $P=0,154$ μεταξύ άνοιξης-φθινοπώρου) και του καλοκαιριού ($39,39 \pm 1,33$) ($P=0,474$ μεταξύ χειμώνα-καλοκαιριού και $P=0,412$ μεταξύ άνοιξης - καλοκαιριού). Το φθινόπωρο καταγράφηκε το υψηλότερο (%) ποσοστό ημικυτταρινών ($18,87 \pm 2,32$) στην τροφή των βοοειδών, το οποίο διέφερε στατιστικώς σημαντικά από αυτό της άνοιξης ($12,19 \pm 0,81$) ($P=0,022$) και του καλοκαιριού ($12,18 \pm 1,83$) ($P=0,022$), αλλά δε διέφερε στατιστικώς σημαντικά από αυτό του χειμώνα ($17,82 \pm 0,70$, $P=0,964$). Τα ποσοστά του χειμώνα, της άνοιξης και του καλοκαιριού δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ($P=0,069$, μεταξύ χειμώνα - άνοιξης και χειμώνα - καλοκαιριού) (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Εποχιακή διακύμανση της (%) περιεκτικότητας της διαίτας των Ελληνικών Βραχυκερατικών βοοειδών σε ADF και ημικυτταρίνες. ADF: $F(3,44)=3,201$, $P=0,032$. και ημικυτταρίνες: $F(3, 44)=5,184$, $P=0,004$. Οι μπάρες και η κάθετη γραμμή σε κάθε μπάρα αντιπροσωπεύουν τον μέσο όρο και το τυπικό σφάλμα (M.O. \pm T.Σ.) της (%) περιεκτικότητας σε ADF και ημικυτταρίνες ανά εποχή.

Figure 2. Seasonal variation of ADF content (%) and hemicellulose content (%) in the diet of the Greek Shorthorn cattle breed. Bars and vertical lines at the top of each bar represent the mean values and the standard error of means respectively per season.

Το (%) ποσοστό της λιγνίνης (ADL) στην τροφή των βοοειδών την άνοιξη ($5,25 \pm 0,26$) ήταν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερο από αυτό του φθινοπώρου ($6,63 \pm 0,29$) ($P=0,004$), του χειμώνα ($7,11 \pm 0,24$) ($P=0,000$) και του καλοκαιριού ($6,46 \pm 0,28$) ($P=0,013$), τα οποία δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ($P=0,581$ μεταξύ φθινοπώρου - χειμώνα, και $P=0,331$ μεταξύ φθινοπώρου - καλοκαιριού). Η (%) *in vitro* πεπτικότητα της τροφής των βοοειδών την άνοιξη ($66,42 \pm 2,96$) είχε στατιστικά σημαντικά υψηλότερη τιμή μεταξύ όλων των εποχών ($P=0,000$ για όλες τις υπόλοιπες εποχές), ακολουθούμενη από την (%) πεπτικότητα του καλοκαιριού ($52,33 \pm 1,31$) και αυτή του φθινοπώρου ($50,33 \pm 2,25$), οι οποίες δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($P=0,901$). Η χαμηλότερη τιμή της (%) *in vitro* πεπτικότητας καταγράφηκε το χειμώνα ($43,17 \pm 1,17$), η οποία ήταν σημαντικά χαμηλότερη από αυτή του καλοκαιριού ($P=0,015$) αλλά δε διέφερε από αυτή του φθινοπώρου ($P=0,080$) (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Εποχιακή διακύμανση της (%) περιεκτικότητας της διαίτας των Ελληνικών Βραχυκερατικών βοοειδών σε λιγνίνη (ADL) και της (%) *in vitro* πεπτικότητας. ADL: $F(3,44)=8,722$, $P=0,000$ και *in vitro* πεπτικότητα: $H(3)= 22,394$, $P=0,000$. Οι μπάρες και η κάθετη γραμμή σε κάθε μπάρα αντιπροσωπεύουν τον μέσο όρο και το τυπικό σφάλμα (M.O. \pm T.Σ.) της (%) περιεκτικότητας σε λιγνίνη ανά εποχή.

Figure 3. Seasonal variation of ADL content (%) and in vitro Organic Dry Matter Digestibility (IVOMD) content (%) in the diet of the Greek Shorthorn cattle breed. Bars and vertical lines at the top of each bar represent the mean values and the standard error of means respectively per season.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η χημική σύσταση της λιβαδικής βλάστησης εξαρτάται από τα είδη των φυτών που την αποτελούν, το φαινολογικό στάδιο ανάπτυξής τους και τους κλιματεδαφικούς παράγοντες (Short κ.α. 1972). Η θρεπτική αξία δε των λιβαδικών φυτών εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε χημικά συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες και οι ινώδεις ουσίες (Cherney και Mertens 1998), με τις ολικές πρωτεΐνες και την πεπτικότητα να θεωρούνται ως οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης (Pérez-Corona κ.α. 1998). Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα των φυτών σε ολικές πρωτεΐνες, τόσο μεγαλύτερη είναι και η θρεπτική τους αξία, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητά τους σε ινώδεις ουσίες, τόσο μικρότερη είναι η θρεπτική αξία για τα βόσκοντα ζώα (Παπαναστάσης και Ισπικούδης 2013).

Από την άλλη μεριά, οι ανάγκες των βοοειδών σε θρεπτικά συστατικά ποικίλουν σημαντικά μεταξύ των ζώων και επηρεάζονται κυρίως από την ηλικία, το βάρος, το παραγωγικό στάδιο, το ρυθμό ανάπτυξης, τη φυλή και το φύλο τους, καθώς και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, (Nutrients Requirements of Beef Cattle, 2000). Τα βοοειδή της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής στην περιοχή των Πρεσπών συμπεριφέρονται ως τυπικά χορτοφάγα ζώα, καθώς η ποώδης βλάστηση συμμετέχει σε ποσοστό 99% στη διατροφή τους. Έντονες εποχιακές μεταβολές διαπιστώθηκαν στη σύνθεση της επιλεγόμενης τροφής, με τα αγρωστώδη (π.χ. *Poa alpina*, *Bromus sterilis* και *Bromus squarrosus*) να κυριαρχούν το φθινόπωρο και το χειμώνα (77,5% και 50,2% της διαίτας, αντίστοιχα) και τα ψυχανθή (κυρίως είδη του γένους *Trifolium*) και οι πλατύφυλλες πόες την άνοιξη με 51,1% και 22% αντίστοιχα (Τραϊανοπούλου κ.α. 2015), σε συμφωνία και με άλλες έρευνες που αφορούσαν σε βοοειδή (Hessle κ.α. 2008).

Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε μηρυκαστικά, που έβοσκαν σε διαφορετικές περιοχές, αναφέρεται ότι η αναλογία των φυτικών ειδών, που συμμετέχουν στη διατροφή των βοσκόκων ζώων, συχνά δεν είναι η ίδια με την αναλογία των φυτών αυτών στη φυτοκοινότητα όπου βόσκουν (Cable και Shumway 1966), τονίζοντας τη σημασία της επιλογής τροφής κατά τη βόσκηση από τα ζώα. Σε άλλη έρευνα που υλοποιήθηκε στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών το 2016 με δειγματοληψίες φυτών την περίοδο Ιουλίου - αρχές Σεπτεμβρίου, η περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης επτά τύπων οικοτόπων σε ολικές πρωτεΐνες κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα (5,6 - 8,0%) και επαρκούσε μόνο για την οριακή κάλυψη των αναγκών σε ολικές πρωτεΐνες για τη συντήρηση των βοοειδών σε συγκεκριμένους τύπους οικοτόπων (Τραϊανοπούλου 2021). Στην παρούσα έρευνα όμως, η περιεκτικότητα της τροφής των Ελληνικών Βραχυκερατικών βοοειδών σε ολικές πρωτεΐνες κυμάνθηκε σε πολύ υψηλές τιμές, από 28,3% την άνοιξη έως 20,6% το χειμώνα, παρουσιάζοντας στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της άνοιξης και των τριών άλλων εποχών. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την αποτελεσματικότητα των ζώων της φυλής αυτής να επιλέγουν, κατά τη βόσκηση, φυτικά είδη με την υψηλότερη θρεπτική αξία. Η υψηλή περιεκτικότητα της επιλεγόμενης τροφής των βοοειδών σε ολικές πρωτεΐνες την άνοιξη πρέπει να οφείλεται στα νεαρά ποώδη φυτά, τα οποία συμμετέχουν στη γλωριδική σύνθεση της βλάστησης σε υψηλό ποσοστό στην ίδια περιοχή έρευνας (Τραϊανοπούλου κ.α. 2015), διότι η συγκέντρωση των ολικών πρωτεϊνών στα πρώιμα στάδια είναι υψηλή και περιορίζεται καθώς τα φυτά ωριμάζουν (Γιακουλάκη και Νάστης 1987).

Κατά τη διάρκεια της γαλακτοπαραγωγής, βοοειδή μεγαλύτερου μεγέθους τυπικά απαιτούν μεγαλύτερο ποσοστό ολικών πρωτεϊνών ανά ημέρα σε σχέση με αντίστοιχα μικρότερου μεγέθους, αλλά ως μικρότερο ποσοστό της προσλαμβανόμενης τροφής από αυτά. Συνεπώς, τα μικρόσωμα βοοειδή απαιτούν τροφή υψηλής θρεπτικής αξίας και σε μικρότερη ποσότητα σε σύγκριση με βοοειδή μεγαλύτερου βάρους. Οι απαιτήσεις τους σε ολικές πρωτεΐνες αυξάνουν δε, αναλόγως του σταδίου γαλακτοπαραγωγής και του ρυθμού αύξησης (κέρδους) του βάρους του σώματός τους (Parish και Rhinehart 2008). Σύμφωνα με το NRC (Nutrients Requirements of Beef Cattle, 2000), οι ημερήσιες απαιτήσεις σε ολικές πρωτεΐνες για τη συντήρηση των βοοειδών κρεοπαραγωγής ανέρχονται σε 8,2% για τα βοοειδή που η διατροφή τους βασίζεται στους βοσκοτόπους και έχουν ζωντανό βάρος 300 kg και μέσο ημερήσιο κέρδος βάρους σώματος περίπου 0,22 kg. Σε βοοειδή της βραχυκερατικής φυλής που έβοσκαν σε ποολίβαδα της κεντρικής Αυστραλίας, οι τιμές του

αζώτου της τροφής περιοριζόταν κάτω από το επίπεδο συντήρησης των ζώων όταν η βοσκήσιμη ύλη ξεραινόταν, ακόμη και όταν οι κλιματολογικές συνθήκες της έρευνας ήταν ευνοϊκές (Squires και Low 1987). Στη παρούσα έρευνα διαπιστώθηκε ότι σε όλη την περίοδο του χρόνου, η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες της επιλεγόμενης τροφής από τα βοοειδή της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής, επαρκεί σε υπερδιπλάσιο ποσοστό για την κάλυψη των αναγκών τους σε ολικές πρωτεΐνες για συντήρηση. Ομοίως υπερεπαρκεί για την κάλυψη και των αναγκών εγκυμοσύνης (9,1%-11,4%) και γαλακτοπαραγωγής (10,1%-13,5%). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει την υπεροχή της Ελληνικής βραχυκερατικής φυλής έναντι άλλων φυλών βοοειδών, ακόμη και βραχυκερατικής φυλής ή τύπου.

Η περιεκτικότητα της τροφής τους σε NDF κυμάνθηκε από 47,7% (την άνοιξη) έως 60,8% (το χειμώνα), δηλαδή αυξήθηκε όσο τα φυτά πλησίαζαν στο στάδιο της ωρίμανσης (Cook 1972). Ήταν δε μικρότερη την άνοιξη και το καλοκαίρι από το ανώτερο όριο του 60%, που σχετίζεται με τη μείωση της πρόσληψης τροφής στα μηρυκαστικά (Mertens 1994), σε αντίθεση με το χειμώνα και οριακά το φθινόπωρο. Η δε περιεκτικότητα της τροφής τους σε ADF ακολούθησε παρόμοια πορεία με αυτή της περιεκτικότητας σε NDF στη διάρκεια του έτους και ήταν σημαντικά υψηλότερη το χειμώνα. Υποδηλώνεται έτσι ότι - αντιστρόφως ανάλογα - η πεπτικότητα της επιλεγόμενης τροφής θα είναι μικρότερη το χειμώνα και το φθινόπωρο, γεγονός που επιβεβαιώθηκε εργαστηριακά, με σημαντικά μικρότερο ποσοστό IVOMD (43,2% και 50,3%, αντίστοιχα) τις εποχές αυτές, καθώς και σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιγνίνη (7,1% και 6,6%, αντίστοιχα) και ημικυτταρίνες (17,8% και 18,9%, αντίστοιχα). Τα ευρήματα αυτά προφανώς οφείλονται στη βοτανική σύνθεση της διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης για τα ζώα, η οποία συμπεριλάμβανε και ώριμα λιγνινοποιημένα μέρη ποωδών φυτών στα μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξής τους.

Συμπερασματικά, διαπιστώθηκε η υψηλή αποτελεσματικότητα των βοοειδών της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής στην επιλογή της τροφής τους κατά τη βόσκηση, προκειμένου να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους για συντήρηση, εγκυμοσύνη και γαλακτοπαραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αξιοποιώντας παράλληλα σε μέγιστο βαθμό τη διαθέσιμη προς βόσκηση βιομάζα. Έχοντας υπόψη την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα της βοσκήσιμης ύλης στα φυσικά ποσλίβαδα, σε συνδυασμό με τις διατροφικές ανάγκες των ζώων και το παραγωγικό στάδιο στο οποίο βρίσκονται, οι κτηνοτρόφοι, που εκτρέφουν κοπάδια της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής βοοειδών στην περιοχή του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών, θα πρέπει να αναζητήσουν επαρκείς λύσεις για τη διατροφή των ζώων τους κατά τη δριμεία χειμερινή περίοδο (τέλη Δεκεμβρίου – μέσα Μαρτίου), όταν απαιτείται χορήγηση συμπληρωματικής διατροφής λόγω καιρικών συνθηκών. Επίσης, ενδιαφέρον θα ήταν παρόμοια έρευνα να λάβει χώρα με άλλα βοοειδή στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών (βελτιωμένων κρεοπαραγωγικών φυλών). Τέλος, όλα τα παραπάνω πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά τη διαδικασία σύνταξης του επικείμενου Διαχειριστικού Σχεδίου Βόσκησης, το οποίο θα περιλαμβάνει προτάσεις επί των επωφελών για την τοπική αγροτική οικονομία και τη βιοποικιλότητα συστημάτων βόσκησης.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν την κα Βασιλική Παπαδοπούλου, κάτοχο του κοπαδιού των βοοειδών Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα, καθώς και τον Δρ. Γεώργιο Φωτιάδη, αναπληρωτή καθηγητή του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για τη βοήθεια στην αναγνώριση των λιβαδικών φυτών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια «Υποτροφίας Αριστείας Μεταδιδακτορικής Έρευνας με Εύφημο Μνεία, ΕΛΚΕ Α.Π.Θ.» της πρώτης συγγραφέως.

Abstract

The present research aimed at the determination of seasonal variation in nutritive value [crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL) contents, and *in vitro* % dry matter digestibility (IVOMD)] regarding the selected diet of the autochthonous Greek Shorthorn cattle breed, grazing extensively in natural grasslands at the Prespa National Park, Florina, Northern Greece. CP content ranged from 20.6-28.3% and was statistically higher during spring, whereas NDF was statistically higher during autumn and winter. *In vitro* dry matter digestibility (IVOMD) was statistically higher (66%) in spring compared to the other three seasons, while ADF and ADL content had the lesser value (5.3% and 35.5%, respectively). CP

content covered the animal needs for maintenance, gestation and lactation all year round, demonstrating an optimum utilization of the grasslands' vegetation by these animals.

Βιβλιογραφία

- Altmann, J., 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.
- ΑΜΑΛΘΕΙΑ, 2021. Ελληνικές φυλές ζώων – Ένας κρυμμένος θησαυρός. 248 σελ.
- A.O.A.C., 2006. Official Methods of Analysis, 18th edition. A.O.A.C. International, Gaithersburg, MD, USA.
- Βραχνάκης, Μ., Φωτιάδης, Γ., Καζόγλου, Ι., 2011. Τύποι Οικοτόπων Εθνικού Πάρκου Πρεσπών, Αναγνώριση – Καταγραφή 2011. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών – ΤΕΙ Λάρισας.
- Catsadorakis, G., Malakou, M., 1997. Conservation and management issues of Prespa National Park. *Hydrobiologia*. 351: 175-196.
- Cable, D., Shumway, R., 1966. Crude protein in rumen contents and in forage. *J. Range Manag.* 19(3): 124-128.
- Cherney, D.J.R., Mertens, D.R., 1998. Modelling grass utilization for dairy cows. In: Cherney, J.H., Cherney, D.J.R. (eds), *Grass for Dairy Cattle*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 351-371.
- Cook, C.W., 1972. Comparative nutritive values of forbs, grasses and shrubs. In: McKell, C.M., Blaisdell, J.P., Goodin, J.R. (eds), *Wildland Shrubs-Their Biology and Utilization*. U.S. Department of Agriculture and Forest Service, Technical Report INT-1.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ., Νάσσης, Α.Σ., 1987. Εκτίμηση θρεπτικής αξίας λιβαδικών φυτών με εργαστηριακές μεθόδους και η συμβολή τους στην ικανοποίηση των αναγκών των ζώων. *Επιστημονική Επετηρίδα Δασολογικής Σχολής τόμος ΙΓ:381-401*.
- Γιαννάκης, Ν., Μπούσμπουρας, Δ., Αργυρόπουλος, Δ., Καζόγλου, Ι., Κατσαδωράκης, Γ., και άλλοι 12, 2010. Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Πρεσπών. Ν.Α.Φλώρινας, Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών. Φλώρινα.
- Εταιρεία Προστασίας Πρεσπών, 1999. Φάκελος δραστηριοτήτων, Διάσωση και αξιοποίηση της αυτόχθονης βραχυκερατικής φυλής αγελάδων. Άγιος Γερμανός.
- European Commission, 2013. Interpretation Manual of European Union Habitat Types – EUR 28. DG Environment, Nature ENV B.3, σελ. 146
- Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970. Forage fibre analyses, *Agricultural Handbook No. 379*. Washington DC, USA: USDA.
- Grunenfelder H.P., 2006. Prespa cattle: Identification and possible conservation measures. Mimeo report. Monit. Instit. for Rare Breeds & Seeds in Europe, SAVE Foundation.
- Harris, L.E., 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals, *An International Record System and Procedures for analyzing samples*, Lorin E. Harris, 1408 Highland Drive, Logan Utah, USA Vol. 1.
- Hessle, A., Rutter, M., Wallin, K., 2008. Effect of breed, season and pasture moisture gradient on foraging behaviour in cattle on semi-natural grasslands. *Applied Animal Behaviour Science*. 111.1: 108-119.
- <https://fdepar.gr>. Ιστοσελίδα Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Πρεσπών (Μονάδα Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Πρεσπών και Προστατευόμενων Περιοχών Δυτικής Μακεδονίας)
- Καζόγλου, Ι., Παπαναστάσης, Β., Κατσαδωράκης, Γ., Μαλακού, Μ., Μαρίνος, Ι., και 3 άλλοι, 2001. Μελέτη για την αποκατάσταση και διαχείριση των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (Ελληνική και Αγγλική έκδοση).
- Καζόγλου, Ι.Ε., Παπαναστάσης, Β.Π., 2003. Επιδράσεις της βόσκησης βούβαλων (*Bubalus bubalis*) στη βλάστηση της παραλίμνιας ζώνης της λίμνης Μικρή Πρέσπα. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου «Λιβαδοπονία και ανάπτυξη ορεινών περιοχών». Δημ. Νο 10: 201-207.
- Καζόγλου, Ι., 2007. Επιδράσεις της βόσκησης βούβαλων στα υγρά ποολίβαδα του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών, Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ.
- Kazoglou, Y., Logotheti, A., Doleson, F., 2008. Prespa shorthorn cattle and water buffalo at the Greek part of Prespa – two domestic animal breeds following opposite routes. Contribution to the

international workshop for the shorthorn cattle in the Balkans, SAVE Foundation in Pogradec, Albania, 11-13 September 2008.

Καζόγλου, Ι.Ε., Χεγα, Ν., Λογοθέτη, Α., Doleson, F., 2010. Σπάνιες φυλές βοοειδών στο διασυννοριακό Πάρκο Πρεσπών. Πρακτικά 7^{ου} Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. «Λιβαδοπονία και Ποιότητα Ζωής». Δημ. Νο 16: 234-240.

Mehta, C.R., Patel, N.R., 1996. IBM SPSS Exact Tests, SPSS Inc. 1989, 2010

Mertens, D.R., 1994 Regulation of forage intake. In: Fahey Jr., G.C., Ed., Forage Quality, Evaluation, and Utilization, American Society of Agronomy, Madison 450-493.

Moore, J.E., 1970. Procedure for the two-stage in vitro digestion of forages, Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals, Vol. I. L. E. Harris, Utah State Univ., Logan.

NRC., 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC Nutrient Requirements of Beef Cattle, E-974, Oklahoma State University

Παπαναστάσης, Β., Ισπικουδης, Ι., 2013. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη

Papachristou, D., Koutsouli, P., Laliotis, G.P., Kunz, E., Upadhyay, M., Seichter, D., Russ, T., Gjoko, B., Kostaras, N., Bizelis I., Medugorac, I., 2020. Genomic diversity and population structure of the indigenous Greek and Cypriot cattle populations. Genetics Selection Evolution. Vol. 52: 43, <https://doi.org/10.1186/s12711-020-00560-8>.

Parish, J.A., Rhinehart, J.D., 2008. Protein in Beef Cattle Diets, Animal and Dairy Sciences.

Pérez-Corona, M.E., Vázquez-de-Aldana, B.R., García-Criado, B., García-Ciudad, A. 1998. Variations in nutritional quality and biomass production of semiarid grasslands. Journal of Range Management, 51: 570-576.

SAVE., 2006. Prespa cattle in the Greek-Albanian border area. Quarterly newsletter of the European SAVE Foundation (Safeguard of Agricultural Varieties in Europe), December 2006.

Scherf, B.D. (ed.) 2000. World Watch List for domestic animal diversity, 3rd edition. FAO, Rome, pp.739.

Short, H.L., Blair, R.M., Burkart, L.F., 1972. Factors affecting nutritive values. In C.M. McKell, J.P. Blaisdell and J.R. Goodin (Eds.) Wildland Shrubs – Their Biology and Utilization, USDA, Forest Serv. Tech. Rep. INT-1.

Strid, A., Bergmeier, E., Fotiadis, G., 2020. Flora and vegetation of the Prespa National Park, Greece. Society for the Protection of Prespa, Ag. Germanos.

Squires, V.R., Low, W.A., 1987. Botanical and chemical composition of the diet selected by cattle in three range types in central Australia. The Australian Rangeland Journal. 9(2): 86-95.

Tilley, J.M.A., Terry, R.A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestion forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18:104-111.

Τραϊανοπούλου, Ι., Ζαρόβαλη, Μ., Καζόγλου, Ι., Γιακουλάκη, Μ., 2015. Η βραχυκερατική φυλή βοοειδών στη προστατευόμενη περιοχή των Πρεσπών και η σημασία της στη διαχείριση των ποολίβαδων του όρους Βαρνούντα. Πρακτικά 17^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. «Η συμβολή της σύγχρονης δασοπονίας και των προστατευόμενων περιοχών στη βιώσιμη ανάπτυξη». 899 -911.

Τραϊανοπούλου, Ι., 2021. Παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά λιβαδικής βλάστησης σε τύπους οικοτόπων προστατευόμενων και μη περιοχών των Πρεσπών. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ. Σελ.35-37.

Τσιομπάνη Ε.Τ., 2019. Ανάλυση συμπεριφοράς νεροβούβαλων κατά τη βόσκηση μέσω θεωρίας δικτύων. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη. Σελ. 161.

Τσιομπάνη, Ε., Γιακουλάκη, Μ., Χασάναγας, Ν., Παπανικολάου, Κ., 2013. Διερεύνηση του συστήματος εκτροφής βουβαλιών στην περιοχή της λίμνης Κερκίνης του Νομού Σερρών. 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Τεχνολογίας Ζωικής Παραγωγής, Θεσσαλονίκη. Σελ. 67-74.

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ
ΤΑ ΜΑΤΙΑ ΤΩΝ ΖΩΓΡΑΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΗΣ
ΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

Γιακουλάκη, Μαρία*; Τσιομπάνη, Ελένη; Σκορδέλη Γεωργία

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη
*Email: yiak@for.auth.gr; etsiobani@gmail.com; tzina96@gmail.com

Περίληψη

Η δικτυακή ανάλυση χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση χαρακτηριστικών στοιχείων της λιβαδοπονικής επιστήμης μέσα από 385 πίνακες ζωγραφικής, που απεικονίζουν βουκολικά/λιβαδικά τοπία, κατόπιν αναζήτησης στο διαδίκτυο, με τη χρήση 33 λέξεων-κλειδίων συνδυαστικά με τις λέξεις «πίνακας ζωγραφικής», «ζωγράφου» και τα κυριότερα ρεύματα ζωγραφικής στην Ευρώπη. Χαρακτηριστικά στοιχεία της λιβαδοπονίας αναγνωρίστηκαν στους πίνακες ζωγραφικής, με βάση τα οποία κατασκευάστηκαν διμερή δίκτυα, που αναλύθηκαν και οπτικοποιήθηκαν με τη Γλώσσα Προγραμματισμού R. Τα είδη των ζώων, το είδος της βλάστησης και οι δραστηριότητες των ζώων στα λιβάδια αποτελούν τους κεντρικότερους κόμβους του δικτύου των πινάκων ζωγραφικής. Σημαντικές πληροφορίες αντλούνται για τα είδη και τις φυλές των ζώων που εκτρέφονταν την εποχή δημιουργίας του πίνακα, τον τύπο του λιβαδιού, το είδος της βλάστησης και τις υποδομές που υπήρχαν στα λιβάδια.

Λέξεις κλειδιά: Πίνακες ζωγραφικής, βουκολικό τοπίο, λιβάδια, Durham ox, δραστηριότητες ζώων

Εισαγωγή

Τα ήρεμα, ειδυλλιακά τοπία, που περιστρέφονται γύρω από τον τρόπο ζωής των ποιμένων/βοσκών (άντρες, γυναίκες ή παιδιά), που εκτρέφουν τα ζώα τους (κυρίως βοοειδή, πρόβατα και αίγες) σε ανοιχτές, μέτριας πυκνότητας ή και μικτές φυτοκοινότητες, με τις γραμμικές χωροψηφίδες (ποτάμι, ρέμα, λίμνη) αποτελούν τα βουκολικά (bucolic) ή λιβαδικά (pastoral) τοπία (Παπαναστάσης και Ισπικουδής 2012). Τα τοπία αυτά έχουν αποτυπωθεί σε διάφορα έργα τέχνης, όπως οι πίνακες ζωγραφικής. Η καθημερινότητα της ζωής των κτηνοτρόφων σε συνδυασμό με την ηρεμία της φύσης κέντρισαν από νωρίς το ενδιαφέρον των καλλιτεχνών, οι οποίοι τα απεικόνισαν στον καμβά τους, εκφράζοντας παράλληλα την προσωπικότητα και τα συναισθήματά τους (Wundt 1921). Υπάρχει ενδιαφέρον στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονταν και απεικόνιζαν οι καλλιτέχνες της εκάστοτε εποχής τα στοιχεία του τοπίου, καθώς και την καθημερινότητα και τις πρακτικές της βουκολικής ζωής. Συνήθως, απεικόνιζαν ωραιοποιημένα τα στοιχεία της σκληρής καθημερινότητας των κτηνοτρόφων, άρρηκτα όμως συνδεδεμένα με τα στοιχεία της φύσης.

Πολλά από τα στοιχεία, που απεικονίζονται στους πίνακες ζωγραφικής, όπως ο τύπος του λιβαδιού και το είδος της βλάστησης που επικρατεί, το είδος ή τα είδη των ζώων που βόσκουν, οι δραστηριότητες των ζώων κατά την παραμονή τους στα λιβάδια, οι υποδομές των λιβαδιών και οι καιρικές συνθήκες σχετίζονται με χαρακτηριστικά στοιχεία της λιβαδοπονικής επιστήμης, η οποία δημιουργήθηκε, διαμορφώθηκε και αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1890 (Sayre και Fernandez-Gimenez 2003), δηλαδή πολύ μεταγενέστερα της δημιουργίας των έργων ζωγραφικής.

Η αναγνώριση χαρακτηριστικών στοιχείων της λιβαδοπονικής επιστήμης σε πίνακες ζωγραφικής Ευρωπαίων δημιουργών και η επεξεργασία τους με τη βοήθεια της δικτυακής ανάλυσης, αποτέλεσε το σκοπό της εργασίας αυτής. Η εργασία είναι πρωτότυπη, καθώς παρόμοια έρευνα δεν υπάρχει σε παγκόσμιο επίπεδο.

Υλικά και Μέθοδοι

Αναζητήθηκαν στο διαδίκτυο πίνακες ζωγραφικής, χρησιμοποιώντας 33 λέξεις-κλειδιά (ενδεικτικά: ποιμενική ζωή, λιβαδικό τοπίο, βουκολικό τοπίο, ποολίβαδο, δασολίβαδο, θαμνολίβαδο, υγρολίβαδο, βοοειδή, αίγες, πρόβατα, Durham Ox, κ.λ.π.) σε συνδυασμό με τις λέξεις «πίνακας ζωγραφικής», «ζωγράφου» και τα κυριότερα καλλιτεχνικά ρεύματα ζωγραφικής (Μπαρόκ, Νεοκλασικισμός, Ρομαντισμός, Ρεαλισμός, Ντατουραλισμός, Ιμπρεσιονισμός, Μετα-ιμπρεσιονισμός και Νεότερη τέχνη).

Από την αναζήτηση προέκυψαν συνολικά 385 πίνακες ζωγραφικής, προερχόμενοι από την κεντρική και βόρεια Ευρώπη, που καταχωρήθηκαν σε έναν πίνακα «συγγένειας» στο Excel, στον οποίο κάθε γραμμή αντιστοιχούσε σε έναν πίνακα ζωγραφικής και κάθε στήλη αντιστοιχούσε σε ένα από τα παρακάτω χαρακτηριστικά στοιχεία της λιβαδοπονικής επιστήμης, που εντοπίστηκαν στον πίνακα:

- 1) Τύπος λιβαδιού (ποολίβαδο, δασολίβαδο, θαμνολίβαδο, υγρολίβαδο), δάσος και αγροδασικό σύστημα,
- 2) Είδος βλάστησης (δένδρα, θάμνοι, ποώδης βλάστηση - αγρωστώδη, πλατύφυλλες πόες),
- 3) Ύπαρξη νερού (ποτάμι, ρυάκι, λίμνη, νερόλακκος),
- 4) Είδη ζώων (πρόβατα, αίγες, βοοειδή, άλογα, όνοι, σκύλοι, χοίροι και οικόσιτα πτηνά-κότα και πετεινός),
- 5) Δραστηριότητες ζώων κατά την παραμονή τους στα λιβάδια (βόσκηση, μετακίνηση, στάση, ανάπαυση, κατανάλωση νερού),
- 6) Άλλες δραστηριότητες των ζώων (σύγκρουση, καλλωπισμός ή φιλική συμπεριφορά, θηλασμός, ούρηση),
- 7) Υποδομές λιβαδιών (στάβλος για τα ζώα, καλύβα βοσκού, ποτίστρα, ταΐστρα, περίφραξη, στέγαστρο για τα ζώα, μονοπάτι, δρόμος, γέφυρα),
- 8) Καιρικές συνθήκες (ομίχλη, χιόνι, σύννεφα, βροχή),
- 9) Εφαρμοζόμενες πρακτικές εκτροφής ζώων (τάισμα, πότισμα, άρμεγμα, διαχωρισμός ζώων σε μικρά και μεγάλα, κουρά, μεταφορά γάλακτος),
- 10) Επίβλεψη ζώων από βοσκό (άνδρας, γυναίκα, παιδί)
- 11) Αγροτικές εργασίες (μεταφορά ξύλου-κλαδιών, κλαδονομή κ.ά.).

Εάν ένας πίνακας ζωγραφικής περιείχε κάποιο από τα 11 χαρακτηριστικά στοιχεία, τότε το αντίστοιχο κελί στον πίνακα συγγένειας λάμβανε την τιμή 1, σε διαφορετική περίπτωση λάμβανε την τιμή 0. Με αυτόν τον τρόπο, εισηχθήσαν για κάθε πίνακα ζωγραφικής συνολικά 57 τιμές, κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχούσε στα χαρακτηριστικά στοιχεία που περιείχε ή δεν περιείχε ο πίνακας ζωγραφικής. Από τα αποτελέσματα αυτά κατασκευάστηκε το συνολικό διμερές δίκτυο (Hanneman και Riddle, 2005) των χαρακτηριστικών στοιχείων της λιβαδοπονικής επιστήμης. Στη συνέχεια, κατασκευάστηκαν έξι επιμέρους διμερή δίκτυα (του είδους των ζώων, των τύπων λιβαδιού, της βλάστησης, των υποδομών του λιβαδιού, των καιρικών συνθηκών και των δραστηριοτήτων των ζώων κατά τη βόσκηση). Όλα τα δίκτυα αναλύθηκαν σε επίπεδο κόμβων με τη χρήση της R και για κάθε δίκτυο υπολογίστηκε ο βαθμός (degree) κάθε κόμβου (Hanneman και Riddle, 2005). Η οπτικοποίηση των δικτύων έγινε με βάση το βαθμό των κόμβων.

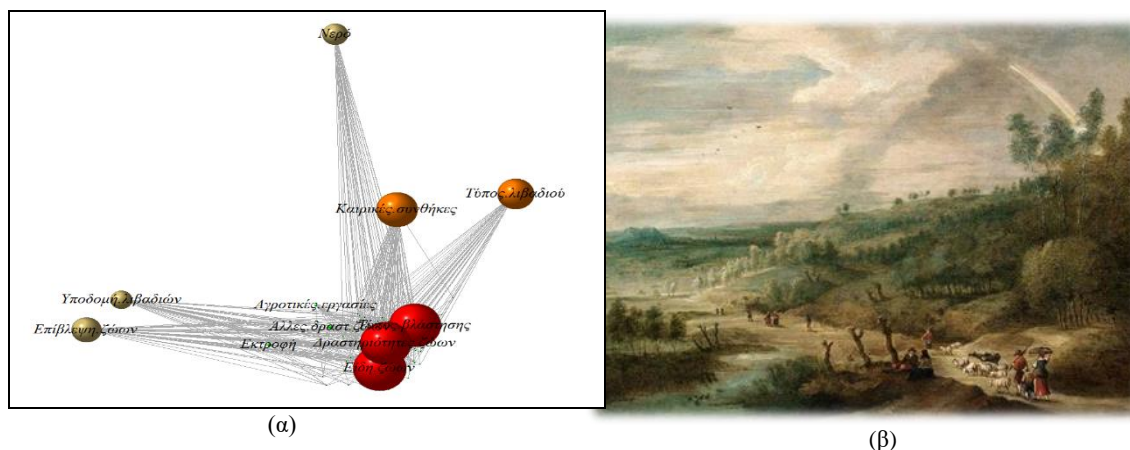
Αποτελέσματα

1. Συνολικό δίκτυο των χαρακτηριστικών στοιχείων της λιβαδοπονικής επιστήμης

Από το διμερές δίκτυο των χαρακτηριστικών στοιχείων της λιβαδοπονικής επιστήμης (Εικόνα 1α), προκύπτει ότι τα είδη των ζώων, το είδος της βλάστησης και οι δραστηριότητες των ζώων που απεικονίζονται στους πίνακες ζωγραφικής, αποτελούν τους κεντρικότερους κόμβους του δικτύου, καθώς έχουν τους υψηλότερους βαθμούς ($d_{ζώων}=383$, $d_{βλάστησης}=375$, $d_{δραστηριοτήτων ζώων}=370$). Κόμβοι του δικτύου με μικρότερο βαθμό είναι οι καιρικές συνθήκες ($d_{καιρικών συνθηκών}=300$), ο τύπος λιβαδιού ($d_{λιβαδιών}=265$), η επίβλεψη των ζώων από βοσκό ($d_{επίβλεψης ζώων}=217$), η απεικόνιση του νερού ($d_{νερού}=184$) και η υποδομή των λιβαδιών ($d_{υποδομής λιβαδιών}=160$). Οι άλλες δραστηριότητες των ζώων, οι πρακτικές εκτροφής των ζώων και οι αγροτικές εργασίες δεν αποτελούν κεντρικούς κόμβους του δικτύου, καθώς έχουν πολύ μικρό βαθμό (33, 31 και 21, αντίστοιχα).

Από τους πίνακες ζωγραφικής που μελετήθηκαν, προκύπτει ότι οι Πίνακες με τίτλο «Extensive Landscape» του ζωγράφου Lucas van Uden (1595 – 1672), (Εικόνα 1β, επιλέχθηκε ενδεικτικά να

παρουσιασθεί στην εργασία), «View of Molina in the La Cava Valley and the Monte San Liberatore» του Jacob Philipp Hackert (1737-1807) (Πηγή: <http://www.artnet.com/artists/jacob-philipp-hackert/view-of-molina-in-the-la-cava-valley-and-the-Monte-San-Liberatore>), και «Saltwood Castle, Kent» του Henry Brittan Willis (1810-1884), (Πηγή: <https://artuk.org/discover/artworks/saltwood-castle-kent-189267>), αποτελούν τους τρεις κεντρικότερους κόμβους του συνολικού δικτύου των πινάκων με τον υψηλότερο βαθμό ($d=9$), που σημαίνει ότι σ' αυτούς τους τρεις πίνακες απεικονίζονται 9 χαρακτηριστικά στοιχεία (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10 και 11) της λιβαδοπονικής επιστήμης, ενώ δεν απεικονίζονται οι «Άλλες δραστηριότητες των ζώων» (6) και οι «Εφαρμοζόμενες πρακτικές εκτροφής ζώων» (9).



Εικόνα 1. (α) Διμερές δίκτυο των πινάκων ζωγραφικής και των χαρακτηριστικών στοιχείων της λιβαδοπονικής επιστήμης (είδη ζώων, τύπος λιβαδιού, είδος βλάστησης, νερό, επίβλεψη ζώων, υποδομές στα λιβάδια, καιρικές συνθήκες, δραστηριότητες ζώων στα λιβάδια, άλλες δραστηριότητες ζώων, πρακτικές εκτροφής ζώων και αγροτικές εργασίες), τα οποία αποτυπώνονται σε αυτούς. Η απεικόνιση του δικτύου έγινε με βάση το βαθμό κάθε κόμβου. Όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος κάθε κόμβου. Οι σφαίρες με κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύουν τους κόμβους με τον υψηλότερο βαθμό (είδη ζώων, είδος βλάστησης και δραστηριότητες ζώων στα λιβάδια). Οι γκρι γραμμές αποτελούν τους συνδέσμους ανάμεσα στους πίνακες ζωγραφικής και τα χαρακτηριστικά στοιχεία της λιβαδοπονικής επιστήμης. Οι ελάχιστου μεγέθους πράσινες κουκίδες που βρίσκονται στην άκρη των συνδέσμων αντιπροσωπεύουν τους πίνακες (κόμβοι χαμηλού βαθμού). (β) Ενδεικτικά επιλέχθηκε ο πίνακας «Extensive Landscape», του ζωγράφου Lucas van Uden (1595 – 1672), ο οποίος αποτελεί έναν από τους τρεις κεντρικότερους κόμβους του δικτύου «χαρακτηριστικά στοιχεία της λιβαδοπονικής επιστήμης», καθώς έχει το μεγαλύτερο βαθμό ($d=9$). Παρατηρείται οικογένεια βοσκών (στοιχείο 10), που μετακινούν (στοιχείο 5) πρόβατα και ένα βοοειδές (στοιχείο 4), ακολουθώντας το δρόμο (στοιχείο 7). Αναγνωρίζεται ποολιβαδο και δάσος (στοιχείο 1), ενώ το είδος της βλάστησης χαρακτηρίζεται από δένδρα και αγρωστώδη είδη (στοιχείο 2), που βρίσκονται κοντά στο ποτάμι (στοιχείο 7), στο οποίο υπάρχουν πτηνά, μάλλον πάπιες (στοιχείο 4). Αξίζει να σημειωθεί ότι απεικονίζονται κλαδονομημένα δένδρα (στοιχείο 11) μια πρακτική για τη χρήση του φυλλώματός τους από τα ζώα, που εφαρμόζόταν και κατά το χρόνο δημιουργίας του πίνακα. Έντονα σύννεφα είναι εμφανή στον ουρανό (στοιχείο 8). Ο πίνακας, χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για εκπαιδευτικούς σκοπούς. (Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lucas_van_Uden_Extensive_Landscape_01.jpg).

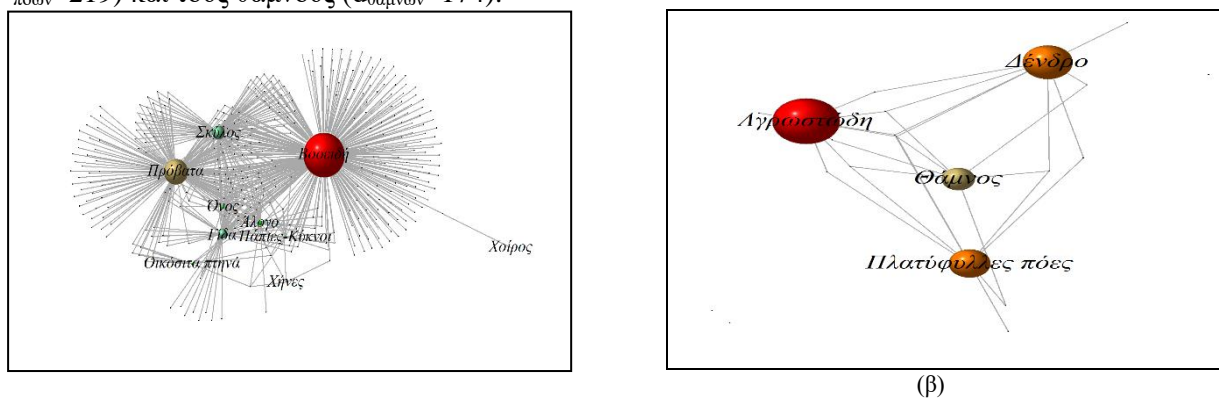
Figure 1. (a) Bipartite network of paintings and characteristic issues (elements) of rangeland science (kind of animals, pasture type, vegetation type, water, animal supervision, pastures' infrastructure, weather conditions, animal activities on pastures, other animal activities, animal husbandry practices, and agricultural activities) which are depicted on them. The network was visualized based on the degree of each node. The higher the degree the larger the size of each node. The spheres in red color represent the nodes with the highest degree (kind of animals, vegetation type and animal activities on pastures). The gray lines are the links between the paintings and the characteristic elements of rangeland science. The small green dots at the edge of the links represent the low degree nodes (paintings). (b) The painting "Extensive Landscape", by Lucas van Uden (1595 – 1672), is one of the three central nodes of the network "characteristic elements of rangeland science", as it has the highest degree ($d=9$). The following nine characteristic elements were observed: type of pasture (grassland) and forest, type of vegetation (trees) and grasses near the river, kind of animals (sheep, cow, and birds/ducks in the river), animal activities (moving), animal supervision (a shepherd family), water (river), agricultural practices (branched trees), infrastructure (road), weather conditions (heavy clouds in the sky). The painting was selected as a representative example of the total bipartite network and it was used in the present study for educational purposes (Source: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lucas_van_Uden_Extensive_Landscape_01.jpg).

2. Δίκτυο ειδών ζώων και δίκτυο ειδών βλάστησης

Το διμερές δίκτυο των ειδών ζώων (Εικόνα 2α) αποτελεί το πυκνότερο επιμέρους δίκτυο επειδή συμμετέχουν σ' αυτό 383 πίνακες. Τα βοοειδή αποτελούν τον κεντρικότερο κόμβο του δικτύου, καθώς είναι το είδος ζώου με τον υψηλότερο βαθμό ($d_{\text{βοοειδών}}=289$), ακολουθούμενα από τα

πρόβατα με βαθμό κεντρικότητας ($d_{\text{προβάτων}}=166$). Ο σκύλος, η αίγα, το άλογο, ο όνος, οι πάπιες, οι κύκνοι και τα οικόσιτα πτηνά (κότα, πετεινός) δεν αποτελούν κεντρικούς κόμβους του δικτύου, καθώς έχουν βαθμό 88, 63, 31, 21, 12 και 12, αντίστοιχα. Τους χαμηλότερους βαθμούς απεικόνισης στους πίνακες ζωγραφικής έχουν οι χήνες ($d_{\text{χήνων}}=4$) και οι χοίροι ($d_{\text{χοίρων}}=1$).

Το διμερές δίκτυο των ειδών βλάστησης (Εικόνα 2β), αποτελεί το δεύτερο πυκνότερο επιμέρους δίκτυο, καθώς συμμετέχουν σε αυτό 375 πίνακες. Από το δίκτυο αυτό προέκυψε ότι τα αγρωστώδη αποτελούν τους κυρίαρχους κόμβους του δικτύου με τον υψηλότερο βαθμό ($d_{\text{αγρωστωδών}}=355$), ακολουθούμενα από τα δένδρα ($d_{\text{δένδρων}}=263$), τις πλατύφυλλες πόες ($d_{\text{πλατύφυλλων πόων}}=219$) και τους θάμνους ($d_{\text{θάμνων}}=174$).



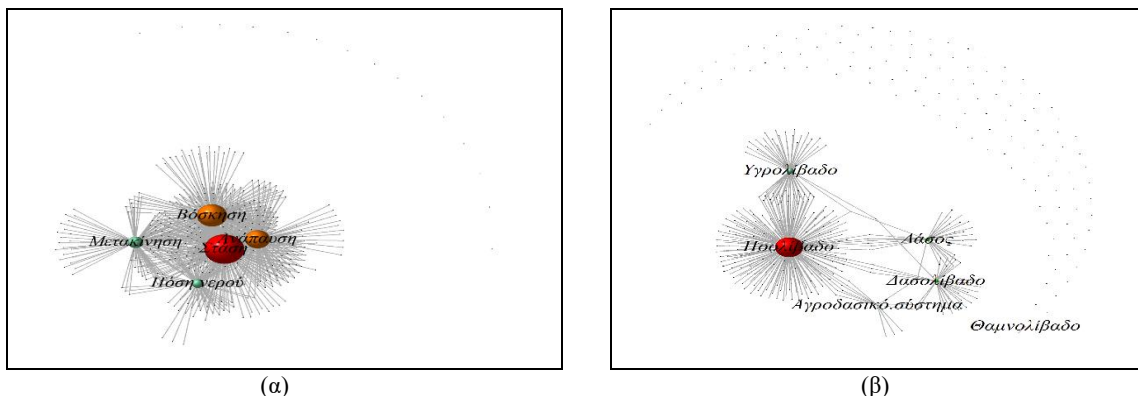
Εικόνα 2. Διμερές δίκτυο των πινάκων ζωγραφικής και των ειδών (α) ζώων [βοοειδή, πρόβατα, σκύλος, αίγα, άλογο, όνος, πάπιες, κύκνοι, οικόσιτα πτηνά-κότες-πετεινοί, χήνες και χοίροι] και (β) βλάστησης (δέντρα, θάμνοι, πλατύφυλλες πόες και αγρωστώδη), που αποτυπώνονται σε αυτούς. Η απεικόνιση των δύο δικτύων έγινε με βάση το βαθμό κάθε κόμβου. Όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος κάθε κόμβου. Η σφαίρα με κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει τον κόμβο με τον υψηλότερο βαθμό: βοοειδή (α) και αγρωστώδη (β). Οι γκρι γραμμές αποτελούν τους συνδέσμους ανάμεσα στους πίνακες ζωγραφικής και τα είδη: ζώων (α) και βλάστησης (β). Οι ελάχιστου μεγέθους πράσινες κουκίδες που βρίσκονται στην άκρη των συνδέσμων αντιπροσωπεύουν τους πίνακες (κόμβους χαμηλού βαθμού).

Figure 2. Bipartite network of paintings and (a) kind of animal species [cattle, sheep, dog, goat, horse, donkey, ducks, swans, hens, cocks, geese, and pigs] and (b) vegetation species (trees, shrubs, broad-leaved forbs, and grasses), which are depicted on them. The networks visualization was based on the degree of each node. The higher the degree, the larger the size of each node. The sphere in red color represents the node with the highest degree: cattle (a) and grasses (b). The gray lines are the links between the paintings and the kind of animals (a) and vegetation species (b). The small green dots at the edge of the links represent the low degree nodes (paintings).

3. Δίκτυο δραστηριοτήτων των ζώων και δίκτυο τύπων λιβαδιού-δάσους-αγροδασικού συστήματος

Το διμερές δίκτυο των δραστηριοτήτων των ζώων στο λιβάδι (βόσκηση, στάση, ανάπαυση, μετακίνηση και πόση νερού) είναι το τρίτο κατά σειρά πυκνότερο από τα επιμέρους δίκτυα, καθώς συμμετέχουν σ' αυτό 370 πίνακες (Εικόνα 3α). Οι υπόλοιποι 15 πίνακες απεικονίζουν τις άλλες δραστηριότητες των ζώων, όπως επιθετική συμπεριφορά μεταξύ των ζώων, καλλωπισμός των ζώων, θηλασμός ή ούρηση. Η στάση και η βόσκηση είναι οι δύο δραστηριότητες που κυριαρχούν μεταξύ των δραστηριοτήτων ($d_{\text{στάσης}}=281$ και $d_{\text{βόσκησης}}=212$), ακολουθούμενες από την ανάπαυση ($d_{\text{ανάπαυσης}}=175$), τη μετακίνηση ($d_{\text{μετακίνησης}}=110$) και την πόση νερού ($d_{\text{πόσης νερού}}=84$).

Το ποολίβαδο αποτελεί τον κυρίαρχο κόμβο του δικτύου των τύπων λιβαδιού-δάσους-αγροδασικού συστήματος με τον υψηλότερο βαθμό ($d_{\text{ποολίβαδου}}=196$), ακολουθούμενο από το υγρολίβαδο ($d_{\text{υγρολίβαδου}}=52$), το δασολίβαδο ($d_{\text{δασολίβαδου}}=30$), το δάσος ($d_{\text{δάσους}}=30$), το αγροδασικό σύστημα ($d_{\text{αγροδασ. σύστημα}}=12$) και το θαμνολίβαδο ($d_{\text{θαμνολίβαδου}}=1$) (Εικόνα 3β).



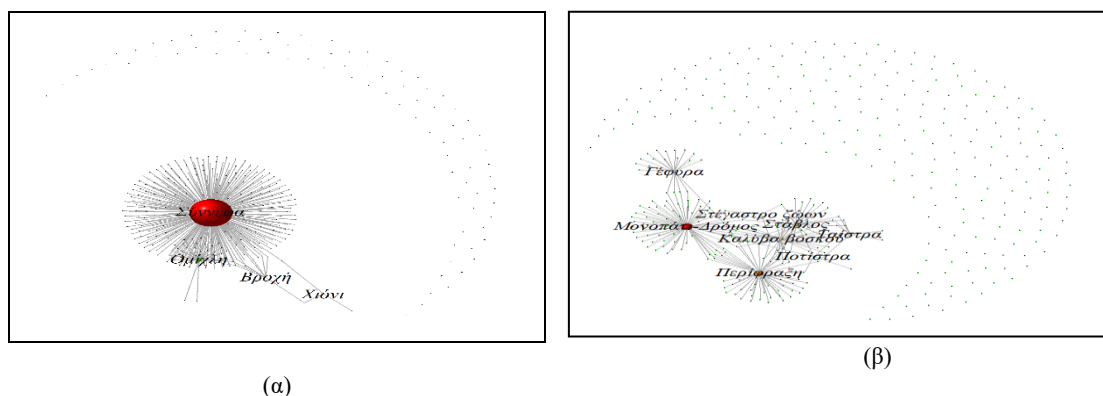
Εικόνα 3. Διμερές δίκτυο των πινάκων ζωγραφικής: (α) των δραστηριοτήτων των ζώων (βόσκησις, μετακίνηση, στάσις, πόση νερού και ανάπαυση) και (β) των τύπων λιβαδιού (ποολίβαδο, δασολίβαδο, θαμνολίβαδο και υγρολίβαδο)-δάσους-αγροδασικού συστήματος, που αποτυπώνονται σε αυτούς. Η απεικόνιση έγινε με βάση το βαθμό κάθε κόμβου. Όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος κάθε κόμβου. Η σφαίρα με κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει τον κόμβο με τον υψηλότερο βαθμό, που είναι: η δραστηριότητα της στάσις (α) και το ποολίβαδο (β). Οι γκρι γραμμές αποτελούν τους συνδέσμους ανάμεσα στους πίνακες ζωγραφικής και τις δραστηριότητες των ζώων (α) και των τύπων λιβαδιού-δάσους- αγροδασικού συστήματος (β). Οι ελάχιστου μεγέθους πράσινες κουκίδες αντιπροσωπεύουν τους πίνακες (κόμβοι χαμηλού βαθμού). Οι κουκίδες που δεν ενώνονται μεταξύ τους είναι οι πίνακες, που δεν απεικονίζουν δραστηριότητες ζώων (α) και τύπο λιβαδιού-δάσους-αγροδασικό σύστημα (β).

Figure 3. Bipartite network of paintings: (a) animal activities (grazing, moving, standing, drinking, and resting) and (b) type of pastures (grassland, woodland, shrubland, and wetland)-forest-agroforestry system, which are depicted on them. The visualization was based on the degree of each node. The higher the degree, the larger the size of each node. The sphere in red color represents the node with the highest degree, which is: the activity of standing (a) and the grassland (b). The gray lines are the links between the paintings and animal activities (a) and grassland-forest-agroforestry system (b). The minimum size green dots represent the low degree nodes (paintings). The dots that do not join together are the paintings, which do not depict animal activities (a) and type of pasture-forest-agroforestry system (b).

4. Δίκτυο καιρικών συνθηκών και δίκτυο υποδομών στα λιβάδια

Στο διμερές δίκτυο των καιρικών συνθηκών (Εικόνα 4α), συμμετέχουν 300 από τους 385 πίνακες. Τα σύννεφα κυριαρχούν στους πίνακες ζωγραφικής μεταξύ των καιρικών συνθηκών ($d_{\text{σύννεφων}}=296$), ακολουθούμενα από την ομίχλη ($d_{\text{ομίχλης}}=37$), τη βροχή ($d_{\text{βροχής}}=9$) και το χιόνι ($d_{\text{χιονιού}}=3$).

Στο διμερές δίκτυο των υποδομών των λιβαδιών συμμετέχουν μόνο οι 160 πίνακες από το σύνολο των πινάκων που μελετήθηκαν, καθώς στους υπόλοιπους 225 πίνακες δεν απεικονίζονται στοιχεία υποδομών στα λιβάδια (Εικόνα 4β). Οι κόμβοι με τον υψηλότερο βαθμό είναι το μονοπάτι-δρόμος ($d_{\text{μονοπάτι-δρόμος}}=72$), η περίφραξη ($d_{\text{περίφραξης}}=52$), ο στάβλος ($d_{\text{στάβλου}}=31$), η καλύβα βοσκού ($d_{\text{καλύβα βοσκού}}=31$) και η γέφυρα ($d_{\text{γέφυρας}}=20$). Η ταϊστρα, η ποτίστρα και το στέγαστρο είναι οι υποδομές με μικρότερο βαθμό 9, 5 και 3, αντίστοιχα. Το διμερές δίκτυο της επίβλεψης των ζώων ($d_{\text{επίβλεψης ζώων}}=217$) και του νερού ($d_{\text{νερού}}=184$) επιλέχτηκε να μην παρουσιασθούν στην εργασία, εξαιτίας των περιορισμένων πληροφοριών που παρέχουν.



Εικόνα 4. Διμερές δίκτυο των πινάκων ζωγραφικής και (α) των καιρικών συνθηκών (ομίχλη, χιόνι, σύννεφα, βροχή) και (β) των υποδομών στα λιβάδια (στάβλος ζώων, καλύβα βοσκού, ποτίστρα, ταϊστρα, περίφραξη, στέγαστρο για τα ζώα, μονοπάτι, δρόμος, γέφυρα), που αποτυπώνονται σε αυτούς. Η απεικόνιση έγινε με βάση το βαθμό κάθε κόμβου. Όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος κάθε κόμβου. Η σφαίρα με κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει

τον κόμβο με τον υψηλότερο βαθμό: σύννεφα (α) και μονοπάτι-δρόμος (β). Οι γκρι γραμμές αποτελούν τους συνδέσμους ανάμεσα στους πίνακες ζωγραφικής και τις καιρικές συνθήκες (α), καθώς και τις υποδομές των λιβαδιών (β). Οι ελάχιστου μεγέθους πράσινες κουκίδες αντιπροσωπεύουν τους πίνακες (κόμβοι χαμηλού βαθμού). Οι κουκίδες που δεν ενώνονται μεταξύ τους είναι οι πίνακες, που δεν απεικονίζουν καιρικές συνθήκες (α) και έργα υποδομής των λιβαδιών (β).

Figure 4. Bipartite network of paintings and (a) weather conditions (fog, snow, clouds, rain) and (b) pastures' infrastructure (stable for animals, shepherd's hut, watering trough, feeder, fence, animal shelter, path, road, and bridge), which are depicted on them. The visualization was based on the degree of each node. The higher the degree, the larger the size of each node. The sphere in red color represents the node with the highest degree: (a) clouds and (b) path-road. The gray lines are the links between the paintings and the weather conditions (a) and the infrastructure in pastures (b). The minimum size green dots represent the low degree nodes (paintings). The dots that do not join together are the paintings that do not depict weather conditions (a) and pasture infrastructure (b).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η απεικόνιση των βοοειδών και των προβάτων σε μεγαλύτερο βαθμό μπορεί να αποδοθεί, στο ότι η εκτροφή των ζώων αυτών είναι περισσότερο συνηθισμένη στις χώρες της Ευρώπης, από όπου προέρχονται οι πίνακες ζωγραφικής που μελετήθηκαν, σε σχέση με την εκτροφή των αιγών (Yiakoulaki και Papanastasis 2014). Αν και υπάρχουν σημαντικές μεταβολές με την πάροδο του χρόνου σχετικά με τον αριθμό των εκτρεφόμενων ζώων, καταγράφηκε ότι το 2020, εκτρέφονταν στην Ευρώπη 76 εκατομμύρια βοοειδή, 62 εκατομμύρια πρόβατα και 12 εκατομμύρια αίγες (Eurostat statistics 2021). Οι καλλιτέχνες, που δημιουργούσαν λιβαδικά/βουκολικά τοπία, επιθυμούσαν να μεταφέρουν τη γαλήνια και όμορφη αίσθηση που χαρακτηρίζει αυτά τα ειδυλλιακά μέρη στους παρατηρητές του πίνακα. Έτσι, πολύ συχνά απεικόνιζαν βοοειδή και πρόβατα, τα οποία αποτελούν βασικά δομικά στοιχεία του λιβαδικού τοπίου, αλλά και μέρος της ποιμενικής ζωής. Αυτά τα είδη ζώων έχουν κατεξοχήν συνδεθεί με το ήρεμο και γαλήνιο συναίσθημα των ποιμενικών σκηνών. Πολύ συχνά οι ζωγράφοι απεικόνιζαν ένα είδος ή διαφορετικά είδη ζώων. Αυτό ήταν μια συνήθης πρακτική που εφαρμόζοταν, καθώς είναι γνωστό ότι τα μικτά κοπάδια εξαιτίας των διαφορετικών προτιμήσεων των ζώων και του τρόπου επιλογής της τροφής τους, αξιοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό τη βλάστηση που υπάρχει σε ένα λιβάδι σε σχέση με τα αμιγή κοπάδια, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη παραγωγή προϊόντων ανά μονάδα επιφάνειας (Jerrentup κ.α. 2020). Επίσης, από τους πίνακες ζωγραφικής αντλούνται σημαντικές πληροφορίες για τις φυλές των ζώων, που εκτρέφονταν κατά το χρόνο της δημιουργίας του πίνακα και πολλές από τις οποίες υπάρχουν μέχρι και σήμερα. Έτσι, αναγνωρίζονται φυλές βοοειδών, όπως η Χολστάιν (Holstein), η Σίμενταλ (Simmental), η White park, οι μικρόσωμες αγελάδες των Χάιλαντς (Highland cattle), η English Longhorn με τα έντονα μακριά καμπυλωτά κέρατα, κ.ά. Αξίζει να αναφερθεί ότι τον 19^ο αιώνα στην Αγγλία συνήθιζαν να απεικονίζουν βοοειδή, όπως η φυλή Durham Ox, που ξεχώριζε για το σχήμα, το μέγεθος και το πάχος της. Το Durham Ox ήταν προϊόν επιλεκτικής αναπαραγωγής και εννουχισμού, υποβοηθούμενης από μεγάλες ποσότητες ζωοτροφών και μικρές μετακινήσεις των ζώων. Έτσι, το ζώο αυτό με το μεγάλων διαστάσεων ορθογώνιο προφίλ και το δυσανάλογα μικρό κεφάλι του αποτέλεσε έμπνευση για τους φημισμένους ζωγράφους της εποχής εκείνης αλλά και για τους ιδοκτήτες του, που πολύ συχνά απεικόνιζαν το «θηρίο» τους μαζί με τον εαυτό τους, σε μικροσκοπικό όμως μέγεθος, για να αποτυπωθεί το μεγαλείο του επιτευγμάτων τους και η οικονομική τους ευμάρεια (Quinn 1993).

Τα αγροτικά ζώα κατά την παραμονή τους στα λιβάδια επιτελούν διάφορες δραστηριότητες, όπως βόσκηση, μετακίνηση, στάση, μηρυκασμός, ανάπαυση, πόση νερού, κ.ά. Ο χρόνος που αφιερώνουν σε αυτές τις δραστηριότητες επηρεάζεται από την ποσότητα και την ποιότητα της διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης, τα υπάρχοντα έργα βελτίωσης της διαβίωσής τους στα λιβάδια (όπως θέσεις νερού και σκιάς) και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Η βόσκηση και η μετακίνηση είναι οι δραστηριότητες στις οποίες τα ζώα αφιερώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου τους, ενώ στις υπόλοιπες δραστηριότητες αφιερώνουν λιγότερο χρόνο (Tsiobani κ.α. 2016). Οι δραστηριότητες των ζώων, που αναγνωρίστηκαν να αποτυπώνονται σε μεγαλύτερο βαθμό στους πίνακες ζωγραφικής είναι η στάση, η βόσκηση και η ανάπαυση, ακολουθούμενες από την πόση νερού και τη μετακίνηση. Επίσης, εντοπίστηκαν και άλλες δραστηριότητες, όπως σύγκρουση μεταξύ των ζώων, καλωπισμός (μεταξύ τους, σε δένδρο ή σε περίφραξη), θηλασμός και ούρηση, σε μικρότερο όμως βαθμό. Η στάση και η ανάπαυση αποτελούν για τα μηρυκαστικά δραστηριότητες που σχετίζονται με την ηρεμία και την ξεκούραση από την αναζήτηση τροφής (Kilgour 2012), ενώ η βόσκηση αποτελεί απαραίτητη δραστηριότητα για τη διατροφή και την επιβίωσή τους. Η δραστηριότητα της μετακίνησης δεν παρατηρείται συχνά στους πίνακες

ζωγραφικής επειδή συνδέεται με το αίσθημα της κίνησης και της αλλαγής τοπίου και όχι τόσο με τη γαλήνη και ηρεμία, που εκφράζουν τα βουκολικά τοπία. Τέλος, απεικονίζεται και η πόση νερού, που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της επιβίωσης και της παραγωγικότητας των ζώων. Το πόσιμο νερό εξασφαλιζόνταν στα ζώα από φυσικές πηγές (ρέματα, ποτάμια και λίμνες). Η διαθεσιμότητα του νερού επηρεάζει τη συμπεριφορά των ζώων κατά τη βόσκηση, αλλά και την ομοιόμορφη κατανομή τους στο λιβάδι (Malan κ.α. 2020).

Τα ποολίβαδα είναι ο τύπος λιβαδιού που απεικονίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό στους πίνακες ζωγραφικής. Τα ποολίβαδα δημιουργούν ανοικτά, περισσότερο ομοιογενή λιβαδικά τοπία, συνυφασμένα με την κατάσταση ηρεμίας και χαλάρωσης και απεικονίζονται αυτοτελή ή με την παρουσία ζώων (κυρίως βοοειδή σε ανάπαυση και πρόβατα που βόσκουν), γεγονός που συντελεί στην έντονη κυριαρχία τους στους πίνακες ζωγραφικής. Μετά τα ποολίβαδα, τα υγρολίβαδα είναι ο τύπος λιβαδιού, που απεικονίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό στους πίνακες ζωγραφικής, ακολουθούμενα από τα δασολίβαδα. Τα υγρολίβαδα απαντούν κοντά σε υδάτινα οικοσυστήματα και αποτελούν κυρίως ομοιογενή λιβαδικά τοπία, που εκτός από τη βόσκηση των αγροτικών ζώων έχουν ιδιαίτερη σημασία κυρίως για τα πτηνά, καθώς αποτελούν χώρο του ενδιαϊτήματός τους. Τα δασολίβαδα προσφέρουν σύνθετα, ετερογενή τοπία, καθώς πρόκειται για πολυόροφα οικοσυστήματα, αποτελούμενα από τον ανώροφο (δένδρα, που προσφέρουν σκιά και τροφή στα ζώα με το φύλλωμα ή τους καρπούς τους), το μεσώροφο (θαμνώδης βλάστηση) και τον υπόροφο, που αποτελείται από ποώδη βλάστηση (Γιακουλάκη και Καζόγλου 2019). Τα βοσκόμενα δάση δεν αποτυπώνονται σε μεγάλο βαθμό στους πίνακες ζωγραφικής, επειδή η βόσκηση στα δάση είναι συνήθως πρακτική κυρίως στις χώρες της Μεσογείου (Παπαναστάσης 2009) και όχι της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, από όπου προέρχεται και ο κύριος όγκος των πινάκων ζωγραφικής, που μελετήθηκαν. Τέλος, αισθητά μικρότερο βαθμό απεικόνισης, είχε το αγροδοασικό σύστημα, το οποίο συνδυάζει ξυλώδη είδη και ποώδη γεωργικά φυτά (καλλιέργεια) ή λιβαδικά φυτά/αγροτικά ζώα στον ίδιο χώρο συγχρόνως ή διαδοχικά (Παπαναστάσης 2015). Η βλάστηση αποτελεί το πιο σημαντικό στοιχείο της δομής του λιβαδικού τοπίου, με τα αγρωστώδη είδη να κυριαρχούν στους πίνακες ζωγραφικής. Το γεγονός ότι τα αγρωστώδη ξεχωρίζουν αισθητά έναντι των υπολοίπων ομάδων φυτών, οφείλεται στο ότι αντιπροσωπεύουν περίπου το 24% της βλάστησης της γης, περιλαμβάνοντας 780 γένη και 12.000 είδη (Christenhusz και Byng 2016).

Τα αγροτικά ζώα, όταν βρίσκονται στα λιβάδια κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας είναι εκτεθειμένα στις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Αναφέρεται από τους Berggren και Hohenboken (1986), ότι οι καιρικές συνθήκες ασκούν μεγαλύτερη επίδραση στο χρόνο βόσκησης σε σχέση με τη διαθεσιμότητα της βοσκήσιμης ύλης, η οποία όμως επιδρά περισσότερο στις αποστάσεις που διανύουν τα ζώα για να βρουν τροφή. Το στοιχείο που απεικονίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό στους πίνακες ζωγραφικής είναι τα σύννεφα, ακολουθούμενα από την ομίχλη, τη βροχή και το χιόνι. Αυτό είναι κατανοητό διότι ο άνθρωπος από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα συνεπαίρνεται από τους πολύχρωμους και συνεχώς μεταβαλλόμενους σχηματισμούς νεφών, που βλέπει στον ουρανό. Τα σύννεφα έχουν αποτελέσει πηγή έμπνευσης για πολλούς ζωγράφους, οι οποίοι προσπάθησαν να απαθανάτισουν την αεικίνητη και ευμετάβλητη μαγεία των σχηματισμών και των χρωμάτων τους. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι ο καλλιτέχνης όταν δημιουργούσε έναν πίνακα, βρισκόταν και ο ίδιος εκτεθειμένος στις καιρικές συνθήκες. Έτσι, προτιμούσε να δημιουργεί πίνακες ζωγραφικής, που απεικόνιζαν σε μικρότερο βαθμό ακραία καιρικά φαινόμενα όπως βροχή, ομίχλη και χιόνι. Συνεπώς, απεικόνιζαν συνήθως την ιδανική κατάσταση τόσο για τους ίδιους, όσο και για τα βόσκοντα ζώα, έτσι ώστε να αποδώσουν καλύτερα την αρμονική και ειρηνική αίσθηση ενός βουκολικού τοπίου.

Από τα έργα υποδομής λιβαδιών που απεικονίζονται στους πίνακες ζωγραφικής, τα συχνότερα εμφανιζόμενα ήταν το μονοπάτι και ο δρόμος, ακολουθούμενα από την περίφραξη, τον στάβλο, την καλύβα του βοσκού και τη γέφυρα. Τα λιβάδια βρίσκονται σε ημιορεινές, ορεινές και υπαλπικές-αλπικές περιοχές (Κοϊδου κ.α. 2019), συχνά σε θέσεις επικλινείς, με βραχώδεις σχηματισμούς και απομακρυσμένες από το οδικό δίκτυο, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η προσέγγισή τους ή η διέλευση από τα ζώα και τον άνθρωπο. Αυτό έχει ως επακόλουθο τη μη πλήρη αξιοποίηση της λιβαδικής παραγωγής, με αρνητικές συνέπειες τόσο στο λιβαδικό οικοσύστημα, όσο και στις αποδόσεις των ζώων εξαιτίας των απωλειών σε ενέργεια. Επομένως, για την εφαρμογή της ορθολογικής διαχείρισης στα λιβάδια είναι αναγκαία αρχικά η βελτίωση των συνθηκών προσέγγισης-προσπέλασής τους με την κατασκευή δρόμων και μονοπατιών (Williams

1954, Roath και Krueger 1982). Οι περιφράξεις αποσκοπούν στον περιορισμό των ζώων σε ορισμένη έκταση για την επίτευξη σκοπών διαχείρισης και την προστασία τμημάτων του λιβαδιού από τη βόσκηση. Οι περιφράξεις που απεικονίζονται στους πίνακες ζωγραφικής είναι κατασκευασμένες από ξύλο. Επίσης, απεικονίζεται σε ορισμένους πίνακες η καλύβα του βοσκού (φτιαγμένη από ξύλο ή πέτρα) για την προστασία του από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες και γέφυρα, που χρησιμεύει για τη διέλευση των ζώων και των ανθρώπων από ποταμούς. Σε πολύ μικρότερο βαθμό στο βουκολικό τοπίο περιλαμβάνεται η ταΐστρα και η ποτίστρα. Αυτό είναι κατανοητό καθώς τα ζώα κάλυπταν τις διατροφικές τους ανάγκες από τη βόσκηση στα λιβάδια, οπότε δεν χρειαζόταν να μεταφέρουν οι εκτροφείς συμπληρωματικές τροφές στα λιβάδια. Επίσης, έπιναν νερό από τις φυσικές πηγές (ρυάκια, λίμνες, ποτάμια), οπότε δεν χρειαζόταν να κατασκευασθούν ποτίστρες στα λιβάδια.

Συμπερασματικά, με την ενδελεχή παρατήρηση έργων τέχνης στα οποία αποτύπωναν οι ζωγράφοι λιβαδικά/βουκολικά τοπία, εντοπίστηκαν και αναγνωρίστηκαν χαρακτηριστικά στοιχεία της λιβαδοπονικής επιστήμης, που επεξεργάστηκαν και οπτικοποιήθηκαν με τη βοήθεια της δικτυακής ανάλυσης και συζητήθηκαν υπό το πρίσμα των σύγχρονων ερευνητικών ευρημάτων. Οι ζωγράφοι, ως άλλοι λιβαδοπόνοι, αποτύπωσαν με τα μάτια της ψυχής τους στον καμβά έργα απaráμιλλης αξίας και τέχνης για το λιβαδικό/βουκολικό τοπίο, τις πρακτικές εκτροφής των αγροτικών ζώων και τη ζωή των ανθρώπων που ασχολούνται με την κτηνοτροφία πολύ πριν την εμφάνιση της λιβαδοπονικής επιστήμης.

Abstract

Network analysis was used to investigate features of range science through the study of 385 paintings, depicting bucolic/pastoral landscapes which gathered after searching the internet with the use of 33 keywords that were combined with the word “painting”, and the word “painters” in combination with the main painting’s movements and styles in Europe. Characteristic elements of range science were identified in the paintings, data entered into a binary matrix, and bipartite networks were constructed, analyzed and visualized with R Programming Language. It was emerged that the kind of animal species, the type of vegetation and the activities that the animals perform on pastures are the most central nodes of the network of paintings. Also, important information is gathered about the breeds of animals that were raised when the painting was created, the type of pasture and the type of vegetation, as well as the existed infrastructure on pastures.

Βιβλιογραφία

- Bailey, L., MacKenzie, D., 2004. Assessing fit of site occupancy models. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 9: 300-318. doi: 10.1198/108571104X3361.
- Berggren, Th.B., Hohenboken, W.D., 1986. The effects of sire-breed, forage availability and weather on the grazing behavior of crossbred ewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15(3): 217-228.
- Γιακουλάκη, Μ.Δ., Καζόγλου, Ι., 2017. Η σημασία της διαχείρισης και της βελτίωσης των βοσκοτόπων στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης*. Ειδική έκδοση. 45: 65-81.
- Christenhusz, M.J.M., Byng, J.W., 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*. 261(3): 201–217. doi:10.11646/phytotaxa.261.3.1 Archived from the original on 2016-07-29.
- Eurostat Statistics Explained, 2021. Agricultural production - livestock and meat. https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Agricultural_production_-_livestock_and_meat#Livestock_population (Τελευταία πρόσβαση 5-7-2022).
- Jerrentrup, J.S., Komainda, M., Seither, M., Cuchillo-Hilario, M., Wrage-Mönnig, N., Isselstein, J., 2020. Diverse swards and mixed-grazing of cattle and sheep for improved productivity. *Front. Sustain. Food Syst.* 3: 125. doi: 10.3389/fsufs.2019.00125
- Hanneman, R.A., Riddle, M., 2005. Introduction to Social Network Methods. <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>
- Kilgour, K.J., 2012. In pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 138: 1-11. doi: 10.1016/j.applanim.2011.12.002
- Koidou, M., Mountousis, I., Dotas, V., Zagorakis, K., Yiakoulaki, M., 2019. Temporal variations of herbage production and nutritive value of three grasslands at different elevation zones regarding

- grazing needs and welfare of ruminants. *Arch. Anim. Breed.* 5: 1–12, doi.org/10.5194/aab-5-1-2019
- Malan, J.C., Flint, N., Jackson, E.L., Irving, A.D., Swain, D.L., 2020. Environmental factors influencing cattle's water consumption at offstream watering points in rangeland beef cattle, *Livest. Sci.* 231, doi: 10.1016/j.livsci.2019.103868
- Παπαναστάσης, Β.Π., 2009. Λιβαδοκτηνοτροφική ανάπτυξη. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 158.
- Παπαναστάσης, Β.Π., Ισπικούδης, Ι., 2012. Οικολογία Λιβαδιών. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη, Σελ. 325.
- Παπαναστάσης, Β.Π., 2015. Αγροδοασοπονία. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 191.
- Quinn, M.S., 1993. Corpulent Cattle and Milk Machines: Nature, Art and the Ideal Type, *Society & Animals*, 1(2):145-157. doi: 10.1163/156853093X00046
- Roath, L.R., Krueger, W.C., 1982. Cattle grazing and behavior on a forested range. *J. Range Manag.* 35: 332-338.
- Sayre, F.N., Fernandez-Gimenez, M., 2003. The genesis of range science, with implications for current development policies. In *Proceedings of the VIIth International Rangelands Congress* (Allsopp, N., Palmer, A.R., and .5 others. Eds.). Durban, South Africa, 26th July-1st Aug. 2003. pp. 1976-1985.
- Tsiobani, E.T, Yiakoulaki, M.D, Hasanagas, N.D., Menexes, G., Papanikolaou, K., 2016. Water Buffaloes grazing behavior at the Lake Kerkini National Park, Northern Greece. *Haquetia* 15 (2): 133–142. <https://doi.org/10.1515/hacq-2016-0015>.
- Williams, R.E., 1954. Modern methods of getting uniform use of ranges. *J. Range Manag.* 7:77-81.
- Wundt, W.M., 1921. *Elements of folk psychology: outlines of a psychological history of the development of mankind*, London, G. Allen and Unwin Ltd, pp. 456.
- Yiakoulaki M.D., Papanastasis, V., 2014. Grasslands and grazing systems of Central Macedonia. In: *Grasslands and herbivore production in Europe and effects of common policies*. (Christian Huyghe, Alex de Vlieghe, Bert Van Gils, Alain Peeters coord. Eds.) Editions Quae, RD 10. 78026 Versailles Cedex, France. ISBN: 978-2-7592-2157-8. 168-172.

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

ΕΡΓΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΛΙΒΑΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΛΕΙΤΟΡΙΑΣ ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ ΠΕ ΑΧΑΪΑΣ

Θεοδωρακόπουλος, Ιωάννης*; Γιακουλάκη, Μαρία* Τσιομπάνη, Ελένη, Δαμαλής, Ευάγγελος

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη

*Email: giannistheodorakopoulos13@gmail.com; yiaak@for.auth.gr; elenitsiobani@gmail.com; damalisb@gmail.com

Περίληψη

Στις λιβαδικές εκτάσεις της Δ.Ε. Κλειτορίας του Δήμου Καλαβρύτων της Π.Ε. Αχαΐας καταγράφηκαν τα υφιστάμενα έργα υποδομής των λιβαδιών (δρόμοι, ποτίστρες, στέγαστρα για τα αγροτικά ζώα, αλαταριές, οικήματα για τους βοσκούς) και διερευνήθηκε η συμβολή τους στην ομοιόμορφη κατανομή της βόσκησης. Στις περιοχές αυτές βόσκουν αιγοπρόβατα και βοοειδή κατά τους θερινούς μήνες. Οι υπάρχοντες δασικοί δρόμοι διευκολύνουν την προσέγγιση των ζώων και των κτηνοτρόφων στα λιβάδια. Αντίθετα, ορισμένες ποτίστρες βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να παρατηρείται υπερβόσκηση γύρω από τις θέσεις αυτές. Υπάρχει έλλειψη στεγαστρών για την προστασία των ζώων από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και οι θέσεις χορήγησης άλατος είναι κοντά στα οικήματα των βοσκών για τη διευκόλυνσή τους και όχι με γνώμονα την ομοιόμορφη χρησιμοποίηση των λιβαδιών από τα ζώα. Η υπάρχουσα χωροθέτηση των περισσότερων έργων υποδομής χαρακτηρίζεται από έλλειψη σχεδιασμού και τυχαιότητα, με αποτέλεσμα τα έργα να συμβάλλουν στην υπερβόσκηση των περιοχών αυτών.

Λέξεις κλειδιά: θερινά λιβάδια, ποτίστρες, κατανομή βόσκησης, στέγαστρα, αιγοπρόβατα

Εισαγωγή

Τα έργα υποδομής αποτελούν σημαντικό παράγοντα της ομοιόμορφης χρησιμοποίησης της λιβαδικής βλάστησης από τα βόσκοντα ζώα και κατά συνέπεια της ορθολογικής διαχείρισης των λιβαδιών. Ως έργα υποδομής θεωρούνται κυρίως οι δρόμοι και τα μονοπάτια/ατραποί, οι ποτίστρες, οι περιφράξεις, οι θέσεις χορήγησης συμπληρωμάτων διατροφής για τα ζώα, τα στέγαστρα για την προστασία των ζώων από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και τα οικήματα των κτηνοτρόφων (Melvin κ.α. 2007, Παπαναστάσης κ.α. 2021). Το είδος των έργων υποδομής στα λιβάδια, ο αριθμός τους και η χωροθέτησή τους, μπορούν να συμβάλλουν στην ομοιόμορφη κατανομή της βόσκησης και στη μεγιστοποίηση του οφέλους από τη χρήση τους (Holechek κ.α. 2001).

Τα λιβάδια στη χώρα μας βρίσκονται ως επί το πλείστον σε ορεινές ή ημιορεινές περιοχές και σε επικλινή και βραχώδη εδάφη (Παπαναστάσης 2009). Αποτελούν δε, κατά κύριο λόγο κοινόχρηστες δημόσιες ή δημοτικές εκτάσεις. Αυτό σημαίνει ότι η κατασκευή των έργων υποδομής στα λιβάδια είναι κύρια ευθύνη των κρατικών ή/και φορέων της τοπικής αυτοδιοίκησης και όχι των κτηνοτρόφων. Άλλωστε, το μεγάλο κόστος κατασκευής των έργων αυτών λειτουργεί αποτρεπτικά στην κατασκευή τους από τους κτηνοτρόφους. Βέβαια, προϋπόθεση για την κατασκευή τους είναι η ένταξή τους στο πλαίσιο των διαχειριστικών σχεδίων βόσκησης με σκοπό την ορθολογική διαχείριση των λιβαδιών (Παπαναστάσης κ.α. 2021).

Τα έργα υποδομής των λιβαδιών θεωρούνται επαρκή ή όχι για κάθε περιοχή, εγκαταλείπονται ή δεν συντηρούνται, ενώ τις περισσότερες φορές δεν γίνονται ολοκληρωμένες μελέτες για την κατασκευή και τη χωροθέτησή τους, παρότι ήδη από τη δεκαετία του 1950 η δασική υπηρεσία ξεκίνησε την κατασκευή τους μετά από μελέτες (Παπαναστάσης κ.α. 2021). Οι πληροφορίες για τα υπάρχοντα έργα υποδομής των λιβαδιών στη χώρα μας είναι πολύ περιορισμένες και δεν υπάρχουν έρευνες που να συνδέουν το είδος των έργων αυτών, τον αριθμό και τη θέση τους στο χώρο με την αποτελεσματικότητά τους για την ομοιόμορφη κατανομή της βόσκησης και τη χρησιμοποίηση της λιβαδικής βλάστησης.

Στόχος της εργασίας ήταν να καταγραφούν τα υπάρχοντα έργα υποδομής (είδος, χωροθέτηση, αριθμός, διαστάσεις, υλικό κατασκευής, κατάσταση/συντήρησή τους κ.ά.) στα λιβάδια τεσσάρων περιοχών της Δημοτική Ενότητας (Δ.Ε.) Κλειτορίας του Δήμου Καλαβρύτων Περιφερειακή Ενότητα (Π.Ε.) Αχαΐας, να διερευνηθεί η επάρκειά τους για την ικανοποίηση των αναγκών των βοσκόντων ζώων και η συμβολή τους στην ορθολογική αξιοποίηση των λιβαδιών της περιοχής.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στη Δ.Ε. Κλειτορίας του Δήμου Καλαβρύτων της Π.Ε. Αχαΐας στην Πελοπόννησο, σε τέσσερις περιοχές της οροσειράς του Χελμού, με τις τοπικές ονομασίες/θέσεις Νεραϊδοράχη, Αράχοβα, Έλατος και Νησί το 2022. Η Νεραϊδοράχη βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 2000 μ. ενώ οι υπόλοιπες τρεις περιοχές βρίσκονται σε υψόμετρο 1300-1500μ. και αποτελούν αλπικά και ορεινά λιβάδια (ποολίβαδα), αντίστοιχα, που βόσκονται εκτατικά κατά την περίοδο του θέρους. Στα λιβάδια αυτά έχουν κατασκευαστεί έργα υποδομής στο παρελθόν, με τα οποία ασχοληθήκαμε στην παρούσα έρευνα.

Για την καταγραφή των υπάρχοντων έργων υποδομής των τεσσάρων περιοχών έγιναν επιτόπιες παρατηρήσεις με τη χρήση GPS, καταγράφοντας τις συντεταγμένες στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ87 (GGRS87). Αρχικά, χαρτογραφήθηκαν όλες οι λιβαδικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης και καταγράφηκαν οι δρόμοι (δασικοί, αγροτικοί, τοπικές οδοί) για την προσέγγιση των λιβαδιών, οι θέσεις ποτισμού των ζώων (ποτίστρες), τα στέγαστρα για την προστασία τους, οι θέσεις στις οποίες τοποθετείται το αλάτι (αλαταριές) και τυχόν άλλα συμπληρώματα διατροφής, καθώς και τα οικήματα των κτηνοτρόφων. Για τα παραπάνω έργα σημειώθηκαν οι συντεταγμένες των θέσεων τους, το ιδιοκτησιακό καθεστώς και το καθεστώς χρήσης τους, τα υλικά κατασκευής τους, οι διαστάσεις τους, η κλίση του εδάφους και τα είδη των ζώων που τα αξιοποιούν. Για τα έργα ποτισμού σημειώθηκε επιπλέον και η συχνότητα καθαρισμού τους. Για τη μέτρηση των διαστάσεων των έργων χρησιμοποιήθηκε μετροταινία, ενώ για τον υπολογισμό της κλίσης του χρησιμοποιήθηκε κλισίμετρο. Παράλληλα, συγκεντρώθηκαν στοιχεία για την έκταση των λιβαδιών (χαρτογράφηση google earth), καθώς και για το συνολικό ζωικό κεφάλαιο (προσωπική επικοινωνία με τους κτηνοτρόφους) σε κάθε περιοχή. Στη συνέχεια ακολούθησε η ομαδοποίηση και καταχώρηση των στοιχείων με τη μορφή πινάκων Excel.

Αποτελέσματα

1. Λιβαδικές εκτάσεις και ζωικό κεφάλαιο

Η έκταση των λιβαδιών (ποολίβαδα), τα είδη των ζώων και ο αριθμός τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Σε όλες τις περιοχές μελέτης βόσκουν αιγοπρόβατα, ενώ σε δύο από αυτές (Αράχοβα και Έλατος) βόσκουν και βοοειδή. Παρατηρείται ότι στις περιοχές Νεραϊδοράχη και Αράχοβα εκτρέφονται περισσότερα πρόβατα, ενώ στις περιοχές Έλατος και Νησί εκτρέφεται μεγαλύτερος αριθμός αιγών.

Πίνακας 9. Έκταση λιβαδιών (ha) και συνολικό ζωικό κεφάλαιο στις τέσσερις περιοχές μελέτης του όρους Χελμός της Κλειτορίας Καλαβρύτων, Περιφερειακή Ενότητα Αχαΐας, 2022.

Table 2. Pastures' area (ha) and total livestock population in all four study areas of Mt Helmos of Kleitoria, Kalavryta, Regional unit of Ahaia, 2022.

Περιοχή	Έκταση Λιβαδιών (ha)	Ζωικό κεφάλαιο (αριθμός ζώων)		
		Αίγες	Πρόβατα	Βοοειδή
Νεραϊδοράχη	705	700	1300	-
Αράχοβα	360	850	1000	40
Έλατος	320	530	480	50
Νησί	700	1100	520	-
Σύνολο	2085	3180	3300	90

2. Έργα υποδομής στα λιβάδια

2.1. Οδοί προσπέλασης

Η προσέγγιση στα λιβάδια της Νεραϊδοράχης ξεκινά από την Κλειτορία του Δήμου Καλαβρύτων με ασφαλτοστρωμένη οδό (επαρχιακή οδός) έως το χιονοδρομικό κέντρο

Καλαβρύτων και συνεχίζεται με χωματόδρομο (δασική οδός), μέτριας -κατά σημεία- προσπελασιμότητας (Πίνακας 2). Στις περιοχές Αράχοβα και Έλατος, η προσέγγιση των λιβαδιών επιτυγχάνεται μέσω τριών και δυο δασικών οδών, αντίστοιχα, με μέτρια έως δύσκολη -κατά σημεία- προσπελασιμότητα. Η μεγάλη κλίση του εδάφους κατά θέσεις (12%) σε συνδυασμό με τις καταπτώσεις βράχων, που πέφτουν στους δρόμους εξαιτίας των κατολισθήσεων, δυσχεραίνουν την προσέγγιση των λιβαδιών και στις δυο αυτές περιοχές. Στην περιοχή Νησί για την προσέγγιση των λιβαδικών εκτάσεων υπάρχουν δυο δασικές οδοί, με πλάτος περίπου 3 m και σημαντική κλίση εδάφους, με αποτέλεσμα να είναι αρκετά δύσκολη η προσπελασιμότητά τους.

Πίνακας 2. Θέσεις και λοιπά χαρακτηριστικά δρόμων προσπέλασης των λιβαδιών στις περιοχές Νεραϊδοράχη, Αράχοβα, Έλατος και Νησί του όρους Χελμός Δ.Ε. Κλειτορίας Καλαβρύτων, Π.Ε. Αχαΐας.

Table 2. Position and other characteristics of roads for accessing the pastures of Neraidorachi, Arachova, Elatos, and Nisi in Mt Helmos, M.D. of Kleitoria, Kalavryta, Regional unit of Ahaia.

Περιοχή	Αρχικό σημείο οδού	Τελικό σημείο οδού	Είδος οδού πρόσβασης		Μήκος (χλμ.)	Πλάτος (μ.)	Βαθμός προσπελασιμότητας
			Ασφαλτοστρωμένη οδός	Οδός χωματινίου καταστρώματος			
Νεραϊδοράχη	Κλειτορία	Χελμός	x	x	30	3-5	Μέτρια προς εύκολη
Αράχοβα	Άγ. Νικόλαος	Αράχοβα		x	7,9	3-4	Μέτρια
	Τουρλάδα			x	6,5		
	Αρμπουνας			x	7,7		
Έλατος	Πλανητέρο	Έλατος		x	9	3-4	Μέτρια
	Αρμπουνας			x	8		
Νησί	Πλανητέρο	Νησί		x	12	3	Δύσκολη
	Βάλτος			x	8,7		

2.2. Ποτίστρες

Στην περιοχή Νεραϊδοράχη καταγράφηκαν τέσσερις ποτίστρες (Πίνακας 3, Εικόνα 1α), οι οποίες τροφοδοτούνται με νερό από φυσικές πηγές. Αποτελούν δημόσιο έργο για κοινή χρήση από τους κτηνοτρόφους της περιοχής. Τα υλικά κατασκευής τους είναι ξύλο, σκυρόδεμα και πέτρα. Σε μία ποτίστρα οι κτηνοτρόφοι έχουν προσθέσει μία ξύλινη (φτιαγμένη από κορμό ολόκληρου δένδρου) ως συνέχεια της ήδη υπάρχουσας, για να αυξήσουν τη χωρητικότητά της. Οι διαστάσεις τους ως προς το μήκος κυμαίνονται από 7,7 μ. έως 30 μ. και ως προς το πλάτος από 0,25 έως 0,35 μ. Οι ποτίστρες είναι τοποθετημένες σε εδάφη με κλίση από 21 έως 35%. Το νερό στις ποτίστρες κρίνεται γενικά ως καθαρό, καθώς ο καθαρισμός τους είναι συχνός από τους κτηνοτρόφους. Όλες οι ποτίστρες χρησιμοποιούνται από αιγοπρόβατα.

Οι περισσότερες ποτίστρες στην περιοχή Αράχοβα είναι κατασκευασμένες από ιδιώτες (προσωπική επικοινωνία), ενώ μόνο δύο ποτίστρες είναι κατασκευασμένες από το δημόσιο (Πίνακας 3, Εικόνα 1β). Όλες διατίθενται στους κτηνοτρόφους για κοινή χρήση. Ως υλικά κατασκευής έχουν χρησιμοποιηθεί το σκυρόδεμα, οι πέτρες, αλλά και ολόκληροι κορμοί δέντρων. Οι διαστάσεις τους ως προς το μήκος κυμαίνονται από 6 μ. έως 12 μ. και ως προς το πλάτος από 0,25 έως 0,40 μ. Η κλίση του εδάφους στο οποίο είναι κατασκευασμένες κυμαίνεται από 5 έως 55%. Το νερό στις ποτίστρες της Αράχοβας κρίνεται γενικά ως καθαρό, όπως και στη Νεραϊδοράχη. Οι ποτίστρες χρησιμοποιούνται από αιγοπρόβατα και βοοειδή.

Τα έργα ποτισμού των ζώων στην περιοχή Έλατος, αποτελούνται από πέντε ποτίστρες, που τροφοδοτούνται με νερό από φυσικές πηγές (Πίνακας 3, Εικόνα 1γ). Οι τρεις από αυτές, είναι κατασκευασμένες από το δημόσιο, ενώ στη συνέχεια οι κτηνοτρόφοι πρόσθεσαν δύο ακόμη ποτίστρες για την καλύτερη εξυπηρέτηση των κοπαδιών τους (αίγες και πρόβατα). Αποτελούν έργο κοινής χρήσης, με υλικά κατασκευής το σκυρόδεμα, την πέτρα και το ξύλο. Οι διαστάσεις ως προς μήκος κυμαίνονται από 4 μ. έως 15 μ. και ως προς το πλάτος από 0,20 έως 0,40 μ. Δύο από τις ποτίστρες είναι τοποθετημένες σε έδαφος με κλίση 5%, ενώ οι υπόλοιπες τρεις είναι τοποθετημένες σε κλίση από 30% έως 40%. Το νερό στις ποτίστρες είναι σχετικά καθαρό, καθώς σε ορισμένες ο καθαρισμός γίνεται σπάνια.

Τα έργα ποτισμού ζώων στην περιοχή Νησί αποτελούνται από τέσσερις ποτίστρες, που τροφοδοτούνται με νερό από φυσικές πηγές (Πίνακας 3, Εικόνα 1δ). Στην πλειονότητα τους οι ποτίστρες είναι ιδιωτικά έργα (προσωπική επικοινωνία), με εξαίρεση μία ποτίστρα που

κατασκευάστηκε από τη δασική υπηρεσία σύμφωνα με τη σχετική πινακίδα, που υπάρχει. Τα έργα ποτισμού χρησιμοποιούνται από αιγοπρόβατα, είναι κοινόχρηστα και είναι κατασκευασμένα μόνο από σκυρόδεμα. Οι διαστάσεις τους ως προς το μήκος κυμαίνονται από 12 μ. έως 20 μ. και ως προς το πλάτος από 0,35 έως 0,40 μ. Δύο από τις ποτίστρες βρίσκονται σχεδόν σε επίπεδο έδαφος, η κλίση του οποίου είναι 4%, ενώ οι άλλες δύο βρίσκονται σε κλίση 20% και 33%, αντίστοιχα. Το νερό στις ποτίστρες είναι καθαρό, καθώς ο καθαρισμός τους είναι συχνός. Οι ποτίστρες χρησιμοποιούνται από αίγες και πρόβατα.

Πίνακας 3. Συντεταγμένες θέσης και λοιπά χαρακτηριστικά ποτιστών για τα βόσκοντα ζώα στα λιβάδια των περιοχών Νεραϊδοράχη, Αράχοβα, Έλατος και Νησί του όρους Χελμός. Όλες οι ποτίστρες είναι κοινόχρηστες.

Table 3. Position cords and other characteristics of watering points for grazing animals in the pastures of Neraiodorachi, Arachova, Elatos, and Nisi of Mt Helmos. The use in all watering troughs is communal.

Περιοχή	Συντεταγμένες θέσης ποτίστρας (X, Y)	Καθεστώς ιδιοκτησίας ποτίστρας		Υλικό κατασκευής ποτίστρας	Διαστάσεις (μ.)		Κλίση εδάφους (%)	Ζώα που τις χρησιμοποιούν		Συχνότητα καθαρισμού
		Δημόσιο	Ιδιωτικό		Μήκος	Πλάτος		Αίγες - Πρόβατα	Βοοειδή	
Νεραϊδοράχη	341399.52, 4203347.95	x		Σ*	17	0,3	32	x		ΣΥ**
	340978.92, 4203436.28	x		Σ	30	0,3	21	x		ΣΥ
	341457.81, 4204592.57	x		Σ-Ξ*	19	0,30-0,25	35	x		ΣΥ
	340714.30, 4206019.28	x		Σ-Π*	7,7	0,35	34	x		ΣΥ
Αράχοβα	340488.01, 4195641.48	x		Π	12	0,4	5	x		ΣΥ
	341335.16, 4196488.43	x		Σ - Π	8	0,25	55	x		ΣΠ*
	340438.56, 4195611.61		x	Κ	7	0,35	5	x		ΣΥ
	340462.38, 4195580.31		x	Κ	6	0,3	25	x		ΣΥ
	340202.11, 4196017.07		x	Κ	6	0,27	28	x		ΣΥ
	340202.11, 4196017.07		x	Π	6	0,35	28	x		ΣΥ
	339917.81, 4195220.89		x	Κ	10	0,27	25	x	x	ΣΠ
	339291.16, 4195664.82		x	Κ	8	0,3	40	x		ΣΠ
	340975.98, 4196865.40		x	Σ - Π	9	0,35	25	x	x	ΣΥ
	339167.32, 4198072.41		x	Σ - Π	11	0,4	35	x	x	ΣΥ
Έλατος	341842.71, 4197015.51	x		Σ - Π	12	0,4	5	x		ΣΠ
	342062.02, 4196239.66	x		Σ	11	0,4	5	x		ΣΥ
	343357.92, 4194315.72		x	Σ	15	0,35	30	x		ΣΥ
	343563.89, 4194979.85		x	Ξ	4	0,2	35	x		ΣΠ
	341700.47, 4195212.68	x		Σ	11	0,4	40	x		ΠΣΠ*
Νοτί	344579.28, 4198939.29		x	Σ	15	0,35	4	x		ΣΥ

344777.36, 4198629.13		x	Σ	12	0,35	4	x		ΣΥ
344418.49, 4200602.37		x	Σ	20	0,4	20	x		ΣΥ
344971.48, 4199886.31		x	Σ	19	0,35	33	x		ΣΥ

*Σ=Σκυρόδεμα, Ξ=Ξύλο, Π=Πέτρα, Κ=Κορμοί δένδρων

**ΣΥ=Συχνός, ΣΠ=Σπάνιος, ΠΣΠ=Πολύ Σπάνιος

2.3. Στέγαστρα για τα βόσκοντα ζώα

Στην περιοχή Νεραϊδοράχη υπάρχουν τρία (3) μεγάλα στέγαστρα για την προστασία των ζώων από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες με ίδιο σχήμα, μέγεθος και υλικά κατασκευής (Πίνακας 4, Εικόνα 1α), που έχουν κατασκευασθεί από τη δασική υπηρεσία για χρήση από ιδιώτες. Βρίσκονται σε επικλινή εδάφη με νοτιοδυτική και ανατολική έκθεση και χρησιμοποιούνται από αιγοπρόβατα. Στα λιβάδια της περιοχής Αράχοβα δεν υπάρχουν στέγαστρα και τα ζώα χρησιμοποιούν τα μεγάλα δέντρα, που φύονται στην περιοχή, για να προστατευθούν από τον ήλιο, κυρίως τις μεσημβρινές ώρες του θέρους. Στην περιοχή Έλατος (Εικόνα 1γ) υπάρχει μόνο ένα (1) στέγαστρο ιδιωτικό κατασκευασμένο σε ιδιωτική έκταση από λαμαρίνες για την προστασία των ζώων του κτηνοτρόφου. Το συγκεκριμένο στέγαστρο βρίσκεται σε επικλινές έδαφος με νοτιοανατολική έκθεση. Για την προστασία των υπολοίπων ζώων της περιοχής χρησιμοποιούνται τα μεγάλα, υψηλά έλατα που φύονται στην περιοχή, όπως στην περιοχή Αράχοβα. Τα δύο (2) στέγαστρα, που υπάρχουν στην περιοχή Νησί (Εικόνα 1δ) σε υψόμετρο 1.543μ. και 1625μ., κατασκευάστηκαν από ιδιώτες (σε δημόσια έκταση μετά από αδειοδότηση) με τσιμεντόλιθους και λαμαρίνες, όμως με το πέρασμα των χρόνων εγκαταλείφθηκαν και είναι πλέον ακατάλληλα για χρήση. Η προστασία των ζώων από τα δυσμενή καιρικά φαινόμενα βασιζείται και εδώ στα μεγάλα δέντρα που υπάρχουν διάσπαρτα στα λιβάδια.

Πίνακας 4. Συντεταγμένες θέσεις και λοιπά χαρακτηριστικά κοινόχρηστων στεγαστρών για τα βόσκοντα ζώα στις περιοχές Νεραϊδοράχη, Αράχοβα, Έλατος και Νησί του όρους Χελμός. Σε όλες τις περιοχές, τα στέγαστρα είναι για χρήση από τους κτηνοτρόφους, για τη στέγαση αιγών και προβάτων.

Table 4. Position cords and other characteristics of the communal shelters for grazing animals in the areas of Neraiodorachi, Arachova, Elatos, and Nisi of Mt Helmos.

Περιοχή	Συντεταγμένες θέσης (X, Y)	Καθεστώς ιδιοκτησίας		Υλικό κατασκευής	Διαστάσεις (μ.)		Κλίση (%)	Έκθεση
		Δημόσιο	Ιδιωτικό		Μήκος	Πλάτος		
Νεραϊδοράχη	341198.36, 4203422.77	x		T* - Λ*	40	4,5	28	ΝΔ
	340857.82, 4203611.31	x		T - Λ	40	4,5	29	ΝΔ
	341329.86, 4204539.55	x		T - Λ	40	4,5	30	Α
Έλατος	341913.70, 4196942.63		x	Λ	20	4,5	20	ΝΑ
Νησί	344921.78, 4199961.77		x	T - Λ	20	4	20	Ν
	344381.59, 4200547.80		x	T - Λ	20	4	10	Ν

*T=Τσιμεντόλιθοι, Λ=Λαμαρίνες

2.4. Θέσεις άλατος και συμπληρωμάτων διατροφής

Οι θέσεις χορήγησης άλατος (αλαταριές) και συμπληρωμάτων διατροφής δεν αποτελούν κάποια κατασκευή αλλά τοποθετούνται πάνω σε φυσικές, κατά προτίμηση πεπλατυσμένες πέτρες, που υπάρχουν και στις τέσσερις περιοχές μελέτης, σε κλίσεις από 5% έως 30%. Υπάρχουν δυο (2) αλαταριές στη Νεραϊδοράχη, τέσσερις (4) στην Αράχοβα, μία (1) στον Έλατο και δυο (2) στο Νησί. Όλες οι θέσεις είναι κοινόχρηστες και χρησιμοποιούνται από τα αιγοπρόβατα που βόσκουν στην περιοχή (Εικόνα 1α, β, γ, δ).

2.5. Οικήματα βοσκών

Τα οικήματα για τους βοσκούς έχουν κατασκευασθεί από τη Δασική Υπηρεσία στην περιοχή Νεραϊδοράχη, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές κατασκευάστηκαν από ιδιώτες, μετά από αδειοδότηση. Τέσσερα (4) οικήματα υπάρχουν στη Νεραϊδοράχη, έξι (6) στην Αράχοβα, έξι (6) στον Έλατο και δύο (2) στο Νησί (Εικόνα 1 α, β, γ, δ). Σε όλες τις περιοχές η χρήση τους γίνεται από ιδιώτες. Το υλικό κατασκευής τους είναι λαμαρίνες ή τσιμεντόλιθοι. Οι κατασκευές είναι μόνιμες και η κλίση του εδάφους, στο οποίο είναι κατασκευασμένες κυμαίνεται από 5% έως 48% στις περιοχές Αράχοβα και Νησί, αντίστοιχα.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι οδοί πρόσβασης είναι από τα πρωταρχικά έργα υποδομής των λιβαδιών και αποτελούν προϋπόθεση για την προσέγγισή τους και κατ'επέκταση την ορθολογική αξιοποίησή τους από τα βόσκοντα ζώα. Σκοπός της κατασκευής τους είναι η διευκόλυνση της προσέγγισης των ανθρώπων και των ζώων, η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κτηνοτρόφων, η μεταφορά των παραγόμενων ζωοκομικών προϊόντων, ζωοτροφών, φαρμάκων, λιπασμάτων κ.ά. (Παπαναστάσης κ.α. 2021), καθώς και η προβολή και αξιοποίηση των άυλων αγαθών που παράγονται στα λιβάδια (Bailey 2004). Στην περιοχή μελέτης η πρόσβαση στα θερινά λιβάδια γίνεται κυρίως από δασικές οδούς και δευτερευόντως από ατραπούς, που δεν είναι πλέον τόσο ευδιάκριτες, λόγω εγκατάλειψης της χρήσης τους. Οι μεγάλες κλίσεις, οι έντονες βροχοπτώσεις και οι αναπόφευκτες κατολισθήσεις καθιστούν δύσκολη την προσπέλαση των οδών πρόσβασης σε ορισμένα σημεία.

Τα έργα ποτισμού αποτελούν το ιδανικό μέσο για την επίτευξη της ομοιόμορφης κατανομής των ζώων σε ένα βοσκότοπο και της ομοιόμορφης αξιοποίησης της βλάστησης με τη βόσκηση. Η κατανομή των ζώων σε ένα χώρο επηρεάζεται άμεσα από την απόσταση μεταξύ των θέσεων ποτισμού. Ένας αποτελεσματικός τρόπος για την προσέλκυση των ζώων να βοσκήσουν στις απομακρυσμένες περιοχές του λιβαδιού είναι ο έλεγχος και η αλλαγή της πρόσβασής τους στις θέσεις ποτισμού (Lyons και Machen 2002). Οι κατάλληλες αποστάσεις μεταξύ των θέσεων ποτισμού ποικίλουν ανάλογα με το είδος του ζώου, το είδος της βλάστησης, το ανάγλυφο του εδάφους και την ύπαρξη πηγών (ρεμάτων, λιμνών, κ.ά.). Ειδικότερα, σε λιβάδια που βόσκονται από βοοειδή και το ανάγλυφο δεν είναι ομαλό, η απόσταση μεταξύ των θέσεων ποτισμού θα πρέπει να κυμαίνεται από 800 μ. έως 1500 μ. (Meyer κ.α. 2004), ενώ όταν βόσκονται από πρόβατα και αίγες η απόσταση μπορεί να είναι έως 2,5 χλμ. (Fensham και Fairfax 2008). Αντιθέτως, στα ομαλά εδάφη που βόσκουν βοοειδή οι αποστάσεις μεταξύ των θέσεων ποτισμού μπορεί να είναι μεγαλύτερες (3 χλμ.) και όταν βόσκουν πρόβατα και αίγες μπορεί να φθάνουν τα 6,9 έως 8,9 χλμ. (Landsberg κ.α. 2003). Στη χώρα μας, καθώς τα ορεινά λιβάδια βρίσκονται κυρίως σε επικλινή εδάφη, οι μέγιστες αποστάσεις των θέσεων ποτισμού για τα βοοειδή δεν θα πρέπει να ξεπερνούν το 1,5 χλμ. και για τα αιγοπρόβατα τα 2,5 χλμ. Στην παρούσα εργασία βρέθηκε ότι οι αποστάσεις μεταξύ των ποτιστρών διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, χωρίς να υπάρχουν κάποια σταθερά κριτήρια για τη χωροθέτησή τους. Στη Νεραϊδοράχη, στην Αράχοβα και στον Έλατο οι αποστάσεις μεταξύ των ποτιστρών κυμαίνονται από 0,3 έως 2,2 χλμ., ενώ στο Νησί από 0,4 έως 1 χλμ., με αποτέλεσμα οι περιοχές μεταξύ των ποτιστρών, που βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις να υπερβόσκονται και κατ'επέκταση να υποβαθμίζονται οι συγκεκριμένες λιβαδικές εκτάσεις.

Όσον αφορά τη στέγαση και την προστασία των ζώων από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, μόνο στη Νεραϊδοράχη υπάρχουν οι κατάλληλες εγκαταστάσεις, που κατασκευάστηκαν από τη Δασική Υπηρεσία επειδή η περιοχή βρίσκεται στην αλπική ζώνη, όπου δεν φύονται δέντρα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως στέγαστρα από τα ζώα. Στις υπόλοιπες περιοχές, τα ζώα προστατεύονται από τα υπάρχοντα δέντρα. Στις περιπτώσεις που αξιοποιούνται τα στέγαστρα, οι αποστάσεις μεταξύ τους και μεταξύ των οικημάτων για τους βοσκούς και των ποτιστρών είναι μικρές (από 50-200 μ.), με αποτέλεσμα η τακτική παρουσία των αιγοπροβάτων στις παραπάνω θέσεις να οδηγεί στην υπερβόσκηση, αλλά και στην εμφανή διάβρωση του εδάφους (Bruhjell 2004). Η έκθεση των στεγαστρών θα πρέπει να είναι ΝΑ ή και ανατολική (Bruhjell 2004). Αντίθετα, όμως, στην Νεραϊδοράχη τα περισσότερα στέγαστρα έχουν ΝΔ έκθεση.

Το αλάτι είναι το μόνο πρόσθετο διατροφής, που χορηγείται στα ζώα στην περιοχή μελέτης. Η ποσότητα άλατος που χορηγείται είναι περίπου 400 γρ. ανά ζώο/μήνα την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι και 250 γρ. ανά ζώο/μήνα στο τέλος του καλοκαιριού, όταν η βοσκήσιμη ύλη είναι ξηρότερη (επικοινωνία με κτηνοτρόφους). Οι κτηνοτρόφοι πρέπει να παρέχουν συνήθως 225–350

γρ. αλατιού/προβατίνα/μήνα και τη μισή ποσότητα για τα αρνιά (Pugh 2020). Επομένως, οι ποσότητες άλατος που χορηγούν οι κτηνοτρόφοι στις περιοχές μελέτης συνάδουν με τις ενδεικνύμενες ποσότητες για τα μικρά μηρυκαστικά. Το αλάτι εκτός του ότι αποτελεί βασικό θρεπτικό συστατικό για την εξασφάλιση της καλής λειτουργίας του μυϊκού και νευρικού συστήματος των ζώων, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό πόλο έλξης για τα ζώα. Είναι γνωστό ότι, όταν οι θέσεις χορήγησης άλατος τοποθετούνται με στρατηγικό σχεδιασμό σε σχέση με τα έργα ποτισμού, υπάρχει μεγάλο όφελος για τον έλεγχο της βόσκησης (Stillings κ.α. 2003). Όμως, για την ομαλή βόσκηση μιας περιοχής, δεν θα πρέπει το αλάτι να τοποθετείται κοντά σε ποτίστρες, στέγαστρα, θέσεις που είναι ήδη υπερβόσκημένες και σε έδαφος με βραχώδεις σχηματισμούς και έντονη κλίση. Τα 300 μ. θεωρούνται επαρκής απόσταση μεταξύ δύο θέσεων χορήγησης άλατος, σύμφωνα με τον Bruhjell (2004), κάτι, που συμβαίνει σε ορισμένες μόνο από τις περιοχές μελέτης. Ωστόσο, και στις τέσσερις περιοχές, οι αποστάσεις μεταξύ των θέσεων άλατος σε σχέση με άλλα έργα υποδομής χαρακτηρίζονται από τυχαιότητα. Ενδεικτικά, βρέθηκε ότι η μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ θέσης χορήγησης άλατος και ποτίστρας είναι 630 μ. ενώ η μικρότερη είναι 75 μ. Ως επί το πλείστον, το αλάτι τοποθετείται κοντά στα οικήματα, σε αποστάσεις περίπου 100 μ. κυρίως για τη διευκόλυνση των κτηνοτρόφων, χωρίς να ελέγχονται οι παραπάνω προϋποθέσεις.

Τα οικήματα (καλύβες), κατασκευάστηκαν από τους ίδιους τους κτηνοτρόφους για την ποιοτικότερη διαβίωσή τους στα θερινά λιβάδια. Οι καλύβες κτίστηκαν κοντά στις ποτίστρες, επιτυγχάνοντας έτσι την άμεση παροχή νερού στους ανθρώπους για τις ανάγκες τους. Ταυτόχρονα, η μικρή απόστασή τους από τα στέγαστρα εξυπηρετεί την καλύτερη εποπτεία των αιγοπροβάτων από τους κτηνοτρόφους και την προστασία τους από άγρια ζώα, που διαβιούν στη γύρω περιοχή.

Συμπερασματικά, η υπάρχουσα χωροθέτηση των περισσότερων έργων υποδομής στα θερινά λιβάδια των περιοχών Νεραϊδοράχη, Αράχοβα, Έλατος και Νησί της Δ.Ε. Κλειτορίας Καλαβρύτων, χαρακτηρίζεται από τυχαιότητα και έλλειψη σχεδιασμού, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην αύξηση της έντασης βόσκησης και στην υπερβόσκηση των λιβαδιών. Για την ομοιόμορφη κατανομή της βόσκησης και την ορθολογική διαχείριση των λιβαδιών της περιοχής μελέτης, χρειάζεται αναδιάρθρωση του αριθμού και της χωροθέτησης ορισμένων έργων, όπως ποτίστρες, αλαταριές και στέγαστρα για τα ζώα.

Abstract

In the pastures of Kleitoria Kalavryton in Achaia Regional unit, Peloponnese Greece, the infrastructure (roads, watering troughs, shelters for the animals, salt places, and houses for the shepherds) was recorded and their contribution to the normal distribution of grazing was investigated. In these areas, sheep, goats, and cattle graze extensively during the summer months. The existing road network facilitate the approach of animals and shepherds to the pastures, while some watering points are at close distance between them, resulting in overgrazing of these areas. There is a lack of shelters for the protection of animals from adverse weather conditions. Salt places are close to the shepherd's houses for their convenience and not for the uniform utilization of pastures by grazing animals. The current location of infrastructure on pastures is characterized by a lack of planning and randomness, resulting in overgrazing of the area.

Βιβλιογραφία

- Bailey, D.W., 2004. Management strategies for optimal grazing distribution and use of arid rangelands. *J. Anim. Sci.* 82 (suppl 13):147-153.
- Bruhjell, D., 2004. Improving Livestock Distribution. Grazing Management Factsheet – No. 1 in Series. British Columbia Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/agricultural-land-and-environment/biodiversity/grazing/649000-3_improving_livestock_distribution_grazing_factsheet_no1.pdf (Πρόσβαση: 04/02/2022).
- Fensham, R.J., Fairfax, R.J., 2008. Water-remoteness for grazing relief in Australian arid-lands. *Biol. Conserv.* 141(6): 1447–1460. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.03.016>
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H., 2001. Range management: principles and practices, 4th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. Σελ. 542.

Landsberg, J., James, C.D., Morton, S.R., Muller, W.J., Stol, J., 2003. Abundance and composition of plant species along grazing gradients in Australian rangelands. *J Appl Ecol*, 40(6): 1008–1024. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2003.00862.x>

Lyons, R.K., Machen, R.V., 2002. *Livestock Grazing Distribution: Considerations and Management*. Texas A&M AgriLife Extension Service. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://hdl.handle.net/1969.1/87089>

Meyer, U., Everinghoff, M., Gädeken, D., Flachowsky, G., 2004. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 90(2-3): 117–121. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.03.005>

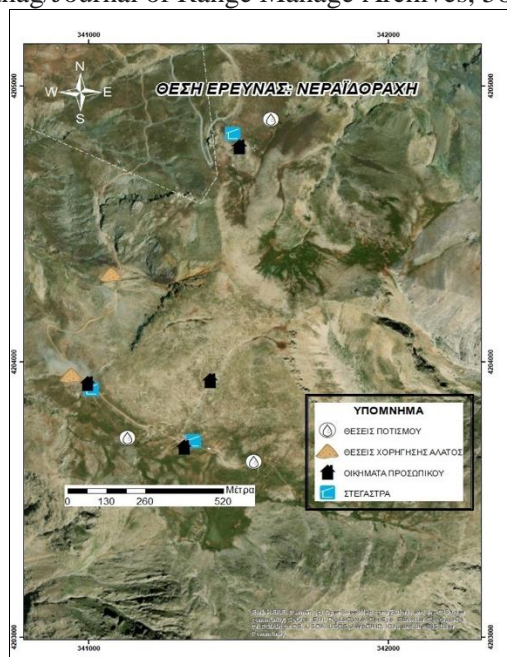
Melvin, G., Bailey, D., Borman, M., Ganskopp, D., Surber, G., Harris, N., 2007. Factors and practices that influence livestock distribution. *University of California Division of Agriculture and Natural Resources*, 8217: 20.

Παπαναστάσης, Β.Π., 2009. *Λιβαδοκτηνοτροφική Ανάπτυξη*. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 157.

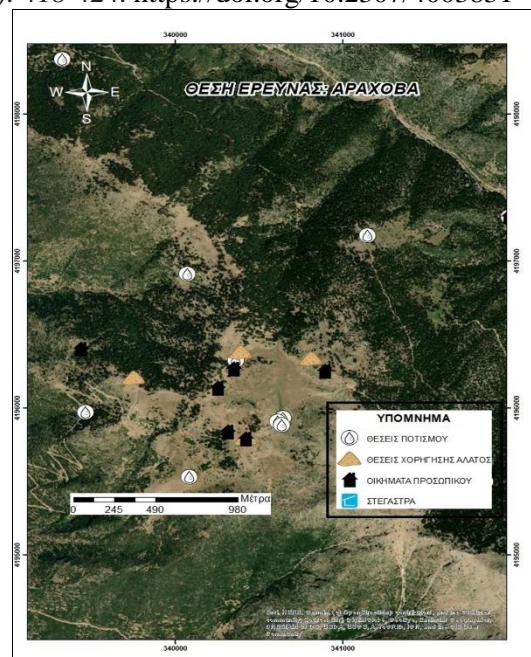
Παπαναστάσης, Β., Πίττας, Α., Αθανασιάδης, Σ., 2021. *Έργα Υποδομής στα Λιβάδια*. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Αθήνα. Σελ. 107.

Pugh G.D., 2020. *Nutritional Requirements of Sheep*. Auburn University, Alabama, USA.

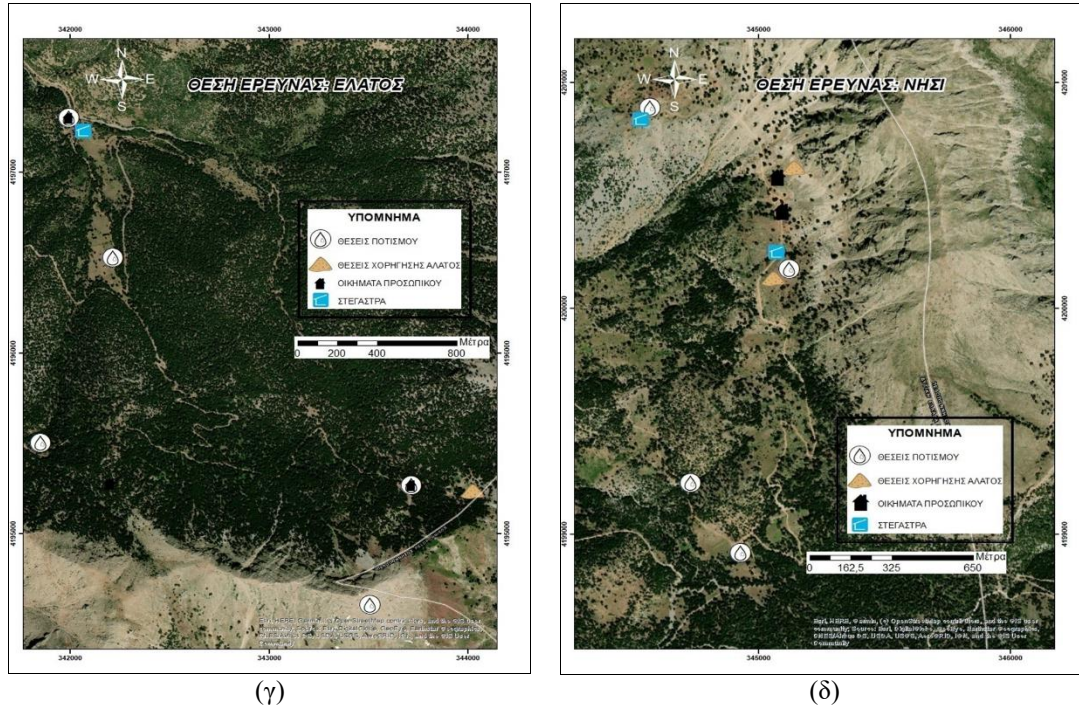
Stillings, A.M., Tanaka, J.A., Rimbey, N.R., Delcurto, T., Momont, P.A., Porath, M.L., 2003. Economic implications of off-stream water developments to improve riparian grazing. *Rangel Ecol Manag/Journal of Range Manage Archives*, 56(5): 418-424. <https://doi.org/10.2307/4003831>



(α)



(β)



Εικόνα 1. Χάρτες αποτύπωσης των έργων υποδομής (ποτίστρες, θέσεις χορήγησης άλατος, οικήματα βοσκών και στέγαστρα ζώων) στα λιβάδια των περιοχών (α) Νεραϊδοράχη, (β) Αράχοβα, (γ) Έλατος και (δ) Νησί στη Δ.Ε. Κλειτορίας Καλαβρύτων της Π.Ε. Αχαΐας, για χρήση από τους εκτροφείς αιγοπροβάτων και βοοειδών κατά τη βόσκηση των ζώων.
Picture 1. Maps showing the infrastructure works (watering troughs, salt places, herders' buildings, and animal shelters) in the pastures of the regions (a) Neraidorachi, (b) Arachova, (c) Elatos and (d) Nissi in M.D. of Kleitoria Kalavryton of the Regional unit of Achaia for use by the sheep, goat, and cattle breeders during grazing of the animals.

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ
ΝΕΡΟΒΟΥΒΑΛΩΝ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ
ΣΤΑ ΛΙΒΑΔΙΑ**

Τσιομπάνη, Ελένη*; Γιακουλάκη, Μαρία

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη
*Email: etsiobani@gmail.com; yiak@for.auth.gr

Περίληψη

Η επίδραση της βροχής στην κοινωνική οργάνωση των νεροβούβαλων κατά τις δραστηριότητες της βόσκησης, μετακίνησης, στάσης, μηρυκασμού και βύθισης στο νερό που επιτελούν στα λιβάδια διερευνήθηκε με τη μεθοδολογία της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων (SNA). Βρέθηκε ότι, κατά τη βόσκηση, η δομή της αγέλης είναι ισχυρά συνεκτική και υπάρχουν τοπικά κέντρα (νεροβούβαλοι) επικοινωνίας και συντονισμού. Η βροχή διατάραξε τη συνοχή της αγέλης και αύξησε τις τάσεις σχηματισμού ιεραρχιών κατά τη δραστηριότητα της μετακίνησης, ενώ ενίσχυσε τη συνεκτικότητα και την επικοινωνία στη δραστηριότητα της στάσης. Ισχυρές τάσεις διάσπασης της αγέλης και δημιουργίας αλυσιδωτών ιεραρχιών παρατηρήθηκαν κατά τη δραστηριότητα του μηρυκασμού. Για τη δραστηριότητα της βύθισης στο νερό δεν σχηματίστηκε δίκτυο, παρουσία της βροχής. Τα αποτελέσματα μπορούν να βοηθήσουν τους εκτροφείς νεροβούβαλων στις διαχειριστικές πρακτικές που εφαρμόζουν.

Λέξεις κλειδιά: Δικτυακή ανάλυση, αβιοτικοί παράγοντες, βόσκηση, κοινωνική συμπεριφορά, κοινωνική δομή

Εισαγωγή

Οι νεροβούβαλοι (*Bubalus bubalis* L.) είναι κοινωνικά ζώα, που ζουν σε αγέλες. Κατά την παραμονή τους στους βοσκότοπους κατανέμουν το χρόνο τους σε διάφορες δραστηριότητες, όπως η βόσκηση, η μετακίνηση, η στάση, ο μηρυκασμός και η βύθιση στο νερό (Tsiobani κ.α. 2020). Διάφοροι αβιοτικοί παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, ο άνεμος και η βροχή μπορεί να επηρεάσουν τη συμπεριφορά τους και τις κοινωνικές δομές, που αναπτύσσονται μέσα στην αγέλη κατά τη διάρκεια αυτών των δραστηριοτήτων (Halasz κ.α. 2019, Blackshaw και Blackshaw 1994). Ιδιαίτερα, η βροχή αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για την ευζωία των νεροβούβαλων, καθώς το νερό βοηθάει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματός τους (Napolitano κ.α. 2007). Επίσης, αναφέρεται ότι η βροχή μεταβάλλει τη συμπεριφορά των αγελάδων γαλακτοπαραγωγής (Hancock 1954). Ειδικότερα, σε ήπιες βροχοπτώσεις, μειώνουν τη δραστηριότητα της βόσκησης και αυξάνουν τη δραστηριότητα της μετακίνησης, ταξιδεύοντας μεγαλύτερες αποστάσεις, ενώ σε σφοδρές καταιγίδες αναζητούν καταφύγιο για να προστατευτούν. Ωστόσο, δεν είναι σαφές εάν η βροχή επηρεάζει την κοινωνική οργάνωση των νεροβούβαλων κατά τις δραστηριότητές τους στους βοσκότοπους, και από όσο γνωρίζουμε, δεν υπάρχουν διαθέσιμα παρόμοια δεδομένα.

Η Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων (Social Network Analysis, SNA) αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη μελέτη της κοινωνικής συμπεριφοράς των βοσκόντων ζώων (Farine και Whitehead 2015), και μέχρι τώρα έχει εφαρμοστεί σε βοοειδή κρεοπαραγωγής (Śárová κ.α. 2016), πρόβατα (Yiakoulaki κ.α. 2018), βίσωνες (Ramos κ.α. 2019) και νεροβούβαλους (Tsiobani κ.α. 2020). Ειδικότερα, παρέχει τη δυνατότητα απεικόνισης και ανάλυσης των πολύπλοκων σχέσεων και αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν μέσα σε ένα δίκτυο οντοτήτων (Krause κ.α. 2007), με τη χρήση διαφόρων καθολικών (global) και τοπικών (local) δεικτών (Newman 2010).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της βροχής στην κοινωνική δομή των νεροβούβαλων κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τους (βόσκηση, μετακίνηση, στάση, μηρυκασμός και βύθιση) στους βοσκότοπους με τη βοήθεια της SNA. Η υπόθεση ήταν ότι

οι νεροβούβαλοι θα ανέπτυσαν διαφορετικά μοτίβα κοινωνικής οργάνωσης μέσα στο κοπάδι σε κάθε δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε υγρά λιβάδια στην Τοπική Κοινότητα Χρυσοχώραφον, στην Περιφερειακή Ενότητα Σερρών, από το Μάιο του 2015 έως τον Απρίλιο του 2016. Στη βλάστηση των λιβαδιών κυριαρχούσαν τα αγρωστώδη (*Cynodon dactylon*, *Carex* sp., *Alopecurus pratensis*), ακολουθούμενα από ψυχανθή (*Trifolium repens*) και πλατύφυλλες πόες (*Cichorium intybus*, *Geranium rotundifolium* και *Plantago lanceolata*), ενώ συμμετείχαν θαμνώδη και ξυλώδη είδη, όπως *Rubus* sp. και *Populus* sp., αντίστοιχα (Tsiobani κ.α. 2019). Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από ξηρά καλοκαίρια και υγρούς χειμώνες. Τον Αύγουστο και τον Απρίλιο, η βροχόπτωση ήταν 19,1 mm και 14,4 mm, η μέση ημερήσια θερμοκρασία ήταν 21,2 °C και 14,5 °C και η υγρασία ήταν 84% και 82%, αντίστοιχα (Κίτκος 2011).

Ερευνητική διαδικασία

Για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήθηκε κοπάδι 86 νεροβούβαλων, που αποτελούνταν από 83 θηλυκά ζώα (ηλικίας από 6 μηνών έως 23 ετών) και τρία αρσενικά (ηλικίας 2,5-3 ετών) για αναπαραγωγικούς σκοπούς. Δύο βοσκοί οδηγούσαν κάθε μέρα τα ζώα στους βοσκοτόπους της περιοχής έρευνας και τα επέτρεπαν προκειμένου να εμποδίσουν την είσοδό τους στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Οι βοσκοί διατηρούσαν πάντοτε μεγάλη απόσταση από τα ζώα, ώστε να μην επηρεάζεται η συμπεριφορά τους. Πριν την έναρξη των παρατηρήσεων, αριθμημένα περιλαίμια τοποθετήθηκαν στο λαιμό όλων των ζώων προκειμένου να είναι δυνατή η αναγνώρισή τους. Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο της εστιακής δειγματοληψίας (Altmann 1974) και διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια δώδεκα συνεχόμενων μηνών (Μάιος 2015 έως Απρίλιος 2016), τις δύο τελευταίες ημέρες κάθε μήνα, για πέντε ώρες την ημέρα (11:00 – 16:00), ανά ημίωρο διαστήματα. Αυτό το πρόγραμμα αναπτύχθηκε επειδή η βροχόπτωση είναι ένας απρόβλεπτος αβιοτικός παράγοντας και είναι δύσκολο να προβλεφθεί η διενέργεια παρατηρήσεων σε ζώα που βόσκουν στα λιβάδια όταν βρέχει. Κατά τη διάρκεια κάθε ημίωρου διαστήματος παρατήρησης, ένας παρατηρητής ξεκινούσε τις παρατηρήσεις από το μπροστινό μέρος του κοπαδιού, πλησίαζε κάθε ζώο σε απόσταση περίπου 3 m ώστε να το αναγνωρίσει, εστίαζε σε αυτό για 18 sec, και κατέγραφε τη συμπεριφορά του: α) τη δραστηριότητα που επιτελούσε και β) το ή τα ζώα με τα οποία γειτνίαζε. Οι δραστηριότητες που καταγράφονταν ήταν η βόσκηση (το ζώο βόσκει ποώδη ή θαμνώδη βλάστηση), η μετακίνηση (το ζώο περπατά χωρίς να βόσκει, ή τρέχει), η στάση (το ζώο σταματά κάθε δραστηριότητα και παραμένει ακίνητο), ο μηρυκασμός (η διαδικασία επαναμάσησης της τροφής) και η βύθιση στο νερό (το ζώο στέκεται σε όρθια θέση ή κινείται ή ξαπλώνει μέσα στο νερό) (Tsiobani κ.α. 2020). Οι δραστηριότητες ήταν αμοιβαία αποκλειόμενες, δηλαδή το ζώο μπορούσε να εκτελεί μόνο μία δραστηριότητα ανά ημίωρο παρατήρησης. Ως γειτνίαση ορίστηκε η χωρική συνύπαρξη δύο ζώων σε ακτίνα 1 m, είτε αυτά ακουμπούσαν μεταξύ τους είτε όχι. Αν ένα ζώο είχε καταγραφεί μία φορά ότι ήταν σε γειτνίαση με άλλο ζώο σε μια συγκεκριμένη δραστηριότητα μέσα στο ημίωρο παρατήρησης, δεν καταγραφόταν ξανά. Με τον τρόπο αυτό σε κάθε ημίωρο παρατήρησης λαμβανόταν μία παρατήρηση ανά ζώο.

Κατά τη διάρκεια της έρευνας πραγματοποιήθηκαν 240 ημίωρα παρατήρησης. Ωστόσο, για το σκοπό της παρούσας εργασίας, από το σύνολο των ημίωρων παρατήρησης, επιλέχθηκαν όσα είχαν ληφθεί κατά τη διάρκεια της βροχής. Αυτά προέρχονταν από τις δύο βροχοπτώσεις που είχαν σημειωθεί στη διάρκεια της έρευνας: μία ωριαία βροχόπτωση τον Αύγουστο και μία δίωρη τον Απρίλιο. Συνολικά, για την παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από έξι (6) ημίωρα παρατήρησης.

Δικτυακή ανάλυση

Το κοπάδι θεωρήθηκε ως δίκτυο, οι νεροβούβαλοι ήταν οι κόμβοι του δικτύου, και οι γειτνιάσεις μεταξύ των νεροβούβαλων σε κάθε δραστηριότητα τους αντιπροσώπευαν τους δεσμούς του δικτύου. Τα δεδομένα από τα ημίωρα παρατήρησης, κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τη δραστηριότητα των ζώων, και χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή πινάκων, διαστάσεων 86×86, με μηδενικές διαγώνιους. Οι γραμμές και οι στήλες κάθε πίνακα ήταν διατεταγμένες με την ίδια

σειρά και αντιπροσώπευαν τους κόμβους του δικτύου. Οι πίνακες ήταν συμμετρικοί, καθώς η γειννίαση θεωρείται αμοιβαία σχέση, και περιείχαν «βάρη», δηλαδή ακέραιες τιμές ≥ 1 , που αντιπροσώπευαν τη συχνότητα γειννίασης μεταξύ δύο οποιωνδήποτε ζώων κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας. Όταν στο ημίωρο παρατήρησης δεν καταγραφόταν κάποια δραστηριότητα ή όταν δύο ζώα δε γειννιάζαν εισαγόταν η τιμή 0. Συνολικά, κατασκευάστηκαν πέντε πίνακες (ένας για κάθε δραστηριότητα), οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή πέντε μη κατευθυνόμενων δικτύων με βάρη. Μη κατευθυνόμενο ονομάζεται ένα δίκτυο στο οποίο οι δεσμοί μεταξύ των κόμβων είναι αμοιβαίοι, δηλαδή δεν έχουν κατεύθυνση από τη φύση τους (Hanneman και Riddle 2005), π.χ. το ζώο Α είναι σε επαφή με το ζώο Β, άρα και το ζώο Β βρίσκεται σε επαφή με το Α. Ωστόσο, όπως προέκυψε, ένα από τα πέντε δίκτυα ήταν κενό (περιείχε δηλαδή μόνο μηδενικές τιμές) (Wasserman και Faust 1994) καθώς για μία δραστηριότητα δεν καταγράφηκαν παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της βροχής. Έτσι αναλύθηκαν συνολικά τέσσερα βεβαρημένα δίκτυα, κάθε ένα από τα οποία αντιπροσώπευε το δίκτυο γειννίασης των νεροβούβαλων για μια συγκεκριμένη δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης.

Πριν από τη δικτυακή ανάλυση, τα βάρη των δικτύων κανονικοποιήθηκαν διαιρώντας τα με τη μέγιστη τιμή κάθε δικτύου (Antonioni και Tsompra 2008). Η ανάλυση και οπτικοποίηση των δικτύων πραγματοποιήθηκε με τη γλώσσα προγραμματισμού R (R Core Team 2022). Υπολογίστηκαν καθολικοί δείκτες, όπως η πυκνότητα, ο αριθμός των συνιστωσών, η κύρια συνιστώσα, ο αριθμός των απομονωμένων κόμβων και οι μέσες κεντρικότητες (βαθμού, εγγύτητας, διαμεσότητας και ιδιοδιανύσματος). Οι μέσες κεντρικότητες βασίστηκαν στον υπολογισμό των δεικτών κεντρικότητας κάθε κόμβου. Ο δείκτης κεντρικότητας βαθμού χρησιμοποιήθηκε για την οπτικοποίηση των δικτύων.

Σύντομη επεξήγηση των δεικτών της δικτυακής ανάλυσης

Η *πυκνότητα* αφορά το ποσοστό των υπαρκτών δεσμών μεταξύ των κόμβων που υπάρχουν στο δίκτυο σε σχέση με όλους τους πιθανούς δεσμούς, και δείχνει πόσο πυκνά συνδεδεμένο είναι το δίκτυο που σχηματίζεται. Όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό των υπαρκτών δεσμών στο δίκτυο τόσο πυκνότερο θεωρείται (Wasserman και Faust 1994). Ο *αριθμός των συνιστωσών* είναι το σύνολο των υποομάδων του δικτύου, στις οποίες όλοι οι κόμβοι συνδέονται είτε άμεσα είτε έμμεσα, και αντιπροσωπεύει τον βαθμό διάσπασης του δικτύου σε διακριτά τμήματα (Hanneman και Riddle 2005). Η *κύρια συνιστώσα* είναι η υποομάδα που περιλαμβάνει τον μεγαλύτερο αριθμό κόμβων. *Απομονωμένοι κόμβοι* είναι οι κόμβοι που δε συνδέονται με κανέναν άλλον κόμβο μέσα στο δίκτυο (Hanneman και Riddle 2005). Η *μέση κεντρικότητα* βαθμού, εγγύτητας, διαμεσότητας και ιδιοδιανύσματος είναι καθολικοί δείκτες, που ποσοτικοποιούν τη γενική τάση του δικτύου ως προς την αντίστοιχη κεντρικότητα των κόμβων (Borgatti και Everett 2006). Συγκεκριμένα, ο μέσος βαθμός αντικατοπτρίζει το μέσο επίπεδο κοινωνικότητας του δικτύου, η μέση εγγύτητα δείχνει πόσο εύκολα μπορεί να λειτουργήσει το δίκτυο χωρίς μεσάζοντες, η μέση διαμεσότητα μετρά τη μέση συμπεριληπτικότητα του δικτύου και το μέσο ιδιοδιάνυσμα δείχνει τα επίπεδα σχηματισμού αλυσιδωτών ιεραρχιών στο δίκτυο. Η τιμή των δεικτών μέσης κεντρικότητας κυμαίνεται μεταξύ 0-1. Όσο υψηλότερη η τιμή των δεικτών μέσης κεντρικότητας, τόσο εντονότερη είναι η τάση, που αντιπροσωπεύει ο αντίστοιχος δείκτης κεντρικότητας.

Αποτελέσματα

Κατά τη δραστηριότητα της βόσκησης, το δίκτυο αποτελούνταν από μία μεγάλη κύρια συνιστώσα, στην οποία συμπεριλαμβάνονταν 85 κόμβοι, ενώ υπήρχε ένας απομονωμένος κόμβος (Πίνακας 1, Εικόνα 1α). Η πυκνότητα του δικτύου ήταν υψηλή (0,075), ενώ μεταξύ των τιμών μέσης κεντρικότητας υψηλή τιμή παρουσιάζουν η μέση κεντρικότητα εγγύτητας (0,417) και ιδιοδιανύσματος (0,219).

Πίνακας 10. Καθολικοί δείκτες δικτύων δραστηριοτήτων νεροβούβαλων στους βοσκοτόπους κατά τη διάρκεια βροχόπτωσης.

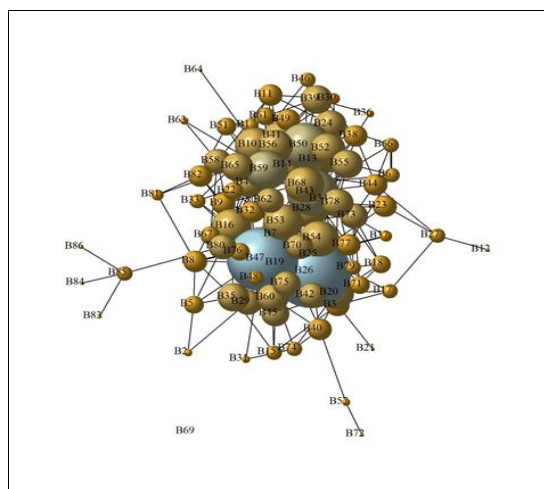
Table 1. Global indices of water buffalo activities networks on pasture during rainfall.

Καθολικοί Δείκτες		Δραστηριότητα νεροβούβαλων στους βοσκοτόπους			
		Βόσκηση	Μετακίνηση	Στάση	Μηρυκασμός
Αριθμός συνιστώσων		1	4	3	10
Μέγεθος κύριας συνιστώσας (αριθμός κόμβων)		85	62	57	20
Αριθμός απομονωμένων ατόμων		1	16	23	30
Πυκνότητα		0,075	0,024	0,027	0,034
Μέση κεντρικότητα (0-1)	Βαθμού	0,075	0,024	0,027	0,034
	Εγγύτητας	0,417	0,031	0,026	0,013
	Διαμεσότητα	0,021	0,025	0,018	0,001
	Ιδιοδιανύσματος	0,219	0,154	0,046	0,115

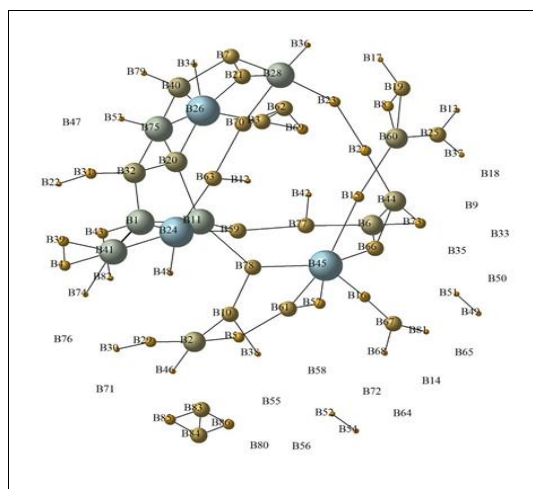
Το δίκτυο της δραστηριότητας της μετακίνησης αποτελούνταν από τέσσερις συνιστώσες, από τις οποίες η κύρια συνιστώσα περιλάμβανε 62 κόμβους (Πίνακας 1). Οι υπόλοιπες τρεις συνιστώσες αποτελούνταν από 2-4 κόμβους (Εικόνα 1β). Υπήρχαν 16 απομονωμένοι κόμβοι. Η πυκνότητα του δικτύου ήταν χαμηλή (0,024), ενώ μεταξύ των τιμών των υπολοίπων δεικτών, υψηλή ήταν η τιμή της μέσης κεντρικότητας ιδιοδιανύσματος (0,154).

Στη δραστηριότητα της στάσης, το δίκτυο αποτελούνταν από τρεις συνιστώσες. Το μέγεθος της κύριας συνιστώσας ήταν 57 κόμβοι, ενώ στις άλλες δύο συνιστώσες περιλαμβάνονταν 2-4 κόμβοι. Τα απομονωμένα άτομα ήταν 23 (Πίνακας 1, Εικόνα 1γ). Το δίκτυο είχε χαμηλή πυκνότητα (0,027), ενώ χαμηλές ήταν και οι τιμές των υπολοίπων δεικτών (0,027, 0,026, 0,018 και 0,046).

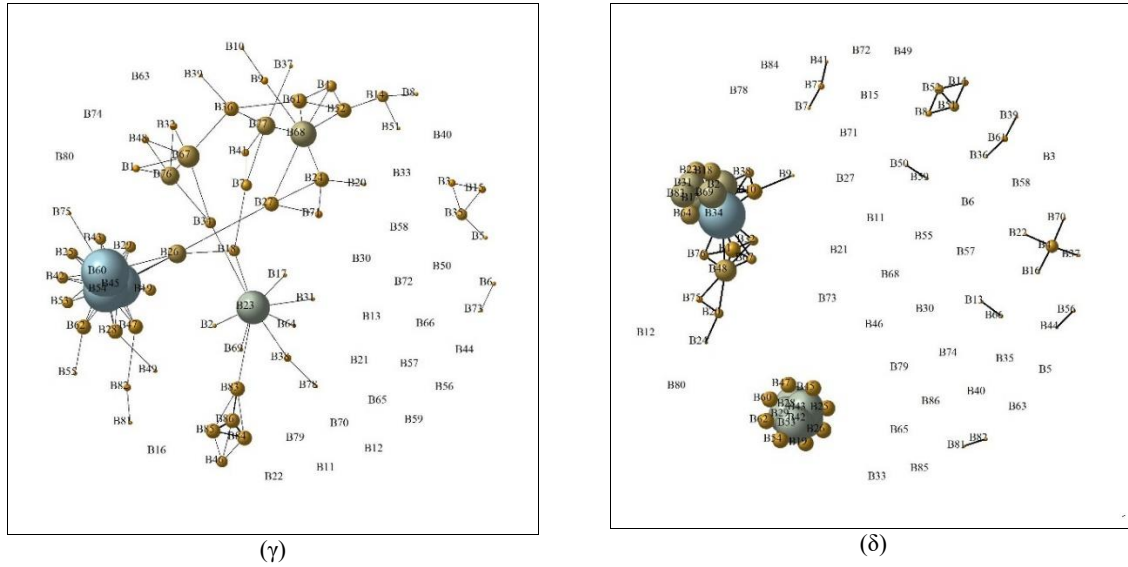
Το δίκτυο της δραστηριότητας του μηρυκασμού περιείχε δέκα συνιστώσες, από τις οποίες η κύρια αποτελούνταν από 20 κόμβους, ενώ υπήρχαν 30 απομονωμένοι κόμβοι. Οι υπόλοιπες συνιστώσες αποτελούνταν από 2-5 κόμβους (Πίνακας 1, Εικόνα 1δ). Η τιμή της πυκνότητας του δικτύου ήταν χαμηλή (0,034), ενώ μεταξύ των τιμών των δεικτών μέσης κεντρικότητας, η υψηλότερη ήταν αυτή της μέσης κεντρικότητας ιδιοδιανύσματος (0,115).



(α)



(β)



Σχήμα 2. Δίκτυα των δραστηριοτήτων των νεροβούβαλων στους βοσκοτόπους κατά τη διάρκεια βροχοπτώσης: (α) το δίκτυο της βόσκησης, (β) το δίκτυο της μετακίνησης, (γ) το δίκτυο της στάσης και (δ) το δίκτυο του μηρυκασιμού (δ). Οι κόμβοι των δικτύων απεικονίζονται ως σφαίρες και η σχέση γεινιότητας μεταξύ τους απεικονίζεται με μαύρη γραμμή. Κόμβοι μεγαλύτερου μεγέθους και μπλε χρώματος αντιπροσωπεύουν υψηλότερη τιμή κεντρικότητας βαθμού.

Figure 1. Networks of the water buffalo activities on pasture during rainfall: (a) network of grazing, (b) network of moving, (c) network of standing, and (d) network of ruminating. The vertices of the networks are represented as spheres and the relation of proximity among them as a black line. Vertices of bigger size and blue color represent higher degree centrality score.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Υπό βροχή, κατά τη δραστηριότητα της βόσκησης, οι νεροβούβαλοι σχημάτισαν μία ενιαία ομάδα, με ένα μόνο απομονωμένο άτομο. Η βόσκηση σε ομάδες (μόνιμες ή προσωρινές) προσφέρει στα ζώα πολλαπλά οφέλη, καθώς αυξάνεται η αποτελεσματικότητα ανεύρεσης τροφής και μειώνεται ο κίνδυνος θήρευσης (Gueron κ.α. 1996, Rands κ.α. 2008). Για να είναι δυνατός, όμως, ο σχηματισμός τέτοιων ομάδων είναι απαραίτητο να αναπτύσσονται κοινωνικοί δεσμοί μεταξύ των ζώων, οι οποίοι εκδηλώνονται με τη συνύπαρξη δύο ή περισσότερων ζώων σε χωρική εγγύτητα (γεινιότητα) (Ward και Webster 2016). Στην παρούσα εργασία, η βροχή δεν φαίνεται να επηρέασε τη συνεκτικότητα, την κοινωνικότητα και τη συμπεριληπτικότητα της αγέλης των νεροβούβαλων κατά τη βόσκηση, όπως υποδηλώνουν οι τιμές της πυκνότητας, της μέσης κεντρικότητας βαθμού και διαμεσότητας, αντίστοιχα. Σύμφωνα με τη μελέτη των Tsiobani κ.α. (2020) οι νεροβούβαλοι έχουν την τάση να σχηματίζουν συνεκτικές ομάδες με τα άλλα μέλη της αγέλης, να εμφανίζουν υψηλά επίπεδα κοινωνικότητας και να συμπεριλαμβάνουν όλα τα μέλη στη δραστηριότητα της βόσκησης. Η βόσκηση αποτελεί την κυριότερη δραστηριότητα των νεροβούβαλων, καθώς αφιερώνουν σε αυτή το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου παραμονής στους βοσκοτόπους (Tsiobani κ.α. 2016). Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας υποδηλώνουν ότι οι νεροβούβαλοι κατά τη βόσκηση δεν διαφοροποιούν την κοινωνική τους συμπεριφορά υπό την παρουσία βροχής, σε αντίθεση με άλλα μεγάλα μηρυκαστικά, που καθίστανται ανήσυχα όταν βρέχει και μεταβάλλουν τη στάση του σώματός τους, προκειμένου να μειώνουν την απώλεια θερμότητας από το σώμα τους (Hessle κ.α. 2008). Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στην προσαρμογή των νεροβούβαλων σε υγρά περιβάλλοντα, τα οποία εξυπηρετούν στη θερμορρύθμισή τους (Gallosio-Hernández κ.α. 2021). Ωστόσο, από την υψηλή τιμή της μέσης κεντρικότητας ιδιοδιανύματος φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της βροχής παρατηρήθηκε τάση σχηματισμού αλυσιδωτών ιεραρχιών στην αγέλη, που έρχεται σε αντίθεση με τους Tsiobani κ.α. (2020), οι οποίοι αναφέρουν ότι κατά τη δραστηριότητα της βόσκησης δεν παρατηρήθηκε εκδήλωση ιεραρχικών τάσεων και ανισοτήτων. Επιπλέον, η υψηλότερη τιμή του δείκτη μέσης εγγύτητας υποδηλώνει ότι ορισμένα άτομα είναι πιθανόν να αύξησαν την επιρροή τους στο κοπάδι, λειτουργώντας ως «τοπικά κέντρα» επικοινωνίας και συντονισμού των ζώων κατά τη δραστηριότητα της βόσκησης (Gueron κ.α. 1996). Αυτά τα αυξημένα επίπεδα εμφάνισης ιεραρχικών τάσεων και επικοινωνίας είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τα μεγάλα μηρυκαστικά,

προκειμένου να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται στις αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών και να μεταβάλλουν ανάλογα τη συμπεριφορά τους (Hancock 1954).

Η βροχή φαίνεται να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη δομή της αγέλης κατά τη δραστηριότητα της μετακίνησης, ωστόσο, με αντίθετο τρόπο απ' ότι παρατηρήθηκε για τη βόσκηση. Ειδικότερα, η αγέλη τείνει να διασπάται σταδιακά, όπως υποδηλώνεται από τον αυξημένο αριθμό των συνιστώσων και των απομονωμένων ατόμων. Στην κύρια συνιστώσα συμμετέχουν 62 μέλη, δηλαδή το 72,1% των μελών της αγέλης, ενώ η τιμή της πυκνότητας του δικτύου είναι χαμηλή, γεγονός που δείχνει μειωμένα επίπεδα συνοχής της αγέλης εξαιτίας της βροχής. Επιπλέον, η βροχή φαίνεται να επιδρά αρνητικά στην κοινωνικότητα, την άμεση επικοινωνία και τη συμπεριληπτικότητα των νεροβούβαλων, καθώς οι δείκτες της μέσης κεντρικότητας βαθμού, εγγύτητας και διαμεσότητας είναι σε χαμηλά επίπεδα. Όπως αναφέρεται από τους Tsiobani κ.α. (2020), οι νεροβούβαλοι δεν κοινωνικοποιούνται ιδιαίτερα κατά τη δραστηριότητα της μετακίνησης, όπως παρατηρείται κατά τη βόσκηση. Ωστόσο, όπως φαίνεται από την τιμή του δείκτη του μέσου ιδιοδιανύσματος, κατά τη διάρκεια της βροχής αυξάνονται οι τάσεις σχηματισμού αλυσιδωτών ιεραρχιών, υποδηλώνοντας ότι οι νεροβούβαλοι επιλέγουν να αλληλοεπιδράσουν με τα περισσότερο κυρίαρχα ζώα της αγέλης.

Αναφορικά με τη δραστηριότητα της στάσης, κατά τη διάρκεια της βροχής οι νεροβούβαλοι σχημάτισαν μία μεγάλη ομάδα (συνιστώσα 57 ατόμων, το 86,3% των μελών της αγέλης), ενώ υπήρχαν πολλά απομονωμένα άτομα. Η παρουσία της βροχής φαίνεται να ενίσχυσε τη συνεκτικότητα, την κοινωνικότητα, την άμεση επικοινωνία και τη συμπεριληπτικότητα της αγέλης, όπως υποδηλώνουν η πυκνότητα και οι τιμές της μέσης κεντρικότητας βαθμού, εγγύτητας και διαμεσότητας, αντίστοιχα. Η βροχή αύξησε τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των νεροβούβαλων, σε αντίθεση με ό,τι αναφέρεται στην έρευνα των Tsiobani κ.α. (2020). Οι συγγραφείς βρήκαν ότι υπό συνθήκες μη βροχής, κατά τη δραστηριότητα της στάσης, εκδηλώνονται τάσεις απομόνωσης και μειωμένης κοινωνικοποίησης μεταξύ των μελών της αγέλης των νεροβούβαλων. Επίσης, η βροχή φαίνεται ότι δεν αύξησε τις τάσεις σχηματισμού αλυσιδωτών ιεραρχιών, όπως φαίνεται από τη χαμηλή τιμή του δείκτη της μέσης ιδιοκεντρικότητας. Παρόλο που ορισμένα άτομα ήταν περισσότερο δημοφιλή κατά τη διάρκεια της βροχής, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι υπήρχε ανταγωνισμός για βελτίωση της κοινωνικής κατάταξης στο εσωτερικό της αγέλης.

Οι νεροβούβαλοι αφιερώνουν σημαντικό χρόνο στη δραστηριότητα του μηρυκασμού κατά τη διάρκεια της ημέρας (Tsiobani κ.α. 2016). Η διάρκεια του μηρυκασμού επηρεάζεται σημαντικά από την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα της βοσκήσιμης ύλης (Wang κ.α. 2018), καθώς και από τις χειριστικές πρακτικές που εφαρμόζουν οι εκτροφείς (Tsiobani κ.α. 2016). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας υποδηλώνουν ότι η βροχή δεν εμπόδισε τους νεροβούβαλους να εκφράσουν την εγγενή, κατά τους Lindström και Redbo (2020), συμπεριφορά του μηρυκασμού, η οποία αποτελεί δείκτη καλής υγείας και ευζωίας των ζώων (Stangafarro κ.α. 2016). Οι Graunke κ.α. (2011) αναφέρουν ότι τα μεγάλα μηρυκαστικά τείνουν να μηρυκάζουν περισσότερο κατά τη διάρκεια βροχής, χιονιού ή χαλαζόπτωσης παρά να βόσκουν. Ωστόσο, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, που αφορούν το μηρυκασμό, κατά τη διάρκεια της βροχής, η αγέλη εμφάνισε την περισσότερο διασπασμένη μορφή σε σχέση με τις υπόλοιπες δραστηριότητες, καθώς τα ζώα σχημάτισαν πολλές και διαφορετικές ομάδες (10 συνιστώσες), η κύρια συνιστώσα είχε μικρό μέγεθος (μόνο 20 κόμβοι) και υπήρχαν πολλά απομονωμένα ζώα (30 κόμβοι). Αυτή η διάσπαση είναι τυπική για τη δραστηριότητα του μηρυκασμού, κατά την οποία οι νεροβούβαλοι τείνουν να αποδομούν τις σχέσεις γειννίας και να σχηματίζουν μικρές ομάδες (Tsiobani κ.α. 2020). Ταυτόχρονα, οι τιμές των μέσων κεντρικότητας (βαθμού, εγγύτητας και διαμεσότητας) κυμάνθησαν σε χαμηλά επίπεδα, υποδηλώνοντας ότι η βροχή επηρέασε αρνητικά την κοινωνικότητα, την άμεση επικοινωνία και τη συμπεριληπτικότητα του κοπαδιού. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν τάσεις σχηματισμού αλυσιδωτών ιεραρχιών (αυξημένη μέση κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος). Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Tsiobani κ.α. (2020), γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι η εμφάνιση ιεραρχικών τάσεων δεν επηρεάστηκε από την παρουσία βροχής.

Η δραστηριότητα της βύθισης στο νερό δεν παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι νεροβούβαλοι δεν βυθίζονται στο νερό όταν βρέχει. Αυτό είναι πιθανό να συμβαίνει επειδή η βροχή τους προσφέρει έναν εναλλακτικό τρόπο για να δροσιστούν,

παρόμοιο με τα ντουζ δροσισμού που εφαρμόζονται στις εντατικές εκτροφές νεροβούβαλων (Vale 2007).

Συμπερασματικά, στην παρούσα έρευνα διερευνήθηκε, με τη βοήθεια των εργαλείων της δικτυακής ανάλυσης, η κοινωνική συμπεριφορά που εκδηλώνουν οι νεροβούβαλοι, καθώς και οι κοινωνικές δομές που σχηματίζονται στην αγέλη όταν βόσκουν, μετακινούνται, στέκονται, μηρυκάζουν και βυθίζονται στο νερό κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης. Τα αποτελέσματα αυτά αναδεικνύουν τη σύνθετη και ποικίλη κοινωνική συμπεριφορά, που εκδηλώνουν οι νεροβούβαλοι ως αντίδραση στην παρουσία βροχής. Η μεθοδολογία της ανάλυσης των κοινωνικών δικτύων (SNA) που εφαρμόστηκε παρέχει τις βάσεις για μελλοντική έρευνα σχετικά με τους μηχανισμούς εκδήλωσης κοινωνικής συμπεριφοράς ζώων κατά τη βόσκηση και οργάνωσής τους. Τα ευρήματα είναι πιθανό να βοηθήσουν τους εκτροφείς νεροβούβαλων στη βελτιστοποίηση των διαχειριστικών πρακτικών, που εφαρμόζουν κατά τη βόσκηση των ζώων στις βοσκήσιμες εκτάσεις παρουσία βροχής.

Abstract

In this paper, the effect of rainfall on the social organization of water buffalo during the activities of grazing, moving, standing, ruminating, and wallowing they perform on pasture was investigated using social network analysis (SNA). It was found that during grazing, the herd was strongly cohesive and some buffalos served as local centers of communication and coordination. Rainfall disrupted the herd's cohesion and increased hierarchy tendencies during moving, while enhancing cohesion and communication during standing. Strong tendencies of herd fragmentation and establishment of chain hierarchies were observed during rumination activity. Buffaloes did not wallow during the rainfall, so no network was formed during this activity. The results are expected to help water buffalo breeders in the organization of management practices during rainfalls.

Βιβλιογραφία

- Altmann, J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-266. <https://doi.org/10.1163/156853974X00534>
- Antoniou, I.E., Tsompa, E.T., 2008. Statistical analysis of weighted networks. *Discrete Dyn. Nat. Soc.* 2008: 375452. <https://doi.org/10.1155/2008/375452>
- Blackshaw, J., Blackshaw, A., 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 34: 285-295. <https://doi.org/10.1071/EA9940285>
- Borgatti, S.P., Everett, M.G., 2006. A Graph-theoretic perspective on centrality. *Soc. Net.* 28 (4): 466-484. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2005.11.005>
- Farine, D.R., Whitehead, H., 2015. Constructing, conducting and interpreting animal social network analysis. *J. Anim. Ecol.* 84:1144-1163. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12418>
- Gallosio-Hernández, M.A., Soca-Pérez, M., Dublin, D., Alvarez-Díaz, C.A., Iglesias-Gómez, J., Díaz-Gaona, C., Rodríguez-Estévez, V., 2021 Thermoregulatory and Feeding Behavior under Different Management and Heat Stress Conditions in Heifer Water Buffalo (*Bubalus bubalis*) in the Tropics. *Animals* 11(4):1162. <https://doi.org/10.3390/ani11041162>
- Graunke, K.L., Schuster, T., Lidfors, L.M., 2011. Influence of weather on the behaviour of outdoor-wintered beef cattle in Scandinavia. *Livest. Sci.* 136 (2-3): 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.09.018>
- Gueron, S., Levin, S.A., Rubenstein, D.I., 1996. The dynamics of herds: from individuals to aggregations. *J. Theor. Biol.* 182 (1): 85-98. <https://doi.org/10.1006/jtbi.1996.0144>
- Halasz, A., Nagy, G., Tasi, J., Bajnok, M., Mikone, J.E., 2019. Weather regulated cattle behaviour on rangeland. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 14: 149-158. https://doi.org/10.15666/aer/1404_149158
- Hancock, J., 1954. Studies of grazing behaviour in relation to grassland management I. Variations in grazing habits of dairy cattle. *J. Agric. Sci.* 44: 420-433. <https://doi.org/10.1017/S0021859600045287>
- Hanneman, R., Riddle, M., 2005. Introduction to social network analysis. University of California, Riverside, USA. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>
- Hessle, A., Rutter, M., Wallin, K., 2008. Effect of breed, season and pasture moisture gradient on foraging behaviour in cattle on semi-natural grasslands. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111 (1-2):

108-119. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.017>

Krause, J., Croft, D.P., James, R., 2007. Social network theory in the behavioural sciences: Potential applications. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 62 (1): 15-27. <https://doi.org/10.1007/s00265-007-0445-8>

Lindström, T., Redbo, I., 2000. Effect of feeding duration and rumen fill on behaviour in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70 (2): 83-97. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00148-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00148-9)

Napolitano, F., Grasso, F., Saltalamacchia, F., Martiniello, P., Bilancione, A., Pacelli, C., Rosa, D., 2007. Grazing behaviour of buffalo heifers. *Ital. J. Anim. Sci.* 6(sup2): 1256-1259. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.1256>

Newman, M., 2010. *Networks. An Introduction.* Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. pp. 1046.

R Core Team, 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.r-project.org/>

Ramos, A., Manizan, L., Rodriguez, E., Kemp, Y.J.M., Sueur, C., 2019. The social network structure of a semi-free roaming European bison herd (*Bison bonasus*). *Behav. Processes* 158: 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.11.005>

Rands, S.A., Cowlshaw, G., Pettifor, R.A., Rowcliffe, J.M., Johnstone, R.A., 2008. The emergence of leaders and followers in foraging pairs when the qualities of individuals differ. *BMC Evol. Biol.* 8: 51. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-8-51>

Šárová, R., Gutmann, A.K., Špinka, M., Stěhulová, I., Winckler, C., 2016. Important role of dominance in allogrooming behaviour in beef cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 181: 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.05.017>

Stangaferro, M.L., Wijma, R., Caixeta, L.S., Al-Abri, M.A., Giordano, J.O., 2016. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part I. Metabolic and digestive disorders. *J. Dairy Sci.* 99: 7395-7410. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10907>

Tsiobani, E.T., Yiakoulaki, M.D., Hasanagas, N.D., Antoniou, I.E., 2020. Proximity patterns in water buffaloes' activities on pasture. *Arch. Anim. Breed.* 63: 19-29. <https://doi.org/10.5194/aab-63-19-2020>

Tsiobani, E.T., Yiakoulaki, M.D., Hasanagas, N.D., Menexes, G., Papanikolaou, K., 2016. Water buffaloes grazing behaviour at the Lake Kerkini National Park, Northern Greece. *Hacquetia* 15: 133-142. <https://doi.org/10.1515/hacq-2016-0015>

Tsiobani, E.T., Yiakoulaki, M.D., Menexes, G., 2019. Seasonal variation in water buffaloes' diet grazing in wet grasslands in Northern Greece. *Hacquetia* 18(2): 201-212. <https://doi.org/10.2478/hacq-2019-0004>

Vale, W.G., 2007. Effects of environment on buffalo reproduction. *Ital. J. Anim. Sci.* 6 (sup. 2): 130-42. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.130>

Wang, M., Alves, J., Tucker, M., Yang, W., Ruckstuhl, K.E., 2018. Effects of intrinsic and extrinsic factors on ruminating, grazing, and bedding time in bighorn sheep (*Ovis canadensis*). *PLoS One* 13: e0206664. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206664>

Ward, A., Webster, M., 2016. *Sociality.* In: Ward A, Webster M. *Sociality: The behaviour of group-living animals.* Switzerland: Springer. Σελ. 1-8. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28585-6_1

Wasserman, S., Faust, K., 1994. *Social network analysis: methods and analysis.* Vol. I. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. pp. 737.

Yiakoulaki, M.D., Hasanagas, N.D., Michelaki, E., Tsiobani, E.T., Antoniou, I.E., 2018. Social network analysis of sheep grazing different plant functional groups. *Grass Forage Sci.* 74: 129-140. <https://doi.org/10.1111/gfs.12398>

Κίτκος, Π., 2018. Ιδιωτικός μετεωρολογικός σταθμός, Χρυσοχώραφα Σερρών. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <http://xysoxorafa.meteoclub.gr/>

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΔΑΣΟΠΟΝΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Καζέλη, Ευαγγελία*; Τσιομπάνη, Ελένη*; Γιακουλάκη, Μαρία

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη
*evakaz123@gmail.com; *etsiobani@gmail.com; yiaak@for.auth.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της έρευνας, που έχει πραγματοποιηθεί στην Ευρώπη σχετικά με την επιστήμη της αγροδασοπονίας με τη βοήθεια της δικτυακής ανάλυσης. Από 124 δημοσιευμένες έρευνες που αναζητήθηκαν σε έγκριτες βάσεις δεδομένων στο διαδίκτυο, καταγράφηκαν τα δομικά στοιχεία των αγροδασικών συστημάτων (υπόροφος, ανώροφος, βόσκοντα ζώα), τα παραγόμενα προϊόντα και οι υπηρεσίες που προσφέρουν. Προέκυψε ότι, στα δίκτυα του υπορόφου και του ανώροφου, επικρατούν τα αγρωστώδη και τα δασικά είδη, αντίστοιχα. Τα βοοειδή και η ξυλεία υψηλής ποιότητας είχαν την υψηλότερη κεντρικότητα βαθμού στο δίκτυο των ζώων και στο δίκτυο των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών, αντίστοιχα. Η εργασία είναι πρωτότυπη και η μεθοδολογία, που αναπτύχθηκε, μπορεί να αποτελέσει τη βάση για εκπόνηση παρόμοιων εργασιών και σε άλλους τομείς της επιστήμης.

Λέξεις κλειδιά: Θεωρία δικτύων, ανώροφος, υπόροφος, βόσκοντα ζώα, διμερές δίκτυο

Εισαγωγή

Η αγροδασοπονία είναι μια αειφορική παραδοσιακή πρακτική, που ενσωματώνει τα δέντρα ή/και τα ζώα με αγροτικές καλλιέργειες στο ίδιο τμήμα γης, συγχρόνως ή διαδοχικά με στόχο τη βελτίωση της παραγωγικότητας των πόρων στα συστήματα χρήσης γης (Torro και Raj 2018). Το αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού είναι η δημιουργία ενός συστήματος, που περιλαμβάνει δύο ή περισσότερα είδη φυτών (το ένα τουλάχιστον να είναι ξυλώδες), παράγει δύο ή και περισσότερα προϊόντα σε έναν κύκλο παραγωγής μεγαλύτερο του έτους και δημιουργεί σημαντικές οικονομικές και οικολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ξυλωδών ειδών και των άλλων δομικών στοιχείων του συστήματος (Nair 1993). Τα δομικά στοιχεία των αγροδασικών συστημάτων είναι τα δέντρα, που αποτελούν τον ανώροφο, το λιβάδι ή τα γεωργικά υπολείμματα μετά τη συγκομιδή των σιτηρών, που αποτελούν τον υπόροφο, τα αγροτικά ζώα που χρησιμοποιούν τον υπόροφο ή και τον ανώροφο, και ο άνθρωπος ως διαχειριστής (Παπαναστάσης 2015). Σε ορισμένα περιβάλλοντα μπορεί να υπάρχει και μεσόροφος θαμνώδους βλάστησης, που με το φύλλωμα ή τους καρπούς συνεισφέρει επίσης στη διατροφή των ζώων (Yiakoulaki 2023). Από το συνδυασμό των δομικών στοιχείων των αγροδασικών συστημάτων προκύπτουν τρεις (3) κατηγορίες συστημάτων: τα δασογεωργικά, τα δασολιβαδικά και τα αγροδασολιβαδικά, με τα δυο τελευταία να περιλαμβάνουν τη βόσκηση των αγροτικών ζώων. Η αγροδασοπονία αποτελεί αυτοτελή επιστήμη και δεν ταυτίζεται με τη δασοπονία, δηλαδή τη διαχείριση των φυσικών ή τεχνητών δασών, ούτε με τη συμβατική γεωργία. Ο πολυλειτουργικός ρόλος της αγροδασοπονίας, αποκτά ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον, όπως αποδεικνύεται μέσα από ένα ευρύ φάσμα ερευνών και δημοσιεύσεων των τελευταίων δεκαετιών.

Η δικτυακή ανάλυση έχει εφαρμοστεί σε διάφορους επιστημονικούς τομείς. Πρόσφατα χρησιμοποιήθηκε στη λιβαδοπονία για να διερευνηθούν οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των λειτουργικών ομάδων φυτών (αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλες πόες) και της κοινωνικής συμπεριφοράς προβάτων που βόσκουν σε ένα ποολίβαδο (Yiakoulaki κ.α. 2018), καθώς και ο τρόπος με τον οποίο οι νεροβούβαλοι διαμορφώνουν την κοινωνική δομή τους μέσα στην αγέλη κατά τις δραστηριότητές τους στα λιβάδια, π.χ. βόσκηση, μετακίνηση, στάση, μηρυκασμός και

βύθιση στο νερό (Tsiobani κ.α. 2019). Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση των σχέσεων ιεραρχίας, που δημιουργούνται μεταξύ των μικροκαλλιεργητών και οι οποίες διαμορφώνονται από τις γνώσεις τους για τις εφαρμογές της αγροδασοπονίας (Lin κ.α. 2021).

Σκοπός της εργασίας ήταν η ανάπτυξη μεθοδολογίας για τη μελέτη της έρευνας, που έχει πραγματοποιηθεί στην Ευρώπη σχετικά με την επιστήμη της αγροδασοπονίας χρησιμοποιώντας εργαλεία της δικτυακής ανάλυσης. Η εργασία είναι πρωτότυπη, καθώς από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη βιβλιογραφία, δεν βρέθηκε να υπάρχει παρόμοια εργασία.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα έλαβε μέρος από το Νοέμβριο έως το Μάιο 2022, με αναζήτηση σε εγκεκριμένες βάσεις δεδομένων (pubmed, link.springer, mdpi, bibliotekanauki.pl, tandfonline, sciencedirect, academia.edu, sciendo, ikee.lib.auth.gr, onlinelibrary.wiley, actahort.org, biomedcentral και researchgate.net) στο διαδίκτυο, με τη χρησιμοποίηση συνολικά 107 λέξεων κλειδιά αναφορικά με τις δημοσιευμένες έρευνες για την αγροδασοπονία στην Ευρώπη. Οι έρευνες για την αγροδασοπονία που συλλέχθηκαν από τη διαδικτυακή αναζήτηση, καταχωρήθηκαν σε έναν πίνακα Excel, η κάθε σειρά του οποίου αντιστοιχούσε σε μία έρευνα και η κάθε στήλη σε στοιχεία και ευρήματα σχετικά με την αγροδασοπονία, όπως ορίστηκαν για τις ανάγκες της εργασίας. Έτσι, στις πρώτες στήλες του πίνακα καταχωρήθηκαν τα επιμέρους αναγνωριστικά στοιχεία κάθε έρευνας, δηλαδή ο αύξων αριθμός, οι λέξεις κλειδιά βάσει των οποίων έγινε η αναζήτησή της, ο/οι συγγραφέας/είς, ο διαδικτυακός ιστότοπος στον οποίο ήταν καταχωρημένη, το έτος δημοσίευσης, η χώρα από την οποία προερχόταν και ο σκοπός έρευνας (ΣΕ), όπως αναφερόταν από τους συγγραφείς. Στις υπόλοιπες στήλες καταχωρήθηκαν τα ευρήματα που αφορούσαν την αγροδασοπονία: 1) τα παραγόμενα πρωτογενή προϊόντα (ξύλεια υψηλής ποιότητας και καυσόξυλα), 2) τα δευτερογενή προϊόντα (καρποί, ζωοτροφές, φελλός, μέλι, μανιτάρια, αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά) και οι υπηρεσίες (κυνήγι), 3) τα είδη του ανωρόφου (δασικά, οπωροφόρα, καρποφόρα, πολυετή ξυλώδη), 4) τα είδη της βλάστησης του υπορόφου (πόες, θάμνοι, φρύγανα) και 5) τα είδη των ζώων (πρόβατα, βοοειδή, αίγες, χοίροι, πουλερικά, τάρανδοι και ελάφια) που χρησιμοποιούν τα αγροδασικά συστήματα. Με αυτή τη διαδικασία, συγκεντρώθηκαν και χαρακτηρίστηκαν συνολικά 124 έρευνες.

Ωστόσο, κατά την επεξεργασία των δεδομένων, προέκυψε ότι ορισμένοι ΣΕ είχαν καταγραφεί περισσότερες από μία φορές. Αυτή η πολλαπλή καταγραφή του ίδιου ΣΕ δεν αποτελούσε ερευνητικό λάθος, καθώς αφορούσε τη δημοσίευση των αποτελεσμάτων της ίδιας έρευνας από διαφορετικές χώρες. Όμως, επειδή κάθε εργασία θα πρέπει να αντιπροσωπεύεται μοναδικά, οι πολλαπλές καταγραφές που αφορούσαν τον ίδιο σκοπό έρευνας (και κατ' επέκταση την ίδια εργασία) ενοποιήθηκαν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί ο αριθμός των ΣΕ σε 117. Οι ΣΕ ταξινομήθηκαν με αλφαβητική σειρά, κάθε ένας πήρε έναν αύξοντα αριθμό, από το 1 έως το 117 και κωδικοποιήθηκε αντίστοιχα, ώστε να είναι ευκολότερη η αναγνώρισή του.

Για τις ανάγκες της εργασίας, τα δομικά στοιχεία της αγροδασοπονίας (βλάστηση υπορόφου, είδη ανωρόφου και είδη ζώων), τα παραγόμενα προϊόντα και οι υπηρεσίες ορίστηκαν ως συνιστώσες της αγροδασοπονίας και διαχωρίστηκαν σε κύριες (ΚΣΑ) και επιμέρους (ΕΣΑ), όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Στις επιμέρους συνιστώσες που μελετήθηκαν σε κάθε ΣΕ, καταγράφηκαν αναλυτικά τα είδη των φυτών της ποώδους, θαμνώδους και φρυγανώδους βλάστησης, τα είδη του ανωρόφου, καθώς και τα είδη ζώων που έβοσκαν στα αγροδασικά συστήματα. Όταν ένας ΣΕ αφορούσε κάποια συνιστώσα (είτε κύρια, είτε επιμέρους), τότε το αντίστοιχο κελί στον πίνακα λάμβανε την τιμή 1, σε διαφορετική περίπτωση λάμβανε την τιμή 0. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για την κατασκευή τεσσάρων διμερών δικτύων: το δίκτυο του υπορόφου, το δίκτυο του ανωρόφου, το δίκτυο των ζώων που χρησιμοποιούν τα αγροδασικά συστήματα και το δίκτυο των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών. Τα διμερή δίκτυα αποτελούνται από κόμβους δύο επιπέδων: οι κόμβοι ενός επιπέδου συνδέονται μόνο με τους κόμβους του άλλου επιπέδου και όχι μεταξύ τους (Hanneman και Riddle 2005) Στην παρούσα εργασία, τα στοιχεία των κύριων και επιμέρους συνιστωσών αποτελούσαν τους κόμβους των δικτύων. Σε κάθε ένα δίκτυο, οι ΣΕ θεωρήθηκαν ως κόμβοι «πρώτου επιπέδου» και οι επιμέρους συνιστώσες ως κόμβοι «δεύτερου επιπέδου». Τα δίκτυα αναλύθηκαν, υπολογίζοντας σε κάθε ένα

από αυτά την κεντρικότητα βαθμού (degree centrality) κάθε κόμβου (Tsiobani κ.α. 2020). Η ανάλυση και οπτικοποίηση των δικτύων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της R.

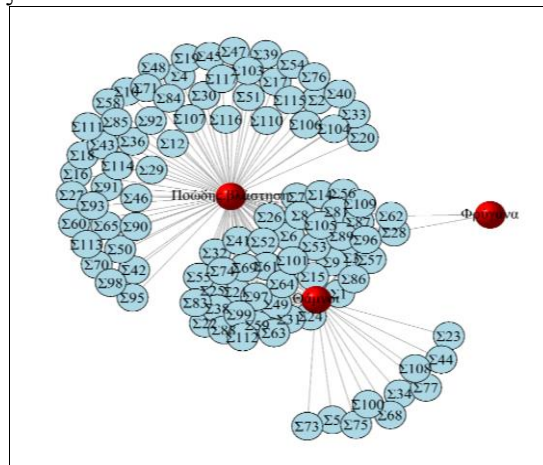
Πίνακας 1. Κόριες (ΚΣΑ) και επιμέρους συνιστώσες της αγροδασοπονίας (ΕΣΑ).
Table 1. Main and sub-components of agroforestry.

Συνιστώσες Αγροδασοπονίας (ΣΑ)		
	Κόριες	Επιμέρους
Δομικά στοιχεία	Βλάστηση Υπορόφου	Ποώδης βλάστηση
		Θαμνώδης βλάστηση
		Φρύγανα
	Είδη Ανωρόφου	Οπωροφόρα
		Καρποφόρα
		Δασικά είδη
		Αμπέλι
	Ζώα	Αίγες
		Πρόβατα
		Βοοειδή
		Χοίροι
		Πουλερικά
		Κερασφόρα (τάρανδοι – ελάφια)
Παραγόμενα προϊόντα και Υπηρεσίες	Πρωτογενή και δευτερογενή προϊόντα Υπηρεσίες	Ξυλεία υψηλής ποιότητας
		Τροφή (φύλλωμα ή καρποί) για τα ζώα
		Καυσόξυλα
		Δευτερεύοντα προϊόντα (φλοιός, φελλός, ρητίνη, ταννίνη)
		Κυνήγι

Αποτελέσματα

Διμερές δίκτυο υπορόφου

Το διμερές δίκτυο του υπορόφου απεικονίζεται στην εικόνα 1. Η κεντρικότητα βαθμού της ποώδους και θαμνώδους βλάστησης, καθώς και των φρυγάνων είναι 94, 54 και 2, αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι τα ποώδη είδη αποτελούν την επικρατέστερη κατηγορία μεταξύ των ειδών βλάστησης του υπορόφου στους υπό μελέτη ΣΕ της αγροδασοπονίας, καθώς φαίνεται ότι σχετίζονται με τους περισσότερους από αυτούς.



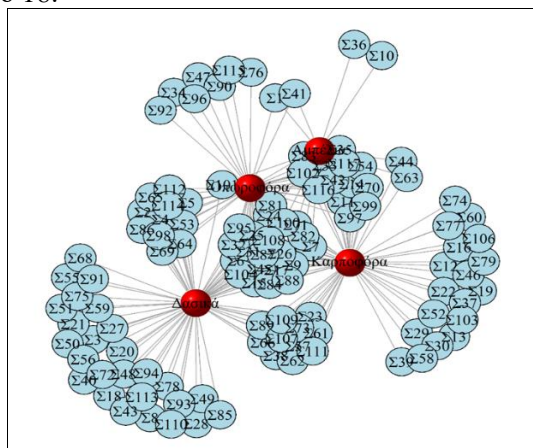
Εικόνα 2. Διμερές δίκτυο υπορόφου. Οι γαλάζιοι κύκλοι (κόμβοι πρώτου επιπέδου) αντιπροσωπεύουν τους Σκοπούς Έρευνας (ΣΕ) της αγροδασοπονίας και οι κόκκινες σφαίρες (κόμβοι δεύτερου επιπέδου) αντιπροσωπεύουν τη βλάστηση του υπορόφου (πόες, θάμνοι και φρύγανα). Οι αλφαριθμητικές ετικέτες στους κόμβους του πρώτου επιπέδου είναι οι κωδικοί των ΣΕ.

Picture 1. Bipartite network of understorey vegetation. The light blue circles (first-level nodes) represent agroforestry’s research objectives (RO) and the red spheres (second-level nodes) represent the understorey vegetation (herbaceous vegetation, shrubs, and phrygana). The alphanumerical labels on the first level nodes are the codes of agroforestry’s RO.

Διμερές δίκτυο ανωρόφου

Στην εικόνα 2 απεικονίζεται το διμερές δίκτυο των ειδών που απαρτίζουν τον ανώροφο στις δημοσιευμένες εργασίες για την αγροδασοπονία. Τα δασικά είδη έχουν την υψηλότερη

κεντρικότητα βαθμού (70), ακολουθούμενα από τα καρποφόρα (65), τα οπωροφόρα (50) και, τέλος, τα αμπέλια με βαθμό 18.

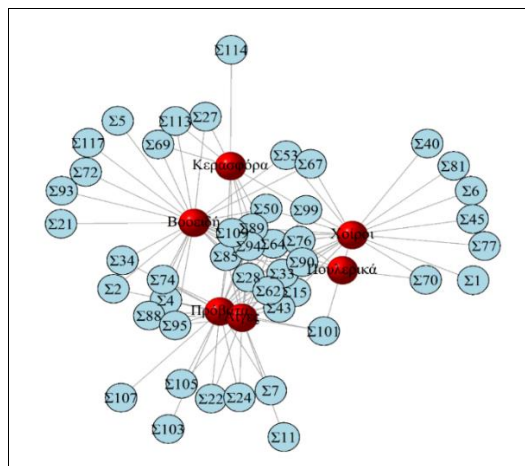


Εικόνα 3. Διμερές δίκτυο ανωρόφου. Οι γαλάζιοι κύκλοι (κόμβοι πρώτου επιπέδου) αντιπροσωπεύουν τους Σκοπούς Έρευνας (ΣΕ) της αγροδασοπονίας και οι κόκκινες σφαίρες τα ξυλώδη είδη (οπωροφόρα, καρποφόρα, δασικά είδη και αμπέλι) του ανωρόφου (κόμβοι δεύτερου επιπέδου). Οι αλφαριθμητικές ετικέτες στους κόμβους του πρώτου επιπέδου είναι οι κωδικοί των ΣΕ.

Picture 2. Bipartite network of overstorey vegetation. The light blue circles (first-level nodes) represent agroforestry's research objectives (RO) and the red spheres represent the woody species (fruit trees, nut trees, forest species, and vine) of the overstorey vegetation (second-level nodes). The alpharithmic labels on the first level nodes are the codes of agroforestry's RO.

Διμερές δίκτυο ζώων

Στην εικόνα 3 απεικονίζεται το δίκτυο των ζώων που χρησιμοποιούν τα αγροδασικά συστήματα (δασολιβαδικά και αγροδασολιβαδικά). Τα επικρατέστερα είδη των ζώων που αναφέρονται στις έρευνες της αγροδασοπονίας, είναι τα βοοειδή με κεντρικότητα βαθμού (29), ακολουθούμενα από τα πρόβατα (26), τους χοίρους (23), τις αίγες (21), τα κερασφόρα ζώα, όπως τάρανδοι και ελάφια (10) και τα πουλερικά (κότες, πάπιες, χήνες) (6).



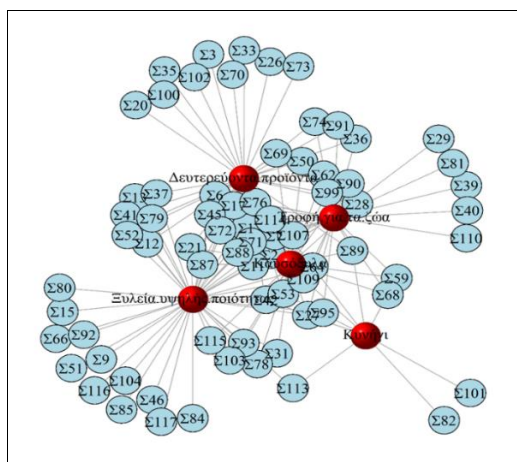
Εικόνα 4. Διμερές δίκτυο ζώων στην αγροδασοπονία. Οι γαλάζιοι κύκλοι (κόμβοι πρώτου επιπέδου) αντιπροσωπεύουν τους Σκοπούς Έρευνας (ΣΕ) της αγροδασοπονίας και οι κόκκινες σφαίρες (κόμβοι δεύτερου επιπέδου) τα είδη ζώων (αίγες, πρόβατα, βοοειδή, χοίροι, πουλερικά και κερασφόρα) του υπορόφου. Οι αλφαριθμητικές ετικέτες στους κόμβους του πρώτου επιπέδου είναι οι κωδικοί των ΣΕ.

Picture 3. Bipartite network of animals in agroforestry. The light blue circles (first-level nodes) represent agroforestry's research objectives (RO) and the red spheres (second-level nodes) represent the animal species (goats, sheep, cattle, pigs, poultry, reindeer, and deer) of the understorey vegetation. The labels on the first level nodes are the codes of agroforestry's RO.

Διμερές δίκτυο παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών

Από την ανάλυση του διμερούς δικτύου των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών της αγροδασοπονίας (Εικόνα 4) προέκυψε ότι, η ξυλεία υψηλής ποιότητας έχει την υψηλότερη

κεντρικότητα βαθμού (45) μεταξύ των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών της αγροδασοπονίας, ακολουθούμενη από τα δευτερεύοντα προϊόντα (44), την τροφή για τα ζώα (32), τα καυσόξυλα (27) και το κυνήγι (11).



Εικόνα 5. Διμερές δίκτυο παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών στην αγροδασοπονία. Οι γαλάζιοι κύκλοι (κόμβοι πρώτου επιπέδου) αντιπροσωπεύουν τους Σκοπούς Έρευνας (ΣΕ) και οι κόκκινες σφαίρες (κόμβοι δεύτερου επιπέδου) τα παραγόμενα κύρια (ξύλεια υψηλής ποιότητας και καυσόξυλα) και δευτερεύοντα προϊόντα (καρποί, ζωοτροφές, φελλός, μέλι, μανιτάρια, αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά) και τις υπηρεσίες (κυνήγι) της αγροδασοπονίας.

Picture 4. Bipartite network of products and services produced in agroforestry. The light blue circles (first-level nodes) represent agroforestry's research objectives (RO) and the red spheres (second-level nodes) represent the primary (high-quality timber and firewood) and secondary products (fodder, cork, honey, mushrooms, aromatic and medicinal plants) as well as the services (hunting) produced from agroforestry systems. The labels on the first level nodes are the codes of agroforestry's RO.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η ποώδης βλάστηση επικρατεί στο δίκτυο του υπορόφου, που προέκυψε από τις δημοσιευμένες έρευνες για την αγροδασοπονία στην Ευρώπη. Η ποώδης βλάστηση μπορεί να επικρατεί σε φυσικές ή ημιφυσικές χορτολιβαδικές εκτάσεις, συνιστώντας τα μόνιμα ποολίβαδα ή/και σε προσωρινά καλλιεργημένες χορτολιβαδικές εκτάσεις (Mosquera-Losada κ.α. 2019). Δεδομένα τα οποία συνάδουν με τα ευρήματά μας, δείχνουν ότι, τα ποολίβαδα καταλαμβάνουν το 34% της αγροτικής γης του Ευρωπαϊκού τοπίου (Eurostat 2020), ποσοστό που τα καθιστά ιδιαίτερα σημαντικά για την εξασφάλιση τροφής τόσο στον άνθρωπο μέσω της κτηνοτροφίας, όσο και στα αγροτικά ζώα, των οποίων η διατροφή βασίζεται κυρίως στην ποώδη βλάστηση (Schils κ.α. 2022). Σύμφωνα με τους Sanderson κ.α. (2009), η σύνθεση της βλάστησης των ποολίβαδων στο μεγαλύτερο μέρος της, περιλαμβάνει ετήσια αγρωστώδη είδη και σε μικρότερο ποσοστό ψυχανθή, θάμνους και δέντρα.

Από τη χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση της Ευρώπης, τη μεγαλύτερη επιφάνεια κατέχουν τα αγροδασολιβαδικά συστήματα με βάση την κτηνοτροφία και σε πολύ μικρότερο βαθμό τα δασογεωργικά συστήματα με καλλιέργειες (Augère-Granier 2020). Τα είδη, που απαντώνται στον υπόροφο των δασογεωργικών ή αγροδασολιβαδικών συστημάτων είναι τα δημητριακά *Triticum aestivum* L., *Zea mays* L., *Hordeum vulgare* L., *Secale cereale* L. και το *Lens culinaris* Medik., τα οποία καλλιεργούνται κυρίως για την παραγωγή τροφής για τον άνθρωπο και την παραγωγή ζωοτροφών. Από τα 57 είδη θάμνων, που αναφέρονται στις έρευνες για την αγροδασοπονία, τα περισσότερα είναι φυλλοβόλα, με την κουμαριά (*Arbutus unedo* L.) και την αγριοτριανταφυλλιά (*Rosa canina* L.) να έχουν τις περισσότερες αναφορές. Τα είδη αυτά συμβάλλουν στη διατροφή των βοσκόντων ζώων (κυρίως αιγών) σε περιόδους, όπου η ποώδης βλάστηση είναι περιορισμένη σε ποσότητα ή έχει χαμηλή θρεπτική αξία (Yiakoulaki και Papanastasis 2005, Pardini κ.α. 2007). Έχουν όμως και οικολογική σημασία, καθώς συνεισφέρουν στη μείωση της εδαφικής διάβρωσης και στη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους (Bagella κ.α. 2020, Seidavi κ.α. 2020). Τέλος, τα είδη *Erica* sp., *Cistus* sp., *Cistus ladanifer* L. και *Erica arborea* L. ανήκουν στα φρύγανα, που αναφέρονται στα είδη του υπορόφου στις δημοσιευμένες έρευνες που αφορούν την αγροδασοπονία (Καζέλη 2023).

Από τα δέντρα, που συνιστούν τον ανώροφο των αγροδασικών συστημάτων, τα κυριότερα προϊόντα που παράγονται είναι: α) οι καρποί και τα φρούτα, β) τα έλαια που προέρχονται από τους καρπούς και τα φύλλα, γ) η δασική ξυλεία, δ) τα καυσόξυλα, ε) ο φελλός και στ) η τροφή για τα ζώα (McAdam κ.α. 2009). Στο δίκτυο του ανωρόφου, τα δασικά είδη που αναφέρονται περισσότερες φορές στις έρευνες για την αγροδασοπονία ήταν τα *Quercus ilex* L., *Q. suber* L., *Q. robur* L. και *Q. petraea* (Matt.) Liebl., τα οποία διαμορφώνουν τα αγροδασολιβαδικά συστήματα στην Ευρώπη (den Herder κ.α. 2016), επεκτεινόμενα από τη Μεσόγειο ως τη Σκανδιναβία συνδυάζοντας καλλιέργειες δημητριακών στον υπόροφο με βόσκοντα ζώα. Τα είδη *Quercus ilex* και *Q. suber* είναι πολύτιμα κυρίως εξαιτίας της παραγωγής βελανιδιών, που προορίζονται ως ζωοτροφή για τα εκτρεφόμενα βοοειδή και τον Ιβηρικό χοίρο (Gomez-Garay κ.α. 2018). Από τα καρποφόρα δένδρα (καλλιεργούμενα και μη), τα συχνότερα εμφανιζόμενα στις έρευνες για την αγροδασοπονία ήταν τα είδη *Olea europaea* L., *Castanea sativa* Mill., *Juglans regia* L. και *Corylus avellana* L.. Η συλλογή καρπών από τα δέντρα αυτά ήταν ο πρωταρχικός οικονομικός πόρος για τις τοπικές κοινωνίες πριν την έναρξη της παραγωγής δασικής ξυλείας (Beetz 2002). Η παραγωγή και η κατανάλωση καρπών βασίζεται σε μεγάλο μέρος στη διατροφική τους αξία, καθιστώντας τα προϊόντα αυτά σημαντικά από οικονομικής άποψης (Vahdati 2021). Από τα καλλιεργούμενα οπωροφόρα δέντρα, τα είδη στα οποία επικεντρώθηκε η έρευνα για την αγροδασοπονία ήταν τα *Prunus avium* L., *Pyrus communis* L., *Malus domestica* Borkh. και *Morus alba* L. Τα είδη αυτά χαρακτηρίζονται ως δέντρα υψηλής αξίας (den Herder κ.α. 2016), διότι εξυπηρετούν την παροχή υπηρεσιών (καρπών, ξυλείας, καυσόξυλων και ζωοτροφών), καθώς και ρυθμιστικών υπηρεσιών (προστασία του εδάφους από διάβρωση), ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως καταφύγια για τα βόσκοντα ζώα (Eichhorn κ.α. 2006).

Αναφορικά με το δίκτυο των ζώων, από τις έρευνες που περιλάμβαναν τη βόσκηση των αγροτικών ζώων, φαίνεται ότι τα βοοειδή και τα πρόβατα ήταν τα ζώα που χρησιμοποιούνταν στα δασολιβαδικά και αγροδασολιβαδικά συστήματα σε μεγαλύτερο βαθμό. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σύμφωνο με δεδομένα που δείχνουν ότι τα βοοειδή αντιπροσωπεύουν το 82% και τα αιγοπρόβατα το 14% του συνόλου των βοσκόντων ζώων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (van den Pol-van Dasselaar κ.α. 2019). Τα βοοειδή απαντώνται κυρίως στις χώρες της Μεσευρώπης και της Βόρειας Ευρώπης, εκεί όπου η ποώδης βλάστηση είναι άφθονη, ενώ τα αιγοπρόβατα συναντώνται περισσότερο στα θαμνολίβαδα των Μεσογειακών περιοχών (Mosquera-Losada κ.α. 2009). Όμως, η μεγαλύτερη κτηνοτροφική δραστηριότητα εντοπίζεται στα δρυοδάση της Ιβηρικής χερσονήσου, στα συστήματα *dehesas* και *montado* (Rodríguez-Rigueiro κ.α. 2021).

Από το δίκτυο των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών στην έρευνα για την αγροδασοπονία, προέκυψε ότι, η ξυλεία υψηλής ποιότητας είχε τις περισσότερες αναφορές. Τα δασικά είδη που μπορούν να προσφέρουν ξυλεία υψηλής ποιότητας και έχουν τη μεγαλύτερη οικονομική αξία στην Ευρώπη, είναι η λεύκα (*Populus* spp.) και η καρυδιά (*Juglans regia*) (Báder κ.α. 2023).

Συμπερασματικά, με τη χρήση των εργαλείων της δικτυακής ανάλυσης αναλύθηκαν και οπτικοποιήθηκαν οι σκοποί έρευνας και οι συνιστώσες (κύριες και επιμέρους), που αναγνωρίστηκαν στις δημοσιευμένες έρευνες για την επιστήμη της αγροδασοπονίας στην Ευρώπη. Οι πληροφορίες που αντλήθηκαν μπορούν να συνεισφέρουν στην καλύτερη κατανόηση της έρευνας σχετικά με την αγροδασοπονία, που πραγματοποιήθηκε μέχρι σήμερα και να εντοπιστούν κενά στη διεθνή βιβλιογραφία. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπόνηση παρόμοιων εργασιών και σε άλλους τομείς της επιστήμης.

Abstract

The aim of this article was to investigate research on agroforestry science in Europe through network analysis. Searching reputable internet databases, information was compiled from 124 published peer reviewed articles, on the structural elements of agroforestry ecosystems (understorey, overstorey, grazing animals), the products and the services they provide. The study revealed the dominance of cultivated grasses and forest species, in the understorey and overstorey networks, respectively. Cattle had the highest degree of participation in the animal network, while in the network of products and services produced; high-quality timber demonstrated the most articles. This research represents a novel idea in terms of the methodology used and could serve as a basis for developing similar work in other scientific fields.

Βιβλιογραφία

- Augère-Granier, M.L., 2020. Agroforestry in the European Union. European Parliamentary Research Service. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://policycommons.net/artifacts/1336911/agroforestry-in-the-european-union/1944452>
- Báder, M., Németh, R., Vörös, Á., Tóth, Z., Novotni, A., 2023. The effect of agroforestry farming on wood quality and timber industry and its supportation by Horizon 2020. *Agroforest. Syst.* 97: 587-603. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00812-8>
- Bagella, S., Caria, M.C., Seddaiu, G., Leites, L., Roggero, P.P., 2020. Patchy landscapes support more plant diversity and ecosystem services than wood grasslands in Mediterranean silvopastoral agroforestry systems. *Agric. Syst.* 185, 102945. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.102945>
- Beetz, A.E., 2002. Agroforestry: An Overview. A project of the National Center for Appropriate Technology. NCAT Program Specialist, IP155, Slot 1 Version 032911.
- den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, M.R., Palma, J.H.N., and other 11 authors, 2016. Current extent and trends of agroforestry in the EU27. 2nd ed. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/17458/1/EURAFIIIConf_den_Herder_M_et_all_page_16_19.pdf
- Eichhorn, M.P., Paris, P., Herzog, F., Incoll, L.D., and other 8 authors, 2006. Silvoarable Systems in Europe—Past, Present and Future Prospects. *Agroforest. Syst.* 67: 29–50. <https://doi.org/10.1007/s10457-005-1111-7>
- Gomez-Garay, A., Manzanera, J.A., Testillano, P.S., Pintos, B., 2018. *Quercus Ilex* L. In: Jain, S., Gupta, P. (eds) Step Wise Protocols for Somatic Embryogenesis of Important Woody Plants. *Forestry Sciences*, vol 84. Springer, Cham. pp 135–147. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89483-6_10
- Hanneman, R., Riddle, M., 2005. Introduction to social network analysis. University of California, Riverside, USA. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>
- Καζέλη, Ε., 2023. Έρευνα στην αγροδασοπονία μέσω της δικτυακής ανάλυσης. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σελ. 122.
- Lin, T., Ko, A.P., Than, M.M., Catacutan, D.C., Finlayson, R. F., Isaac, M.E. 2021. Farmer social networks: The role of advice ties and organizational leadership in agroforestry adoption. *PLOS ONE*, 16(8): e0255987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255987>
- McAdam, J.H., Burgess, P.J., Graves, A.R., Rigueiro-Rodríguez, A., Mosquera-Losada, M.R., 2009. Classifications and Functions of Agroforestry Systems in Europe. *Agroforestry in Europe. Advances in Agroforestry*, vol 6. Springer, Dordrecht, pp 21–41. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8272-6_2
- Mosquera-Losada, M.R., McAdam, J.H., Romero-Franco, R., Santiago-Freijanes, J.J., Rigueiro-Rodríguez, A., 2009. Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe. In: Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., Mosquera-Losada, M.R. (eds) *Agroforestry in Europe. Advances in Agroforestry*, vol 6. Springer, Dordrecht, pp. 3-19. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8272-6_1
- Mosquera-Losada, M.R., Santiago-Freijanes, J.J., Ferreiro-Dominguez, N., Rodríguez-Rigueiro, J., Rigueiro-Rodríguez, A., 2019. Report with the maps of the different permanent grassland types of regions of Europe linked to the analysis of the AGRO climatic context and the boundary conditions of the physical environment. *GO-GRASS. Grass-based circular business models for rural agri-food value chains*. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: https://www.go-grass.eu/wp-content/uploads/2021/04/GO-GRASS_Report-with-the-maps-of-the-different-permanent-grassland.pdf
- Nair, P.K., 1993. An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. pp. 489.
- Παπαναστάσης, Β. 2015. Αγροδασοπονία. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 191.
- Pardini, A., Pratesi, V., Longhi, F., 2007. Integration of pasture and tree management in multipurpose silvo-pastoral systems in Italy. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 22: 143-149. <https://doi.org/10.31167/csef.v0i22.9594>

Toppo, P., Raj, A., 2018. Role of agroforestry in climate change mitigation. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 7(2):241-243.

Rodríguez-Rigueiro, F.J., Santiago-Freijanes, J.J., Mosquera-Losada, M.R., Castro, M., and other 9 authors, 2021. Silvopasture policy promotion in European Mediterranean areas. *PLOS ONE* 16 (1): e0245846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245846>

Sanderson, M.A., Wedin, D. Tracy, B., 2009. Grassland: Definition, Origins, Extent, and Future. In: Grass: Wedin, W.F., Fales, S.L. (eds) *Quietness and strength for a new American agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 57-74. <https://doi.org/10.2134/2009.grassland.c4>

Schils, R., Jørgen, E., Olesen, J.E., Kersebaum, K.Ch., Rijk B., and 21 other authors, 2018. Cereal yield gaps across Europe. *Eur. J. Agron.* 101: 109–120. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.09.003>

Seidavi, A., Tavakoli, M., Diarra, S.S. κ.α., 2020. Recent advances in the practical usages of some trees/shrubs as ingredient of poultry diets. *Agroforest. Syst.* 94 (25): 1323–1330 <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0315-6>

Tsiobani E., Yiakoulaki M., Hasanagas N., Antoniou, I., 2019. Proximity networks of water buffaloes' grazing activities. *Arch. Anim. Breed.* 63: 19–29. <https://doi.org/10.5194/aab-63-19-2020>

Vahdati, K., 2021. The Economic and Nutritional Values of the Tree Nut Crops in Human Life. *International Conference of Agriculture for Life, Life for Agriculture (A4LIFE)*. Doi: 10.13140/RG.2.2.27909.06887

van den Pol-van Dasselaar, A., Bastiaansen-Aantjes, L., Bogue, F., O'Donovan, M., Huyghe, C. 2019. Grassland use in Europe: A syllabus for young farmers. *Éditions Quæ*. pp. 267.

Yiakoulaki, M., 2023. Sustainable management of grazing in agroforestry landscapes. In: Tsiakiris, R., Mantzanas, K., Kazoglou, J., Kakouros, P., Papanastasis, B. (eds). *Agroforestry landscapes revival in the climate change era: mitigating the effects of climate change through the revival of agroforestry landscapes*. European Network of Political Foundations. pp. 200.

Yiakoulaki, M.D., Papanastasis, V.P., 2005. Diet selection of sheep and goats grazing on cereal stubble in Northern Greece. In: Molina Alcaide, E., Ben Salem, H., Biala, K., Morand-Fehr, P. (eds). *Sustainable grazing, Nutritional Utilization and quality of sheep and goat products*. Options Méditerranéennes, Serie A, No 67: 225-250.

Yiakoulaki, M.D., Hasanagas, N.D., Michelaki, E., Tsiobani, E.T., Antoniou, I.E., 2018. Social network analysis of sheep grazing different plant functional groups. *Grass Forage Sci.* 74 (1): 129–140. <https://doi.org/10.1111/gfs.12398>

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ
ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΒΟΣΚΗΣΗΣ ΠΡΟΒΑΤΩΝ ΣΕ ΔΥΟ
ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΟΥΣ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΥΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ GPS**

**Μπακογιώργος, Γεώργιος¹; Βουράκη, Σωτηρία²; Αρσένος, Γεώργιος³;
Παντέρα, Αναστασία⁴**

¹Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Καρπενήσι, gback@aua.gr

²Τμήμα Κτηνιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, svouraki@vet.auth.gr

³Τμήμα Κτηνιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, arsenosg@vet.auth.gr

⁴Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Καρπενήσι, pantera@aua.gr

Περίληψη

Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση της συμπεριφοράς βόσκησης δύο κοπαδιών εκτατικά εκτρεφόμενων προβάτων σε δυο βοσκότοπους της Ευρυτανίας, ενός ημιορεινού (υψόμετρο 282-450 m) με λιβαδική παραγωγή 310 kg/στρ. και ενός ορεινού (υψόμετρο 1080-1597 m) με λιβαδική παραγωγή 150,96 kg/στρ. Κολάρα με ενσωματωμένη συσκευή GPS τοποθετήθηκαν σε έξι θηλυκά πρόβατα από κάθε κοπάδι και μετρήθηκαν οι διανυόμενες αποστάσεις και οι υψομετρικές διαφορές, ενώ απεικονίστηκαν οι θέσεις βόσκησης. Διαπιστώθηκε ότι τα ζώα και των δύο κοπαδιών διανύουν καθημερινά μεγάλες αποστάσεις προς ανεύρεση τροφής, με τα ζώα του κοπαδιού του ορεινού βοσκοτόπου να φτάνουν μέχρι τα 16 km την ημέρα. Διαπιστώθηκε παραμονή στα δένδροσκεπή σημεία των βοσκοτόπων κυρίως τις θερμές ώρες. Η έρευνα αυτή είναι μέρος ευρύτερης μελέτης με στόχο την αξιολόγηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών που παρέχουν τα λιβάδια της Ευρυτανίας.

Λέξεις κλειδιά: συσκευές GPS, συμπεριφορά βόσκησης, προβατοτροφία.

Εισαγωγή

Η συμπεριφορά βόσκησης των προβάτων αποτελεί το συνδυαστικό αποτέλεσμα πολλών παραγόντων όπως είναι η φυλή, η λιβαδική σύνθεση, η λιβαδική παραγωγή και η θερμοκρασία του αέρα (Ζυγογιάννης 1999). Ωστόσο, οι θέσεις βόσκησης σχετίζονται περισσότερο με χαρακτηριστικά του τοπίου, της φυτοκοινότητας αλλά και των επιμέρους λιβαδικών τμημάτων (Παπαχρήστου 2018). Η συμπεριφορά των προβάτων κατά τη βόσκηση είναι σημαντικός παράγοντας που επιδρά στην κατάσταση των διαφόρων τμημάτων του λιβαδιού και εν τέλει στη βιώσιμη διαχείριση των λιβαδιών (Loridas κ.α. 2011). Έτσι, η μεγαλύτερη ένταση βόσκησης που παρατηρείται κοντά στα σημεία σταυλισμού των ζώων, μπορεί να οδηγήσει τελικά σε αύξηση του ποσοστού των ανεπιθύμητων φυτών. Ταυτόχρονα, οι αποστάσεις που διανύουν τα πρόβατα, η κλίση και η υψομετρική διαφορά του βοσκοτόπου σχετίζονται με το ισοζύγιο ενέργειας και ως εκ τούτου με την ποιότητα του κρέατος και κυρίως την περιεκτικότητα του σφαγίου σε λίπος. Ένας από τους βασικούς παράγοντες που οδηγούν σε μείωση του ποσοστού υποδόριου, ουραίου και ενδοκοιλιακού λίπους στα σφάγια των εκτατικά εκτρεφόμενων ζώων σε σχέση με των εντατικά εκτρεφόμενων είναι οι μεγάλες αποστάσεις που διανύουν καθημερινά κατά τη βόσκηση (Fisher κ.α. 2000, Γούλας 2010, Ramirez, Retamal κ.α. 2014). Παρομοίως, μειώνεται η εναπόθεση του ενδομυϊκού λίπους γεγονός το οποίο καθιστά το κρέας λιγότερο τρυφερό, ωστόσο συμβαδίζει περισσότερο με τα πρότυπα της υγιεινής διατροφής (Nielsen 2019). Επιπρόσθετα, αν υποθεθεί ότι η φυσική κατάσταση του προβάτου (και γενικά των ζώων) είναι η ελεύθερη κίνηση και όχι η

αιχμαλωσία και η εντατική εκτροφή, η βόσκηση δύναται να προάγει την υγεία και ευζωία των εκτατικά εκτρεφόμενων ζώων (Μπακογιώργος και Παντέρα 2021).

Ωστόσο, λόγω των μεγάλων αποστάσεων που αναγκάζεται να διανύσει το ζώο κατά τη βόσκηση αυξάνονται οι ενεργειακές του απαιτήσεις. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της χορήγησης συμπυκνωμένων ζωοτροφών και κατά συνέπεια, αύξηση του κόστους παραγωγής, ειδικά στην περίπτωση των βελτιωμένων, μεγαλόσωμων φυλών προβάτων με αυξημένη γαλακτοπαραγωγή. Σύμφωνα με τους Ζαοη κ.α. (2022) το ενεργειακό ισοζύγιο μιας προβατίνας στη φάση της γαλακτοπαραγωγής που βόσκει σε ορεινά λιβάδια δεν είναι θετικό σε όλους τους μήνες της βόσκησης. Η εξέλιξη της τεχνολογίας παρέχει σημαντικά επιστημονικά εργαλεία (μεμονωμένες τεχνολογίες ή πολλαπλά εργαλεία) για την άμεση παρακολούθηση των παραγωγικών ζώων και την αξιόπιστη εκτίμηση των παραπάνω παραγόντων (Aquilani κ.α. 2022).

Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση της συμπεριφοράς βόσκησης, και ειδικότερα των ημερήσιων διαδρομών και των θέσεων βόσκησης των ζώων στο βοσκότοπο, εκτατικά εκτρεφόμενων προβάτων στην περιοχή της Ευρυτανίας με τη χρήση συσκευών γεωεντοπισμού (GPS).

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Περιφερειακή Ενότητα Ευρυτανίας (Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας), στο νότιο άκρο της Πίνδου. Στην περιοχή αυτή το υψόμετρο κυμαίνεται από 285 m (στην περιοχή της τεχνητής λίμνης Κρεμαστών) έως 2.315 m (στην κορυφή του όρους Τυμφρηστός). Η Ευρυτανία έχει έκταση 1.870 km² και πληθυσμό 17.461 κατοίκους (απογραφή ΕΛΣΤΑΤ 2021). Η Ευρυτανία έχει τα χαρακτηριστικά ενός ορεινού μεσογειακού κλίματος με κρύους και υγρούς χειμώνες και ήπια καλοκαίρια. Η περιοχή γεωλογικά ανήκει στη ζώνη Ωλενού-Πίνδου και στη λεκάνη απορροής του Αχελώου. Η Ευρυτανία έχει χιλιάδες χρόνια δεσμούς με την παραδοσιακή εκτατική κτηνοτροφία και διαθέτει σύμφωνα με επίσημα στοιχεία (Τμήμα Κτηνιατρικής ΠΕ Ευρυτανίας 2021) 56.534 αιγοπρόβατα που εκτρέφονται σε εκτατικές και ημεκτατικές συνθήκες.

Εκτιμήθηκαν δύο βασικές παράμετροι της συμπεριφοράς βόσκησης δύο κοπαδιών προβάτων, η χωρική κατανομή και οι διανυόμενες αποστάσεις, λαμβάνοντας υπ' όψιν την κλίση του εδάφους, τις υψομετρικές διαφορές, τη λιβαδική παραγωγή και τις καιρικές συνθήκες του βοσκοτόπου.

Ειδικότερα, για την μελέτη των παραπάνω παραμέτρων επιλέχθηκαν δύο ενδεικτικοί βοσκότοποι τα περιγραφικά στοιχεία των οποίων απεικονίζονται στον Πίνακα 1:

1. Παραλίμνιος βοσκότοπος στην περιοχή Φραγκίστα του Δήμου Αγράφων (ΦΡΑ). Πρόκειται για λιβάδι μερικώς δενδροσκεπές με κυριαρχία ειδών του γένους *Quercus* sp. ενώ σημαντικό μέρος της έκτασης καλύπτουν ελαιώνες, εντός των οποίων βόσκουν κοπάδια προβάτων. Ο βοσκότοπος έχει έκταση 727.004 m² και περίμετρο 4,71 km χωρίς όμως να είναι οριοθετημένος με απόλυτη σαφήνεια, κυρίως γιατί οι βοσκοί της περιοχής κατευθύνουν τα κοπάδια προς διάφορες ακαθόριστες κατευθύνσεις. Σε σχετικές δειγματοληψίες κατά τα έτη 2021 και 2022 διαπιστώθηκε η παρουσία πάνω από 70 φυτικών ειδών με κυριαρχία των αγρωστώδων σε σχέση με τα ψυχανθή. Μετρήθηκε η λιβαδική παραγωγή με τη μέθοδο της άμεσης μέτρησης βάρους με κοπή και ζύγιση (Βραχνάκης 2015). Χρησιμοποιήθηκαν πλαίσια 0,50 X 0,50 m και αποκόπηκε η βιομάζα σε ύψος 2 cm από το έδαφος. Πάρθηκαν 30 τυχαία δείγματα κατά τον Ιούνιο του 2022, τα οποία αποξηράθηκαν σε κλίβανο σε θερμοκρασία 60°C μέχρι την σταθεροποίηση του βάρους των δειγμάτων.

Το υπό εξέταση κοπάδι απαρτιζόταν από 60 πρόβατα μικρόσωμης εγχώριας μη αναγνωρισμένης φυλής που είναι γνωστή στην ευρύτερη παραλίμνια περιοχή αλλά και σε περιοχές της Αιτωλοακαρνανίας (κυρίως το Ξηρόμερο) με την γενική ονομασία «τσιπουρίσια» ή «τσιπια». Πρόκειται για ζώα χαμηλών αποδόσεων σε γάλα και κρέας, αλλά με πολύ καλή προσαρμογή στις τοπικές οικολογικές συνθήκες. Στην περιοχή της Ευρυτανίας υπάρχουν τουλάχιστον 4 κοπάδια τέτοιων προβάτων (στην υπό μελέτη περιοχή και στην περιοχή του Τριποτάμου).

2. Ορεινός βοσκότοπος στην περιοχή Μυρικής της Δημοτικής Ενότητας Καρπενησίου (ΜΥΡ). Ο λιβαδικός πυρήνας, δηλαδή το ορεινό ποολίβαδο που περιβάλλεται από δάσος Ελάτης (*Abies* sp.) έχει έκταση 302.395 m² και περίμετρο 3,93 km. Επιπλέον, το κοπάδι προβάτων διεισδύει στο δάσος σε μια έκταση περίπου 2.000.000 m². Σε σχετικές δειγματοληψίες στο ποολίβαδο κατά τα έτη 2021 και 2022 διαπιστώθηκε η παρουσία πάνω από 55 φυτικών ειδών με κυριαρχία των

αγρωστωδών, ενώ παρατηρήθηκε σημαντική παρουσία εισβαλλόντων φυτών, όπως η φτέρη (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), κυρίως στα όρια του ελατοδάσους.

Μετρήθηκε η λιβαδική παραγωγή με τη μέθοδο της άμεσης μέτρησης με κοπή και ζύγιση όπως παραπάνω κατά τον Ιούλιο του 2022. Πάρθηκαν 30 τυχαία δείγματα τα οποία αποξηράθηκαν σε κλίβανο σε θερμοκρασία 60 °C μέχρι την σταθεροποίηση του βάρους των δειγμάτων.

Το υπό εξέταση κοπάδι απαρτίζεται από 300 διασταυρωμένα ζώα των φυλών Χίου και Καραγκούνικης. Είναι ζώα σχετικά μεγάλωσα, με υψηλή γαλακτοπαραγωγή και πολυδυμία και μεγαλύτερες απαιτήσεις όσον αφορά τη διατροφή (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2023).

Για την μελέτη των παραμέτρων της συμπεριφοράς βόσκησης τοποθετήθηκαν κολάρα με ενσωματωμένη συσκευή γεωεντοπισμού (GPS) σε 6 θηλυκά ενήλικα ζώα από κάθε κοπάδι. Από τις έξι συσκευές GPS που τοποθετήθηκαν σε κάθε κοπάδι μόνο τέσσερις έδωσαν επαρκή δεδομένα για στατιστική επεξεργασία. Οι υπόλοιπες συσκευές σταμάτησαν να λειτουργούν λίγες ώρες μετά την τοποθέτησή τους. Επιλέχθηκαν περισσότερα του ενός ζώα γιατί παρά το γεγονός ότι τα πρόβατα συνήθως κινούνται ομαδικά μέσα στον βοσκότοπο, μπορεί να παρατηρηθούν αποκλίσεις

Πίνακας 1. Βασικά Στοιχεία λιβαδιών
Table 1. Characteristics of the studied rangelands

ΛΙΒΑΔΙ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ (km)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΜΕΓΙΣΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	Ξ.Β/ΣΤΡΕΜΜΑ 2022
ΦΡΑ	727	4,71	282	450	310 kg/στρ
ΜΥΡ	302,4	3,93	1.080	1.597	150,96 kg/στρ

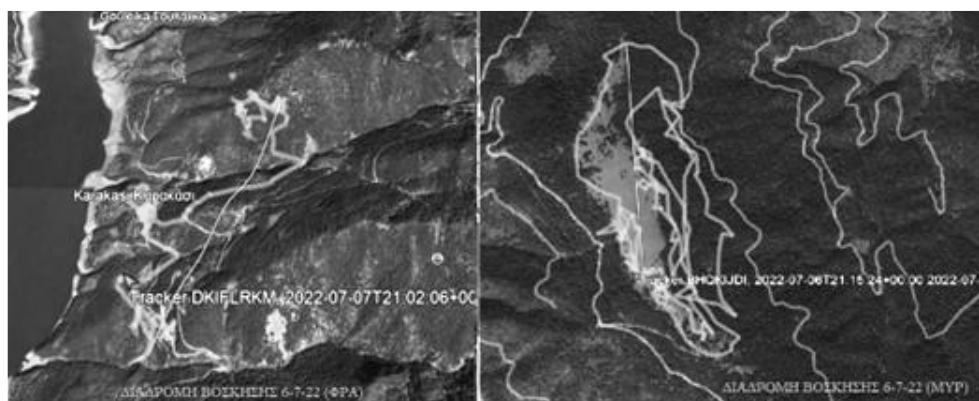
λόγω της ιδιοσυγκρασίας ή/και της κατάσταση της υγείας των ζώων. Οι καταγραφές πραγματοποιούνταν για 6 ημέρες (από 6 έως 11 Ιουλίου 2022). Ειδικότερα, οι συσκευές κατέγραψαν την ημερήσια κίνηση των ζώων, τη χιλιομετρική απόσταση που διένυσαν, τα δρομολόγια, και την υψομετρική διαφορά. Τα δεδομένα των καταγραφών εξαγόταν ανά 24ωρο.

Αποτελέσματα

Με την διαδικασία της άμεσης μέτρησης με κοπή και ζύγιση διαπιστώθηκε ξηρό βάρος λιβαδικής παραγωγής ίσο με 310 kg/στρέμμα στο λιβάδι της Φραγκίστας και 150,96 kg /στρέμμα στο λιβάδι της Μυρίκης (Ιούλιος 2022, Πίνακας 1).

Οι διαδρομές βόσκησης, οι ημερήσιες διανυθείσες αποστάσεις και οι θέσεις βόσκησης των δύο υπό μελέτη κοπαδιών παρουσιάζονται στην Εικόνα 1, στο Διάγραμμα 1 και τον Πίνακα 2, αντίστοιχα. Διαπιστώθηκε ότι τα ζώα του κοπαδιού της Μυρίκης διένυσαν αξιοσημείωτα μεγαλύτερες αποστάσεις για τις 3 από τις 4 πρώτες ημέρες της μελέτης. Συνολικά στις 4 αυτές μέρες κατά τις οποίες τα ζώα μάρτυρες φορούσαν τα κολάρα ταυτόχρονα, τα πρόβατα της Μυρίκης διάνυσαν κατά μέσο όρο πολύ μεγαλύτερη απόσταση από τα πρόβατα της Φραγκίστας (Σχήμα 1).

Συγκρίνοντας τις αποστάσεις που διανύουν οι προβατίνες του κάθε κοπαδιού ξεχωριστά ανά ημέρα

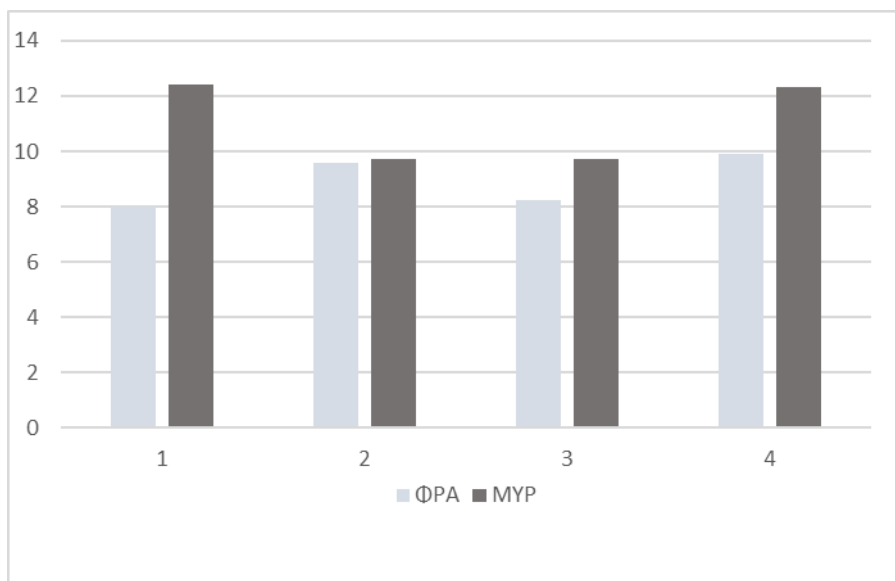


Εικόνα 1. Ενδεικτικές διαδρομές βόσκησης των δύο κοπαδιών προβάτων στη Φραγκίστα (αριστερά) και στην Μυρίκη (δεξιά) στις 6-7-2022.

Picture 1. Indicative grazing routes of the two flocks of sheep in Fragista (left) and in Miriki (right) on 6-7-2022.

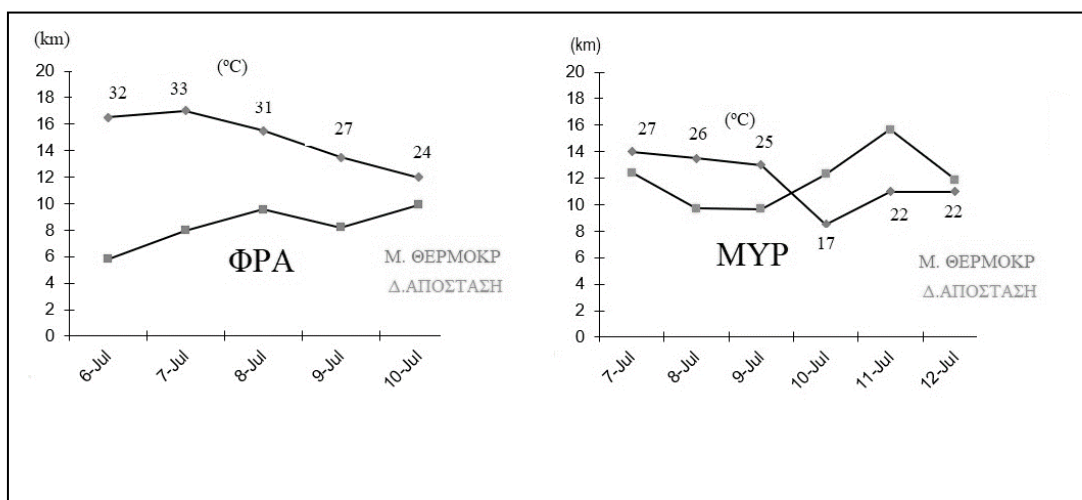
παρατηρήθηκε σημαντική διακύμανση, κυρίως στο κοπάδι της Μυρίκης. Ειδικότερα, μετά από ένα μέσο όρο (μ.ο) διανυθεισών αποστάσεων κατά τις 4 πρώτες ημέρες 11,04 χλμ, την 5^η μέρα ο μ.ο αυξήθηκε στα 15,68 χλμ για να επανέλθει στα επίπεδα των 4 πρώτων ημερών κατά την 6^η μέρα.

Διερευνώντας περαιτέρω την απότομη αυτή αύξηση κατά την 5^η μέρα συγκρίθηκαν οι διαδρομές των προβάτων της ομάδας της Μυρίκης κατά τις 4 πρώτες ημέρες με την διαδρομή της 5^{ης} ημέρας. Κατά τη σύγκριση διαπιστώθηκε ότι την 5^η ημέρα τα πρόβατα εισήλθαν στο ελατόδασος για το μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας. Έγινε προσπάθεια να συσχετιστεί η διακύμανση της απόστασης που διανύουν ημερησίως τα κοπάδια με την μέγιστη θερμοκρασία. Ωστόσο, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2 δεν στοιχειοθετείται γραμμική συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας και διανυόμενης απόστασης.



Σχήμα 1. Σύγκριση διανυθεισών αποστάσεων ανά ημέρα
Figure 1. Comparison of distances covered per day

Στην σύγκριση της υψομετρικής διαφοράς (μέγιστο-ελάχιστο υψόμετρο, Πίνακας 2) μεταξύ των σημείων βόσκησης των ζώων κατά τη διάρκεια της ημέρας διαπιστώθηκε ότι τα ζώα του κοπαδιού της Φραγκίστας πραγματοποίησαν τις διαδρομές βόσκησης σε πιο ομαλό έδαφος ενώ τα ζώα του κοπαδιού της Μυρίκης πραγματοποίησαν τις διαδρομές τους σε μεγαλύτερο



Σχήμα 2. Μέγιστες θερμοκρασίες και διανυθείσες αποστάσεις ανά ημέρα
Figure 2. Maximum temperatures and distances traveled per day

εύρος υψομέτρου.

Όσον αφορά τις θέσεις βόσκησης διαπιστώνονται τα εξής:

Παρά τις μεγάλες αποστάσεις που διανύονται κατά τη βόσκηση, η μέγιστη απόσταση απομάκρυνσης από τη βάση κυμαίνεται από 1,34 km έως 1,74 km στον βοσκοτόπο της Μυρίκης και από 0,4 έως 1,4 km στη Φραγκίστα (Πίνακας 2). Αυτό το στοιχείο συμφωνεί με τις επιστημονικές των Hollecek κ.α. (2001) που εκτιμούν ότι περιοχές με την μεγαλύτερη ένταση βόσκησης είναι όσες απέχουν λιγότερο από 1,6 km από σημείο ποτίσματος. Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα περιοχές βόσκησης που απέχουν περισσότερο από 3,2 km από ποτίστρα ή άλλη πηγή νερού είναι

Πίνακας 2. Ημερήσιες διαδρομές και θέσεις βόσκησης των δύο κοπαδιών προβάτων
Table 2. Daily routes and grazing places of the two flocks of sheep

	Απόσταση βόσκησης	Ακτίνα βόσκησης	Υψομετρική διαφορά/ημέρα	Βόσκηση στο δενδροσκεπές
ΦΡΑ	8,3 km/ημέρα	0,4 – 1,4 km	29-95 m	Αδυναμία εκτίμησης
ΜΥΡ	11,95 km/ημέρα	1,34 -1,74 km	61-176m	Κυρίως τις θερμές ώρες

πρακτικά μη βοσκήσιμες.

Από τη χάραξη των διαδρομών διαπιστώνεται παραμονή στο δασοσκεπές μέρος των βοσκοτόπων, ιδιαίτερα κατά τις θερμές ώρες της ημέρας. Ωστόσο, η παραμονή στο ελατόδασος σχετίζεται κυρίως με την διαδρομή που έχει επιλέξει ο βοσκός.

Η διάρκεια της βόσκησης στο δενδροσκεπές κομμάτι δεν μπορεί να εκτιμηθεί με την ίδια σαφήνεια όσον αφορά το κοπάδι προβάτων της Φραγκίστας, κυρίως γιατί η δενδρώδης βλάστηση (και κατά συνέπεια η σκιά και η προστασία από την θερμική καταπόνηση που προκαλεί η απευθείας έκθεση στον ήλιο) είναι διάσπαρτη στο τοπίο και όχι οριοθετημένη όπως το ελατόδασος στην Μυρίκη.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας καταδεικνύουν ότι τα κοπάδια προβάτων εκτατικών εκτροφών στην περιοχή της Ευρυτανίας διανύουν καθημερινά μεγάλες αποστάσεις προς αναζήτηση τροφής. Ακόμα και στο μικρό διάστημα κατά το οποίο έλαβε χώρα το παρόν πείραμα υπήρξαν ημέρες όπου το κοπάδι της Μυρίκης έφτασε ή και ξεπέρασε τα όρια που θέτει η υπάρχουσα βιβλιογραφία (Ζυγογιάννης 1999, Ρούκος κ.α. 2018). Η μεγαλύτερη απόσταση που διανύουν καθημερινά τα ζώα του κοπαδιού της Μυρίκης σε σχέση με τα ζώα της Φραγκίστας θα μπορούσε να οφείλεται στους παρακάτω παράγοντες:

Την μικρότερη λιβαδική παραγωγή που καταγράφεται στη Μυρίκη. Αυτό οδηγεί στη γρήγορη εξάντληση της βοσκήσιμης ύλης στην περιοχή πέριξ του στεγαστρου με αποτέλεσμα το κοπάδι να αναγκάζεται σε μεγαλύτερες διαδρομές.

Το γενετικό υλικό και τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά του ζωϊκού κεφαλαίου των δύο εκτροφών. Τα πρόβατα της Μυρίκης, όντας πιο μεγαλόσωμα, και με μεγαλύτερη γαλακτοπαραγωγή έχουν και υψηλότερες θρεπτικές ανάγκες σε σχέση με τα πρόβατα της Φραγκίστας (Βασιλόπουλος 1992, Mollé κ.α. 2004). Ειδικότερα, τα πρόβατα του κοπαδιού της Μυρίκης με Σ.Β 45-55 kg έχουν πολύ μεγαλύτερες θρεπτικές ανάγκες από τα μικρόσωμα «ντόπια» ζώα της Φραγκίστας με ΣΒ 25-30 kg. Αυτό το γεγονός αναγκάζει τα ζώα να διανύουν μεγαλύτερες διαδρομές.

Την καθοδήγηση των ζώων από τον βοσκό και την τεχνική βόσκησης που εφαρμόζεται. Από την απεικόνιση των διαδρομών των ζώων των δύο κοπαδιών είναι προφανές ότι ακολουθούνται διαφορετικά συστήματα βόσκησης. Το κοπάδι της Μυρίκης ακολουθεί καθημερινά περίπου την ίδια διαδρομή, επιστρέφοντας στο στεγαστρο το μεσημέρι για να πραγματοποιηθεί η άμεγλη και συνήθως η ανάπαυση των ζώων. Η διαδρομή είναι καθημερινά περίπου η ίδια και το σύστημα φαίνεται να είναι αυτό της συνεχούς βόσκησης. Η μεγαλύτερη παραμονή των ζώων στο δάσος κατά την 5^η ημέρα, κατά τον παραγωγό, αποτελεί τυπική χωρική επιλογή κατά τις ημέρες που έπονται βροχοπτώσεων γιατί τα πρόβατα επιδίδονται στην βόσκηση μανιταριών που ευδοκιμούν σε αυτές τις συνθήκες εντός του ελατοδάσους.

Αντίθετα, στον βοσκοτόπο της Φραγκίστας που προσιδιάζει περισσότερο σε δασολιβαδικό σύστημα, η βόσκηση γίνεται τμηματικά και όχι με περιφορά σε όλη την έκταση του βοσκοτόπου και με μεγαλύτερη καθοδήγηση από τον . Επιπλέον, τα ζώα δεν επιστρέφουν πάντα το βράδυ στον στάβλο αλλά διανυκτερεύουν σε διαφορετικά σημεία κάθε νύχτα.

Η μεγαλύτερη καταπόνηση των ζώων στην περιοχή της Μυρίκης ως αποτέλεσμα των μεγαλύτερων διαδρομών αντισταθμίζεται εν μέρει από την μικρότερη θερμοκρασία αέρα λόγω του υψομέτρου αφού για μια αύξηση υψομέτρου 1.000 m υπάρχει μείωση 6-7°C (Montgomery 2006), αλλά και από την βόσκηση στο ελατόδασος όπου η θερμοκρασία είναι σημαντικά μικρότερη.

Το τελικό οικονομικό όφελος για τον παραγωγό παραμένει φυσικά ζητούμενο και απαιτεί παραπέρα μελέτη του ενεργειακού ισοζυγίου των ζώων σε συνάρτηση με τις αποδόσεις αυτών και τις τιμές διάθεσης των προϊόντων.

Abstract

The objective of the study was to investigate the grazing behavior of two flocks of extensively reared sheep in two pastures of Evrytania, a semi-mountain (altitude 282-450 m) with a pasture production of 310 kg/str. and a mountainous one (altitude 1080-1597 m) with production of 150.96 kg/str. Collars with an integrated GPS device were placed on four female sheep from each flock and distances traveled and elevation differences were measured, while grazing positions were imaged. Animals of both flocks were found to travel long distances daily to find food, with the animals of the mountain pasture herd reaching up to 16 km per day. It was found to stay in the tree-covered parts of the pastures mainly during the hot hours. This research is part of a comprehensive study aimed at evaluating the ecosystem services provided by the meadows of Evrytania.

Βιβλιογραφία

- Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., Pugliese, C. 2022. Review: Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems, *Animal*, Volume 16, Issue 1, 100429.
- Βασιλόπουλος, Β. 1992. Διατροφή Θηλαστικών και Πτηνών. Εκδοτικός Οίκος Αδερφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Βραχνάκης, Μ. 2015. Λιβαδοπονία. Ψηφιακό σύγγραμμα. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. www.kallipos.gr
- Γούλας, Π. 2010. Το αρνάκι και κατσικάκι Ελασσόνας απέκτησαν ονοματεπώνυμο με σφραγίδα Βρυξελλών. https://www.geotee.gr/lnkFiles/20101208_POP-ArnakiElasonas.pdf
- Ελληνική Στατιστική Αρχή. 2022. Απογραφή πληθυσμού κατοικιών 2021. <https://www.statistics.gr/2021-census-pop-hous>
- Ζυγογιάννης, Δ.Γ., 1999. Προβατοτροφία. Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Fisher, A.V., Enser, M., Richardson, R.I., Wood, J.D., Nute, G.R., Kurt, E., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. 2000. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed production systems. *Meat Science* vol 55 (2000) p:141- 147.
- Holechek, J.L., De Souza, G.H., Molinar, F., Dee, G. 1998. Grazing Intensity: Critique and Approach, *Rangelands* 20(5), Oct 1998, p:15-18.
- Loridas, A., Mountousis, I., Roukos, Ch., Yiakoulaki, M., Papanikolaou, K. 2011. Grazing behavior of the greek breed of sheep “Serres” in lowland and mountainous pastures. *Archiv Tierzucht* 54 (2011) 2, p:165-176.
- Molle, G., Decandia, M., Ligios, S., Fois, N., Treacher, T., Sitzia, M. 2004. Grazing Management and Stocking Rate with Particular Reference to the Mediterranean Environment in book *Dairy Sheep Nutrition*, p:191-212, Department of Animal Science, University of Sassari, Italy.
- Montgomery, K. 2006. Variation in Temperature with Altitude and Latitude, *Journal of Geography*, 105:3, p: 133-135.
- Μπακογιώργος, Γ., Παντέρα, Α. 2021. Δυνατότητες συγκρότησης μικτών κοπαδιών βοοειδών με αιγοπρόβατα: υπάρχουσα γνώση και προσδοκώμενα οφέλη. Πρακτικά 16^{ου} Δασολογικού Συνεδρίου (2021). Τόμος β΄, σελ: 473-481.
- Nielsen. 2019. Nielsen: Οι Έλληνες στρέφονται στα βιολογικά προϊόντα. 2019. <https://www.capital.gr/oikonomia/3381214/nielsen-oi-ellines-strefontai-sta-biologika-proionta>
- Παπαχρήστου, Θ.Γ. 2018. Διαχειριστικά σχέδια βόσκησης: Η συμπεριφορά βόσκησης αγροτικών ζώων αναπόσπαστο συστατικό τους. *Περιοδικό Δήμητρα*, τ.21, σελ:4-8.

Ramírez-Retamal, J., Rodrigo, M. 2014. Influence of breed and feeding on the main quality characteristics of sheep carcass and meat : A review. Chilean Journal of Agricultural Research vol 74(2) 225-233.

Ρούκος, Χ., Κουτσούκης, Χ., Ακρίδα – Δεμερτζή, Κ., Χατζηθεοδωρίδης, Φ., Κανδρέλης, Σ. 2018. Η ελληνική λιβαδοποιία μπροστά σε νέες προκλήσεις - Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Λάρισα, 9-12 Οκτωβρίου 2018 (Επιμέλεια έκδοσης: Ζωή Μ. Παρίση, Πέτρος Κακουρος), σελ: 311-317.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Φυλή Χίου. 2023. https://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Aigoprobatata/Files_Aigoprobaton/fili_xiou.pdf

Τμήμα Κτηνιατρικής ΔΑΟΚ Περιφερειακής Ενότητας Ευρυτανίας. 2021. Παροχή στοιχείων για την κτηνοτροφία στον Νομό Ευρυτανίας.

Zanon T., Gruber M., Gaulty M. 2022. Walking distance and maintenance energy requirements of sheep during mountain pasturing (transhumance). Animal Behaviour Science 255 (2022) 105744.

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

**ΒΟΣΚΗΣΗ ΒΟΟΕΙΔΩΝ ΣΕ ΘΑΜΝΟΛΙΒΑΔΑ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΣΤΟΝ
ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

**Οικονόμου, Δημήτριος²; Γιακουλάκη, Μαρία²; Καζόγλου¹, Ιωάννης; Βραχνάκης, Μιχαήλ¹;
Ξανθόπουλος, Γαβριήλ³**

¹Εργαστήριο Λιβαδοπονίας και Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας, Τ.Κ. 43131, Καρδίτσα

²Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων, Α.Π.Θ., Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη

³Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, ΕΛ.Γ.Ο. ΔΗΜΗΤΡΑ, Τ.Κ 11528, Αθήνα

Λέξεις κλειδιά: θάμνοι, στοχευμένη βόσκηση, αυτόχθονες φυλές, διαιτητικές προτιμήσεις, βραχυκερατική φυλή

Περίληψη

Η βόσκηση σε θαμνολίβαδα αποτελεί βασικό παράγοντα για τη διατήρηση της καύσιμης ύλης σε χαμηλά επίπεδα. Τα αιγοπρόβατα είναι τα κτηνοτροφικά ζώα που έχουν συνδεθεί πιο έντονα με την κατανάλωση θαμνολιβαδικής βλάστησης. Αντίθετα, τα βοοειδή έχουν συνδεθεί κυρίως με ποολιβαδικά οικοσυστήματα, παρότι η παρουσία τους σε θαμνολίβαδα είναι επίσης συχνή. Η εργασία μελετά την παρουσία και τη δυνατότητα κατανάλωσης θαμνολιβαδικής βλάστησης από βοοειδή. Εξετάζεται η συνεισφορά των βοοειδών στην αντιπυρική πρόληψη με βάση τη βιβλιογραφία, με έμφαση στις αυτόχθονες φυλές. Επιπρόσθετα, εξετάζονται οι εκτιμήσεις των κτηνοτρόφων βραχυκερατικής φυλής ως προς τις διαιτητικές προτιμήσεις των ζώων και τις δυνατότητες περιορισμού τους.

Εισαγωγή

Τα βοοειδή και τα αιγοπρόβατα είναι τα μηρυκαστικά που έχουν συνδεθεί περισσότερο με τη βόσκηση στα λιβαδικά οικοσυστήματα. Τα ανατομικά χαρακτηριστικά του στόματος των βοοειδών τα καθιστούν περισσότερο κατάλληλα για την κατανάλωση αγρωστωδών, σε αντίθεση με τις αίγες, που ανατομικά είναι περισσότερο προσαρμοσμένες στην κατανάλωση ξυλωδών φυτών με υψηλή περιεκτικότητα σε δευτερογενείς μεταβολίτες (Bailey κ.α. 2019). Έτσι, οι αίγες, και δευτερευόντως τα πρόβατα, έχουν συνδεθεί περισσότερο με την παρουσία τους σε θαμνολίβαδα στις μεσογειακές περιοχές, καθώς και με τη διαχείριση της βλάστησης σε αυτά (Οικονομου κ.α. 2023).

Ωστόσο, η παρουσία βοοειδών σε θαμνολίβαδα έχει πλούσιο ιστορικό προηγούμενο και παρουσιάζει επίσης ενδιαφέρον. Ένα σημαντικό σημείο είναι ότι η ζήτηση για την κατανάλωση βόειου κρέατος έχει αυξηθεί κατά τις τελευταίες δεκαετίες έναντι του αιγοπρόβειου κρέατος (Gikas κ.α. 2012), γεγονός που, θεωρητικά τουλάχιστον, δίνει ώθηση στη βοοτροφία. Επίσης, όσον αφορά τις πρακτικές δυσκολίες, τα βοοειδή παρουσιάζουν λιγότερη έκθεση στις επιθέσεις από λύκους σε σχέση με τα αιγοπρόβατα (Μπακογιώργος και Παντέρα 2021). Λόγω της κλιματικής αλλαγής, αναμένονται ωστόσο αναπροσαρμογές στην εκτατική κτηνοτροφία με έμφαση μεταξύ άλλων σε φυλές ζώων, που είναι προσαρμοσμένες στις περιβαλλοντικές πιέσεις (Rust, 2019). Ταυτόχρονα, είναι σημαντική η δυνατότητα συμβολής των ζώων αυτών στο μετριασμό φαινομένων που παρουσιάζουν αύξηση λόγω της κλιματικής αλλαγής, όπως είναι οι πυρκαγιές. Παρουσιάζει ενδιαφέρον η παρουσία φυλών βοοειδών, που έχουν καλή προσαρμογή στις κλιματικές συνθήκες και στο ανάγλυφο της εκάστοτε περιοχής, με τα αυτόχθονα βοοειδή να αποτελούν τη χαρακτηριστικότερη περίπτωση.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων των βοοειδών στη διαχείριση της καύσιμης ύλης σε θαμνολιβαδικά οικοσυστήματα, μέσω της βόσκησης. Η εργασία επικεντρώνεται (α) στην εξέταση της σχετικής βιβλιογραφίας και (β) στην ανάλυση των αποτελεσμάτων από κοινωνική έρευνα για τις απόψεις εκτροφέων αυτόχθονων βοοειδών, συγκεκριμένα της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής.

Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Αποτελεσματικότητα στη μείωση βιομάζας/καύσιμης ύλης

Ο στόχος μείωσης της καύσιμης ύλης εξυπηρετείται συνήθως από τη συνδυασμένη επίδραση της βόσκησης με άλλες προηγηθείσες παρεμβάσεις, όπως η αποψίλωση της βλάστησης στο επίπεδο της επιφάνειας του εδάφους. Ο συνδυασμός αυτών των παρεμβάσεων δύναται να μειώσει την κάλυψη και παραγωγικότητα της θαμνώδους βλάστησης (Οικονομου κ.α. 2023). Σε θαμνώδεις σχηματισμούς, οι οποίοι υπέστησαν αποψίλωση, η βόσκηση βοοειδών υπό μέτρια και κυρίως υπό υψηλή ένταση κρίθηκε κατάλληλη για να καταστείλει τα επίπεδα κάλυψης της ξυλώδους βλάστησης σε μακία και ψευδομακία βλάστηση στο Ισραήλ (Hadar κ.α. 1999, Gutman κ.α. 2000). Στην έρευνα των Gutman κ.α. (2000), ερευνήθηκαν διαφορετικές εντάσεις βόσκησης και διαπιστώθηκε ότι η υψηλή ένταση ήταν αποτελεσματικότερη σε σχέση με τη μέτρια. Αναφέρεται ότι η βόσκηση έγινε από βοοειδή με καλή προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες. Η έρευνα των Schoenbaum κ.α. (2008), αφορά σε ανοιχτές και πυκνές εκτάσεις θαμνολίβαδων στην ίδια χώρα, όπου δεν έγιναν άλλοι χειρισμοί πριν τη βόσκηση. Διαπιστώθηκε ιδιαίτερα σημαντική επίδραση της βόσκησης υψηλής έντασης στη μείωση της θαμνώδους κάλυψης και του μήκους της περιφέρειας των θάμνων, και για τις δύο μορφές θαμνολιβαδικής βλάστησης. Επίσης, οι Nader κ.α. (2007) αναφέρουν και άλλες περιπτώσεις επιτυχούς μείωσης της θαμνώδους βλάστησης μέσω της βόσκησης βοοειδών, επισημαίνοντας το γεγονός ότι, παρότι η μείωση της θαμνώδους βιομάζας μέσω της κατανάλωσής της από αίγες είναι μεγαλύτερη, τα βοοειδή προκαλούν μεγαλύτερη σύνθλιψη στους θάμνους μέσω του ποδοπατήματός τους. Ακόμη, στα Κεντρικά Πυρηναία της Ισπανίας, ένα μικτό κοπάδι αυτόχθονων και εισαγόμενων βοοειδών μείωσε μέσω της βόσκησης την ποώδη και θαμνώδη βιομάζα σε υπόροφο πευκοδάσους *Pinus nigra* (Casasus κ.α. 2007). Αντίθετα, η βόσκηση βοοειδών στις Βικτωριανές Άλπεις της Αυστραλίας φαίνεται να ευνόησε την εξάπλωση της θαμνώδους βλάστησης, ενισχύοντας τον κίνδυνο πυρκαγιάς. Στους σχηματισμούς αλπικής και υποαλπικής βλάστησης όπου διεξήχθη η έρευνα, τα βοοειδή έδειξαν προτίμηση στα αγρωστώδη, η οποία ευνόησε την ανάπτυξη των θάμνων (Williamson κ.α. 2013).

Δυνατότητες περιορισμού ζώων

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα στη διαχείριση ενός λιβαδιού, ειδικά όταν στόχο της αποτελεί η μείωση της καύσιμης ύλης, είναι η ρύθμιση της έντασης βόσκησης σε υψηλά επίπεδα. Για το σκοπό αυτό, η περίφραξη αποτελεί ένα σύνηθες εργαλείο, το οποίο χρησιμοποιείται άλλωστε ευρέως από τους κτηνοτρόφους (Παπαναστάσης κ.α. 2021), αν και σε πολλές περιπτώσεις, στη χώρα μας, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί λόγω του κοινόχρηστου χαρακτήρα των περισσότερων βοσκοτόπων. Όμως, επειδή το κόστος περίφραξης μπορεί να είναι υψηλό, η αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων σε προγράμματα στοχευμένης βόσκησης επιδιώκεται, συχνά με την ενθάρρυνση της ποιμενικής επιτήρησης (Ruiz-Mirazo κ.α. 2011). Ωστόσο, το κόστος επιτήρησης ενδέχεται επίσης να είναι υψηλό, όταν για παράδειγμα επιβάλλεται η χρήση ποιμενικών σκυλιών (τσοπανόσκυλων) εκπαιδευμένων στην καθοδήγηση των βοσκόντων ζώων και όχι απλά στη συνοδεία αυτών για λόγους προφύλαξης από θηρευτές, όπως τον λύκο και την αρκούδα. Εναλλακτικές λύσεις αναζητούνται συχνά με τη χρήση επιτήρησης χαμηλής έντασης (low stress herding). Η κατάλληλη χωρική ρύθμιση των ποτιστρών και των θέσεων χορήγησης άλατος και συμπληρωμάτων διατροφής (π.χ. πρωτεϊνούχων σκευασμάτων) αποτελεί συχνή πρακτική διαχείρισης της έντασης βόσκησης στα λιβάδια (Παπαναστάσης κ.α. 2021). Οι Stephenson κ.α. (2016), παρότι ανέφεραν αύξηση της κατανάλωσης πολυετών ποωδών φυτών με τη χορήγηση πρωτεϊνούχων σκευασμάτων σε ποολίβαδα του Νέου Μεξικού, επεσήμαναν ότι αν ο κύριος στόχος είναι η μείωση της καύσιμης ύλης, η περίφραξη των εκτάσεων ενδέχεται να είναι απαραίτητη. Η δημιουργία χώρων καλλωπισμού και καθαρισμού των ζώων είναι επίσης ένα διαχειριστικό μέσο που έχει ερευνητικό ενδιαφέρον, καθώς έχει καταγραφεί ότι αποτελεί ισχυρό κίνητρο για τα βοοειδή ώστε να προσεγγίσουν και να παραμείνουν στους χώρους αυτούς (McConnachie κ.α. 2018). Κατά τα τελευταία χρόνια, έχει επίσης αναπτυχθεί η τεχνολογία της εικονικής περίφραξης (virtual fencing). Η τεχνολογία αυτή συνίσταται στη χρήση κολλάρων, που έχουν δυνατότητα γεωγραφικού εντοπισμού των ζώων και ρύθμιση της έκτασης των βοσκοτόπων με τη χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) (Anderson κ.α. 2014). Η συγκεκριμένη τεχνολογία έδειξε θετικά αποτελέσματα όταν εφαρμόστηκε σε βοοειδή, που είχαν στόχο τη

συντήρηση αντιπυρικών ζωνών με βόσκηση σε θαμνολιβαδική έκταση στο Όρεγκον των ΗΠΑ, όπου στόχος ήταν όμως η μείωση της ποώδους βλάστησης (Boyd κ.α. 2023). Ωστόσο το ζήτημα του αυξημένου κόστους της εφαρμογής ηλεκτρονικής περιφραξής εξακολουθεί να υφίσταται (Anderson κ.α. 2014).

Αυτόχθονες φυλές βοοειδών

Στην Ελλάδα υπάρχουν συνολικά 12 αυτόχθονες φυλές βοοειδών με αξιοσημείωτους γεωγραφικά προσδιορισμένους πληθυσμούς, πολλοί εκ των οποίων θεωρούνται σε «κρίσιμη» κατάσταση, καθώς συχνά απαρτίζονται από λιγότερα των 100 ατόμων. Μία από τις πολυπληθέστερες φυλές, που θεωρείται ότι σχετίζεται και με την προέλευση πολλών άλλων σχετικών υπο-πληθυσμών, είναι η Ελληνική Βραχυκερατική. Η φυλή αυτή απαντάται, κυρίως, σε δυσπρόσιτες, με έντονο ανάγλυφο και υποβαθμισμένα λιβάδια ορεινές περιοχές της χώρας, όπου οι βελτιωμένες φυλές προσαρμόζονται δύσκολα (ΑΜΑΛΘΕΙΑ 2021). Η συμπεριφορά των βραχυκερατικών βοοειδών κατά τη βόσκηση έχει μελετηθεί μερικώς σε εκτάσεις καλυπτόμενες από ποολιβαδική κυρίως βλάστηση, στην περιοχή των Πρεσπών. Στις συνθήκες αυτές, η θαμνώδης βλάστηση είχε χαμηλή συμμετοχή στις διατροφικές προτιμήσεις των ζώων, αφού αποτελούσε μόλις το 1% της καταναλωθείσας βλάστησης (Τραϊανοπούλου κ.α. 2015). Ωστόσο, η πλειονότητα των εκτροφών της βραχυκερατικής φυλής βρίσκεται σε περιοχές με λιγότερο παραγωγικούς βοσκοτόπους, συχνά κυριαρχούμενους από θαμνολιβαδική βλάστηση. Δεκάδες συνολικά εκτροφές της φυλής απαντώνται στην περιοχή του Περδικακίου Αιτωλοακαρνανίας και στα Ευρυτανικά και Θεσσαλικά Άγραφα. Μνεία πρέπει να γίνει και για την Ελληνική Κόκκινη φυλή βοοειδών, η οποία προέκυψε μετά από συνεχή διασταύρωση εγχώριων φυλών ή διασταυρωμένων αγελάδων με καθαρόαιμους ταύρους της γαλλικής φυλής Limousin (Γουρδουβέλης κ.α. 2021). Για την εκτροφή των ζώων της φυλής αυτής σε βοσκοτόπους με ξυλώδη βλάστηση, αναφέρεται ότι οι εκτροφείς έχουν υιοθετήσει την καθημερινή μετακίνηση των ζώων τους στις εκτάσεις αυτές, έτσι ώστε να συνδυάσουν διαφορετικούς πόρους που αναπτύσσονται σε διαφορετικά οικολογικά περιβάλλοντα και να περιορίσουν το εκ διατροφής κόστος παραγωγής. Ενδιαφέρουσα επίσης, ως προς τη συμπεριφορά του προς τη θαμνώδη βλάστηση, είναι η περίπτωση του Ελληνικού Βούβαλου (*Bubalus bubalis*), οι εκτροφές του οποίου, συνήθως, απαντώνται σε υγροτοπικά οικοσυστήματα, όπου η μείωση της θαμνώδους καύσιμης ύλης δεν αποτελεί προτεραιότητα, αλλά μπορεί να έχει άλλο διαχειριστικό ενδιαφέρον. Οι βούβαλοι επηρεάζουν σημαντικά τη βλάστηση με το ποδοπάτημα και το ζύσιμο πάνω σε θάμνους και δέντρα. Στην παραλίμνια ζώνη της Μικρής Πρέσπας, σε περιφραγμένη έκταση όπου η βόσκηση βούβαλων είχε ως βασικό στόχο τον έλεγχο της εξάπλωσης του καλαμιού *Phragmites australis* σε βάρος των ποωδών υγρολιβαδικών φυτοδιαπλάσεων, οι βούβαλοι διάνοιξαν υψηλό θαμνώνα πυξού (*Buxus sempervirens*, πυξάρι), δημιουργώντας έτσι μια θέση σκιάς. Τη θέση αυτή χρησιμοποιούσαν τακτικά σε συνδυασμό με τους λασπόλακκους που δημιουργούσαν σε διάφορες άλλες ηλιόλουστες θέσεις για να δροσιζονται και να αποφεύγουν τα ενοχλητικά μυζητικά έντομα (Καζόγλου 2007).

Διαχειριστικά ζητήματα

Διαφορές ως προς τη συμπεριφορά των βοοειδών κατά τη βόσκηση αναφέρονται όχι μόνο μεταξύ των διαφόρων φυλών, αλλά και μεταξύ των ατόμων της ίδιας φυλής, όπως π.χ. την προτίμησή τους να βόσκουν σε επικλινή εδάφη. Έτσι, προβάλλει σημαντική η επιλογή των κατάλληλων ζώων, με βάση τις ανάγκες της στοχευμένης βόσκησης (Bailey κ.α. 2006). Επίσης, η από κοινού βόσκηση βοοειδών με αίγες έχει δοκιμαστεί ως μέσο αντιπυρικής πρόληψης (Gambiza κ.α. 2008) και μπορεί να διερευνηθεί περαιτέρω στην Ελλάδα, επικεντρώνοντας στην κατάλληλη διαμόρφωση των κοπαδιών και στην κατάρτιση των κτηνοτρόφων (Μπακογιώργος και Παντέρα 2021). Καθώς σημαντικό θέμα αποτελεί η σκίαση των ζώων, αν η διαχείριση ενός θαμνολιβαδου περιλαμβάνει τη μείωση της θαμνώδους βλάστησης με μηχανικά ή άλλα μέσα (Οικονομού κ.α. 2023), ορισμένοι θάμνοι μπορούν, με κλάδεμα διαμόρφωσης, να αναχθούν σε δέντρα, με σκοπό τη δημιουργία δασολίβαδου. Η σκίαση από δέντρα μπορεί να είναι ωφέλιμη για τα βοοειδή, να αυξήσει την ποώδη παραγωγή με τη δημιουργία δασολίβαδου (Πανταζόπουλος κ.α. 2008) και να ρυθμίσει επίσης την ταχύτητα του ανέμου στον υπόροφο σε χαμηλότερα επίπεδα (Andrews 2012). Ωστόσο, ενδέχεται να επιφέρει δυσμενέστερες συνθήκες πυρκαγιάς με ανάφλεξη της κόμης σε ακραίες καιρικές συνθήκες.

Ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα για τη στοχευμένη βόσκηση είναι η ευζωία των ζώων. Η έρευνα γύρω από το διαχειριστικό καθεστώς της βόσκησης αναμένεται να επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στο συγκεκριμένο ζήτημα κατά τα επόμενα χρόνια (Bailey κ.α. 2019). Ένα σημαντικό ζήτημα που αφορά τα βοοειδή είναι η, γενικώς, μεγαλύτερη ευαισθησία που έχουν σε σχέση με τα μικρά μηρυκαστικά ως προς το θερμικό στρες, με την παροχή σκίασης να κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την ομαλή διεξαγωγή της βόσκησης (Silanikove 2000). Παρολαυτά, σε έρευνα μεταξύ αυτόχθονης (Baladi) και εισαγόμενης (Simmental) φυλής στο Ισραήλ, τα αυτόχθονα βοοειδή έδειξαν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα τόσο στο θερμικό στρες όσο και στην προσβολή από παράσιτα στο αίμα (Shabtay, 2015).

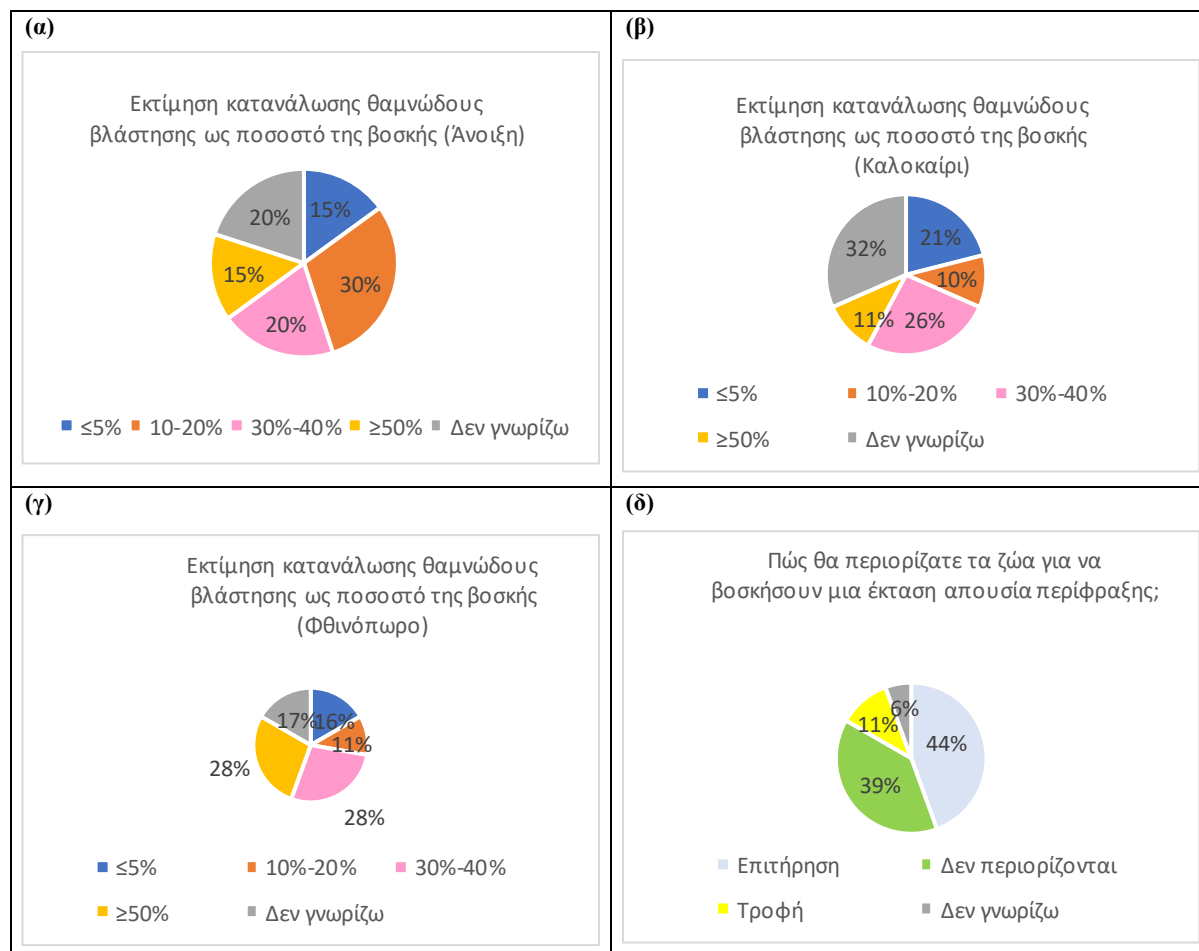
Βόσκηση σε θαμνολίβαδα από βραχυκερατικά βοοειδή - Πιλοτική κοινωνική έρευνα

Υλικά και μέθοδοι

Με βάση τα παραπάνω σημεία κρίνεται αναγκαίο να γίνει κατανοητή η συμπεριφορά των αυτόχθονων φυλών της Ελλάδας, όπως των βραχυκερατικών βοοειδών, σε συνθήκες εκτατικής βόσκησης σε θαμνολίβαδα. Καθώς δεν υπάρχει προγενέστερη δημοσιευμένη έρευνα παρατήρησης των βοοειδών σε πραγματικό χρόνο ή μέτρησης της βιομάζας με και χωρίς τη βόσκησή τους, βαρύνουσα σημασία έχει η εμπειρία των κτηνοτρόφων. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα στις αρχές Ιουλίου του 2023 με τη συμμετοχή εκτροφέων της Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής. Συγκεκριμένα, απευθύνθηκαν βασικές ερωτήσεις με τη μορφή ημιδομημένων συνεντεύξεων σε κτηνοτρόφους σχετικά με τη συμπεριφορά των βοοειδών κατά τη βόσκηση. Οι συνεντεύξεις αυτές είχαν στόχο την κατανόηση της δυνατότητας: α) κατανάλωσης θαμνώδους βλάστησης από τα ζώα στις διάφορες εποχές του έτους, και β) συγκέντρωσης ή ελέγχου των ζώων προκειμένου να βοσκήσουν σε μία συγκεκριμένη έκταση, όταν δεν είναι διαθέσιμη η επιλογή της περιφράξης. Για το συγκεκριμένο σκοπό, κρίθηκε αναγκαίο να ερωτηθούν κτηνοτρόφοι που βόσκουν τα ζώα τους αποκλειστικά σε περιοχές με έντονη παρουσία θαμνολιβαδικής βλάστησης, όπως στις περιοχές του Περδικακίου, των Αγράφων, της Αμφιλοχίας και του Ξηρόμερου Αιτωλοακαρνανίας. Συνολικά, συγκεντρώθηκαν απαντήσεις από 19 κτηνοτρόφους.

Αποτελέσματα

Στην ερώτηση αν πιστεύουν ότι τα βοοειδή καταναλώνουν θαμνώδη βλάστηση, το 89% των εκτροφέων απάντησαν αυθόρμητα «Ναι». Με βάση τις επιστημονικές τους, τα ζώα είναι πιθανόν να καταναλώνουν σε μεγαλύτερες ποσότητες τους θαμνώδεις βλαστούς την άνοιξη σε σχέση με τις άλλες εποχές, ιδιαίτερα όσον αφορά το πουνάρι (*Quercus coccifera*), ενώ άρκευθο (*Juniperus oxycedrus*) καταναλώνουν μόνο κατά τη συγκεκριμένη εποχή. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι η θαμνώδης βλάστηση καταλαμβάνει μεγαλύτερο μερίδιο στις διατροφικές προτιμήσεις τους τη συγκεκριμένη περίοδο. Περίπου οι μισοί (45%) ερωτηθέντες κτηνοτρόφοι θεωρούν ότι η κατανάλωση θαμνώδους βλάστησης κατά τους ανοιξιάτικους μήνες δεν υπερβαίνει το 20% της συνολικής διατροφής των ζώων (Σχήμα 1α). Το ποσοστό αυτό θα ήταν αυξημένο, αντιστοιχώντας σε παραπάνω από τους μισούς κτηνοτρόφους, αν δεν υπολογίζονταν όσοι απάντησαν ότι δε γνωρίζουν (20%). Αντίθετα, το ποσοστό όσων θεωρούν ότι τα βοοειδή καταναλώνουν θαμνώδη βλάστηση σε ποσοστό 30%-40%, ή ακόμα και πάνω από 50%, βαίνει αυξανόμενο για το καλοκαίρι (37%) αλλά ιδιαίτερα για το φθινόπωρο (52%) σε σχέση με την άνοιξη (35%). Σχεδόν ένας στους τρεις κτηνοτρόφους δήλωσε αδυναμία εκτίμησης για την καλοκαιρινή περίοδο (Σχήμα 1β), επισημαίνοντας ότι δε γνωρίζει τι συμβαίνει (32%), ενώ για το φθινόπωρο (Σχήμα 1γ) το ποσοστό αυτό ήταν το μικρότερο ανάμεσα στις τρεις εποχές (17%). Παρότι το ζήτημα δεν απασχόλησε έντονα τις συγκεκριμένες συνεντεύξεις ερωτηματολόγιο, η ανοιξιάτικη περίοδος φαίνεται να είναι αυτή όπου τα ζώα λαμβάνουν την μικρότερη, έως και καθόλου, ποσότητα χορηγούμενων ζωοτροφών. Η χρήση ζωοτροφών τον υπόλοιπο χρόνο, αλλά και η ταυτόχρονα αυξημένη χρήση θαμνώδους βλάστησης, μπορεί να θεωρηθεί ότι δρα προς υποκατάσταση της ελλιπούς παρουσίας αγρωστωδών στο σύνολο της βοσκήσιμης ύλης.



Σχήμα 1. Απαντήσεις εκτροφέων Ελληνικής Βραχυκερατικής φυλής βοοειδών σε βασικές ερωτήσεις της παρούσας πιλοτικής έρευνας: Εκτίμηση κατανάλωσης θαμνώδους βλάστησης ως ποσοστό της βοσκής (α) την άνοιξη β) το καλοκαίρι γ) το φθινόπωρο. Απαντήσεις στην ερώτηση δ) «Πώς θα περιορίζατε τα ζώα για να βοσκήσουν μια έκταση απουσία περίφραξης»

Figure 1. Responses of the stockbreeders of Greek shorthorn cattle breed in main questions of the present pilot study: Estimation of the consumption of shrubby vegetation as a percentage of the total forage of the pasture during spring (α), winter (β) and autumn (γ). Responses to the question “How would you confine your animals in order to graze an area where fencing is not available? (δ)

Στην ερώτηση “Πώς θα περιορίζατε τα ζώα σας για βόσκηση σε μια περιοχή χωρίς περίφραξη” το 44% των κτηνοτρόφων δήλωσε ότι θα επιτηρούσε τα ζώα για να τα περιορίσει. Ωστόσο, μόνο σε δύο από τους κτηνοτρόφους αυτούς καταγράφηκε έντονη αισιοδοξία για την αποτελεσματικότητα της πρακτικής αυτής, ενώ άλλοι δύο δήλωσαν πως δεν περιμένουν ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα. Αντίθετα, το 39% των κτηνοτρόφων δήλωσαν ότι τα ζώα δεν περιορίζονται, ενώ δύο από αυτούς (11%) δήλωσαν ότι θα τους διέθεταν συμπληρωματική τροφή (Σχήμα 1δ). Ερωτώμενοι μετέπειτα, όλοι οι κτηνοτρόφοι (100%) δήλωσαν ότι η χρήση ποτιστρών βοηθάει τα ζώα να συγκεντρωθούν σε ένα σημείο. Οι περισσότεροι όσων σχολίασαν το θέμα περαιτέρω δήλωσαν ότι αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες, και μπορεί να γίνεται ανά 1-2 ημέρες για μικρό χρονικό διάστημα. Η χορήγηση αλατιού επίσης καταγράφηκε ως ενισχυτικό μέσο στη συγκέντρωση των ζώων από τους κτηνοτρόφους, αν και όχι σε τέτοιο βαθμό όσο το νερό, όπως σχολίασαν τρεις εξ’ αυτών. Η χρήση αλατιού δεν είναι πάντως κοινή για όλους τους κτηνοτρόφους, καθώς το (21%) δήλωσε ότι δεν το χορηγούν στα ζώα τους.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η βόσκηση των θαμνολίβαδων από τα βοοειδή, αποκτά αυξανόμενο επιστημονικό και διαχειριστικό ενδιαφέρον ως μέτρο αποτροπής της συσσώρευσης καύσιμης ύλης σε φυσικά οικοσυστήματα. Κρίσιμη είναι ωστόσο η ρύθμιση μιας σειράς διαχειριστικών παραμέτρων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αυτόχθονες φυλές, όπως η Ελληνική Βραχυκερατική φυλή βοοειδών. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των κτηνοτρόφων, η συγκεκριμένη φυλή αξιοποιεί την θαμνώδη βλάστηση σε βαθμό που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τη χρήση των ζώων στη στοχευμένη βόσκηση. Οι εποχιακές διακυμάνσεις όμως στις διαιτητικές προτιμήσεις των ζώων και οι διαφοροποιήσεις στην αναπτυξιακή κατάσταση των βοσκούμενων ειδών αναμένεται να επηρεάσουν τις μεταβολές της βιομάζας ανάλογα με την ανά εποχή ασκούμενη βοσκοφόρτωση. Ο περιορισμός των ζώων, εφόσον δεν υπάρχει περίφραξη, ενδέχεται να παρουσιάσει δυσκολίες, παρά την χρησιμότητα των γνωστών στους κτηνοτρόφους διαχειριστικών μέσων. Περαιτέρω επιτόπια πειραματική έρευνα θα επιτρέψει την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων για τη δυνατότητα ελέγχου της θαμνώδους και ποώδους βιομάζας και της διαχείρισής της ως καύσιμη ύλη.

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται προς τα μέλη της Ένωσης Εκτροφέων Ελληνικής Βραχυκερατικής Φυλής Βοοειδών (ΕΕΕΒΦΒ) που συμμετείχαν πρόθυμα στην παρούσα έρευνα. Η εμπειρία τους, καθώς και το συνολικό έργο της ΕΕΕΒΦΒ, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για περαιτέρω έρευνες με στόχο την ανάδειξη του φιλοπεριβαλλοντικού ρόλου της εκτατικής κτηνοτροφίας για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας σε προστατευόμενες και μη περιοχές της χώρας μας.

Abstract

Grazing in shrublands is a key factor for keeping fuel in low levels. Among livestock, goats are the animals that have been most strongly associated with the consumption of shrubby vegetation. In contrast, cattle have been mainly associated with grassland systems, despite their frequent presence in shrublands. This study investigates the presence and the consumption of shrubland vegetation by cattle. The contribution of cattle to fire prevention is reviewed based on the literature, with an emphasis on indigenous breeds. In addition, the perceptions of Greek shorthorn cattle breeders about dietary preferences of their animals and the possibility to be confined are examined.

Βιβλιογραφία

Anderson, D.M., Estell, R.E., Holechek, J.L., Ivey, S., Smith, G.B., 2014. Virtual herding for flexible livestock management – a review. *Rangeland Journal* 36, 205–221.

Andrews, P., 2012. Modeling Wind Adjustment Factor and Midflame Wind Speed for Rothermel's Surface Fire Spread Model. USDA Forest Service - General Technical Report RMRS-GTR.

Bailey, D., VanWagoner, H., Weinmeister, R., 2006. Individual Animal Selection Has the Potential to Improve Uniformity of Grazing on Foothill Rangeland. *Rangeland of Ecology & Management*. 59: 351–358.

Bailey, D.W., Mosley, J.C., Estell, R.E., Cibils, A.F. κ.α., 2019. Synthesis Paper: Targeted Livestock Grazing: Prescription for Healthy Rangelands. *Rangeland of Ecology & Management*. 72: 865–877.

Bokdam, J., 2003. Nature conservation and grazing management. Free-ranging cattle as a driving force for cyclic vegetation secession. Doctoral thesis. Wageningen University, Wageningen.

Boyd, C.S., O'Connor, R.C., Ranches, J., Bohnert, D.W., Bates, J.D. κ.α., 2023. Using Virtual Fencing to Create Fuel Breaks in the Sagebrush Steppe. *Rangeland Ecology & Management*, Reducing Frequent and Catastrophic Wildfires in Sagebrush Rangelands of the Great Basin 89: 87–93.

Casasús, I., Bernués, A., Sanz, A., Villalba, D., Riedel, J.L., Revilla, R., 2007. Vegetation dynamics in Mediterranean forest pastures as affected by beef cattle grazing. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121: 365–370.

Gambiza, J., Campbell, B.M., Moe, S.R., Mapaure, I., 2008. Season of grazing and stocking rate interactively affect fuel loads in *Baikiaea plurijuga* Harms woodland in northwestern Zimbabwe. *African Journal of Ecology* 46: 637–645.

Gikas, G., Hyz, A., Vasileiou, K., Georgakopoulos, G., Sotiropoulos, I., 2012. Urban and rural dietary patterns in Greece in the years 1957- 2008; an economic analysis. *Problems of World Agriculture / Problemy Rolnictwa Światowego, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa*

Wiejskiego Problemy Rolnictwa Światowego / Scientific Journal Warsaw University of Life Sciences – SGGW Problems of World Agriculture.

Gutman, M., Henkin, Z., Holzer, Z., Noy-Meir, I., Seligman, N.G., 2000. A case study of beef-cattle grazing in a Mediterranean-type woodland. *Agroforestry Systems* 48: 119–140.

Hadar, L., Noy-Meir, I., Perevolotsky, A., 1999. The effect of shrub clearing and grazing on the composition of a Mediterranean plant community: functional groups versus species. *Journal of Vegetation Science* 10: 673–682.

McConnachie, E., Smid, A.M.C., Thompson, A.J., Weary, D.M., Gaworski, M.A., von Keyserlingk, M.A.G., 2018. Cows are highly motivated to access a grooming substrate. *Biology Letters* 14: 20180303.

Nader, G., Ingram, R., Narvaez, N., 2007. Planned herbivory in the management of wildfire fuels. *Rangelands* 29: 18–24.

Oikonomou, D., Vrahnakis, M., Yiakoulaki, M., Xanthopoulos, G., Kazoglou, Y., 2023. Grazing as a Management Tool in Mediterranean Pastures: A Meta-Analysis Based on A Literature Review. *Land* 12, 1290.

Rust, J.M., 2019. The impact of climate change on extensive and intensive livestock production systems. *Animal Frontiers* 9: 20–25.

Schoenbaum, I., Henkin, Z., Yehuda, Y., Voet, H., Kigel, J., 2018. Cattle foraging in Mediterranean oak woodlands – Effects of management practices on the woody vegetation. *Forest Ecology and Management* 419–420, 160–169

Shabtay, A., 2015. Adaptive traits of indigenous cattle breeds: The Mediterranean Baladi as a case study. *Meat Science*, 61st International Congress of Meat science and Technology (61st ICoMST), 23-28 August 2015, Clermont Ferrand, France 109, 27–39.

Silanikove, N., 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67: 1–18.

Stephenson, M.B., Bailey, D.W., Howery, L.D., Henderson, L., 2016. Efficacy of low-stress herding and low-moisture block to target cattle grazing locations on New Mexico rangelands. *Journal of Arid Environments* 130: 84–93.

Williamson, G.J., Murphy, B.P., Bowman, D.M.J.S., 2014. Cattle grazing does not reduce fire severity in eucalypt forests and woodlands of the Australian Alps. *Australian Ecology* 39: 462–468.

ΑΜΑΛΘΕΙΑ, 2021. Ελληνικές φυλές ζώων Ένας κρυμμένος θησαυρός.

Γουρδουβέλης, Δ., Γιακουλάκη, Μ., Ντότας, Β., Καίμακάμης, Ι., 2021. Μελέτη της αξιοποίησης των βοσκήσιμων γαιών από τις εκτροφές θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής της Α.Ε.Σ.Θ. (Αγροτική Εταιρική Σύμπραξη Θεσσαλονίκης). Πρακτικά 20ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και Προστασία του Φυσικού Περιβάλλοντος, 200 χρόνια μετά την Επανάσταση του '21» Τρίκαλα, 3-6 Οκτωβρίου. Σελ. 457-464.

Καζόγλου, Ι., 2007. Επιδράσεις της βόσκησης βούβαλων στα υγρά ποολίβαδα του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών (Διδακτορική Διατριβή). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη. 214 σελ.

Μπακογιώργος, Γ., Παντέρα, Α., 2021. Δυνατότητες συγκρότησης μικτών κοπαδιών βοοειδών με μικρά μηρυκαστικά: Υπάρχουσα γνώση και προσδοκώμενα οφέλη, στο: Σύγχρονες Προκλήσεις Του Δάσους Στην Ελληνική Δασοπονία και Προστασία Του Φυσικού Περιβάλλοντος, 200 Χρόνια μετά την Επανάσταση του '21. Τρίκαλα, 3-6 Οκτωβρίου. Σελ. 473–480.

Πανταζόπουλος, Χ., Γιακουλάκη, Μ., Παπαναστάσης, Β., Π., 2006. Παραγωγή και θρεπτική αξία ποώδους βλάστησης σε σχέση με την κάλυψη των δένδρων σε δασολίβαδα δρυός και οξιάς στην επαρχία Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου «Λιβαδοπονία ξηροθερμικών περιοχών», Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου. Σελ. 155-160.

Παπαναστάσης, Β., Πίττας, Α., Αθανασιάδης, Σ., 2021. Έργα Υποδομής στα Λιβάδια. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Αθήνα. Σελ. 107.

Τραϊανοπούλου, Ι., Ζαρόβαλη, Μ., Καζόγλου, Ι., Γιακουλάκη, Μ., 2015. Η βραχυκερατική φυλή βοοειδών στη προστατευόμενη περιοχή των Πρεσπών και η σημασία της στη διαχείριση των ποολίβαδων του όρους Βαρνούντα. Πρακτικά 17ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. «Η συμβολή της σύγχρονης δασοπονίας και των προστατευόμενων περιοχών στη βιώσιμη ανάπτυξη». 899 -911.

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία

**ΤΟ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΧΟΡΤΟΛΙΒΑΔΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ**

Αθανασιάδης,* Δ. Ιωάννης¹; Γιακουλάκη, Μαρία²

¹*Εγνατία 6, 546 26, Θεσσαλονίκη. Email: john.nash.law@gmail.com

² Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη. Email: yiaak@for.auth.gr

Περίληψη

Αντικείμενο της έρευνας είναι ο προσδιορισμός της νομικής έννοιας και του ιδιοκτησιακού καθεστώτος των δασών και των χορτολιβαδικών εκτάσεων, με τη μέθοδο της ιστορικής και της συστηματικής ερμηνείας, σε συνδυασμό με τις νομοθετικές μεταβολές στις οποίες οδήγησαν οι συνταγματικές παρεμβάσεις του 1975 και του 2001. Γίνεται μία ιστορική αναδρομή στο καθεστώς γαιοκτησίας αφενός του βυζαντινορωμαϊκού και αφετέρου του οθωμανικού δικαίου, που εισήχθησαν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο στην Ελληνική έννομη τάξη, και περιγράφεται η πολυσχιδής και αποσπασματική νομοθεσία του νέου Ελληνικού Κράτους, αναφορικά με τα γαιοκτητικά ζητήματα, τόσο λειτουργικά (στη διάρκεια του χρόνου) όσο και χωρικά (ανά γεωγραφική περιοχή), καθώς και στο νομικό καθεστώς προστασίας των δασών και δασικών εκτάσεων από πυρκαγιές ή παράνομες αποψιλώσεις.

Λέξεις κλειδιά: δάση, δασικά εδάφη, εθνικές γαίες, οθωμανικό δίκαιο, ποολίβαδα

Εισαγωγή

Το γαιοκτητικό καθεστώς της εν γένει έγγειας ιδιοκτησίας, (καλλιεργημένες γαίες, δάση, χορτολίβαδα, βοσκότοποι, κ.τ.λ.) είναι επίκαιρο σε όλες τις φάσεις της εξελικτικής πορείας του Νεοελληνικού Κράτους μέχρι κυριολεκτικά τις μέρες μας. Το ζήτημα των Εθνικών Γαιών, που αφορούσε κυρίως τις καλλιεργημένες εκτάσεις, αποτέλεσε ένα από τα κορυφαία θέματα της σύγχρονης ιστορίας μας, προκάλεσε δε μέχρι να διευθετηθεί τελειωτικά κοινωνικές αναταραχές και εξεγέρσεις, που ήταν συνάρτηση των εκάστοτε πολιτικών αποφάσεων, διαφωνιών και αντιπαραθέσεων. Από την άλλη μεριά, παρά τις πολλοστές νομοθετικές παρεμβάσεις του Ελληνικού Κράτους από τη σύστασή του μέχρι σήμερα, το ιδιοκτησιακό των δασών και των χορτολιβαδικών εκτάσεων δεν έχει ρυθμιστεί οριστικά.

Οι αιτίες αυτού του γεγονότος μπορούν να αναζητηθούν τόσο στη μη σθεναρή βούληση της πολιτικής εξουσίας όσο και στο γεγονός ότι τα γεωγραφικά όρια της σημερινής Ελλάδας έχουν διαμορφωθεί τμηματικά, με τελευταία ενσωμάτωση αυτή των Δωδεκανήσων το 1947 - 1948. Πράγματι, με τη σταδιακή ενσωμάτωση μεγάλων περιοχών στο Παλαιό Βασίλειο, ύστερα από διεθνείς Συμφωνίες και Πρωτόκολλα (Θεσσαλία και Άρτα, Νέες Χώρες, Ιόνια Νησιά και Δωδεκάνησα) και την επικύρωσή τους με διάφορους νόμους, δημιουργήθηκαν διαφορετικά γαιοκτητικά καθεστώτα στα δάση και τις δασικές, συμπεριλαμβανομένων των χορτολιβαδικών εκτάσεων, μέσα στην Ελληνική Επικράτεια (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019).

Οι μέχρι σήμερα νομοθετικές παρεμβάσεις δεν αντιμετώπισαν ουσιαστικά την κατάσταση για δύο επιπλέον λόγους, οι οποίοι είναι αφενός η υπέρμετρη γραφειοκρατία και αφετέρου οι υπερβολικά χρονοβόρες δικαστικές διαδικασίες που απαιτούνται για την τελική επίλυση των ιδιοκτησιακών αμφισβητήσεων, σε συνδυασμό με την αμφιταλαντευόμενη στάση της νομολογίας (Παπαδάκης 2017). Στο τέλος της 2^{ης} δεκαετίας του 20^{ου} αιώνα επιχειρήθηκε και πάλι, με τη σύνταξη των δασικών χαρτών και του Δασικού Κτηματολογίου, η επίλυση της πολυπαθούς δασικής έγγειας ιδιοκτησίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Για την προσέγγιση του θέματος ακολουθήθηκε η λεγόμενη νομική μεθοδολογία. Η μεθοδολογία του δικαίου έχει χαρακτήρα αναστοχαστικό και κριτικό. Με άλλες λέξεις, είναι συγχρόνως περιγραφική και κανονιστική. Η νομική επιστήμη δεν είναι θετική επιστήμη, διότι τα πορίσματά της δεν μπορούν να επαληθευθούν με πειράματα. Επίσης, υπάρχει μεγάλη επιρροή του παρατηρητή στο παρατηρούμενο αντικείμενο, αφού ο νομοθέτης πολλές φορές χρησιμοποιεί τα πορίσματα τόσο της νομικής επιστήμης όσο και των θετικών επιστημών (μεταξύ άλλων της δασολογικής και της λιβαδοπονικής επιστήμης) κατά τη θέσπιση νέων νόμων. Η δε απειλή του εξαναγκασμού που συνοδεύει το δίκαιο γενικά γεννά –σε σχέση με την κάθε νομική κρίση χωριστά– το καθήκον δικαιολόγησης της υποχρέωσης που απορρέει από αυτήν.

Αποτελέσματα

Η κυριότητα των εδαφών, από την εποχή του Βυζαντίου, ανήκε στον Αυτοκράτορα και η δημιουργία μεγάλων γαιοκτημόνων ήταν ασυμβίβαστη με το φιλολαϊκό χαρακτήρα της κεντρικής εξουσίας. Η παλαιότερη μορφή εκδήλωσης δικαιώματος επί δασών συνίσταται στη χρήση τους με τη μέθοδο της κάρπωσης, για την ικανοποίηση ατομικών και κοινοτικών αναγκών. Το Βυζαντινορωμαϊκό Δίκαιο προέβλεπε τη συνετή διαχείριση και προστασία των δασών, η δε πλήρης κυριότητα ανήκε στο κράτος, που παρέμενε πάντοτε απαράγραπτη. Από τα δάση εξυπηρετούνταν κυρίως πολεμικές και άλλες αναπτυξιακές κρατικές ανάγκες. Σε πολλές περιπτώσεις, ο Αυτοκράτορας παραχωρούσε την κυριότητα ορισμένων περιοχών κυρίως σε μονές με χρυσόβουλα διατάγματα και άλλων ειδών τίτλους (Παπαδάκης 2017).

Στην Οθωμανική αυτοκρατορία, σύμφωνα με το ιερό δίκαιο, όλα τα εδάφη ανήκαν στον Θεό και στον κατά κόσμο εκπρόσωπό του, τον Σουλτάνο, δηλαδή στο Κράτος που παραχωρούσε στους αγρότες οικογενειακούς κλήρους για να τους καλλιεργούν. Παρακρατούσε όμως, την ψιλή κυριότητα και παρείχε στους αγρότες μόνο το δικαίωμα της συνεχούς και αδιάλειπτης νομής, το λεγόμενο τεσσαρούφ (Καποτάς 2010, Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019). Οι παραπάνω κλήροι ήταν αναπαλλοτρίωτοι και αμεταβίβαστοι, η δε μεταβίβασή τους επιτρέπονταν μόνο κληρονομικά, κατά την πρόιμη περίοδο της Οθωμανικής αυτοκρατορίας. Πλήρης κυριότητα εκτάσεων υπήρχε για: α) τα βακούφια, που αποτελούσαν τις αφιερωμένες γαίες στα μοναστήρια και στην εκκλησία ή σε ευαγή ιδρύματα και συνιστούσαν συνέχεια της κρατικής πρακτικής, καθώς και στα σεβαστά δικαιώματα των χρυσόβουλων των Βυζαντινών Αυτοκρατόρων και β) τα μούλκια, τα οποία προέρχονταν από δωρεές του Σουλτάνου σε ιδιώτες ως ανταμοιβή των υπηρεσιών τους. Η κύρια μορφή χρήσης δάσους ήταν οι διάφορες δουλείες, με τη νομική έννοια του όρου. Η βοσκή υπήρξε η πιο διαδεδομένη δουλεία κατά την Οθωμανική Αυτοκρατορία, η οποία παραχωρούνταν για την ολόκληρη των κατοίκων των χωριών και των κωμοπόλεων, σε δημόσιες ή κοινόχρηστες εκτάσεις (Παπαδάκης 2017).

Το ίδιο καθεστώς συνεχίστηκε για αιώνες, μέχρι τις μεταρρυθμίσεις του Οθωμανικού Κράτους, που επιβλήθηκαν την περίοδο που η αυτοκρατορία βίωνε την παρακμή της και αποτέλεσαν μια προσπάθεια για προσαρμογή σε νέες ή εκσυγχρονιστικές αντιλήψεις δυτικής προέλευσης. Η σπουδαιότερη από τις πολλές νομοθετικές παρεμβάσεις που υλοποιήθηκαν από το 1839 έως το 1875 ήταν ο νόμος περί γαιών της 7^{ης} Ραμαζάν 1274 (που αντιστοιχεί στο σωτήριο έτος 1856). Σύμφωνα με τον νόμο αυτό, τα κτήματα διακρίνονταν σε: α) ιδιότητα (μούλκια), τα οποία είχαν στην πλήρη και απόλυτη κυριότητά τους αυτοί που τα εξουσίαζαν, β) δημόσια (μιριγιέ), στα οποία περιλαμβάνονταν τα χωράφια, οι χειμερινές και θερινές βοσκές, οι λειμώνες, τα δάση, καθώς επίσης και τα μέρη στα οποία υπήρχαν δένδρα που δεν τα φυτεύει κανένας, γ) σε αφιερωμένα σε έναν ευαγή σκοπό (βακούφια), δ) εγκαταλειμμένα, που προοριζόταν για κοινή χρήση και ε) νεκρά, στα οποία περιλαμβάνονταν τα όρη, οι απροσπέλαστες γαίες, οι βάλτοι, κλπ (Παπαδάκης 2017, Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019, Παπαχαρίσης και Γιακουμίδης 2020). Κατά την παρακμή της Οθωμανικής αυτοκρατορίας, ο Σουλτάνος παραχωρούσε με φερμάνια τη νομή μεγάλων εκτάσεων (καλλιεργημένων, βοσκήσιμων εκτάσεων και δασών) στους πασάδες και στους τιμαριώτες, και έτσι σχηματίστηκε μια νέα φυσική και νομική κατάσταση (που ήταν τα πασαλίκια, τα βιλαέτια και τα τσιφλίκια), με την ψιλή κυριότητα να ανήκει πάντα στο Κράτος (Παπαδάκης 2017).

Από την αρχή της Ελληνικής Επανάστασης, υπήρξαν πολλές διαμάχες με σκοπό την εκποίηση των εθνικών κτημάτων. Οι μεγάλοι κοτζαμπάσηδες και οι πλοιοκτήτες επεδίωκαν την εκποίηση των εθνικών κτημάτων, για να δημιουργήσουν οι ίδιοι μεγάλες ιδιοκτησίες (Παπαδάκης 2017).

Τελικά, οι γαίες που ανήκαν στο Οθωμανικό δημόσιο περιήλθαν στο Ελληνικό Δημόσιο, με βάση το δίκαιο του πολέμου και στην ουσία εθνικοποιήθηκαν. Και τούτο διότι, με βάση το από 22.1/3.2.1830 Πρωτόκολλο «Περί ανεξαρτησίας της Ελλάδος» (άρθρ. 5-6), σε συνδυασμό με τα «ερμηνευτικά» Πρωτόκολλα του Λονδίνου από 4/16.6.1830 και 19.6/1.7.1830 και τη Συνθήκη της Κωνσταντινούπολης από 27.6/9.7.1832, θεσπίστηκε τεκμήριο κυριότητας υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου, επί των γαιών, στις οποίες το Ελληνικό Δημόσιο, διαδέχτηκε δικαίωμα πολέμου το Οθωμανικό. Έτσι, το Δημόσιο κατέληξε να κατέχει το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργουμένων εκτάσεων στην Πελοπόννησο και στη Δυτική Στερεά Ελλάδα, όπως και τις μη καλλιεργούμενες, τα δάση και τους βοσκότοπους. Πρόκειται για τις ονομαζόμενες δημόσιες ή Εθνικές Γαίες (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019).

Το τεκμήριο, όμως, αυτό δεν αφορούσε τις ιδιόκτητες γαίες, γι' αυτό και εξαιρέθηκαν του τεκμηρίου υπέρ του Δημοσίου (που κατανέμει το βάρος απόδειξης) οι περιοχές των Ιονίων Νήσων, Κρήτης, Λέσβου, Σάμου, Χίου, Κύθρων, Αντικύθρων, Κυκλάδων και Μάνης, εξαιτίας του ιδιάζοντος γαιοκτητικού καθεστώτος τους επί Τουρκοκρατίας, καθώς στις περιοχές αυτές οι γαίες ήταν, κατά βάση, καθαρής ιδιοκτησίας και ανήκαν σε ιδιώτες, γεγονός που αντιμετωπιζόταν ως πασιδηλο (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019, Παπαχαρίσης και Γιακουμίδης 2020). Για τις περιοχές αυτές, για την αναγνώριση κυριότητας σε δάση, χορτολιβαδική βραχώδεις εκτάσεις, αρκεί η ύπαρξη τίτλων προ της 23^{ης} Φεβρουαρίου 1946 (έναρξη ισχύος του Αστικού Κώδικα), οι οποίοι έχουν μεταγραφεί, σύμφωνα με την παρ. 5δ του άρθρου 32 ν. 4280/2014, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Στις περιοχές της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και Εύβοιας, που πέρασαν στο Ελληνικό Κράτος ειρηνικά, δεν ίσχυσε το δίκαιο της κατάκτησης των εδαφών από τους Οθωμανούς, αλλά αναγνωρίστηκαν σε αυτούς οι ιδιοκτησίες τους και το δικαίωμα να τις πουλήσουν (Παπαδάκης 2017). Έτσι, οι Οθωμανοί πριν αποχωρήσουν, μεταβίβασαν τις ιδιοκτησίες τους κατά πλήρη κυριότητα, σε πλούσιους Έλληνες του εξωτερικού και σε ορισμένους Φιλέλληνες, με συνέπεια τη δημιουργία τσιφλικιών και μεγάλων ιδιοκτησιών. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το κτήμα του Άγγλου βουλευτή των Εργατικών Francis Noel Baker στη Β. Εύβοια, έκτασης 45.000 στρ., που απασχόλησε την τοπική κοινωνία από το 1885 μέχρι και μετά το 2001. Αρχικά, τα ποινικά δικαστήρια δικαίωσαν τους κατοίκους του Προκοπίου το 1976, όμως το Πολυμελές Πρωτοδικείο Χαλκίδας, μετά από προσφυγή της οικογένειας Baker το 1992, με την 55/2000 απόφασή του, αναγνώρισε χρησικτησία επί της δασικής αυτιζέκτασης με βάση τον νόμο του 1915. Ο Baker είχε ισχυριστεί ότι η έκταση είχε αγοραστεί από τους προγόνους του από τον Αχμέτ Αγά, αλλά οι τίτλοι καταστράφηκαν στην κατοχή.

Το ζήτημα της ιδιοκτησίας των δασών δεν απασχόλησε τις κυβερνήσεις του νέου Ελληνικού Κράτους, που αρχικά κλήθηκαν να ρυθμίσουν το θέμα των αγροτικών κτημάτων και κάθε άλλου είδους ακινήτου μεγάλης σημασίας για την εξασφάλιση άμεσων οικονομικών πόρων και την παραγωγή αγροτικών προϊόντων (Παπαδάκης 2017, Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019). Τα δάση δεν προσέθεταν πόρους στο Ελληνικό Δημόσιο, η δε ξύλευση γινόταν όπως και η βοσκή, είτε ανεξέλεγκτα είτε με πολύ μικρές παρεμβάσεις (Β.Δ. 16-12-1836 περί υλοτομίας και φόρου ξυλείας). Έτσι το ζήτημα της ιδιοκτησίας των δασών, υπόβοσκε κάτω από το πλαίσιο των Εθνικών Γαιών και του αγροτικού ζητήματος. Το 1836 έγινε η πρώτη νομοθετική ρύθμιση με το Β.Δ της 17/29 Νοεμβρίου 1836 «περί ιδιωτικών δασών». Ως ιδιωτικά ορίζονται τα δάση, τα οποία αποδεικνύεται, κατά τους τουρκικούς τύπους, ότι ήταν ιδιωτικά προ του υπέρ της Ανεξαρτησίας αγώνα, καθώς και αυτά που περιλαμβάνονται σε ιδιωτικά χωριά (τσιφλίκια), ακόμη και αν οι σχετικοί τίτλοι δεν αναφέρονται στα δάση αυτά.

Τον επόμενο χρόνο, με το διάταγμα της 21-6/10-7-1837 «περί διακρίσεως κτημάτων», καταργήθηκε μεν η δυνατότητα κατάληψης (occupation) επί δημοσίων γαιών, την οποία προέβλεπε το βυζαντινορωμαϊκό δίκαιο, αλλά επιτράπηκε η κτήση κυριότητας επί δημοσίων δασών και δημοσίων εν γένει εκτάσεων με έκτακτη χρησικτησία από ιδιώτες (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019, Παπαχαρίσης και Γιακουμίδης 2020). Το Διάταγμα αυτό αφορούσε όσους αποδειγμένα ασκούσαν νομή για 30 τουλάχιστον χρόνια και ίσχυσε μέχρι τις 12-9-1915, καθώς με τον νόμο ΔΕΗ/1912 καταργήθηκε, ως τρόπος κτήσης κυριότητας επί δημοσίων ακινήτων, η έκτακτη χρησικτησία (Παπαδάκης 2017).

Η έννοια του δάσους και των δασικών εδαφών προσδιορίστηκε με ακρίβεια μόνο το 1888 με το νόμο ΑΧΝ/1888, άρθρο 1 περ. α' «περί διακρίσεως και οροθεσίας των δασών», όπου «*Δάσος είναι*

πάσα έκτασις εδάφους εν όλω ή εν μέρει υπό άγριων ξυλωδών φυτών οιωδηήποτε διαστάσεων και ηλικίας καλυπτόμενη και προς παραγωγή ξυλείας ή και άλλων προϊόντων προορισμένη», δίδοντας έτσι έμφαση στα παραγόμενα προϊόντα. Στην περ. β' του άρθρου 1 επεξηγείται η έννοια του δασικού εδάφους, η οποία αντιδιαστέλλεται από αυτή του δάσους και στην οποία υπάγονται μόνο οι εκτάσεις που περικλείονται από δάση (δηλαδή τα αλκικά λιβάδια και τα διάκενα εντός του δάσους), οι ασκεπείς κορυφές των ορέων στις οποίες βρίσκονται εκτάσεις που παράγουν βοσκίσιμη ύλη και οι πλαγιές με κλίση μεγαλύτερη του 36%. Έτσι, προσδιορίστηκε νομοθετικά η έννοια των χορτολιβάδων, που ταυτίζεται με την έννοια των εντός των δασών ασκεπών εκτάσεων, που ισχύει μέχρι σήμερα (Καποτάς 2010).

Το 1913, μετά τους βαλκανικούς πολέμους και την απόκτηση των «Νέων Χωρών» με τη Συνθήκη του Λονδίνου της 17^{ης} Μαΐου 1913 και του Βουκουρεστίου της 28-7/10-8-1913, ανέκυψε πάλι το ζήτημα της τύχης των εμπραγμάτων κυρίως σχέσεων σε ακίνητα, οι οποίες γεννήθηκαν υπό το οθωμανικό νομικό καθεστώς αλλά λειτουργούν υπό το νομικό καθεστώς της Ελλάδος ως διαδόχου Κράτους, όπως και το ζήτημα της όσο το δυνατόν πιο ομαλής μετάβασης από το προϊσχύσαν στο νέο ιδιοκτησιακό καθεστώς. Το ίδιο ζήτημα αναδύθηκε και για τα δάση και τις δασικές εκτάσεις. Με δεδομένη την ιδιαίτερα αρνητική προηγούμενη εμπειρία από τη Σύμβαση προσάρτησης της Θεσσαλίας του 1881 και τη σοβαρή συρρίκνωση της δημόσιας ακίνητης περιουσίας, το Ελληνικό κράτος, κατά την προσάρτηση των Νέων Χωρών, έπρεπε να σταθμίσει αφενός τη μη στέρηση της περιουσίας του και αφετέρου την προστασία των κεκτημένων ιδιωτικών δικαιωμάτων επ' αυτής. Ειδικότερα, στη Συνθήκη των Αθηνών της 1.11.1913 (άρθρα 5 και 6) με σαφήνεια οριζόταν ότι: *«Τα μέχρι της καταλήψεως των εκχωρηθεισών χωρών κεκτημένα δικαιώματα, καθώς και αι δικαστικά πράξεις και οι επίσημοι τίτλοι οι εκδοθέντες παρά των αρμοδίων οθωμανικών αρχών, έσονται σεβαστά και απαραβίαστα μέχρις εννόμου περί του εναντίου αποδείξεως»* (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019). Η ρύθμιση αυτή, όπως και στην περίπτωση της Θεσσαλίας, δημιούργησε ερμηνευτικά προβλήματα αναφορικά με την έννοια της «οθωμανικής ιδιοκτησίας», που ήταν διαμετρικά αντίθετη από αυτή του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου (Εισαγγ.Πρωτ.Κατερίνης 5/1980).

Η λύση που ακολουθήθηκε ήταν αυτή του νομικού μεταβολισμού της τέως οθωμανικής δημόσιας ιδιοκτησίας στην πλήρη κυριότητα του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου και στηρίχθηκε στο ερμηνευτικό πλαίσιο της διεθνούς συνθήκης του 1881. Η νομική αυτή μεταλλαγή, όμως, δεν είχε τα ίδια μορφολογικά στοιχεία στις προσαρτήσεις των Νέων Χωρών, αλλά εμφανίσθηκε διαφοροποιημένη. Έτσι, η νομική διασκευή της ιδιοκτησίας δεν βασίσθηκε μόνο στις επιτασσόμενες από τη σχετική διεθνή πράξη (Συνθήκη των Αθηνών) επιταγές, αλλά ουσιαστικά θεσπίστηκε, με μία νέα ερμηνευτική του συγκερασμού των νομικών ιδιοκτησιακών σχέσεων των δύο δικαίων, η αυτοδίκαιη μετατροπή της ιδιοκτησιακής βάσης των οθωμανικών γαιών σε πλήρη κυριότητα (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019). Έτσι, η ένταξη του οθωμανικού γαιοκτητικού δικαίου στην ελληνική έννομη τάξη επιτεύχθηκε με τη διάταξη του άρθρου 2 παρ. 3 του ν. 147/1914, όπου: *«Εν ταις χώραις ταις διατελούσαις τέως υπό την άμεσονκυριαρχίαν του Οθωμανικού Κράτους εισάγεται εν γένει η Ελληνική αστική νομοθεσία. Διατηρούνται όμως εν ισχύ αι περί γαιών διατάξεις, αι ρυθμίζουσαι τα επ' αυτών ιδιωτικής φύσεως δικαιώματα, των περί τούτων δικαιπραξιών συντελουμένων εφεξής κατά τους Ελληνικούς νόμους»*. Η ρύθμιση αυτή αναφέρεται μόνο στα ιδιωτικής φύσης δικαιώματα επί των δημοσίων γαιών, συνεπώς και επί των δασών, με την έννοια του αποκλεισμού των δικαιωμάτων του οθωμανικού κράτους στα δημόσια κτήματα, τα οποία με την προσάρτηση των Νέων Χωρών περιήλθαν στην κυριότητα του Ελληνικού Δημοσίου (ΑΠ 572/2001).

Με άλλα λόγια, στην Παλιά Ελλάδα, το οθωμανικό δίκαιο δεν εφαρμοζόταν ευθέως, αλλά υπάγονταν στους κανόνες απόδειξης της Πολιτικής Δικονομίας της 2^{ης}/14^{ης} Απριλίου του 1834 για να ληφθεί υπόψη από τα ελληνικά δικαστήρια, με αποτέλεσμα οι έννομες σχέσεις του εμπραγμάτων δικαίου να ρυθμίζονται κατά βάση από το βυζαντινορωμαϊκό δίκαιο. Όμως, στην περίπτωση των Νέων Χωρών δεν αφέθηκε η επίλυση των γαιοκτητικών προβλημάτων στην ελληνική δικαιοσύνη, αλλά ο Έλληνας νομοθέτης διατήρησε σε ισχύ τον οθΝπΓαίων και κατέστησε το προϊσχύσαν νομοθετικό πλαίσιο ημεδαπό δίκαιο και όχι αλλοδαπό, με όλες τις συνέπειες που επάγεται αυτός ο χαρακτηρισμός σε επίπεδο τόσο ουσιαστικού όσο και δικονομικού δικαίου (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019).

Η θεμελιώδης νομοθετική ρύθμιση των ιδιωτικών αυτών δικαιωμάτων πραγματοποιήθηκε με το δ/γμα 2468/20.5.1917 της Προσωρινής Κυβέρνησης της Θεσσαλονίκης, οι δε διατάξεις του εντάχθηκαν στο άρθρο 49 του ν. 2052/1920. Κατά το εν λόγω διάταγμα, το δικαίωμα διηνεκούς εξουσιάσεως (τεσσαρούφ) επί των πρώην οθωμανικών δημοσίων γαιών, μετατράπηκε αυτοδίκαια από 20-5-1917 σε δικαίωμα πλήρους κυριότητας επί των 4/5 εξ αδιαιρέτου των γαιών αυτών υπέρ του δικαιούχου ιδιώτη (εξουσιαστή), ενώ το υπόλοιπο 1/5 εξ αδιαιρέτου της πλήρους κυριότητας αυτών παρέμεινε στο Ελληνικό Δημόσιο, υπό την προϋπόθεση ότι ασκούνταν επ' αυτών, κατά την ίδια ως άνω ημερομηνία, δικαίωμα διαρκούς εξουσιάσεως (τεσσαρούφ) από ιδιώτη, δύναμει ταπίου, εκδοθέντος πριν από την προσάρτηση των Νέων Χωρών σύμφωνα με την οθωμανική νομοθεσία (Καποτάς 2010). Με τον τρόπο αυτό, καταργήθηκε η κατηγορία των δημοσίων οθωμανικών γαιών και δημιουργήθηκε μεταξύ των τέως εξουσιαστών και του Ελληνικού Δημοσίου αναγκαστική, εκ του νόμου συνιδιοκτησία, επί της τέως οθωμανικής κατηγορίας των δημοσίων γαιών, ήτοι σε ποσοστό πάνω από 80% της καλλιεργήσιμης γης και των δασικών εκτάσεων (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019). Στη συνέχεια, με το π.δ.της 11/12-11-1929, παραχωρήθηκε στους ιδιώτες αυτοδίκαια και το δικαίωμα συγκυριότητας του 1/5, χωρίς να απαιτείται μεταγραφή, με αποτέλεσμα το Δημόσιο να απολέσει πλήρως την κυριότητά του. Με αυτές τις ρυθμίσεις, έλαβε την τελική της μορφή η νομική αφομοίωση των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων επί των τέως οθωμανικών δημοσίων γαιών, που δεν αναγνώριζε σ' αυτές δικαίωμα κυριότητας, με το δικαίωμα της κυριότητας του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου, αλλά και του ισχύοντος αστικού δικαίου.

Ωστόσο, η ΟΛΑΠ 409/1963, ΝοΒ 12, 97, έκρινε πως, αφού επί δασών, βοσκοτόπων, μερικών δασοσκεπών εκτάσεων και χορτολιβαδικών εκτάσεων δεν μπορεί να υπάρξει εξουσίαση με την έννοια της καλλιέργειας αυτών χωρίς την έκδοση ταπίου, οι διατάξεις του άρθρου 49 Ν. 2052/1920 δεν έχουν εφαρμογή και δεν μπορεί να αποκτηθεί επί των εδαφών αυτών δικαίωμα κυριότητας κατά τις διατάξεις του Αγρ. Νόμου και των άρθρων 101 επ. του Π.Δ. της 11/12.11.1929 «περί διοικήσεως των δημοσίων κτημάτων», διότι αυτές αφορούν και εφαρμόζονται μόνον επί καλλιεργήσιμων εδαφών και όχι επί δασικών εκτάσεων.

Επίσης, έχει κριθεί και νομολογιακά από σειρά δικαστικών αποφάσεων (ενδεικτικά: ΑΠ 234/1957, ΑΠ 538/1977, ΑΠ 1328/2015, ΑΠ 1741/2002) ότι επί των δασών των Νέων Χωρών (στις οποίες δεν τυγχάνει εφαρμογής η διαδικασία του ΒΔ/τος του 1836, διότι δεν επεκτάθηκε σε αυτές με τον ν. 147/1914), που υπήρχε τεσσαρούφ κατά τον χρόνο προσάρτησης, αυτό μετατράπηκε αυτοδίκαια σε δικαίωμα πλήρους κυριότητας, ενώ, αν δεν υπήρχαν ιδιωτικά εμπράγματα δικαιώματα επ' αυτών, τα δάση αυτά θεωρούνταν, κατά τεκμήριο, εθνικά δημόσια δάση, που περιέρχονταν στην κυριότητα του Ελληνικού Δημοσίου, ως διάδοχο του Τουρκικού Δημοσίου, σύμφωνα με το άρθρο 60 παρ. 1 της Συνθήκης της Λωζάνης, που κυρώθηκε με το ν.δ. της 25-8-1923. Η κυριότητα αυτή δεν μπορούσε να καταλυθεί με κατάληψη από ιδιώτη και επιχείρηση πράξης νομής, ήτοι με τα προσόντα της έκτακτης χρησικτησίας του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου, για τον λόγο ότι ο θεσμός αυτός άρχισε να ισχύει στις Νέες Χώρες από την 1-2-1914, οπότε μέχρι τις 11-9-1915, που σταμάτησε να ισχύει, δεν συμπληρώνεται η προϋπόθεση της τριακονταετούς νομής, ο δε χρόνος κατοχής του δάσους επί Τουρκοκρατίας δεν μπορούσε να προσμετρηθεί, αφού το Οθωμανικό δίκαιο (άρθρο 1248 Οθωμανικού Αστικού Κώδικα) δεν αναγνώριζε τη χρησικτησία ως τρόπο κτήσης κυριότητας (ΑΠ 1792/1983, ΑΠ 1239/1996, ΑΠ 1340/2010).

Σε γενικές γραμμές, ο μοναδικός τρόπος, με τον οποίο ιδιώτης μπορεί να αντιτάξει δικαίωμα κυριότητας έναντι του Δημοσίου –όπου αυτό είναι εφικτό– είναι η πρωτότυπη κτήση κυριότητας με τα προσόντα της κτητικής παραγραφής του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου, κατόπιν της συνδρομής καλόπιστης και με διάνοια κυρίου τριακονταετούς νομής από το 1885 μέχρι τις 11-9-1915 (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019). Η επέκταση του τεκμηρίου κυριότητας όχι μόνο στα δάση, αλλά και στις χορτολιβαδικές και λοιπές δασικές εκτάσεις, και η νομολογιακή εφαρμογή του, οδήγησαν στην ιδιαίτερη ιδιοκτησιακή κατανομή των δασών στη χώρα μας, η οποία χαρακτηρίζεται από μία υπέρμετρη διεύρυνση της δημοσίας δασικής ιδιοκτησίας έναντι της ιδιωτικής.

Στο άρθρο 45 παρ. 3 του ν. 4173/1929 «Περί δασικού Κώδικος» εμφανίζεται για πρώτη φορά ο όρος «δασικά βοσκαί» που ταυτίζεται με την έννοια των δασικών εκτάσεων. Με το άρθρο 1 παρ. 5 του α.ν. 857/1937 παραμερίστηκε η έννοια των δασικών βοσκών και καθορίστηκε ότι δασοσκεπείς εκτάσεις ή μερικώς δασοσκεπή λιβάδια (δασικά εκτάσεις, δασικοί βοσκοτόποι,

δασικαίβροσκαί) είναι εκτάσεις καλυπτόμενες από αραιά και πενιχρή ξυλώδη βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδη. Ταυτόχρονα, με τον Δασικό Κώδικα (ν.δ. 86/1969), εισήλθε στην έννομη τάξη η έννοια των χορτολιβαδικών εδαφών: *«Χορτολιβαδικά εδάφη (δασικά εδάφη) καλούνται τα άνευ ξυλώδους υψηλής ή θαμνώδους βλαστήσεως, αλλά μετά χορτολιβαδικής (ποώδους) ή και εκ φρυγάνων συστάδος, εδάφη είτε εντός δασών είτε επί κορυφών ή κλιτύων ορέων, αλπικών ή μη»*. Με αυτή τη διάταξη η έννοια των δασικών εδαφών παραμερίστηκε και αντικαταστάθηκε με την έννοια των χορτολιβαδικών εδαφών (Καποτάς 2010). Αργότερα, με τον Ν. 998/1979 θεσμοθετήθηκε η κατηγορία των εδαφών που νοούνται ως δάση ή δασικές εκτάσεις ή εκτάσεις με χορτολιβαδική βλάστηση ή είναι ασκεπείς και βρίσκονται σε αλπικές ζώνες ή σε άβατες κλιτύες (άρθρο 3 παρ. 3), επεκτείνοντας το τεκμήριο υπέρ του Δημοσίου και σ' αυτές (Γιαννιός και Χαϊνταρλής 2019). Αυτή η κατηγορία εδαφών είναι η αντίστοιχη κατηγορία των χορτολιβαδικών εδαφών του ν.δ. 86/1969. Με την παρ. 6β Ν. 998/1979 θεσμοθετήθηκε η κατηγορία χορτολιβαδικών εκτάσεων σε πεδινά ή ανώμαλα εδάφη ή σε λόφους, όπως και η κατηγορία βγ των βραχωδών ή πετρωδών εκτάσεων που βρίσκονται σε πεδινά ή ανώμαλα εδάφη ή σε λόφους, οι οποίες δεν υπάγονται στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας.

Για πρώτη φορά στην Ελλάδα με το Σύνταγμα του 1975 (άρθρο 24) τα δάση και οι δασικές εκτάσεις τέθηκαν υπό την προστασία του συντάγματος. Η επιλογή του συντακτικού νομοθέτη να θεσπίσει για το δασικό περιβάλλον ένα ιδιαίτερο προστατευτικό καθεστώς με κομβικό στοιχείο την υποχρέωση κήρυξης ως αναδασωτέων των δασών και δασικών εκτάσεων, που καταστρέφονται από πυρκαγιά ή αποψιλώνονται, αποτελεί τομή για τα ζητήματα της δασοπροστασίας. Όμως, με το ν. 998/1979 εισήχθη εξαίρεση από την υποχρέωση αυτή για τις εκτάσεις στις οποίες η μεταβολή είχε επέλθει έως την ημερομηνία έναρξης ισχύος του Συντάγματος (15.6.1975). Τελικά, το ΣτΕ με αποφάσεις του (ενδ. 2433/1985, 1316/2000), έκρινε ότι η κήρυξη της αναδάσωσης επιβάλλεται σε κάθε περίπτωση καταστροφής δάσους ή δασικής έκτασης, ανεξαρτήτως του χρόνου κατά τον οποίο έλαβε χώρα και άσχετα με τους λόγους καταστροφής (ενδ. ΣτΕ 1971/2005, 3278/2005). Με νεότερες αποφάσεις το ΣτΕ (1573/2002, 2089/2004, 710/2020 ολ.), έκρινε ότι εκτάσεις, των οποίων ο δασικός χαρακτήρας μεταβλήθηκε για νόμιμη αιτία πριν την 11^η Ιουνίου 1975, δεν είναι δυνατόν να χαρακτηριστούν ως δασικές ούτε να κηρυχθούν αναδασωτέες, αντίστοιχα. Επίσης, με τον ν. 998/1979 δημιουργήθηκε η μεγαλύτερη προσπάθεια εκσυγχρονισμού της Δασικής Υπηρεσίας με την εξαγγελία μεγάλων έργων, όπως η απογραφή και χαρτογράφηση των δασών, καθώς και η σύνταξη εδαφολογικών χαρτών και του δασολογίου.

Υπό την επιρροή της συνταγματικής τροποποίησης του 2001, ψηφίστηκε ο Ν. 3208/2003, που μετέβαλε τον ορισμό του δάσους, όπως τον παρείχε το άρθρο 3 § 1 & 2 Ν. 998/1979, εισάγοντας την έννοια του οικοσυστήματος (Μαριά 2008, Μπάτζιου-Καρακάση 2009, Γώγος 2023). Επομένως, το κρίσιμο στοιχείο για τον προσδιορισμό της έννοιας του δάσους και της δασικής έκτασης είναι η οργανική ενότητα της δασικής (δενδρώδους ή θαμνώδους) βλάστησης, η οποία μέσα και από τις διασυνδέσεις της όλης δασογενούς χλωρίδας και πανίδας προσδίδει μόνη σε αυτό την ιδιαίτερη ταυτότητά του ως δασικού οικοσυστήματος. Η δε πρόσθετη αναφορά στην αναγκαία επιφάνεια έχει το νόημα ότι οι καλυπτόμενες με δασική βλάστηση εκτάσεις πρέπει να είναι μεγάλες εκτάσεις, ώστε, όχι μόνο να είναι πράγματι δάσος με την κοινή λογική, αλλά να μπορεί να λειτουργήσει μέσα σ' αυτές ένα δασικό οικοσύστημα από πλευράς υψομέτρου και γεωγραφικών συντεταγμένων, εδαφολογικών, κλιματικών και άλλων συνθηκών που επικρατούν σε αυτή. Με άλλα λόγια, το κριτήριο της επιφάνειας είναι διττό: αφενός ποιοτικό (εξαρτάται από τη στάθμιση των κριτηρίων της οργανικής ενότητας και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της) και αφετέρου ποσοτικό και συναρτάται με ένα απαιτούμενο ελάχιστο εμβαδόν ως καθοριστικό στοιχείο, ώστε να μπορεί να λειτουργήσει ένα δασικό οικοσύστημα προκειμένου να επιτελέσει τους σκοπούς του (Αθανασιάδης 2021).

Σε αυτά τα πλαίσια, το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (με την υπ' αριθ. 204262/4545/23-11-2010 εγκύκλιό του) καθόρισε αφενός ότι ως αναγκαία επιφάνεια θεωρείται η έχουσα μέγεθος λόχμης με ελάχιστο εμβαδόν 700 τ.μ. και αφετέρου ότι *«για το χαρακτηρισμό εκτάσεως ως δασικής ορίζεται το 15%, κάτω από το οποίο η έκταση χαρακτηρίζεται χορτολιβαδική, προσδιορίζεται δε ως αραιά η δασική βλάστηση που μεταξύ των διακένων χώρων των δασικών ατόμων δύναται να παρεμβληθεί άτομο με κανονική κόμη. Στην περίπτωση αυτή σύμφωνα με τη δασολογική επιστήμη το ποσοστό συγκόμωσης δεν μπορεί να υπερβεί το 25%»*. Ωστόσο, μετά την έκδοση των αποφάσεων ΣτΕ 32, 33, 34/2013, το Κράτος επανήλθε με το ΠΔ

32/2016, όπου – ύστερα από προληπτικό έλεγχο του Ε΄ τμήματος ΣτΕ – προσδιορίστηκε ως αναγκαία επιφάνεια, ενδεικτικά, αυτή των 700 τ.μ., χωρίς από την άλλη μεριά να αποκλείονται και μικρότερες εκτάσεις με δασική βλάστηση, εφόσον έχουν τα οικολογικά χαρακτηριστικά της δασοβιοκοινότητας και του ιδιαίτερου δασογενούς περιβάλλοντος και αποτελούν, κατά τους κανόνες της δασολογικής επιστήμης, λειτουργική διαχειριστική μονάδα (Μαριά 2008, Αθανασιάδης 2021).

Επειδή η μη υπαγωγή των χορτολιβαδικών και των βραχωδών εκτάσεων στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας δημιούργησε τεράστια σύγχυση στους πολίτες για το ιδιοκτησιακό τους καθεστώς (Παπαδάκης 2017), αν και ήταν προσδιορισμένο με την παρ. 2 του άρθρου 62 του ν. 998/79, στον Ν. 3208/2003 προστέθηκε η παράγραφος 7 του Ν. 998/1979, σύμφωνα με την οποία η διοίκηση και η διαχείριση των δημόσιων χορτολιβαδικών και βραχωδών εκτάσεων που δεν είχαν παραδοθεί στις Γεωργικές Υπηρεσίες με τον Ν. 1734/1987 και δεν είναι εποικιστικές, γίνεται από τη Δασική Υπηρεσία. Επίσης, με το άρθρο 10 του Ν. 3208/2003, το οποίο τροποποιήθηκε με το άρθρο 43 του Ν. 4280/2014, θεσμοθετήθηκε σε ποιες κατηγορίες δασών και χορτολιβαδικών εκτάσεων, δεν προβάλλει δικαιώματα κυριότητας το Ελληνικό Δημόσιο. Παράλληλα, με τον νόμο του 2014 ορίστηκε ότι: *«Εκτάσεις πρώην αγροτικού ή χορτολιβαδικού χαρακτήρα, στις οποίες έπαυσε η καλλιέργεια ή η βόσκηση λόγω απαγόρευσης διενέργειας διακατοχικών πράξεων επ΄ αυτών μέχρι την επίλυση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος έναντι του Δημοσίου, διατηρούν το χαρακτήρα που είχαν, εφόσον αναγνωριστούν με αμετάκλητη δικαστική απόφαση ως μη δημόσιες. Διοικητικές πράξεις που τυχόν εκδόθηκαν σύμφωνα με τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας για την προστασία τους, ανακαλούνται αυτοδίκαια»*. Τέλος, με το άρθρο 32 του Ν. 4280/2014 τροποποιήθηκαν οι διατάξεις που αφορούν τις χορτολιβαδικές και βραχώδεις εκτάσεις του άρθρου 3 Ν. 998/1979 και θεσμοθετήθηκε η έννοια των χορτολιβαδικών και βραχωδών εκτάσεων (παρ. 5α και παρ. 5β) που βρίσκονται επί ορεινών, ημιορεινών και ανώμαλων εδαφών. Με το άρθρο 5 του π.δ. 32/2016 προσδιορίστηκαν εννοιολογικά οι χορτολιβαδικές και βραχώδεις εκτάσεις ορεινών, ημιορεινών και ανώμαλων εδαφών, καθώς και οι πεδινές, οι οποίες δεν υπάγονται πλέον στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας. Έτσι, ως πεδινές χορτολιβαδικές εκτάσεις θεωρούνται οι εκτάσεις που έχουν τα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος και των οποίων, σφραγιστικά, το υψόμετρο δεν υπερβαίνει τα 100 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, η δε μέση κλίση της εδαφικής επιφάνειας δεν υπερβαίνει το 8% και η μέγιστη εδαφική κλίση δεν ξεπερνά το 12% επί του συνόλου της εδαφικής επιφάνειας. Με αυτό το Π.Δ. καθορίστηκαν και τα κριτήρια, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον χαρακτηρισμό μιας έκτασης ως δάσους ή δασικής, με βασικό χαρακτηριστικό τη δασοκάλυψη, που όταν ο βαθμός συγκόμωσης είναι υψηλότερος από 25% μία έκταση χαρακτηρίζεται ως δασική, ανεξάρτητα αν είναι δεινόφυτη ή θαμνώδης. Προστίθεται, όμως, ότι μία έκταση μπορεί να αποτελεί δάσος και με μικρότερη συγκόμωση. Με το τελευταίο κριτήριο, η έννοια της δασικής έκτασης ως εννοιολογικός χαρακτήρας εδαφών τείνει στην ουσία να εξαφανιστεί.

Η ελληνική πολιτεία, για να επιλύσει το πρόβλημα των επιλέξιμων βοσκοτόπων, δηλαδή εκτάσεων που ενεργοποιούν δικαιώματα για τους δικαιούχους κτηνοτρόφους και, κατά συνέπεια, κοινοτικές ενισχύσεις (Γιακουλάκη και Καζόγλου 2017) και τον τρόπο της διανομής των εκτάσεων αυτών, εξέδωσε σειρά νομοθετημάτων/ διατάξεων από το 2014 και εντεύθεν, όπως ν. 4264/2014, ν. 4351/2015, ΚΥΑ 1058/71977, ΦΕΚ 2331/07.07.2017 και ν. 5019/202. Με τα νομοθετήματα αυτά προσδιορίζονται οι εκτάσεις που εμπίπτουν στους βοσκοτόπους/ ή βοσκήσιμες γαίες και προσδιορίζεται το διαχειριστικό τους πλαίσιο. Συγκεκριμένα, με άρθρο 96 ν. 5019/2023, που τροποποίησε το άρθρο 1 του ν. 4351/2015 (Βοσκήσιμες Γαίες Ελλάδος), καθορίστηκε η έννοια των βοσκήσιμων γαιών ως *«οι εκτάσεις που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για βόσκηση ζώων, στις οποίες αναπτύσσεται βλάστηση αυτοφυής ή μη αυτοφυής, που προσφέρεται για βοσκή και δύναται να αποτελεί μέρος καθιερωμένων τοπικών πρακτικών. Ο χαρακτήρας και ο προορισμός των βοσκήσιμων γαιών δεν μεταβάλλεται λόγω της χρήσης τους για τη διατροφή των αγροτικών ζώων, η δε διαχείριση και η προστασία τους διέπονται από τις σχετικές για κάθε κατηγορία έκτασης διατάξεις της αγροτικής, δασικής και περιβαλλοντικής νομοθεσίας»*. Η τελευταία διευκρίνιση ήταν απαραίτητη, καθώς ο νόμος 1734/1987 και οι υπουργικές αποφάσεις που τον εξεδίκευσαν είχαν εξαιρέσει τους βοσκοτόπους από τις δασικές εκτάσεις, ταυτίζοντας τις βοσκόμενες λιβαδικές εκτάσεις με τις γεωργικές (Καποτάς 2010).

Παράλληλα όμως, με τον Ν. 4351/2015, στις βοσκήσιμες γαίες εντάχθηκαν μαζί με τις

λιβαδικές εκτάσεις και οι γεωργικές εκτάσεις (λειμώνες και υπολείμματα καλλιεργειών μετά τη συγκομιδή των προϊόντων), καθώς συμβάλλουν στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας στη χώρα μας, επειδή συμπληρώνουν το έλλειμμα βοσκήσιμης ύλης που υπάρχει νωρίς την άνοιξη και το θέρος, αντίστοιχα (Υιακούλακι και Ραπαναστάσις 2005). Ακολούθως, με το ΦΕΚ 2331/7.7.2017, οι βοσκήσιμες γαίες ταξινομήθηκαν, με βάση τη φυσιολογία και τη γενική όψη της λιβαδικής βλάστησης, σε τέσσερις τύπους: ποολίβαδα, φρυγανολίβαδα, θαμνολίβαδα και δασολίβαδα ή μερικώς δασοσκεπή λιβάδια [εκτάσεις που καλύπτονται από δασικά δενδρώδη είδη (ύψος > 3μ.) στον άωροφο με κάλυψη μέχρι 40% και από ποάδη ή ξυλώδη ή μικτό υπόροφο]. Με τα νομοθετήματα που προαναφέρθηκαν, τα δασολίβαδα και τα θαμνολίβαδα υπόκεινται στις επιπτώσεις της δασικής νομοθεσίας, ενώ τα ποολίβαδα μπορούν να εξαιρούνται από αυτή. Ιδιαίτερο ζήτημα τέθηκε για τις φρυγανώδεις εκτάσεις, οι οποίες αρχικά με εγκύκλιο και κατόπιν με απόφαση (2021) του ΥΠΕΝ θεωρείται ότι δεν συγκεντρώνουν τα κριτήρια, που πρέπει να λαμβάνονται σωρευτικά υπόψη για τον προσδιορισμό της οργανικής ενότητας (αρθ. 2 Π.Δ. 32/2016). Επομένως, οι εκτάσεις αυτές, σύμφωνα και με γνωμοδότηση του Τεχνικού Συμβουλίου Δασών, θα πρέπει να χαρακτηρίζονται είτε ως χορτολιβαδικές είτε ως αγροτικές, ανάλογα με την περίπτωση.

Είναι φανερό η αλληλοκάλυψη της νομοθεσίας, καθώς σε άλλους νόμους η ίδια έκταση θεωρείται δάσος / δασική έκταση και σε άλλους νόμους βοσκήσιμη γαία. Αυτό όμως δεν αποτελεί μία πραγματική αντίφαση, καθώς στην πρώτη περίπτωση στόχος είναι να αποκρυσταλλωθεί το ιδιοκτησιακό καθεστώς, ενώ στη δεύτερη να καθοριστεί η χρήση τους. Στα πλαίσια αυτά, το άρθρο 98 ν. 5019/2023 ενοποίησε τις διατάξεις του άρθρου 6 ν. 4351/2015 ως εξής: *«Το δικαίωμα βοσκής σε βοσκήσιμες γαίες, μεταξύ των οποίων δημόσια δάση, δασικές εκτάσεις και μη πεδινά χορτολίβαδα των παραγράφων 1, 2, 3 και 5 του άρθρου 3 του ν. 998/1979, όπως ισχύουν, στα οποία η βοσκή δεν έχει απαγορευθεί ή ρυθμιστεί βάσει των κείμενων διατάξεων της δασικής και περιβαλλοντικής νομοθεσίας, παραχωρείται στις οικείες Περιφέρειες, στις οποίες περιέρχονται και οι πρόσσοδοι από την εκμίσθωση αυτών».*

Συμπερασματικά, το ελληνικό κράτος με τις διαρκείς νομοθετικές ρυθμίσεις του και με τη συμπλήρωση ή τροποποίηση των εννοιολογικών προσδιορισμών, είχε ως σκοπό να οριοθετήσει τις μη τακτικά καλλιεργούμενες εκτάσεις (μόνο νομοθετικά) και να περιφρουρήσει και να προστατεύσει την περιουσία του. Με την ολοκλήρωση των διαδικασιών κύρωσης των δασικών χαρτών, μετά τις αποφάσεις των ΕΠΕΑ επί των ασκηθέντων αντιρρήσεων, θα απαγκιστρωθεί η ελληνική πραγματικότητα από τα νομικά συστήματα αφενός του βυζαντινορωμαϊκού και αφετέρου του οθωμανικού δικαίου, οριοθετώντας τη νέα πραγματικότητα.

Abstract

The aim of this study is the determination of the legal concept and the ownership status on forests and grasslands, with the method of historical and systematic interpretation, in combination with the legislative changes to which the constitutional interventions of 1975 and 2001 led. A historical review is made of the land ownership regime of Byzantine-Roman law and Ottoman law, which were introduced in one way or another into the Greek legal order. The diverse and fragmented legislation of the new Greek State is described, regarding land ownership issues, both operationally (over time) and spatially (geographically), as well as the legal status of protection of forests and forest lands from fires or illegal deforestation.

Βιβλιογραφία

Αθανασιάδης, Ι., 2021. Η νομοθετική και νομολογιακή εξέλιξη του δασικού αποκαταστατικού δικαίου, Αρμενόπουλος, σελ. 731 επ. Available online at <https://athanasiadis-law-dr.eu/blog-layout-2/>.

Γιακουλάκη, Μ.Δ., Καζόγλου, Ι., 2017. Η σημασία της διαχείρισης και της βελτίωσης των βοσκοτόπων στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας. Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης. Ειδική έκδοση. 45: 65-81.

Γιαννιός, Ε., Χαϊνταρλής, Μ., 2019. Ζητήματα δημόσιας δασικής ιδιοκτησίας - Ιστορικό, ανάλυση, προοπτικές, Χωροδικαιοσύνη 04/2019. Available online at <https://xorodikaiosini.gr/zitimata-dasikis-idioktisias/>.

Γώγος, Κ., 2023. Η προστασία του δάσους στο Ελληνικό Σύνταγμα, Πανηγυρική Ομιλία στο πλαίσιο του εορτασμού της Παγκόσμιας Ημέρας Δασοπονίας. Θεσσαλονίκη, 21^η Μαρτίου 2023. Αίθουσα Τελετών ΑΠΘ https://www.for.auth.gr/uploads/panigirikos_dasologia_21.3.2023.pdf

Μπάτζιου-Καρακάση, Αι., 2009. Δασική νομοθεσία, Νοτάριος 56, σελ. 26 επ..

Καποτάς, Π., 2010. Οι επιπτώσεις του καθεστώτος χρήσης των λιβαδικών εκτάσεων, Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Σχολή Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 98.

Μαριά, Ε.Α., 2008. Δάση και δασικές εκτάσεις: Από τον εννοιολογικό προσδιορισμό στην προστασία τους. Η στάση της νομολογίας, σε Δίκαιο του Περιβάλλοντος, Πρακτικά Σεμιναρίων 2008-2009, Τόμος Ι΄, Εκδόσεις Δικηγορικός Σύλλογος Αθηνών, 2011.

Παπαδάκης, Μ., 2017. Το γαιοκτητικό καθεστώς των εδαφών στην Ελλάδα, Πρακτικά Β΄ Παγκόσμιου Συνεδρίου Αποκορωνιωτών “Εισήγηση κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκόσμιου”, Χανιά 4 Σεπτεμβρίου 2017. Available online at <https://dasarxeio.com/2017/09/06/48574/>.

Πατρώνης, Β., 2015. Ελληνική Οικονομική Ιστορία - Οικονομία, Κοινωνία και Κράτος στην Ελλάδα (18ος-20ος αιώνας), Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. ISBN: 978-960-603-316-2. Available online at <https://kallipos.gr/el/>.

Παπαχαρίσης, Χ., Γιουμίδης, Β., 2020. Ο νομικός μεταβολισμός της οθωμανικής γαιοκτητικής νομοθεσίας σε θεσμούς του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου και η σύνδεση με το δίκαιο του ΑΚ, ProJustitia τ.3 E-ISSN: 2529-0401. Available online at <https://ejournals.lib.auth.gr/projustitia/>.

Υiakoulaki, M.D., Papanastasis, V.P., 2005. Diet selection of sheep and goats grazing on cereal stubble in Northern Greece. In: E. Molina Alcaide, H. Ben Salem, K.Biala, P. Morand-Fehr (eds). Sustainable grazing, Nutritional Utilization and quality of sheep and goat products. *Options Mediterraneennes*, Serie A, No 67: 225-250.

Θεματική Ενότητα: Άγρια Ζωή

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΟΥ Ε.Δ. ΠΑΡΝΗΘΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΧΡΥΣΑΕΤΟΥ (*Aquila chrysaetos*) ΚΑΙ ΤΑ ΑΛΛΑ ΑΡΠΑΚΤΙΚΑ ΠΤΗΝΑ

Τσιακίρης, Ρήγας¹; Αζμάνης, Παναγιώτης²; Βασιλάκης, Δημήτριος³; Αθανασίου, Σταύρος⁴;
Σώκος, Χρήστος⁵; Μπόκαρης, Νίκος⁶

¹ Δασαρχείο Ιωαννίνων, Μαρίκας Κοτοπούλη 62, ΤΚ. 45445, rtsiakiris@eedphm.ypen.gr

² IUCN Wildlife Health Specialist Group, Σύλλογος Ελληνικής Ιερακοθηρίας,

³ Δασαρχείο Διδυμοτείχου, Αδριανουπόλεως 1, ΤΚ. 68300

⁴ Σύλλογος Ελληνικής Ιερακοθηρίας

⁵ Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωπονίας, Μεσολόγγι

⁶ ΥΠΕΝ, Γ.Δ/νση Δασών & Δασ.Περ/ντος, Τμ. Διαχ. Άγριας Ζωής & Θήρας

Περίληψη

Στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας (ΕΔΠ) έχουν παρατηρηθεί 16 είδη ημερόβιων αρπακτικών και ως το 2010 ένα έως δύο ζεύγη χρυσαετών (*Aquila chrysaetos*), τα οποία εξαφανίστηκαν έκτοτε για άγνωστο λόγο. Ένας χρυσαετός 2^{ου} έτους, με γενετική δυσμορφία, εκγυμνάστηκε ιερακοθηρικά για οκτώ μήνες και απελευθερώθηκε στον ΕΔΠ μετά από αξιολόγηση του ενδιαίτηματος αναφορικά με την διαθεσιμότητα της λείας, των χώρων φωλιάσματος αλλά και πιθανών αρνητικών παραγόντων. Ο χρυσαετός παρακολουθείται με την χρήση δορυφορικού πομπού και τον πρώτο μήνα κινήθηκε σε πυρόπληκτες εκτάσεις στην περιφέρεια των παλιών επικρατειών του, όπου διαπιστώθηκε να θηρεύει με επιτυχία διάφορα είδη θηραμάτων και να αλληλοεπιδρά με κάποια είδη αρπακτικών και κορακοειδών. Η παρακολούθηση και η συλλογή δεδομένων συνεχίζεται με σκοπό να στοιχειοθετήσουν την μελλοντική δυνατότητα επαναφοράς του είδους στον ΕΔΠ.

Λέξεις κλειδιά: Δορυφορική παρακολούθηση, ιερακοθηρική εκγύμναση, αποκατάσταση

Εισαγωγή

Στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας (ΕΔΠ) η παρουσία των αρπακτικών πτηνών δεν έχει μελετηθεί ενδελεχώς σε σύγκριση με άλλες περιοχές της Ελλάδας. Τόσο πριν όσο και μετά τις πυρκαγιές υπάρχουν σημαντικές, αλλά αποσπασματικές, παρατηρήσεις αρπακτικών πτηνών χωρίς όμως να έχουν ποσοτικοποιηθεί και αξιολογηθεί η σημασία τους για την διατήρηση της βιοποικιλότητας του ΕΔΠ ενώ δεν υπάρχει σχετική επικαιροποίηση δεδομένων και παρακολούθηση της τάσης των πληθυσμών τους. Ειδικότερα για τον χρυσαετό μέχρι τις μεγάλες πυρκαγιές του 2010, διαβιούσαν εκεί ένα (ίσως και δύο ζεύγη) χρυσαετών, τα οποία εξαφανίστηκαν έκτοτε για άγνωστο λόγο, αφήνοντας μία κενή οικολογική νησίδα στην Πάρνηθα μέχρι σήμερα. Η μελέτη της οικολογίας και θηρευτικής επίδρασης των χρυσαετών στην τοπική πανίδα δεν είχε μελετηθεί επαρκώς στον παρελθόν αφήνοντας ένα σημαντικό γνωστικό κενό για την διαχείριση του ΕΔΠ, παρόλο που η Πάρνηθα είναι ο μόνος Εθνικός Δρυμός της χώρας όπου έχει γίνει δυναμική διαχείριση της πανίδας του, όπως η επιτυχημένη επανεισαγωγή του κρητικού αίγαγρου (*Capra hircus creticus* τοπικά Κρι-Κρι), την διατήρηση του μοναδικού εύρωστου πληθυσμού από κόκκινα ελάφια (*Cervus elaphus*) και την πρόσφατη ανακάλυψη του αγριόγιδου (*Rupicapra rupicapra*).

Η επανεισαγωγή ειδών που έχουν εξαφανισθεί για διάφορους λόγους από το φυσικό τους περιβάλλον αποκτάει όλο και μεγαλύτερη σημασία για την διατήρηση της βιοποικιλότητας παγκοσμίως και αφορά κυρίως μέχρι σήμερα κορυφαία είδη της τροφικής πυραμίδας, συχνά αρπακτικά πουλιά και σαρκοφάγα ζώα. Τα είδη αυτά εξαφανίστηκαν συχνά από λανθασμένες επιλογές του παρελθόντος αναφορικά με την διαχείριση της πανίδας προς όφελος των θηραμάτων και την κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων από δημόσιες υπηρεσίες (π.χ. καταπολέμηση «επιβλαβών» θηρευτών με την χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων). Ειδικότερα ο χρυσαετός,

ένα είδος που εξαφανίστηκε από κάποιες περιοχές του πλανήτη για τους παραπάνω λόγους, αποτέλεσε είδος για επανεισαγωγή και στην Ευρώπη, τόσο στην Αγγλία όσο και πρόσφατα στην Ιρλανδία (O'Toole κ.α. 2002). Ο χρυσαετός παρουσιάζει μείωση στην Ελλάδα λόγω της εκτεταμένης χρήσης δηλητηριασμένων δολωμάτων και έχει εξαφανισθεί από διάφορα μεγάλα νησιά όπως η Χίος, η Σύρος και η Θάσος ενώ παρουσιάζει πτωτικές τάσεις σε όλη την ηπειρωτική χώρα (Handrinos & Akriotis 1997).

Η επιλογή του Εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας ως του πρώτου χώρου πειραματικής επανεισαγωγής του στην χώρα σκοπεύει στην ενδεδειγμένη μελέτη του συνόλου της πανίδας της περιοχής καθώς της δυναμικής των πληθυσμών των θηραματικών ειδών εκεί καθώς ο ΕΔΠ αποτελεί μια εξαιρετικά ενδιαφέρουσα περίπτωση μετά την πρόσφατη εμφάνιση του λύκου και την εκρηκτική αύξηση των αγριογούρουνων. Παράλληλα με την παρακολούθηση του επανενταγμένου χρυσαετού, επιχειρείται για πρώτη φορά μία συστηματική προσπάθεια καταγραφής των αρπακτικών πτηνών της Πάρνηθας, χρησιμοποιώντας διαπιστευμένη μεθοδολογία με συνδυασμών μεθόδων καταγραφής. Η απόκτηση της γνώσης θα βοηθήσει τους διαχειριστές του Εθνικού Δρυμού να καταστρώσουν ένα αποτελεσματικότερο σχέδιο αποκατάστασης του ΕΔΠ μετά τις εκτεταμένες πυρκαγιές με την βοήθεια των πολιτών καθώς η επανεισαγωγή εμβληματικών ειδών και η παρακολούθησή τους από τους πολίτες μπορεί να δώσει σημαντικά και πολύτιμα επιστημονικά δεδομένα για την πανίδα μιας περιοχής (Surdo κ.α. 2022). Η απόκτηση της σχετικής τεχνογνωσίας και τα αποτελέσματα της πειραματικής αυτής δράσης θα μπορέσει να βοηθήσει τις δημόσιες υπηρεσίες της χώρας για την αποκατάσταση του είδους και σε άλλες περιοχές, όπου αυτό δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί σύντομα με φυσικό τρόπο, όπως στην νησιωτική Ελλάδα, αλλά και να επεκταθεί σε άλλα είδη αρπακτικών πουλιών που έχουν πρόσφατα εξαφανισθεί από διάφορες άλλες περιοχές.

Υλικά και Μέθοδοι

Ο Εθνικός Δρυμός της Πάρνηθας (ΕΔΠ) βρίσκεται στη βόρεια πλευρά της Αττικής, σε απόσταση 20 χλμ. (σε ευθεία γραμμή) ή 36 χλμ. οδικώς από την Αθήνα. Είναι ένα μεγάλο ορεινό συγκρότημα που δυτικά ενώνεται με το όρος Πάστρα και το οροπέδιο των Σκούρτων. Είναι το μεγαλύτερο και το υψηλότερο βουνό της Αττικής. Ο ΕΔΠ ιδρύθηκε δυνάμει του Β.Δ. 644/1961. Σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 336/Δ/24-7-2007 καθορίστηκαν 16 ζώνες προστασίας του ορεινού όγκου της Πάρνηθας. Ο ΕΔΠ αποτελεί Καταφύγιο Άγριας Ζωής όπου απαγορεύεται το κυνήγι, Ειδική Περιοχή Προστασίας για την ορνιθοπανίδα (SPA) και περιοχή του Δικτύου Natura 2000. Στον ιστότοπο του Φ.Δ. Πάρνηθας αναφέρεται ότι σύμφωνα με την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία και τον καθηγητή Α. Λεγάκι του Τμήματος Βιολογίας, Ε.Κ.Π.Α., υπάρχουν 158 είδη πουλιών στη Πάρνηθα από τα οποία τα 28 περιλαμβάνονται στην Οδηγία 79/409 Παράρτημα Ι, 102 είδη περιλαμβάνονται στη Σύμβαση της Βέρνης Παράρτημα ΙΙ, 58 είδη στη Σύμβαση της Βόννης και 18 είδη στο Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο. Επίσης υπάρχουν 39 είδη θηλαστικών από τα οποία 25 περιλαμβάνονται στο Κόκκινο Βιβλίο και 32 στη Σύμβαση της Βέρνης. Τέλος, έχουν καταγραφεί 29 είδη ερπετών και αμφίβιων, από τα οποία 24 είδη περιλαμβάνονται στη Συνθήκη της Βέρνης και 4 είδη στην Οδηγία 92/43. Στον ΕΔΠ έχουν καταγραφεί 23 είδη ημεροβίων και νυκτοβίων αρπακτικών πτηνών, ενώ πολλά από αυτά εικάζεται ότι φωλιάζουν, χωρίς ωστόσο να έχουν εκτιμηθεί οι πληθυσμοί τους. Για την συστηματική απογραφή των αρπακτικών πτηνών του ΕΔΠ δημιουργήθηκε ειδικό πρωτόκολλο καταγραφής των ειδών και της συμπεριφοράς τους σε κανάβο των 10 X 10 χλμ καθώς και από επιλεγμένες θέσεις παρατήρησης. Η αναγνώριση των ειδών γίνονταν με κιάλια 10 X 50 ή και τηλεσκόπιο X60 και η θέση τους σε σχέση με των παρατηρητών καταγράφονταν σε χάρτη με την χρήση GPS.

Για την πρώτη πειραματική αποκατάσταση του πληθυσμού του χρυσαετού στον ΕΔΠ, μιας και εδώ και μία τουλάχιστον δεκαετία δεν παρατηρούνται πλέον ούτε ενήλικα ούτε νεαρά άτομα του είδους εδώ, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα η μεθοδολογία της ενδυνάμωσης με την χρήση ενός δυσμορφικού χρυσαετού μετά από την πρότυπη αποκατάστασης της υγείας του και μετά από ιερακοθηρικής εκγύμναση. Ο νεαρός χρυσαετός με πολυμέλεια βρέθηκε στην περιοχή Λαγκαδά Θεσσαλονίκης στα πλαίσια της έρευνας του είδους στην περιοχή αυτή. Το πουλί με την δυσμορφία (πολυμέλεια κάτω άκρων) βρέθηκε ως νεοσσός στην φωλιά του και μεταφέρθηκε από εκεί στις εγκαταστάσεις της Κτηνιατρικής Σχολής Θεσσαλονίκης όπου υποβλήθηκε σε επιτυχή χειρουργική αφαίρεση των έκτοπων υπολειμματικών άκρων. Για την απόκτηση της θηρευτικής

συμπεριφοράς και επομένως της αυξήσης των πιθανοτήτων επιβίωσης μετά την απελευθέρωση, ο χρυσαετός εκπαιδεύτηκε ιερακοθηρικά για 8 μήνες, καθώς είναι γνωστό ότι οι νεαροί χρυσαετοί εκπαιδεύονται εντατικά από τους γονείς τους το ίδιο περίπου διάστημα αφού το κυνηγετικό ένστικτο δεν είναι αρκετό για την επιτυχή θήρευση και επιβίωση του είδους στο φυσικό περιβάλλον. Ακολουθήθηκαν τα εξής στάδια εκγύμνασης (α) δημιουργία εμπιστοσύνης/δεσμού με τον χειριστή (β) ελεγχόμενη πτήση με χρήση νήματος (γ) ελεύθερη πτήση σε διάφορους βιοτόπους (δ) πτήση σε εναιώρηση (soaring) (ε) Εισαγωγή σε ομοιώματα θηραμάτων (στ) πιλοτική ενεργή θήρα. Το πουλί εκπαιδεύτηκε ειδικότερα να θηρεύει αλεπούδες και κουρούνες, δύο είδη που βρίσκονται σε πολύ μεγάλη πυκνότητα στην περιοχή του ΕΔΠ λόγω της ύπαρξης σκουπιδιών, είδη που είναι γνωστό ότι θηρεύουν άλλα, κάποιες φορές σημαντικά προστατευόμενα είδη της πανίδας, όπως για παράδειγμα νεοσσούς από διάφορα στρουθιόμορφα είδη πουλιών (Andren, 1992, Bakaloudis κ.α. 2015). Παράλληλα εκπαιδεύτηκε να αναγνωρίζει και να τρέφεται με λαγούς και χελώνες που αποτελούν βασικά είδη διατροφής του είδους (Sidiropoulos et al. 2022). Ένας δορυφορικός πομπός τύπου Ornitella 50B, που παραχωρήθηκε από την Μονάδα Διαχείρισης Βόλβης-Κορώνειας του ΟΦΥΠΕΚΑ με απόφαση του ΥΠΕΝ, τοποθετήθηκε στην πλάτη του χρυσαετού για την συνεχή και μακροχρόνια παρακολούθηση του από ομάδα επιστημόνων (βλέπε Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Εικόνα του χρυσαετού «Λάζαρου» (ημερομηνία λήψης 09-06-2023) όπου φαίνονται η άψογη κατάσταση του φτερώματος, η σωστή θέση του πομπού και η διακριτή βαφή των 2 ακραίων πτητικών φτερών με ανοιχτό πορτοκαλί χρώμα στην αριστερή φτερούγα.

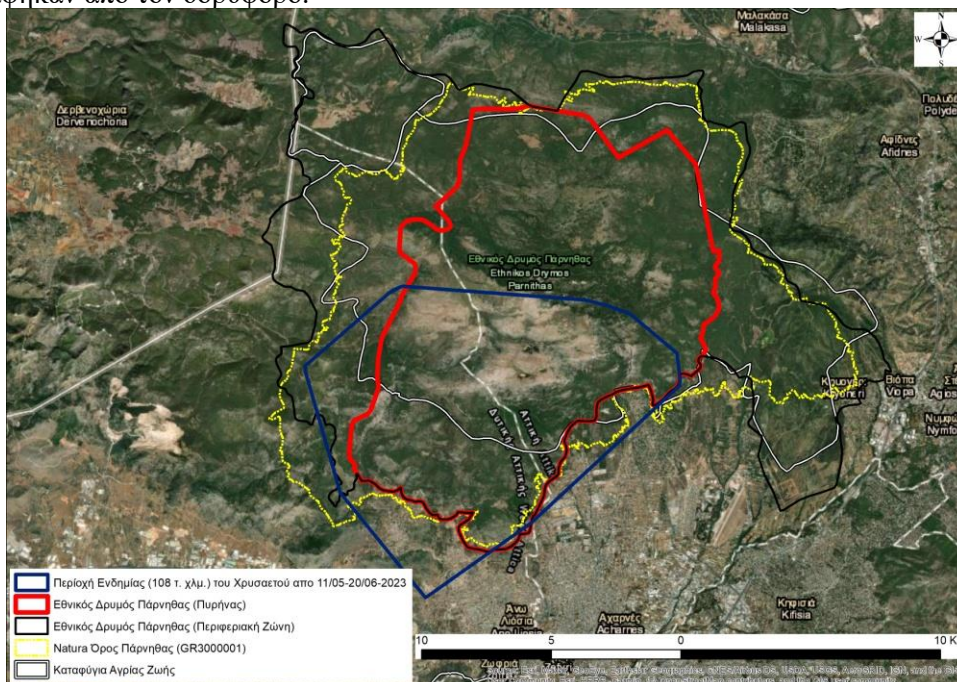
Picture 1. Image of the golden eagle "Lazarus" (date taken 09-06-2023) showing the perfect condition of the plumage, the correct position of the transmitter and the distinct bleaching of the 2 flight feathers with a light orange coloration on the left wing

Αυτός ο τύπος δορυφορικού πομπού έχει ήδη χρησιμοποιηθεί με επιτυχία τόσο στο εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής (Σιδηρόπουλος Λ. προσ. επικ.) σε ενήλικα άτομα και νεοσσούς χρυσαετούς οπότε τα δεδομένα τηλεμετρίας που θα προκύψουν θα μπορέσουν να είναι άμεσα συγκρίσιμα με εκείνα του άγριου πληθυσμού. Επιπροσθέτως, συστάθηκε Ειδική Ομάδα Πεδίου Παρακολούθησης και Άμεσης Επέμβασης για την συλλογή και εξακρίβωση δεδομένων συμπεριφοράς και υγείας του πουλιού, υπό την αιγίδα του ΥΠΕΝ. Για την εμπλοκή της κοινωνίας των πολιτών στην παρακολούθηση του πουλιού με άμεση παρατήρηση χρησιμοποιήθηκε, επίσης για πρώτη φορά στην χώρα μεταχρωματισμός των πτητικών φτερών ώστε να μπορεί να διακριθεί από μεγάλη απόσταση με κιάλια ή τηλεσκόπιο. Η μέθοδος έχει εφαρμοστεί με πολύ μεγάλη επιτυχία στις Άλπεις (Zink R, pers. com) στο πολύχρονο πρόγραμμα επανεισαγωγής του γυπαετού (*Gypaetus barbatus*), καθώς αποτελεί την φτηνότερη και ταχύτερη μέθοδο κωδικού μαρκαρίσματος μεγάλωσμων αρπακτικών πουλιών σε ατομικό επίπεδο, ιδιαίτερα σε νεαρή ηλικία όταν αυτά μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις. Η διακριτή βαφή σε διαφορετικά πτητικά φτερά και φτερούγες μπορεί να διαφέρει από άτομο σε άτομο που δύναται να

διακριθεί από μεγάλη απόσταση ιδιαίτερα με την βοήθεια των σύγχρονων φωτογραφικών μηχανών με τηλεσκοπικούς φακούς. Στην περίπτωση μας μεταχρωματίστηκαν το 6^ο και 7^ο πρωτεύοντα πτητικά φτερά (βλέπε Εικόνα 1). Για την συλλογή πληροφοριών από το κοινό δημιουργήθηκε σχετική ομάδα σε Μέσο Μαζικής Δικτύωσης (Facebook) που επιτρέπει μεταγενέστερη ανάλυση δεδομένων της επιστήμης των πολιτών.

Αποτελέσματα

Συνολικά αυτόν τον πρώτο μήνα (20 μέρες με κακοκαιρία) ο χρυσαετός διένυσε περίπου 95 χλμ. βάση δορυφόρου, αλλά η συνολική απόσταση εκτιμάται αρκετά μεγαλύτερη βάσει παρατηρήσεων της ομάδας πεδίου για συνεχή χρήση κυκλικών θερμικών ρευμάτων, που όμως δεν καταγράφηκαν από τον δορυφόρο.



Σχήμα 1. Ο Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας, οι περιοχές προστασίας και η περιοχή ενδημίας (μπλε πολύγωνο) του χρυσαετού.
Figure 1. Parnitha National Park, the protected areas and the area of settlement (blue polygon) of the golden eagle.

Κινήθηκε σε μέσο υψόμετρο 860μ και 97% εντός του πυρήνα και της περιφερειακής ζώνης του ΕΔΠ. Χρησιμοποίησε κυρίως στην νότια πλευρά του ΕΔΠ από δυτικά (Φαράγγι Μονής Κλειστών μέχρι ανατολικά την Περιοχή Φλαμπούρι (Θρακομακεδόνες) ενώ βορείως έφτασε ως την περιοχή Βίλα Παπαδόπουλου. Οι 3 περιοχές που επέλεξε για περίπου 10-15ήμερη διερεύνηση είναι σε απόλυτη εγγύτητα με τους δύο χώρους όπου υπήρχαν οι δύο επικράτειες του είδους και αυτό έγινε σε σημαντικά μικρό διάστημα με 3 μονοήμερες μόνο διανυκτερεύσεις εκτός των κρίσιμων αυτών ενδιατημάτων (Σχήμα 1). Οι δύο από τις τρεις περιοχές που επέλεξε για διαμονή άνω των 10 ημερών αποτελούνταν από πυρόπληκτες εκτάσεις.

Κατά την παρακολούθηση του επανενταγμένου χρυσαετού στο πεδίο, καταγράφηκαν και όλα τα είδη αρπακτικών πουλιών αλλά και κορακοειδή που συχνά παρουσιάζουν επιθετική στάση ιδιαίτερα αυτήν την περίοδο που είναι περίοδος αναπαραγωγής τους, όταν εντοπίσουν άλλα ανταγωνιστικά είδη στην επικράτειά τους. Τα είδη που παρατηρήθηκαν να αερομαχούν με τον χρυσαετό είναι τουλάχιστον τρία ζευγάρια κόρακες κοντά στον χώρο απελευθέρωσης (ο χρυσαετός απομακρύνθηκε από εκεί μετά τις πρώτες ημέρες), κουρούνες (ως 50 τον αριθμό-πιθανά θηράματα του χρυσαετού - που κινηματογραφήθηκαν να προσπαθούν να τον εκδιώξουν ομαδικά), ένα ενήλικο άτομο σπιζαετού (ο χρυσαετός βρέθηκε σε αερομαχία μαζί του σε ύψος 880μ και μετά την διανυκτέρευση σε αυτήν την θέση απομακρύνθηκε την επόμενη τουλάχιστον 5 χιλιόμετρα μακριά), 2 ανήλικοι σπιζαετοί (2^{ου} έτους) σε κοντινή απόσταση από τον χρυσαετό χωρίς όμως αλληλεπίδραση καθώς και διάφορα άλλα αρπακτικά με τα οποία ο χρυσαετός δεν ενεπλάκησε αερομαχίες (βλέπε Πίνακα 1). Όλα τα παραπάνω φαίνεται να μην έχουν επηρεάσει την συμπεριφορά του, καθώς ο χρυσαετός εγκαταστάθηκε στις 3 περιοχές με απόλυτη επιτυχία και

χωρίς να δημιουργήσει πρόβλημα στα παραπάνω είδη. Τα είδη όρνιο, σπιζαετός, φιδαιετός, μαυροπετρίτης, βραχοκιρκίνεζο καταγράφηκαν κυρίως σε ψευδοαλπικές και καμένες εκτάσεις του ΕΔΠ.

Πίνακας 1. Είδη αρπακτικών που παρατηρήθηκαν στις περιοχές όπου απελευθερώθηκε και κινήθηκε ο χρυσαετός καθώς και το είδος της αντίδρασης του πουλιού.

Table 1. Species of raptors observed in the areas where the golden eagle was released and moved as well as the type of reaction of the bird.

Ελληνική ονομασία (Common name)	Επιστημονική ονομασία (Scientific name)	Καθεστώς (Status)	Αριθμός ατόμων (Number of individuals)	Τύπος αντίδρασης (Type of interaction)
Όρνιο	<i>Gyps fulvus</i>	P	1	-
Φιδαιετός	<i>Circus gallicus</i>	B	8 (4-5 επικράτειες)	-
Σπιζαετός	<i>Aquila fasciatus</i>	B?	1 ενήλικο, 2 ανώριμα	Εκδίωξη από ενήλικο
Διπλοσάινο	<i>Accipiter gentilis</i>	B	1 ανήλικο, 1 ενήλικο (1 επικράτεια)	-
Ξεφτέρι	<i>Accipiter nisus</i>	B	1	-
Ποντικογερακίνα	<i>Buteo buteo</i>	B	1 νεαρό	
Σφηκογερακίνα	<i>Pernis apivorus</i>	B	1 ενήλικο επικράτεια	
Αετογερακίνα	<i>Buteo rufinus</i>	B	1 (1 επικράτεια)	
Πετρίτης	<i>Falco peregrinus</i>	B	3 (4 επικράτειες)	-
Μαυροπετρίτης	<i>Falco eleonora</i>	P	5	-
Δεντρογέρακο	<i>Falco subbuteo</i>	B	1	-
Βραχοκιρκίνεζο	<i>Falco tinnunculus</i>	B	12 (>6-8 επικράτειες)	-

Ο χρυσαετός παρατηρήθηκε πολλές φορές να κουρνιάζει/εποπτεύει τις καμένες ανοιχτές εκτάσεις από καμένα δέντρα. Σε μία από τις κούρνιες (καμένο δέντρο) βρέθηκαν φρέσκα υπολείμματα από σκοτωμένο λαγό, πέρδικα και μία ενήλικη αλεπού (Εικόνα 2) ενώ στις πυρόπληκτες περιοχές η ομάδα πεδίου παρατήρησε συχνά θηράματα όπως λαγοί, αλεπούδες, χελώνες και κουρούνες. Ο χρυσαετός φωτογραφήθηκε και παρατηρήθηκε με γεμάτο πρόλοβο 6 φορές, 4 εκ των οποίων όταν διανυκτέρευσε σε πυρόπληκτες περιοχές (Εικόνα 2β). Σε δύο από τις τρεις θέσεις υπήρχε συνεχής παρουσία τρεχούμενου νερού, ενώ το πουλί παρατηρήθηκε να πετάει με ενεργητική πτήση (χωρίς χρήση των ανοδικών ρευμάτων) ολόκληρες πλαγιές σε ισοϋψείς άνω των 100 μ και να πίνει νερό στο κανάλι του Μόρνου. Περιληπτικά η κατάσταση υγείας, η δραστηριότητα προσαρμογής και η θηρευτική δεινότητα του πουλιού στο νέο περιβάλλον αξιολογούνται ως άριστες. Η πτητική ικανότητα κρίνεται επίσης άριστη ήδη από τις πρώτες ημέρες, καθώς αξιοποίησε με επιτυχία δυσμενείς καιρικές συνθήκες, με σποραδικά ανοδικά ρεύματα και αντιμετώπισε έντονα καιρικά φαινόμενα (αρκετές ημέρες με έντονη συννεφιά και συχνά βροχή, καθημερινούς βοριάδες συχνά μεγαλύτερους από 6-7 bft) χωρίς κανένα εμφανές πρόβλημα.



Εικόνα 2. Ο χρυσαετός «Λάζαρος» αριστερά να κουρνιάζει σε καμένο δέντρο (ημερομηνία λήψης 21-06-2023) και δεξιά ο χρυσαετός «Λάζαρος» (ημερομηνία λήψης 09-06-2023) όπου διακρίνεται ο γεμάτος πρόλοβος του, απόδειξη ότι το πουλί έχει σκοτώσει θήραμα πολύ πρόσφατα (ίσως και την ίδια ημέρα) και έχει τραφεί με επιτυχία. Στην ένθετη εικόνα υπολείμματα αλεπούς που βρέθηκαν στην θέση κούρνιας και αποτέλεσε το θήραμα του.

Figure 2. The golden eagle "Lazarus" on the left perching on a burnt tree (date taken 21-06-2023) and the golden eagle "Lazarus" on the right (date taken 09-06-2023) where its full beak can be seen, proof that the bird has killed prey very recently (perhaps even the same day) and has been successfully fed. In the inset image remains-hair of a hare found at the perch and was its prey.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα πρώτα αυτά πειραματικά αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι ο ΕΔΠ αποτελεί άριστο βιότοπο για πολλά είδη ημερόβιων αρπακτικών πτηνών. Οι περισσότερες παρατηρήσεις του χρυσαετού «Λάζαρου» και των άλλων ειδών αρπακτικών πτηνών συγκεντρώθηκαν από πυρόπληκτες περιοχές, γεγονός που καταδεικνύει την σημαντικότητα τους καθώς αποτελούν εξαιρετικούς κυνηγότοπους ημερόβιων αρπακτικών πτηνών και ενδιαίτημα των θηραμάτων τους (έντομα, ερπετά, τρωκτικά, λαγόμορφα, σπληφόρα, μικρά και μεσαία σαρκοφάγα, κορακοειδή). Επιπροσθέτως, στα πλαίσια της έρευνας πεδίου εντοπίστηκε χώρος παραδοσιακής απόθεσης ψοφισμών από τους κτηνοτρόφους της περιοχής που μπορεί να αξιοποιηθεί ως ΧΤΑΠ στο άμεσο μέλλον για να ενισχυθεί η παρουσία του όρνιου, που παρατηρείται σχεδόν ετησίως σε χαμηλούς αριθμούς (1-5 άτομα) στις πυρόπληκτες εκτάσεις. Η επίδραση της φωτιάς «διάνοιξε» βίαια περιοχές που δασώθηκαν με φυσικής αναβλάστησης λόγω της απαγόρευσης αιγοβοσκίας εντός του ΕΔΠ από το 1969, κάτι που ανανεώθηκε με το άρθρο 28 του Ν. 2040/1992. Οι λιβαδικές αυτές περιοχές με χαμηλή βλάστηση, αποτελούν ενδιαίτημα πολλών ειδών ζώων ανοιχτών εκτάσεων που αποτελούν θηράματα ημερόβιων αρπακτικών πτηνών και πιθανών να ωφέλησαν την βόσκηση για τα μεγάλα σπληφόρα (ελάφι, ζαρκάδι, αίγαγρος). Σε ότι αφορά την επιλογή του ΕΔΠ για την απελευθέρωση, εγκατάσταση και επαναφορά του χρυσαετού, ως ανώτατου υπερθηρευτή στο οικοσύστημα, κρίνεται αρχικά ως επιτυχής. Τόσο ο βιότοπος, με τον συνδυασμό μεγάλων ανοιχτών εκτάσεων με πυκνό δάσος και εκτεταμένα βράχια-χαράδρες, όσο και τα τροφικά διαθέσιμα με την ποικιλία των θηραμάτων (μικρά και μεγάλα θηλαστικά, ερπετά και πουλιά) καθώς και η ύπαρξη Καταφυγίου Άγριας Ζωής (ΚΑΖ) φαίνεται ότι παίζουν εξαιρετικά θετικό ρόλο στα παραπάνω. Κύρια πιθανά θηράματα σε αφθονία που παρατηρούνται από την ομάδα πεδίου στις περιοχές επιλογής του χρυσαετού είναι οι αλεπούδες, τα κορακοειδή και ο λαγός, και σχεδόν πάντα ελάφια και μεγάλη αφθονία σε ερπετά (χελώνες). Η συχνότητα παρουσία τους ίσως να συνδέεται με την αύξηση του ενδιαίτηματός τους μετά τις πυρκαγιές. Ο χρυσαετός χρησιμοποίησε κατά 60-70% ανοιχτές πυρόπληκτες περιοχές και καμένα δέντρα ως κούρνια και θέσεις επόπτευσης. Με την δραστηριότητα του καταδεικνύει την σημαντικότητα πολύπλευρης διαχείρισης των πυρόπληκτών περιοχών όπως επίσης και της προστασίας των παλαιών επικρατειών (π.χ. φαράγγι «Mont Parnes/Χούνης»), για μελλοντικές δράσεις αποκατάστασης του είδους, αφού τις επέλεξε και τις χρησιμοποίησε άμεσα και πιθανώς να ξαναφωλιάσει σε μία από αυτές. Αρνητικό στοιχείο είναι η ύπαρξη δικτύου υψηλής τάσης στα δυτικά, κοντά στην Μονή Κλειστών, που χρειάζεται να σημειωθεί, καθώς η ευρύτερη περιοχή αποτέλεσε την δεύτερη θέση επιλογής του αετού. Επίσης, αρνητικό στοιχείο ίσως να αποτελεί ο ΑΣΠΗΕ, επίσης στα δυτικά, που όμως δεν έχει ακόμη προσεγγιστεί από τον χρυσαετό. Τέλος η ύπαρξη κατεστραμμένων μπαρών ή παραβιασμένων κλειδαριών χρειάζεται να διερευνηθεί ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η τυχαία ή σκόπιμη παρενόχληση του είδους.

Συμπερασματικά η συνολική εικόνα της διαδικασίας και της κατάστασης υγείας του πουλιού κρίνεται απολύτως επιτυχημένη και μάλιστα σε συντομότερο διάστημα από εκείνο που είχε προβλεφθεί. Η αξιολόγηση της διαδικασίας προσαρμογής του χρυσαετού με πολυμέλεια, μετά από την συμπλήρωση του πρώτου μήνα από την ημερομηνία απελευθέρωσής του στο φυσικό περιβάλλον του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας κρίνεται ως απολύτως επιτυχής. Ο χρυσαετός κατάφερε να επιβιώσει με επιτυχία αντιμετωπίζοντας δυσμενή καιρικά φαινόμενα σε πτήση (βροχή, έντονοι βόρειοι άνεμοι <7 bft). Επίσης καταγράφηκε τουλάχιστον 4 φορές να σκοτώνει με επιτυχία και να τρέφεται με διάφορα θηράματα ενώ έχει με επιτυχία αντιμετωπίσει άλλα είδη σε αερομαχίες. Ο εντοπισμός, η αναγνώρισή του από μεγάλη απόσταση αλλά και η φωτογραφική και κινηματογραφική του τεκμηρίωση στάθηκε απολύτως επιτυχημένη με την πλήρη αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας και τον συντονισμό των μελών των δύο άτυπων ομάδων παρακολούθησης

(πεδίου και δορυφορικής τηλεμετρίας). Ο δορυφορικός πομπός κρίνεται ότι έχει τοποθετηθεί και λειτουργεί ορθά, ωστόσο δεν μπορεί να αποδώσει την πλήρη δραστηριότητα του πτηνού και να επιτελέσει λειτουργίες «ζωντανής/άμεσης παρακολούθησης». Για τον λόγο αυτό κρίνεται ότι η εντατική παρακολούθηση από έμπειρη ομάδα πεδίου (η οποία θα συνεχίσει τους υπόλοιπους καλοκαιρινούς μήνες) είναι απολύτως απαραίτητη για την σωστή καταγραφή των πιο πολύτιμων δεδομένων επιβίωσης και συμπεριφοράς του αετού. Τέλος, η ομάδα υποστηρικτών της δράσης στο facebook με τίτλο «Παρακολουθώντας τον χρυσαετό Λάζαρο στην Πάρνηθα – Monitoring Lazarus» αριθμεί ήδη πάνω από 700 μέλη και στόχο έχει να ενημερώσει το ευρύ κοινό για την πορεία της δράσης και να αναδείξει την βιοποικιλότητα της Πάρνηθας, ιδιαίτερα για τα αρπακτικά πτηνά.

Abstract

In Parnitha National Park, 16 species of diurnal raptors have been observed to breed and use the burned and open areas. Until 2010, one or two pairs of golden eagles lived in the Parnitha National Park (PNP), but they have since disappeared for an unknown reason. A second-year old golden eagle, with genetic malformation, was trained with falconry methods for eight months and was released in the PNP after an assessment of the habitat in terms of prey availability, nesting sites and possible negative factors. The golden eagle has since been monitored using a satellite transmitter and during the first month it moved and spent the night exclusively in areas or in the periphery of its old known territories where it was found to successfully hunt various prey species and interact with some corvids and raptor species. Monitoring and data collection continues in order to substantiate the future possibility of reintroduction of the species to the EPC.

Βιβλιογραφία

- O'Toole, L., Fielding, A. H., & Haworth, P. F. 2002. Re-introduction of the golden eagle into the Republic of Ireland. *Biological Conservation*, 103(3), 303-312.
- Handrinos, G., & Akriotis, T. 1997. *The birds of Greece*. Christopher Helm.
- Surdo, S., Galasso, P., Cusimano, C., Reale, M., & Zafarana, M. A. 2022. Citizen science project to monitor wildlife: a first census of wintering Booted Eagle *Hieraetus pennatus* in Sicily. *Rivista Italiana di Ornitologia*, 92(2), 33-38.
- Andren, H. 1992. Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation: a landscape perspective. *Ecology*, 73(3), 794-804.
- Bakaloudis, D., Bontzorlos, V., Vlachos, C., Papakosta, M., Chatzinikos, E., braziotis, S., & Kontsiotis, V. 2015. Factors affecting the diet of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a heterogeneous Mediterranean landscape. *Turkish Journal of Zoology*, 39(6), 1151-1159.
- Sidiropoulos, L., Whitfield, D. P., Astaras, C., Vasilakis, D., Alivizatos, H., & Kati, V. 2022. Pronounced seasonal diet diversity expansion of golden eagles (*Aquila chrysaetos*) in Northern Greece during the non-breeding season: The role of tortoises. *Diversity*, 14(2), 135.

Θεματική Ενότητα: Άγρια Ζωή

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΩΝ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ

Ποϊραζίδης, Κωνσταντίνος^{1*}; Καρρής, Γεώργιος¹; Μαρτίνης, Αριστοτέλης¹; Γαστεράτος, Ιωάννης²; Βούλγαρης, Μάριος-Δημήτριος³

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Ζάκυνθος, Παναγούλα, τ.κ. 29100, e-mail: kpoiraz@ionio.gr, gkarris@ionio.gr, amartinis@ionio.gr

²Ποταμός - Κέρκυρα, Αγ. Παντελεήμονος, 28, τ.κ. 49081, e-mail: giannisgasteratos@gmail.com

³ ENVIR E.E., Περιβαλλοντικές Μελέτες Ορνιθολογικές Μελέτες, Χώρα Φολεγάνδρου, τ.κ. 84011, e-mail: m.d.voulgaris@gmail.com

Περίληψη

Τα μνημειακά δάση αποτελούν πολύτιμα οικολογικά αποθέματα βιοποικιλότητας και σημαντικά πολιτισμικά μνημεία. Κοινωνικοί και θρησκευτικοί λόγοι ήταν στο παρελθόν οι κύριες αιτίες για τη διαχρονική διατήρησή τους, αλλά στη σύγχρονη κοινωνία δέχονται σημαντικές ανθρωπογενείς πιέσεις που οδηγούν στη συρρίκνωση και σταδιακή εξαφάνισή τους. Στόχος αυτής της εργασίας ήταν η οικολογική αξιολόγηση της βιοποικιλότητας της ορνιθοπανίδας επιλεγμένων μνημειακών δασών των Ιονίων Νήσων. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε μνημειακά δάση σε τρία νησιά του Ιονίου (δύο στη Ζάκυνθο, ένα στη Λευκάδα και δύο στην Κέρκυρα). Πραγματοποιήθηκε οικολογική ανάλυση, αξιολόγηση και χωρική αποτύπωση της ποικιλότητας της ορνιθοπανίδας τους. Η μελέτη ανέδειξε τη σημασία αυτών των φυσικών μνημειακών νησίδων τόσο για τα αναπαράγόμενα όσο και για τα μεταναστευτικά είδη πτηνών.

Λέξεις κλειδιά: Αρχέγονα δάση, βιοποικιλότητα, δείκτης Shannon, Ιόνια Νησιά

Εισαγωγή

Μνημειακά δάση και δέντρα, απαντώνται παντού στον πλανήτη, από τις ευρωπαϊκές χώρες μέχρι την Ιαπωνία, την Αφρική, τα νησιά του Ειρηνικού και στο Νέο Κόσμο (Αμερική και Αυστραλία). Πρόκειται για πολύτιμα οικολογικά αποθέματα σπάνιας βιοποικιλότητας και υψηλής φυσικής και πολιτιστικής αξίας, τα οποία οφείλουμε να διατηρήσουμε για τις επόμενες γενιές. Τα ιδιαίτερα αυτά φυσικά και πολιτιστικά μνημεία, εκτός των σημαντικών οικοσυστημικών υπηρεσιών που συνεχίζουν να προσφέρουν, είναι συνδεδεμένα με το τοπίο, με την πολιτιστική και θρησκευτική κληρονομιά του κάθε τόπου (Gent και Guner 2001, Ascianto κ.α. 2013, Ascianto κ.α. 2015). Ωστόσο, οι κοινωνικές και πολιτιστικές τους αξίες συχνά παραμελούνται κατά το σχεδιασμό πολιτικών διατήρησης και κατευθυντήριων γραμμών διαχείρισης. Η συνειδητοποίηση της αξίας των παλαιών δέντρων ως μέρος της ανθρώπινης ταυτότητας και της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι απαραίτητη για την προστασία τους και την αντιμετώπιση των απειλών σε όλο τον κόσμο (Lindenmayer κ.α. 2013, Blicharska 2014).

Το ελληνικό τοπίο είναι συνδεδεμένο με τέτοια υπεραϊωνόβια δάση και δέντρα, τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό της ιστορίας του κάθε τόπου. Τα υπεραϊωνόβια δέντρα, τα οποία συνήθως είναι μεγάλα σε μέγεθος και εντυπωσιακά σε σχήματα, παίζουν έναν καθοριστικό ρόλο, φιλοξενώντας ιδιαίτερα σπάνια είδη βιοποικιλότητας, με τη γήρανσή τους δημιουργούν νέες συνθήκες αποίκησης για νέους οργανισμούς όπως λειχήνες, ξυλοφάγα έντομα, πουλιά, μικρά θηλαστικά, ενώ ακόμα και μετά το θάνατό τους συνεχίζουν να υποστηρίζουν άλλες μορφές ζωής εμπλουτίζοντας το δάσος και την τοπική βιοποικιλότητα. Τα λίγα εναπομείναντα μνημειακά δάση και δέντρα του Ιονίου αν και αποτελούν φυσικά, ιστορικά και πολιτιστικά αποθέματα, δέχονται σήμερα σημαντικές πιέσεις λόγω κυρίως ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (Martinis κ.α. 2018). Μέσα από τη λεπτομερή γνώση για την κατάσταση αυτών των μνημειακών δασών και μεμονωμένων δέντρων, θα μπορούν να εντοπιστούν και να καταγραφούν οι απειλές που επιδρούν σε αυτά, ώστε να ληφθούν τα απαραίτητα διαχειριστικά μέτρα για την προστασία, παρακολούθηση τους και ανάδειξη της υψηλής οικολογικής αξίας τους.

Στόχος αυτής της εργασίας ήταν η καταγραφή και οικολογική αξιολόγηση της ορνιθοπανίδας επιλεγμένων μνημειακών δασών των Ιονίων Νήσων. Τα πουλιά θεωρούνται αξιόπιστοι βιολογικοί δείκτες για τη βιοποικιλότητα καθώς και για την μελέτη της επίδρασης ενός μεγάλου εύρους προβλημάτων στη φύση. Σημαντικές αλλαγές στην παρουσία και αφθονία των ειδών αποτελούν δυνητικά τον κώδωνα κινδύνου για κάποια περιβαλλοντική διαταραχή, η οποία απαιτεί διαχειριστικά μέτρα (Ακριώτης κ.α. 2020).

Υλικά και Μέθοδοι

Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή πρωτογενών δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε τρία νησιά του Ιονίου. Η εκτίμηση πληθυσμού των τοπικά αναπαραγόμενων ειδών ορνιθοπανίδας, με έμφαση στα στουθιόμορφα είδη, στηρίχθηκε στη χρήση σημείων καταμέτρησης (*point counts*), ανάλογα με τον οικότοπο (πυκνότητα βλάστησης) (Ralph κ.α. 1995). Στη παρούσα μελέτη ο χρόνος των παρατηρήσεων ανά δειγματοληπτικό σταθμό ορίστηκε στα 5 min.

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 101 θέσεις σημειακών καταγραφών σε τρία νησιά του Ιονίου Πέλαγους. Αναλυτικότερα, στο νησί της Ζακύνθου (ΖΑ) σε 22 θέσεις στο δάσος Υπεράγαθο Ζακύνθου (ΥΡ) και σε 23 θέσεις στο δάσος Λόγγο Αγίου (ΛΟ), σε ένα δάσος στο νησί της Λευκάδας (ΛΕ) δάσος Σκάρων (ΣΚ) με 23 θέσεις και στην Κέρκυρα (ΚΟ), σε 18 θέσεις στο δάσος Αρκουδίλα (ΑΡ) και σε 15 θέσεις στο δάσος Ίσσοσ / λιμνοθάλασσα Κορισίων (ΚΟ) (Σχήμα 1). Επιπλέον για να μελετηθεί η επίδραση της εαρινής μετανάστευσης στη διαφοροποίηση του αριθμού της εμφανιζόμενης/καταγεγραμμένης ορνιθοπανίδας, σε σχέση με τα αναπαραγόμενα είδη, πραγματοποιήθηκαν στις περιοχές της Κέρκυρας δύο καταγραφές, η πρώτη την περίοδο της μετανάστευσης (ΚΟ.ΣΡ) και η επόμενη το καλοκαίρι (ΚΟ.ΣΥ). Γι' αυτό το λόγο, οι ανοιξιότικες και οι καλοκαιρινές καταγραφές στην Κέρκυρα παρουσιάζονται ως ανεξάρτητες ενότητες για το νησί της Κέρκυρας με αποτέλεσμα οι καταγραφές στα τρία νησιά να παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία ως τέσσερις «διακριτές ενότητες» (ΖΑ, ΛΕ, ΚΟ.ΣΡ και ΚΟ.ΣΥ).



Σχήμα 1. Θέσεις δειγματοληψίας ορνιθοπανίδας στα πέντε μνημειακά δάση των Ιονίων Νήσων
Figure 1. Bird sampling sites in the five monumental forests of the Ionian Islands

Μεθοδολογία οικολογικής αξιολόγησης της ορνιθοπανίδας

Η οικολογική αξιολόγηση της ορνιθοπανίδας, οργανώθηκε σε τέσσερα στάδια ανάλυσης:

Ανάλυση και αξιολόγηση της αφθονίας των ειδών ανά νησί και ανά δάσος

Αθροιστικές κατανομές της αφθονίας των ειδών σε σχέση με τους σταθμούς, δάση και νησιά

Ανάλυση και αξιολόγηση της *alpha* και *gamma* ποικιλότητας ανάμεσα σε σταθμούς, δάση και νησιά

Χωρική αποτύπωση των τιμών ποικιλότητας ορνιθοπανίδας σε σχέση με τα δάση

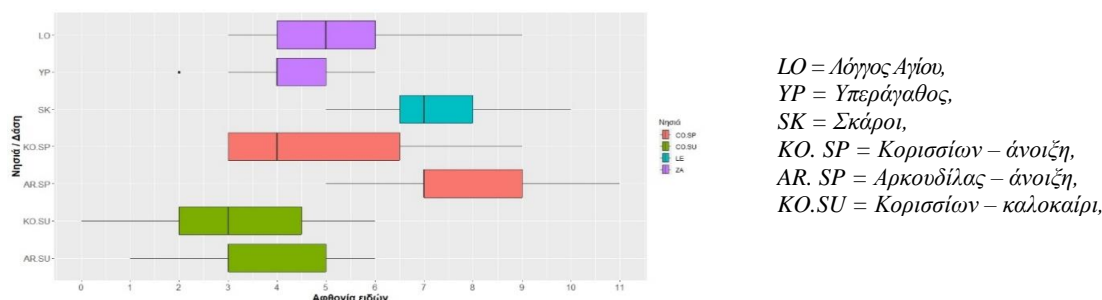
Οι στατιστικές αναλύσεις και η παραγωγή διαγραμμάτων για την αξιολόγηση της βιοποικιλότητας έγιναν με βάση κώδικα που διαμορφώθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού R.

Χρησιμοποιήθηκαν κυρίως οι βιβλιοθήκες “vegan”, “FSA” και “BiodiversityR”, ενώ για τη διαμόρφωση των διαγραμμάτων κυρίως οι βιβλιοθήκες “ggplot”, “ggthemes”, “ggrepel”, “viridis”, “hrbrthemes” και “cowplot”. Η χωρική αποτύπωση της μεταβολής των τιμών ποικιλότητας για την ορνιθοπανίδα πραγματοποιήθηκε μέσα από εργαλεία χωρικής παρεμβολής στο ArcGIS Pro, και της μεθόδου “Ordinary Kriging”.

Αποτελέσματα

Αφθονία ειδών ορνιθοπανίδας

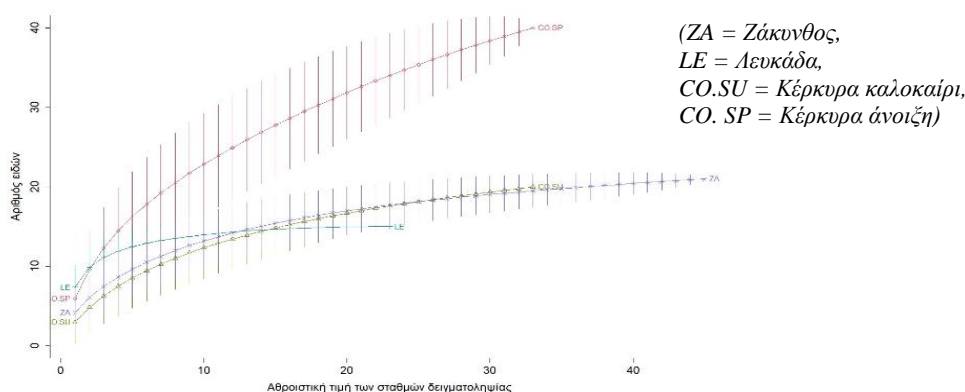
Κατά τη διάρκεια όλων των καταγραφών, παρατηρήθηκαν 59 είδη ορνιθοπανίδας. Η μέση τιμή αριθμού καταγεγραμμένων ειδών ανά σταθμό δειγματοληψίας ήταν $5,28 \pm 2,21$ με μέση διάμεσο στα πέντε (5) είδη και τη μεγαλύτερη μέση τιμή επτά (7) ειδών να παρατηρείται στο δάσος των Σκάρων στη Λευκάδα και στον Αρκουδίλα την άνοιξη (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Κατανομή τιμών αφθονίας ειδών σε κάθε σταθμό ανά δάσος
Figure 2. Distribution of species richness values at each station by forest

Αθροιστικές κατανομές της αφθονίας ειδών ορνιθοπανίδας

Η συνολική αθροιστική καμπύλη ανά νησιωτική περιοχή, έδειξε με σαφήνεια τη διάκριση ανάμεσα στη βιοκοινότητα των πτηνών που κυριαρχούν τα μεταναστευτικά είδη (Κέρκυρα με ανοιξιότικες καταγραφές – CO.SP) με μη ευθυγράμμιση της καμπύλης σε σχέση με τις άλλες καταγραφές που αναφέρονται κατά βάση στα αναπαραγόμενα είδη (Κέρκυρα με καλοκαιρινές καταγραφές – CO.SU και τα άλλα δύο νησιά (LE, ZA)). Σε σχέση με τα τρία μελετώμενα νησιά, τα παρατηρούμενα αναπαραγόμενα είδη στη Λευκάδα (Σκάροι) εμφάνισαν το μέγιστο των παρατηρούμενων ειδών ακόμα και με λίγους σταθμούς δειγματοληψίας, γεγονός που μάλλον αναδεικνύει τον υψηλό βαθμό οικολογικής ποικιλότητας και αντιπροσωπευτικότητας στο σύνολο αυτής της δασικής περιοχής (Σχήμα 3).

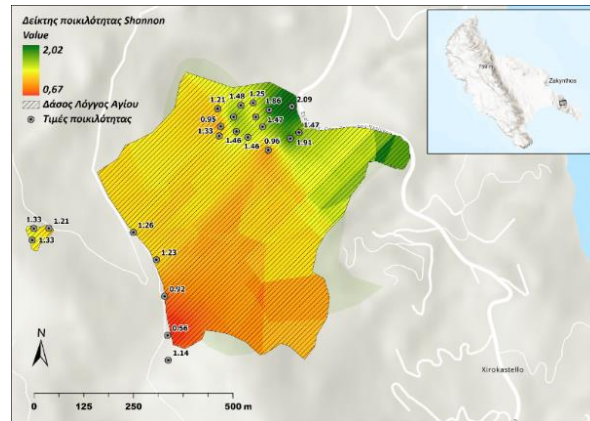


Σχήμα 3. Συνολική αθροιστική καμπύλη μεταβολής αριθμού ειδών στους σταθμούς δειγματοληψίας με βάση τις διακριτές ενότητες
Figure 3. Overall cumulative curve of the change in the number of species at the sampling stations based on discrete units

Δείκτες alpha ποικιλότητας ορνιθοπανίδας Shannon (ποικιλότητα ανά δειγματοληπτικό σταθμό)

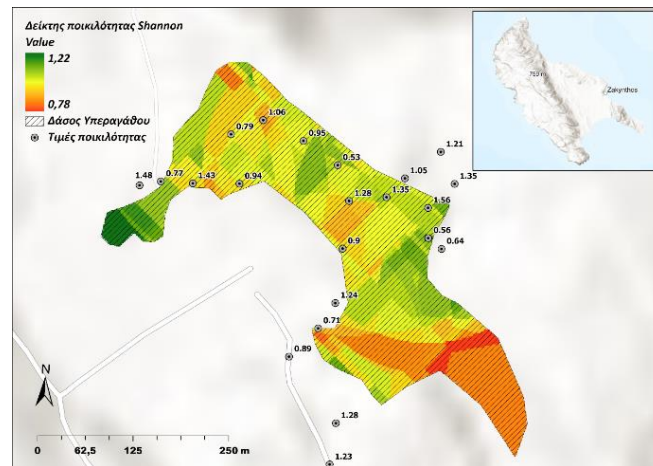
Οι μέσες τιμές alpha ποικιλότητας ανά σταθμό, κυμάνθηκαν για τα αναπαραγόμενα είδη από 0,9 ως 1,7 με διαφοροποιήσεις να καταγράφονται ανάμεσα σε δασικές περιοχές εντός των ίδιων

νησιών. Ειδικότερα, στη Ζάκυνθο, στην περιοχή του Λόγγου Αγίου η μέση τιμή της *alpha* ποικιλότητας ανά σταθμό βρέθηκε $1,34 \pm 0,34$, με μεγάλη διακύμανση ανάμεσα στους σταθμούς. Στο Λόγγο Αγίου, οι σταθμοί στα βόρεια της εν λόγω περιοχής έδειξαν μεγαλύτερες τιμές βιοποικιλότητας, γεγονός που ερμηνεύεται από την παρουσία μωσαϊκότητας ενδιαιτημάτων που χαρακτηρίζεται από έντονη διαβάθμιση φυτοκάλυψης αλλά και παρουσίας ρεμάτων (Σχήμα 4).



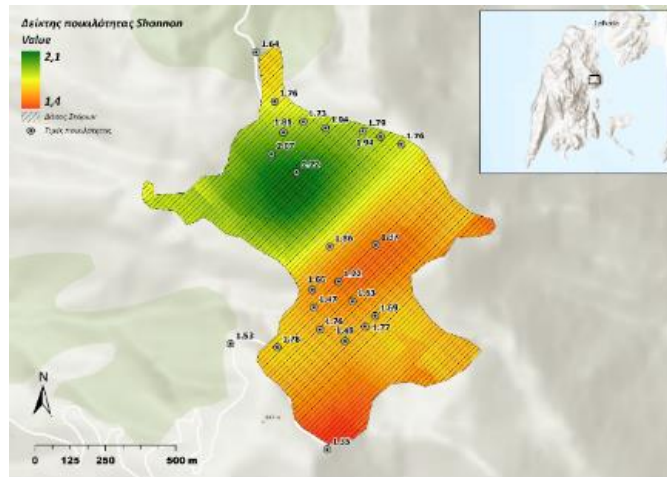
Σχήμα 4. Χωρική μεταβολή δείκτη ποικιλότητας Shannon στο δάσος Λόγγος Αγίου στη Ζάκυνθο
Figure 4. Spatial variation of Shannon diversity index in Logos Agiou forest, Zakynthos

Στο δάσος Υπεραγάθου, η μέση τιμή βρέθηκε αρκετά χαμηλότερη με τιμές $1,05 \pm 0,30$ με μικρή διαβάθμιση στις τιμές βιοποικιλότητας, γεγονός που πιθανότατα ερμηνεύεται από την απουσία σημαντικής μωσαϊκότητας ενδιαιτημάτων, τον υψηλό βαθμό δασοκάλυψης και την απουσία ακάλυπτων χώρων που θα μπορούσαν λειτουργώντας ως πεδία τροφοληψίας να προσελκύσουν μεγαλύτερη ποικιλία ειδών ορνιθοπανίδας (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Χωρική μεταβολή δείκτη ποικιλότητας Shannon στο δάσος Υπεραγάθου στη Ζάκυνθο
Figure 5. Spatial variation of Shannon diversity index in Yperagathos forest, Zakynthos

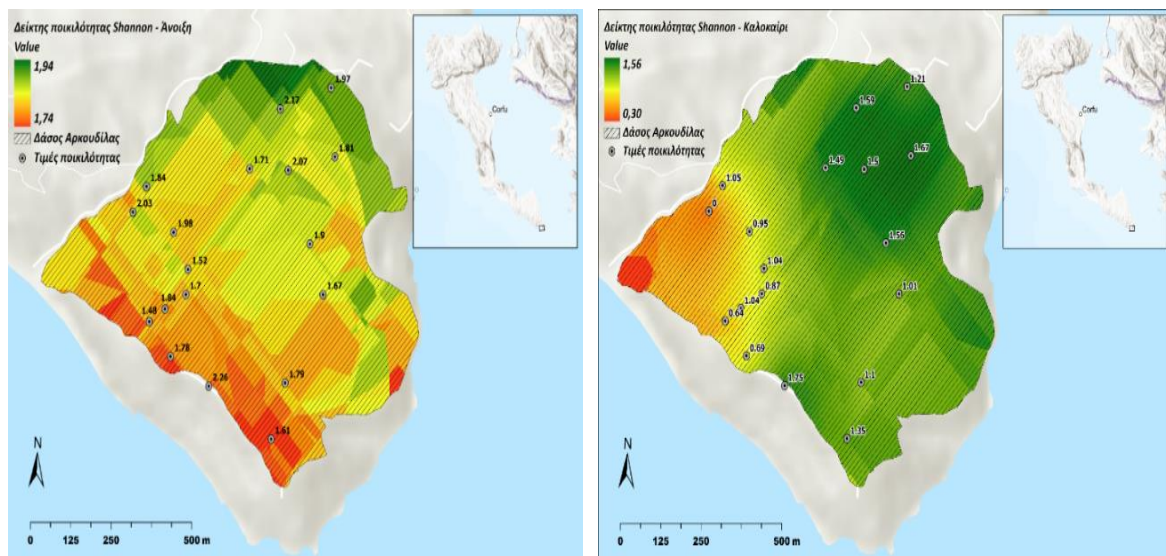
Στην περιοχή του δάσους Σκάρων η μέση τιμή της *alpha* ποικιλότητας βρέθηκε αρκετά υψηλή $1,70 \pm 0,23$. Οι δειγματοληπτικοί σταθμοί έδειξαν μικρή διαβάθμιση και αρκετά υψηλές τιμές στις τιμές βιοποικιλότητας, γεγονός που πιθανότατα ερμηνεύεται από την παρουσία σημαντικής μωσαϊκότητας ενδιαιτημάτων, τη διαβάθμιση στο βαθμό φυτοκάλυψης και την έντονη παρουσία ακάλυπτων χώρων (όπως για παράδειγμα παρατηρείται στην κεντρική περιοχή του δάσους) που μπορούν να λειτουργήσουν ως πεδία τροφοληψίας, και συνεπώς να προσελκύσουν αυξημένη ποικιλία ειδών ορνιθοπανίδας (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Χωρική μεταβολή δείκτη ποικιλότητας Shannon στο δάσος Σκάρων στη Λευκάδα
 Figure 6. Spatial variation of Shannon diversity index in Skaroi forest, Zakynthos

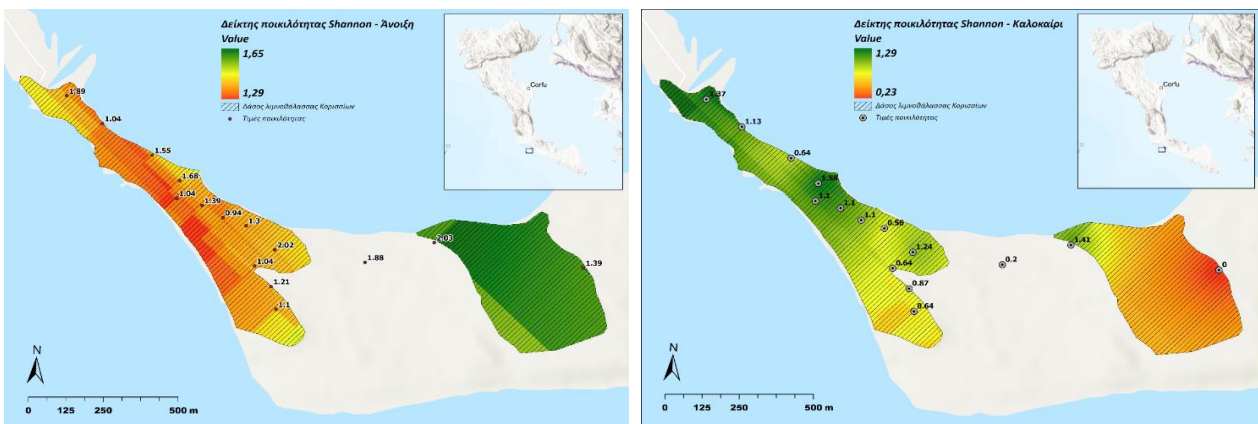
Στο νησί της Κέρκυρας καταγράφηκαν διαφοροποιήσεις τόσο ανάμεσα στις δύο περιοχές αλλά και σε σχέση με την περίοδο δειγματοληψίας. Στην περιοχή του δάσους Αρκουδίλα βρέθηκε η υψηλότερη μέση τιμή της *alpha* ποικιλότητας κατά τη διάρκεια των ανοιξιάτικων καταγραφών ($1,84 \pm 0,22$). Αντίθετα στην ίδια περιοχή, κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών καταγραφών η τιμή έπεσε στο $1,14 \pm 0,44$. Η μείωση της βιοποικιλότητας συγκριτικά με την αντίστοιχη την περιοχή της άνοιξης, αιτιολογείται από την απουσία μεταναστευτικών ειδών στην περιοχή ενδιαφέροντος.

Στον Αρκουδίλα – ανοιξιάτικες καταγραφές, οι σταθμοί έδειξαν μικρή διαβάθμιση και υψηλές τιμές στις τιμές βιοποικιλότητας. Το γεγονός αυτό πιθανότατα ερμηνεύεται από την υλοποίηση των δειγματοληψιών κατά τη διάρκεια της μεταναστευτικής περιόδου, την παρουσία σημαντικής μωσαϊκότητας ενδιαιτημάτων, την διαβάθμιση στο βαθμό φυτοκάλυψης, αλλά και την παρουσία αρκετών σταθμών στα όρια της δασικής περιοχής και κατά συνέπεια την ευεργετική επίδραση του φαινομένου ακμής (*edge effect*) στην αυξημένη ποικιλία ειδών ορνιθοπανίδας (Σχήμα 7). Οι δειγματοληπτικοί σταθμοί στα όρια της περιοχής ενδιαφέροντος μπορούν να λειτουργήσουν ως ζωτικής σημασίας ζώνες αλληλεπίδρασης μεταξύ οικοσυστημάτων που γειτνιάζουν, που μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετική σύνθεση βιοκοινοτήτων και αυξημένο πλούτο ειδών συγκριτικά με το εσωτερικό του δασικού οικοσυστήματος.



Σχήμα 7. Χωρική μεταβολή δείκτη ποικιλότητας Shannon στο δάσος Αρκουδίλα, την άνοιξη (αριστερά) και καλοκαίρι (δεξιά)
 Figure 7. Spatial variation of Shannon diversity index in Arkoudila forest, Corfu, spring (left) and summer (right).

Στην περιοχή του δάσους λιμνοθάλασσας Κορισσίων, η μέση τιμή της ποικιλότητας κατά τη διάρκεια των ανοιξιάτικων καταγραφών με χρήση του δείκτη *Shannon* βρέθηκε $1,43 \pm 0,38$, με μεγάλη όμως πτώση κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών καταγραφών ($0,90 \pm 0,45$). Στην περιοχή του δάσους λιμνοθάλασσας Κορισσίων την άνοιξη, οι δειγματοληπτικοί σταθμοί έδειξαν μικρή διαβάθμιση στις τιμές βιοποικιλότητας με σχετικά υψηλές τιμές, γεγονός που πιθανότατα ερμηνεύεται από την υλοποίηση των δειγματοληψιών κατά τη διάρκεια της μεταναστευτικής περιόδου, την παρουσία μωσαϊκότητας ενδιαιτημάτων, αλλά και την παρουσία αρκετών σταθμών στα όρια της δασικής περιοχής και του υγροτοπικού συστήματος και κατά συνέπεια στην ευεργετική επίδραση του φαινομένου ακμής (*edge effect*) στην αυξημένη ποικιλία ειδών ορνιθοπανίδας όπως αναλύθηκε και προηγουμένως (Σχήμα 8). Η μείωση της βιοποικιλότητας το καλοκαίρι συγκριτικά με την αντίστοιχη της περιοχής την άνοιξης αιτιολογείται και εδώ από την απουσία των μεταναστευτικών ειδών. Παρατηρήθηκε εκ νέου το φαινόμενο ακμής (*edge effect*) με υψηλότερες τιμές βιοποικιλότητας να παρουσιάζονται κυρίως σε δειγματοληπτικούς σταθμούς στα όρια της περιοχής ενδιαφέροντος (Σχήμα 8).

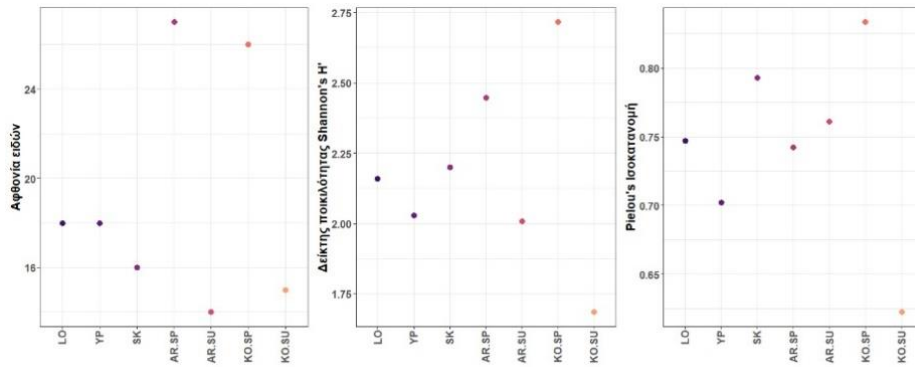


Σχήμα 8. Χωρική μεταβολή δείκτη ποικιλότητας *Shannon* στο δάσος Κορισσίων την άνοιξη (αριστερά) και καλοκαίρι (δεξιά)
Figure 8. Spatial variation of *Shannon* diversity index in Koriassion forest, Corfu, spring (left) and summer (right).

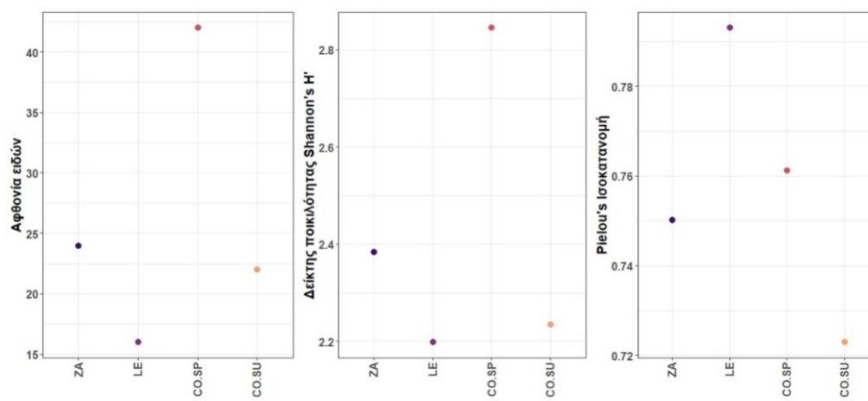
Gamma ποικιλότητα ορνιθοπανίδας (ποικιλότητα ανά διακριτή ενότητα και ανά νησί).

Τα συγκριτικά αποτελέσματα με χρήση του δείκτη *Shannon* ανά δασική ενότητα, ανέδειξαν το δάσος Αρκουδίλα και το δάσος λιμνοθάλασσας Κορισσίων κατά τις ανοιξιάτικες καταγραφές ως τα δασικά συστήματα με τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα ορνιθοπανίδας τόσο ως προς την τιμή του δείκτη *Shannon* όσο και ως προς τον απόλυτο αριθμό ειδών, αν και η ισοδιανομή (*evenness*) στο δάσος Αρκουδίλα δεν είχε υψηλή τιμή (Σχήμα 9). Επιπλέον, το δάσος Αρκουδίλα και το δάσος λιμνοθάλασσας Κορισσίων κατά τις καλοκαιρινές καταγραφές αποτέλεσαν τα δασικά συστήματα με τη μικρότερη βιοποικιλότητα ορνιθοπανίδας τόσο ως προς την τιμή του δείκτη *Shannon* όσο και ως προς τον απόλυτο αριθμό ειδών. Η πιθανή εξήγηση και για τις δύο περιπτώσεις εστιάζεται στις διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας, μια και οι ανοιξιάτικες καταμετρήσεις στις δύο αυτές περιοχές της Κέρκυρας πραγματοποιήθηκαν με την έξαρση (*pick*) της εαρινής μετανάστευσης πτηνών στο Ιόνιο. Η βιοποικιλότητα στις άλλες τρεις νησιωτικές δασικές περιοχές σε Ζάκυνθο και Λευκάδα ήταν σε συγκρίσιμα επίπεδα ενώ αξίζει να σημειωθεί η μεγάλη τιμή ισοδιανομής στο δάσος των Σκάρων (Σχήμα 9).

Τα συγκριτικά αποτελέσματα με χρήση του δείκτη *Shannon* ανά νησί, ανέδειξαν το νησί της Κέρκυρας κατά τις ανοιξιάτικες καταγραφές ως το νησί με τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα ορνιθοπανίδας τόσο ως προς την τιμή του δείκτη *Shannon* όσο και ως προς τον απόλυτο αριθμό ειδών, αν και η ισοδιανομή (*evenness*) στις ανοιξιάτικες καταγραφές στην Κέρκυρα είχε τη δεύτερη υψηλότερη τιμή μετά τη Λευκάδα (Σχήμα 10). Η σύγκριση των άλλων τριών περιοχών (Ζάκυνθος, Λευκάδα και Κέρκυρα κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού) ανέδειξε τη Ζάκυνθο ως το νησί με την υψηλότερη βιοποικιλότητα τόσο ως προς την τιμή του δείκτη *Shannon* όσο και ως προς τον απόλυτο αριθμό ειδών, γεγονός που μάλλον θα πρέπει να αποδοθεί στην πιο έντονη παρουσία αναπαραγόμενων ειδών ορνιθοπανίδας στο εν λόγω νησί (Σχήμα 10).



Σχήμα 9. Αφθονία ειδών, Δείκτης ποικιλότητας Shannon's και Ισοκατανομή ορνιθοπανίδας ανά μνημειακό δάσος
Figure 9. Species richness, Shannon's diversity index, and evenness of avifauna by monumental forest



Σχήμα 10. Αφθονία ειδών, Δείκτης ποικιλότητας Shannon's και Ισοκατανομή ορνιθοπανίδας ανά νησί
Figure 10. Species richness, Shannon's diversity index, and evenness of avifauna by island

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Στη παρούσα εργασία, αναλύθηκε η βιοποικιλότητα της ορνιθοπανίδας σε δασικά μνημειακά αποθέματα των νήσων Κέρκυρα, Λευκάδα και Ζάκυνθο. Αν και τα περισσότερα είδη που καταγράφηκαν ήταν επιδημικά προσφέροντας αναπαραγωγικό καταφύγιο σε μια πλούσια ορνιθοπανίδα, αυτές οι δασικές νησίδες αποτελούν παράλληλα σημαντικούς ενδιάμεσους νησιωτικούς μεταναστευτικούς σταθμούς ανεφοδιασμού και ξεκούρασης, καθώς η ευρύτερη περιοχή του Ιονίου χαρακτηρίζεται ως ένας από τους πιο σημαντικούς μεταναστευτικούς διαδρόμους του Παλαιαρκτικό-Αφροτροπικού συστήματος μετανάστευσης στην Κεντρική και Ανατολική Μεσόγειο (Newton 2008, Hahn κ.α. 2009, Barboutis κ.α. 2022). Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών ορνιθοπανίδας που καταγράφηκε την άνοιξη στα δύο δασικά οικοσυστήματα της Κέρκυρας συγκριτικά με αυτά της Ζακύνθου και Λευκάδας, αποδίδεται κυρίως στην παρουσία περισσότερων μεταναστευτικών ειδών. Η παρουσία υγροτοπικού συστήματος σε γειτνίαση με το δάσος λιμνοθάλασσας Κορισσίων και η θέση του δάσους Αρκουδίλα στο νότιο άκρο του νησιού της Κέρκυρας πάνω από το ακρωτήριο Ασπρόκαβος που χαρακτηρίζεται ως πέρασμα μεταναστευτικών ειδών, ενισχύει τα ευρήματα της παρούσας έρευνας. Επιπροσθέτως η Ζάκυνθος εντοπίζεται πιο κοντά στα Στροφάδια τα οποία χαρακτηρίζονται ως ένας από τους σημαντικότερους στενωπούς μετανάστευσης (*migratory bottleneck*) στην ανατολική και κεντρική Μεσόγειο, που προσφέρει ξεκούραση και ανεφοδιασμό σε μεταναστευτικά είδη (Barboutis κ.α. 2022). Κατά συνέπεια πολλά από αυτά τα μεταναστευτικά πτηνά δεν χρειάζεται να σταθμεύσουν στη Ζάκυνθο, αποφεύγοντας έτσι και την όχληση-θανάτωση από την ανοιξιότικη λαθροθηρία που αποτελεί «παράδοση» στο νησί και για την οποία γίνεται προσπάθεια για συστηματικό έλεγχο και αποτροπή της (Astaras κ.α. 2023, Karris κ.α. 2020).

Άλλη σημαντική παράμετρος διαφοροποίησης της βιοποικιλότητας της ορνιθοπανίδας στα τρία νησιά κρίνεται και ο διαφορετικός βαθμός ασκούμενων ανθρωπογενών πιέσεων στις περιοχές ενδιαφέροντος της Ζακύνθου και της Λευκάδας συγκριτικά με αυτές της Κέρκυρας. Ειδικότερα, οι δασικές πυρκαγιές σε Ζάκυνθο που επιφέρουν συρρίκνωση των κατάλληλων ενδιαιτημάτων

ξεκούρασης, τροφοληψίας και αναπαραγωγής και η σημειακή υπερβόσκηση που εμποδίζει την αναγέννηση του δάσους των Σκάρων στη Λευκάδα διατηρώντας την έντονη παρουσία ακάλυπτων περιοχών που λειτουργεί αποτρεπτικά για την προσέλκυση κρυπτικών ειδών ορνιθοπανίδας, απαιτούν κατάλληλα μέτρα διαχείρισης-προστασίας για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας αυτών των δασικών οικοσυστημάτων.

Από τα είδη ορνιθοπανίδας που είχαν κοινή και έντονη παρουσία στα μνημειακά δασικά νησιωτικά οικοσυστήματα που εξετάστηκαν, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν η Γαλαζοπαπαδίτσα (*Cyanistes caeruleus*), ο Καλόγερος (*Parus major*), ο Μαυροτσιροβάκος (*Sylvia melanocephala*) και ο Κότσυφας (*Turdus merula*) διότι αποτελούν αντιπροσωπευτικά αναπαραγόμενα είδη με μόνιμη παρουσία καθ' όλο τον ετήσιο κύκλο. Ειδικότερα, η Γαλαζοπαπαδίτσα απαντάται σε δασώδεις εκτάσεις και κυρίως σε φυλλοβόλα ή μικτά δάση αλλά και σε πάρκα και κήπους ενώ τοπικά παρατηρείται και σε ελαιώνες (Keller κ.α. 2020). Αποτελεί πολύ κοινό είδος σε δρυοδάση της Ελλάδας, όπως επιβεβαιώθηκε και στην περίπτωση του Δάσους Σκάρων στη Λευκάδα, ενώ απαντάται σε όλες τις περιοχές της χώρας εκτός από κάποια νησιά του Αιγαίου.

Από τα μελετώμενα δάση, το δρυοδάσος των Σκάρων, ένα μνημειακό δάσος με αρχέγονα δέντρα δρυός (*Quercus pubescens*, *Q. ilex*, *Q. frainetto*, *Q. macrolepis*, *Q. coccifera*), δέχεται την εντονότερη ανθρωπογενή πίεση, κυρίως από υπερβολική βόσκηση, με αποτέλεσμα τη μείωση της βιοποικιλότητας (κυρίως λόγω της συρρίκνωσης της ποώδους βλάστησης) και τη σχεδόν παντελή έλλειψη φυσικής αναγέννησης. Στα μνημειακά δάση της Ζακύνθου (*Q. ilex*, *Q. coccifera*, και ψηλοί μεσογειακοί θάμνοι) και δευτερευόντως στα δάση της λιμνοθάλασσας Κορισσίων (*Ammophila arenaria*, *Crucianella maritima*, *Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa*, *Juncus acutus* και *Juncus subulatus*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Laurus nobilis*, *Juniperus phoenicea*) η κύρια απειλή είναι από δασικές πυρκαγιές (στην Υπεράγαθο μια γειτονική πυρκαγιά πευκοδάσους το 2019 σταμάτησε στα ΒΔ όρια του δάσους). Γενικά, αυτά τα οικοσυστήματα είναι εξαιρετικά πολύπλοκα συστήματα, με πολλές φυσικές, γεωχημικές και βιολογικές διεργασίες.

Στη Ζάκυνθο τα μνημειακά δάση βρίσκονται σε ιδιοκτησιακό καθεστώς της Εκκλησίας. Η σύνδεση με τη θρησκεία, φαίνεται ότι είχε σαν αποτέλεσμα την προστασία και διατήρησή τους, κάτι που παρατηρείται και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Marini Govigli κ.α. 2020). Τόσο η μελέτη όσο και η διαχείρισή των μνημειακών δασών απαιτούν πολυεπίπεδη πληροφόρηση και βαθιά κατανόηση της δομής και της λειτουργίας τους ενώ όπως φάνηκε και σε πρόσφατη έρευνα, θα ήταν σκόπιμο να ενσωματωθούν σε δίκτυα προστατευόμενων περιοχών ώστε να συμβάλλουν στον μέγιστο δυνατό βαθμό στη διατήρηση των αξιών τους (Avtzis κ.α. 2018).

Abstract

Monumental forests are valuable ecological reserves of biological diversity as well as important cultural monuments. In the past, social, and religious reasons were the main reasons for their preservation over time, but in modern society, they are subject to significant anthropogenic pressures leading to their shrinkage and gradual disappearance. The aim of this study was to carry out an ecological assessment of the biodiversity of the avifauna of selected monumental forests of the Ionian Islands. The data collection was carried out in the monumental forests of three Ionian islands (two in Zakynthos, one in Lefkada, and two in Corfu). An ecological analysis was carried out to assess and map the avian diversity of monumental forests. The study has highlighted the importance of these natural monumental islands for both the breeding and the migratory species.

Βιβλιογραφία

- Ακριώτης, Τ., Ποϊραζίδης, Κ., Καρρής, Γ., Μποντζώρλος, Β., 2020. Τα Πτηνά, στο: Η Πανίδα της Ελλάδας – Βιολογία και Διαχείριση της Άγριας Πανίδας. Εκδόσεις Broken Hill Publishers Ltd. Κύπρος, σελ. 681-756.
- Asciuto, A., Di Franco, C.P., Schimmenti, E., 2013. An exploratory study of sustainable rural tourism in Sicily. *International Journal of Business and Globalisation* 11: 149–158.
- Asciuto, A., Borcellino, V., D'Acquisto, C.M., Franco, C.P., Di Geraro, M., Schimmenti, E., 2015. Monumental trees and their existence value: case study of an Italian natural park. *Journal of Forest Science* 61 (2): 56–61.
- Astaras, C., Sideri-Manoka, Z.-A., Vougioukalou, M., Migli, D., Vasiliadis, I., Sidiropoulos, S.,

- Barboutis, C., Manolopoulos, A., Vafeiadis, M., Kazantzidis, S., 2023. Acoustic Monitoring Confirms Significant Poaching Pressure of European Turtle Doves (*Streptopelia turtur*) during Spring Migration across the Ionian Islands, Greece. *Animals* 13, 687.
- Avtzis, D.N., Stara, K., Sgardeli, V., Betsis, A., Diamandis, S., Healey, J.R., Kapsalis, E., Kati, V., Korakis, G., Marini Govigli, V., Monokrousos, N., Muggia, L., Nitsiakos, V., Papadatou, E., Papaioannou, H., Rohrer, A., Tsiakiris, R., Van Houtan, K.S., Vokou, D., Wong, J.L.G., Halley J.M., 2018. Quantifying the conservation value of Sacred Natural Sites. *Biological Conservation* 222: 95-103.
- Barboutis, C., Navarrete, E., Karris, G., Xirouchakis, S., Fransson, T., Bounas, A., 2022. Arriving depleted after crossing of the Mediterranean: obligatory stopover patterns underline the importance of Mediterranean islands for migrating birds. *Animal Migration* 9: 27-36.
- Blicharska, M., Milkusinski, G., 2014. Incorporating Social and Cultural Significance of Large Old Trees in Conservation Policy. *Conservation Biology* 28 (6): 1558-1567
- Gent, M., Guner, T., 2001: A new method to select monumental tree among the forest tree species of Turkey, *Proceedings of the International Conference: Forest Research: A Challenge For an Integrated European Approach Volume I*, edited by K. Radoglu NAGREF- Forest Research Institute Thessaloniki, August 2001· Page 55 – 60.
- Hahn, S., Bauer, S., Liechti, F., 2009. The Natural Link between Europe and Africa: 2.1 Billion Birds on Migration. *Oikos* 118: 624-626.
- Karris, G., Martinis, A., Kabassi, K., Dalakiari, A., Korbetis, M., 2020. Changing Social Awareness of the Illegal Killing of Migratory Birds in the Ionian Islands, Western Greece. *Journal of Biological Education* 54: 162-175.
- Keller, V., Herrando, S., Voříšek, P., Franch, M., Kipson, M., Milanese, P., Martí, D., Anton, M., Klvaňová, A., Kalyakin, M.V., Bauer, H.-G., Foppen, R.P.B., 2020. European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change. European Bird Census Council & Lynx Edicions, Barcelona, Spain, p.p. 967.
- Lindenmayer, D. B., Laurance, W. F., Jerry F. Franklin, G. F., Gene E. Likens, G. F., Banks S., Blanchard, W., Gibbons, Ph., Ikin, K., Blair, D., Mcburney, L., 2013. New policies for old trees: averting a global crisis in a keystone ecological structure. *Conservation Letters* 7:61–69.
- Martinis, A., Chaideftou, E., Minotou, C., Poirazidis, K., 2018. Ecological assessment of *Juniperus turbinata* forest on the Strofades Islands, Ionian Sea, Greece. *Journal of Forest Science* 64: 345-352.
- Marini Govigli, V., Healey, J.R., Jennifer, L., Wong, G., Stara, K., Tsiakiris, R., Halley, J.M., 2020. When nature meets the divine: effect of prohibition regimes on the structure and tree species composition of sacred forests in northern Greece. *Web Ecology* 20: 53-86.
- Newton, I., 2008. The migration ecology of birds. Academic Press. Waltham, Massachusetts, USA, p.p. 984.
- Ralph, C.J., Sauer, J.R., Droege, S., 1995. Monitoring Bird Populations by Point Counts. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, USA, p.p.187.

Θεματική Ενότητα: Υλωρική

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΛΟΙΟΦΑΓΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ (COLEOPTERA, SCOLYTINAE) ΣΤΟ ΠΕΥΚΟΔΑΣΟΣ ΤΗΣ ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ

Αβτζής, Δημήτριος Ν.¹; Ελευθεριάδου, Νικολέτα²; Καλτσίδης, Αχιλλέας³; Γκουρογιάννης, Ιωάννης³; Καλτσάς, Δημήτρης⁴; Κουτσούκος, Ευάγγελος⁵; Γαλαζούλας, Αθανάσιος⁶; Faccoli, Massimo⁷

¹ Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών – Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός Δήμητρα, 57006 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

² Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα, Ελλάδα.

³ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

⁴ Δον Δαλεζίου 45, Τ.Κ. 38221, Βόλος, Ελλάδα.

⁵ Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Ζωολογίας και Θαλάσσιας Βιολογίας, Τ.Κ. 15784, Αθήνα, Ελλάδα.

⁶ Δασαρχείο Αλεξανδρούπολης, Βενιζέλου 5, Τ.Κ. 68100, Αλεξανδρούπολη, Ελλάδα.

⁷ Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and the Environment, University of Padua, Viale dell'Università, 16 - 35020 Legnaro (PD), Italy.

Περίληψη

Τα φλοιοφάγα έντομα αποτελούν μια από τις σημαντικότερες απειλές στα δασικά οικοσυστήματα, καθώς οι ολοένα και συχνότερες πληθυσμιακές εξάρσεις τους λόγω της κλιματικής αλλαγής δημιουργούν εκτεταμένες νεκρώσεις. Στο πευκοδάσος της Σαμοθράκης τα τελευταία χρόνια παρουσιάζονται αυξητικές τάσεις των πληθυσμών φλοιοφάγων εντόμων. Με σκοπό αναγνώριση και καταγραφή της κοινότητας των φλοιοφάγων εντόμων της περιοχής, αλλά και την αξιολόγηση της συστηματικής χρήση φερομονικών παγίδων ως μέτρο αποτελεσματικού περιορισμού της παρουσίας και επίδρασής τους, εγκαταστάθηκαν 77 φερομονικές παγίδες, εφοδιασμένες με τις κατάλληλες προσελκυστικές ουσίες, οι οποίες ελέγχονταν μηνιαία κατά το 2021 και 2022. Με την ολοκλήρωση των δειγματοληψιών, έχουν αναγνωριστεί συνολικά 12 είδη φλοιοφάγων εντόμων, που ανήκουν σε 9 γένη. Ενώ σύμφωνα με τα αποτελέσματα κάποια είδη παρουσιάζουν μεγαλύτερους πληθυσμούς, η συνεργιστική δράση τους οδήγησε στην συνολική υποβάθμιση του πευκοδάσους της Σαμοθράκης.

Λέξεις κλειδιά: φλοιοφάγα έντομα, φερομονικές παγίδες, Scolytinae, πευκοδάσος, Σαμοθράκη

Εισαγωγή

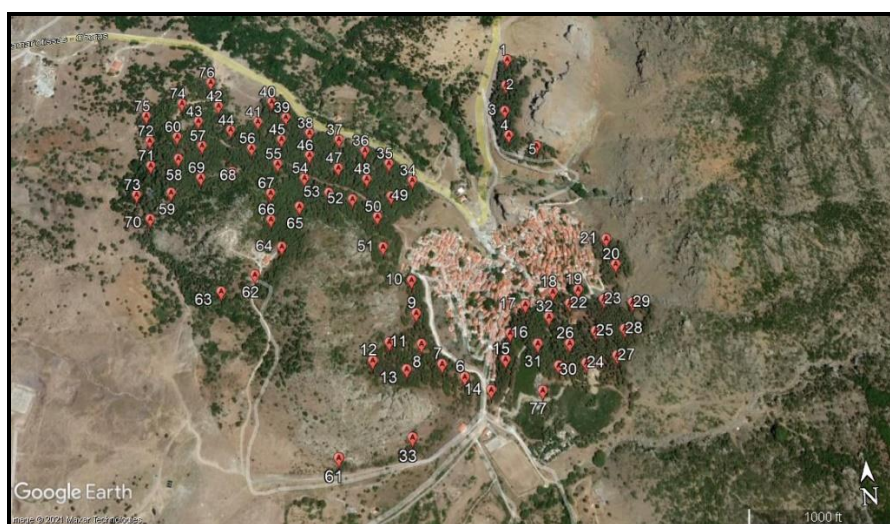
Τα φλοιοφάγα έντομα (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) αποτελούν μια από τις πλέον σημαντικές υποοικογένειες δασικών εντόμων, καθώς περιλαμβάνουν είδη τα οποία έχουν δημιουργήσει τεράστια προβλήματα στα δάση της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (*Ips tyrographus* και της Βόρειας Αμερικής (*Dendroctonus ponderosae*) (Taylor κ.α. 2006, Netherer και Schopf 2010, Kausrud κ.α. 2012, Kamińska κ.α. 2021). Παρά το γεγονός ότι στη Μεσογειακή λεκάνη τα είδη των φλοιοφάγων εντόμων είναι λιγότερο επιθετικά από τα αντίστοιχα είδη των εύκρατων και βόρειων περιοχών, οι πληθυσμιακές εξάρσεις είναι σε θέση να νεκρώσουν μεγάλες εκτάσεις αποτελώντας μια ολοένα και εντεινόμενη απειλή για τα μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα (Knižek και Beaver 2004). Για την αντιμετώπιση και ανάσχεση της περαιτέρω εξάπλωσης της προσβολής από φλοιοφάγα έντομα, προτείνονται και εφαρμόζονται δασοκομικοί χειρισμοί που αποσκοπούν στην απομάκρυνση νεκρών και προσβεβλημένων δέντρων αλλά και στη βελτίωση των συνθηκών ανάπτυξης των υπολοίπων δέντρων της προσβεβλημένης συστάδας (Stadelmann κ.α. 2013). Επιπρόσθετα, η εγκατάσταση ενός δικτύου παγίδων οι οποίες είναι

εξοπλισμένες με τις κατάλληλες προσελκυστικές ουσίες (καιρομόνες, φερομόνες) εξυπηρετεί στην συστηματική παρακολούθηση (monitoring) του πληθυσμού των εντόμων ώστε να καταστεί εφικτή η άμεση λήψη των ενδεδειγμένων μέτρων (Aukema κ.α. 2000). Μια τέτοια προσέγγιση με τη χρήση παγίδων μπορεί υπό προϋποθέσεις να συμβάλει καθοριστικά ακόμη και στην μείωση του πληθυσμού των φλοιοφάγων εντόμων (Bentz 2006). Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει αφενός η συστάδα να είναι απομονωμένη από άλλες συστάδες του ίδιου δασοπονικού είδους, και επίσης η έκταση της να επιτρέπει τη εγκατάσταση ενός δικτύου παγίδων. Το πευκοδάσος (*Pinus brutia*) της Σαμοθράκης συγκεντρώνει και τα δύο αυτά γνωρίσματα καθώς καλύπτει έκταση μόλις 40 εκταρίων και βρίσκεται μόνο σε ένα σημείο του νησιού, στοιχείο που του δίνει την απαραίτητη απομόνωση από κάθε άλλη συστάδα Πεύκης. Έτσι λοιπόν από το 2021 μέχρι και το 2023 έχει εγκατασταθεί στο πευκοδάσος της Σαμοθράκης, ένα πυκνό δίκτυο παγίδων, εφοδιασμένων με τις κατάλληλες προσελκυστικές ουσίες, ώστε να εξεταστεί εάν και κατά πόσον είναι αποτελεσματική η μαζική παγίδευση φλοιοφάγων εντόμων. Ταυτόχρονα, και στα πλαίσια αυτής μελέτης, η οποία πρόκειται να ολοκληρωθεί το 2023, αναγνωρίζονται και καταγράφονται για πρώτη φορά συστηματικά όλα τα είδη της υποοικογένειας των Scolytinae που υπάρχουν μέσα στο πευκοδάσος.

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει τα είδη που έχουν μέχρι στιγμής καταγραφεί στο πευκοδάσος της Σαμοθράκης, καθώς επίσης και τις σχετικές συχνότητες τους, αναδεικνύοντας την πληθώρα των φλοιοφάγων ειδών που προσβάλλουν τα πεύκα του νησιού.

Υλικά και μέθοδοι

Το δάσος Τραχειάς Πεύκης (*Pinus brutia*) στο νησί της Σαμοθράκης καλύπτει μια έκταση 40 εκταρίων και βρίσκεται στο βόρειο-δυτικό τμήμα του νησιού. Σε αυτή την περιοχή εγκαταστάθηκαν το 2021 συνολικά 78 παγίδες τύπου Theysohn, εφοδιασμένες με την προσελκυστική ουσία KaiPin® (Novagric, Αθήνα) (Εικόνα 1). Οι παγίδες ελέγχονται από τον Απρίλιο μέχρι και τον Οκτώβριο κάθε έτους (συνολικά 5 έλεγχοι), και τα δείγματα συλλέγονται σε κατάλληλα δοχεία τα οποία στην συνέχεια αποστέλλονται στο Εργαστήριο Δασικής Εντομολογίας (ΙΔΕ, ΕΛΓΟ Δήμητρα). Μαζί με τον κάθε έλεγχο των παγίδων, γίνεται και αντικατάσταση της προσελκυστικής ουσίας ώστε να διατηρήσει αμείωτη την ικανότητα προσέλκυσης εντόμων. Τέλος, η αναγνώριση των ειδών έγινε με την χρήση κατάλληλων μορφολογικών κλειδών (Grüne 1979, Pfeffer 1995)



Εικόνα 1. Κατανομή των παγίδων στο δάσος τραχειάς Πεύκης της Σαμοθράκης
Figure 1. Distribution of Theysohn traps in the pine stand of Samothraki

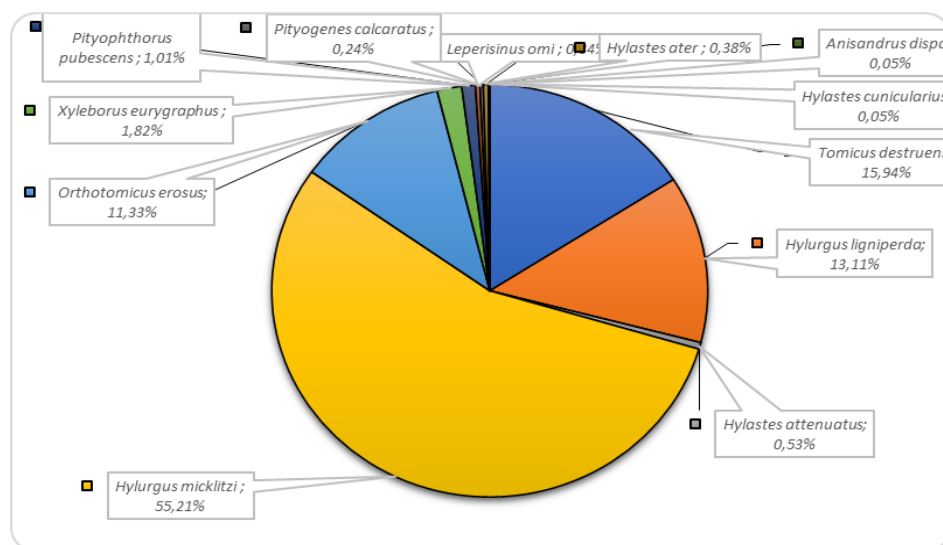
Αποτελέσματα

Κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων ετών (2021 και 2022) συλλέχθηκαν περισσότερα από 20.000 άτομα φλοιοφάγων εντόμων από τις 77 παγίδες φερομόνης. Τα είδη που αναγνωρίστηκαν από αυτά τα δείγματα ανέρχονται σε 12, τα οποία και ανήκουν σε 9 διαφορετικά γένη (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Γένη και είδη Scolytinae
Table 1. Scolytidae genera and species

Γένος	Είδος
<i>Anisandrus</i>	<i>Anisandrus dispar</i>
<i>Hylastes</i>	<i>Hylastes ater</i>
	<i>Hylastes attenuatus</i>
	<i>Hylastes cunicularius</i>
<i>Hylurgus</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>
	<i>Hylurgus micklitzi</i>
<i>Leperisinus</i>	<i>Leperisinus orni</i>
<i>Orthotomicus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>
<i>Pityogenes</i>	<i>Pityogenes calcaratus</i>
<i>Pityophthorus</i>	<i>Pityophthorus pubescens</i>
<i>Tomicus</i>	<i>Tomicus destruens</i>
<i>Xyleborus</i>	<i>Xyleborus eurygraphus</i>

Ανάμεσα σε αυτά τα είδη, κάποια εμφάνισαν εξαιρετικά υψηλούς πληθυσμούς, όπως για παράδειγμα τα *Hylurgus micklitzi* (55.21%) αλλά και τα *Tomicus destruens* (15.94%), *Orthotomicus erosus* (11.33%) και *Hylurgus ligniperda* (13.11%) (Εικόνα 2). Ενδιαφέρον παρουσιάζει η παγίδευση, αν και σε χαμηλή συχνότητα, του είδους *Leperisinus orni* καθώς πρόκειται για είδος που προσβάλλει κυρίως είδη του γένους *Fraxinus*.



Εικόνα 2. Σχετική συχνότητα των ειδών κατά τη δειγματοληψία του 2022
Figure 2. Relative species frequencies in the sampling of 2022

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η συστηματική παγίδευση φλοιοφάγων εντόμων στο δάσος τραχείας Πεύκης (*Pinus brutia*) στο νησί της Σαμοθράκης επέτρεψε την αναγνώριση και καταγραφή 12 συνολικά ειδών κατά τα δύο πρώτα χρόνια της έρευνας. Ανάμεσα στα είδη με την υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης, τα είδη *Orthotomicus erosus*, *Hylurgus ligniperda* και *H. Micklitzi* ακολουθούν μια κοινή στρατηγική κατά την προσβολή ενός δέντρου. Τα πρώτα άτομα αυτών των ειδών τα οποία θα ξεκινήσουν την προσβολή εκλύουν τις συναθροιστικές φερομόνες (aggregation pheromones) με τις οποίες προσελκύουν και άλλα άτομα ώστε σε σύντομο χρονικό διάστημα να πετύχουν την μαζική προσβολή του δέντρου (Lieutier κ.α. 2016). Σε αντίθεση με αυτά τα είδη, το *Tomicus destruens* δεν ανταποκρίνεται σε συναθροιστικές φερομόνες αλλά προσελκύεται από τα τερπένια που εκλύει το ίδιο το δέντρο μετά από την αρχική προσβολή. Το συγκεκριμένο αυτό είδος που εξαπλώνεται κατά κύριο λόγο στη λεκάνη της Μεσογείου, είναι απόλυτα προσαρμοσμένο στις συνθήκες που

επικρατούν καθώς αφενός έχει υψηλότερες απαιτήσεις σε θερμοκρασία σε σύγκριση με το συγγενικό του είδος *T. piniperda* (Horn κ.α. 2014) ενώ παράλληλα έχει παρατηρηθεί και η παράταση της περιόδου πτήσης του ακόμη και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Faccoli κ.α. 2005, Sarikaya και Avcı 2010). Αντίστοιχες προσαρμογές στις συνθήκες που επικρατούν στη Μεσογειακή λεκάνη παρουσιάζουν και είδη με περισσότερους από έναν βιολογικούς κύκλους κατά τη διάρκεια του έτους (πολυκυκλικά είδη). Τα είδη *Orthotomicus erosus* και *Pityogenes calcaratus* εμφανίζουν όχι μόνο παρατεταμένες περιόδους πτήσης αλλά και αυξημένους βιολογικούς κύκλους κατά τη διάρκεια του έτους, επιμηκύνοντας με τον τρόπο αυτό το χρονικό διάστημα της δραστηριότητάς τους (Mendel κ.α. 1985, Ghaioule κ.α. 1998). Ανάμεσα στα είδη που εντοπίστηκαν, η συντριπτική πλειοψηφία τους προσβάλλουν κωνοφόρα είδη (Pfeffer 1995), με εξαίρεση τα *Anisandrus dispar* και *Leperisinus omi* τα οποία προτιμούν πλατύφυλλα και προφανώς ο εντοπισμός τους συνδέεται με άτομα που υπάρχουν διάσπαρτα μέσα στη συστάδα Πεύκης.

Τα φλοιοφάγα έντομα έχουν έναν εξαιρετικά ανεπτυγμένο μηχανισμό που στηρίζεται στη χημική οικολογία, με τον οποίο είναι σε θέση να εντοπίσουν και να προσβάλλουν δέντρα με εξασθενημένη φυσιολογία (Byers και Zhang 2011). Αυτή η ικανότητα των φλοιοφάγων εντόμων, σε συνδυασμό με το ότι αρκετά από τα είδη που συγκροτούν τα δάση της Μεσογείου βρίσκονται σε καθεστώς καταπόνησης λόγω των δυσμενών συνθηκών που διαμορφώνονται από την παρατηρούμενη κλιματική αλλαγή (Rouault κ.α. 2006, Jactel κ.α. 2012), οδηγεί στην ολοένα και συχνότερη εμφάνιση πληθυσμιακών εξάρσεων φλοιοφάγων εντόμων (Sarikaya και Avcı 2010, Pernek κ.α. 2018). Μια παρόμοια διαπίστωση έχει προκύψει και σε παγκόσμιο επίπεδο (Biedermann κ.α. 2019), αποδεικνύοντας ότι εκτός από την αυξημένη συχνότητα των πληθυσμιακών εξάρσεων των φλοιοφάγων εντόμων, παρατηρείται και μεγαλύτερη ένταση αυτών, γεγονός που καθιστά ακόμη πιο σημαντική την ανάγκη συστηματικής παρακολούθησης και έγκαιρης λήψης μέτρων για την αντιμετώπιση των συνεπειών τους. Η παρούσα έρευνα, όταν αυτή θα ολοκληρωθεί μετά το πέρας της τριετίας, μπορεί να αποτελέσει μια πιλοτική μελέτη για τη επίδραση που μπορεί να έχει ένα πυκνό δίκτυο φερομονικών παγίδων στους πληθυσμούς φλοιοφάγων εντόμων και κατ' επέκτασιν στην υγεία των συστάδων. Προηγούμενες έρευνες σε συστάδες με παρόμοια χαρακτηριστικά (γεωγραφική απομόνωση από άλλες περιοχές με τον ίδιο ξενιστή, σχετικά μικρή έκταση) έχουν αποδείξει ότι ο συνδυασμός διαχειριστικών μέτρων (υλοτομίες) και της δράσης φερομονικών παγίδων έχει θετική επίδραση, επιβραδύνοντας σημαντικά την αύξηση και εξάπλωση του πληθυσμού των εντόμων (Bentz και Munson 2000, Bentz 2006).

Abstract

Bark beetles constitute one of the most significant threats to forest ecosystems, particularly in the last decades where increasingly frequent population outbreaks spreading over large areas result in extensive tree mortality worldwide. With the aim to monitor and even partially control the population of bark beetles occurring in the isolated pine (*Pinus brutia*) forest of the Greek island Samothrace, a dense network (77 traps) of pheromone traps were installed and baited with generic lures. Traps were checked and emptied monthly in spring and summer 2021 and 2022, investigating the bark beetle community that infests pine trees on the island. So far, 12 species of bark and ambrosia beetles belonging to 9 genera have been identified. And even though some species show higher population density, it is evident as the co-occurrence and infestation of all these species resulted in the overall degradation of the pine forest in Samothrace.

Βιβλιογραφία

Aukema, B.H., Dahlsten, D.L., Raffa, K.F. 2000. Improved population monitoring of bark beetles and predators by incorporating disparate behavioral responses to semiochemicals. *Environ Entomol.* 29:618–629.

Bentz, B. 2006. Mountain pine beetle population sampling: inferences from Lindgren pheromone traps and tree emergence cages. *Can J For Res.* 36:351–360.

Bentz, B., Munson, A.S. 2000. Spruce beetle population suppression in Northern Utah. *WJAF* 15(3): 122-128.

Biedermann, P.H.W., Müller, J., Grégoire, J.-C., Gruppe, A., Hagge, J., Hammerbacher, A., Hofstetter, R.W., Kandasamy, D., Kolarik, M., Kostovcik, M., Krokene, P., Sallé, A., Six, D.L.,

- Turrini, T., Vaderpool, D., Wingfield, M.J., Bässler, C. 2019. Bark beetle population dynamics in the Anthropocene: challenges and solutions. *Trends Ecol Evol.* 34(10): 914-924.
- Byers, J.A., Zhang, Q. 2011. Chemical ecology of bark beetles in regard to search and selection of host trees. In: Liu T., Kang L. (eds), *Recent advances in entomological research.* Springer, Berlin, Heidelberg, Germany, pp. 150–190.
- Faccoli, M., Battisti, A., Masutti, L. 2005. Phenology of *Tomicus destruens* (Wollaston) in Northern Italian pine stands. In: Lieutier F., Ghaïoule D. (eds), *Entomological research in Mediterranean forest ecosystems.* INRA Editions, Paris, France, pp. 185–193.
- Ghaïoule, D., Abourouh, M., Bakry, M. 1998. Insectes ravageurs des forêts au Maroc. *Ann Rech For Maroc.*31: 129–156.
- Grüne, S. 1979. Brief illustrated key to European bark beetles. Verlag M. & H. Schaper, Hannover, Germany, pp. 182.
- Horn, A., Kerdelhue, C., Lieutier, F., Rossi, J.-P. 2014. Modelling the geographic distributions of the two bark beetles *Tomicus destruens* and *Tomicus piniperda* in Europe and the Mediterranean region. *Ann INRGREF*17: 157–171.
- Jactel, H., Petit, J., Desprez-Loustau, M.L., Delzon, S., Piou, D., Battisti, A., Koricheva, J. 2012. Drought effects on damage by forest insects and pathogens: a meta-analysis. *Glob Chang Biol.*18: 267–276.
- Kamińska, A., Lisiewicz, M., Kraszewski, B., Stereńczak, K. 2021. Mass outbreaks and factors related to the spatial dynamics of spruce bark beetle (*Ips typographus*) dieback considering diverse management regimes in the Białowieża forest. *For Ecol Manag.* 498:119530.
- Kausrud, K., Økland, B., Skarpaas, O., Gregoire, J.-C., Erbilgin, N., Stenseth, N.C. 2012. Population dynamics in changing environments: the case of an eruptive forest pest species. *Biol Rev.*87: 34–51.
- Knižek, M., Beaver, R. 2004. Taxonomy and systematics of bark and ambrosia beetles. In: Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Evans E. (eds), *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp. 41–54.
- Lieutier, F., Mendel, Z., Faccoli, M. 2016. Bark beetles of Mediterranean conifers. In: Timothy P., François L. (eds.), *Insects and diseases of Mediterranean forest systems.* Springer, Netherlands.
- Mendel, Z., Madar, Z., Golan, Y. 1985. Comparison of the seasonal occurrence and behavior of seven pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Israel. *Phytoparasitica* 13: 21–32.
- Netherer, S., Schopf, A. 2010. Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests – general aspects and the pine processionary moth as specific example. *For Ecol Manag.*259: 831–838.
- Pernek, M., Lacković, N., Lukić, I., Zorić, N., Matošević, D. 2019. Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean region of Croatia. *South-east Eur For.*10: 19–27.
- Pfeffer, A. 1995. Zentral und westpaläarktische Borken und Kernkäfer, *Pro Entomologia.* Naturhistorisches Museum, Basel, pp. 310.
- Rouault, G., Candau, J.N., Lieutier, F., Nageleisen, L.-M., Martin, J.-C., Warzée, N. 2006. Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Ann For Sci*63: 613–624.
- Sarikaya, O., Avci, M. 2010. Distribution and biology of the Mediterranean pine shoot beetle *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) in the western Mediterranean region of Turkey. *Turk J Entomol.*34: 289–298.
- Stadelmann, G., Bugmann, H., Meier, F., Wermelinger, B., Bigler, C. 2013. Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *For Ecol Manag.* 305: 273–281.
- Taylor, S.W., Carroll, A.L., Alfaro, R.I., Safranyik, L. 2006. Forest, climate and mountain pine beetle outbreak dynamics in western Canada. In: Safranyik L., Wilson B. (eds), *The mountain pine beetle: a synthesis of biology, management and impacts in Lodgepole pine.* Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Victoria, BC, Canada, pp. 67–94.

Θεματική ενότητα: Υλωρική

**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΗΚΟΥΝ
ΣΤΟ ΦΥΛΟ ΤΩΝ ΑΣΚΟΜΥΚΗΤΩΝ, ΣΕ ΕΠΤΑ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ
ΝΟΜΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Καουνάς, Βασίλειος¹

¹Μέλος ΔΣ Μανιταρόφιλων Ελλάδας. Αρτέμιδα Αττικής, Σωκράτους 58, ΤΚ 19016, bkaounas@gmail.com

Περίληψη

Στην Ελλάδα η μελέτη πάνω στην ποικιλότητα και την κατανομή των υπόγειων μανιταριών είναι ελλιπής. Λίγα γνωρίζουμε για τα είδη που εμφανίζονται στη χώρα μας, με ποια είδη δασικών ειδών συμβιώνουν, για την εποχή εμφάνισής τους, αλλά και τη σπανιότητά τους. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, τα υπόγεια μανιτάρια, του φύλου των ασκομυκήτων, που βρέθηκαν σε διάστημα μιας 15ετίας, σε επτά περιοχές του νομού Αττικής. Οι περιοχές αυτές καλύπτουν σχεδόν το σύνολο των διαφορετικών δασικών ενδιαιτημάτων του νομού. Συνολικά ανευρέθησαν τριανταένα (31) διαφορετικά είδη, που ανήκουν σε δεκατρία (13) γένη μυκήτων, οκτώ (8) εκ των οποίων αποτέλεσαν νέα είδη για την επιστήμη και δεκατρείς (13) πρώτες καταγραφές για την Ελλάδα. Η παρουσίαση αποτελείται από μια περιγραφή των βιοτόπων που βρέθηκαν τα δείγματα και της χρονολογίας εμφάνισής τους. Όλα τα δείγματα συνοδεύονται από μακροσκοπικές εικόνες.

Λέξεις κλειδιά: *Ασκομύκητες, ταξινόμια, υπόγεια μανιτάρια, Αττική.*

Εισαγωγή

Η Ελλάδα είναι μία χώρα με έντονο γεωγραφικό ανάγλυφο, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι μία από τις πλουσιότερες σε βιοποικιλότητα και σε οικοτόπους, χώρες στην Ευρώπη. Παρά ταύτα, ειδικά σε κάποιες κατηγορίες οργανισμών όπως το Βασίλειο των Μυκήτων, η έρευνα της ποικιλότητάς τους παραμένει ελλιπής. Η σημασία των μυκήτων, ιδιαίτερα των συμβιωτικών, για την ύπαρξη και την ευρωστία των δασών μας είναι ζωτικής σημασίας. Από τους συμβιωτικούς μύκητες, ξεχωριστή κατηγορία αποτελούν όσοι σχηματίζουν υπόγειες καρποφορίες (οι λεγόμενες τρούφες με την ευρεία έννοια του όρου), και αυτό γιατί λόγω του περιορισμένου μηχανισμού διασποράς τους παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά ενδημισμού, σε σχέση με τους συμβιωτικούς μύκητες που διασπείρονται με τον αέρα. Η υπόγεια διαβίωση είναι το αποτέλεσμα της εξελικτικής προσαρμογής των μυκήτων σε δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος, όπως τα ξηρά και ημίξηρα περιβάλλοντα της περιοχής της Μεσογείου. Σχεδόν όλες οι τρούφες, ζούν σε συμβίωση με φυτά, κυρίως δασικά, τα οποία βοηθούν να αναπτύξουν μια πιο αποτελεσματική στρατηγική που θα αυξήσει τις πιθανότητες της επιβίωσης τους. Στην χώρα μας μόλις από το 2007 ξεκίνησε η σχετικά συστηματική αναζήτηση και καταγραφή των υπογείων μανιταριών, περίοδο που κατέφθασαν από Ιταλία τα πρώτα εκπαιδευμένα σκυλιά για τον εντοπισμό των διαφόρων ειδών τρούφας του γένους *Tuber*. Ειδικότερα για τα είδη του γένους *Tuber*, ελάχιστες αναφορές και ακόμα λιγότερες αποδείξεις συνηγορούσαν υπέρ της καρποφορίας τους στην χώρα μας. Δέκα (10) είδη υπόγειων μανιταριών φαίνονται καταγεγραμμένα στην ελληνική βιβλιογραφία από το 1858 έως το 1990. Η παλαιότερη καταγραφή είναι αυτή του *Tuber cibarium* (Landerer, von X. 1858). Στη συνέχεια ο Π. Γεννάδιος βρήκε ένα υπόγειο μανιτάρι και το έστειλε στη Γαλλία, όπου καταγράφηκε πρώτη φορά και του δόθηκε το όνομα του, *Terfezia gennadii* (Chatin 1896). Ακολουθούν τα *Terfezia arenaria*, *Terfezia fanfani*, *Rhizopogon aestivus*, *Rhizopogon luteolus* (Maire και Politis 1940), *Tuber aestivum*, (Παντίδου 1973), *Geastrum triplex* (Διαμαντής 1985), *Rhizopogon roseolus* (Παντίδου 1990), *Sarcosphaera coronaria* (Κετεμλίδης 1990). Η εργασία των (Ζερβάκης κ.α. 1999), φαίνεται να είναι η πιο πλήρης παρουσίαση των ασκομυκήτων στην Ελλάδα και συνοψίζει τις εργασίες όλων των προαναφερθέντων ερευνητών. Μετά το 2000, ακολούθησαν νέες προσπάθειες καταγραφής των υπογείων μανιταριών, αρχικά από τους (Κωνσταντινίδης 2006, 2009) και

(Διαμαντής και Περλερού 2008), από τότε όπως φαίνεται και από την βιβλιογραφία, υλοποιήθηκαν αρκετές εργασίες για διάφορα είδη και γένη στην χώρα μας, πολλές φορές με την καταγραφή νέων ειδών από την Ελλάδα, αλλά και την Αττική.

Υλικά και Μέθοδοι

Η επιλογή των υπό μελέτη βιοτόπων έγινε βάσει των δασικών ειδών που επικρατούν σε κάθε ένα, με σκοπό να υπάρχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εκπροσώπηση των κύριων δασικών ειδών του νομού. Οι υπό μελέτη περιοχές επισκέπτονταν, από μία έως και παραπάνω από τρεις φορές κάθε χρόνο, για το διάστημα 2007-2022, και η ανεύρεση των υπόγειων μυκήτων πραγματοποιούνταν μετά από σκάψιμο με το χέρι, χωρίς την βοήθεια ειδικού ζώου. Φυσικά δεν κατέστη δυνατόν σε κάθε επίσκεψη στον βιότοπο, να υπάρχει και ανεύρεση κάποιου υπόγειου ασκομύκητα. Υπάρχουν κάποια είδη που ανευρέθηκαν πάνω από έξι φορές στο διάστημα 2007-2022 και κάποια άλλα, μία και μοναδική φορά, όπως φαίνεται στα αποτελέσματα. Η επιλογή των ατόμων των δασικών ειδών, γύρω από τα οποία αναζητήθηκαν τα υπόγεια μανιτάρια, έγινε βάσει της εμφάνισης συγκεκριμένων σημαδιών που υποδηλώνουν την πιθανή εμφάνιση υπόγειων καρποφοριών. Αυτά είναι τα σκαψίματα από αγριογούρουνα ή ασβούς, που είναι τα υπεύθυνα θηλαστικά για την μεταφορά των σπορίων αυτών των μανιταριών (Piattoni κ.α. 2012), η παρατήρηση ύπαρξης τρουφόκυκλων, περιοχών δηλαδή που απουσιάζει η παρεδάφια βλάστηση από αγριόχορτα, αφού το μυκήλιο κάποιων ειδών φαίνεται ότι έχει φυτοτοξική δράση (Streibloná κ.α. 2012), και η μακροσκοπική παρατήρηση ανασηκώματος και σκισήματος του εδάφους. Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν ήταν απαραίτητο αναμοχλεύθηκε ο χούμος σε βάθος 2-3 εκατοστών για επιφάνεια 0,5 τετραγωνικού μέτρου. Όλα τα φρέσκα δείγματα αξιολογήθηκαν αρχικά μακροσκοπικά, και στην συνέχεια παρατηρήθηκαν τα μικροσκοπικά τους χαρακτηριστικά είτε φρέσκα ή μετά από αποξήρανση, αναλόγως την περίπτωση. Για την μικροσκοπική μελέτη, χρησιμοποιήθηκε ένα δυοφθάλμιο μικροσκόπιο Olympus ECEBi με αχρωματικούς φακούς (4×, 10×, 40×, 100× στο έλαιο κατάδυσης). Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά και μετρήσεις παρατηρήθηκαν σε τμήματα που τοποθετήθηκαν σε νερό και σε χρωστικές ουσίες. Πιο συγκεκριμένα το αντιδραστήριο του Melzer χρησιμοποιήθηκε για την εμφάνιση αμυλοειδών ή όχι ασκών, το Cotton blue, Cresyl Blue και KOH χρησιμοποιήθηκαν για να τονίσουν τη τυχόν διακόσμηση των σπορίων. Τέλος, το αντιδραστήριο Congo red χρησιμοποιήθηκε για να τονίσει τα τοιχώματα των υφών ή των ακανόνιστων κυττάρων του πηριδίου. Οι διαστάσεις των σπορίων προέκυψαν από τις μετρήσεις 30 τυχαίων, ώριμων σπορίων, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Riximetre 5.10. Τα δείγματα που συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα μελέτη βρίσκονται στο προσωπικό ερμπάριο του συγγραφέα. Με το λογισμικό Microsoft Office Excel 2007, δημιουργήθηκε το σχήμα 1, όπου είναι ένα γράφημα στο οποίο παρουσιάζεται το ποσοστό των φυτικών ειδών που προτιμούν οι υπόγειοι ασκομύκητες ως ξενιστές, στις επτά περιοχές μελέτης του νομού Αττικής. Στο σχήμα 2 φαίνεται ένα γράφημα που προέκυψε με τη βοήθεια του λογισμικού Microsoft Office Excel 2007. Συνδιάστηκαν τα δεδομένα του ομβροθερμικού διαγράμματος του μετεωρολογικού σταθμού Τατοΐου, για την περίοδο 1956-2010, με τον αριθμό των συνολικών καταγραφών για όλα τα είδη μεταξύ των ετών 2007-2022 στις επτά περιοχές του νομού Αττικής, που παρουσιάζονται στα αποτελέσματα. Ο εν λόγω σταθμός βρίσκεται σε υψόμετρο 225 μέτρων και είναι πλησίον των τεσσάρων από τις επτά περιοχές που μελετήθηκαν. Σε κάποια δείγματα, όπου δεν ήταν εφικτό να ταυτοποιηθούν μόνο με μορφοανατομικά κριτήρια, έγινε επιπροσθέτως και μοριακή ανάλυση. Κυρίως ενίσχυση μέσω PCR της ενδομεταγραφόμενης περιοχής ITS του πυρηνικού ριβοσωμικού DNA, αλληλούχιση της ενισχυόμενης περιοχής κατά Sanger και στη συνέχεια σύγκριση αυτών στις διεθνείς βάσεις δεδομένων και φυλογενετική ανάλυση. Για τα είδη, *Balsamia hellenica* (Καουνάς κ.α. 2015), *Genea brunneocarpa*, *Genea lobulata*, *Genea pinicola* (Alvarado κ.α. 2016), *Genea cephalonicae* (Καουνάς κ.α. 2016), *Geopora clausa*, *Geopora cooperi* (Καουνάς κ.α. 2011), *Myrmecocystis mediterranea* (Alvarado κ.α. 2018), *Picoa juniperi* (Haouar 2015), *Terfezia cistophila*, *Terfezia grisea* (Bordallo κ.α. 2015), *Tuber oligospermum* (Alvarado κ. α. 2012) και *Tuber pulchrosporium* (Πολέμης κ.α. 2019).

Περιγραφή βιοτόπων μελέτης

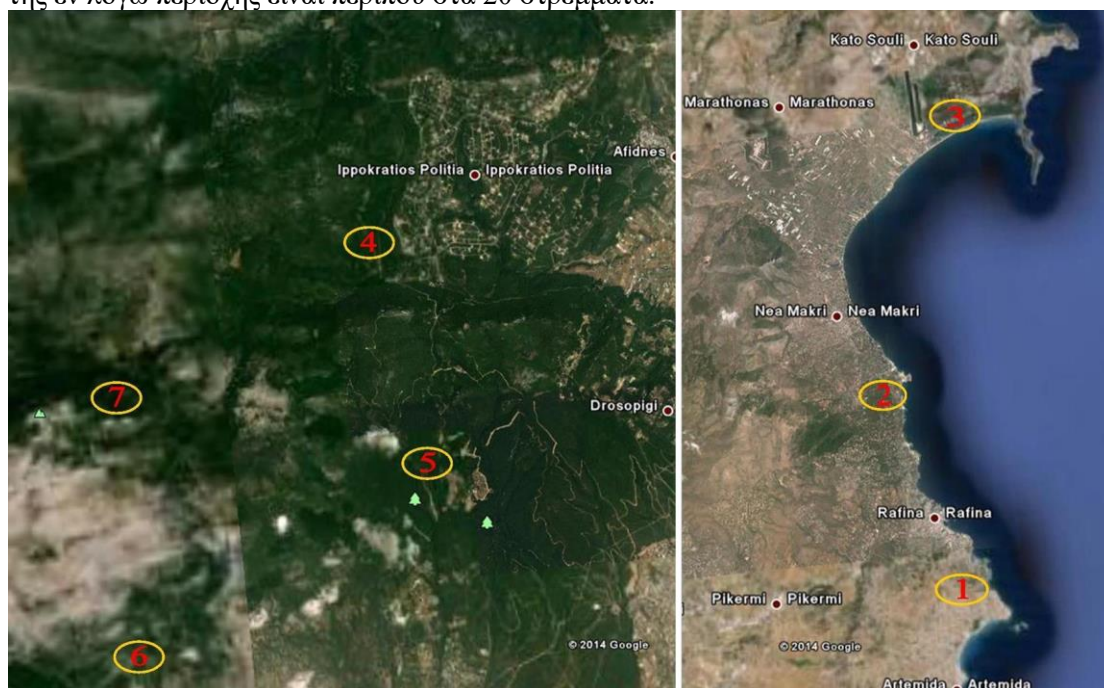
Π.1) Ραφήνα. Περιοχή μελέτης με υψόμετρο 20-40 m. Αποτελείται από δάσος με *Pinus halepensis*, με υπόροφο από *Pistacia lentiscus* και *Cistus monspeliensis* και *C.creticus*. Επίσης υπάρχουν και

διάσπαρτα *Quercus coccifera* και *Fumana sp.*. Η έκταση της εν λόγω περιοχής είναι περίπου στα 15 στρέμματα.

Π.2) Νέα Μάκρη. Περιοχή μελέτης με υψόμετρο 50-60 m. Αποτελείται από δάσος με *Pinus halepensis*, με υπόροφο από *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera* και *Cistus monspeliensis* και *C. creticus*. Η έκταση της εν λόγω περιοχής είναι περίπου στα 44 στρέμματα.

Π.3) Σχινιάς. Περιοχή μελέτης με υψόμετρο 5-10 m. Είναι ένα παραθαλάσσιο δάσος με *Pinus halepensis* και *P. pinea*. Είναι ένα από τα ελάχιστα που έχουν απομείνει στην Ελλάδα και στη Μεσόγειο. Υπάρχει υπόροφο από *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Juniperus phoenicea* και *Cistus monspeliensis* και *creticus*. Επίσης υπάρχουν και διάσπαρτα (*Helianthemum sp.* και *Tuberaria sp.*) στο αμμώδες έδαφος. Η έκταση της εν λόγω περιοχής είναι περίπου στα 68 στρέμματα.

Π.4) Κατσιμίδι. Περιοχή μελέτης με υψόμετρο 590-620 m. Αποτελείται από ένα μικτό δάσος, με αείφυλλους πλατύφυλλους θάμνους, όπως το *Quercus coccifera*, *Arbutus andrachne*, *Arbutus unedo*, *Smilax aspera* και *Phillyrea latifolia*. Το είδος που κυριαρχεί είναι το *Quercus ilex* και από κωνοφόρα *Pinus halepensis*, επίσης υπάρχουν διάσπαρτα άτομα από *Quercus pubescens*. Η έκταση της εν λόγω περιοχής είναι περίπου στα 20 στρέμματα.



Εικόνα 1. Οι επτά περιοχές μελέτης των υπόγειων μανιταριών (ασκομυκήτων), στο νομό Αττικής (Google Earth).
Picture 1. The seven study areas of hypogeous fungi (ascomycetes), in the prefecture of Attica (Google Earth).

Π.5) Τατόϊ. Περιοχή μελέτης με υψόμετρο 490-500 m. Αποτελείται από ένα μικτό δάσος, με αείφυλλους πλατύφυλλους θάμνους, όπως το *Quercus coccifera*, *Arbutus andrachne*, *Arbutus unedo* και *Phillyrea latifolia*. Από δένδρα υπάρχουν *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* και *Cupressus sempervirens*. Η έκταση της εν λόγω περιοχής είναι περίπου στα 21 στρέμματα.

Π.6) Μετόχι Πάρνηθας. Περιοχή μελέτης με υψόμετρο 500-520 m. Αποτελείται από *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, καθώς και από *Quercus ithaburensis ssp. macrolepis*, από τα λίγα μεμονωμένα άτομα που έχουν σωθεί στο νομό Αττικής. Η έκταση της εν λόγω περιοχής είναι περίπου στα 4 στρέμματα.

Π.7) Πάρνηθα. Περιοχή μελέτης με υψόμετρο 1.000-1.200 m. Αποτελείται αποκλειστικά από *Abies cephalonica*. Υπάρχουν και κάποιες διάσπαρτες συστάδες *Pinus nigra*, που φυτεύτηκαν από το Δασαρχείο Πάρνηθας. Τα βασικότερα είδη θάμνων που φυτρώνουν στα ξέφωτα του ελατοδάσους είναι *Juniperus oxycedrus ssp. oxycedrus*, *Rosa canina*, *Rosa sempervirens*, *Berberis cretica*, *Crataegus heldreichii*, *Crataegus monogyna*, αλλά και *Prunus webbii*, *Prunus spinosa*, *Pyrus spinosa*. Η έκταση της εν λόγω περιοχής είναι περίπου στα 107 στρέμματα.

Αποτελέσματα

Από το 2007 έως και σήμερα, οι υπόγειοι ασκομύκητες που βρέθηκαν στις επτά συγκεκριμένες περιοχές μελέτης του νομού Αττικής, είναι οι κάτωθι:

Balsamia vulgaris Vittad. Υπάρχουν αναφορές για το είδος από όλη την Ελλάδα, διότι μελετήθηκαν και μικροσκοπικά κάποια από τα αρκετά δείγματα που βρίσκουν οι τρουφοκυνηγοί, ψάχνοντας τα εδώδιμα και εμπορικά είδη του γένους *Tuber*. Στην Αττική βρέθηκε στις περιοχές Π.3 στις 22-12-2009, 28-12-2012 και 22-01-2014 και Π.4 στις 14-12-2008. Ταυτοποίηση μικροσκοπική, (Καουνάς κ.α. 2011). 2^η καταγραφή.

Balsamia hellenica (Καουνάς, Agnello, P. Alvarado & Slavova) K. Hansen & X.H. Wang. Το συγκεκριμένο είδος είχε πρωτοπεριγεγραφεί με το όνομα *Barssia hellenica*, (Καουνάς κ.α. 2015). Πρόσφατα μεταφέρθηκε στο γένος *Balsamia* (Hansen κ.α. 2019). Έχει μόνο μία αναφορά εκτός Ελλάδας από Τουρκία, χωρίς όμως μοριακή ταυτοποίηση και κάτω από διαφορετικό συμβιωτικό δέντρο (Uzun κ.α. 2018). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.7 στις 04-06-2015, 29-04-2018, 31-05-2019 και 13-03-2023. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή, νέο είδος για την επιστήμη (Καουνάς κ.α. 2015).

Calongea prieguensis (Mor.-Arr., J. Gómez & Calonge) Healy, Bonito & Trappe. Μέχρι στιγμής το είδος έχει καταγραφεί μόνο στη Λέσβο (Δήμου κ.α. 2016). Είναι η πρώτη φορά που εντοπίζεται εκτός του νησιού, μετά τις συγκεκριμένες καταγραφές από το Μετόχι Πάρνηθας. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.6 στις 12-05-2013, 02-04-2014 και 03-05-2016. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished), 2^η καταγραφή.



Εικόνα 2. Υπόγειοι ασκομύκητες που καταγράφηκαν στις επτά περιοχές μελέτης του νομού Αττικής. α. *Balsamia vulgaris*, β. *Barssia hellenica*, γ. *Calongea prieguensis*, δ. *Fischerula macrospora*, ε. *Genea brunneocarpa*, ζ. *Genea cephalonica*, η. *Genea lobulata*, θ. *Genea pinicola*, ι. *Genea verrucosa*, κ. *Geopora clausa*, λ. *Geopora cooperi*, μ. *Hydnocystis*

piligera, **v.** *Myrmecocystis mediterranea*, **ξ.** *Picoa juniperi*, **ο.** *Reddellomyces donkii*, **π.** *Ruhlandiella berolinensis*, **ρ.** *Stephensia bombycina*, **σ.** *Terfezia cistophila*, **τ.** *Terfezia grisea*, **υ.** *Terfezia pini*. (Φώτο: Καουνάς Βασίλειος).

Picture 2. Hypogeous ascomycetes recorded in the seven study areas of the prefecture of Attica **α.** *Balsamia vulgaris*, **β.** *Barssia hellenica*, **γ.** *Calonge prieguensis*, **δ.** *Fischerula macrospora*, **ε.** *Genea brunneocarpa*, **ζ.** *Genea cephalonicae*, **η.** *Genea lobulata*, **θ.** *Genea pinicola*, **ι.** *Genea verrucosa*, **κ.** *Geopora clausa*, **λ.** *Geopora cooperi*, **μ.** *Hydnocystis piligera*, **ν.** *Myrmecocystis mediterranea*, **ξ.** *Picoa juniperi*, **ο.** *Reddellomyces donkii*, **π.** *Ruhlandiella berolinensis*, **ρ.** *Stephensia bombycina*, **σ.** *Terfezia cistophila*, **τ.** *Terfezia grisea*, **υ.** *Terfezia pini*. (Photo: Kaounas Vasileios).

Fischerula macrospora Mattir. Αναφέρθηκε πρώτη φορά από τη Καστοριά (Κωνσταντινίδης και Καουνάς 2012). Ελάχιστα δείγματα έχουν ελεγχθεί μικροσκοπικά από άλλα σημεία της Ελλάδας. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.7 στις 04-06-2015 και 06-07-2018. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).

Genea brunneocarpa G. Moreno, J. Cabero & V. Kaounas. Το συγκεκριμένο είδος έχει περιγραφεί πρώτη φορά από Κατσιμίδι και Ισπανία. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.7 στις 24-02-2013, 22-03-2016 και 28-02-2018. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή. Νέο είδος για την επιστήμη (Alvarado κ.α. 2014).

Genea cephalonicae Kaounas, Agnello & P. Alvarado. Το συγκεκριμένο είδος περιγράφηκε πρώτη φορά από Πάρνηθα και μέχρι στιγμής είναι ενδημικό της Ελλάδας. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.7 στις 02-06-2016, 30-05-2018, 31-05-2019 και 02-06-2021. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή. Νέο είδος για την επιστήμη (Καουνάς κ.α. 2016).

Genea lobulata (Moreno-Arroyo, J. Gómez & Calonge) Moreno-Arroyo & P. Alvarado. Εκτός της Αττικής, έχει καταγραφεί και στη Καστοριά (Alvarado κ.α. 2014). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.6 στις 12-05-2013, 09-06-2014, 01-06-2017, 11-05-2019 και 02-06-2021. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (Alvarado κ.α. 2014). 1^η καταγραφή.

Genea pinicola V. Kaounas, J. Cabero & F. García. Το συγκεκριμένο είδος καταγράφηκε πρώτη φορά από Κατσιμίδι και Ισπανία. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 31-03-2009 και 31-01-2013. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή. Νέο είδος για την επιστήμη (Alvarado κ.α. 2014).

Genea verrucosa Vittad.. Το συγκεκριμένο είδος έχει τις περισσότερες αναφορές του γένους στη χώρα μας, επειδή πλησιάζει η οσμή του στην τρούφα και βρίσκεται από πολλά τρουφόσκυλα. Όμως αποτελεί ένα μεγάλο γκρουπ με κρυπτικά είδη, που η συνεχής μελέτη του γένους στο μέλλον θα δείξει και άλλα καινούργια είδη (Alvarado κ.α. 2016). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 29-01-2008 και 29-08-2011. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (unpublished), 2^η καταγραφή.

Geopora clausa (Tul. & C. Tul.) Burds. s.l.. Για το συγκεκριμένο είδος έχουμε πολλές αναφορές από την Ελλάδα, ειδικά από παραθαλάσσιες περιοχές. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.1 στις 21-01-2014 και 19-01-2016 και στην περιοχή Π.3 στις 09-02-2016, 14-03-2017, 16-01-2019 και 21-12-2020. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή, 2^η καταγραφή (Καουνάς κ.α. 2011).

Geopora cooperi Harkn. s.l. Γενικά το γένος *Geopora* στους υπόγειους ασκομύκητες, χρειάζεται μία ενδελεχή μοριακή εξέταση, για την παρουσία κρυπτικών ειδών. Κάτι τέτοιο ίσως ισχύει και με το συγκεκριμένο, μιας και τα πρώτα μοριακά αποτελέσματα, από την Αττική, δείχνουν απόκλιση από το Αμερικάνικο είδος (Καουνάς κ.α. 2011). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.7 στις 21-10-2009, 16-11-2010, 04-11-2014 και 19-11-2015. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (Καουνάς κ.α. 2011). 1^η καταγραφή.

Hydnocystis piligera Tul. & C. Tul.. Για το συγκεκριμένο είδος υπάρχουν αναφορές και από άλλα σημεία της Ελλάδας, γιατί γίνεται εύκολα αντιληπτό, μιας και τις περισσότερες φορές εμφανίζεται ημιπόγεια. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.2 στις 01-02-2010, 25-01-2011 και 29-12-2014. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (Alvarado κ.α. 2011), 1^η καταγραφή.

Myrmecocystis mediterranea J.M. Vidal, Kaounas, G. Moreno & P. Alvarado. Καταγράφηκε πρώτη φορά στην Ραφήνα. Υπάρχει αναφορά για το είδος και από τη Λέσβο (unpublished). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.1 στις 24-02-2009, 03-04-2009, 09-12-2009, 20-01-2010, 16-03-2011 και 16-01-2017. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (Alvarado κ.α. 2018). Νέο είδος για την επιστήμη.

Picoa juniperi Vittad.. Το συγκεκριμένο είδος μοιάζει μακροσκοπικά με τα μαύρα είδη του γένους *Tuber*, λόγω των κονδυλωμάτων που σχηματίζονται στο πηρίδιο. Σύμφωνα με την εργασία (Haouar 2015), φαίνεται πως υπάρχουν κρυπτικά είδη. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.1

στις 13-03-2011, 20-02-2013 και 03-03-2015. Ταυτοποίηση μικροσκοπική, (unpublished), 2^η καταγραφή.

Πίνακας 1. Οι υπόγειοι ασκομύκητες στις επτά υπό μελέτη περιοχές του νομού Αττικής. Οι ξενιστές τους και η χρονική περίοδο που εμφανίζονται.

Table 1. The subterranean ascomycetes in the seven study areas of the prefecture of Attica. Their hosts and the time period they occur.

Υπόγειοι ασκομύκητες στις επτά υπό μελέτη περιοχές του νομού Αττικής				
α/α	Είδος	Βιότοπος	Χρονική περίοδος	Ξενιστής
1	<i>Balsamia vulgaris</i>	Π.4	Νοέμβριο-Ιανουάριο	<i>Quercus ilex</i>
		Π.3	Δεκέμβριο-Φεβρουάριο	<i>Quercus coccifera</i>
2	<i>Balsamia hellenica</i>	Π.7	Μάιο-Ιούνιο	<i>Abies cephalonica</i>
3	<i>Calongea prieguensis</i>	Π.6	Απρίλιο-Μάιο	<i>Quercus coccifera</i>
4	<i>Fischerula macrospora</i>	Π.7	Ιούνιο	<i>Abies cephalonica</i>
5	<i>Genea brunneocarpa</i>	Π.4	Φεβρουάριο	<i>Quercus ilex</i>
6	<i>Genea cephalonicae</i>	Π.7	Μάιο-Ιούνιο	<i>Abies cephalonica</i>
7	<i>Genea lobulata</i>	Π.6	Φεβρουάριο-Ιούνιο	<i>Quercus ilex</i>
8	<i>Genea pinicola</i>	Π.4	Ιανουάριο-Μάρτιο	<i>Quercus ilex</i>
9	<i>Genea verrucosa</i>	Π.4	Απρίλιο-Ιούνιο	<i>Quercus ilex</i>
10	<i>Geopora clausa</i>	Π.3	Φεβρουάριο-Απρίλιο	<i>Cistus creticus</i>
		Π.1	Δεκέμβριο-Ιανουάριο	<i>Cistus creticus</i>
11	<i>Geopora cooperi</i>	Π.7	Οκτώβριο-Νοέμβριο	<i>Abies cephalonica</i>
12	<i>Hydnocystis piligera</i>	Π.2	Δεκέμβριο-Φεβρουάριο	<i>Eucalyptus globulus</i>
13	<i>Myrmecocystis mediterranea</i>	Π.1	Ιανουάριο –Μάρτιο	<i>Cistus monspeliensis</i>
14	<i>Picoa juniperi</i>	Π.1	Φεβρουάριο-Απρίλιο	<i>Cistus monspeliensis</i>
15	<i>Reddellomyces donkii</i>	Π.1	Φεβρουάριο-Απρίλιο	<i>Eucalyptus globulus</i>
16	<i>Ruhlandiella berolinensis</i>	Π.2	Φεβρουάριο	<i>Eucalyptus globulus</i>
17	<i>Stephensia bombycina</i>	Π.4	Ιούνιο	<i>Quercus ilex</i>
18	<i>Terfezia cistophila</i>	Π.1, 2	Φεβρουάριο-Απρίλιο	<i>Cistus monspeliensis</i>
19	<i>Terfezia grisea</i>	Π.3	Μάρτιο-Απρίλιο	<i>Helianthemum sp.</i>
20	<i>Terfezia pini</i>	Π.2	Ιανουάριο-Μάρτιο	<i>Cistus monspeliensis</i>
21	<i>Tuber aestivum</i>	Π.4	Φεβρουάριο-Ιούνιο	<i>Quercus ilex</i>
22	<i>Tuber borchii</i>	Π.4	Ιανουάριο-Μάρτιο	<i>Quercus ilex</i>
23	<i>Tuber excavatum</i> var. <i>sulphureum</i>	Π.4	Ιανουάριο-Μάιο	<i>Quercus ilex</i>
24	<i>Tuber gennadii</i>	Π.3	Απρίλιο	<i>Helianthemum sp.</i>
25	<i>Tuber nitidum</i>	Π.4	Μάρτιο-Ιούνιο	<i>Quercus ilex</i>
26	<i>Tuber oligospermum</i>	Π.3	Απρίλιο-Μάιο	<i>Pinus halepensis</i>
27	<i>Tuber panniferum</i>	Π.6	Απρίλιο-Ιούνιο	<i>Quercus coccifera</i>
28	<i>Tuber puberulum</i>	Π.4	Δεκέμβριο-Μάιο	<i>Quercus ilex</i>
29	<i>Tuber pulchrosporum</i>	Π.4	Μάρτιο-Μάιο	<i>Quercus ilex</i>
30	<i>Tuber rufum</i>	Π.4	Ιούνιο	<i>Quercus ilex</i>
31	<i>Tuber rufum</i> f. <i>lucidum</i>	Π.3	Δεκέμβριο	<i>Cistus creticus</i>

Reddellomyces donkii (Malençon) Trappe, Castellano & Malajczuk. Το συγκεκριμένο είδος φαίνεται να υπάρχει παντού στην Ελλάδα, στα μέρη που υπάρχουν Ευκάλυπτοι. Το είδος έχει εισαχθεί από την Ωκεανία με τους Ευκαλύπτους. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.1 στις 05-

04-2011, 16-01-2013, 03-04-15 και 13-12-2022. Ταυτοποίηση μικροσκοπική, (unpublished), 2^η καταγραφή.

Ruhlendiella berolinensis Henn. Το συγκεκριμένο είδος λόγω του πολύ μικρού του μεγέθους και της ζελατινώδους σύστασης, είναι πολύ δύσκολο να γίνει αντιληπτό. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.2 στις 01-02-2010 και 08-02-2010. Ταυτοποίηση μικροσκοπική, 1^η καταγραφή, (Agnello και Καουνάς 2010).

Stephensia bombycina (Vittad.) Tul. & C. Tul. Για το συγκεκριμένο είδος υπάρχουν κάποιες καταγραφές από την υπόλοιπη Ελλάδα (Gyosheva κ.α. 2012). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 05-06-2013. Ταυτοποίηση μικροσκοπική, (unpublished), 2^η καταγραφή.

Terfezia cistophila Ant. Rodr., Bordallo, V. Kaounas, & Morte. Το συγκεκριμένο είδος δείχνει μία προτίμηση στα είδη του γένους *Cistus*. Καταγράφηκε πρώτη φορά στην Ελλάδα και στην Ισπανία. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.1 στις 11-02-2013 και 05-03-2013 και στην περιοχή Π.2 στις 26-02-2014, 01-04-2014 και 12-04-2023. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή. Νεό είδος για την επιστήμη (Bordallo κ.α 2015).

Terfezia grisea Bordallo, V. Kaounas & Ant. Rodr. Για το συγκεκριμένο είδος δεν υπάρχει καμία αναφορά, σε οποιοδήποτε σημείο της Ελλάδας, εκτός του Σχινιά, που βρέθηκε πρώτη φορά. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.3 στις 08-04-2009, 12-04-2011, 19-03-2013, 11-04-2014 και στις 05-04-2019. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή. Νεό είδος για την επιστήμη (Bordallo κ.α 2015).

Terfezia pini Bordallo, Ant. Rodr. & Muñoz-Mohedano. Το συγκεκριμένο είδος ανήκει στην ομάδα που η διακόσμηση των σποριών αποτελείται από μυτερές προεξοχές, κάτι που το κάνει δύσκολο στην αναγνώριση του. Δεν υπάρχει καμία αναφορά για το είδος, εκτός Αττικής. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.2 στις 29-01-2014. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή, (unpublished), 1^η καταγραφή.

Tuber aestivum Vittad. Το συγκεκριμένο είδος αποτελεί την πιο κοινή εδώδιμη τρούφα στην χώρα μας, όπου και εμπορεύεται. Τροφοκνηγοί την έχουν βρει από την Κρήτη έως τον Έβρο και από την Κέρκυρα έως τη Λέσβο (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 29-01-2014. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).

Tuber borchii Vittad. Το συγκεκριμένο είδος αποτελεί επίσης μία από τις κοινές εδώδιμες τρούφες στη χώρα μας, καθώς πολλοί τροφοκνηγοί την βρίσκουν και την εμπορεύονται (Δήμου κ.α. 2016). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 11-02-2010, 29-03-2010, 25-04-2013, 02-02-2016 και στις 12-02-2021. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).

Tuber excavatum var. *sulphureum* G. Rioussset & Rioussset. Για το συγκεκριμένο είδος έχουμε κάποιες καταγραφές και από άλλα σημεία της Ελλάδας (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 09-06-2009, 06-01-2011, 28-05-2014 και στις 01-02-2017. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished), 2^η καταγραφή.

Tuber gennadii (Chatin) Pat. Είδος που καταγράφηκε πρώτη φορά από την Ελλάδα (Chatin 1896) ως *Terfezia gennadii*. Για το συγκεκριμένο είδος έχουμε καταγραφές και εκτός Αττικής (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική, έχει βρεθεί μόνο στο Σχινιά, περιοχή Π.3 στις 08-04-2009, 12-04-2011, 22-03-2012, 23-04-2013, 02-05-2015, 16-03-2016 και στις 11-04-2022. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (Agnello και Καουνάς 2011), 2^η καταγραφή.

Tuber nitidum Vittad. s.l. Το συγκεκριμένο είδος ανήκει στην ομάδα της *rufum* και έχει καταγραφεί και στην Ήπειρο (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 04-06-2015. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).

Tuber oligospermum (Tul. & C. Tul.) Trappe. Το συγκεκριμένο είδος έχει καταγραφεί και σε άλλη περιοχή της Ελλάδας (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.3 στις 09-05-2008, 08-04-2013 και στις 03-05-2016. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (Alvarado κ.α. 2012), 1^η καταγραφή.

Tuber panniferum Tul. & C. Tul. Το συγκεκριμένο είδος παρουσιάστηκε πρώτη φορά από τους (Διαμαντής και Περλερού 2008). Υπάρχουν και άλλες καταγραφές εκτός του νομού Αττικής (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.6 στις 09-06-2010, 08-05-2014, 09-03-2015, 01-06-2017 και στις 11-05-2019. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).

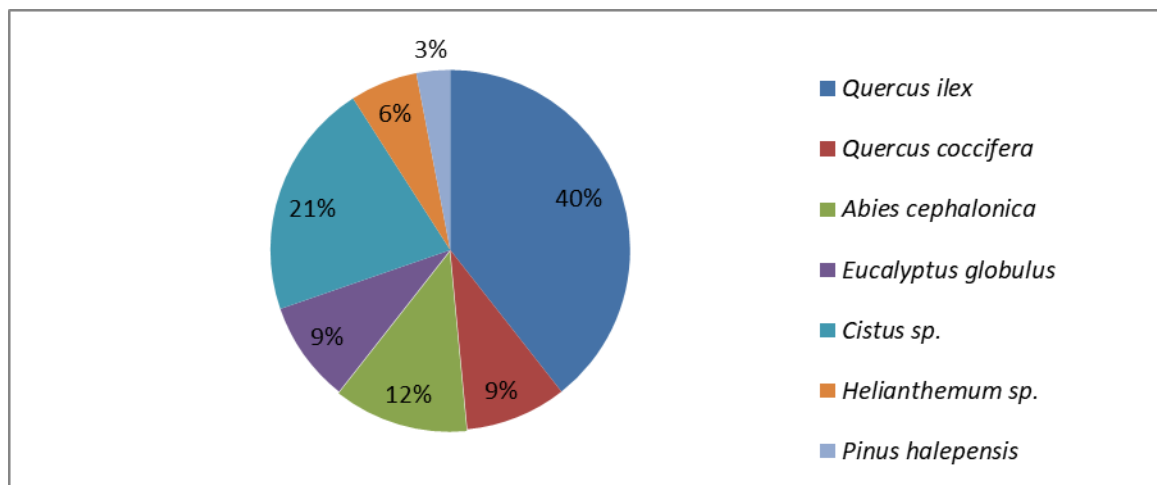
Tuber puberulum Berk. & Broome s.l.. Για το συγκεκριμένο είδος έχουμε καταγραφές και εκτός Αττικής (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Παρουσιάζει μακρομορφολογική ομοιότητα με το *Tuber*

borchi. Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 15-12-2014, 15-01-2015, 12-04-2016 και στις 12-02-2021. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).

Tuber pulchrosporium Konstantinidis, Tsampazis, Slavova, Nakkas, Polemis, Fryssouli & Zervakis. Το συγκεκριμένο είδος έχει περιγραφεί πρόσφατα και από άλλες περιοχές της Ελλάδας (Πολέμης κ.α. 2019). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 22-03-2016, 10-03-2019 και στις 11-05-2019. Ταυτοποίηση μικροσκοπική και μοριακή (Πολέμης κ.α. 2019). Νέο είδος για την επιστήμη.

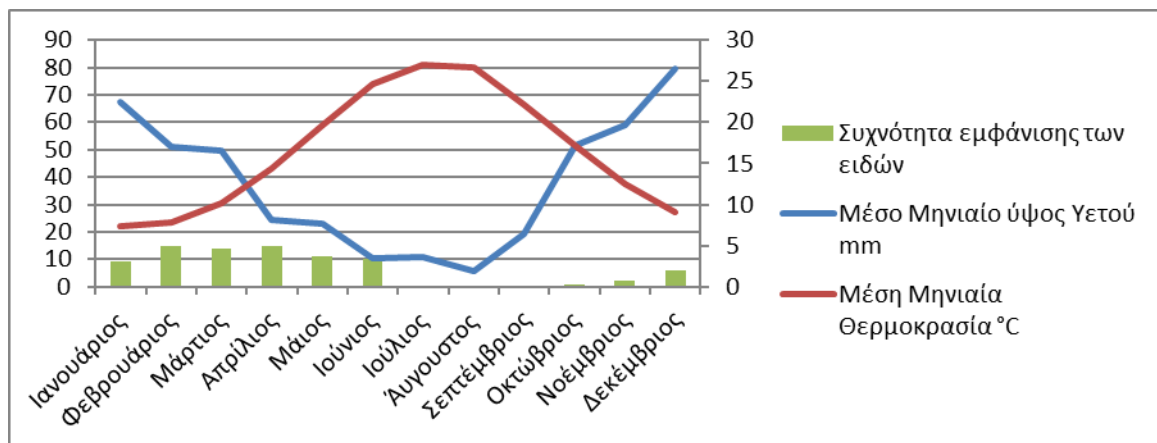
Tuber rufum Pollini s.l.. Το συγκεκριμένο είδος βρίσκεται σε μία ομάδα με πολλά κρυπτικά είδη, όπως αναφέρεται και στην εργασία (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.4 στις 09-06-2009, 07-06-2011 και στις 09-06-2011. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).

Tuber rufum f. lucidum (H. Bonnet) Montecchi & Lazzari, η παρουσία της συγκεκριμένης ποικιλίας του είδους στην Ελλάδα, επιβεβαιώθηκε και από άλλες περιοχές της Ελλάδας (Δασκαλόπουλος κ.α. 2021). Στην Αττική βρέθηκε στην περιοχή Π.3 στις 22-12-2007. Ταυτοποίηση μικροσκοπική (unpublished).



Σχήμα 1. Το ποσοστό των φυτικών ειδών που προτιμούν οι υπόγειοι ασκομύκητες ως ξενιστές, στις επτά περιοχές μελέτης του νομού Αττικής.

Figure 1. The percentage of plant species preferred by hypogeous ascomycetes as hosts, in the seven study areas of the prefecture of Attica.



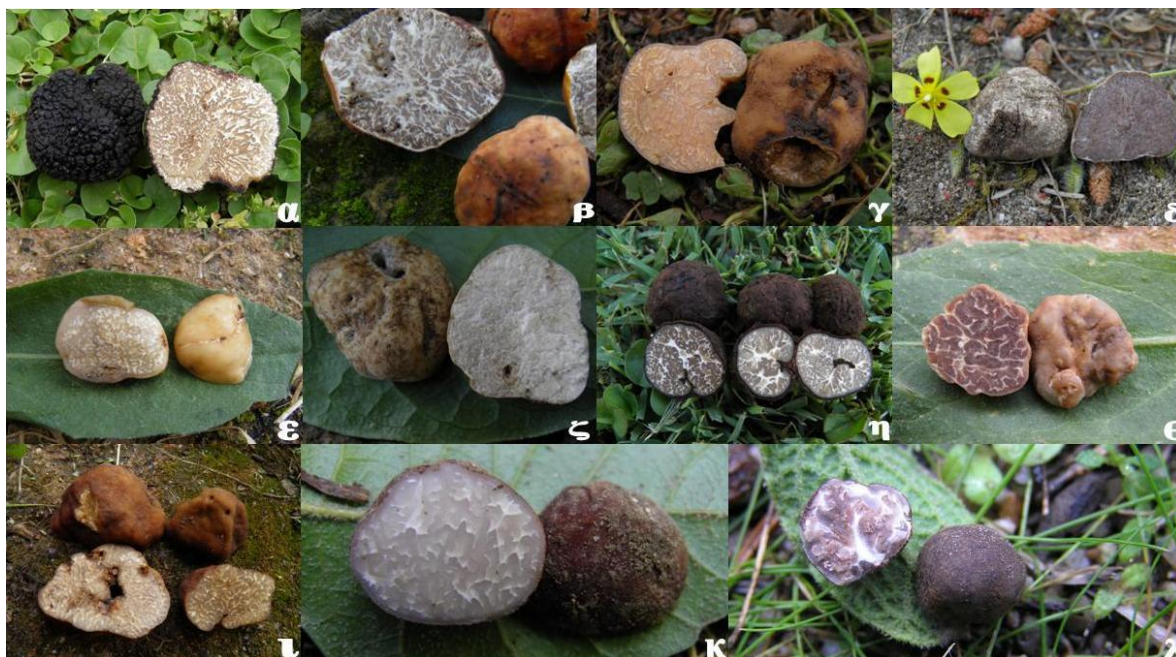
Σχήμα 2. Ομβροθερμικό διάγραμμα για την περιοχή του Τατοΐου, στην οποία περιλαμβάνονται οι τέσσερις από τις επτά υπό μελέτη περιοχές, για το διάστημα 1956-2010, σε συνδυασμό με τον αριθμό των συνολικών καταγραφών για όλα τα είδη μεταξύ των ετών 2007-2022 στις επτά περιοχές του νομού Αττικής (Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Figure 2. Rainfall-temperature diagram of Tatoï, which includes four of the seven areas under study, for the period 1956-2010, combined with the number of total records for all species between the years 2007-2022 in the seven regions of the prefecture of Attica. (source: National Weather Service)

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Έχουν καταγραφεί συνολικά τριανταένα (31) είδη υπόγειων ασκομυκήτων, που ανήκουν σε δεκατρία (13) γένη. Οκτώ (8) από αυτά τα είδη περιγράφηκαν πρόσφατα ως νέα είδη για την

επιστήμη, με συμμετοχή στις εν λόγω εργασίες δειγμάτων από τις περιοχές μελέτης. Δείγματα από δεκατρία (13) είδη αποτέλεσαν τις πρώτες καταγραφές τους στην Ελλάδα. Επίσης έντεκα (11) είδη, ανήκουν σε τρούφες του γένους *Tuber*, μεταξύ των οποίων, το *Tuber pulchrosporium* που περιγράφηκε πρόσφατα ως νέο είδος για την επιστήμη (Polemis κ.α. 2019), και των *Tuber aestivum*, *Tuber borchii*, που αποτελούν εδώδιμα εμπορεύσιμα είδη. Στα αποτελέσματα βλέπουμε κάποια είδη να εμφανίζονται συχνά και άλλα μόνο μία ή δύο φορές. Αυτό, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν υπάρχουν άλλες καταγραφές ή αναφορές από άλλα σημεία της Ελλάδας, πιθανόν τα κάνει πιο σπάνια σε σχέση με τα υπόλοιπα. Τέτοια σύμφωνα με τον συγγραφέα είναι τα: *Genea brunneocarpa*, *Genea pinicola*, *Ruhlandiella berolinensis* και *Terfezia grisea* και το *Genea cephalonicae* που μέχρι στιγμής είναι ενδημικό της Πάρνηθας. Τα είδη (*Balsamia vulgaris*, *Geopora clausa*, *Reddellomyces donkii*, *Tuber aestivum* και *Tuber borchii*) ανεξαρτήτως συχνότητας παρουσίας στο νομό, έχουν γνωστές καταγραφές ή αναφορές και από άλλα σημεία της



Εικόνα 3. Υπόγειοι ασκομύκητες του γένους *Tuber* (τρούφες) που βρέθηκαν στις επτά περιοχές μελέτης του νομού Αττικής. α. *Tuber aestivum*, β. *Tuber borchii*, γ. *Tuber excavatum* var. *sulphureum*, δ. *Tuber gennadii*, ε. *Tuber nitidum*, ζ. *Tuber oligospermum*, η. *Tuber panniferum*, θ. *Tuber puberulum*, ι. *Tuber pulchrosporium*, κ. *Tuber rufum*, λ. *Tuber rufum* f. *lucidum*. (Φώτο: Καουνάς Βασίλειος).

Photo 3. Hypogeous ascomycetes of the genus *Tuber* (truffles) found in the seven study areas of the prefecture of Attica. α. *Tuber aestivum*, β. *Tuber borchii*, γ. *Tuber excavatum* var. *sulphureum*, δ. *Tuber gennadii*, ε. *Tuber nitidum*, ζ. *Tuber oligospermum*, η. *Tuber panniferum*, θ. *Tuber puberulum*, ι. *Tuber pulchrosporium*, κ. *Tuber rufum*, λ. *Tuber rufum* f. *lucidum*. (Photo: Kaounas Vasileios).

χώρας. Από τα παραπάνω φαίνεται ο πλούτος της ποικιλότητας των μυκήτων ακόμα και σε μια περιοχή που δέχεται έντονη ανθρωπογενή πίεση, όπως η Αττική. Στο σχήμα 1 βλέπουμε πως σε ποσοστό 40%, το *Quercus ilex*, ένα δένδρο που χρησιμοποιείτε επί το πλείστον στις τροφοκαλλιέργειες, προτιμάτε ως ξενιστής από τους υπόγειους ασκομύκητες που βρέθηκαν στις επτά υπό μελέτη περιοχές του νομού Αττικής. Ακολουθούν με ποσοστό 21% τα *Cistus* sp., 12% το *Abies cephalonica*, 9% το *Eucalyptus* sp., 9% το *Quercus coccifera*, 6% το *Helianthemum* sp. και 3% το *Pinus halepensis*. Στο σχήμα 2 βλέπουμε το ομβροθερμικό διάγραμμα του Τατοΐου, για την περίοδο 1956-2010 σε συνδυασμό με τον αριθμό των συνολικών καταγραφών για όλα τα είδη μεταξύ των ετών 2007-2022, στις επτά περιοχές μελέτης του νομού Αττικής. Παρατηρούμε πως από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο, διάστημα που βρίσκεται στο μέγιστο η μέση μηνιαία θερμοκρασία και στο ελάχιστο το μέσο μηνιαίο ύψος υετού, οι καταγραφές αυτών των μανιταριών, με τους τρόπους που αναζητήθηκαν ήταν μηδαμινές. Οι πρώτες φθινοπωρινές βροχές σε συνδυασμό με την πτώση της θερμοκρασίας, φαίνεται πως ενεργοποιούν το μυκήλιο που βρίσκεται προστατευμένο στο υπόστρωμα. Σύμφωνα λοιπόν με το γράφημα το διάστημα που είναι κατάλληλο για την αναζήτηση και καταγραφή αυτών των μανιταριών στις επτά συγκεκριμένες

περιοχές του νομού Αττικής, είναι από τον Δεκέμβριο έως τον Ιούνιο. Κρίνεται απαραίτητη η προστασία των βιοτόπων της Αττικής γιατί εκτός από τις πυρκαγιές, υπάρχουν και άλλες δυσμενείς επιδράσεις, που παρατηρήθηκαν στις περιοχές συλλογής. Για παράδειγμα, παρατηρήθηκε εκχέρσωση, ρίψη υλικών από οικοδομικές εργασίες, υλοτομία δένδρων και καταστροφή φυτών από ζώα. Σκοπός μας πρέπει να είναι, η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των πολιτών, για αυτό το ευαίσθητο Βασίλειο των μυκήτων που συνυπάρχει αλλά και συμβάλει καθοριστικά στην παρουσία και την αρμονία, της χλωρίδας και της πανίδας της κάθε περιοχής.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πολλούς φίλους, που στο πέρασμα των ετών, μου πρόσφεραν πολύτιμη βοήθεια. Ξεκινώ με τον αείμνηστο καθηγητή μου στο ΤΕΙ Δασοπονίας της Καρδίτσας, Δασολόγο Αθανασίου Ζαχαρία, που με έβαλε στον μαγικό κόσμο της μυκητολογίας και με την ευκαιρία θα ήθελα να του αφιερώσω την παρούσα εργασία. Τους Γιώργο Κωνσταντινίδη, Πρόεδρο των Μανιταρόφιλων Ελλάδας, (Δήμου Δημήτριο, Ζερβάκη Γεώργιο, Πολέμη Ηλία, Δασκαλόπουλο Βασίλειο - Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών), (Agnello Carlo, Arturo Baglivo, Marino Zugna – Ιταλία), Assyon Boris - Βουλγαρική Ακαδημία Επιστημών, (Asunsion Morte - Πανεπιστήμιο της Μούρθια, Vidal Josep, Aurelia Paz Conte, Pablo Alvarado García, Ισπανία).

Abstract

In Greece, the study on the diversity and distribution of underground mushrooms is still incomplete. Little is known about the species that occur in our country, which forest species they associate with, their season of appearance and their rarity. In this paper, we present a summary of the underground mushrooms belonging to the phylum Ascomycota, which were found over a period of 15 years in seven areas of the Attica prefecture. These areas cover almost all the different forest habitats of the region. A total of 31 different species were found, belonging to 13 genus of fungi, 8 of which were new species for science and 13 first records for Greece. The presentation consists of a description of the habitats where the specimens were found and the date of occurrence. All specimens are accompanied by macroscopic images.

Βιβλιογραφία

- Agnello, C., Καουνάς, Β., 2010. *Ruhlandiella berolinensis*, *Genabea cerebriformis*, *Helvella astieri*: Tre rarissime specie raccolte in Grecia. *Micol. e Veget. Medit.*, 25 (2): 129-140.
- Agnello, C., Καουνάς, Β., 2011. *Tuber asa* and *T. gennadii*. A close morphological study of two species often confused in the past with a brief historical bibliographic summary. *Ascomycete.org*, 3 (4): 65-74.
- Alvarado, P., Moreno, G., Manjon, J.L., Gelpi, C., Καουνάς, Β., Κωνσταντινίδης, Γ., Barseghyan, G.S., Venturella, G., 2011. First molecular data on *Delastria rosea*, *Fischerula macrospora* and *Hydnocystis piligera*. *Bol. Soc. Micol. Madrid*. 35: 31-37.
- Alvarado, P., Moreno, G., Manjón, J.L., 2012. Comparison between *Tuber gennadii* and *T. oligospermum* lineages reveals the existence of the new species *T. cistophilum* (Tuberaceae, Pezizales). *Mycologia*. 104(4): 894-910.
- Alvarado, P., Cabero, J., Moreno, G., Bratek, Z., Van Vooren, N., Καουνάς, Β., Κωνσταντινίδης, Γ., Agnello C., Merenyi, Z., Smith, E.M., 2014. Species diversity of *Genea* (Ascomycota, Pezizales) in Europe. *Ascomycete.org*. 6(3): 41-51.
- Alvarado, P., Cabero, J., Moreno, G., Bratek, Z., Van Vooren, N., Καουνάς, Β., Κωνσταντινίδης, Γ., Agnello, C., Merényi, Z., Smith, E.M., Vizzini, A., Trappe, M.J., 2016. Phylogenetic overview of the genus *Genea* (Pezizales, Ascomycota) with an emphasis on European taxa. *Mycologia*, 108(2): 441-456.
- Alvarado, P., Healy, R., Moreno, G., Cabero, J., Scholler, M., Schneider, A., Vizzini, A., Καουνάς, Β., Vidal, M.J., Hensel, G., Rubio, E., Mujic, A., & Smith, E.M., 2018. Phylogenetic studies in *Genabea*, *Myrmecocystis* and related genera. *Mycologia*. 110 (2):401-418.
- Bordallo, J.J., Rodriguez, A., Καουνάς, Β., Camello, F., Honrubia, M. & Morte, A., 2015. Two new *Terfezia* species from Southern Europe. *Phytotaxa* 230 (3): 239–249.

- Chatin, A., 1896. Terfas de Grece: *Terfezia gennadii*. *Bulletin de la Societe botanique de France*, 43: 611-617.
- Δασκαλόπουλος, Β., Πολέμης, Η., Καουνάς, Β., Κωνσταντινίδης, Γ., Φρυσσούλη, Β., Κουβέλης, Ν., Δήμου, Δ., και Ζερβάκης, Γ., 2021. Preliminary reassessment of the diversity of *Tuber* species in Greece. 1st International Conference on Botany and Mycology, Sofia. Δήμου, Δ., Πολέμης, Η., Κωνσταντινίδης, Γ., Καουνάς, Β., Ζερβάκης, Γ., 2016. Diversity of macrofungi in the Greek islands of Lesbos and Agios Efstratios, NE Aegean Sea. *Nova Hedwigia* Vol. 102. 3-4, 439-475.
- Διαμαντής, Σ., 1985. Καταγραφή της μυκογλωρίδας των δασών της Ελλάδας. *Δασική έρευνα*. 2. (VI). 101-118.
- Διαμαντής, Σ., Περλερού, Χ., 2008. Recent records of hypogeous fungi in Greece. *Acta Mycologica* 43: 139-142.
- Gyosheva, M., Κωνσταντινίδης, Γ., G., Assyov B., Καουνάς, Β., 2012. On the occurrence of the truffle-like fungus *Stephensia bombycina* (Ascomycota, Pyrenomataceae) in Bulgaria and Greece. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*. Tome 65, No 4. 475-480.
- Hansen, K., Schumacher, T., Skrede, I., Huhtinen, S., Wang, X.H., 2019. Pindara revisited - evolution and generic limits in Helvellaceae. *Persoonia*. 42:186-204.
- Haouar – Zitouni Fatima El-Houaria, Alvarado, P., Sbissi, I., Boudabous, A., Fortas, Z., Moreno, G., Manjón, L.J., Gtari, M., 2015. Contrasted Genetic Diversity, Relevance of Climate and Host Plants, and Comments on the Taxonomic Problems of the Genus *Picoa* (Pyronemataceae, Pezizales). *PLOS ONE*. 10(9): 1-16.
- Καουνάς, Β., Assyov, B., Alvarado, P., 2011. New data on hypogeous fungi from Greece with special reference to *Wakefieldia macrospora*. *Mycologia Balcanica*. 8: 105–113.
- Καουνάς, Β., Agnello, C., Alvarado, P., Slavova, M., 2015. *Barssia hellenica* sp. nov. (Ascomycota, Pezizales), a new hypogeous species from Greece. *Ascomycete.org*, 7 (5) : 213-219.
- Καουνάς, Β., Agnello, C., Alvarado, P., 2016. *Genea cephalonicae* sp. nov. (Ascomycota, Pezizales), a new hypogeous species from Greece. *Ascomycete.org*, 8 (3): 105-110.
- Κελτεμλίδης, Δ., 1990. Τα μανιτάρια του βουνού και του κάμπου. Ψύχαλος. Αθήνα. Σελ. 268.
- Κωνσταντινίδης, Γ., και Μανιταρόφιλοι Δυτικής Μακεδονίας., 2006. 1000 Μανιτάρια της Δυτικής Μακεδονίας. Σελ. 422-423.
- Κωνσταντινίδης, Γ., 2009. Μανιτάρια – Φωτογραφικός οδηγός μανιταροσυλλέκτη. Σελ. 522-539.
- Κωνσταντινίδης, Γ., Καουνάς, Β., 2012. *Elaphomyces muricatus* and *Fischerula macrospora*, two interesting hypogeous fungi from Greece. *Ascomycete.org*, 4 (5): 95-98.
- Landerer, von X., 1858. Botanische Notizen aus Griechenland. I. Uber die in Griechenland vorkommenden Schwamme. *Flora* 41: 675-683.
- Maire, R., Politis, J., 1940. Fungi Hellenici. *Actes Insti. Bot. Univ. Athenes*. 1, 27-179.
- Piattoni F., Ori F., Morara M., Iotti M. Zambonelli A., 2012. The role of wild boars in spore dispersal of hypogeous fungi. *Acta Mycologica*. Vol. 47 (2): 145–153.
- Παντίδου, Μ., 1973. Κατάλογος μυκήτων και ξενιστών της Ελλάδος. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. Κηφισιά. Σελ. 382.
- Παντίδου, Μ., 1990. Μανιτάρια από τα Ελληνικά δάση. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας. Κηφισιά. Σελ. 200.
- Πολέμης, Η., Κωνσταντινίδης, Γ., Φρυσσούλη, Β., Slavova, M., Τσαμπάκης, Τ., Νάκας, Β., Assyov, B., Καουνάς, Β., Ζερβάκης, Ι.Γ., 2019. *Tuber pulchrosporum* sp. nov., a black truffle of the Aestivum clade (Tuberaceae, Pezizales) from the Balkan peninsula. *Myckeys* 47: 35-51.
- Streiblová, E., Gryndlerová, H., Gryndler, M., 2012. Truffle brûlé: an efficient fungal life strategy. *FEMS Microbiology Ecology*. 80(1): 1–8.
- Uzun, Y., Yakar S., Karacan I.H., Kaya, A., New additions to the Turkish Pezizales. 2018. *Turkish Journal of Botany*. 42: 335-345.
- Ζερβάκης, Γ., Lizon, P., Δήμου, Δ., Πολέμης, Η., 1999. Annotated check list of the greek macrofungi. *Ascomycotina*. Mycotaxon. Volume L

Θεματική Ενότητα: Δασική Βοτανική

ΑΥΤΟΦΥΗ ΔΑΣΙΚΑ ΕΙΔΗ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΦΥΤΩΡΙΑ: ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΧΡΗΣΕΙΣ

Ελευθεριάδης, Αλέξανδρος^{1,2}

¹Δήμος Κιλκίς, Δ/ση ΤΟΑ, Γ. Καπέτα 17, Κιλκίς, ΤΚ61100.

²Εκτ. διδακτικό προσωπικό τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Δράμας (Δι.Πα.Ε.) και Αγροτικής Βιοτεχνολογίας και Οινολογίας Δράμας (Δι.Πα.Ε.), 1^ο χλμ Δράμας-Μικροχωρίου, Δράμα, ΤΚ66100, aleos4@yahoo.gr.

Περίληψη

Η ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει πληθώρα δασικών φυτικών ειδών που χρησιμοποιούνται ευρέως για αισθητικούς, καλλωπιστικούς, φαρμακευτικούς, λειτουργικούς και οικολογικούς σκοπούς. Μεγάλος αριθμός αυτών και πλήθος ειδών παράγεται σε ελληνικά φυτώρια, εδώ και πολλά χρόνια με επιτυχία. Κατά τη διαδικασία της παραγωγής οι φυτωριούχοι έρχονται αντιμέτωποι με εμπόδια και καταστάσεις που καταγράφονται ανά είδος στην παρούσα εργασία· προβλήματα με αναφορές σε χειρισμό σπόρων και σπορά, διαδικασία παραγωγής μοσχευμάτων, διατήρηση των φυτών σε έδαφος και φυτοδοχεία, μεταφυτεύσεις, εξαγωγή φυτών από έδαφος, πρόληψη και αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών. Παράλληλα παρουσιάζονται ειδικές ιδιότητες των φυτών, που θεωρούνται χρήσιμες για την επιλογή αυτών σε έργα πρασίνου, όπως σκίαση, χρωματισμοί, ανάδειξη, μόνωση, λοιπές αισθητικές καθώς και λειτουργικές και οικολογικές ιδιότητες. Τέλος, αναφέρονται παρατηρήσεις αναφορικά με τη χρήση και χρησιμοποίηση αυτών στο αστικό και περιαστικό πράσινο καθώς και σε υπαίθριους χώρους πρασίνου.

Λέξεις κλειδιά: αυτοφυή δασικά είδη, φυτώρια δασικών φυτών, παραγωγή φυτών, ιδιότητες φυτών, χρήση φυτών.

Εισαγωγή

Τα δασικά φυτικά είδη χρησιμοποιούνται ευρέως στον παγκόσμιο χώρο για αισθητικούς, καλλωπιστικούς, λειτουργικούς και οικολογικούς σκοπούς (Konijnendijk and Randrup 2004, Tyrväinen κ.α. 2005, Shakleton κ.α. 2015, Czaja κ.α. 2020, Lüttge & Buckeridge 2020, Zhao κ.α. 2020), καθώς και στον ελληνικό χώρο (Γεωργακοπούλου-Βογιατζή 2000, Ελευθεριάδης 2010, Ελευθεριάδης 2022, Ελευθεριάδης κ.α. 1999, Ελευθεριάδης 2003). Τα οφέλη της χρήσης φυτών στα αστικά και περιαστικά τοπία έχει συζητηθεί και αναλυθεί ευρέως στις άνωθεν βιβλιογραφικές αναφορές. Η ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει πληθώρα ειδών που μπορούν να θεραπεύσουν τους άνωθεν στόχους. Τα ελληνικά φυτώρια παράγουν μεγάλο αριθμό σε είδη και ποσότητα ελληνικών δασικών ειδών (Ελευθεριάδης 2022), και πολλά από τα φυτά αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί σε πλήθος έργων ανά την επικράτεια, αναφορικά με χώρους αναψυχής, αναδασώσεις, αποκατάσταση διαταραγμένων περιοχών, πρανή οδών, αστικό πράσινο (πάρκα, αλέες, οδοί, πεζόδρομοι, κ.ά.). Σε πολλές περιπτώσεις (Δήμος Παιονίας, Θεσσαλονίκης, Έδεσσας, Σιντικής κ.ά.) τα αποτελέσματα από αισθητικής, λειτουργικής και οικολογικής πλευράς είναι σε πολύ καλό επίπεδο, και υπάρχει εναρμόνιση με τη φύση και το περιβάλλον της εκάστοτε περιοχής.

Κατά τη διαδικασία της παραγωγής οι φυτωριούχοι έρχονται αντιμέτωποι με εμπόδια και καταστάσεις που καταγράφονται ανά είδος στην παρούσα εργασία. Τα προβλήματα αυτά αναφέρονται στο χειρισμό των σπόρων και στη διαδικασία της σποράς, στη διαδικασία παραγωγής των μοσχευμάτων, στη διατήρηση των φυτών στο έδαφος και σε φυτοδοχεία σε διάφορες συνθήκες, στις μεταφυτεύσεις, στην εξαγωγή φυτών από έδαφος, στην πρόληψη και αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών.

Στην παρούσα εργασία επισημαίνονται μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των άνωθεν προβλημάτων που προκύπτουν κατά την παραγωγή στα φυτώρια επιλεγμένων αυτοφυών δασικών ειδών (δένδρων και θάμνων), επιλεγμένες ιδιότητες (παραλείπονται οι πολυαναφερθείσες βοτανικές και μορφολογικές ιδιότητες όπως ανθοφορίες, καρποφορίες, ύψη κλπ και δίνεται έμφαση

σε σκίαση, χρωματισμούς, ανάδειξη τόπων και χώρων, μόνωση (οπτική, ανεμική), λοιπές αισθητικές καθώς και λειτουργικές και οικολογικές ιδιότητες), και παρατηρήσεις αναφορικά με τη χρήση αυτών στο αστικό και υπαίθριο πράσινο που καταγράφηκαν από συναφή έργα πρασίνου ανά την επικράτεια.

Υλικά και μέθοδοι

Οι παρατηρήσεις αντλήθηκαν από την επιλεγμένη βιβλιογραφία, συναφείς εργασίες του συγγραφέα, καθώς και από την επαγγελματική εμπειρία του συγγραφέα στο αντικείμενο (1991-2023), με καταγραφές, παρατηρήσεις και πειράματα στο πεδίο σε συνθήκες φυτώριου.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

1. Κυριότερα αυτοφυή δασικά είδη που παράγονται στα ελληνικά φυτώρια για δασικούς/αισθητικούς σκοπούς

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται τα κυριότερα αυτοφυή δασικά είδη που παράγονται στα ελληνικά φυτώρια. Όλα τα παρατιθέμενα είδη χρησιμοποιούνται στο αστικό πράσινο και σε υπαίθριους χώρους πρασίνου, για ποικιλία σκοπών.

Πίνακας 1. Κωνοφόρα δένδρα
Table 1. Conifers

ΚΩΝΟΦΟΡΑ	
<i>Abies borisii-regis</i>	<i>Picea excelsa (abies)</i>
<i>Abies cephalonica</i>	<i>Pinus brutia</i>
<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Juniperus communis</i>	<i>Pinus pinea</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Taxus baccata</i>

Πίνακας 2. Πλατύφυλλα δένδρα
Table 2. Broadleaves

ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ	
<i>Acer campestre</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Fraxinus ornus</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Juglans regia</i>
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Platanus orientalis</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Quercus ilex</i>
<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus coccifera</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>
<i>Cercis siliquastrum</i>	<i>Ulmus campestris</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	

Πίνακας 3. Θάμνοι
Table 3. Shrubs

ΘΑΜΝΟΙ	
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Nerium oleander</i>
<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Phyllirea latifolia</i>
<i>Colutea arborescens</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Cornus mas</i>	<i>Prunus laurocerasus*</i>
<i>Coronilla emeroides</i>	<i>Pyracantha coccinea</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>
<i>Cotinus coggygria</i>	<i>Rosa canina</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Rosmarinus officinalis**</i>
<i>Euonymus europaeus</i>	<i>Spartium junceum</i>
<i>Erica arborea</i>	<i>Sambucus nigra</i>
<i>Ilex aquifolium</i>	<i>Tamarix perviflora</i>
<i>Laurus nobilis</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Medicago arborea</i>	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Myrtus communis</i>	<i>Vitex agnus castus</i>

* Το *Prunus laurocerasus* (δαφνοκέρασος) αναφέρεται ως ιδιαίτερο φυτό της ποντιακής παράδοσης (ροδάφινο, ροδάφνον).

** Το *Rosmarinus officinalis* αναφέρεται συνήθως ως πόα.

2. Παραγωγή – ιδιότητες – χρήσεις των κυριότερων αυτοφυών δασικών ειδών που παράγονται σε ελληνικά φυτώρια

2.1. Κωνοφόρα δένδρα

Abies borisii-regis (Ελάτη υβριδογενής)

Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα βραδυαυξές φυτό. Υπάρχει δυσκολία εύρεσης σπόρου. Είναι σκιάφυτο και προτιμά όξινα εδάφη. Η ελάτη χρησιμοποιείται ευρέως ως χριστουγεννιάτικο δένδρο σε κήπους, μπαλκόνια, πάρκα και πλατείες, όπου δεσπόζει με τη μορφή του.

Cupressus sempervirens (Κυπαρίσσι)

Σαν ανάπτυξη χαρακτηρίζεται μέτρια βραδυαυξές. Υπάρχει μεγάλη δυσκολία σε εξαγωγή από έδαφος, και διατήρησης σε γλάστρα, είναι από τα ελάχιστα φυτά που δεν ακολουθούν τις πρακτικές εξαγωγής φυτών όσον αφορά την εποχή. Ξηρανθεκτικό και ολιγαρκές φυτό, δύναται να χρησιμοποιηθεί και ως υψηλός φυτοφράχτης. Δεσπόζει με το ύψος του. Προσοχή στα αστικά περιβάλλοντα, καθώς ως επιπολαιόριζο παρατηρούνται ρίζες από δυνατούς ανέμους.

Picea excelsa (abies) (Ερυθρελάτη)

Υπάρχει σχετική δυσκολία εύρεσης σπόρου, τόσο σε φυτωριακό όσο και σε εμπορικό επίπεδο. Πιο ταχυνυξές από το έλατο, φτάνει σε μεγάλα ύψη. Προτιμά τα όξινα αλλά προσαρμόζεται πολύ καλά και σε αλκαλικά εδάφη. Σκιάφυτο, αλλά αντέχει περισσότερο από το έλατο στο φως. Χρήση ως χριστουγεννιάτικο δένδρο. Δεσπόζει μόνο του σε κήπους και παρτέρια.

Pinus pinea (Πεύκη η κουκουναριά)

Μεγάλη δυσκολία σε εξαγωγή από το έδαφος, οπωσδήποτε μεταφορά σε θερμοκήπιο μετά την εξαγωγή. Ο σπόρος χάνει γρήγορα την φυτρωτικότητα του. Μέτρια ανθεκτικό στην αλατότητα εδαφών και ατμόσφαιρας. Από τα πιο θερμόβια πεύκα, προτιμάται η παραγωγή σε θερμοκήπιο όσο είναι μικρής ηλικίας. Φωτόφυτο, με κόμη σφαιρική και ομπρελοειδή. Ιδανικό φυτό για αλέες σε πόλεις ή για μικρές συστάδες.

Taxus baccata (Ιταμος)

Μέτρια ταχυνυξές φυτό, με αρκετά μεγάλη δυσκολία εύρεσης σπόρου, προτιμάται αναπαραγωγή με μοσχεύματα. Επιτυχία στην εξαγωγή από έδαφος έως 100%. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών με προτίμηση στα όξινα. Σκιάφυτο, απαιτεί μεγάλη προσοχή στην τοποθέτησή του στο χώρο. Επιδέχεται κλάδεμα για οποιαδήποτε σχέδια. Χρήση και σε φυτοφράχτες.

2.2. Πλατύφυλλα δένδρα

Acer campestre (Σφένδαμος ο πεδινός)

Μέτρια ταχυνυξές φυτό, αλλά όχι στα φυτοδοχεία. Η επιτυχία φύτευσης στο φυτώριο κυμαίνεται σε μεγάλα ποσοστά. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών, προτιμά εδαφική υγρασία αλλά επιτυχώς χρησιμοποιείται σε συνθήκες πόλης και σε ξηρές θέσεις. Χρήζει τακτικής συντήρησης για διατήρηση της δενδροειδούς κόμης (καθαρισμό του κορμού). Χρήση σε πάρκα και κήπους, αλέες οδών (μεγάλων και μεσαίων πλατών).

Acer pseudoplatanus (Σφένδαμος ο ψευδοπλάτανος)

Ταχυνυξές φυτό, αλλά όχι στα φυτοδοχεία. Εύκολη φύτευση στο φυτώριο με μεγάλα ποσοστά επιτυχίας. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών αρκεί να υπάρχει επαρκές βάθος εδάφους, απαιτεί εδαφική και ατμοσφαιρική υγρασία. Σε νεαρή ηλικία είναι σκιάφυτο. Χρήση για σκίαση σε πάρκα, πλατείες και κήπους, και για χρωματική ποικιλία (το φύλλωμα).

Aesculus hippocastanum (Ιπποκαστανιά)

Ιδιαίτερα ταχυνυξές φυτό, τόσο στα φυτοδοχεία όσο και σε έδαφος. Εύκολη η φύτευση, καθώς η συλλογή των σπόρων. Παρατηρούνται μύκητες στη στρωμάτωση των σπόρων, επομένως απαιτεί προσοχή με τη συχνότητα χρήσης μυκητοκτόνων. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών, απαιτεί εδαφική και ατμοσφαιρική υγρασία. Σκιάφυτο σε νεαρή ηλικία (συχνότατα παρατηρούνται οι ξηράνσεις Αυγούστου). Χρήση για σκίαση και τα χρώματα ανθέων, καθώς και τη συνολική μορφή και την υφή του φυτού. Δημιουργούνται προβλήματα με την πτώση καρπών σε αστικά περιβάλλοντα.

Carpinus betulus (Γάυρος)

Μέτρια ταχυνυξές φυτό, με εύκολη φύτευση. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών, με μεγάλη επιτυχία σε αρδευόμενα αστικά εδάφη, αρκεί να μην είναι αλατούχα. Χρήση και για σκίαση σε

μικρά πάρκα και δρόμους. Ως σχετικά στενόκομο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αλέες, πεζοδρόμια, μικρά πάρκα.

Celtis australis (Κελτίς, Μελικουκιά)

Ταχυαυξές φυτό, με προσαρμογή σε ποικιλία εδαφών, καθώς και σε αστικά εδάφη. Ανθεκτικό φυτό στη ρύπανση, ακόμα και σε αλατότητα. Χρήση και για σκίαση με τη μεγάλη του κόμη, δημιουργούνται πολλά προβλήματα με σήκωμα δαπέδων και πλακιδίων από τη ρίζα.

Cercis siliquastrum (Κουτσουπιά)

Μέτρια ταχυαυξές φυτό. Παρατηρείται συχνά στρέβλωση του κορμού, επομένως απαιτεί καλή στήριξη. Προσαρμόζεται εύκολα σε ποικιλία εδαφών, καθώς και σε αστικά εδάφη. Ξηρανθεκτικό φυτό με μεγάλη αντοχή στη ρύπανση. Χρησιμοποιείται και για αλέες, δρόμους, πάρκα. Φυτό με μικρή κόμη και διαστάσεις, είναι ιδιαίτερης αισθητικής αξίας την περίοδο της άνθησης, έως αδιάφορο αισθητικά την περίοδο της καρποφορίας.

Fraxinus ornus (Φράζος, Μελιός)

Η ταχύτητα αύξησης του είναι μέτρια. Παρουσιάζει στρέβλωση του κορμού ως νεαρό φυτό, επομένως απαιτεί στήριξη. Αναπτύσσεται σε ποικιλία εδαφών, προσαρμόζεται καλά σε αστικά εδάφη, και είναι ξηρανθεκτικό. Ιδιαίτερης αισθητικής είναι τα φθινοπωρινά χρώματα του φυλλώματος. Χρήση και για αλέες, δρόμους και λόγω της μεσαίας κόμη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και σε μικρούς δρόμους πόλεων.

Platanus orientalis (Πλατάνι το ανατολικό)

Ταχυαυξές φυτό, αλλά όχι από τα πλέον ταχυαυξή πλατύφυλλα δένδρα. Υπάρχει μεγάλη ευκολία συλλογής σπόρου και παραγωγής του στα φυτώρια. Υδροχαρές φυτό, προτιμά βαθιά εδάφη με ικανοποιητική γονιμότητα. Είναι κλασικό φυτό για ανάδειξη τόπων καθώς και για σκίαση. Ιδιαίτερα αλλεργικό το άνθος, δημιουργούνται προβλήματα σε αστικά περιβάλλοντα και σε ιδιωτικούς κήπους. Υπάρχουν προβλήματα με σήκωμα δαπέδων και πλακιδίων από τη ρίζα.

Quercus ilex (Αριά)

Είναι φυτό με μεγάλη δυσκολία στη διατήρηση μετά από εξαγωγή ή μεταφύτευση. Δεν προσαρμόζεται καλά σε αστικά εδάφη, αντιθέτως είναι ανθεκτικό σε αλατότητα εδάφους και ατμόσφαιρας. Ιδιαίτερης αισθητικής είναι η κόμη του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για αλέες, άλση. Παρατηρούνται απώλειες σε αστικά περιβάλλοντα, έως και 100%.

Sorbus aucuparia (Σορβιά των πτηνών)

Είναι δύσκολο φυτό στη διατήρησή του μετά από εξαγωγή ή μεταφύτευση. Δεν προσαρμόζεται καλά σε αστικά εδάφη, προτιμά όξινης αντίδρασης, ενώ είναι ανθεκτικό στη θάλασσα. Ιδιαίτερης αισθητικής καθώς και μεγάλης διατροφικής και φαρμακευτικής αξίας είναι ο καρπός του φυτού. Χρήση ως μεμονωμένο φυτό ή σε περιαστικά πάρκα, ενώ παρατηρούνται απώλειες σε αστικά περιβάλλοντα.

Tilia platyphyllos (Φιλύρα, Φλαμουριά)

Ως ταχυαυξές φυτό, προτιμάται η στήριξή του σε νεαρή ηλικία. Προτιμά όξινα εδάφη, υγρά. Ως νεαρό φυτό είναι σκιοφυτό. Παρατηρούνται συνεχώς πολλά ριζοβλαστήματα, θέλει καθαρισμό στα φυτοδοχεία και στους χώρους του εδάφους που είναι φυτεμένο. Ο καρπός (φλαμούρι) είναι μεγάλης φαρμακευτικής αξίας. Είναι κλασικό φυτό σκίασης, με χρήση κυρίως ως μεμονωμένο στο χώρο.

Ulmus campestris (Φτελιά η πεδινή, Καραγάτσι)

Ιδιαίτερα ταχυαυξές φυτό, που προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών, με καλή προσαρμογή στα αστικά εδάφη. Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρους. Φυτό με μεγάλη κόμη, κατάλληλη για σκίαση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε αλέες, αλλά όχι σε περιορισμένους χώρους. Πρόβλημα αποτελούν τα φυλλοφάγα έντομα (κυρίως το *Xanthogaleruca luteola*, σκαθάρι φτελιάς).

2.3. Θάμνοι

Arbutus unedo (Κουμαριά)

Αναλογικά βραδυαυξές φυτό, με μεγάλη δυσκολία στην παραγωγή. Είναι απαιτητικό σε έδαφος (απαιτεί όξινα, και κατά προτίμηση τυρφώδη), με προτίμηση στα κεκλιμένα. Είναι δύσκολο προσαρμόσιμο οικολογικά σε πόλεις. Ο καρπός είναι ιδιαίτερης καλλωπιστικής και διατροφικής αξίας. Πρόβλημα αποτελούν οι επιθέσεις από έντομα και κατόπιν από μύκητες (κυρίως από *Fumago vagans* – καπνιά) σε συνθήκες θερμοκηπίου.

Buxus sempervirens (Πυξάρι)

Εξαιρετικά βραδυαυξές φυτό, που παράγεται αποκλειστικά στα φυτώρια με μοσχεύματα. Σκιάφυτο, απαιτεί μεγάλη προσοχή η διατήρησή του. Δύσκολα προσαρμόζεται σε πόλεις, ιδιαίτερα στις ηλιόλουστες θέσεις. Επιδέχεται κούρεμα, και είναι κατάλληλο για χαμηλές πυκνές μπορντούρες. Πρόβλημα αποτελεί τα τελευταία χρόνια το φυλλοφάγο έντομο *Cydalima perspectalis* (Πυραλίδα πυξαριού).

Cornus mas (Κρασιά)

Η παραγωγή μπορεί να γίνει και με μοσχεύματα, για τον εγγενή πολλαπλασιασμό οι σπόροι θα πρέπει να χειριστούν πρώτα με θεϊκό οξύ και στη συνέχεια να στρωματωθούν. Σκιάφυτο αλλά μπορεί να προσαρμοστεί σε ηλιόλουστες θέσεις όπου υπάρχει σχετική υγρασία ατμόσφαιρας. Ο καρπός είναι ιδιαίτερης διατροφικής αξίας. Είναι φυτό δύσκολα προσαρμόσιμο σε πόλεις, ιδιαίτερα στις ηλιόλουστες θέσεις. Ανθεκτικότατο σε εχθρούς και ασθένειες, δεν έχουν παρατηρηθεί αλλοιώσεις από επιθέσεις εντόμων ή ασθένειες σε συνθήκες φυτωρίου, ακόμα και εάν σε διπλανές πρασιές και χώρους κυκλοφορεί ποικιλία εχθρών και ασθενειών.

Cotinus coggygria (Κότινος, Χρυσόξυλο)

Ανθεκτικό φυτό σε ποικιλία συνθηκών. Τα φύλλα του φθινοπώρου ιδιαίτερης αισθητικής αξίας (χρωματισμοί). Είναι προσαρμόσιμο σε πόλεις, ακόμα και σε ηλιόλουστες θέσεις. Είναι πολύ ανθεκτικό φυτό σε εχθρούς και ασθένειες, καθώς και σε ρύπανση και αλατότητα.

Crataegus monogyna (Κράταιγος)

Ανθεκτικό φυτό σε ποικιλία συνθηκών. Για τη φύτευση των σπόρων απαιτείται ο χειρισμός τους με θεϊκό οξύ και στη συνέχεια η στρωμάτωσή τους. Είναι ξηρανθεκτικό φυτό και προσαρμόσιμο σε διάφορα εδάφη, κατά προτίμηση όχι πολύ όξινα. Ο καρπός είναι ιδιαίτερης διατροφικής αξίας, με χρήσεις και στην αποσταγματοποιία. Κατατάσσεται στα μελισσοτροφικά φυτά και είναι ανθεκτικό σε εχθρούς και ασθένειες, ρύπανση και αλατότητα.

Plex aquifolium (Αρκουδοπούρναρο)

Βραδυαυξές φυτό, η εξαγωγή του από το έδαφος είναι εύκολη. Μπορεί να διατηρηθεί με επιτυχία σε φυτοδοχεία, αλλά όχι για σειρά ετών. Σκιάφυτο, απαιτεί υγρασία ατμόσφαιρας καθώς και εδάφους. Προτιμά τα όξινα εδάφη. Χρήση μεμονωμένων κλαδιών γίνεται την περίοδο των Χριστουγέννων.

Laurus nobilis (Δάφνη, Δάφνη του Απόλλωνα)

Ταχυαυξές φυτό, με πολλούς βλαστούς παρά τον κεντρικό, που άμα καθαρίζονται παίρνει τη μορφή δένδρου. Η εξαγωγή από το έδαφος και διατήρηση του φυτού σε φυτοδοχεία είναι εύκολη. Δεν αντέχει τους παγωμένους ανέμους του χειμώνα στην Β. Ελλάδα. Σε αναζήτηση φωτός σε αστικά περιβάλλοντα, έχει βρεθεί σε ύψη άνω των 15m. Είναι ιδανικό για υψηλούς φυτοφράχτες (έως και 8m).

Myrtus communis (Μυρτιά, Μυρσίνη)

Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρους. Δεν αντέχει τους παγωμένους ανέμους του χειμώνα στην Β. Ελλάδα. Προτιμά όξινα εδάφη, στραγγιζόμενα. Τα φύλλα αναδίδουν ευχάριστο άρωμα. Η χρήση του φυτού γίνεται και μεμονωμένα, και ως μπάλα, και σε χαμηλές μπορντούρες.

Nerium oleander (Πικροδάφνη)

Πολλαπλασιάζεται τόσο με σπόρους όσο και με κλαδομοσχεύματα, στα φυτώρια όμως προτιμάται η 2^η μέθοδος με ικανοποιητικά ποσοστά επιτυχίας. Το φυτό δεν αντέχει τους παγωμένους ανέμους του χειμώνα στην Β. Ελλάδα. Μπορεί να προσαρμοστεί σε ποικιλία εδαφών, και είναι ξηρανθεκτικό με μεγάλη αντοχή σε ρύπανση και θάλασσα περιβάλλοντα. Έχει περιοριστεί η χρήση του σε σχολικές αυλές λόγω δυσμενών ιδιοτήτων των φύλλων. Χρήση γίνεται και ως ομάδα θάμνων, και ως μπάλα, και σε χαμηλούς φυτοφράχτες.

Pistacia lentiscus (Σχίνος)

Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρους. Η παραγωγή γίνεται μόνο σε θερμοκήπια (στην Β. Ελλάδα), καθώς δεν αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών, και είναι πολύ ξηρανθεκτικό, καθώς και ιδιαίτερος ανθεκτικό σε αλατότητα (εδάφους και ατμόσφαιρας). Τα φύλλα αναδίδουν ευχάριστο άρωμα. Το φαινόμενο της παραγωγής μαστίχας έχει παρατηρηθεί σε μεμονωμένες παραλίες στη Χαλκιδική, σε ελάχιστα άτομα.

Prunus laurocerasus (Δαφνοκέρασος)

Με καταγωγή από Πόντο και εξάπλωση στην εκεί περιοχή (αναφέρεται ως ιδιαίτερο φυτό της ποντιακής παράδοσης -ροδάφινο, ροδάφνον), πρόκειται για ένα ταχυαυξές φυτό με πλούσιο και γυαλιστερό φύλλωμα. Πιθανές ξηράνσεις φύλλων από παγωμένους ανέμους παρατηρούνται το

χειμώνια. Προτιμάει τα όξινα και υγρά εδάφη. Πρόβλημα αποτελεί το φάγωμα των φύλλων από σαλιγκάρια. Χρήση μπορεί να γίνει και ως μεμονωμένο, και για φυτοφράχτες 2-3,5m.

Pyracantha coccinea (Πυράκανθος)

Ανθεκτικό φυτό σε ποικιλία συνθηκών και εδαφών. Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρους όσο και με μοσχεύματα που είναι και η προτιμητέα μέθοδος στα φυτώρια. Η διατήρηση σε φυτοδοχεία είναι εύκολη. Ο καρπός είναι μεγάλης αισθητικής αξίας, τα άνθη το κατατάσσουν στα μελισσοτροφικά φυτά. Χρήση γίνεται για αδιαπέρατους φράχτες, αλλά πρέπει να περιορίζεται στα αστικά περιβάλλοντα.

Sambucus nigra (Σαμπούκος)

Μέτρια ταχυανξές φυτό αλλά όχι σε συνθήκες φυτωρίου, όπου η ανάπτυξή του είναι βραδεία. Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρους. Ανθεκτικό στη ρύπανση, την ξηρασία και τη θάλασσα. Μέρη του φυτού (φύλλα καρπός) είναι ιδιαίτερης διατροφικής αξίας. Ως μεμονωμένο μπορεί να φτάσει σε ύψη και πλάτη μικρού δένδρου.

Viburnum tinus (Βιβούρνο τίνους ή κοινό, Αγριοδάφνη)

Πρόκειται για μέτρια ταχυανξές φυτό, ανθεκτικό σε συνθήκες φυτωρίου. Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρους σπόρους όσο και με μοσχεύματα που είναι και η προτιμητέα μέθοδος στα φυτώρια. Προτιμά υγρασία στο έδαφος. Σε ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες ξηραίνονται κλαδιά. Η ανθοφορία είναι για περιορισμένο χρονικό διάστημα, η καρποφορία είναι αισθητικής και καλλωπιστικής αξίας. Ως μεμονωμένο μπορεί να φτάσει σε ύψη άνω των 4m. Ευάλωτο φυτό σε ασθένειες και έντομα, καθώς και σε σαλιγκάρια για το δερματώδες φύλλωμά του. Είναι ιδανικό για φυτοφράχτες, 1,5-2,5m, και σε συνδυασμό με ποικιλία φυτών, αυτοφυών ή μη.

Vitex agnus castus (Λυγαριά)

Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρους. Είναι ευαίσθητο σε παγετούς. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφών, και είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στην αλατότητα των εδαφών και της ατμόσφαιρας καθώς και σε ρύπανση. Χρήση προτείνεται και σε παραθαλάσσιες περιοχές όπου αναπτύσσεται με μεγάλη επιτυχία.

Συμπεράσματα

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία αυτοφυών δασικών φυτικών ειδών που μπορούν να καλύψουν ευρύ φάσμα χρήσεων και αναγκών. Τα φυτά αυτά μπορούν να παραχθούν ή παράγονται σε πολλά ελληνικά φυτώρια, στα οποία αντιμετωπίζονται πλήθος προβλημάτων και καταστάσεων για κάθε είδος. Τα προβλήματα αυτά αφορούν στη συλλογή και χειρισμό των σπόρων, στη διατήρηση των φυτών σε φυτοδοχεία και στα θερμοκήπια, στην αντίδραση των φυτών σε εξαγωγή από το έδαφος, σε ασθένειες και εχθρούς, σε θέματα κόμης και ευθυτενίας, σε κλιματικούς παράγοντες, σε εδαφικές (και υγρασιακές) προτιμήσεις των φυτών. Οι ιδιότητες των φυτών μπορούν να καλύψουν κάθε ανάγκη για χρήση σε αστικό, περιαστικό ή υπαίθριο πράσινο, ήτοι σκίαση, ανάδειξη χώρου και τοπίου, φυτοφράχτες, σχηματισμούς, χρώματα, αρώματα, μορφές και υφές, και επιπλέον σε διατροφικές και φαρμακευτικές ανάγκες. Οφείλεται από πολιτεία, φορείς και πολίτες στήριξη στην προσπάθεια αυτή και ενίσχυση της παραγωγής αυτοφυών φυτικών ειδών.

Abstract

Greek flora consists of a great amount of forest plant species that can be widely used for aesthetic, functional and ecological purposes. Many of these species are produced in Greek plant nurseries. During the production of the plants the nursery holders come across obstacles and situations that are recorded by species along with presentation of specific properties of the plants. Finally, observations are mentioned regarding use of these plant species in Landscape Architecture.

Βιβλιογραφία

Γεωργακοπούλου-Βογιατζή, Χ., 2000. Ιδιότητες και χρήσεις των αυτοφυών φυτών της ελληνικής χλωρίδας στον αστικό σχεδιασμό. Πρακτικά Ελλ. Εταιρ. Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Δήμερο Διεπιστημονικό Συμπόσιο. «Αρχιτεκτονική Τοπίου & Αστικό Πράσινο», Θεσσαλονίκη, 6-7 Μαΐου 1998. Σελ. 31-41.

Czaja, M., Kolton, A., Muras, P., 2020. The Complex Issue of Urban Trees—Stress Factor Accumulation and Ecological Service Possibilities. *Forests* 11(9), 932, 10.3390/f11090932.

Ελευθεριάδης, Α., Ζαλίδης, Γ., Ντάφης, Σ., 2002. Αξιολόγηση καταλληλότητας ελληνικών εδαφικών τύπων για παραγωγή δασικών ειδών. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Κηφισιά, Αθήνα, 22-24 Σεπτεμβρίου 2002. Ελλ. Εδαφολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 370-381.

Ελευθεριάδης, Α., 2010. Επιλογή φυτικών ειδών για τον περιβάλλοντα χώρο εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Πρακτικά Συνεδρίου Landscape Architecture and Urban Environment, Δράμα 12-17 Απριλίου 2010. Έκδοση ΤΕΙ Δράμας.

Ελευθεριάδης, Α., Ελευθεριάδης, Ν., 2014. Αυτοφυής βλάστηση της Ελλάδας. Έκδοση ΤΕΙ Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Δράμα.

<http://www.filyraplants.gr/index.php/simvoules/item/56-aftofyis-vlastisi-tis-elladas>.

Ελευθεριάδης, Α., 2022. Ελληνική χλωρίδα – Δένδρα. United Nations Academic Impact: 2nd International Tree Planting Initiative. 10-13 Νοεμβρίου 2022, Μπουραζάνι (Κόνιτσα). Σελ. 41-51.

Ελευθεριάδης, Ν., 1995. Θέματα Δασικής Αναφυχής και Αρχιτεκτονικής Τοπίου. ΤΕΙ Δράμας. Σελ. 300.

Ελευθεριάδης, Ν., Ελευθεριάδου, Ε., Τζώρτζη, Ν., Ελευθεριάδης, Α., 1999. Επιλογή καλλωπιστικών ειδών για κήπους, πάρκα, και δενδροστοιχίες με χρήση CD ROM. Πρακτικά Επιστημονικού Δημέρου, Θεσσαλονίκη 28-29 Ιανουαρίου 1999. Σελ 111-117.

Ελευθεριάδης, Ν., Σαρίκου, Σ., Ελευθεριάδης, Α., 2003. Τα αυτοφυή φυτικά είδη στην Αρχιτεκτονική Τοπίου. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Αρχαία Ολυμπία, 30/09-03/10/2003. Ελλ. Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 71-81.

Lüttge, U., Buckeridge, M., 2023. Trees: structure and function and the challenges of urbanization. *Trees* 37, pp9–16. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-01964-1>.

Shackleton, S., Chinyimba, A., Hebinck, P., Shackleton, C., Kaoma, H., 2015. Multiple benefits and values of trees in urban landscapes in two towns in northern South Africa. *Landscape and Urban Planning* 136, pp76-86.

Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., de Vries, S., 2005. Benefits and Uses of Urban Forests and Trees. In: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., Schipperijn, J. (eds) *Urban Forests and Trees*. Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X> 5.

Zhao, Q., Xu, D., Qian, W., Hu, R., Chen, X., Tang, H., Zhang, C., 2020. Ecological and Landscape Perspectives on Urban Forest Planning and Construction: A Case Study in Guangdong-HongKong-Macao Greater Bay Area of China. *Front. Sustain. Cities* 2:44. <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00044>.

Θεματική ενότητα: Δασική Βοτανική

**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΝΟΟΙΚΩΝ ΕΝΔΗΜΙΚΩΝ
ΕΙΔΩΝ ΧΛΩΡΙΔΑΣ ΤΩΝ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ**

**Σκιαδαρέσης, Αριστοτέλης – Φίλιππος¹; Μαρτίνης, Αριστοτέλης¹; Ποϊραζίδης,
Κωνσταντίνος¹**

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, 29100 Ζάκυνθος filipos.sk64@gmail.com,
amartinis@ionio.gr , ecoroira@yahoo.gr ,

Περίληψη

Για την αξιολόγηση της κατάστασης των δυτικών ακτών Ζακύνθου επιλέχθηκαν συγκεκριμένες περιοχές στις οποίες εντοπίζεται και βιβλιογραφικά η παρουσία ενδημικών- σπάνιων φυτών. Στη συνέχεια έγινε επίσκεψη σε 61 σημεία για την επιβεβαίωση των καταγραφών και την εκτίμηση του μεγέθους των υποπληθυσμών των στενοενδημικών φυτών του νησιού. Μετά από την επεξεργασία των καταγεγραμμένων δεδομένων, εντοπίστηκαν κέντρα παρουσίας σπάνιων ειδών χλωρίδας (Hot spot). Από την προστατευόμενη περιοχή των δυτικών ακτών Ζακύνθου (με κωδικό περιοχής GR2210001) εντοπίστηκαν τα σημεία με τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα και τρωτότητα. Τα αποτελέσματα της έρευνας οδήγησαν σε προτάσεις για τη λήψη μέτρων επιπρόσθετης προστασίας των σπάνιων φυτικών ειδών αφενός και αξιοποίησης στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης αφετέρου.

***Λέξεις-κλειδιά:** Τρωτότητα οικοσυστημάτων, καταγραφή, αξιολόγηση, ενδημικά φυτά*

Εισαγωγή

Η βιοποικιλότητα είναι ο ζωντανός ιστός του πλανήτη μας. Είναι ζωτικής σημασίας όχι μόνο για την εύρυθμη λειτουργία των συστημάτων της Γης, αλλά είναι επίσης καίριας σημασίας για την παροχή υπηρεσιών οικοσυστήματος που είναι ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη αξιοπρέπεια και ευημερία. Οι κύριοι παγκόσμιοι παράγοντες απώλειας βιοποικιλότητας είναι η κλιματική αλλαγή, τα χωροκατακτητικά είδη, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων, η ρύπανση και η αστικοποίηση (UNESCO 2022). Το ανθρώπινο αντίκτυπο στο περιβάλλον είναι τέτοιο ώστε να δημιουργείται επείγουσα ανάγκη εντοπισμού των περιοχών με την μεγαλύτερη βιοποικιλότητα για στοχευμένη δράση προστασίας τους. Η έντονη τεκτονική δραστηριότητα στη Μεσόγειο ώθησε στη δημιουργία εκτεταμένων ορεινών συστημάτων και εντυπωσιακού ανάγλυφου (Κοντοσταύρος 2014). Μεγάλες βραχώδεις εξάρσεις είναι διάσπαρτα σε όλη τη Μεσόγειο, φιλοξενώντας σπάνια ενδημική χασμοφυτική χλωρίδα (Καρακίτσος 2010).

Η χασμοφυτική βλάστηση των ασβεστολιθικών βράχων είναι ένας πολύ σημαντικός οικότοπος, καθώς, φιλοξενεί πολύ εξειδικευμένα σε αυτόν είδη (Καρακίτσος 2006). Η εξειδίκευση αυτή συνίσταται στο γεγονός ότι το περιβάλλον των απόκρημνων βραχών είναι ουσιαστικά αφιλόξενο για τα φυτά και συνεπώς, όσα επιβιώνουν εκεί, έχουν αναπτύξει κάποιες ιδιαίτερες προσαρμογές, όπως ισχυρό ριζικό σύστημα. Αυτό τους επιτρέπει να έχουν καλή στήριξη στα βράχια και να εκμεταλλεύονται στο έπακρο το λιγιστό νερό και τα θρεπτικά συστατικά που συγκρατεί το ελάχιστο έδαφος. Επιπλέον, είναι ένα περιβάλλον ευάλωτο στους ισχυρούς ανέμους και την πλήρη ηλιοφάνεια, καθώς δεν υπάρχει υψηλή βλάστηση που να προστατεύει από τους κλιματικούς αυτούς παράγοντες (Καλημέρης 2013). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα περισσότερα χασμοφυτικά είδη είναι ενδημικά (Δημόπουλος 2018).

Στην Ελλάδα καταγράφονται συνολικά 184 οικογένειες, 1089 γένη, 5927 είδη και 2008 υποείδη, με συνολική γενετική ποικιλία 6811 taxa, σε αυτά περιλαμβάνονται 1144 ενδημικά είδη (19,6%) και 1553 είδη περιορισμένης εξάπλωσης (26,2% του συνόλου) (Ελληνική Βοτανική Εταιρία, 2022). Στη χλωριδική περιοχή του Ιονίου φιλοξενούνται 2489 φυτικά είδη και υποείδη αγγειωδών φυτών, από τα οποία 61 ενδημικά είδη και 33 ελληνικά ενδημικά υποείδη, καθώς

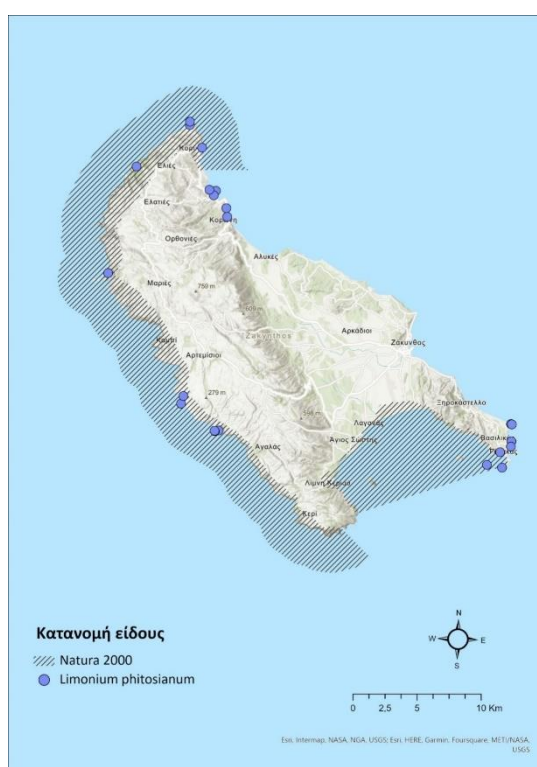
ακόμη και 74 είδη και 39 υποείδη, περιορισμένης εξάπλωσης (Dimopoulos 2013). Στη Ζάκυνθο απαντώνται 5 αποκλειστικά ενδημικά είδη (*Asperula naufraga*, *Limonium zacynthium*, *Limonium phitosianum*, *Limonium korakoniscum*, *Micromeria browiczii*) (Valli 2021) τα οποία θα αναφερθούν εκτενώς στη συνέχεια.

Η πληθώρα ειδών που απειλούνται με εξαφάνιση και η πίεση που ασκείται στα ενδιαιτήματά τους, οδηγούν τα οικοσυστήματα σε «κρίση» για τη διατήρησή τους. Είναι πολύ δύσκολο να διατηρηθούν τα πάντα, επομένως πρέπει να βελτιστοποιήσουμε πόση γη διατίθεται για τη διατήρηση των ειδών και πώς θα αντιμετωπίσουμε τις διαφορετικές πιέσεις εντός και εκτός προστατευόμενων περιοχών. Η ιεράρχηση της προστασίας των ειδών ανάλογα με το επίπεδο απειλής (π.χ. κατάλογοι ειδών IUCN και της Οδηγίας για τους Οικοτόπους της ΕΕ) (UNESCO ORG, 2022) καθώς και ο εντοπισμός και η αξιολόγηση είναι ύψιστης σημασίας εργασία για την προστασία και τη διατήρηση των ειδών (Δημόπουλος, 2018).

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η Ζάκυνθος βρίσκεται νότια της Κεφαλονιάς και δυτικά της Κυλλήνης, με συνολική έκταση 405,6 km² (Σχήμα 1) και με 123 Km μήκος ακτογραμμής. Ο πληθυσμός ολόκληρου του νησιού, σύμφωνα με την απογραφή του 2021, ανέρχεται σε 40.508 κατοίκους μειωμένος κατά 0,6% από το 2011. Το νησί παρουσιάζει ποικιλία ανάγλυφου. Διακρίνεται σε δύο κύριες ενότητες: α) την πεδινή η οποία καλύπτει το 30% περίπου της έκτασης του νησιού και την ημιορεινή, η οποία καλύπτει το δυτικό και βόρειο τμήμα, με υψηλότερη κορυφή τα 758 μέτρα στην οροσειρά του Βραχιώνα, η οποία διατρέχει το νησί από το βόρειο τμήμα (Βολίμες) μέχρι το νότιο (περιοχή του Κερίου).



Σχήμα 1. Τοπογραφικός χάρτης Ζακύνθου με τις Προστατευόμενες Περιοχές
Figure 1. Topographic map of Zakynthos with the Protected Areas

Η μεγαλύτερη πόλη της Ζακύνθου βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού. Νοτιότερα του νησιού βρίσκεται ο κόλπος του Λαγανά, ο οποίος οριοθετείται από τα ακρωτήρια του Μαραθιά στα δυτικά και του Γέρακα στα ανατολικά. Η περιοχή αυτή προστατεύεται ως Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (SCI) από την οδηγία Natura 2000 και έχει τίτλο «KOLPOS LAGANA ZAKYNTHOU (AKR. GERAKI - KERI) KAI NISIDES MARATHONISI KAI PELOUZO» (με Site Code: GR2210002), ενώ η έκταση του είναι 6970,35 ha (69,7 km²) (ΥΠ & Ενέργειας 2022).

Η εκτεθειμένη στην Αδριατική θάλασσα, δυτική πλευρά του νησιού, δεν παρουσιάζει κάποιο μεγάλο κόλπο και χαρακτηρίζεται από απόκρημνες πλαγιές που εκτείνονται μέχρι το βορειότερο άκρο του, το ακρωτήρι Σκινάρι. Ο Άγιος Νικόλαος, το δεύτερο λιμάνι της Ζακύνθου βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του νησιού. Οι δυτικές ακτές ανήκουν στο δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών Natura 2000, αποτελούν Ζώνη Ειδικής Προστασίας για την Ορνιθοπανίδα (SPA) και Τόπο Κοινοτικής Σημασίας (pSCI, SCI, SAC). Έχει τίτλο «DΥΤΙΚΕΣ ΚΑΙ VOREIOANATOLIKES AKTES ZAKYNTHOY» (με SiteCode: GR2210001) και έκταση 21.437,02 ha (214,4 km²), με το χερσαίο κομμάτι να είναι 46,15 km².

Τύποι οικοτόπων περιοχής μελέτης

Οι βραχώδεις και απόκρημνοι οικοτόποι γενικά δέχονται λίγη βροχή λόγω της καθετότητας τους, συγκρατούν ελάχιστο νερό επειδή δεν έχουν έδαφος, θερμαίνονται πολύ τη μέρα και παγώνουν τη νύχτα λόγω απουσίας βλάστησης. Ωστόσο υπάρχουν λιγοστά είδη φυτών που ριζώνουν στις σχισμές των βράχων και επιβιώνουν με το νερό που κυλά σε αυτές μετά από κάθε βροχή. Τα χασμοφυτικά είδη είναι προσαρμοσμένα στις ακραίες συνθήκες που επικρατούν στις απότομες πλαγιές των ασβεστολιθικών βράχων. Η χασμοφυτική χλωρίδα της Ελλάδας αποτελείται συνολικά από 923 taxa (από αυτά τα 480 είναι αποκλειστικά χασμοφυτικά), τα οποία κατατάσσονται σε 51 οικογένειες και 182 γένη. Θεωρείται ότι τα μεγάλα συστήματα βράχων έχουν δράσει ως καταφύγια για απειλούμενα είδη παλαιότερων εποχών. Τα φυτά αυτά εξειδικεύονται σε αυτό το ενδιαίτημα, είναι προσαρμοσμένα στις αντίξοες συνθήκες έκθεσης, υγρασίας και θρεπτικών συστατικών, ικανά να ριζώσουν στις σχισμές και να διεισδύουν στον βράχο (Alterar & Kamari 1986, Alterari 1992). Οι δύο οικοτόποι 1240 & 8210 (απόκρημνα βράχια & βραχώδεις ακτές της Μεσογείου & ασβεστολιθικές βραχώδεις πλαγιές με χασμοφυτική βλάστηση) περιλαμβάνουν ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα φυτά, όπως τα *Asperula naufraga*, *Limonium zacinthium*, *Limonium korakonisisicum*, *Limonium phitosianum*, *Micromeria browiczii*. Θεωρούμε ότι για την παρακολούθηση των οικοτόπων 1240 και 8210 επαρκεί η χαρτογράφησή τους με κατά θέσεις δειγματοληψίες των χαρακτηριστικών ειδών (Πίνακας 1).

Μετεωρολογικά δεδομένα Ζακύνθου

Το βιοκλίμα μιας περιοχής χαρακτηρίζεται ως η βιολογική έκφραση του περιβάλλοντος και κυρίως του κλίματός της μέσω της φυσικής της βλάστησης. Για τον προσδιορισμό του βιοκλίματος της Ζακύνθου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Emberger-Sauvage, ως η πιο κατάλληλη για την περιοχή της Μεσογείου. Για τη μελέτη του κλίματος στη Ζάκυνθο χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του κοντινότερου μετεωρολογικού σταθμού της ΕΜΥ (σταθμός Αεροδρομίου Ζακύνθου) για περίοδο 37 ετών 1984-2019, από τα οποία χρησιμοποιήθηκαν αυτά της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας, της ελάχιστης και της μέγιστης, το μέσο ύψος βροχόπτωσης κάθε μήνα και η σχετική υγρασία. Η τάση της θερμοκρασίας αντιπαραβάλλεται με το μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης για τη δημιουργία του ομβροθερμικού διαγράμματος και τον προσδιορισμό του βιοκλίματος. Με βάση το ομβροθερμικό πηλίκο (Q₂) του Emberger για τη Ζάκυνθο προκύπτει ότι ο βιοκλιματικός τύπος του νησιού χαρακτηρίζεται από υγρούς, ήπιους χειμώνες και άνυδρα καλοκαίρια (Σχήμα 2).

$$Q_2 = \frac{1000 \cdot P}{\frac{(M+m)}{2} \cdot (M - m)}$$

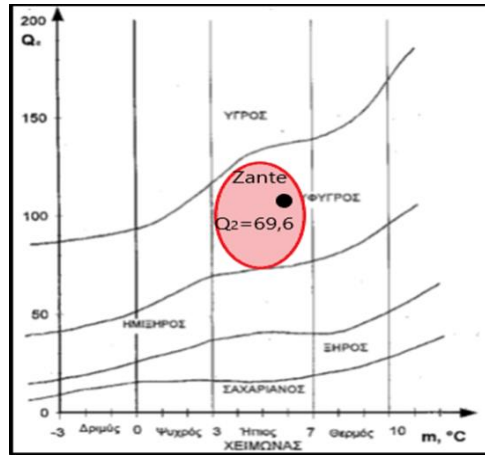
[1]

Όπου **P** η ετήσια βροχόπτωση σε mm., **M** ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα σε απόλυτους βαθμούς (θερμοκρασία K = 273,2 + θ °C), **m** ο μέσος όρος των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα, επίσης σε απόλυτους βαθμούς. Στην τετμημένη του διαγράμματος αντιπροσωπεύεται ο m, σε °C.

Υπολογισμός ομβροθερμικού πηλίκου (Q₂) του Emberger :

Μεταβλητές	θ	K = 273,2+ θ
Μέση τιμή Ιουλίου	32,42	305,62
Μέση τιμή Ιανουαρίου	6,86	280,06

Ετήσια βροχόπτωση	792,9mm	792,9mm
-------------------	---------	---------



Σχήμα 2. Βιοκλιματικός τύπος της Ζακύνθου, με υγρούς, ήπιους χειμώνες και άνυδρα καλοκαίρια
 Figure 2. Bioclimatic type of Zakynthos, with wet, mild winters and arid summers

Ομβροθερμικό διάγραμμα

Συμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα της Ζακύνθου (πιν. 1) και το ομβροθερμικό διάγραμμα (σχήμα 3), ο μήνας με τη χαμηλότερη μέση θερμοκρασία είναι ο Ιανουάριος (10,61°C), ενώ τη μεγαλύτερη θερμοκρασία την παρατηρούμε τον μήνα Ιούλιο - Αύγουστο (27,99 °C). Το μεγαλύτερο ύψος βροχής το παρατηρούμε το μήνα Δεκέμβριο (152,6 mm), ενώ το χαμηλότερο ύψος βροχής παρατηρείται το μήνα Ιούνιο (4,4 mm).

Πίνακας 1. Μέση θερμοκρασία και μέση βροχόπτωση στη Ζάκυνθο.
 Table 1. Average temperature and average rainfall in Zakynthos.

Μήνες	Μέση Θερμοκρασία	Μέση βροχόπτωση
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	11,89	152,6
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	10,61	107,6
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	10,85	95,1
ΜΑΡΤΙΟΣ	12,51	79,2
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	15,68	45,6
ΜΑΙΟΣ	20,4	14,6
ΙΟΥΝΙΟΣ	25,29	4,4
ΙΟΥΛΙΟΣ	27,99	4,9
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	27,99	5,4
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	23,97	37,6
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	19,5	96,8
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	15,26	149
Μέση ετήσια/ετήσια	18,5	792,9mm/yr



Σχήμα 3. Ομβροθερμικό διάγραμμα Ζακύνθου
Figure 3. Ombrothermal diagram of Zakynthos

Ο οικότοπος με τον κωδικό 8210 και τίτλο «Ασβεστολιθικά βραχώδη πρανή με χασμοφυτική βλάστηση» συμπεριλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Ο οικότοπος αυτός δεν δέχεται επίδραση από το θαλασσινό νερό. Ο οικότοπος με τον κωδικό 1240 περιλαμβάνει παράκτιους βράχους, στα βραχώδη πρανή υπάρχει επίδραση από το θαλασσινό νερό και αποτελούν ενδιαίτημα για πολλά σπάνια και ενδημικά είδη αγγειοσπέρμων.

Καταγραφές στο πεδίο

Δημιουργήθηκε πρωτόκολλο καταγραφής για τους δύο τύπους οικοτόπων που μελετήθηκαν, του 8210 και του 1240 για τα 61 σημεία ενδιαφέροντος στη δυτική παράκτια Ζάκυνθο. Επίσης σε επαναληπτική δειγματοληψία προστεθήκαν ακόμη 30 σημεία για τον τυχόν εντοπισμό νέων θέσεων εξάπλωσης των σπάνιων ενδημικών φυτών. Σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια συμπληρώθηκαν ημερομηνία, συντεταγμένες X-Y με gpr Garmin 64s, αριθμός ατόμων σε επιφάνεια 16 m², το υψόμετρο της επιφάνειας, το υψομετρικό εύρος εξάπλωσης, συνολικός αριθμός ατόμων, και η κατάσταση ανθοφορίας. Τέλος σημειώθηκαν ξεχωριστά οι απειλές για τον οικοτόπο και για το κάθε είδος ξεχωριστά.

Αποτελέσματα

Για κάθε είδος που καταγράφηκε δημιουργήθηκε ξεχωριστό υπολογιστικό φύλλο με τις ονομασίες *Asperula naufraga*, *Limonium zacynthium*, *Limonium korakonisicum*, *Limonium phitosianum*, *Micromeria browiczii* (ValI AT 2021). Η κάθε καταγραφή περάστηκε στο αντίστοιχο φύλλο για τη δημιουργία ενιαίας βάσης δεδομένων για τη μετέπειτα ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν χάρτες κατανομής για το κάθε είδος με τη βοήθεια του λογισμικού ArcMap Pro (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Δημιουργία χαρτών κατανομής για το κάθε στενοενδημικό αγγειόσπερμο φυτό της Ζακύνθου
 Figure 4. Creation of distribution maps for each narrow-endemic angiosperm plant of Zakynthos

Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση των σπάνιων φυτικών ειδών μας καταδεικνύει τον κίνδυνο για την εξαφάνισή τους. Οι έντονες πιέσεις στους περιορισμένους εξάπλωσης οικοτόπους οδηγεί σε ραγδαία μείωση των πληθυσμών τους. Η βιωσιμότητα των ειδών θα πρέπει να υπολογιστεί και να ποσοτικοποιηθούν οι πιέσεις ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία ειδών και οικοτόπων. Η κατάσταση διατήρησης των ειδών (*Limonium*, *A. naufraga* & *M. browiczii*) αξιολογήθηκε με βάση τις απειλές που δέχονται στους οικοτόπους τους, σύμφωνα με τα κριτήρια της IUCN (σχήμα 5, 6). Η αξιολόγηση απειλών βάσει της σημαντικότητάς τους για το είδος *L. korakonisicum* έδειξε ότι απειλείται από ποδοπάτημα, διαπλάτυνση μονοπατιού, ανεξέλεγκτη συλλογή και φυσικές κατολισθήσεις, που σε συνδυασμό με το μικρό εύρος εξάπλωσης και την αδυναμία εγκατάστασης σε νέες περιοχές καθώς και των δραστικών αλλαγών στο ενδιαίτημα εξαιτίας ανθρωπίνων δραστηριοτήτων μπορεί να το οδηγήσει σε εξαφάνιση στο εγγύς μέλλον. Για το είδος *A. naufraga* οι κυριότερες απειλές είναι η αδυναμία εγκατάστασης νέων φυτών, ο μικρός αριθμός σπερμάτων, ο ανταγωνισμός με άλλα είδη, η συλλογή φυτών κοντά στο μονοπάτι καθώς και η σεισμικότητα και φυσικές κατολισθήσεις των καθετών βράχων που διαβιεί το είδος. Ο μικρός ή και πτωτικός αριθμός ατόμων εν δυνάμει κατατάσσει το είδος στα κρισιμώς κινδυνεύοντα βάσει των κριτηρίων C2a(ii) και D της IUCN. Τα είδη *L. zacynthium*, και *L. phitosianum* δέχονται έντονες πιέσεις από ανθρώπινες δραστηριότητες στο βιότοπό του, ιδιαίτερα κατά την τουριστική σεζόν. Το ποδοπάτημα, η ανεξέλεγκτη συλλογή, ο υβριδισμός, η αδυναμία εγκατάστασης νέων φυτών και ο μικρός αριθμός σπερμάτων δημιουργούν σε πολλούς βιοτόπους, ειδικά εκτός του δικτύου Natura 2000, πτωτικές τάσεις των επιμέρους υποπληθυσμών. Τέλος, η *M. browiczii* παρά το μεγάλο εύρος κατανομής της απειλείται από την αλλαγή χρήσης γης, αλλαγές στη δομή της βλάστησης και κάλυψη διάκενων, καθαρισμός βλάστησης, χαμηλή γενετική ποικιλότητα, άγνωστος βιολογικός κύκλος, δυσκολία εγκατάστασης νέων φυτών, διάνοιξη-διαπλάτυνση δρόμων και μονοπατιών και την ισοπέδωση-ομαλοποίηση.

Οι κατηγορίες κινδύνου απειλούμενων ενδημικών φυτών στη Ζάκυνθο έως σήμερα βάσει της παρούσας αξιολόγησης (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Αξιολόγηση βάση των κριτηρίων της IUCN
Table 2. Evaluation based on the IUCN criteria

Είδος Μελέτης	Κατάσταση (2009)		Κατάσταση (2022)
	Εξαφανισμένο (EX)	Απειλούμενο (EW, CR, EN, VU)	Ελάχιστης απειλής (NT, LC)
<i>Asperula naufraga</i>		Κινδυνεύον (EN) IUCN	Κρισίμως Κινδυνεύον (CR)
<i>L. korakonisticum</i>		Κινδυνεύον (EN) IUCN	Κρισίμως Κινδυνεύον (CR)
<i>L. phitosianum</i>		Τρωτό (VU)	Κινδυνεύον (EN)
<i>L. zacynthium</i>		Τρωτό (VU)	Κινδυνεύον (EN)
<i>M. browiczii</i>		Κινδυνεύον (EN)	Κινδυνεύον (EN)

Προτάσεις Προστασίας Ενδημικών Ειδών

Μέτρα προστασίας για τα σπάνια και ενδημικά φυτά όπως προτείνονται από την IUCN κατατάσσονται σε μέτρα γενικής φύσεως, ενδογενή και εξωγενή. Τα μέτρα γενικής φύσεως είναι τα σημαντικότερα και απαιτούν πολύ καλό σχεδιασμό (Εικόνα 6). Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας και κατόπιν συνεργασίας με τον Βοτανικό Κήπο Κεφαλονιάς (έπειτα από σχετική άδεια), πραγματοποιήθηκε συλλογή σπόρων των σπάνιων φυτών της Ζακύνθου με στόχο την αποθήκευση σε τράπεζα σπερμάτων ώστε σε περίπτωση φυσικής εξαφάνισης να γίνει επανεισαγωγή του είδους. Επιπροσθέτως, έγινε παρακολούθηση των ενδιατημάτων τους και εκτίμηση της κατάστασης τους.

Πίνακας 6. Δράσεις προστασίας σπάνιων φυτών και εφαρμογή στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας
Table 6. Actions to protect rare plants and application in the context of the thesis

Μέτρα γενικής φύσεως για την προστασία των σπάνιων φυτών	
Χαρακτηρισμός μιας περιοχής ως προστατευόμενης	
Επέκταση υφιστάμενων προστατευόμενων περιοχών	
Δημιουργία μικροαποθεμάτων φυτών	
Καθορισμός καθεστώτος προστασίας των φυτών	
Σωστή εφαρμογή των ήδη υαρχόντων μέτρων προστασίας	
Παρακολούθηση των ενδιατημάτων	
Περίφραξη πληθυσμών και εκτίμηση αποτελεσμάτων	
Εκπόνηση σχεδίου διαχείρισης σε προστατευόμενες περιοχές	
Ανάγκη ταξινομικής έρευνας	
Ενημέρωση-ευαισθητοποίηση	
Καλλιέργεια σε τράπεζες σπερμάτων	
Καλλιέργεια σε Βοτανικούς κήπους	
Δημιουργία εμπορικών καλλιεργειών	
Προτάσεις για επανεισαγωγή ατόμων ειδών σε άγριους πληθυσμούς	

Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης και ικανοποιώντας τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές ανάγκες της κοινωνίας κατά τρόπο που να εξασφαλίζει τη βραχυπρόθεσμη, μεσοπρόθεσμη και, κυρίως, τη μακροπρόθεσμη ευημερία. Θα ήταν καλό να προταθούν περιβαλλοντικές πολιτικές που να προωθούν τη διατήρηση των ήπιων παραδοσιακών ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που δεν διαταράσσουν τα φυσικά οικοσυστήματα και τη φυσική εξέλιξή τους, την ανάπτυξη του φυσιολατρικού, περιπατητικού, ορειβατικού και οικολογικού τουρισμού σε περιοχές υψηλής φυσικής και αισθητικής αξίας, τη διαφύλαξη των φυσικών,

πολιτιστικών, ιστορικών, αισθητικών και λοιπών αξιών του τοπίου, και την εξασφάλιση της αρμονικής συνύπαρξης ανθρώπου και φύσης.

Στις περιοχές εξάπλωσης του είδους *Limonium phitosianum* στο Μικρό νησί και τα Ξύγκια δεν ανήκουν σε κάποια Προστατευόμενη Περιοχή Natura 2000

Η τουριστική ανάπτυξη αποτελεί πιθανή απειλή για τμήμα τουλάχιστον των θέσεων, ιδιαίτερα στις αμμώδεις παραλίες

Οι έντονες ανθρώπινες δραστηριότητες στο βιότοπό του *Limonium zacynthium*, ιδιαίτερα κατά την τουριστική σεζόν και η έντονη φυσική μεταβλητότητα πληθυσμού απειλούν με εξαφάνιση ο είδος. Η αλλαγή χρήσεων γης στο μεγαλύτερο πληθυσμό του είδους *Micromeria browiczii* στον Αγαλά κινδυνεύει από την οικιστική δόμηση.

Το *Limonium korakoniscum* λόγω της περιορισμένης κατανομής του (εύρος εξάπλωσης μικρότερο 10 km²) και του μικρού αριθμού των ώριμων ατόμων λιγότερων από 100 κινδυνεύει με εξαφάνιση

Η *Asperula naufraga* λόγω του πτωτικού ρυθμού αύξησης ενδέχεται να εξαφανιστούν μέσα στα επόμενα 50 χρόνια

Abstract

For the assessment of the status of the western coasts of Zakynthos, specific areas were selected where the presence of endemic and rare plants has been documented in the literature. Subsequently, visits were made to 61 locations to confirm the recorded data and estimate the population size of the island's narrow-endemic plants. After processing the recorded data, centers of rare flora presence (Hot spots) were identified. From the protected area of the western coasts of Zakynthos (with area code GR2210001), the points with the highest biodiversity and vulnerability were identified. The results of the study led to proposals for measures to be taken for the additional protection of rare plant species on the one hand, and their utilization within the framework of sustainable development on the other.

References

- Antonina, V. A., Ljuba, E. N., Dimitar, P. R., 2012. In situ and ex situ conservation of rare high-mountain medicinal plants in Bulgaria. Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Department of Plant and Fungal Diversity and Resources, BAS, 23 Acad. G. Bonchev St., 1113 Sofia, Bulgaria.
- Artelari, R., 1992. Reports 51–55. In: Kamari, G., Felber, F. & Garbari, F. (Eds.) Mediterranean chromosome number reports 2. Flora Mediterranea 2: 229–232.
- Artelari, R., Kamari, G., 1986. A Karyological Study of Ten *Limonium* Species (Plumbaginaceae) Endemic in the Ionian Area, Greece, Bd. 15, H. 2 (Feb. 28, 1986), pp. 497-513 (17 pages) Published By: Botanischer Garten und Botanisches Museum, Berlin-Dahlem
- UNESCO, 2022, <https://www.unesco.org/en/mondiaacult2022>
- Dimopoulos, Panayotis & Raus, Thomas & Bergmeier, Erwin & Constantinidis, Theophanis & Gregoris, Iatrou & Kokkini, Stella & Strid, Arne & Tzanoudakis, Dimitris. 2013. Vascular Plants of Greece. An annotated checklist.
- Valli, A.-T., Chondrogiannis, C., Grammatikopoulos, G., Iatrou, G. Καρακίτσιος, Β. 2010. Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος - Άσκηση υπαίθρου. Ζάκυνθος. Conservation of *Micromeria browiczii* (Lamiaceae), Endemic to Zakynthos Island (Ionian Islands, Greece). Plants 10, 778. <https://doi.org/10.3390/plants10040778>
- Valli, A.T., Koumandou, V.L., Iatrou, G., Andreou, M., Papatotiroopoulos, V. 2021. Conservation biology of threatened Mediterranean chasmophytes: The case of *Asperula naufraga* endemic to Zakynthos island (Ionian islands, Greece). PLOS ONE 16(2): e0246706. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246706>.
- Δημόπουλος, Π., 2018. Μεθοδολογία Παρακολούθησης και Αξιολόγησης Κατάστασης Διατήρησης Οικοτόπων στην Ελλάδα. Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης.
- Καλημέρης, Α. 2013. Φυσική Μεταβλητότητα και Δυναμική κλίματος στο Ιόνιο.

Καρακίτσιος, Σ. 2010. Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος - Άσκηση υπαίθρου . Ζάκυνθος.

Καρακίτσιος Σ., 2006. Flora Ionica: Καταγραφή της χλωρίδας των Ιονίων νήσων και οι μεταξύ τους φυτογεωγραφικές συνδέσεις., Διπλωματική Έργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών “Οικολογία - Διαχείριση & Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος”.

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2022. Ανάκτηση από [Ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/diktyo-natura-2000/](https://ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/diktyo-natura-2000/): <https://ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/diktyo-natura-2000>

Θεματική Ενότητα: Δασική Γενετική

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΥΨΗΛΟΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΓΡΙΕΛΙΑΣ (*Olea europaea* var. *sylvestris*) ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΓΡΟΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΥ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ (ΑΓΡΙΕΛΑΙΟ) - ΜΙΑ ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Παλιούρα, Κωνσταντίνα^{1*} Τσακτίρα, Μαρία¹; Παπουλίδης, Ιωάννης²; Μπεκιαρούδης,
Ευάγγελος³; Σκαλτσογιάννης, Απόστολος¹;

¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών Θεσσαλονίκη, ΤΚ 54124, kpaliour@for.auth.gr, tsaksir@for.auth.gr, skaltsoy@for.auth.gr

² Access To Genome, Clinical laboratory genetics, Θεσσαλονίκη, ΤΚ 55134, info@atg-labs.gr

³ Αγροπονία Σερρών Α.Ε., Γεωργικά Εφόδια, Σέρρες, ΤΚ 62100, agroponia@otenet.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προκαταρκτική προσέγγιση για την δημιουργία υψηλοαποδοτικών καλλιεργούμενων ποικιλιών αγριελιάς. Τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ενθαρρυντικά τόσο για τεχνητή επιλογή, όσο και για την αναπαραγωγή και την ταυτοποίηση των επιλεγμένων φαινοτύπων-γενοτύπων. Η αναπαραγωγή έγινε με την μέθοδο της κλωνοποίησης δια μέσου μοσχευμάτων και εμβολίων ενώ η ταυτοποίηση των κλώνων διενεργήθηκε με μοριακούς δείκτες SSR. Το αγριέλαιο, ως τελικό προϊόν, είναι ένα καινοτόμο προϊόν που αναμένεται να εξασφαλίσει ιδιαίτερα σημαντική αύξηση της παραγωγής πιστοποιημένου αγριέλαιου σταθερής ποιότητας αλλά και την εθνική και διεθνή προβολή του στη διατροφή και φαρμακολογία.

Λέξεις - κλειδιά: *Olea europaea* var. *sylvestris*, τεχνητή επιλογή, άριστοι φαινότυποι, μοριακοί δείκτες, ταυτοποίηση, κλωνική αναπαραγωγή, αγριέλαιο, επιχειρηματικότητα

Εισαγωγή

Είναι γνωστό από τα παλιά ότι οι παραμεσόγειοι λαοί ζούσαν περισσότερα χρόνια και υπέφεραν από λιγότερες ασθένειες σε σχέση με άλλους λαούς που δεν τρεφόταν με ελαιόλαδο. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι το ελαιόλαδο επιδρά αποτρεπτικά στην αρτηριοσκλήρωση, στις καρδιαγγειακές παθήσεις, σε ασθένειες του γαστρεντερικού συστήματος, στον διαβήτη, στον καρκίνο, στις καρδιοπάθειες κ.α (Bremness 2002, Θεριός 2005). Την τελευταία δεκαετία το λάδι της αγριελιάς (*Olea europaea* var. *sylvestris*), λόγω των αυξημένων συγκεντρώσεων σε ελαιοκανθάλη, ελαιασίνη και ελαιουρωπαίνη, απέκτησε μεγάλη σημασία στην αγροδιατροφή, στη φαρμακολογία και στην κοσμετολογία, παρόλο που δεν υπάρχουν πλήρεις επιστημονικές έρευνες που έχουν ασχοληθεί με τις ευεργετικές ιδιότητες της Αγριελιάς και των διαφορών της από την συμβατική ελιά (Hannachi κ.α. 2010). Τόσο η απόδοση σε καρπό όσο και η συγκέντρωση των παραπάνω δραστικών ουσιών ελέγχεται κατά μέρος γενετικά (Perez κ.α. 2018) και παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών και γενοτύπων Αγριελιάς (Bouchoucha κ.α. 2023).

Με την υλοποίηση των στόχων της έρευνας, με την μαζική δηλαδή παραγωγή ταυτοποιημένων κλώνων από άτομα υψηλοαποδοτικά, θα έχουμε ένα κατοχυρωμένο προϊόν (Αγριέλαιο) για αγροδιατροφική και φαρμακευτική χρήση, σε Εθνικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο. Έτσι, μπορούν να δοθούν απαντήσεις στις σχέσεις γενοτύπου – φαινοτύπου και γενοτύπου – περιβάλλοντος (αλληλεπίδραση), οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ελαιοπαραγωγή της χώρας μας. Η γεωγραφική εξάπλωση της Αγριελιάς, οι περιβαλλοντικές – κλιματικές συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται άριστα, το ακριβές ποσοστό περιεκτικότητας σε πολύτιμες αντιοξειδωτικές ουσίες, αλλά και η δημιουργία κατάλληλων πρωτοκόλλων βάση των οποίων θα μπορέσει η Αγριελιά σαν

ταυτοποιημένη ποικιλία (με ταυτοποιημένους κλώνους) πλέον κλώνος να εισαχθεί στην ελληνική αγορά είναι ο πυρήνας των ερωτημάτων που καλείται να απαντήσει το θέμα της παρούσας έρευνας.

Ωστόσο, είναι πιθανόν να δημιουργηθούν περαιτέρω ερωτήματα με βάση τις δυσκολίες που ίσως παρουσιαστούν κατά την διαδικασία του πειράματος. Τέτοια προβλήματα αφορούν την διερεύνηση των αγρονομικών χαρακτηριστικών της Αγριελιάς και κυρίως την διερεύνηση της σύνθεσής του σε λιπαρά, υδατάνθρακες, φαινόλες και άλλα συστατικά.

Η μέχρι τώρα έρευνα ως προς τις βασικές ιδιότητες του λαδιού της αγριελιάς επιβεβαιώνει την υψηλή προστιθέμενη αξία του προτεινόμενου προϊόντος (Fanelli κ.α. 2022). Τα τρία βασικά συστατικά του ελαιόλαδου της αγριελιάς (ελαιοκανθάλη, ελαιασίνη, ελαιουρωπαϊνή), μπορούν να συμμετέχουν στην εμπορική σήμανση του προϊόντος είτε ως σύνολο είτε το καθένα χωριστά ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς. Μάλιστα, για την παραγωγή αυτού του νέου προϊόντος, η χώρα μας έχει συγκριτικό πλεονέκτημα το γενετικό απόθεμα, τις υψηλές τιμές ελαιόλαδου αγριελιάς που υπερβαίνουν τα 100€/Kg και την υποδομή για την εμπορική αξιοποίηση του στις διεθνείς αγορές.

Υλικά και Μέθοδοι

A. Συλλογή Φυτικού υλικού

Για τον σκοπό της έρευνας συλλέχθηκαν τρεις διαφορετικοί γενότυποι αγριελιάς, A1, A2, A3 από το εργαστήριο Δασικής Γενετικής και σε συνεργασία με το φυτώριο Αγροπονία Σερρών Α.Ε. μεταφέρθηκαν στις εγκαταστάσεις και αποθηκεύτηκαν μέχρι την χρήση τους. Για τον πολλαπλασιασμό των δειγμάτων αυτών χρησιμοποιήθηκε ο αγενής πολλαπλασιασμός ο οποίος βασίζεται στην ικανότητα των φυτών να αναπαράγουν πιστά αντίγραφα με τα μητρικά φυτά χωρίς την διαμεσολάβηση γαμετών (Hartmann και Kester 2002, White κ.α. 2009,). Πιο συγκεκριμένα, έγινε πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα και με εμβόλια. Τα μοσχεύματα ήταν μέρη του βλαστού των δειγμάτων A1, A2 και A3, τα οποία βρέθηκαν σε κατάλληλο περιβάλλον (ιδανικές συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας, αερισμού και συστατικών εδάφους) με σκοπό να ριζοβολήσουν και να παράγουν άτομα πανομοιότυπα με τα αρχικά. Και όσον αφορά τα εμβόλια, σαν υποκείμενο χρησιμοποιήθηκαν άτομα (ηλικίας περίπου 20 ετών) προσαρμοστικά, με μεγάλη αντοχή σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες και τα εμβόλια προερχόταν από τον κλώνο A1.

B. Κλωνική αναπαραγωγή

B1.Μοσχεύματα

Προκαταρκτικά πειράματα που έγιναν στις φυτωριακές εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών έδειξαν ότι η παρουσία φυτικών ρυθμιστών αύξησης ριζοβολίας με ναφθαλινοοξικό οξύ NAA (Naphthaleine-Acetic-Acid) σε μορφή σκόνης, συγκέντρωσης 2000ppm, είχε θετικά αποτελέσματα. Αυτό μας οδήγησε στο να συνεχίσουμε σε πειράματα με μοσχεύματα στις εγκαταστάσεις της εταιρείας Αγροπονία Σερρών Α.Ε. Συγκεκριμένα, δοκιμάστηκαν οι παραπάνω κλώνοι με ρυθμιστή αύξησης ριζοβολίας IBA (Indole-Butyric-Acid) σε διάλυμα αλκοόλης 50% v/v και σε συγκέντρωση 4000 ppm (Hartmann και Kester 2002). Το εδαφικό υπόστρωμα των μοσχευμάτων ήταν GIF της εταιρείας PLANTY που περιείχε 60% τύρφη, 40% περλίτη και PH 5,6. Οι συνθήκες περιβάλλοντος των ριζοτηρίων ήταν οι εξής: θερμοκρασία 25°C και φωτοπερίοδο ημέρας, και ως πηγή υγρασίας χρησιμοποιήθηκε υδρονέφωση που λειτουργούσε με ηλεκτρονικό αισθητήρα.

Εν συνέχεια των παραπάνω περαμάτων, χρησιμοποιήθηκαν:

- Γενότυπος A1: Συλλέχθηκαν από την Μακεδονία και πιο συγκεκριμένα από την περιοχή της Βόλβης. Από αυτά τα 8 αρχικά μητρικά φυτά, πήραμε 170 μοσχεύματα 1^{ης} Γενιάς και 270 μοσχεύματα 2^{ης} Γενιάς.
- Γενότυπος A2: Συλλέχθηκε από την περιοχή της Βόλβης. Από τον γενότυπο A2 είχαμε 1 δείγμα. Από αυτό πήραμε 35 μοσχεύματα 1^{ης} Γενιάς και στη συνέχεια 70 2^{ης} Γενιάς.
- Γενότυπος A3: Τα δείγματα αυτά συλλέχθηκαν από τον Αμβρακικό κόλπο. Από αυτά τα 3 μητρικά φυτά του A3 γενότυπου, αποσπάσαμε 110 μοσχεύματα 1^{ης} Γενιάς και έπειτα κόπηκαν άλλα 80 μοσχεύματα 2^{ης} Γενιάς.

Όλα τα μοσχεύματα είχαν μήκος 3,5 – 4 cm. Τα μοσχεύματα της πρώτης γενιάς κόπηκαν το φθινόπωρο του 2022 και αυτά της δεύτερης τον χειμώνα (Ιανουάριο) του 2023.

B2. Εμβόλια

Η διαδικασία του εμβολιασμού έγινε με την μέθοδο του πλάγιου ενοφθαλμισμού. Η μέθοδος αυτή πραγματοποιήθηκε μόνο στο γενότυπο A1. Δεν υπήρξαν εμβολιασμοί με του άλλους δύο κλώνους διότι δεν βρέθηκαν στην ευρύτερη περιοχή υποκείμενα κατάλληλα σε μέγεθος ώστε να δεχθούν τα αντίστοιχα εμβόλια. Το υποκείμενο που δέχτηκε το εμβόλιο του A1 ήταν Πετροελιά 20 ετών, μια ποικιλία Σερρών διπλής χρήσης (βρώσιμη και για παραγωγή ελαιόλαδου), με μεγάλη αντοχή στον παγετό και στην εδαφική αλατότητα, η οποία βρίσκεται σε γλάστρα μεγάλου μεγέθους.

Γ. Ταυτοποίηση γενοτύπων

Για την γενετική ταυτοποίηση των δειγμάτων, δόθηκαν στο εργαστήριο γενετικής ανάλυσης ATG-Access To Genome οι τρεις γενότυποι. Όλα τα δείγματα προέρχονταν από φύλλα ατόμων Αγριελιάς.

Απομονώθηκε δείγμα DNA από τα δείγματα και η διαδικασία της PCR (Polymerase Chain Reaction) έγινε σε συνολικό όγκο 25μl για κάθε δείγμα: 17.8 μl H₂O, 2.5 μl Buffer, 0.75 μl MgCl₂, 2 μl dNTPs, 0.4/.04 μl Primmer (F/R)-SSR, 0.2 μl Taq (Platinum Polymerase) και 1 μl DNA από το κάθε γενότυπο/κλώνο (Bassam 1993).

Οι αντιδράσεις έτρεξαν στον αναλυτή *ABI PRISM 3130 xl*. Η θερμική διαδικασία περιλάμβανε έναν κύκλο (μία επανάληψη) με τα στάδια: Αρχική μετουσίωση-θέρμανση του DNA (initial denaturation) στους 94°C για 5 λεπτά, μετουσίωση-θέρμανση (denaturation) στους 94 °C για 1 λεπτό, υβριδισμός-ψύξη (annealing) στους 52 °C για 1 λεπτό και επέκταση-σύνθεση του DNA (extension) στους 72 °C για 1 λεπτό. Στη συνέχεια ακολούθησαν 29 κύκλοι (29 επαναλήψεις) με τα στάδια: μετουσίωση-θέρμανση (denaturation) στους 94 °C για 30 δευτερόλεπτα, υβριδισμός-ψύξη (annealing) στους 50 °C για 45 δευτερόλεπτα, επέκταση-σύνθεση DNA (extension) στους 72 °C για 1 λεπτό και τελική επέκταση (final extension) στους 72 °C για 4 λεπτά.

Χρησιμοποιήθηκαν 6 μοριακοί δείκτες: επαναλαμβανόμενες απλές αλληλουχίες DNA (simple sequence repeats: SSRs) στα 3 δείγματα του εργαστηρίου. Τα ονόματά τους, οι 5'-3' αλληλουχίες τους και το μέγεθός τους (αριθμός βάσεων) παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 11. Μοριακοί δείκτες και τα χαρακτηριστικά τους.

(Source: Sefc κ.α. 2000 and Cipriani κ.α. 2002)

Table 1. Molecular markers and their characteristics.

(Πηγή: Sefc κ.α. 2000 και Cipriani κ.α. 2002)

	Olea Microsatellite Markers	Αριθμός βάσεων
ΟΝΟΜΑ	ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ
ssrOeUa-DCA04_F ssrOeUa-DCA04_R	CTTAACTTTGTGCTTCTCCATATCC AGTGACAAAAGCAAAAGACTAAAGC	136(128-186)
ssrOeUa-DCA05_F ssrOeUa-DCA05_R	AACAAATCCCATACGAACTGCC CGTGTGCTGTGAAGAAAATCG	211(195-211)
ssrOeUa-DCA09_F ssrOeUa-DCA09_R	AATCAAAGTCTTCCTTCTCATTTTCG GATCCTTCCAAAAGTATAACCTCTC	191(161-205)
ssrOe_UD012_F ssrOe_UD012_R	TCACCATTCTTAACTTCACACCA TCAAGCAATTCCACGCTATG	164(157-167)
ssrOe_UD017_F ssrOe_UD017_R	GCCCACAAACTCTTTGAACC GCGATTTTCCCTGTATTTAGGT	164(157-165)

ssrOe_UD024_F ssrOe_UD024_R	GGATTATATAAAAGCAAAACATACAAA CAATAACAAATGAGCATGATAAGACA	188(175-189)
--------------------------------	---	--------------

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε ηλεκτροφόρηση του DNA σε πηκτή αγαρόζης 1% w/v. Προστέθηκαν 5 μl από κάθε προϊόν της PCR και το μίγμα εμβαπτίστηκε σε χρωστική FAM κάνοντας το DNA ορατό κάτω από τον υπεριώδη φωτισμό.

Δ. Εγκλιματισμός

Μετά το πέρας της ριζοβολίας, τα μοσχεύματα μεταφυτεύτηκαν σε μεγαλύτερες γλάστρες και μελετήθηκε η περεταίρω συμπεριφορά τους όσον αφορά την βιωσιμότητα.

Αποτελέσματα

Πολλαπλασιασμός

Μοσχεύματα

• Γενότυπος A1: Τα 170 μοσχεύματα έδωσαν 55 νέα φυτάρια τα οποία καταμετρήθηκαν στις 28 Σεπτεμβρίου το 2022, ενώ από τα 270 νέα μοσχεύματα προέκυψαν συνολικά (Μάρτιο) 78 άτομα πανομοιότυπα με τα αρχικά.



Εικόνα 1. Μοσχεύματα δείγματος A1- Ριζοβολία τον Ιανουάριο 2023 (2^{ης} Γενιάς). (Πηγή: προσωπικό αρχείο)
Picture 1. Plant cuttings from sample A1 - Rooted plant cuttings in January 2023 (2nd Generation). (Source: Personal file)



Εικόνα 2. Μοσχεύματα γενοτύπου Α2 - Μοσχεύματα που ριζοβόλησαν τον Ιανουάριο 2023 (Πηγή: Προσωπικό Αρχείο)
 Picture 2. Plant cuttings from genotype A2 - Rooted cuttings in January 2023.(Source: Personal file)

• Γενότυπος Α2: Από το ένα επιλεγμένο άτομο κόπηκαν 35 μοσχεύματα από τα οποία ριζοβόλησαν τα 8 (Σεπτέμβριος 2022) και στη συνέχεια αφού πήραμε 70 νέα μοσχεύματα και τον Μάρτιο του 2023 προέκυψαν 20 νέα φυτά του κλώνου Α2.

• Γενότυπος Α3: Τα 110 μοσχεύματα έδωσαν 33 νέα φυτά (Σεπτέμβριος 2022). Από αυτά, κόπηκαν 80 μοσχεύματα και τελικά παράχθηκαν 20 φυτά του αρχικού δείγματος (Μάρτιος 2023).

Παρακάτω φαίνονται αναλυτικά τα στοιχεία της καταμέτρησης των μοσχευμάτων και τα ποσοστά ριζοβολίας των τριών επιλεγμένων δειγμάτων στα δύο χρονικά στάδια της διαδικασίας.

Πίνακας 2. Καταγραφή της πολλαπλασιαστικής διαδικασίας
 Table 2. Records of the propagation's procedure

ΜΗΤΡΙΚΑ ΦΥΤΑ	ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ Α'	1 ^η ΓΕΝΙΑ (28/9/2022)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ Α' (%)	ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ Β'	2 ^η ΓΕΝΙΑ (5/1/2023)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ Β' (%)
8	170	55	32,4	270	78	28,9
1	35	8	22,9	70	20	28,6
3	33	33	30	80	18	22,5

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι ποσοστού ριζοβολίας του κάθε γενοτύπου και η τυπική απόκλιση.

Μέσος όρος ποσοστού ριζοβολίας γενότυπου A1:	30,62 ± 0,11	(τυπικό σφάλμα)
Μέσος όρος ποσοστού ριζοβολίας γενότυπου A2:	25,72 ± 0,39	(τυπικό σφάλμα)
Μέσος όρος ποσοστού ριζοβολίας γενότυπου A3:	26,25 ± 0,38	(τυπικό σφάλμα)

Εμβολιασμός

Οι εμβολιασμοί έγιναν σε Πετροελιές που βρισκόταν απευθείας στο χωράφι και σε Πετροελιές σε γλάστρα. Παρακάτω, φαίνεται ενδεικτικά το εμβολιασμένο (με φυτικό μέρος από τον γενότυπο A1) άτομο σε μεγάλη γλάστρα και η πρόοδος του. Μέχρι στιγμής, από την συνολική εικόνα των εμβολιασμών που παρατηρείται, η πορεία όλων των εμβολιασμένων ατόμων είναι εξίσου πολύ καλή και αναμένεται η αύξηση τους να είναι ταχεία.

Ταυτοποίηση



Εικόνα 3. Εμβολιασμός με τον γενότυπο A1. (Πηγή: προσωπικό αρχείο).
Picture 3. Grafting with genotype A1. (Source: Personal file)

Με την βοήθεια των δεικτών SSRs, καταγράφηκε το αποτύπωμα των 6 δειγμάτων με σκοπό την μεταξύ τους ταυτοποίηση και τελικά την ταυτοποίηση των τριών αρχικών γενοτύπων/κλώνων. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο κάθε δείκτης σε ποιο σημείο της αλληλουχίας DNA των έξι δειγμάτων έχει κόψει.

Πίνακας 3. Προϊόντα της PCR.

Table 3. Products of PCR

MARKER	Δείγμα 1 (bp)	Δείγμα 2 (bp)	Δείγμα 3 (bp)
DCA04	145.86/163.8	134.61/145.73	156.62/165.9
DCA05	205.15/208.98	207.54/221.48	197.4/205.27
DCA09	162.17/172.61	186.79/204.65	186.63/194.69
UD012	156.23/166.24	158.37/158.37	155.89/158
UD017	154.53/158.72	154.02/161.28	-
UD024	187.08/187.08	167.14/169.17	172.38/187.24

Οι αλληλουχίες και των τριών δειγμάτων που αναλύθηκαν (θραύσματα DNA) διαχωρίζονται σε διαφορετικά σημεία από τις αλληλουχίες των μοριακών δεικτών. Φαίνεται έτσι ότι και οι έξι δείκτες που επιλέχθηκαν για την ταυτοποίηση των γενοτύπων μπορούν να διαφοροποιήσουν τα δείγματα όπως διαπιστώνεται στον πίνακα με τα προϊόντα της PCR.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Διάφορες μελέτες που έχουν γίνει, εστιάζουν στην εύρεση της γενοτυπικής και φαινοτυπικής σχέσης της συμβατικής ελιάς (*Olea europaea*) με την αγριελιά (*Olea europaea* var. *sylvestris*). Βασικό εργαλείο των ερευνών είναι η χρήση των μοριακών δεικτών για την ανάλυση και ταυτοποίηση των γενοτύπων, εκ των οποίων, περισσότερο χρήσιμοι έχουν φανεί οι μοριακοί δείκτες SSRs (Fanelli κ.α. 2022). Από αυτούς, κάποιιοι μπόρεσαν να διαχωρίσουν γενοτύπους συμβατικής και άγριας ελιάς που αναλύθηκαν, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι γενότυποι/κλώνοι μπορούν να ταυτοποιηθούν (Ciriani κ.α. 2002 και Yancheva 2021). Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα φυτικά μέρη συμβατικής ελιάς για αναλύσεις στη φαρμακολογία, από τις οποίες έχει αποδειχθεί η μεγάλη αντιϊκή, αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση της αλλά και η δράση της κατά του διαβήτη και του καρκίνου (Yaseen Khan κ.α. 2006). Η αντιοξειδωτική δράση της ελιάς πηγάζει κυρίως από την αυξημένη περιεκτικότητά σε πολυφαινόλες (Antonioni C. και Walter hull. 2021), συστατικά τα οποία φαίνεται να βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση σε δείγματα αγριελιάς (Hannachi κ.α. 2010 και Bouchoucha κ.α. 2023). Αυτός ο χαρακτηριστικός τύπος ελιάς είναι η αφορμή για περαιτέρω έρευνα νέων γενοτύπων τόσο για την καλύτερη κατανόηση της γονιδιακής ροής των ειδών αλλά και για την γεφύρωση της παραδοσιακής με την μοντέρνα θεραπευτική χρήση της ελιάς.

Η αγριελιά ως αγροδιατροφικό και φαρμακευτικό είδος είναι εφικτό να αξιοποιηθεί δια μέσου τεχνικών γενετικής βελτίωσης με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Το μεγάλο γενετικό απόθεμα της χώρας μας όσον αφορά το συγκεκριμένο είδος, πλέον μπορεί να αξιοποιηθεί με σκοπό να εντοπίσουμε γενοτύπους με μεγαλύτερες αποδόσεις και με μεγαλύτερα ποσοστά κλωνικής αναπαραγωγής. Εφόσον η ταυτοποίηση του γενετικού υλικού με μοριακούς δείκτες και μετέπειτα ο εγκλιματισμός των γενοτύπων ήταν επιτυχής, η ανάπτυξη του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιήθηκε μπορεί να αξιοποιηθεί ιδιαίτερα σε συνθήκες μαζικής παραγωγής όπως μεγάλες εγκαταστάσεις επιχειρήσεων. Συμπερασματικά, η παραγωγή υψηλοαποδοτικών ποικιλιών αγριελιάς για την παραγωγή αγροδιατροφικού και φαρμακευτικού προϊόντος (αγριέλαιου), είναι εφικτή.

Ευχαριστίες

Τις θερμές ευχαριστίες θα θέλαμε να εκφράσουμε σε όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Δασικής Γενετικής, στο ανθρώπινο δυναμικό του Εργαστηρίου Μοριακής Γενετικής Access To Genome και

του φυτωρίου Αγροπονία Σερρών Α.Ε και ειδικά στον κ. Σαρτσίδα Αναστάσιο και στην κα. Ανθοπούλου Ελένη.

Abstract

In this present work, was made a preliminary approach for the creation of cultivated high yielding wild olives. The results were quite encouraging for artificial selection, breeding and for the identification of the selected phenotypes - genotypes. The method of cloning through cuttings and grafting was used for the reproduction, while the identification of clones, achieved using SSR molecular markers. The wild olive oil, as the final product of the procedure, is an innovative product that is expected to ensure a significant increment of the certified and stable quality wild olive oil's production. But also, it is expected to increase its national and international promotion in the science of nutrition and pharmacology.

Βιβλιογραφία

- Antonioni C., Walter Hull J., 2021. The Anti – cancer Effect of *Olea europaea* L. Products. Springer, DOI:10.1007/s13668-021-00350-8
- Bassam, B.J., Caetano-Anolles, G., 1993. Silver staining of DNA in polyacrylamide gels. Appl Biochem Biotechnol. Volume: 42, pp.181-188, DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02788051>
- Bouchoucha, S., Boukhebt, H., Oulmi, A., Mouhamadi, Y., Chaker, A., 2023. Chemical Composition and antimicrobial activity of essentials oils of two wild olive subspecies *Olea europaea* subsp. *Europaea* var. *Sylvestris* and the endemic Olive *Olea europaea* subsp. *Lapperinie* from Algeria. Research Square. DOI: 10.21203/RSrs-2813217/v1
- Bremness, L. 2002. HERBS. A Dorling Kindersley Book. pp. 304
- Carriero, F., Fontanazza, G., Cellini, F. and Giorgio, G., 2002. Identification of Simple Sequence Repeats SSRs (GAPU) in Olive *Olea europaea* L. Theoretical and Applied Genetics, Vol. 104, No 2-3, pp. 301-307
- Cipriani, G., Marrazzo, M.T., Marconi, R., Cimato, A., 2002. Microsatellite markers isolated in olive (*Olea europaea* L.) are suitable for individual fingerprinting and reveal polymorphism within ancient cultivars. Springer, pp. 225
- Fanelli, V., Mascio, I., Falek, W., Montemurro, C., Miazzi, M., 2022. Current Status of Biodiversity Assessment and Conservation of Wild Olive (*Olea europaea* L. subsp. *Europaea* var. *sylvestris*). Plants 2022, Volume 11(4), pp.480
- Hannachi, H., Breton, C., Msallem, M., Ben el Hadj, S., El Gazzah, M., Berville, A., 2010) Genetic Relationship between Cultivated and Wild Olive Trees (*Olea europaea* L. var. *europaea* and var. *sylvestris*) Based on Nuclear and Chloroplast SSR Markers. Scientific Research, Volume 1, pp. 95-103
- Hartmann H., Kester D., Davies F., Geneve R., 2002. Plant Propagation. Principles and Practices. Seventh Edition. Publishing: Pearson Education. Upper Saddle River, New Jersey, pp. 370-371
- Pérez, A.G., León, L., Sanz, C. and de la Rosa, R., 2018. Fruit Phenolic Profiling: A New Selection Criterion in Olive Breeding Programs. Frontier in Plant Science, Volume 9, Article 241, pp. 14. DOI: 10.3389/fpls.2018.00241
- White, T.L., Adams, W.T., Neale, D.B., 2009. Forest Genetics. Oxfordshire (UK): CABI, Μετάφραση, Επιμέλεια: Α. Σκαλτσογιάννης, Δ. Ζαραγκότας, σελ. 586-590
- Yancheva, S., Mavromatis, P., 2021. Phylogenetic analysis of selected olive genotypes by ISSR markers. Journal of Central European Agriculture, Volume 22(1), pp. 127-132
- Yaseen Khan, M., Panchal, S., Yyas, N., Butani, A., Vimal, K., 2006. *Olea europaea*: A phyto-pharmacological review. PHCOG REV, Volume 1, Issue 1
- Sefc, K.M., Lopes, M.S., Mendoc, A.D., Rodrigues, Dos Santos, M., Machado, M. L., Machado, C., 2000. Identification of Microsatellites Loci in Olive (*Olea europaea*) and Their Characterization in Italian and Iberian Trees. Molecular Ecology. Vol. 9, No 8, pp1171-1173

Θεματική Ενότητα: Υλοχρηστική-Τεχνολογία Ξύλου

**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΟ ΚΟΡΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΟΜΗ
ΕΝΟΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ ΠΑΥΛΩΝΙΑΣ (*P. tomentosa*) ΣΤΟ
ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΤΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ**

Σπανός, Κωνσταντίνος ¹; Χαβενετίδου, Μαρίνα ²; Γαϊτάνης, Διονύσιος ³; Τσιώρας,
Πέτρος⁴; Σαμαρά, Θεανώ

¹ΕΛΓΟ – ‘ΔΗΜΗΤΡΑ’, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη kspanos@fri.gr,

²Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, mchavene@for.auth.gr

³ΕΛΓΟ – ‘ΔΗΜΗΤΡΑ’, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη, dgaitan@fri.gr

⁴Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, ptsioras@for.auth.gr

Περίληψη

Από πειραματική φυτεία *Paulownia tomentosa* του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης επιλέχθηκε ένα δέντρο που παρουσίασε στειρότητα (δεν παρήγαγε καρπούς – παρά μόνο άνθη) για να ερευνηθεί η παραγωγή ξυλώδους βιομάζας και η κατανομή αυτής κορμό και στη κόμη. Οι κλάδοι της κόμης ταξινομήθηκαν σε τέσσερις κλάσεις πάχους/διαμέτρου και ο κορμός σε δύο κλάσεις. Από την επιμέρους ανάλυση της ξυλώδους βιομάζας (κορμός/κόμη) διαπιστώθηκε ότι το ξηρό βάρος του κορμού ήταν 49% του συνολικού ξηρού βάρους του δέντρου. Οι κλάδοι διαμέτρου 4-8 cm αποτέλεσαν ποσοστό 13% επί της συνολικής βιομάζας ενώ οι κλάδοι 8-12 cm έδωσαν ποσοστό 7% αυτής. Βρέθηκε επίσης ότι η κατηγορία των λεπτών κλάδων (<2 cm και 2-4 cm) παρουσίασε σημαντικό ποσοστό (31% επί του συνόλου). Απώτερος σκοπός ήταν να ερευνηθεί εάν όντως τα άτομα του κλώνου που διατηρούν το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, δεν παράγουν δηλαδή καρπούς, αποδίδουν περισσότερη ξυλώδη βιομάζα σε σύγκριση με άλλα που παράγουν καρπούς.

Λέξεις κλειδιά: *Paulownia spp.*, δασοπονική φυτεία, ξυλεία, ξυλώδης βιομάζα, ενέργεια.

Εισαγωγή

Η Παυλώνια (*Paulownia*) είναι δέντρο αυτοφυές της Ανατολικής Ασίας. Στην Κίνα καλλιεργείται για τουλάχιστον 2.300 χρόνια και στην Ιαπωνία και στην Κορέα για περίπου 1.000 χρόνια. Συναντάται επίσης στην Ταϊβαν, Καμπότζη, Λάος και Βιετνάμ (Van de Hoef & Hill 2003). Η Παυλώνια έχει ανοιχτόχρωμο εγκάρδιο ξύλο και εδώ και αιώνες χρησιμοποιείται στην Ασία λόγω της εύκολης κατεργασίας του και της ελκυστικής του εμφάνισης («νερά» ξύλου). Η *Paulownia* είναι ένα γένος φυτών της μονογονικής οικογένειας *Paulowniaceae*, που αποτελείται από 20 είδη (δέκα είδη με ευρεία εξάπλωση) (*P. tomentosa*, *P. fortunei*, *P. Kawakamii*, *P. elongata*, *P. catalpifolia*, *P. australis*, *P. viscosa* κ.α.) (Zhu κ.α.1986, Σπανός 2013). Σήμερα, η Παυλώνια καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο (σε όλες τις ηπείρους Το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ) ερευνά και πραγματοποιεί μελέτες σε δύο είδη Παυλώνιας, την *Paulownia tomentosa* και την *Paulownia elongata* καθώς και συγκεκριμένα υβρίδια. Εκτός από την εγγενή και αγενή παραγωγή πιστοποιημένου γενετικού υλικού (σπόρος, ριζομοσχέυματα, φυτά), μελετά και ερευνά την προσαρμογή της Παυλώνιας σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας (κυρίως σε πρώην γεωργικές εκτάσεις καθώς και άλλες Δημόσιες και Δημοτικές εκτάσεις) σε συνεργασία με φυσικά πρόσωπα, εταιρείες, Δήμους και Αγροτικούς Συνεταιρισμούς. Ταυτόχρονα, το ΙΔΕ ερευνά τις δυνατότητες γενετικής βελτίωσης της Παυλώνιας - σε επίπεδο είδους, προέλευσης, οικογένειας και ατομικού δέντρου/γενότυπου.

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι έχουν φυτευτεί γύρω στα 1.000-1.500 στρεμ. με είδη Παυλώνιας (κυρίως *P. tomentosa* και *P. elongata*) και υβρίδια ειδών (κυρίως Shan-Tong /*P. tomentosa* x *P. fortunei* και COT2/*P. elongata* x *P. fortunei*) και ήδη έχει ξεκινήσει η πρώτη παραγωγή τεχνικής ξυλείας από 10ετείς δασοπονικές φυτείες (π.χ. πειραματικές φυτείες του ΙΔΕ στη Β. Ελλάδα, φυτείες από ιδιώτες επενδυτές σε διάφορα μέρη της χώρας).

Το ξύλο της Παυλόνιας είναι πολύτιμο και αξιοποιείται σε πολλές χρήσεις (Zhu et. al. 1986, Yadav κ.α. 2013, Σπανός 2013). Το χρώμα του ξύλου ποικίλει από ανοιχτό κίτρινο ως ανοιχτό κόκκινο, με βαθμιαία μετάβαση από το σομόφο στο εγκάρδιο. Έχει μικρή πυκνότητα και μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του. Είναι εύκολο στην κατεργασία, δεν παραμορφώνεται ούτε στρεβλώνει. Έχει καλές ακουστικές, ηλεκτρικές και θερμικές ιδιότητες. Ξηραίνεται εύκολα και γρήγορα στον αέρα (περίπου σε 25 μέρες) χωρίς σφάλματα (Van de Hoef and Hill 2003, Lawrence 2004). Παρά το γεγονός ότι είναι ελαφρύ, έχει πολλά πλεονεκτήματα και χρησιμοποιείται για πολλές χρήσεις ακόμα και σε μικρές διαστάσεις (ξύλινες κατασκευές), θερμομόνωση/ηχομόνωση, ξυλόγλυπτα, έπιπλα, ξυλόφυλλα/καπλαμάδες, κατασκευή κανό, για παραγωγή βιομάζας για ενέργεια (πέλλετ, μπρικέττες), βιοιθανόλη (Zuazo κ.α. 2013, Σπανός 2013, Berdón κ.α. 2017, Dominiguez κ.α. 2017, Σπανός 2020) καθώς και χαρτοπολλτό (Zhu κ.α. 1986, Jimenez 2005).

Η Παυλόνια γενικά δεν ενδείκνυται για παραγωγή καυσόξυλων και ξυλοκάρβουνου εξαιτίας του χαμηλού ξηρού βάρους της ($280-300 \text{ kg/m}^3$) και της υψηλής θερμοκρασίας ανάφλεξης (δεν καίγεται εύκολα), η οποία είναι μεγαλύτερη από τα κοινά καυσόξυλα (δρυς, οξιά). Γενικά όμως μπορούν τα υπολείμματα υλοτομιών να χρησιμοποιούνται (σε χαμηλή υγρασία ξύλου 10-15%) σε μίξη με άλλα καυσόξυλα. Ωστόσο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή πέλλετ γιατί κατά τη συσσωμάτωση αυξάνεται το ειδικό βάρος του τελικού προϊόντος ($>0,7$) και επομένως είναι κατάλληλο για καύση. Καθώς το ξύλο της παυλόνιας είναι εύκολο στην κατεργασία (αποφλοιώση, πρίση, ξήρανση, πλάνισμα, σύνδεση/κόλληση, βίδωμα/κάρφωμα, επικάλυψη κλπ.) οι κλάδοι σχετικά μεγάλου πάχους (π.χ. 4-8 cm, 8-12 cm, >12 cm) μπορούν να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ξύλινων κατασκευών, με σκοπό να δοθεί προστιθέμενη αξία στα παραγόμενα προϊόντα. Παράλληλα, τα κλαδιά >4 cm μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακή χρήση (ξύλοτεμαχίδια, πέλλετ, μπρικέττες), στην περίπτωση που υπάρχει μεγάλη διαθέσιμη ποσότητα και οι τιμές είναι σχετικά προσιτές.

Η Παυλόνια απαιτεί βαθιά και χαλαρά εδάφη (πηλοαμμώδη/αμμοπηλώδη έως αργιλοαμμώδη/αμμοαργιλώδη) και όχι βαριά (π.χ. αργιλικά), συνεκτικά ή και πολύ υγρά εδάφη - γιατί δεν αναπτύσσεται κανονικά λόγω κακού αερισμού και υποφέρει από σηψιρρίζια. Θα πρέπει να αποφεύγονται επίσης τα εδάφη που πλημμυρίζουν κατά το χειμώνα και την άνοιξη εποχιακά, αλλά για μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. 2-3 μήνες). Εκτάσεις κατάλληλες για το είδος θεωρούνται κυρίως οι πεδιάδες, οροπέδια, κοιλάδες και αναχώματα ποταμών, εδάφη χαλαρά και με επαρκή υγρασία στο χώρο των ριζών και γενικά σε θέσεις όπου ευδοκιμούν και άλλα ταχουαξή (ενδημικά ή μη) πλατύφυλλα (π.χ. λεύκες, φράξος, φτελιές) (Zhu κ.α. 1986, Σπανός 2013, Σπανός 2020). Τέτοιες εκτάσεις υπάρχουν πολλές στην Ελλάδα, αλλά οι περισσότερες χρησιμοποιούνται για γεωργικές καλλιέργειες. Για να αποφασίσει τελικά ο επενδυτής (φυσικό πρόσωπο/εταιρεία/Δήμοι/ΝΠΙΔ/Συνεταιρισμοί) για μια καλλιέργεια Παυλόνιας, θα πρέπει να συγκρίνει τα καθαρά έσοδα και το χρόνο απόδοσης από τις δύο εναλλακτικές (γεωργική καλλιέργεια με καλλιέργεια Παυλόνιας) λαμβάνοντας υπόψη και τα περιβαλλοντικά οφέλη.

Όπως τα περισσότερα ταχουαξή πλατύφυλλα (Spanos κ.α. 2002, Σπανός και Γαϊτάνης 2021), έτσι και η Παυλόνια αναγεννιέται εύκολα με πρεμνοβλάστηση και αυτό είναι το μεγάλο πλεονέκτημα της, καθώς δεν χρειάζεται να γίνει επανάληψη φύτευσης μετά την υλοτομία. Ο φυτευτικός σύνδεσμος για παραγωγή βιομάζας προτείνεται να είναι $3\text{m} \times 2\text{m} = 167$ δέντρα/στρέμμα ή $3 \times 3 = 111$ δέντρα/στρέμμα, ενώ για την παραγωγή πολύτιμης τεχνικής ξυλείας συνιστώνται φυτευτικοί σύνδεσμοι: $4 \times 4 = 62$ δέντρα/στρέμμα, $4 \times 5 = 50$ δέντρα/στρέμμα ή $5 \times 5 = 40$ δέντρα/στρέμμα. Η Παυλόνια είναι ιδανικό είδος για αγροδασοπονία, συνδυασμός δηλαδή δέντρων και γεωργικών καλλιεργειών (Zhu 1991, Jiang κ.α. 1994.) λόγω του ότι αφήνει αρκετό ηλιακό φως, τουλάχιστον μέχρι τα πέντε πρώτα έτη αύξησης, επομένως μπορεί να συνδυάζεται με γεωργικές καλλιέργειες όπως τα ψυχανθή (π.χ. τριφύλλι, βίκος), κηπευτικά, μανιτάρια, αρωματικά φυτά. Στην αγροδασοπονία θα πρέπει να εφαρμόζονται ευρύτεροι φυτευτικοί σύνδεσμοι (π.χ. $5 \times 5 = 40$, $6 \times 6 = 28$, $8 \times 8 = 16$ ή και $10\text{m} \times 10\text{m} = 10$ δέντρα/στρέμμα).

Μια φυτεία τεχνικής ξυλείας Παυλόνιας, σε καλές εδαφοκλιματικές συνθήκες και με σωστά καλλιεργητικά μέτρα, μπορεί να αποφέρει δυναμικά στρογγύλη ξυλεία μήκους 6-8 m, με διάμετρο κορμού (DBH) 30-50cm και όγκο 0,5-1,0 m^3 (για κάθε δέντρο) που σημαίνει ελάχιστο εγγυημένο εισόδημα 100 Ευρώ (το δέντρο) (μέση τιμή στρογγύλης ξυλείας 200/ m^3). Έχοντας υπόψη ότι στο στρέμμα φυτεύονται 60 περίπου δέντρα (φυτ. σύνδεσμος 4×4 m), τα έσοδα στο

τέλος της 10-ετίας για ένα στρέμμα καλλιέργειας θα ανέρχονται στα $60 \times 100 = 6.000$ Ευρώ. Επομένως, μια έκταση 10 στρεμμάτων, μπορεί να μας αποφέρει (στη 10-ετία) συνολικό ελάχιστο ακαθάριστο εισόδημα $10 \times 6.000 = 60.000$ Ευρώ. Τα έξοδα εγκατάστασης και διαχείρισης μιας φυτείας Παυλώνιας εκτιμώνται στο 20-30% επί των ακαθάριστων. Τα υπολείμματα της υλοτομίας (κλαδιά και κορυφές) μπορούν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή πέλλετ (χονδρική τιμή πώλησης ξηρής βιομάζας: 30-50 Ευρώ/t) ή βιοκομπόστας (οργανικό λίπασμα) (Σπανός 2020).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ερευνηθεί η κατανομή της ξυλώδους βιομάζας στο κορμό και στη κόμη ενός επιλεγμένου δέντρου παυλώνιας. Το δέντρο επιλέχθηκε για τη μη καρποφορία του (δεν παρήγαγε καρπούς ενώ είχε ανθοφορία). Όπως είναι γνωστό, η μη παραγωγή σπόρων/καρπών των δασικών δέντρων ευνοεί την αύξηση της ξυλώδους βιομάζας (Verdu κ.α. 2007).

Υλικά και Μέθοδοι

Πειραματική φυτεία παυλώνιας (*Paulownia tomentosa*) εγκαταστάθηκε στο ΙΔΕ το 2012 (Εικ. 1), σε φυτευτικό σύνδεσμο 3x 3m με σκοπό την παραγωγή ξυλώδους βιομάζας καθώς και τεχνικής ξυλείας. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους που έγινε η εγκατάσταση της φυτείας συνοπτικά περιγράφονται: έδαφος μέσης μηχανικής σύστασης (CL) (άργιλος 30%, ιλύς 28%, άμμος 42%), σχεδόν ουδέτερης αντίδρασης (pH = 6,95), κανονικής αλατότητας (0,433 mm hos/cm), μέσης περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο (3,2%) και υψηλής περιεκτικότητας σε οργανική ουσία (2.14%).



Εικόνα 1. Πειραματική φυτεία παυλώνιας (*Paulownia tomentosa*) στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών δύο (2) έτη μετά την πρώτη υλοτομία.

Picture. 1. Experimental plantation of *Paulownia* (*Paulownia tomentosa*) at the Forest Research Institute two (2) years after the first felling.

Στη φυτεία επιλέχθηκε ένα δέντρο που παρουσίασε στειρότητα (δεν παρήγαγε καρπούς – παρά μόνο άνθη) για παραγωγή ξυλώδους βιομάζας και κατανομή αυτής στον κορμό και τα κλαδιά (Εικ.2). Η φυτεία υλοτομήθηκε το έτος 2021 (Μάρτιος) με σκοπό την έρευνα παραγωγής βιομάζας και πρεμνοβλαστικής ικανότητας. Μετά την υλοτόμηση μετρήθηκαν τα βιομετρικά δεδομένα του δέντρου και παρουσιάζονται στο Πίνακα 1.



Εικόνα 2. Επιλεγμένο δέντρο Παυλώνιας για παραγωγή ξυλώδους βιομάζας και κατανομή αυτής στον κορμό και τα κλαδιά.

Picture 2. Selected tree of Paulownia for woody biomass production and its distribution in the stem and branches.

Πίνακας 1. Βιομετρικά δεδομένα του επιλεγμένου δέντρου *Paulownia tomentosa* στο αγρόκτημα του ΙΔΕ.
Table 1. Biometric data of the selected *Paulownia tomentosa* tree in the farmland of the FRI.

ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
Ηλικία (έτη)	9
Συνολικό ύψος (m)	12
Διάμετρος βάσης (cm)	28
Στηθιαία διάμετρος (cm)	24,5
Διάμετρος στη μέση του κορμού (cm)	23
Διάμετρος έναρξης κόμης (cm)	19
Μήκος κόμης (m)	7,15
Διάμετρος κόμης (m)	7,5
Όγκος κορμού (m ³)	0,238
Μήκος καθαρού κορμού (m)	4,85 (4,70 + 0,15 πρέμνο)

Αμέσως μετά την υλοτομία ο κορμός υλοτομήθηκε ξεχωριστά από την κόμη. Οι κλάδοι της κόμης και ο κορμός ταξινομήθηκαν σε κλάσεις πάχους/διαμέτρου όπως παρουσιάζεται στο Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Κατανομή των κλάσεων διαμέτρου του κορμού και των κλάδων στο επιλεγμένο δέντρο.
Table 2. Distribution of diameter classes of the stem and branches in the selected tree.

Κλάσεις διαμέτρων (cm)	Τμήμα του δένδρου					
	Κόμη	Κόμη	Κόμη	Κόμη	Κορμός	Κορμός
	<2	2.1 - 4	4.1 - 8	8.1 -12	20 - 24	>24

Το χλωρό βάρος μετρήθηκε - ξεχωριστά ανά κλάση διαμέτρου - αμέσως μετά την κοπή και στη συνέχεια πάρθηκαν δείγματα ξύλου (δίσκοι πάχους 2cm) για υπολογισμό της υγρασίας ξύλου. Από κάθε κλάση διαμέτρου πάρθηκαν 3 δίσκοι πάχους 2cm και ξηράθηκαν σε φούρνο σε θερμοκρασία 85° C τουλάχιστον για 48 ώρες και μέχρι σταθεροποίησης του βάρους των δειγμάτων. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ξηρό βάρος των δειγμάτων και έγινε αναγωγή στο συνολικό βάρος των κλάσεων διαμέτρου.

Αποτελέσματα

Στο Πίνακα 3 παρουσιάζεται το χλωρό και το ξηρό βάρος των κλάσεων διαμέτρων (κλάδων και κορμού). Βρέθηκε ότι το ποσοστό υγρασίας κυμαινόταν από 50,24% έως 58,52% (επί του χλωρού). Το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας παρουσίασε η κλάση 1 (<2 cm) όπως και αναμενόταν, καθώς οι κλάδοι μικρότερης διαμέτρου δύναται να απορροφήσουν μεγαλύτερα ποσά υγρασίας.

Πίνακας 3. Βάρος (χλωρό/ξηρό) ανά κλάση διαμέτρου και ποσοστό υγρασίας (% χλωρού βάρους).
Table 3. Weight (fresh/dry) per diameter class and moisture content (% of fresh weight)

α /α	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΛΑΔΙΩΝ - ΚΟΡΜΟΥ (cm)	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ (Kg)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (Kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ %
1	<2(κλαδιά)	64,850	37,950	58,52
2	2-4 (κλαδιά)	40,300	21,661	53,75
3	4-8 (κλαδιά)	46,500	24,301	52,26
4	8-12 (κλαδιά)	26,500	13,314	50,24
5	20-24 (κορμός)	87,100	47,957	55,06
6	>24 (κορμός)	92,000	46,331	50,36
	ΣΥΝΟΛΟ	357,250	190,629	53,36 (Μ.Ο)

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται το συνολικό χλωρό και ξηρό βάρος των κατηγοριών διαμέτρου των κλάδων του επιλεγμένου δέντρου.



Σχήμα 1. Συνολικό χλωρό και ξηρό βάρος ανά κλάση διαμέτρου του επιλεγμένου δέντρου.
Figure 1. Total fresh and dry weight per diameter class of the selected tree.



Σχήμα 2. Ποσοστά χλωρού βάρους των κλάσεων διαμέτρου (κλάδων και του κορμού) σε σχέση με το συνολικό χλωρό βάρος του δέντρου.

Figure 2. Percentages of fresh weight of diameter classes (branches and stem) in relation to the total fresh weight of the tree.

Από το Σχήμα 2 διαπιστώνεται ότι το χλωρό βάρος του κορμού έδωσε το 50% (ακριβώς το μισό) του συνολικού χλωρού βάρους του δέντρου. Από τις κατηγορίες κλάδων της κόμης επίσης

διαπιστώνεται ότι η κατηγορία των λεπτών κλάδων (<2 cm) έδωσε το μεγαλύτερο ποσοστό (18%) σε σύγκριση με τις άλλες κατηγορίες των κλάδων.



Σχήμα 3. Ποσοστά ξηρού βάρους των κλάσεων διαμέτρου κλάδων και του κορμού επί του συνολικού ξηρού βάρους του δέντρου.

Figure 3. Percentages of dry weight of diameter classes of branches and stem of the total tree dry weight.

Από το σχήμα 3 διαπιστώνεται ότι το ξηρό βάρος του κορμού (κλάσεις διαμέτρου 20-24 cm, >24 cm) έδωσε το 49% (το μισό περίπου) του συνολικού ξηρού βάρους του δέντρου.

Η κατηγορία κλάδων της κόμης διαμέτρου 4-8cm έδωσε 13% (επί του συνολικού βάρους του δέντρου) ενώ η κλάση >8-12 cm έδωσε ποσοστό 7% επί της συνολικής βιομάζας.

Από τις κατηγορίες κλάδων της κόμης επίσης διαπιστώνεται ότι η κατηγορία των πολύ λεπτών κλάδων (<2 cm) παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό (20%) βιομάζας σε σύγκριση με τις άλλες κατηγορίες των κλάδων.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται ότι οι φυτείες Παυλώνιας μπορούν να δώσουν σημαντική ποσότητα ξυλώδους βιομάζας σε μικρό περίτροπο χρόνο (5-10 έτη). Για παράδειγμα, στη περίπτωση της παρούσας εργασίας, με αναγωγή στο στρέμμα και με φυτευτικό σύνδεσμο 3 x 3 - που σημαίνει 111 δέντρα x 190,629kg/δέντρο (Πιν. 2)= 21.160kg περίπου ξυλώδους βιομάζας ανά στρέμμα ή 2.351 kg/στρέμμα/έτος. Βέβαια, η παραγωγή ξυλώδους βιομάζας/όγκου θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερη (ακόμα και διπλάσια) αν το έδαφος ήταν πιο χαλαρό (π.χ. πηλο-αμμώδες).

Σε άλλη μικτή φυτεία Παυλώνιας (*P. tomentosa/P. elongata*) στο Μεσημέρι Θεσ/νίκης, ηλικίας 5 ετών (φυτ. σύνδεσμος 4 x 4 m) η ξηρή βιομάζα του μέσου δέντρου βρέθηκε 68 kg και η παραγωγή ξυλώδους βιομάζας (ξηρή) στο στρέμμα στα 4.216 kg περίπου (Σπανός και Γαϊτάνης 2020). Διαπιστώνεται επομένως ότι η παραγωγή ξυλώδους βιομάζας σε φυτείες Παυλώνιας επηρεάζεται σημαντικά από το φυτευτικό σύνδεσμο, ηλικία και τη θέση της φυτείας και φυσικά από γενετικούς παράγοντες.

Οι κλάδοι διαμέτρου 4-8 cm με ποσοστό 13% (επί του συνόλου) και οι κλάδοι 8-12 cm με ποσοστό 7% και η κατηγορία κορμού <24 cm με ποσοστό 25% μπορούν να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ξύλινων κατασκευών με σκοπό να δοθεί προστιθέμενη αξία στα παραγόμενα προϊόντα (Εικ. 3). Βέβαια, τα κλαδιά >4 cm μπορούν να χρησιμοποιούνται για ενεργειακή χρήση (ξυλοτεμαχίδια, πέλλετ, μπρικέττες) όταν υπάρχει μεγάλη διαθέσιμη ποσότητα και τιμές σχετικά αποδεκτές (Σπανός 2020).



A.



B.



Γ.

Εικόνα 3. Ξύλινες κατασκευές από συμπαγές ξύλο Παυλώνιας (κορμός/κλάδοι) (α. Ξύλινο τραπέζι, β. Κάσες για μελισσοκυνέλες, γ. Μελισσοκυνέλη με κάσα από ξύλο Παυλώνιας).

Picture. 3. Wooden structures (woodwork) from solid paulownia wood (stem/branches) (a. Wooden table, b. wooden frame for beehive, c. Beehive with wooden frame from paulownia wood).

Διαπιστώνεται επίσης ότι η κατηγορία των γενικά λεπτών κλάδων (<2 cm και >2-4 cm) παρουσίασε σημαντικό ποσοστό (31% επί του συνόλου) και μπορεί να αξιοποιείται για την παραγωγή βιοκομπόστας (Σπανός 2022).

Τέλος, το επιλεγμένο δέντρο ήδη έχει αναπαραχθεί αγενώς με ριζοβλαστήματα και διατηρείται σαν κλώνος στο ΙΔΕ. Στόχος είναι να ερευνηθεί αν πράγματι τα άτομα του κλώνου δεν παράγουν σπόρους και επομένως συσσωρεύουν περισσότερη ξυλώδη βιομάζα σε σύγκριση με αυτά που παράγουν καρπούς (σπόρους) (Verdu κ.α. 2007).

Από την παραπάνω έρευνα προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Οι φυτείες παυλώνιας μπορούν να δώσουν σημαντική ποσότητα ξυλώδους βιομάζας σε μικρό περίτροπο χρόνο (5-10 έτη).

- Από την επιμέρους ανάλυση της ξυλώδους βιομάζας (κορμός/κόμη) διαπιστώνεται ότι το ξηρό βάρος του κορμού ήταν 49% του συνολικού ξηρού βάρους του δέντρου. Επομένως, ένα σημαντικό ποσοστό του δέντρου που ισούται με το μισό βάρους αυτού δύναται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πολύτιμης τεχνικής ξυλείας.

- Ένα μεγάλο ποσοστό των κλάδων της κόμης – γενικά λεπτά κλαδιά (διαμέτρου <2 cm και 2-4), που δεν ενδείκνυται για τις παραπάνω αναφερόμενες χρήσεις, μπορεί να χρησιμοποιείται για παραγωγή βιοκομπόστας.

- Οι κλάδοι διαμέτρου 4-8 cm με ποσοστό 13% (επί του συνόλου) και οι κλάδοι 8-12 cm με ποσοστό 7% μπορούν να χρησιμοποιούνται σε ξύλινες κατασκευές, με σκοπό να δοθεί προστιθέμενη αξία στα παραγόμενα προϊόντα. Βέβαια, τα κλαδιά >4 cm μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ενεργειακή χρήση (ξυλοτεμαχίδια, πέλλετ, μπρικέτες) όταν υπάρχει μεγάλη διαθέσιμη ποσότητα και οι τιμές στο εμπόριο είναι συμφέρουσες.

- Ο συνδυασμός παραγωγής διαφορετικών προϊόντων, όπως παραγωγή ξυλώδους βιομάζας για ενεργειακή χρήση, η παραγωγή ξυλείας (διαφόρων διαστάσεων) και η χρήση της Παυλώνιας σε αγροδασοπονικά συστήματα μπορεί να δώσει εναλλακτικές λύσεις στον παραγωγό/επενδυτή έναντι των διακυμάνσεων των τιμών της ξυλώδους βιομάζας στην αγορά.

- Τέλος, το επιλεγμένο δέντρο ήδη έχει αναπαραχθεί αγενώς με ριζοβλαστήματα και διατηρείται σαν κλώνος στο ΙΔΕ. Απώτερος στόχος είναι να ερευνηθεί αν όντως τα άτομα του κλώνου διατηρούν το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, δηλαδή δεν καρποφορούν και πιθανά συσσωρεύουν περισσότερη ξυλώδη βιομάζα σε σύγκριση με άλλα που καρποφορούν.

ABSTRACT

From an experimental plantation of *Paulownia tomentosa* at Forest Research Institute (FRI) of Thessaloniki one tree was selected to investigate the production of woody biomass and its distribution in the stem and crown branches. The branches of the crown were classified into four classes of diameter/thickness and the stem in two classes. From the analysis of wood biomass

results (stem/crown) it was found that the dry biomass of the stem was 49% (about half) of the total dry weight of the tree. The branches of 4-8 cm diameter class were up to 13% of the total tree biomass whereas branches 8-12 cm to 7% (of the total). It was also found that the category of thin branches (<2 cm and 2-4 cm) gave a significant biomass proportion (31% of the total). The aim of this study was to investigate whether plants of this clone which maintain this specific characteristic (do not produce fruits/seeds), give a larger quantity of wood biomass, compared to other trees that produce seeds.

Βιβλιογραφία

Berdón, J., Montero Calvo, A.J., Royano Barroso, L., Parralejo Alcobendas, A.I., González Cortés, J., 2017. Study of Paulownia's Biomass Production in Mérida (Badajoz), Southwestern Spain. *Environment and Ecology Research* 5(7): 521-527.

Domínguez, E., Pablo G del Río, Romani, A., Garrote, G. 2017. Hemicellulosic bioethanol production from Paulownia wood. 5th World Bioenergy Congress and Expo June 29-30, 2017 Madrid, Spain *Fundam Renewable Energy Appl* 2017, 7:4 (Suppl), p.81.

Jiang, Z., Gao L., Fang, Y., Xinwang Sun, X., 1994. Analysis of Paulownia-intercropping types and their benefits in Woyang County of Anhui Province. *For. Ecol. Manag.* 67, 329-337.

Jiménez, L., Rodríguez, A., Ferrer, J.L., Pérez, A., Angulo, V., 2005. "Paulownia, a Fast Growing Plant, as a Raw Material for Paper Manufacturing". *Afinidad*, Vol. 62, No. 516, pp. 100-105.

Lawrence, J.S. 2004. Kiri, Paulownia Timber. <http://www.toadgully.com.au/>

Spanos, K., Tsialtas, I. and D. Mylonas, 2002. Biomass production from a short rotation experimental planting of ten poplar clones in N. Greece, in: *IUFRO Meeting on "Management of Fast Growing Plantations"*, Izmir, Turkey, September 11-13, 2002, pp. 43-51.

Σπανός, Κ.Α., 2006. Εντατική δασοπονία μικρού περιόδου χρόνου - παραγωγή δασικής βιομάζας από φυτείες ταχυνωτών δασοπονικών ειδών. Δυνατότητες ενεργειακής και χημικής αξιοποίησης. Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, 8^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, 29-31 Μαρτίου 2006, Θεσσαλονίκη, Πρακτ. σελ. 461-468.

Σπανός Κ., 2013. Παυλώνια - Ένα πολύτιμο δασικό δέντρο για εναλλακτική καλλιέργεια και μελλοντική επένδυση. Ελληνικός Γεωργικός οργανισμός, περιοδικό «ΔΗΜΗΤΡΑ» τεύχος 3, σελ. 13-16.

Spanos, K.A., Gaitanis, D., 2020. Wood Biomass Production from a 10-Year Old Plantation of *Fraxinus Angustifolia* Vahl in Greece. *Modern Environmental Science and Engineering*, Vol. 6, Number 4, Doi: 10.15341/mese (2333-2581)/ 05.06.2020/001, Academic Star Publishing Company, Brooklyn, NY.

Σπανός, Κ.Α. και Γαϊτάνης, Δ., 2021. Παραγωγή ξυλώδους βιομάζας από 5-ετή δασοπονική φυτεία των ταχυνωτών ειδών *Paulownia tomentosa* και *P. elongata* στη Β. Ελλάδα. 12ο Εθνικό Συνέδριο του Ι.Η.Τ. για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας 7-9 Απριλίου 2021, ISSN 1108 – 3603, Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Van de Hoef, L and B. Hill, 2003. Paulownia. *Agriculture Notes*, August 2003, State of Victoria Department of Primary Industries. AG0778, ISSN 1329-8062

Verdu, M., Spanos, K.A., Canova, I., Slobodnik, B. and L. Paul, 2007. Similar gender dimorphism in the costs of reproduction across the geographic range of *Fraxinus ornus*, *Annals of Botany* 99, 183-191.

Zhu, Z.-H., Chao, C.-J., Lu, X.-Y. and Y. G. Xiong, 1986. "Paulownian China: Cultivation and Utilization," Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre, Singapore, 1986, pp. 1-65.

Zhu, Z.H., 1991. Evaluation and model optimisation of Paulownia intercropping system - a project summary report. In: Z.H. Zhu κ.α. (Editors), *Agroforestry Systems in China*. Published jointly by the Chinese Academy of For-estry, People's Republic of China, and International Development Research Centre, Canada, Singapore, pp. 30-43.

Zuazo, V.H.D., Bocanegra, J.A.J., Torres, F.P., Pleguezuelo, C.R.R., Martínez, J.R.F., 2013. Biomass Yield Potential of Paulownia Trees in a Semi-Arid Mediterranean Environment (S Spain), *Int. J. Renew. Energy Res.*, Vol.3 (No.4), 789-793.

Yadav, N. K., Vaidya, B. N., Henderson, K., Lee, J. F., Stewart, W.M., Dhekney, S.A., Joshee, N., 2013. A Review of *Paulownia* Biotechnology: A Short Rotation, Fast Growing Multipurpose Bioenergy Tree. *Am. J. Plant Sci.*, 4: 2070-2082.

Θεματική Ενότητα: Υλοχρηστική-Τεχνολογία Ξύλου

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕ ΕΚΘΕΣΗ ΕΙΣΠΝΕΥΣΙΜΗΣ ΣΚΟΝΗΣ ΞΥΛΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΜΕ ΑΛΥΣΟΠΡΙΟΝΟ

Δήμου, Βασιλική^{1*}; Χατζηκωστή, Βασιλική^{*}

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανταζίδου 193, 68200 Ορεστιάδα, vdimou@fmenr.duth.gr¹, xkosti@hotmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη προσδιορίστηκε η έκθεση των δασικών εργατών σε σκόνη ξύλου κατά τις εργασίες συγκομιδής ξύλου μέσα σε ένα υλοτόμιο. Εξετάστηκε η συγκέντρωση εισπνεόμενης σκόνης ξύλου πλατύφυλλων από *Fagus sylvatica* και *Quercus sp.* καθώς και κωνοφόρων από *Pinus brutia*. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων συλλέχθηκαν 24 φίλτρα δειγματοληψίας με τη βοήθεια του προσωπικού δειγματολήπτη SKC Button Sampler. Στη μελέτη ελήφθησαν υπόψη και η χρονική διάρκεια εργασίας με αλυσοπρίονο των διάφορων φάσεων εργασίας καθώς και των καθυστερήσεων κατά τις οποίες δούλευε σε ρελαντί ή ήταν εκτός λειτουργίας το αλυσοπρίονο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια μιας ημερήσιας εργασίας του υλοτόμου οι οποίες διήρκεσαν από τον Ιούνιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο. Η μέση συγκέντρωση εισπνεύσιμης σκόνης για οχτάωρη έκθεση του εργαζομένου ήταν περίπου $5.11 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Λέξεις κλειδιά: OEL, Εισπνεόμενη σκόνη, έκθεση σε σκόνη ξύλου, SKC

Εισαγωγή

Η σκόνη κάθε είδους ξύλου προκαλεί ιδιαίτερα προβλήματα στον άνθρωπο που εκτίθεται σε αυτήν όπως η σκόνη από *Fagus sylvatica* προκαλεί δερματίτιδα, μείωση πνευμονικής λειτουργίας, ερεθισμό ματιών (πιθανόν από λειχήνες φλοιού). Η *Quercus sp.* μπορεί να προκαλέσει άσθμα, φτέρνισμα, ερεθισμό ματιών και η σκόνη από *Pinus sp.* μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό του δέρματος, φωτοευαισθητοποίηση καθώς και μείωση πνευμονικής λειτουργίας (HSE 2012). Πολλές ερευνητικές εργασίες υποστηρίζουν ότι το σοβαρότερο πρόβλημα που εκδηλώνεται από την έκθεση εργαζόμενου σε σκόνη ξύλου είναι ο κίνδυνος ανάπτυξης καρκίνου, κυρίως στη μύτη και αδενοκαρκίνου (Pisati κ.α. 1982, Kubel κ.α. 1988, Klein κ.α. 2001).

Σύμφωνα με την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (1999/38) έχει ορίσει την έκθεση στα 5 mg εισπνεόμενης σκόνης ξύλου ανά κυβικό μέτρο αέρα ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) μιας εργάσιμης ημέρας 8 ωρών (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 1999). Το όριο αυτό ορίζεται ως όριο επαγγελματικής έκθεσης (Occupational Exposure Limit-OEL) και ίσχυε για σκόνη ξύλου από σκληρό ξύλο η για οποιοδήποτε μίγμα σκόνης από σκληρό και μαλακό ξύλο. Το 2002 το όριο αυτό έχει αλλάξει και υπάρχει ξεχωριστό όριο έκθεσης σκληρού ξύλου στα $3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ενώ για το μαλακό ξύλο είναι $5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (COSHH 2005). Η Διεθνής Υπηρεσία Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC) ήδη από το 1995 είχε ταξινομήσει τη σκόνη σκληρού ξύλου ως καρκινογόνο για τον άνθρωπο (IARC 1995). Στην Ελλάδα τέθηκε μόλις το 2003 με προεδρικό διάταγμα το όριο έκθεσης σκόνης σκληρού ξύλου σε $5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ σύμφωνα με την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (1999/38). Το όριο αυτό ισχύει και στην περίπτωση ανάμιξης σκόνης σκληρού ξύλου με μαλακού, ενώ ακόμα δεν τέθηκαν τα όρια σκόνης μαλακού ξύλου (ΠΔ 42/2003). Το 2012 η Συμβουλευτική Επιτροπή για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (ACSHW 2012) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής πρότεινε την τροποποίηση της οδηγίας 2004/37/EK ως αναφορά τη θέσπιση ενός OEL για σκόνη ξύλου στα $3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ μετρούμενη ως εισπνεύσιμη σκόνη, με περίοδο αναθεώρησης 3-5 ετών. Υπάρχουν αρκετές ερευνητικές εργασίες σχετικά με την έκθεση σε σκόνη ξύλου εργαζομένων ξυλουργικής βιομηχανίας όπως πριονιστήρια, βιομηχανίες επίπλων κλπ. όπου απασχολούνται πολλοί εργαζόμενοι και είναι πιο εύκολη η επίτευξη της μέτρησης σκόνης ξύλου (Marchi 2017). Επίσης επιδημιολογικές μελέτες βασίστηκαν σε έκθεση σκόνης ξύλου εργαζομένων σε αυτούς τους χώρους. Υπάρχουν όμως ελάχιστες εργασίες οι οποίες αναφέρονται σε έκθεση σκόνης ξύλου

δασεργατών στο χώρο εργασίας τους δηλαδή μέσα στο δάσος (Alwis 1998). Παρόλο ότι είναι γνωστό ότι το περιβάλλον εργασίας κατά τις υλοτομικές εργασίες είναι σκονισμένο εντούτοις κατά τον Mitchell (2011) πολύ λίγες εργασίες έχουν ασχοληθεί με την έκθεση σε σκόνη των χειριστών αλυσοπρίονου μέσα σε ένα δάσος, λαμβάνοντας υπόψη το κλάσμα εισπνεόμενης σκόνης κατά την λειτουργία αλυσοπρίονου (Horvat 2005, Jazbec κ.α. 2007).

Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να εκτιμηθεί η έκθεση δασεργατών σε εισπνεόμενη σκόνη κατά της διάρκειας εργασίας με αλυσοπρίονο μέσα στο δάσος. Επίσης να επισημανθούν οι σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση σκόνης τόσο σε σχέση με τις διαστάσεις ενός δέντρου όσο και μεταξύ πλατύφυλλων κωνοφόρων. Επιπλέον για τις διαφορετικές φάσεις εργασίας έχει ληφθεί η χρονική τους διάρκεια μέσου χρονικής μελέτης για να τονιστεί η σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης σκόνης ξύλου και του χρόνου λειτουργίας του αλυσοπρίονου.

Υλικά και Μέθοδοι

Οι μετρήσεις έχουν διεξαχθεί στην περιοχή Δερείου-Δαδιάς-Σουφλίου. Ελήφθησαν μετρήσεις από υλοτομίες 24 συνολικά ημερών. Συγκεκριμένα 12 ημέρες από αμιγείς συστάδες *Quercus sp.*, 7 ημέρες από μεικτές συστάδες *Fagus sylvatica* and *Quercus sp.* και για 5 ημέρες από αμιγείς συστάδες *Pinus brutia*. Οι υλοτομίες ήταν επιλογικές, μετά τη ρίψη των δέντρων μέσα στο υλοτόμιο διεξαγόταν οι φάσεις εργασίας της αποκλάδωσης και της διαμόρφωσης (μέτρηση και τεμαχισμό) κορμοτεμαχίων σε μήκη 5 έως 6 μέτρων. Η εργασίες συγκομιδής ήταν διακοπτόμενες δηλαδή έγιναν οι εργασίες ρίψης και διαμόρφωσης και τα κορμοτεμάχια είχαν αφαιρεθεί στο υλοτόμιο, ενώ σε κάποια άλλη χρονική στιγμή είχαν μετατοπιστεί. Η συλλογή της σκόνης ξύλου αφορούσε μόνο τις εργασίες ρίψης και διαμόρφωσης των κορμοτεμαχίων. Η συλλογή των στοιχείων έγινε τους καλοκαιρινούς μήνες από τον Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο.

Για τη συλλογή του κλάσματος της εισπνεόμενης σκόνης ο χειριστής του αλυσοπρίονου σε όλη τη διάρκεια των εργασιών του είχε κατάλληλα ενσωματωμένο στη ζώνη του έναν προσωπικό δειγματολήπτη σκόνης SCK Button Sampler το οποίο διαθέτει μια φορητή αντλία (SKC Sidekick) με κλίμακα ροής 5-3000ml-min. Η φορητή αντλία ήταν ρυθμισμένη να λειτουργεί με ρυθμό ροής 4 l/min (Marchi κ.α. 2017, Dimou κ.α. 2020). Τα φίλτρα ήταν τοποθετημένα σε μια ειδική κεφαλή δειγματοληψίας εισπνεύσιμης σκόνης τύπου IOM sampler (Institute of Occupational Medicine) η οποία βρισκόταν σε απόσταση 10 cm από το πρόσωπο του δασεργάτη. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα σε κάθε νέα μέτρηση σκόνης η τοποθέτηση νέου φίλτρου μέσα στην κασέτα της κεφαλής δειγματοληψίας (www.hse.gov.uk).

Πριν τη δειγματοληψία τα φίλτρα κλιματιζόνταν σε θάλαμο κλιματισμού σε θερμοκρασία 20 ± 1 °C και υγρασία 48 ± 2 % για 24 ώρες. Τα φίλτρα στην συνέχεια ζυγίζονταν σε μια ζυγαριά ακριβείας μικρογραμμάρια (ADAM NBL 164e) επίσης ζυγίζονταν και η κασέτα κεφαλής δειγματοληψίας χωρίς φίλτρο. Στη συνέχεια το κάθε φίλτρο τοποθετούνταν σε ξεχωριστό σακουλάκι έχοντας το κάθε ένα το δικό του κωδικό αριθμό. Πριν από την έναρξη της δειγματοληψίας ένα φίλτρο τοποθετούνταν προσεκτικά με τη βοήθεια καθαρής τσιμπίδας, για αποφυγή μόλυνσης, μέσα στην κεφαλή δειγματοληψίας. Με το τέλος κάθε δειγματοληψίας το φίλτρο μεταφερόταν με ειδική θήκη μεταφοράς φίλτρου πίσω στο εργαστήριο και αφού κλιματιζόταν στις ίδιες συνθήκες κλιματισμού (20 ± 1 °C, υγρασία 48 ± 2 %) για 24 ώρες ζυγίζονταν και τοποθετούνταν μέσα στο δικό του κωδικοποιημένο σακουλάκι.

Η συγκέντρωση της σκόνης ξύλου μετρήθηκε με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$C = \frac{P_2 - P_1}{V}$$

Όπου:

C: η συγκέντρωση σκόνη σε mg m^{-3}

P₂: το βάρος του φίλτρου μετά τη δειγματοληψία σε mg

P₁: το βάρος του φίλτρου πριν τη δειγματοληψία σε mg

V: ο όγκος αέρα σε m^3

Ο όγκος του αέρα V υπολογιζόταν με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$V = \frac{T \times F}{1000}$$

Όπου:

T: η διάρκεια της δειγματοληψίας σε min

F: η πραγματική ροή του αέρα σε $l \text{ min}^{-1}$

Για τον υπολογισμό της πραγματικής ροής υπολογιζόταν ο μέσος όρος της αρχικής ροής του αέρα και της τελικής ροής του αέρα μετά το πέρας της δειγματοληψίας.

Το κάθε φίλτρο ήταν δειγματολήπτης σκόνης για όλο το χρονικό διάστημα εργασίας της ημέρας το οποίο ήταν 5 με 6 ώρες περίπου. Στο τέλος τα δεδομένα της δειγματοληψίας εκφράστηκαν ως χρονικώς σταθμισμένο μέσο όρο (TWA) των 8 ωρών ημερήσιας εργασίας.

Χρονική μελέτη

Με τη βοήθεια της χρονικής μελέτης έχει ληφθεί η χρονική διάρκεια όλων των φάσεων εργασίας κατά τη ρίψη και διαμόρφωση κάθε δέντρου του χειριστή αλυσοπρίονου. Ξεχωρίζοντας τις φάσεις εργασίας στις οποίες: i. ο κινητήρας του αλυσοπρίονου βρισκόταν σε κίνηση, από τις φάσεις κατά τις οποίες ii. ο κινητήρας δούλευε σε ρελαντί ή ήταν σταματημένος, θεωρώντας ότι στην πρώτη κατηγορία των φάσεων εργασίας δημιουργείται η σκόνη ξύλου. Οι φάσεις εργασίας στις οποίες ο κινητήρας ήταν σε κίνηση ήταν η φάση της ρίψης της αποκλάδωσης και του τεμαχισμού των κορμοτεμαχίων. Ενώ οι φάσεις εργασίας κατά τις οποίες δεν υπήρχε κίνηση του κινητήρα ήταν ο χρόνος προετοιμασίας, ανεφοδιασμού αλυσοπρίονου, συντήρησης, ακόνισμα, παύσεις με αλυσοπρίονο στο ρελαντί, διαλείμματα, αναζήτηση επόμενου δέντρου καθώς και ο χρόνος προετοιμασίας (Björheden κ.α., 1995, Dimou κ.α., 2019). Η μέθοδος χρονομέτρησης που ακολουθήθηκε ήταν αυτή της συνεχούς μέτρησης του χρόνου, σύμφωνα με την οποία με την έναρξη της εργασίας άνοιγε το χρονόμετρο, στο τέλος κάθε φάσης εργασίας γινόταν καταγραφή του χρόνου σε λεπτά. Το χρονόμετρο έκλεινε με τη λήξη της εργασίας του υλοτόμου. Η διαφορά των χρόνων ανά φάση έδινε τον απόλυτα χρόνο κάθε φάσης εργασίας. Σε όλες τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος δασεργάτης ώστε να μην υπάρχουν διαφορές στην ακολουθούμενη μέθοδο και του ρυθμού εργασίας επίσης ο υλοτόμος που επιλέχθηκε είχε την απαιτούμενη εμπειρία εργασίας. Κατά τη διάρκεια της μελέτης χρησιμοποίησε δύο συνήθη αλυσοπρίονο (Husqvarna 385XP και Husqvarna 375XP) στα οποία γινόταν η εναλλαγή μεταξύ τους μέσα στην ίδια εργάσιμη ημέρα και καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων διατηρήθηκαν αυτά σε καλή κατάσταση. Πριν τη ρίψη των δέντρων γινόταν μέτρηση και καταγραφή της στηθιαίας διαμέτρου κάθε δέντρου και του δασοπονικού είδους. Ο χειριστής αλυσοπρίονου εργαζόταν μόνος του στο υλοτόμιο ενώ σε μια ασφαλή απόσταση υπήρχε ένα άτομο το οποίο κατέγραφε τις μετρήσεις χρόνου σε λεπτά καθώς και της στηθιαίας διαμέτρου σε εκατοστά όπως και του δασοπονικού είδους. Έχουν επίσης ληφθεί για κάθε δειγματοληψία τρεις μετρήσεις θερμοκρασίας και τρεις μετρήσεις υγρασίας περιβάλλοντος (ανά ημέρα δειγματοληψίας).

Αποτελέσματα

Χρονική μελέτη

Στον πίνακα 1 φαίνεται η κατανομή του χρόνου από το σύνολο των 24 δειγματοληπτικών ημερών. Στην πρώτη στήλη φαίνεται το δασοπονικό είδος ανά συστάδα. Συνολικά, 12 ημέρες ο χειριστής του αλυσοπρίονου εργαζόταν σε αμιγή συστάδα *Quercus sp.*, 7 ημέρες σε μεικτή συστάδα *Fagus sylvatica* και *Quercus sp.* και 5 ημέρες σε αμιγή συστάδα *Pinus brutia*. Επίσης ο συνολικός χρόνος εργασίας ήταν 7550 min (αντιστοιχούν συνολικά σε 24 ημέρες εργασίας) και ο μέσος όρος εργασίας ανά ημέρα ήταν 314.60 min. Ο χρόνος εργασίας του αλυσοπρίονου ήταν συνολικά 4925.73 min ο οποίος αντιστοιχεί σε 65.23% του συνολικού χρόνου εργασίας. Ενώ ο χρόνος προετοιμασίας και ο χρόνος καθυστέρησης όπου σε αυτές τις φάσεις δεν δούλευε το αλυσοπρίονο ήταν 499.61 min (6.61%) και 2129.05 min (28.19%).

Έχουν ληφθεί χρόνοι ρίψης και διαμόρφωσης συνολικά από 228 δέντρα (πιν. 1) από τα οποία 127 ρίψης έγιναν στην αμιγή συστάδα *Quercus sp.*, 54 ρίψης από την μεικτή συστάδα *Fagus sylvatica* και *Quercus sp.* και 47 ρίψης από την αμιγή συστάδα *Pinus brutia*. Ο μέσος όρος της στηθιαίας διαμέτρου των δέντρων ήταν περίπου στα 34 cm και ο μέσος όρος συγκεντρώσεις σκόνης για όλες τις ημέρες της δειγματοληψίας ήταν $3.34 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (πιν. 1).

Πίνακας 1. Κατανομή του χρόνου εργασίας στις διάφορες φάσεις εργασίας
Table 1. Distribution of working time in the phases considered at the different working sites

N	Δασοπον. είδος	Χρ. προετοιμασίας (min)	Χρ. εργασίας αλυσοπρίονου (min)	Καθυστ ερήσεις (min)	Συνολικός χρόνος εργασίας (min)	Συν. χρ. εργασίας αλυσοπρίονου (%)	Μ.Σ.Δ* (cm)	Αριθμός δέντρων	mg m ⁻³
12	<i>Quercus sp.</i>								
7	<i>Fagus syl. & Querc. sp.</i>								
5	<i>Pinus brutia</i>								
	Σύνολο	499.61	4925.73	2129.05	7550	1570.33	813.96	228	80.20
	M.O.	20.82	205.79	87.94	314.60	65.43	33.915	9.5	3.3419

*Μ.Σ.Δ, Μέση Στηθιαία Διάμετρος

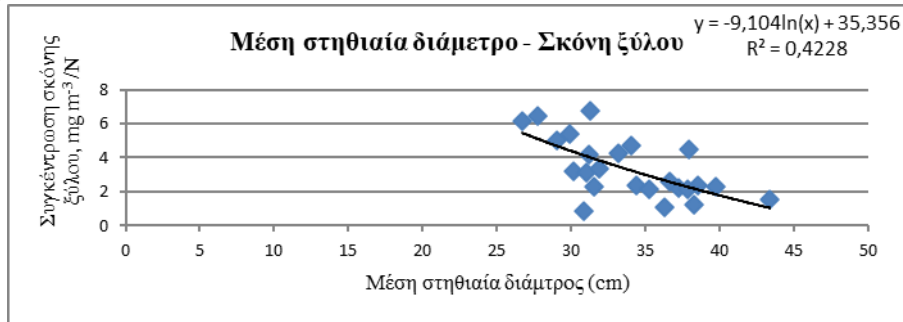
Πίνακας 2. Κατανομή του μέσου χρόνου εργασίας σε σχέση με τα δασοπονικά είδη, (N): αριθμός φίλτρων δειγματοληψίας
Table 2. Daily average time running time in relation with the forest species, (T.A): standard deviation, (N): number of samples

Δασοπον. είδος	Μ.Ο. συνολ. χρ. εργ. (min)	Χρόνος εργασίας αλυσοπρίονου (min)						Μ.Σ.Δ	N*
		Μ.Ο. χρ. εργ. αλυσοπρ. (min)	Μ.Ο. ρίψης (min)	Μ.Ο. αποκλ. (min)	Μ.Ο. τεμαχισμ. (min)	Min	Max		
<i>Quercus sp.</i>	295.5 5	176.59 (59.74 %)	30.41 (17.22%)	58.13 (32.91%)	88.04 (49.85%)	75.05	228.2 8	32.90	12
<i>Fagus syl.- Quercus</i>	301.4 5	209.34 (69.44 %)	21.62 (10.32%)	68.13 (32.54 %)	119.57 (57.11%)	178.9 4	287.8 7	35.86	7
<i>Pinus brutia</i>	378.6 7	268.25 (70.84 %)	36.76 (13.70)	90.64 (33.78%)	140.85 (52.50%)	255.2 9	291.6 8	33.63	5

N* αριθμός φίλτρων δειγματοληψίας ανά ημέρα

Στον πίνακα 2 φαίνεται η κατανομή του μέσου όρου συνολικού χρόνου εργασίας ανά συστάδα και ανά δασοπονικό είδος. Λίγο μεγαλύτερος φαίνεται να είναι ο συνολικός χρόνος στη συστάδα *Pinus brutia* (378.67 min). Επίσης φαίνεται και η κατανομή του μέσου χρόνου εργασίας του αλυσοπρίονου κατά είδος συστάδας καθώς επίσης και ο χρόνος κάθε φάση εργασίας δηλαδή της ρίψης, αποκλάδωσης και του τεμαχισμού. Επίσης φαίνονται και τα ποσοστά επί της εκατό των επί μέρους φάσεων σε σχέση με το μ.ο. του χρόνου εργασίας του αλυσοπρίονου. Αξιοσημείωτο είναι ο αυξημένος χρόνος τεμαχισμού στη συστάδα *Fagus sylvatica* και *Quercus sp.* (119.57 min) ο οποίος αντιστοιχεί στο 57.11% μ.ο χρόνου εργασίας αλυσοπρίονου. Επίσης φαίνονται οι μέσοι όροι των στηθιαίων διαμέτρων ανά συστάδα. Όπου N ο αριθμός των φίλτρων δειγματοληψίας ανά ημέρα (πιν.2).

Σκόνη ξύλου



Σχήμα 1. Σχέση μεταξύ μέσης στηθιαίας διαμέτρου (ΜΣΔ) με τη συγκέντρωση σκόνης ξύλου (mg m⁻³)
Figure 1. Relationships between the Stem diameter and the wood dust (mg m⁻³)

Στο σχήμα 1 φαίνεται η συσχέτιση των δεδομένων της συγκέντρωσης σκόνης ανά ημέρα σε σχέση με τη μέση διάμετρο των δέντρων ρίψης ανά ημέρα. Το αποτέλεσμα δείχνει την ύπαρξη αρνητικής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Πίνακας 3. Μέση τιμή έκθεσης σε σκόνη ξύλου σε σχέση με το δασοπονικό είδος
Table 3. Average values of wood dust exposure (\pm standard error) in relation with the forest species

Δασοπονικό είδος	M.O συγκέντρ. σκόνης (mg m ⁻³)	Min (mg·m ⁻³)	Max (mg·m ⁻³)	Συγκέντρ. σκόνης /8h (mg·m ⁻³)	Σχετ. Υγρσ.	Σχετ. Θερμ
<i>Quercus sp.</i>	3.79 (\pm 4.73)	0.82	6.78	6.15	49.83	25.98
<i>Fagus syl.- Quercus</i>	2.30 (\pm 0.39)	1.09	3.19	3.66	44.00	27.84
<i>Pinus brutia</i>	3.73 (\pm 1.06)	2.10	4.69	4.72	49.46	26.50

Στον πίνακα 3 φαίνονται τα επίπεδα συγκέντρωσης σκόνης ανά συστάδα για όλο το χρονικό διάστημα παραμονής στο χώρο εργασίας. Συγκεκριμένα στις συστάδες των *Quercus sp.* και *Fagus sylvatica & Quercus sp.* η συγκέντρωση σκόνης ήταν κατά μέσο όρο 3.79 mg·m⁻³ και 2.30 mg·m⁻³ αντίστοιχα. Ενώ η σκόνη από τη συστάδα των *Pinus brutia* ήταν αντίστοιχα ίση με 3.73 mg·m⁻³. Τα δεδομένα αυτά είναι στην 5^η στήλη ανοιγμένα σε δωρη εργασία σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (1999) οπότε τα αντίστοιχα αποτελέσματα διαμορφώνονται και είναι ίσα με 6.15 mg·m⁻³, 3.66 mg·m⁻³ και 4.72 mg·m⁻³ αντίστοιχα. Επίσης φαίνονται και οι μέσες τιμές σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας περιβάλλοντος για κάθε συστάδα χωριστά.

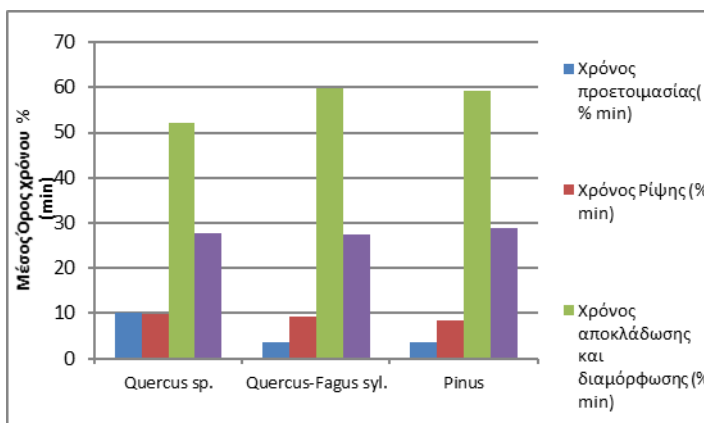
Πίνακας 4. Κατανομή σκόνης ξύλου σε σχέση με το όριο λειτουργικής έκθεσης(OEL), N =Αριθμός των φίλτρων δειγματοληψίας ανά ημέρα

Table 4. Distribution of the wood dust in relation with OEL. The number of sampler (N) under each threshold limit and the percentage relative to the total (%) are show

Σκόνη ξύλου	$\leq 3\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$		$3 < x \leq 5\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$		$> 5\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	
	N	%	N	%	N	%
<i>Quercus sp.</i> (12N)	5	(41.67%)	2	(16.67%)	5	(41.67%)
<i>Fagus syl.- Quercus</i> (7N)	6	(85.71%)	1	(14.28%)	0	(0.00%)
<i>Pinus</i> (5N)	1	(20.00%)	4	(80.00%)	0	(0.00%)
M.Σ.Δ. (cm)	36.67		32.60		28.90	
Θερμοκρασία (°C)	26.98		26.22		26.36	
Υγρασία (%)	49.11		48.00		45.60	
Χρ. λειτουργ. αλυσοπρ. (min)	185.24		239.35		205.44	

Στον πίνακα 4 φαίνεται η κατανομή των τριών κλάσεων συγκέντρωσης σκόνης ξύλου σε σχέση με το Όριο Επαγγελματικής Έκθεσης (OEL). Συγκεκριμένα τέθηκαν όρια συγκέντρωσης σκόνης $\leq 3\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ μεταξύ 3 και 5 mg·m⁻³ και πάνω από 5mg·m⁻³. Επίσης φαίνεται σε κάθε κατανομή ορίων συγκέντρωσης σκόνης ο αριθμός των φίλτρων δειγματοληψίας καθώς και το ποσοστό % σε σχέση με το σύνολο των φίλτρων δειγματοληψίας κάθε συστάδας. Συγκεκριμένα 6 φίλτρα δειγματοληψίας (85.71%) είναι κάτω του ορίου έκθεσης του Ευρωπαϊκού OEL (3 mg·m⁻³) για σκληρό ξύλο (μεικτή σκόνη από *Fagus sylvatica - Quercus sp.*) (COSHH 2005). Ενώ 4 φίλτρα δειγματοληψίας (80.00%) είναι επίσης κάτω του ορίου έκθεσης (5 mg·m⁻³) του Ευρωπαϊκού OEL για μαλακό ξύλο (*Pinus brutia*) (COSHH 2005). Ως αναφορά τη σκόνη από σκληρό ξύλο στην περίπτωση της αμιγής συστάδας *Quercus sp.* 7 από τα 12 φίλτρα δειγματοληψίας (58.33%) είναι πάνω από το όριο έκθεσης σκληρού ξύλου (3mg·m⁻³), ενώ 5 από τα 12 φίλτρα δειγματοληψίας (41.67%) είναι πάνω από το αντίστοιχο όριο έκθεσης σκληρού ξύλου που ισχύει στην Ελλάδα (5mg·m⁻³).

Στο σχήμα 3 φαίνεται η ποσοστιαία % κατανομή σε λεπτά των φάσεων εργασίας (χρόνου ρίψης και διαμόρφωσης) και μη εργασίας του αλυσοπρίονου (χρόνος προετοιμασίας και καθυστερήσεων) ανά συστάδα.



Σχήμα 3. Ποσοστιαία κατανομή % των φάσεων εργασίας και παύσης αλυσοπρίονου ανά συστάδα
Figure 3. Mean percentage distribution in min of chainsaw running and downtime in association with forest stands

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μας παρέχουν σημαντικές ενδείξεις για τα επίπεδα έκθεσης της συγκέντρωσης σκόνης ξύλου στα οποία εκτίθενται ένας δασεργάτης χειριστής αλυσοπρίονου.

Συγκεκριμένα σύμφωνα με το όριο έκθεσης της ΕΕ (1999/38) της Ελλάδας ($5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) το οποίο ισχύει μόνο για τα είδη σκληρού ξύλου, 5 από τα 19 (26.31 %) σε σύνολο φίλτρα δειγματοληψίας των περιπτώσεων σκληρού ξύλου (*Quercus sp.* και *Fagus sylvatica & Quercus sp.*) είναι πάνω από το όριο έκθεσης των $5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (πιν. 4).

Σύμφωνα όμως με τα όρια έκθεσης που ισχύουν στις περισσότερες χώρες όπου μετά το 2002 ισχύουν ξεχωριστά όρια έκθεσης για το σκληρό ξύλο το οποίο είναι ίσο με $3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (σύμφωνα με την Διεθνή Υπηρεσία Έρευνας για τον Καρκίνο ((IARC) θεωρείται καρκινογόνα) και ξεχωριστό OEL για μαλακό ξύλο ίσο με $5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, τα αποτελέσματα διαμορφώνονται ως εξής:

Περίπτωση του σκληρού ξύλου: το 42,10 % των περιπτώσεων της σκόνης σκληρού ξύλου (αντιστοιχεί τη σκόνη ξύλου από την αμιγή συστάδα *Quercus sp.* και από τη μικτή συστάδα *Fagus sylvatica & Quercus sp.*) είναι πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια για σκληρό ξύλο ($3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Ενώ στην περίπτωση του μαλακού ξύλου: το 100% των περιπτώσεων είναι κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια έκθεσης ($5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$).

Από την συσχέτιση των δεδομένων της συγκέντρωσης σκόνης ανά ημέρα σε σχέση με την μέση διάμετρο των δέντρων ανά ημέρα φαίνεται ότι υπάρχει σχέση μεταξύ συγκέντρωσης σκόνης και της μέσης διαμέτρου των δέντρων (σχήμα 1). Αυτό αποδεικνύει ότι η συγκέντρωση σκόνης είναι ανάλογη των διαστάσεων των δέντρων έχοντας μια πτωτική συγκέντρωση όσο οι διαστάσεις των δέντρων μεγαλώνουν. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι όσο αυξάνεται η διάμετρος ενός δέντρου άρα και ο όγκος τόσο λιγότερα δέντρα σε αριθμό μπορούν να συγκομιστούν στο ίδιο χρονικό διάστημα εργασίας. Δηλαδή για την παραγωγή 1 m^3 ξυλείας απαιτείται λιγότερος χρόνος όσο μεγαλώνει η διάμετρος των δέντρων (Dimou κ.α. 2019).

Επίσης, ως αναφορά τις κλάσεις σκόνης έτσι όπως διαμορφώθηκαν, φαίνεται και από τον πίνακα 4 ότι η μέση διάμετρος των δέντρων που εμπίπτουν στην κλάση σκόνης $\leq 5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ είναι μικρότερη από τις αντίστοιχες μέσες διαμέτρους των άλλων δύο κλάσεων.

Επίσης η θερμοκρασία και η υγρασία περιβάλλοντος δεν φαίνεται να έχουν συμβάλει στην διαμόρφωση των αποτελεσμάτων μια που για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας ήταν σχετικά σταθερή (πιν. 3 και 4).

Ειδικότερα ως αναφορά τα δασοπονικά είδη (πιν. 3) η μικρότερη συγκέντρωση ($2.30 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) ήταν από τη μεικτή σκόνη των *Fagus sylvatica & Quercus*. Η διαφορά βέβαια της συγκέντρωσης σκόνης ξύλου σε σχέση με το είδος της συστάδας χρήσης περεταίρω διερεύνησης.

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση σκόνης ξύλου έχει βρεθεί στην σκόνη σκληρού ξύλου από την αμιγή συστάδα των *Quercus sp.* Συγκεκριμένα βρέθηκε κατά μέσο όρο $3.79 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, αν τα δεδομένα αυτά τα αντιστοιχίσουμε σε μια δωρη εργασία όπως προβλέπει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή

(1999) τότε αντιστοιχούν σε μια έκθεση ίση με $6.15 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (πιν. 3) με μέγιστο να φτάνει τα $6.78 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Μια μικρή διαφορά παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση σκόνης μαλακού ξύλου (συστάδα *Pinus brutia*) με μέσο όρο $3.73 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ η οποία αντιστοιχεί σε $4.72 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ανά 8ωρη εργασία. Σε αυτήν την περίπτωση όμως λόγω διαφορετικού ορίου έκθεσης ($5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) δεν ήταν ανησυχητικές οι τιμές αυτές της συγκέντρωσης σκόνης δηλαδή όσον αναφορά το μαλακό ξύλο.

Επίσης στο σχήμα 2 φαίνεται ότι ο χειριστής αλυσοπρίονου έχει το ίδιο ρυθμό εργασίας και στα τρία δασοπονικά είδη διασφαλίζοντας την ορθότητα των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης, μια που η συγκέντρωση σκόνης εξαρτάται άμεσα από το χρόνο εργασίας του αλυσοπρίονου όταν ο κινητήρας βρίσκεται σε κίνηση. Επίσης η μέση διάμετρος των δέντρων στα τρία δασοπονικά είδη διαφέρει ελάχιστα ενισχύοντας το σκεπτικό ότι τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης σκόνης ως αναφορά τα δασοπονικά είδη είναι ανεξάρτητα και δεν επηρεάζονται από τις διαστάσεις των δέντρων αλλά από το δασοπονικό είδος.

Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι, η έκθεση των δασικών εργατών σε σκόνη είναι τις περισσότερες φορές χαμηλότερα από το όριο έκθεσης της ΕΕ που ισχύει στην Ελλάδα ($5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$), παρόλα αυτά 5 φίλτρα δειγματοληψίας από τα 24 υπερέβησαν το εν λόγω όριο έκθεσης. Συγκρίνοντας όμως τις μέσες τιμές που καταγράφηκαν σύμφωνα με τις τελευταίες αλλαγές του 2002 του ορίου έκθεσης σκληρού ξύλου ($3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) τότε αυξάνεται ο αριθμός των δειγμάτων σε 8 στα 24, τα οποία υπερβαίνουν το όριο έκθεσης σκόνης ξύλου.

Στην Ελλάδα οι εργασίες συγκομιδής γίνονται τους καλοκαιρινούς μήνες και το γεγονός αυτό πιθανό ανεβάζει τις τιμές συγκέντρωσης σκόνης. Μελέτες οι οποίες έχουν αναφερθεί σε έκθεση σκόνης στο δάσος είναι ελάχιστες ωστόσο υπάρχουν δύο μελέτες οι οποίες αναφέρονται σε έκθεση σκόνης από αλυσοπρίονο σε δάσος και έχουν διεξαχθεί στη Κροατία (Horvat 2005, Jazbec κ.α. 2007) όπου και στις δύο εργασίες αναφέρονται σε αναπνεύσιμη και όχι σε εισπνεύσιμη σκόνη ξύλου οπότε τα αποτελέσματα αυτών των μελετών δε θα μπορούσαν να είναι συγκρίσιμα με την παρούσα μελέτη.

Ωστόσο πρέπει να διευκρινιστεί ότι επί του παρόντος το όριο έκθεσης έχει καθοριστεί με βάσει μελέτες ξυλουργικής βιομηχανίας και εκφράζει ένα βιομηχανικό περιβάλλον και πιθανώς δεν είναι κατάλληλο για την αξιολόγηση των δασικών εργασιών μέσα στο δάσος (Marchi κ.α. 2017). Τα ισχύοντα όρια έκθεσης τα οποία υπολογίστηκαν για βιομηχανικό περιβάλλον έχουν μελετηθεί για μεταβλητές που δεν ισχύουν στη δασική εργασία, όπως επί παραδείγματι το 8ωρο εργασίας και οι 200 ημέρες εργασίας ανά χρόνο δεν ισχύουν στις δασικές εργασίες εντός του δάσους. Κατά μέσο όρο ένας δασεργάτης εργάζεται περίπου 5 με 6 ώρες ημερησίως και ως εποχιακή εργασία απασχολείται περίπου 120 ημέρες ετησίως. Οπότε η συνολική έκθεση του εργασιακού βίου είναι διαφορετική σε σύγκριση με έναν εργαζόμενο μιας ξυλοβιομηχανίας. Βέβαια πρέπει να τονιστεί στο σημείο αυτό ότι οι εργαζόμενοι σε μια ξυλοβιομηχανία πολλές φορές εργάζονται μέσα από καμπίνα και ένα τέτοιο πλεονέκτημα δεν το έχει ένας χειριστής αλυσοπρίονου.

Σύμφωνα με τους Demers κ.α. (2000) η έκθεση σε σκόνη φρέσκου ξύλου, όπως είναι η περίπτωση συγκομιδής ιστάμενων δέντρων, είναι δυσμενέστερη για την υγεία των εργαζομένων γιατί η έκθεση σε μονοτερπένια είναι υψηλότερη από ότι κατά την επεξεργασία ξηρού ξύλου. Αυτό ενισχύει ακόμα παραπάνω τις δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος στις οποίες εργάζονται οι χειριστές αλυσοπρίονου στο δάσος.

Οι συγγραφείς της παρούσας μελέτης συνεκτιμούν ότι πρέπει να επανεξεταστούν τα όρια έκθεσης ειδικά για χειριστές αλυσοπρίονου και να ληφθούν πρόσθετες μεταβλητές που εκφράζουν καλύτερα τις ειδικές συνθήκες εργασίας σε αυτό τον τομέα εργασίας.

Abstract

In the present study is to determine the exposure of forestry workers to wood dust during timber harvesting tasks in a cutover. The concentrations of inhalable broadleaf wood dust produced from *Fagus sylvatica* and *Quercus petraea* as well as conifers wood dust from *Pinus brutia* stands were examined. In total, 24 samples were collected with the use of a Personal SKC Button Sampler. The study also took into account the duration of each work phase in which the chainsaw was used (*running time*) as well as the delays, during which the chainsaw was either at idle or not running at all (*downtime*). Measurements were carried out throughout the daily work of the logger,

which lasted from June to September. Mean concentration of inhalable dust for an eight-hour exposure was found to be approximately 5.11 mg m^{-3}

Βιβλιογραφία

ACSHW 2012. Opinion on the approach and content of an envisaged proposal by the Commission on the amendment of Directive 2004/37/EC on Carcinogens and Mutagens at the workplace. The advisory Committee on Safety and Health at Work, Opinion Document, European Commission Employment, Social Affairs and Inclusion DG, Brussels, Belgium, pp. 14. [online] URL: <https://www.etui.org/content/download/8265/78905/>.

Alwis, K.U., 1998. Occupational exposure to wood dust. PhD Thesis, Department of Public Health and Community Medicine, Faculty of Medicine, University of Sydney, New South Wales, Australia, pp. 291.

Björheden, R., Thompson, A.M., 1995. An International Nomenclature for Forest Work Study. Paper presented at the XX IUFRO Congress, Tampere, 6-12 August 1995. Manuscript. 16p.

COSHH, Control of Substance Hazardous to Health 2005. EH40/ 2005 Workplace exposure limits. Containing the list of workplace limits for use with the Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002 (as amended). Publications and Products from HSE. *Croat. J. For. Eng.* 2: 85-90

Demers, P., Teschke, K., Davies, H., κ.α., 2000. Exposure to dust, resin acids, and monoterpenes in softwood lumber mills. *Am Ind Hyg Ass J.* 61: 521-28.

Dimou, V., Symeonidou, M., 2019. Evaluating the effectiveness productivity of motor-manual felling with a catalytic chainsaw. *Journal of International Scientific Publications, Materials, Methods & Technologies.* Vol. 13 p. 187-198. doi: 10.1093/annhyg/mes112

European Commission, 1999. Council Directive 1999/38/EC of 29 April 1999 amending for the second time Directive 90/394/EEC on the protection of workers from the risk related to exposure to carcinogens at work and extending it to mutagens. *Official Journal of European Communities* 138: 66-69.

Health and Safety Executive HSE/ MDHS 14/4. General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable, thoracic and inhalable aerosols.

<https://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/pdfs/mdhs14-4.pdf>. Προσπελάσθηκε on 13/4/2020.

Horvat, D., 2005. Research of fir-wood dust concentration in the working environment of cutters. HSE, Health and Safety Executive 2012. Toxic woods. Woodworking Sheet No 30 (Revision 1). p: 1-6.

IARC, 1995. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. Wood dust and formaldehyde. IARC Press, Lyon, France, pp. 35-216.

Jazbec, A., Zečić, Z., Horvat, D., Šušnjar, M., Cavlović, A.O., 2007. Tree cutters' exposure to oakwood dust - a case study in Croatia. *Die Bodenkultur* 4: 59-65.

Klein, R.G., Schmezer, P., Amelung, F., Schroeder, H.G., Woeste, W., Wolf, J., 2001. Carcinogenicity assays of wood dust and wood additives in rats exposed by long-term inhalation. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 2: 109-118. - doi: 10.1007/s004200000199.

Kubel, H., Weiflmann, G., 1988. Untersuchungen zur Cancerogenit it von Holzstaub [Studies on the Carcinogenicity od wood dust]. *Holz als Roh und Werkstoff* 46: 215-20. - doi: 10.1007/BF02608116.

Marchi, E., Neri, F., Cambi, M., Laschi, A., Foderi, C., Sciarra, G., Fabiano, F., 2017. Analysis of dust exposure during chainsaw forest operations. *Biogeosciences and Forestry.* 10: 341-347. doi: 10.3832/for2123-009.

Pisati, G., Cirila, A.M., Zedda, S., 1982. Asma allergologica da esposizione professionale a polveri di legno non esotico (Faggio). Considerazioni di un caso clinico [Asthma allergy from occupational exposure to non- exotic wood dust (beech). Considerations of a clinical case]. In: *Proceedings of the Conference "Infortuni e malattie professionali nel settore del legno e del mobile"* [Occupational accidents and distry]. OECE, Siena, (Italy), pp. 472-478.

www.hse.gov.uk. SKC Ltd - Workplace/Environmental Air Sampling Equipment & Accessories
<https://www.skcltd.com/> Προσπελάσθηκε on 13/4/2020.

Προεδρικό Διάταγμα 42/2003 2003. Σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για τη βελτίωση της προστασίας της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων οι οποίοι είναι δυνατόν να εκτεθούν σε κίνδυνο από εκρηκτικές ατμόσφαιρες σε συμμόρφωση με την οδηγία 1999/92/EK της 16ης Δεκεμβρίου 1999 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (E.E. L 23/57/28-01-2000). (ΦΕΚ 44/Α/21-02-2003).

Θεματική Ενότητα: Υλοχρηστική-Τεχνολογία Ξύλου

ΠΡΟΦΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΩΝ ΡΗΤΙΝΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΣΤΗΝ Β. ΕΥΒΟΙΑ

Γιαμούκη, Χριστίνα^{1,2}; Τσιώρας, Πέτρος²

¹Δασαρχείο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 26^{ης} Οκτωβρίου 38-40, Τ.Κ. 54627, giamoukichris@gmail.com

²Εργαστήριο Υλοχρηστικής, Τομέας Συγκομιδής και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Τμήμα Δασολογίας & Φ. Π. ΑΠΘ, ptsioras@for.auth.gr

Περίληψη

Η ρητινοπαραγωγή στη Β. Εύβοια που διαχρονικά αποτελούσε μία από παραδοσιακές ενασχολήσεις των κατοίκων στην περιοχή απειλείται μετά την πυρκαγιά της 3ης Αυγούστου 2021. Αντικείμενο της έρευνας ήταν ανάλυση των απόψεων ρητινοπαραγωγών της πληγείσας περιοχής, που συλλέχθηκαν με τη χρήση ερωτηματολογίου, αναφορικά με τις συνθήκες εργασίας τους, και τις επαγγελματικές προοπτικές τους. Από την ανάλυση των ερωτηματολογίων προκύπτει ότι το επάγγελμα των ρητινοπαραγωγού χαρακτηρίζεται ως δύσκολο κυρίως λόγω εξωτερικών κοινωνικό-οικονομικών παραγόντων αλλά, απολαμβάνει ευρεία κοινωνική αποδοχή. Η παραγωγή ρητίνης αναμένεται να επανέλθει στα προ της πυρκαγιάς επίπεδα σε 40 χρόνια. Στο μεσοδιάστημα, οι ρητινοπαραγωγοί έχουν υψηλές προσδοκίες για απασχόληση από το επταετές πρόγραμμα κοινωφελούς στήριξης, το οποίο θα τους επιτρέψει να παραμείνουν περιοχή και είναι πρόθυμοι να στραφούν σε άλλες δασικές εργασίες. Η παροχή επαγγελματικής κατάρτισης και οικονομικών κινήτρων θα μπορούσαν να είναι αποφασιστικής σημασίας για την αποτροπή της μετάβασής τους σε άλλους παραγωγικούς τομείς.

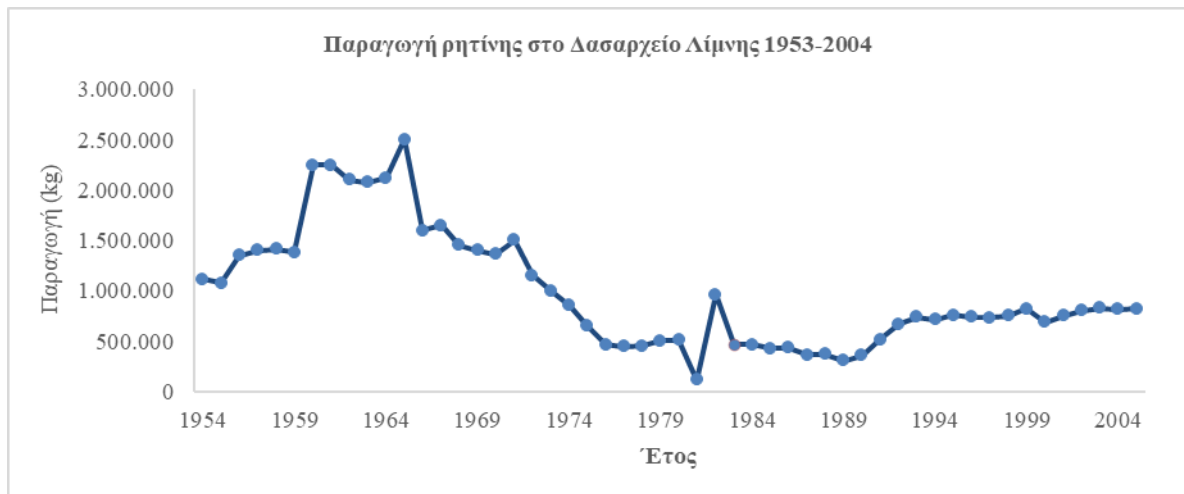
Λέξεις κλειδιά: Ρητινοκαλλιέργεια, δασικές εργασίες, πυρκαγιά, ερωτηματολόγιο, απασχόληση.

Εισαγωγή

Η ρητινοκαλλιέργεια αποτελούσε έναν σπουδαίο παράγοντα στην ανάπτυξη της οικονομίας και της κοινωνίας της Β. Εύβοιας, μέχρι την πυρκαγιά της 3^{ης} Αυγούστου του 2021 που κατέκαψε 379.392,82 στρέμματα δασών και δασικών εκτάσεων. Από τις αμέσως κίολας επόμενες μέρες της καταστροφής του πολύτιμου πευκοδάσους της Β. Εύβοιας, άρχισαν να γίνονται αντιληπτές οι συνέπειες της οικολογικής καταστροφής, με τον τουρισμό να δέχεται ισχυρό πλήγμα και τις θέσεις εργασίας που σχετίζονταν με τη δασική παραγωγή να χάνονται. Δασεργάτες και ρητινοπαραγωγοί, απομακρύνθηκαν από το εργασιακό τους περιβάλλον και έμειναν χωρίς αντικείμενο εργασίας. Αυτή η εξέλιξη είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη χώρα μας δεδομένου το ότι η Β. Εύβοια, η Χαλκιδική και η Κόρινθος αποτελούν τις μοναδικές περιοχές στην Ελλάδα στις οποίες διασώζεται παραδοσιακό επάγγελμα του ρητινοπαραγωγού, σε ένα χρονικό σημείο που η ζήτηση της ρητίνης, αυξάνεται με σταθερό ρυθμό στην παγκόσμια αγορά (Tsiouras κ.α. 2023).

Πριν την καταστροφική πυρκαγιά του 2021, σχεδόν σε κάθε χωριό της Βόρειας Εύβοιας δραστηριοποιούνταν ένας Δασικός Συνεταιρισμός με σκοπό την εκμετάλλευση του πολύτιμου δασικού προϊόντος. Μέχρι και τα μέσα τις δεκαετίας του '60, η παραγωγή ρητίνης ακολουθούσε αύξουσα πορεία, με την τάση αυτή να διακόπτεται απότομα την εικοσαετία που ακολούθησε (Διάγραμμα 1). Η παραγωγή ρητίνης στην περιοχή επηρεάστηκε αρνητικά από τη μεγάλη και καταστροφική πυρκαγιά που έπληξε τη Βόρεια Εύβοια τον Αύγουστο του 1977, η οποία κατέκαψε δάση χαλεπίου πεύκης σε ποσοστό 30%. Τα δάση αυτά κατάφεραν να αναγεννηθούν στο σύνολό τους και κάποια πευκόδενδρα απέκτησαν διαστάσεις που θα επέτρεπαν τη ρητίνευση, όμως αυτό δεν κατέστη δυνατό μετά από την ακόμη πιο καταστρεπτική πυρκαγιά, αυτήν της 3ης Αυγούστου του 2021 στην περιοχή.

Τα τελευταία δέκα περίπου έτη, σύμφωνα με δεδομένα της Γενικής Διεύθυνσης Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του ΥΠ.Ε.Ν., παρατηρούνταν μια σταθερή, με αυξητικές κατά περιόδους τάσεις, παραγωγή ρητίνης στην Βόρεια Εύβοια (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Διαχρονική μεταβολή της ρητινοπαραγωγής στον Δήμο Ελυμνίων από το έτος 1953 έως το 2005 (Πηγή: Δασαρχείο Λίμνης).

Figure 1. Resin production evolution in the period 1953-2005 in the Municipality of Elimmion (Source: Forestry Office of Limni)

Αντίστοιχη σταθεροποιητική-αυξητική τάση παρουσίασε και ο αριθμός των ρητινεργατών στην περιοχή (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Εξέλιξη της παραγωγής ρητίνης και του αριθμού ρητινοπαραγωγών στην περίοδο 2014-2020 σύμφωνα με το Δασαρχείο Λίμνης

Table 1. Resin production and resin tappers' employment data in the period 2014-2020 according to the data of the Forestry Office of Limni

ΕΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (kg)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΗΤΙΝΕΡΓΑΤΩΝ (N)
2014	1.984.928	362
2015	2.166.522	441
2016	2.125.039	434
2017	2.025.287	473
2018	2.255.033	454
2019	2.336.960	Δ.Υ.
2020	2.603.033	Δ.Υ.

Σύμφωνα με εκπροσώπους του Συλλόγου ρητινοπαραγωγών Β. Εύβοιας, η μέχρι πρότινος παραγωγή ρητίνης της τάξεως των 6.000 τόνων ετησίως προβλέπεται να μειωθεί κατά 50% τα επόμενα έτη, με τις 550 οικογένειες των ρητινοπαραγωγών να έχουν υποστεί μεγάλο πλήγμα. Δεδομένου το ότι το 85% της πανελλαδικής παραγωγής ρητίνης προερχόταν από την Εύβοια, γίνεται εύκολα αντιληπτή η μεγάλη μείωση της ρητίνης σε εθνικό επίπεδο.

Στόχος της έρευνας ήταν η καταγραφή και ανάλυση των απόψεων των ρητινοπαραγωγών του Δασαρχείου Λίμνης στη Β. Εύβοια. Συγκεκριμένα, με τη βοήθεια ερωτηματολόγιου επιχειρήθηκε: α) καταγραφή και ανάλυση του προφίλ των συμμετεχόντων ρητινοπαραγωγών και β) διερεύνηση των απόψεων των συμμετεχόντων αναφορικά με το μέλλον του επαγγέλματός τους. Η εργασία καταλήγει σε προτάσεις που θα συμβάλλουν στην επιβίωση αυτού του παραδοσιακού επαγγέλματος.

Υλικά και Μέθοδοι

Επιδιώχθηκε η συλλογή ερευνητικών δεδομένων μέσω προσωπικών συνεντεύξεων. Το κυριότερο πλεονέκτημα της προσωπικής συνέντευξης είναι ότι εξασφαλίζει τη συμπλήρωση των

ερωτηματολογίων με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια λόγω της δυνατότητας παροχής διευκρινίσεων κατά τη διαδικασία. Στον αντίποδα, το κόστος της είναι υψηλό, δεδομένου ότι πρέπει να καλυφθούν τα έξοδα μετακίνησης του ερευνητή (Ηλιοπούλου 2015). Αυτή η επιλογή κατέστη σαφής κατόπιν της αρχικής άρνησης των ερωτώμενων ρητινοπαραγωγών για συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, με κυριότερο επιχείρημα την απαξιωτική στάση του κράτους προς αυτούς και το επάγγελμά τους. Έτσι, η μετάβαση στα χωριά τους, σε μέρη που συχνάζουν όπως π.χ. τα γραφεία των Σωματείων τους, με τη συνοδεία του Δασάρχη της περιοχής, συνέβαλε στην ανατροπή του αρνητικού κλίματος.

Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν 89 προσωπικές συνεντεύξεις στο χρονικό διάστημα Φεβρουάριος - Μάιος 2022. Γενικότερα, ο εντοπισμός των ρητινοπαραγωγών ήταν δύσκολος, καθώς δεν εργάζονται πλέον σε ομάδες μέσα στο δάσος, αφού έχουν στραφεί σε διαφορετικές επαγγελματικές δραστηριότητες, αλλά και εξαιτίας των δύσκολων καιρικών συνθηκών που επικράτησαν στην χώρα τον χειμώνα του 2021-2022.

Σε πρώτη φάση καταρτίστηκε ένα αρχικό ερωτηματολόγιο για να προσδιοριστούν ο τύπος και το περιεχόμενο των ερωτήσεων. Ακολούθησε προ-δειγματοληψία (pilot study), σε δείγμα είκοσι πέντε (25) ατόμων που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία κρίνεται ως ικανοποιητικό (Φαρμάκης 2009α, Φαρμάκης 2009β). Στο τέλος της προ-δειγματοληψίας, αφού διαπιστώθηκε η ακρίβεια των ερωτήσεων και εξακριβώθηκε η ανταπόκριση των ερωτηθέντων σε αυτές, καθορίστηκε πλήρως το ερωτηματολόγιο και αποφασίστηκε οριστικά ο τρόπος με τον οποίο έπρεπε να συμπληρωθεί. Το τελικό ερωτηματολόγιο που προέκυψε μετά από την έρευνα πιλότο, περιλάμβανε 42 ερωτήσεις, εκ των οποίων:

- Οι πρώτες 12 ήταν προσωπικού περιεχομένου, ανοικτού και κλειστού τύπου, που σκιαγραφούσαν το προφίλ του ερωτηθέντα.
- Ακολούθησαν οι αριθμημένες 30 ερωτήσεις που αποτέλεσαν την κύρια δομή του ερωτηματολογίου, οι οποίες ήταν κατά πλειοψηφία ερωτήσεις προτιμήσεων κλειστού τύπου με τυποποιημένες απαντήσεις και ερωτήσεις στις οποίες ο ερωτώμενος απάντησε σε κάποια ιεραρχική κλίμακα.

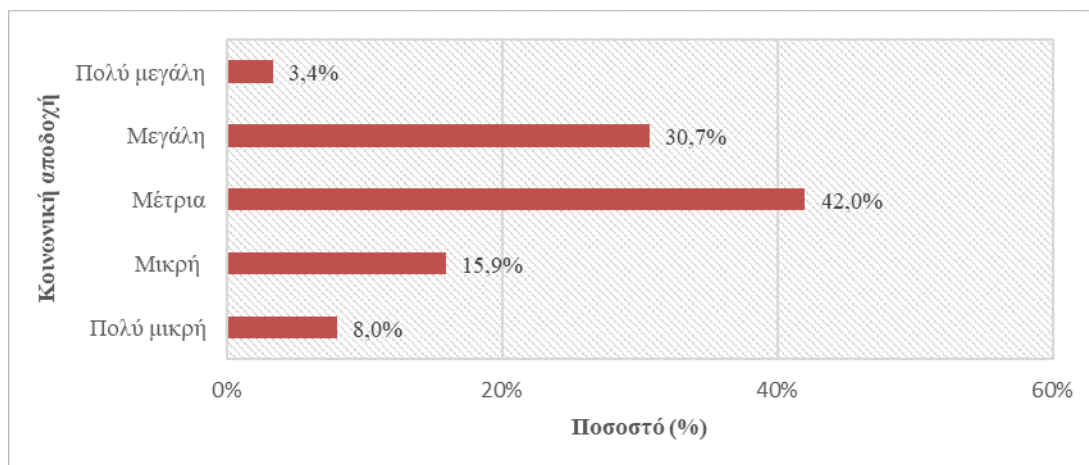
Σύμφωνα με την τελευταία καταγραφή του πληθυσμού τους που έγινε το 2018, ο συνολικός αριθμός των ρητινοπαραγωγών της περιοχής της Λίμνης Ευβοίας ανέρχεται στους 454. Δεδομένων όμως α) της αποχώρησης κάποιων εξ' αυτών από την περιοχή μελέτης στο μεσοδιάστημα, β) της αυξημένης δυσκολίας πραγματοποίησης συνεντεύξεων και γ) του ιδιαίτερα αυξημένου κόστους έρευνας που συνεπάγεται η διεξαγωγή συνεντεύξεων στον τόπο κατοικίας των συμμετεχόντων στην έρευνα, ο αριθμός των 89 συλλεχθέντων ερωτηματολογίων κρίνεται ως ικανοποιητικός (αντιστοιχεί σε περιθώριο σφάλματος $e = 0.093\%$).

Τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια συγκεντρώθηκαν σταδιακά, με τα στοιχεία των συμμετεχόντων να μην είναι καταγεγραμμένα πάνω σε αυτά ώστε να εξασφαλίζεται η ανωνυμία των συμμετεχόντων στην έρευνα. Στη συνέχεια τα στοιχεία κωδικοποιήθηκαν με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου IBM SPSS Statistics 23, με το οποίο πραγματοποιήθηκε και η στατιστική ανάλυση και η εξαγωγή πινάκων και διαγραμμάτων.

Αποτελέσματα

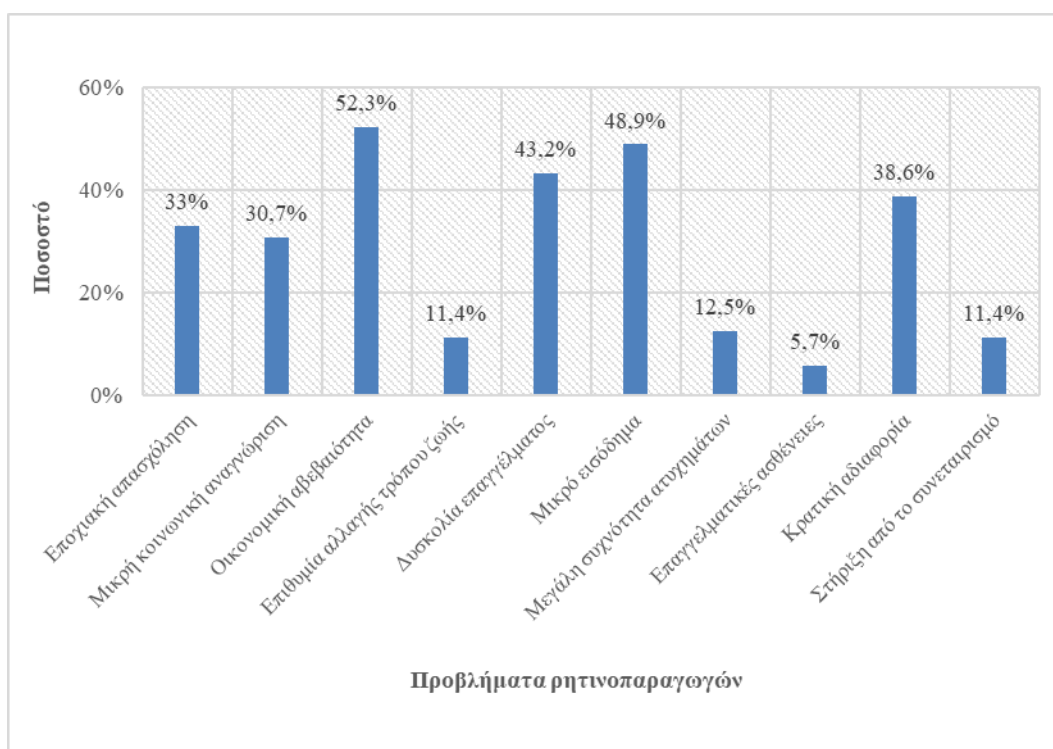
Η πλειονότητα των ερωτηθέντων ήταν άντρες (82%), και 18% γυναίκες. Το 31,5% εξ αυτών ολοκλήρωσαν τις σπουδές τους στο λύκειο, ωστόσο υπήρχαν και εννέα ερωτηθέντες που ήταν πτυχιούχοι ΑΕΙ. Η μέση ηλικία των ρητινοπαραγωγών ανέρχεται σε $45,57 \pm 9,91$ έτη. Αναφορικά με την εργασιακή τους εμπειρία, ενώ οι μισοί περίπου εξ αυτών, εργάζονται στο δάσος από 15 έως 32 χρόνια, αρχής γενομένης από σχετικά μικρή ηλικία. Η μέση εργασιακή εμπειρία ήταν $17,83 \pm 9,40$ έτη και ο μέσος όρος της ετήσιας ατομικής παραγωγής τους σε ρητίνη υπολογίστηκε σε 9,41 τόνους.

Από την πλειοψηφία των απαντήσεων των ερωτηθέντων ρητινοπαραγωγών προέκυψε η διαχρονική αποδοχή του επαγγέλματος τους στην τοπική κοινωνία (Σχήμα 2). Το 42% των ερωτηθέντων τη χαρακτηρίζει ως «μέτρια», ενώ σύμφωνα με το 34,1% αυτή είναι «μεγάλη» και «πολύ μεγάλη».



Σχήμα 2. Κοινωνική αποδοχή του επαγγέλματος του ρητινοπαραγωγού
Figure 2. Social acceptance of the resin tapper's profession

Το επάγγελμα αξιολογήθηκε από το 86% των ερωτηθέντων ως «δύσκολο» και «πολύ δύσκολο», ωστόσο αυτό δεν οφείλεται αποκλειστικά στη ιδιαίτερα απαιτητική φύση του (43,2%) αλλά περισσότερο σε εξωτερικούς κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες όπως η «οικονομική αβεβαιότητα» (52,3%), το «μικρό εισόδημα» (48,9%) αλλά και η «κρατική αδιαφορία» (38,6%), μεταξύ άλλων (Σχήμα 3).



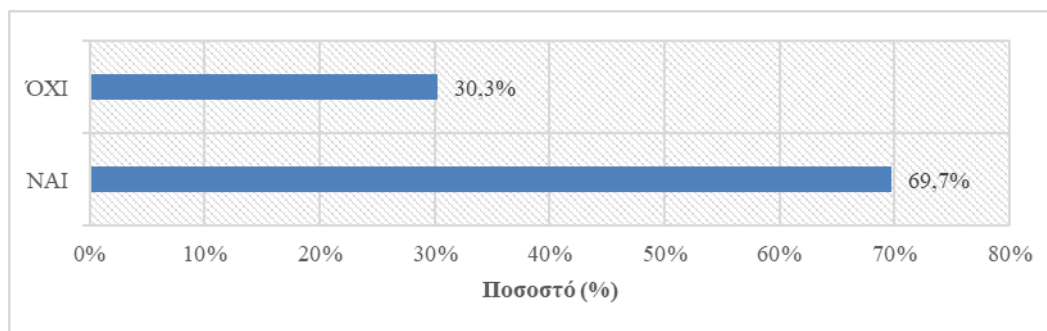
Σχήμα 3. Τα σημαντικότερα προβλήματα του Έλληνα ρητινοπαραγωγού.
Figure 3. Evaluation of the problems faced by the Greek resin tappers.

Οι γνώσεις των ρητινοπαραγωγών πάνω στο αντικείμενο εργασίας τους προέρχεται από την πολυετή τους πείρα και είναι εμπειροτεχνικές. Ως προς τα έτη αποκατάστασης της κατεστραμμένης από την πυρκαγιά βλάστησης, οι ρητινοπαραγωγοί απάντησαν σε ποσοστό 44% περίπου ότι θα χρειαστούν 20-30 έτη, ενώ η ρητινοκαλλιέργεια θα επανέλθει σε ένα διάστημα μεταξύ 34 και 46 ετών (ποσοστό 51% περίπου).

Στην ερώτηση αν εξασκούν το επάγγελμα του ρητινοπαραγωγού μετά την καταστροφική πυρκαγιά, οι συνεντευξιζόμενοι απάντησαν στην συντριπτική πλειοψηφία τους αρνητικά με

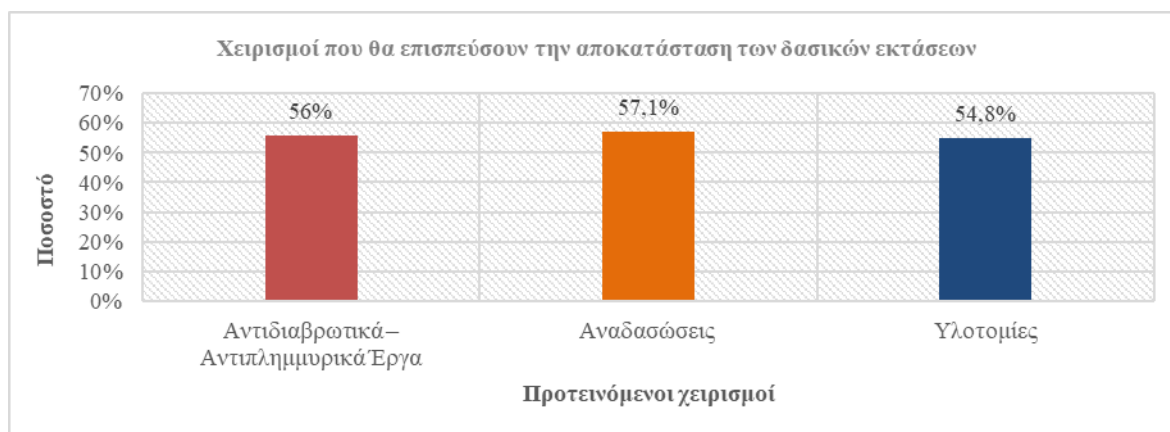
ποσοστό 83,1%. Ωστόσο, το κομμάτι εκείνο του δάσους που διασώθηκε, κυρίως στον ορεινό όγκο του χωριού του Πηλίου και στις Ιστιαίας, συνεχίζει να αποτελεί πόλο έλξης των επαγγελματιών ρητινοπαραγωγών. Συγκεκριμένα, το 17% των ερωτηθέντων ρητινοπαραγωγών, επιμένει να βιοπορίζεται με τη ρητίνευση των εναπομεινάντων δέντρων.

Μεγάλη αισιοδοξία στους κόλπους των ρητινοπαραγωγών έφερε το ειδικό πρόγραμμα απασχόλησης ρητινοπαραγωγών του ΟΑΕΔ, το οποίο φαίνεται να ικανοποιεί τους ερωτηθέντες, κατά ένα ποσοστό 70% περίπου. Με αυτή τους την απάντηση δείχνουν για ακόμα μία φορά την πρόθεσή τους να παραμείνουν στο ίδιο αντικείμενο εργασίας, έστω και υπό άλλη του μορφή (Σχήμα 4).



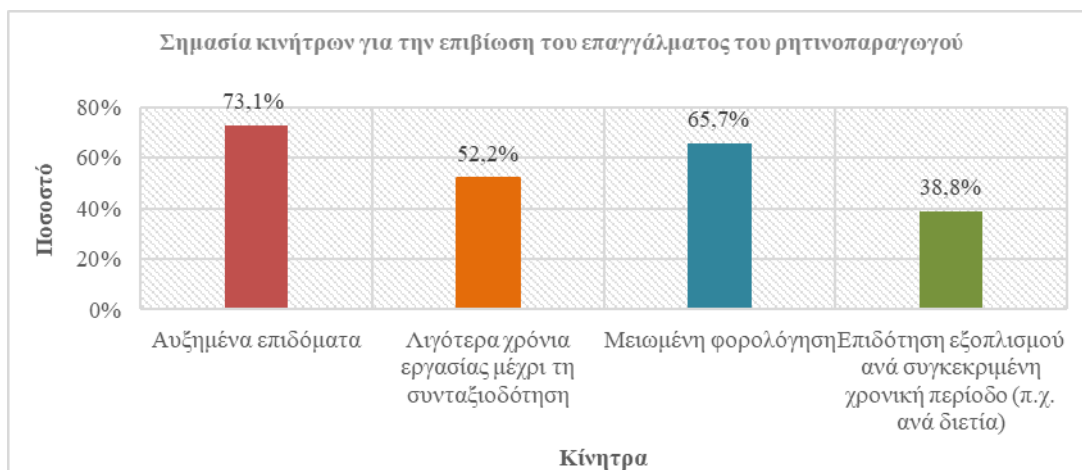
Σχήμα 4. Ικανοποίηση για το ειδικό πρόγραμμα απασχόλησης.
Figure 4. Satisfaction from the community support program

Οι προτεινόμενοι χειρισμοί από τους ρητινοπαραγωγούς που θα αποσκοπούν στην αποκατάσταση της βλάστησης στην περιοχή, ήταν κατά κύριο λόγο τα αντιδιαβρωτικά – αντιπλημμυρικά έργα (56%) και οι αναδάσώσεις (57.1%) αλλά και οι υλοτομίες των καμμένων εκτάσεων (54.8%) (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Προτεινόμενοι χειρισμοί που θα συμβάλλουν στην αποκατάσταση της δασικών εκτάσεων.
Figure 5. Operations that will facilitate the recovery of the burnt forested areas

Τέλος, οι ερωτηθέντες ρητινοπαραγωγοί ανέφεραν πως θα επιβιώσει το επάγγελμά τους, αρκεί να υπάρξει κρατική μέριμνα, στήριξη των πληγέντων στην παρούσα φάση, και σε βάθος χρόνου απόδοση κινήτρων. Ως σημαντικότερα κίνητρα αξιολογήθηκαν τα «αυξημένα επιδόματα» (73,1%), η «μειωμένη φορολόγηση» (65,7%) και τα «λιγότερα χρόνια εργασίας μέχρι τη συνταξιοδότηση» (52,2%). Αντιθέτως το προτεινόμενο κίνητρο «επιδοτήσεις εξοπλισμού ανά συγκεκριμένη χρονική περίοδο» δεν αποτέλεσε μία από τις δημοφιλέστερες επιλογές (38,8%). (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Σημιασία κινήτρων για την επιβίωση του επαγγέλματος του ρητινοπαραγωγού.
Figure 6. Significance of incentive types in sustaining the resin tapper's profession

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από την πραγματοποίηση της έρευνας, την ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου και τον συζητήσεων που πραγματοποιήθηκαν δια ζώσης, προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα για το μέλλον της ρητινοκαλλιέργειας στην περιοχή μελέτης. Τα συμπεράσματα αυτά, με μεγάλο βαθμό βεβαιότητας, θα μπορούσαν να γενικευθούν για ολόκληρη την Ευβοία, από την οποία προερχόταν το 85% της συνολικής εγχώριας παραγωγής ρητίνης:

- Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων είναι άνδρες, ηλικίας 36 ετών και άνω και μόνιμα διαμένοντες στην περιοχή εργασίας τους. Εργάζονται κατ' ελάχιστον έξι χρόνια στο δάσος και συμμετέχουν ενεργά στο σωματείο ρητινοπαραγωγών της περιοχής εργασίας τους. Στη πλειονότητά τους είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (απόφοιτοι γυμνασίου και λυκείου) και το 39,3% αυτών εργάζονται παράλληλα και ως δασεργάτες, κοινή τακτική στον κλάδο των δασικών εργασιών, που «όλοι καταπιάνονται με όλα» (κατά δήλωση συμμετεχόντων στην έρευνα), κυρίως για λόγους συμπλήρωση του ατομικού τους εισοδήματος. Επέλεξαν το επάγγελμα του ρητινοπαραγωγού έγινε για λόγους οικογενειακής παράδοσης αλλά και επειδή αποτελεί μια παραδοσιακή εργασία σε τοπικό επίπεδο. Τα παραπάνω στοιχεία συνιστούν το προφίλ των ρητινοπαραγωγών στην περιοχή της Εύβοιας, αλλά πιθανότατα και του συνόλου των συναδέλφων τους στη χώρα μας.
- Παρά το γεγονός ότι το επάγγελμα του ρητινοπαραγωγού θεωρείται από τους περισσότερους ερωτηθέντες ως δύσκολο, ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι αυτοί σχετίζουν τις δυσκολίες του επαγγέλματος με εξωτερικούς κοινωνικό – οικονομικούς παράγοντες. Παρά τις όποιες δυσκολίες, οι μισοί από τους ερωτηθέντες (50,6%) ήταν πολύ ικανοποιημένοι από το επάγγελμα του ρητινοπαραγωγού πριν την έναρξη της πυρκαγιάς, που εξηγείται από τον υψηλό μέσο όρο ετήσιας παραγωγής των 9,41 τόνων ρητίνης ανά άτομο.
- Οι ερωτηθέντες ρητινοπαραγωγοί δηλώνουν έντονα προβληματισμένοι για το μέλλον του επαγγέλματός τους μετά την καταστροφική πυρκαγιάς 3ης Αυγούστου. Εκφράζονται με δυσαρέσκεια και απογοήτευση για την κρατική πρόνοια, και κυριαρχούν η αίσθηση αδυναμίας στήριξης του κλάδου από δημοσίους φορείς, η έλλειψη εμπιστοσύνης σε δημόσιες υπηρεσίες και η καχυποψία των ερωτηθέντων σε σχέση με τα οικονομικά προγράμματα στήριξης.
- Το πρόγραμμα απασχόλησης που εξήγγειλε η κυβέρνηση και αφορά στην απορρόφηση των ρητινοπαραγωγών σε τοπικούς δημόσιους φορείς ικανοποιεί το 70% περίπου των ερωτηθέντων, καθώς αναπληρώνει τις ελπίδες τους να απορροφηθούν σε νέες θέσεις εργασίας, να απασχοληθούν σε αντικείμενο εργασίας συναφές με την μέχρι τώρα ενασχόλησή τους και φυσικά να παραμείνουν στον τόπο τους, τόσο οι ίδιοι, όσο και οι οικογένειές τους. Ήδη τον Απρίλιο του τρέχοντος έτους έληξε η προθεσμία υποβολής ηλεκτρονικών αιτήσεων

για το πρόγραμμα και την ώρα που γράφονται αυτές οι γραμμές, έχει ενεργοποιηθεί ο Α΄ κύκλος του προγράμματος που αφορά στις πρώτες 199 θέσεις πλήρους απασχόλησης από τις συνολικά 590 θέσεις για επτά έτη και με ακαθάριστες μηνιαίες αμοιβές έως 1.000 ευρώ.

- Οι ρητινοπαραγωγοί θεωρούν πως το επάγγελμά τους θα επιβιώσει στο μέλλον, όπως ακριβώς επιβίωσε με το πέρασμα των ετών. Σημαντικό ρόλο θα διαδραματίσουν σε αυτό κίνητρα, τα οποία έχουν κατά κύριο λόγο μορφή οικονομικής ενίσχυσης, όπως «αυξημένα επιδόματα», (73%) και «μειωμένη φορολόγηση (66%)». Επίσης, αρκετοί εξ' αυτών (28,9%) αναφέρουν την προβολή του επαγγέλματος μέσα από τον σχολικό επαγγελματικό προσανατολισμό ως έναν ακόμη τρόπο διάσωσης του που επιπλέον θα αναχαιτίσει την εσωτερική μετανάστευση των νέων προς τα μεγαλύτερα αστικά κέντρα προς εύρεση εργασίας.

Το εξαιρετικής ποιότητας φυσικό περιβάλλον που διέθετε η περιοχή της Βόρειας Εύβοιας καταστράφηκε σε σημαντικό βαθμό από τη μεγάλη πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021. Η καταστροφή επηρέασε αρνητικά την ταυτότητα της περιοχής ως τουριστικού προορισμού ήπιας μορφής και επίσης περιόρισε δραστικά το μέρος του τοπικού παραγωγικού συστήματος που εξαρτιόταν από το δάσος (ρητίνη, ξυλεία, κτηνοτροφία, μελισσοκομία κλπ).

Οι εργασίες αποκατάστασης της βλάστησης ξεκίνησαν άμεσα, μετά την λήξη της πυρκαγιάς με την εποπτεία της τοπικής Δασικής Υπηρεσίας (υλοτομία των καμένων δέντρων κατά μήκος των εθνικών, επαρχιακών, δημοτικών και κοινοτικών οδών που διέρχονται εντός της καμένης έκτασης, κήρυξη ως αναδασωτέας της καμένης έκτασης, απαγόρευση της θήρας στις καμένες περιοχές και πέριξ αυτών, σύνταξη των απαραίτητων μελετών με στόχο την προσδιορισμό και την ιεράρχηση των αντιπλημμυρικών και αντιδιαβρωτικών έργων σε όλη την καμένη έκταση). Οι προγραμματισμένες καλλιεργητικές υλοτομίες τόσο στην πρόσφατα καμένη έκταση, όσο και σε τμήματα της που κήκκαν τα προηγούμενα έτη, θα έχουν ως σκοπό –μεταξύ άλλων ωφελειών- να επιτρέψουν τα ιστάμενα άτομα πεύκης να αποκτήσουν ξανά την απαιτούμενη για ρητίνευση διάμετρο. Σε αυτές προτείνεται η κατά αποκλειστικότητα απασχόληση, των ρητινεργατών / δασεργατών της περιοχής ως μερικό αντιστάθμισμα στις μεγάλες απώλειες εισοδήματος που υπέστησαν από την πυρκαγιά, δεδομένης και της επιθυμίας τους να συνεχίσουν να διαμένουν στον τόπο καταγωγής τους. Με αυτό το εύρημα της έρευνας ως δεδομένο μπορούν να προταθούν και τα ακόλουθα:

Η φυσική αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης, και οι αναδασώσεις αυτού του είδους, θα επαναφέρουν την ρητινοπαραγωγή στην πληγείσα περιοχή, αλλά σε βάθος χρόνου. Θα μπορούσε να μελετηθεί η τεχνητή αναδάσωση με γενετικά βελτιωμένα άτομα πεύκης τα οποία θα είναι πιο αποδοτικά σε ρητίνη. Ο Matziris (2000) αναφέρει ότι η εφαρμογή της φαινοτυπικής επιλογής σε φυσικές συστάδες χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) ακολουθούμενη από εγκατάσταση κήπου κλώνων και δοκιμή απογόνων από ελεύθερη επικονίαση, είναι μια πολύ επικερδής διαδικασία. Παρόμοιες προσπάθειες αναφέρονται και από τους McReynolds και Gansel (1985) οι οποίοι πέτυχαν με τη μέθοδο αυτή αύξηση της παραγωγής της ρητίνης κατά 60% στο είδος *Pinus taeda* L, καθώς και από τους Tadesse κ.α. (2001) στην Ισπανία, στο είδος *Pinus pinaster* και τους Sharma κ.α. (2013) στην Ινδία, στο είδος *Pinus roxburghii* Sargent.

Ταυτόχρονα, θα μπορούσε να συζητηθεί η εισαγωγή άλλων ειδών πεύκης στην περιοχή, που θα ήταν ικανά να προσαρμοστούν στις εδαφολογικές και κλιματικές συνθήκες και να δώσουν νέα ώθηση στον κλάδο της ρητινοκαλλιέργειας, όπως είναι η μαύρη πεύκη και η κουκουναριά, είδη που παράγουν μεν μικρότερες ποσότητες ρητίνης, αλλά καλύτερης ποιότητας, που πωλούνται σε υψηλότερες τιμές (Matziris 2005). Επιπρόσθετα, τα γενετικά βελτιωμένα άτομα που θα επιλεχθούν, πέρα από τις μεγάλες ποσότητες ρητίνης, θα πρέπει να είναι πιο ικανά στο να αποτρέψουν τις προσβολές των εντόμων που υποβαθμίζουν το δασικό οικοσύστημα (Roberds και Strom 2006).

Ένα ενδημικό είδος της λεκάνης της Μεσογείου που θα μπορούσε να φυτευτεί στην περιοχή μελέτης άμεσα, είναι το *Pex aquifolium* (αρκουδοπούρναρο). Στην περιοχή της Θεσσαλίας και πιο συγκεκριμένα ο Αγροτικός Δασικός Συνεταιρισμός Καρυάς δραστηριοποιείται στη συλλογή και μεταπώληση καλλωπιστικών κλώνων από την ευρύτερη περιοχή (πηγή: www.dasarxeio.com 2023). Αντίστοιχα, οι συνεταιρισμοί ρητινοκαλλιερητών της περιοχής του Δασαρχείου Λίμνης

Ευβοίας, θα μπορούσαν να απασχοληθούν στη συλλογή και διάθεση του είδους, προς συμπλήρωση του εισοδήματός τους, μέχρι να αποκατασταθεί η ρητινοκαλλιέργεια στην περιοχή.

Η περιοχή του Δασαρχείου Λίμνης, εξακολουθεί να έχει δάση που προσφέρονται για ρητινοπαραγωγή. Προτείνεται η επαναφορά της ρητινοκαλλιέργειας στην πληγείσα περιοχή, όπου αυτή είναι δυνατή κατόπιν ειδικής νομοθετικής διάταξης, με αποδέκτες τους ρητινοπαραγωγούς που εντάχθηκαν στο επταετές ειδικό πρόγραμμα κοινωνικής απασχόλησης. Επίσης προτείνεται, βάση υπολογισμού του μισθού των απασχολούμενων στο πρόγραμμα κοινωφελούς εργασίας να αποτελεί η ατομική ποσότητα της ρητίνης που αυτοί δήλωναν κατά τα προηγούμενα έτη.

Μια ακόμα πρόταση, θα ήταν η πρόσκληση από πλευράς Υπουργείων Ενέργειας και Απασχόλησης, προς τους ρητινοπαραγωγούς της Β. Ευβοίας, για εποχική εργασία σε περιοχές εκτός Νομού, όπως το λεκανοπέδιο της Αττικής, όπου η ρητινοκαλλιέργεια έχει εγκαταλειφθεί. Η εποχική απασχόληση των παραγωγών σε έναν κοντινό σχετικά προορισμό, πέραν των προσωπικών οικονομικών απολαβών των εργαζομένων, θα αναζωπύρωνε τον κλάδο της ρητινοπαραγωγής σε περιοχές που σταμάτησε να υφίσταται προ ετών, με νέες προοπτικές ανάπτυξής του. Τέτοια περίπτωση αποτελούν τα πευκοδάση της Πάρνηθας, τα οποία ρητινεύονταν μέχρι το 1960, ενώ σήμερα, η περιορισμένης έκτασης συλλογή ρητίνης διενεργείται από λίγες οικογένειες στα δάση Φυλής και Βουτήματος. Η εγκατάλειψη της δραστηριότητας στην περιοχή έφερε και οικολογικές επιπτώσεις, όπως η συσσώρευση σημαντικών ποσοτήτων εύφλεκτης ύλης στο έδαφος των δασών Χαλεπίου, που απομάκρυναν άλλοτε οι ρητινοκαλλιεργητές. Η επαναφορά της ρητινοκαλλιέργειας θα είχε μόνο εξυγιαντικά οφέλη για τα δάση της περιοχής, ενώ ταυτόχρονα θα παρείχε εργασία στους δοκιμαζόμενους ρητινοπαραγωγούς της Εύβοίας, για τις επόμενες δεκαετίες, μέχρι να αποκατασταθεί η ρητινευση στα δάση του τόπου διαμονής τους.

Βιβλιογραφία

Ηλιοπούλου, Π., 2015. Γεωγραφική ανάλυση (Προπτυχιακό εγχειρίδιο). Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://hdl.handle.net/11419/2059>.

Υπουργείο Γεωργίας. Απολογισμοί δραστηριοτήτων της Δασικής Υπηρεσίας για την περίοδο 1956-1993.

Φαρμάκης, Ν., 2009α. Εισαγωγή στη Δειγματοληψία. Εκδόσεις Α. & Π. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη. Σελ 240.

Φαρμάκης, Ν., 2009β. Δημοσκοπήσεις και δεοντολογία. Εκδόσεις Α. & Π. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.

Matziris, D.I., 2000. Genetic variation and realized genetic gain from Aleppo Pine tree improvement. *Silvae Genet.* 49: 5-10.

Matziris, D., 2005. Genetic variation and realized genetic gain from black pine tree improvement. *Silvae Genet.* 54: 96-104.

McReynolds, R.D., C.R. Gansel, 1985. High-gum-yielding slash pine: Performance to age 30. *South. J. Appl. For.* 9: 29-32.

Roberds, J.H., Strom, B.L., 2006. Repeatability estimates for oleoresin yield measurements in three species of the southern pines. *For. Ecol. Manage.* 228: 215-224.

Sharma, S.C., Prasad, N., Pandey, S.K., Giri, S., 2018. Status of Resin tapping and scope of improvement: A review. *AMA, Agr. Mech. Asia, Af.* 49: 16-26.

Tadesse, W., Aunon, F. J., Pardos, J.A., Gil, L., Alia, P., 2001. Early testing of resin yield in *Pinus pinaster*. *Ait. For. Genet.*, 8: 271-278.

Tsioras, P.A., Giamouki, C., Tsaktsira, M., Scaltsoyiannes, A., 2023. What the Fire Has Left Behind: Views and Perspectives of Resin Tappers in Central Greece. *Sustainability* 15: 9777. <https://doi.org/10.3390/su15129777>.

www.dasarxeio.com, 2023. Πληροφορίες από την ιστοσελίδα <https://dasarxeio.com/tag/γκί/> (Πρσπελάσθηκε στις 10.05.2023).

Θεματική Ενότητα: Υλοχρηστική-Τεχνολογία Ξύλου

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΝΤΟΧΩΝ ΣΕ ΞΥΛΕΙΑ ΠΕΥΚΗΣ
ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΥ
ΞΥΛΙΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ**

**Τιλελή, Μαργαρίτα¹; Σκαρβέλης, Μιχάλης¹; Ράμμου, Αικατερίνη¹; Μπόθος, Ιωάννης¹;
Τσίποτας, Δήμητρης²**

¹Παν. Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Β. Γρίβα 11, 43100
ΚΑΡΔΙΤΣΑ, skarvelis@uth.gr, mtileli@uth.gr, rammou@uth.gr, mpothos@uth.gr.,

²Politistica,Εταιρεία Διαχείρισης Πολιτιστικής Κληρονομιάς, Οδυσσέως & Βάκχου 1, 54629
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, dtsipotat@gmail.com

Περίληψη

Τα τεχνικά στοιχεία της παραδοσιακής ξυλοναυπηγικής έχουν συνδράμει σημαντικά στην έρευνα και την ερμηνευτική προσέγγιση της ιστορίας της. Πληθώρα πολύτιμων πληροφοριών αντλούνται από τη μελέτη των διασωθέντων ξύλινων σκαφών, κατασκευασμένων με προβιομηχανικές τεχνικές. Ένα από αυτά είναι το κηρυγμένο ως ιστορικό μνημείο, πέραμα «Ελένη Π.», από τα μεγαλύτερα που κατασκευάστηκαν σε ελληνικό ναυπηγείο, προσδίδοντας του μοναδική αξία ως προς τα πολιτισμικά και τεχνολογικά του χαρακτηριστικά.

Το παρόν άρθρο περιλαμβάνει την παρουσίαση των γενικών στοιχείων που σχετίζονται με τα ιστορικά και κατασκευαστικά δεδομένα που αφορούν στην κατασκευαστική ιστορία των ξύλινων σκαφών στον τρόπο επιλογής της ναυπηγικής ξυλείας και στους παράγοντες φθοράς της. Σκοπός του παρόντος είναι να παρουσιαστούν οι μηχανικές ιδιότητες της ξυλείας, ιδιαίτερα της χαλεπίου πεύκης, όπως αυτές προέκυψαν κατά τη διαδικασία μελέτης και τεκμηρίωσης του περάματος «Ελένη Π.».

Λέξεις - κλειδιά: πολιτιστική κληρονομιά, ξυλοναυπηγική, υποβάθμιση ξύλου, χαλέπιος πεύκη.

Εισαγωγή

Ξύλινη πολιτιστική κληρονομιά

Το ξύλο ως βασική πρώτη ύλη για εξυπηρέτηση καθημερινών αναγκών αλλά και ως μέσο καλλιτεχνικής έκφρασης και δημιουργίας συναντάται σε όλο το ιστορικό φάσμα παγκοσμίως. Ωστόσο, η οργανική φύση του το καθιστά ευάλωτο σε μια σειρά από παράγοντες φθοράς. Η πολυπλοκότητα του υλικού και ο συνδυασμός πληθώρας παραγόντων που του προκαλούν φθορές, καθιστούν τη συντήρηση των ξύλινων έργων τέχνης ένα μοναδικό σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων που διαφέρουν σημαντικά από αντίστοιχες διαδικασίες σε άλλα υλικά. Παρά την αφθονία έργων τέχνης από ξύλο είναι αξιοσημείωτη η απουσία ολοκληρωμένων εγχειριδίων καλών πρακτικών που να εστιάζουν στη συντήρησή τους.

Ξυλοναυπηγική

Η ναυπήγηση ξύλινων σκαφών συγκαταλέγεται σε μια από τις αρχαιότερες κατασκευαστικές τέχνες, με αφετηρία που χάνεται στους προϊστορικούς χρόνους. Η ναυπηγική παράδοση στην Ελλάδα συνδέεται με την ύπαρξη και την ανάπτυξη της χώρας από την αρχαιότητα. Από τα μινωικά σκάφη που έπλεαν στη λεκάνη της Μεσογείου μέχρι τις αθηναϊκές τριήρεις, τους βυζαντινούς δρόμωνες και τα εμπορικά πλοία της περιόδου της οθωμανικής κατάκτησης, η ναυτική ιστορία και η εξέλιξη της έχουν ως ορμητήριο τα ελληνικά ναυπηγεία και τις ελληνικές θάλασσες.

Στην Ελλάδα, χώρα κατ' εξοχήν ναυτική, σώζονται ακόμη σκάφη κατασκευασμένα με παραδοσιακές τεχνικές και με μοναδική αξία ως προς τα πολιτισμικά και τα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά (Κακαράς και Μπόθος 2014). Πληθώρα κατασκευαστικών χαρακτηριστικών που εφαρμόζονταν στα ξύλινα σκάφη του 19^{ου}-20^{ου} αιώνα, πιθανώς αποτελούν άμεση εξέλιξη αντίστοιχων χαρακτηριστικών των σκαριών που έπλεαν στο Αιγαίο σε παλαιότερες ιστορικές περιόδους.

Η διάσωση και μελέτη αυτών των χαρακτηριστικών, συμβάλλουν αναμφίβολα στην ανάδειξη της συνέχειας της ναυτικής και ξυλοναυπηγικής παράδοσης δια μέσου των αιώνων. Ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί η διατήρηση αυτής της γνώσης είναι η διάσωση, συντήρηση και αποκατάσταση των μοναδικών παραδοσιακών σκαφών που έχουν κατασκευαστεί με προβιομηχανικές τεχνικές, οι οποίες δεν εφαρμόζονται πλέον.

Περάματα

Ο τύπος του ξύλινου παραδοσιακού σκάφους «πέραμα», αντιστοιχεί σε εμπορικό και μεταφορικό σκάφος, που σπανίως χρησιμοποιήθηκε ως αλιευτικό ή πειρατικό κατά τη διάρκεια της χρήσης του. Το πέραμα θεωρείται η πιο ιδιότυπη κατηγορία σκαφών της ελληνικής παραδοσιακής ξυλοναυπηγικής.

Υπάρχουν αναφορές -οι οποίες μένει να τεκμηριωθούν επιστημονικά- ότι έλκει την καταγωγή του από τους πρώτους βυζαντινούς χρόνους και είναι ειδικά σχεδιασμένο για τα μικρά και συχνά κύματα του Αιγαίου. Αξίζει εδώ να αναφερθεί η προφορική παρατήρηση του καθηγητή P. Throckmorton, σχετικά με τον τρόπο κατασκευής του περάματος «Ευαγγελίστρια», ο οποίος θυμίζει τον τρόπο κατασκευής των πλοίων της βυζαντινής περιόδου (Δαμιανίδης 1989).

Το ιδιότυπο οξύπρωο και οξύπρυμο αυτό σκαρί ήταν φορηγό σκάφος μέσου και μεγάλου μεγέθους, με εκτόπισμα που έφτανε τους 400 - 500 T. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι η μορφή της πλώρης και της πρύμνης του. Το βασικό μορφολογικό χαρακτηριστικό του ήταν ένας μικρός ξύλινος «καθρέφτης» (τάκος) στο άνω τμήμα της πλώρης, διακοσμημένος συνήθως με ανάγλυφα γεωμετρικά σχήματα. Περάματα κατασκευάζονταν άλλοτε στενότερα και άλλοτε φαρδύτερα, ανάλογα με το σκοπό της χρήσης τους. Τα στενότερα κατασκευάζονταν ώστε να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ταχύτητα κατά τη πλεύση και τα φαρδύτερα για να δημιουργείται μεγαλύτερος αποθηκευτικός χώρος, ικανός για μεταφορές μεγάλου όγκου εμπορευμάτων.

Ιστορική αναδρομή τεχνικών κατασκευής ξύλινων σκαφών

Η κατασκευή των ξύλινων σκαφών γινόταν εξολοκλήρου με εργαλεία χειρός. Η χρήση αυτών των εργαλείων συνεχίζει μια παράδοση με πολλές ομοιότητες με τις αντίστοιχες τεχνικές της αρχαιότητας, αποτελώντας παράλληλα μια από τις λίγες παραδοσιακές τέχνες που επιβιώνουν μέχρι και σήμερα, παρά τις σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές μεταβολές των τελευταίων δεκαετιών, που πλήττουν όλα τα παραδοσιακά επαγγέλματα.

Από τον 5ο και 7ο αι. μ.Χ. αναπτύχθηκε σταδιακά η μέθοδος κατασκευής κατά την οποία προηγούνταν ο σκελετός και εν συνεχεία τοποθετούνταν το πέτσωμα. Η αργή αυτή διαδικασία ολοκληρώθηκε τον 11ο αι. και έκτοτε όλα τα σκάφη ναυπηγούνταν με τη σκελετική μέθοδο. Η σκελετική μέθοδος κυριάρχησε κατά τη διάρκεια όχι μόνο των βυζαντινών και μεταβυζαντινών χρόνων, αλλά και στους αιώνες που ακολούθησαν μετά την άλωση της Κωνσταντινούπολης και μέχρι το τέλος της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας. Με τη σκελετική μέθοδο χρησιμοποιώντας παραδοσιακά εργαλεία, συνέχισαν να κατασκευάζονται πλοία στην Ελλάδα σε ένα μικρό αριθμό ταρσανάδων που επιβιώνουν μέχρι σήμερα (Κακαράς και Μπόθος 2014).

Χρήση ειδών ξυλείας στη κατασκευή σκαφών

Το ξύλο ως πρώτη ύλη για την κατασκευή σκαφών, λόγω της δομής του, των φυσικών, μηχανικών και χημικών του ιδιοτήτων αλλά και της διαθεσιμότητάς του προσφέρει ασύγκριτα πλεονεκτήματα, όπως: μικρό βάρος, προηγμένη πλοηγησιμότητα, μεγάλη διάρκεια, αισθητική και ποιοτική υπεροχή, καθώς και διαχρονική χρήση (Chapelle 1969).

Η επιλογή των ειδών της ναυπηγικής ξυλείας επηρεαζόταν σημαντικά από τις ιδιότητες και την επάρκεια των ειδών ξύλου. Είναι προφανές ότι η ξυλεία δεν ήταν εφικτό να έρχεται από μακρινές αποστάσεις, ωστόσο οι δυσκολίες πρόσβασης σε ορεινές περιοχές της Ελλάδας και το μεγάλο κόστος εισαγωγής της ξυλείας, επέβαλλαν τη χρήση ξυλείας από δασικά δένδρα που ευδοκίμοιαν κυρίως σε παράκτια δάση. Οι παραδοσιακοί ναυπηγοξυλουργοί στην Ελλάδα, προσπαθούσαν να χρησιμοποιούν ξύλα δέντρων που φύονταν κοντά στη θάλασσα, για να διευκολύνεται η μεταφορά, αλλά δεν ήταν πάντοτε εφικτό. Παραδοσιακά έχει αναγνωριστεί ότι η πλέον ιδανική ξυλεία για ξυλοναυπηγικές κατασκευές είναι αυτή που είναι καθαρή, απαλλαγμένη σφαλμάτων, με πυκνά παράλληλα νερά (Geir 2000).

Τα ξύλα από πλατύφυλλα είδη που χρησιμοποιούνταν πιο διαδεδομένα στη ξυλοναυπηγική από την αρχαιότητα ήταν η δρυς (*Quercus sp.*) και η φτελιά (*Ulmus sp.*). Τα κωνοφόρα (μαλακά) είδη ξύλου ήταν περισσότερο κατάλληλα για το πέτσωμα (επικάλυψη του σκελετού με σανίδες) και το

κατάστρωμα (το δάπεδο) του σκάφους. Η πεύκη (*Pinus sp.* κυρίως η χαλέπιος και η τραχεία) ήταν το πιο διαδεδομένο είδος ξύλου κυρίως για επικαλύψεις, ενώ γινόταν και χρήση του κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*). Άλλα είδη ναυπηγικής ξυλείας ήταν η εισαγόμενη λάρικα (*Pinus laricio*, λάρτζινο) για επιστρώσεις και καταστρώματα, το πυξάρι (*Buxus sempervirens*, πυξάρι: σκληρό ξύλο που χρησιμοποιούταν και στη ξυλογλυπτική) για τους μακαράδες και το δεσποτάκι (*Fraxinus sp.*, φράξος) για τους νομείς (τα καμπύλα στοιχεία του σκελετού του σκάφους, γνωστά και ως πλευρά) και τα καμάρια (καμπύλα δομικά στοιχεία που στηρίζουν το κατάστρωμα και συνδέουν μεταξύ τους τα τοιχώματα). Η καρυδιά (*Juglans regia*), ο πλάτανος (*Platanus sp.*) και ο γαύρος (*Carpinus sp.*) χρησιμοποιούνταν για εσωτερικές διαρρυθμίσεις (Steward 1994).

Η χρήση των παραπάνω, ήταν άμεσα συνδεδεμένη με την τοποθεσία του ναυπηγείου, έτσι για παράδειγμα η χρήση της καστανιάς (*Castanea vesca*) γινόταν σε ναυπηγεία, κοντά σε δάση καστανιάς, όπως το Άγιο Όρος και το Πήλιο (Δαμιανίδης 1998).

Φθοροποιοί παράγοντες ξύλου σε ξύλινα σκάφη

Το ξύλο ως βιολογικός ιστός είναι ευάλωτο σε μια σειρά επίσης βιολογικούς παράγοντες, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν την υποβάθμισή του εφόσον βρεθούν σε ευνοϊκό περιβάλλον. Ταυτόχρονα, υπάρχουν και οι - μη βιολογικοί - περιβαλλοντικοί αλλά και οι μηχανικοί παράγοντες που έρχονται να προστεθούν σε αυτούς, δημιουργώντας ένα πλέγμα συνθηκών με αποτελέσματα που μπορεί να χαρακτηριστούν από απλή υποβάθμιση ενός ξύλινου στοιχείου έως ολοκληρωτική καταστροφή του (Τσουμής 1983, Gaylarde κ.α. 2003). Αυτό ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις ξύλινων κατασκευών, με σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, στην περίπτωση δε των έργων πολιτιστικής κληρονομιάς από ξύλο αυτό παίρνει και διαστάσεις ευρύτερα κοινωνικές και πολιτισμικές. Τα ξύλινα σκάφη υφίστανται μεγάλη έκθεση σε καιρικές συνθήκες, σε μηχανικές καταπονήσεις και βιολογικούς παράγοντες, άρα είναι πολλαπλώς εκτεθειμένα και απαιτείται προστασία τους, ειδικά αν έχουν και ιστορική ή πολιτιστική αναφορά. Οι κατασκευές πολιτιστικής κληρονομιάς που αποτελούνται ή περιέχουν στοιχεία από ξύλο εκτίθενται παράλληλα σε πολλούς παράγοντες πίεσης: μηχανική φθορά λόγω χρήσης, μακρόχρονη εφαρμογή μηχανικού φορτίου και επακόλουθες επιπτώσεις στην τρέχουσα κατάσταση με φαινόμενα όπως ερπυσμός ή χαλάρωση συνδέσεων κάτω από συνθήκες εφελκυσμού, πρόσπτωση υγρών και στερεών (διάβρωση επιφάνειας), καταπονήσεις που προκαλούνται από αλλαγές υγρασίας με συνακόλουθες μεταβολές διαστάσεων. Ταυτόχρονα, επηρεάζονται από προσβολές εντόμων ή δράσεις μυκήτων (Sterflinger 2010) όταν η υγρασία του ξύλου ανέλθει πάνω από 20% (Κακαράς 2012). Ωστόσο, γενικά ισχύει ότι οι ιδιότητες του ξύλου μεταβάλλονται ελάχιστα υπό ξηρές συνθήκες.

Μηχανικές αντοχές

Σε ότι αφορά την πρόληψη και αντιμετώπιση αιτίων υποβάθμισης σε χαρακτηρισμένα έργα πολιτιστικής κληρονομιάς από ξύλο, οι κλασικές δοκιμές για αξιόπιστο έλεγχο των ιδιοτήτων του υλικού είναι συνήθως καταστροφικές και δεν εφαρμόζονται. Για τούτο και ο προληπτικός έλεγχος με μη καταστρεπτικές μεθόδους, όπως π.χ. η οπτική παρατήρηση, η μέτρηση της υγρασίας του ξύλου είναι η πιο κατάλληλη προσέγγιση για την αρχική διάγνωση, επειδή το ιστορικά πολύτιμο υλικό δεν θα καταστραφεί από τις μετρήσεις και μπορεί να παρέχει με επάρκεια πληροφορίες για την ποιότητα του υλικού στην υπάρχουσα κατάσταση. Σε διαφορετική περίπτωση, ο καταστροφικός υπολογισμός των μηχανικών ιδιοτήτων με χρήση μικρών δοκιμίων αποτελεί αδιάψευστο στοιχείο της υφιστάμενης κατάστασης αλλά επιφέρει και ανεπανόρθωτες ζημιές (Sterflinger 2010).

Υλικά και μέθοδοι

Η παρούσα εργασία βασίστηκε στην εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων ξυλείας χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*), προερχόμενης από το ξύλινο σκάφος «ΕΛΕΝΗ Π.» που ναυπηγήθηκε το 1939 στη νήσο Σκιάθο, παρέμεινε εν υπηρεσία επί 55 περίπου έτη και στη συνέχεια έμεινε παροπλισμένο, χωρίς ιδιαίτερη προστασία, επί 23 έτη στην ξηρά, αφού προηγουμένως είχε χαρακτηριστεί μνημείο νεότερης πολιτιστικής κληρονομιάς. Το σκάφος αποσυναρμολογήθηκε το 2022 και από αυτό προέκυψε ικανό υλικό έρευνας.

Από τα ξύλινα μέρη του σκάφους που δεν είχαν υποστεί εμφανή φθορά από βιολογικούς είτε περιβαλλοντικούς παράγοντες και επίσης δεν είχαν υποστεί άλλου είδους τεχνικές παραμορφώσεις (οπές, καρφιά, καμπυλώσεις κλπ.), επελέγησαν τεμάχια που δεν έφεραν επίσης εγγενή σφάλματα

(π.χ. ρόζους, ραγαδώσεις) και από αυτά δημιουργήθηκαν δοκίμια διαστάσεων 20x20x360 mm. Αυτά αξιοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των μηχανικών ιδιοτήτων, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από το πρότυπο ISO 13061-3:2014 για τον υπολογισμό της στατικής κάμψης σε «μικρά καθαρά δοκίμια ξύλου». Δεν ήταν εφικτό να υπολογιστούν ξεχωριστά οι μηχανικές καταπονήσεις που είχαν υποστεί στη διάρκεια χρήσης τους τα παραπάνω μέλη του σκάφους. Όλα ωστόσο προέρχονται από διαφορετικά δομικά στοιχεία (νομείς, καμάρια, κ.α.) της δεξιάς πλευράς του σκάφους. Τα δοκίμια κλιματίστηκαν σε συνθήκες 20°C και 64% σχετ. υγρασία όπως επιτάσσει το πρότυπο, πριν εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά τους. Η εκτίμηση της υποβάθμισης που είχαν υποστεί έγινε σε σύγκριση με αντίστοιχα αποτελέσματα που υπάρχουν δημοσιευμένα για ξυλεία χαλεπίου πεύκης διαφόρων ελληνικών προελεύσεων, από το Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου του Ι.Μ.Δ.Ο (Σκαρβέλης 2019).

Αντίστοιχα, από τα ίδια ξύλινα μέλη δημιουργήθηκαν δοκίμια διαστάσεων 20x20x60 mm, που χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση της αντοχής σε αξονική θλίψη, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 13061-17:2017.

Αποτελέσματα

Για τη μέτρηση της αντοχής σε στατική κάμψη δοκιμάστηκαν συνολικά 28 δοκίμια, προερχόμενα από 5 διαφορετικά στοιχεία, όλα προερχόμενα από το μέσον του σκάφους και προς την πλώρη. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Διαστάσεις δοκιμίων που ελέγχθηκαν και αποτελέσματα δοκιμών σε έλεγχο στατικής κάμψης.
Table 1. The dimensions of the specimens tested and the results obtained during the static bending test.

Α/Α	Διαστάσεις (mm)			Μέγιστη δύναμη	Αντοχή σε Κάμψη
	Πλάτος(b)	Πάχος(h)	Μήκος(l)	Fmax (N)	$\sigma=3Fl/2bh^2$ (N/mm ²)
30.1	22,22	21,02	300	845,65	38,76
30.2	21,55	21,71	300	1558,30	69,04
30.3	21,79	22,12	300	1111,46	46,91
30.4	22,1	21,42	300	1164,53	51,68
30.5	22,1	21,76	300	1271,50	54,68
30.6	22,1	21,32	300	799,01	35,79
30.7	21,64	21,85	300	1197,87	52,17
38.1	22,68	22,63	300	1353,46	52,44
38.2	24,18	24,02	300	955,77	30,83
38.3	23,99	22,90	300	1165,63	41,69
38.4	23,78	22,64	300	813,61	30,04
38.5	24,44	22,81	300	1351,26	47,82
38.6	22,46	22,65	300	866,57	33,84
37.2	24,17	22,22	300	447,54	16,88
37.3	23,40	23,18	300	368,99	13,21
37.4	23,20	22,12	300	383,34	15,20
37.5	22,75	22,42	300	341,20	13,43
39.1	23,21	21,88	300	868,99	35,19
39.2	22,50	21,74	300	634,74	26,86
39.3	19,79	20,46	300	957,12	51,99
39.4	23,34	25,21	300	565,36	17,15
39.6	22,47	23,50	300	467,95	16,97
41.1	21,53	21,05	300	715,07	33,73
41.2	20,55	21,10	300	300,33	14,77
41.3	20,42	21,42	300	939,84	45,14

41.4	20,48	21,72	300	242,89	11,31
41.5	21,10	20,55	300	820,80	41,45
41.6	21,72	20,48	300	545,23	26,93
				ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	34,50
				ΕΛΑΧΙΣΤΟ	11,31
				ΜΕΓΙΣΤΟ	69,04
				ΑΠΟΛΥΤΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	12,99

Συγκριτικά με τη μέση τιμή αντοχής σε στατική κάμψη των ελληνικών προελεύσεων που έχουν εξεταστεί (Κασσάνδρα Χαλκιδικής, Λίμνη Εύβοιας και Πύργος Ηλείας) (Σκαρβέλης, 2019) η οποία είναι $103,97 \text{ N/mm}^2$, διαπιστώνεται ότι υπάρχει μια απόκλιση (μείωση) στο 33,18 % του μέσου όρου. Αν πάλι, υποθεθεί ότι η χρησιμοποιηθείσα ξυλεία - όπως είναι λογικό - είναι χαλέπιος πεύκη προέλευσης Β. Εύβοιας ή τοπική ξυλεία Σποράδων, που γειτνιάζει με τη Β. Εύβοια, τότε η μείωση είναι πάλι στο 38,38% της κανονικής τιμής. Οι μειωμένες αυτές τιμές ερμηνεύονται από τη μακροχρόνια χρήση και καταπόνηση της ξυλείας στο σκάφος και κυρίως την έκθεση σε καιρικές συνθήκες χωρίς καμία προστασία. Σε ότι αφορά την αντοχή σε αξονική θλίψη, διαπιστώνεται ότι σε σχέση με τη μέση τιμή η οποία είναι $49,83 \text{ N/mm}^2$, υπάρχει επίσης απόκλιση (μείωση) στο 62,20 % του μέσου όρου όλων των προελεύσεων, ενώ από την προέλευση Β. Εύβοιας (42,28) απόκλιση στο 73,32 % της τιμής. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Αντίθετα με τα παραπάνω, σε ότι αφορά την πυκνότητα του ξύλου ο μ.ό. των δοκιμών της ξυλείας από το σκάφος είναι $0,55 \text{ gr/cm}^3$, ενώ ο μ.ό. όλων των προελεύσεων είναι $0,57 \text{ gr/cm}^3$ (ελάχιστα υψηλότερος). Αν η μέση τιμή συγκριθεί με την ξυλεία προέλευσης Β. Εύβοιας τότε είναι μεγαλύτερη, 0,55 έναντι 0,52 gr/cm^3 αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό είναι παράδοξο, καθώς η πυκνότητα αποτελεί ευθέως ανάλογο κριτήριο για τις μηχανικές αντοχές του ξύλου.

Πίνακας 2. Διαστάσεις δοκιμών που ελέγχθηκαν και αποτελέσματα δοκιμών σε έλεγχο αξονικής θλίψης.
Table 2. The dimensions of the specimens tested and the results obtained during their axial compression testing

A/A	Διαστάσεις (mm)		Μέγιστη δύναμη	Αντοχή σε Αξον. Θλίψη
	Πλάτος(b)	Πάχος(h)	Fmax (N)	$\sigma = F/bh$ (N/mm^2)
30.1	22,13	22,16	19100	38,95
30.3	22,99	21,53	20800	42,02
30.5	21,27	22,03	17800	37,99
30.7	19,88	21,84	18850	43,42
30.9	21,91	21,83	15300	31,99
30.10	22,14	21,97	15300	31,45
37.2	22,87	23,01	16500	31,35
37.4	21,18	22,92	19650	40,48
37.6	21,25	23,06	13050	26,63
37.8	23,46	22,89	8200	15,27
37.10	22,74	24,3	13000	23,53
38.1	22,35	23,94	11050	20,65
38.3	24,03	22,72	17700	32,42
38.5	23,09	22,37	21300	41,24
38.7	22,74	23,98	21900	40,16
38.9	24,37	22,82	15050	27,06
39.2	21,75	22,15	12050	25,01
39.4	22,56	22,95	14000	27,04

39.6	18,57	21,72	19050	47,23
39.8	22,30	22,22	12550	25,33
39.10	21,62	20,34	17100	38,89
41.2	20,55	21,10	9700	22,37
41.5	21,10	20,55	10800	24,91
41.6	21,72	20,48	6750	15,17
41.9	21,27	21,78	11350	24,50
			ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	31,00
			ΕΛΑΧΙΣΤΟ	15,17
			ΜΕΓΙΣΤΟ	47,23
			ΑΠΟΛΥΤΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	7,56

Σε ότι αφορά τις φυσικές ιδιότητες, εκτός της πυκνότητας εξετάστηκε και η ογκομετρική ρίκνωση. Η μέση ογκομετρική ρίκνωση των στοιχείων του σκάφους είναι 4,64%, την ώρα που η μέση ογκομετρική σε όλες τις προελεύσεις «άφθαρτου» ξύλου χαλεπίου πεύκης είναι 11,07% και της προέλευσης Β. Εύβοιας είναι 10,03 % (Σκαρβέλης, 2019). Βρέθηκε δηλαδή αισθητά μικρότερη.

Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να ερμηνευτούν εκ του γεγονότος ότι η μακροχρόνια χρήση του ξύλου οδήγησε σε μείωση θέσεων πρόσληψης υγρασίας μέσα στη μάζα του ξύλου, άρα και μικρότερη υγροσκοπικότητα. Αντίθετα, η αύξηση είτε η διατήρηση σε ίδια επίπεδα της πυκνότητας μπορεί να ερμηνευτεί και από την είσοδο στη μάζα του ξύλου πρόσθετων ενώσεων, π.χ. άλατα από θαλασσινό νερό, ελαιώδεις ουσίες (π.χ. λινέλαιο) για λόγους μείωσης υγροσκοπικότητας που έγινε σε εργασίες περιοδικής συντήρησης κλπ. Τα δείγματα ελήφθησαν όλα από τη δεξιά πλευρά του σκάφους, η οποία μετά την πλευρική «πτώση» του πλοίου προς τα δεξιά που επήλθε τα τελευταία τρία χρόνια της παραμονής του στην στεριά, παρέμεινε πιο προστατευμένη από την απόλυτη έκθεση στις καιρικές συνθήκες. Αντίθετα, η αριστερή πλευρά εμφανίστηκε αρκετά πιο υποβαθμισμένη σε οπτική παρατήρηση. Ρόλο σε αυτό έπαιξε τόσο η απόλυτη έκθεση σε καιρικά φαινόμενα, όσο και η αποκολλημένη εξωτερική επίστρωση από πολυεστέρα που έγινε για λόγους προστασίας, κάποια στιγμή στη διάρκεια χρήσης του σκάφους. Η ύπαρξή της και η μερική αποκόλλησή της στο χώρο του ναυπηγείου συνέβαλε τελικά σε εύκολη είσοδο αλλά και συγκράτηση υγρασίας μεταξύ ξύλου και πολυεστέρα αλλά και άνοδο θερμοκρασίας στην αριστερή πλευρά. Δημιουργήθηκαν δηλαδή συνθήκες που έδρασαν αθροιστικά με εύνοια στην υποβάθμιση της ξυλείας, κυρίως από σηπτικούς μύκητες.



Εικόνα 1 .Το πέραμα Ελένη Π. στο Ναυπηγείο Κουπετώρη στη Σαλαμίνα το 2012.
Picture 1. The wooden ship (perama) "Eleni P" at the Koupetoris Shipyard in Salamina in 2012.

Συμπερασματικά, η μακροχρόνια χρήση του ξύλου σε συνθήκες θαλάσσιου περιβάλλοντος αλλά και μακροχρόνιας έκθεσης σε καιρικές συνθήκες στη στεριά χωρίς κανένα μέτρο προστασίας, επέφερε σημαντική μείωση των μηχανικών αντοχών της ξυλείας χαλεπίου πεύκης σε στατική κάμψη στο ένα τρίτο περίπου της αρχικής αντοχής, σε αξονική θλίψη στα δυο τρίτα της

αρχικής αντοχής, ενώ περιορίσει την κινητικότητα του ξύλου. Μελλοντικές χρήσεις σε εξωτερικές συνθήκες, έστω και υπό μορφή εκθέματος, θα πρέπει να συνδυάζονται με μεθόδους προστασίας των ξύλινων στοιχείων, ιδιαίτερα αν πρόκειται για αντικείμενα που άπτονται θεμάτων πολιτιστικής κληρονομιάς.

Abstract

The technical elements of traditional shipbuilding have contributed significantly to the study and interpretation of its history. The study of the preserved wooden ships made with pre-mechanical techniques, provides a wealth of valuable information. One of them is the vessel Eleni P, declared a historical monument, one of the largest vessels built in a Greek shipyard, which represents a unique value due to its cultural and technological characteristics.

In this article, general historical and construction data on the construction history of wooden ships are presented, with regard to the selection of the ship's wooden parts and the factors that lead to deterioration. Aim of this article is to present the mechanical properties of the wooden parts, especially halepo pine that was mainly used, which were determined during the design and documentation process of the Eleni P.

Βιβλιογραφία

- Δαμιανίδης, Κ. & Ζήβας, Α. 1986. Το τρεχαντήρι στην Ελληνική ναυπηγική τέχνη. EOMMEX, Αθήνα.
- Δαμιανίδης, Κ. 1989. Η μελέτη της Ανώνυμης Παραδοσιακής Ναυπηγικής ως συμβολή στην ιστορία της ναυπηγικής, Αρχαιολογία, τ.32, Αθήνα.
- Δαμιανίδης, Κ. 1998. Ελληνική παραδοσιακή ναυπηγική. Πολιτιστικό Ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς, Αθήνα.
- Gaylarde, C., Ribas Silva, M., Warscheid, T. 2003. Microbial Impacts on Building Materials: an overview. *Materials and Structures*, v.36, n. 5, pp. 342-352.
- Gerr, D. 2000. The elements of boat strength, for builders, designers and owners. *International Marine/ a division of the McGraw Hill Companies*, p. 367.
- Chapelle, H. I. 1969. *Boatbuilding*. W. W. Norton & Company, p. 632.
- ISO 13061-3:2014. Physical and mechanical properties of wood — Test methods for small clearwood specimens — Part 3: Determination of ultimate strength in static bending.
- ISO 13061-17: 2017. Physical and mechanical properties of wood — Test methods for small clear wood specimens — Part 17: Determination of ultimate stress in compression parallel to grain.
- Κακαράς, Ι. 2012. Τεχνολογία Ξύλινων Δομικών Κατασκευών. Εκδ. ΙΩΝ, 2012, σελ. 738.
- Κακαράς, Ι. Μπόθος, Γ. 2014. Η κατασκευή ξύλινων σκαφών από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. 4ο Διεθνές Συνέδριο Ελληνοανατολικών και Αφρικανικών Σπουδών, 21-23 Ιουνίου 2014, Ινστ. Ελληνοανατολικών και Αφρικανικών Σπουδών(ΙΕΑΑΣ), σ.3-7.
- Μαντάνης, Γ. 2005. Εισαγωγή στις ιδιότητες του ξύλου. Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου, Διδακτικές σημειώσεις, Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας, Καρδίτσα.
- Σκαρβέλης, Μ. 2019. Τεχνολογία Παραγωγής Επίπλου. Εκδ. Τζιόλα, σελ. 333.
- Steward R.M. 1994. *Boatbuilding manual*. *International Marine/ a division of the McGraw Hill Companies*, Fourth Edition p. 240.
- Sterflinger, K. 2010. Fungi: Their role in deterioration of cultural heritage. *Fungal Biology Reviews*, v. 24, pp. 47–55.
- Τσουμής, Γ., 1983. Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση του Ξύλου. Θεσσαλονίκη, 1983, σελ. 65.

Θεματική Ενότητα: Δασική Εδαφολογία

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ ΤΗΣ
ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ**

Παπαϊωάννου, Αθανάσιος¹; Τσιτσώνη, Θέκλα¹; Παπαϊωάννου, Ευγενία²,

¹Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ, apapaioa@for.auth.gr

¹Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ, tsitsoni@for.auth.gr

²Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ, earapaioa@agro.auth.gr

Περίληψη

Στο πλαίσιο της μελέτης αναδάσωσης της Βόρειας Εύβοιας, διερευνήθηκε η επίδραση της δασικής πυρκαγιάς του Αυγούστου του έτους 2021 στη γονιμότητα των δύο επικρατέστερων εδαφών που προέρχονται από μητρικό πέτρωμα περιδοτιτή και τριτογενείς αποθέσεις. Για τις ανάγκες της έρευνας έγιναν εδαφοτομές σε πολλές περιοχές και προσδιορίστηκαν οι ποσότητες της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων. Τα αποτελέσματα της έρευνας ένα έτος μετά την πυρκαγιά έδειξαν, καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης για την καινούργια βλάστηση και την παρουσία μεγαλύτερων ποσοτήτων των σπουδαιότερων θρεπτικών στοιχείων στα εδάφη που σχηματίστηκαν πάνω σε τριτογενείς αποθέσεις. Αντίθετα τα εδάφη του περιδοτιτή φαίνεται ότι θα παρουσιάσουν τις μεγαλύτερες δυσκολίες λόγω της μικρής περιεκτικότητας σε Ca και των σχετικά μεγάλων ποσοτήτων Mg και ορισμένων βαρέων μετάλλων.

Λέξεις κλειδιά: δασική βλάστηση, περιδοτιτής, τριτογενείς αποθέσεις, χημικές ιδιότητες εδάφους, γονιμότητα

Εισαγωγή

Οι πυρκαγιές αποτελούν καταστροφικό παράγοντα στα περισσότερα δασικά οικοσυστήματα των τροπικών και εύκρατων περιοχών (Fernandez-Garcia κ.α. 2019) και θεωρούνται σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τις περισσότερες χερσαίες περιοχές (Bento-Goncalves κ.α. 2012). Γενικά επιδρούν στην οικολογία και τη λειτουργία των δασών, επηρεάζοντας την ανανέωση των θρεπτικών στοιχείων, την υδροφοβία του εδάφους, τη σύνθεση και την αναγέννηση των ειδών και την οικολογική βιοποικιλότητα. Είναι συχνά αποτέλεσμα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, ενώ οι φυσικές πυρκαγιές αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό ποσοστό των παγκόσμιων πυρκαγιών (Κνοπφ κ.α. 2016). Ιδιαίτερα οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν σημαντική αιτία υποβάθμισης του εδάφους και απώλειας θρεπτικών στοιχείων μέσω της εξαέρωσης και της διάβρωσης (Gomez-Rey κ.α. 2013). Επίσης, επηρεάζουν τη βιολογική και φυσικοχημική ποιότητα των εδαφών και μειώνουν το απόθεμα θρεπτικών στοιχείων μέσω διαφόρων μηχανισμών, όπως η εξαέρωση, η οξείδωση, η μεταφορά τέφρας και η διάβρωση (Pellegrini κ.α. 2018). Οι Akburak κ.α. (2018), αναφέρουν μια δραστική μείωση του άνθρακα και της μικροβιακής βιομάζας σε βραχυπρόθεσμη βάση, μετά από δασικές πυρκαγιές. Οι Raison κ.α. (1986) αναφέρουν επίσης μείωση στα αποθέματα θρεπτικών στοιχείων, με αποτέλεσμα να ελαττωθούν κατά 50-75% το άζωτο (N), 35-50% ο φώσφορος (P) και 25-50% το μαγνήσιο (Mg) μέσω της εξαέρωσης και των διεργασιών της οξείδωσης. Οι δασικές πυρκαγιές στις οποίες αναπτύσσονται θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 300°C, έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή της υδατοϊκανότητας του εδάφους, με σημαντικό αντίκτυπο στον κύκλο του νερού, του εδάφους και στα χαρακτηριστικά της διάβρωσης (Inbar κ.α. 2014). Ωστόσο, το αποτέλεσμα των δασικών πυρκαγιών στους δείκτες ποιότητας του εδάφους, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σοβαρότητα και τη συχνότητά τους (Johnston & Barati 2013, Pérez-Izquierdo κ.α. 2021). Ο Certini (2005) αναφέρει ότι, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, μια έντονη πυρκαγιά που κινείται με αργό ρυθμό προκαλεί μεγαλύτερη ζημιά στο έδαφος από μια πυρκαγιά που κινείται γρήγορα. Επιπλέον, θερμοκρασίες 850°C και υψηλότερες μπορούν να επιτευχθούν σε επιφάνειες εδάφους με μεγάλη ποσότητα ξηρής καύσιμης ύλης και μπορεί να έχουν καταστροφικές επιπτώσεις στις ιδιότητες του εδάφους (DeBano 2000). Επίσης, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία είναι πιο ευάλωτα στη φωτιά από άλλα. Για παράδειγμα, τα επίπεδα καλίου (K),

ασβεστίου (Ca) και μαγνησίου (Mg) μπορεί να αυξηθούν ή να μην επηρεαστούν από τη φωτιά, ενώ το θείο (S) και το άζωτο (N) συνήθως μειώνονται. Η θερμοκρασία ρυθμίζει την απομάκρυνση των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Στην οργανική ουσία, το N αρχίζει να εξαερώνεται στους 200°C (Knicker 2007), ενώ το Ca απαιτεί 1484°C για να διαφύγει (Johnston & Barati 2013). Οι πυρκαγιές υψηλής έντασης μπορούν επίσης να αλλάξουν τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους και να το καταστήσουν πιο ευάλωτο στην απώλεια των θρεπτικών στοιχείων λόγω της διάβρωσης.

Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν η διερεύνηση των μεταβολών στις εδαφικές ιδιότητες στα δύο επικρατούντα μητρικά πετρώματα, ένα έτος μετά την καταστροφική πυρκαγιά του 2021 στη Βόρεια Εύβοια.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας είναι η Βόρεια Εύβοια που κάηκε από την πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021. Η πυρκαγιά αυτή κατέστρεψε σχεδόν όλη τη δασική βλάστηση, καίγοντας έκταση 520.000 στρεμμάτων, εκ των οποίων τα 382.000 στρέμματα ανήκαν σε δασικές εκτάσεις. Στις δασικές αυτές εκτάσεις τα κύρια είδη της δασικής βλάστησης κατά φθίνουσα σειρά ήταν: η χαλέπιος πεύκη, η κεφαλληνιακή ελάτη, η μαύρη πεύκη, η πλατύφυλλος δρύς και ορισμένες θέσεις ευβοϊκής δρυός. Όλη αυτή η έκταση ανήκει στην εποπτεία των δασικών υπηρεσιών Λίμνης και Ιστιαίας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι το μεγαλύτερο τμήμα των δασών της Βόρειας Εύβοιας είναι ιδιωτικά (90% στο δασαρχείο Ιστιαίας και 70% στο δασαρχείο Λίμνης).

Τα δάση της χαλέπιου πεύκης αποτελούσαν σημαντική πηγή εισοδήματος για πάρα πολλούς ρητινοπαραγωγούς της Βόρειας Εύβοιας, αλλά και για πολλούς μελισσοκόμους της χώρας μας. Τα δάση που σώθηκαν από την πυρκαγιά είναι περιορισμένα και βέβαια δεν μπορούν να διαχειριστούν ως συγκροτημένα τμήματα βλάστησης. Σε όλη την έκταση που κάηκε, εκτός από την καταστροφή της ζώσας βλάστησης, καταστράφηκε και ο δασικός τάπητας, μια σημαντική παρακαταθήκη για τη διατήρηση της γονιμότητας των δασικών οικοσυστημάτων (Τάντος και Παπαϊωάννου 2006).

Από τα διαθέσιμα στοιχεία του εδαφολογικού χάρτη της δασικής υπηρεσίας προκύπτει ότι οι κύριες κατηγορίες μητρικού πετρώματος στην καμένη περιοχή είναι κατά πλειοψηφία 76% τριτογενείς αποθέσεις, δηλαδή εδάφη χαλαρά με αμμώδη υφή και κατά περιπτώσεις μεγάλου βάθους, 11,5% περιδοτίτες, 5,6% σκληροί ασβεστόλιθοι και 4,2% αλλουβιακές αποθέσεις. Σε όλα τα εδάφη που αναπτύχθηκαν στα παραπάνω μητρικά πετρώματα, ο κίνδυνος διάβρωσης είναι υψηλός, ιδιαίτερα εκεί που υπάρχουν μεγάλες τοπογραφικές κλίσεις.

Για τον προσδιορισμό των εδαφικών ιδιοτήτων έγιναν περισσότερες από 100 εδαφοτομές. Κατά την επιλογή των θέσεων των εδαφοτομών λαμβάνονταν υπόψη το είδος της βλάστησης που προϋπήρχε, η ποιότητα τόπου, το μητρικό πέτρωμα και ορισμένα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά, που θα συνέβαλαν στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας. Οι εδαφοτομές είχαν πλάτος 0,80 m και βάθος μέχρι τα 60 cm. Η δειγματοληψία έγινε κατά βάθος και εδαφικά δείγματα ελήφθησαν από τα βάθη 0-10, 10-20 20-40 και 40-60 cm. Στις περισσότερες περιπτώσεις η δειγματοληψία περιορίστηκε μέχρι τα 20 cm, επειδή η επίδραση της πυρκαγιάς περιορίζεται μέχρι αυτό το βάθος, ενώ δεν φαίνεται να παρουσιάζονται μεταβολές από την αύξηση της θερμοκρασίας σε μεγαλύτερα βάθη.

Εργαστηριακές αναλύσεις

Η μηχανική ανάλυση των δειγμάτων του εδάφους έγινε με τη μέθοδο του υδρομέτρου του Bouyoucos (Gee & Bauder 1982). Ο προσδιορισμός της αντίδρασης του εδάφους (pH) έγινε ηλεκτρομετρικά σε αιώρημα εδάφους - νερού σε αναλογία 1:1 (Mc Lean 1982). Για τον προσδιορισμό του οργανικού C χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υγρής οξείδωσης (Nelson & Sommers 1982). Το οργανικό N προσδιορίστηκε με την μέθοδο Kjeldahl (Stevenson 1982). Για τον P χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Olsen και ο προσδιορισμός του εκχυλίσιμου P έγινε με τη μέθοδο του μπλε του μολυβδαινικού αμμωνίου (Olsen & Sommers 1982). Τα εναλλακτικά κατιόντα (Ca, Mg, K και Na), προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10 g εδάφους με διάλυμα CH₃COONH₄ 1N, pH 7 (Grant 1982). Τα ιχνοστοιχεία (Fe, Mn, Zn και Cu), προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10 g εδάφους με διάλυμα DTPA, pH 7,3 (Lindsay & Norvell 1978). Τα εκχυλισθέντα ιόντα Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn και Cu, μετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο

ατομικής απορρόφησης. Οι παραπάνω μετρήσεις και αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας της Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του ΑΠΘ.

Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων των εδαφών με μητρικό πέτρωμα περιδοτιτή και τριτογενείς αποθέσεις, χρησιμοποιήθηκε το T test. Το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε ήταν $\alpha = 0,05$. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS 21.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Τα εδάφη που σχηματίζονται πάνω σε μητρικό πέτρωμα περιδοτιτή στη Βόρεια Εύβοια έχουν υψηλή πηλώδη μέχρι αργιλώδη. Σε πολλές περιπτώσεις τα εδάφη αυτά είναι διαβρωμένα σε μεγάλο βαθμό και εμφανίζονται πετρώδη με εξέχοντες βράχους και με αραιή και φτωχή δασική κάλυψη. Το ανάγλυφο των εδαφών που προέρχονται από τριτογενείς αποθέσεις είναι συνήθως λοφώδες, με ελαφρές και μέτριες κλίσεις. Οι τριτογενείς αποθέσεις δίνουν εδάφη, κατά κανόνα, βαθιά, με ποικίλη υφή και όξινη ($pH < 7$) ή αλκαλική ($pH > 7$) αντίδραση. Τα αλκαλικά εδάφη περιέχουν μεγάλες ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου. Μεγάλες εκτάσεις αυτής της κατηγορίας εδαφών, καλλιεργούνται γεωργικά στις χαμηλότερες κυρίως περιοχές ή είναι βοσκότοποι χωρίς μέτρα προστασίας. Γενικά, οι αλλουβιακές αποθέσεις, ως αποτέλεσμα της παράσυρσης και απόθεσης διάφορων υλικών από τη δράση του νερού, μπορούν να δημιουργούν ποικιλία συνθηκών, ανάλογα και με την προέλευση των αρχικών υλικών, αλλά και τον τρόπο και χρόνο απόθεσής τους.

Πίνακας 1. *pH, οργανικός άνθρακας (%), οργανική ουσία (t/ha) και θρεπτικά στοιχεία N, P, Ca και Mg (kg/ha) στα εδάφη με μητρικό πέτρωμα περιδοτιτή και τριτογενείς αποθέσεις στις καμένες δασικές εκτάσεις της Βόρειας Εύβοιας*

Table 1. *pH, organic carbon (%), organic matter (t/ha) and nutrients N, P, Ca and Mg (kg/ha) in soils derived from peridotite and tertiary deposits in the burnt forest areas of Northern Evia*

Μητρ. Πέτρ.	pH	C (%)	Οργ. ουσία (t/ha)	N (kg/ha)	C/N	P (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
Βάθος 0 – 10 cm								
Περιδοτιτής	7,10 ^{ns} (± 0,25)	3,23 ^{ns} (± 0,47)	61,09 ^{ns} (± 7,83)	1407,85* (± 189,04)	25,73 ^{ns} (± 6,71)	12,46 ^{ns} (± 6,00)	3531,49 ^{ns} (± 2774,43)	1310,72 ^{ns} (± 381,93)
Τριτογενείς	7,29 (± 0,26)	5,72 (± 1,83)	99,30 (± 27,5)	3807,24 (± 525,29)	14,98 (± 2,71)	19,35 (± 14,61)	5686,51 (± 1598,82)	1514,28 (± 276,02)
Βάθος 10 – 20 cm								
Περιδοτιτής	7,17 ^{ns} (± 0,25)	3,59 ^{ns} (± 2,55)	74,43 ^{ns} (± 53,16)	1641,22 ^{ns} (± 557,52)	24,47 ^{ns} (± 9,22)	12,31 ^{ns} (± 6,05)	3805,11 ^{ns} (± 3203,86)	1684,03 ^{ns} (± 506,26)
Τριτογενείς	7,27 (± 0,33)	3,27 (± 0,42)	65,99 (± 10,8)	1931,92 (± 231,89)	20,15 (± 5,30)	16,37 (± 1,03)	6147,83 (± 3303,82)	1869,41 (± 402,36)
Βάθος 20 – 40 cm								
Περιδοτιτής	7,33 ^{ns} (± 0,16)	2,47 ^{ns} (± 0,27)	84,95 ^{ns} (± 25,5)	1802,55 ^{ns} (± 402,51)	31,45 ^{ns} (± 8,82)	21,44 ^{ns} (± 10,43)	4428,89 ^{ns} (± 2740,51)	3470,97 ^{ns} (± 845,59)
Τριτογενείς	7,34 (± 0,28)	3,02 (± 0,88)	126,43 (± 36,3)	2762,37 (± 872,65)	24,98 (± 16,6)	10,67 (± 3,34)	12475,91 (± 6429,97)	3920,59 (± 290,71)
Βάθος 40 – 60 cm								
Περιδοτιτής	7,41 ^{ns} (± 0,21)	1,31 ^{ns} (± 0,25)	59,99 ^{ns} (± 11,4)	1745,48 ^{ns} (± 903,71)	23,24 ^{ns} (± 10,8)	20,35 ^{ns} (± 16,55)	6400,79 ^{ns} (± 6057,28)	3655,97 ^{ns} (± 892,13)
Τριτογενείς	7,33 (± 0,38)	2,10 (± 0,98)	110,14 (± 57,2)	2389,66 (± 487,79)	20,18 (± 10,7)	8,73 (± 2,34)	10395,42 (± 2555,34)	4180,29 (± 244,29)

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι που εμφανίζονται στην ίδια στήλη ανά βάθος έχουν: ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά ($p > 0,05$), * στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$).

Στους δύο πίνακες φαίνονται το pH, ο οργανικός άνθρακας, η συσσώρευση σε οργανική ουσία, ο λόγος C/N και οι ποσότητες των μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων, εκφρασμένες σε kg/ha με τη χρήση της φαινομενικής πυκνότητας, των εδαφών με μητρικό πέτρωμα περιδοτιτή και τριτογενείς αποθέσεις στις καμένες δασικές εκτάσεις της Βόρειας Εύβοιας. Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 1, προκύπτει ότι δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις σπουδαιότερες παραμέτρους. Προκύπτει λοιπόν ότι η μακροχρόνια επίδραση της δασικής βλάστησης, πιθανώς να

εξομάλυνε την έντονη επίδραση του μητρικού πετρώματος. Αναλυτικότερα, από τον ίδιο πίνακα φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά για το βάθος των 0-10 cm μόνο στη συσσώρευση του αζώτου, με την υψηλότερη να σημειώνεται στα εδάφη που σχηματίστηκαν από τριτογενείς αποθέσεις. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στην παρουσία μεγαλύτερης ποσότητας οργανικής ουσίας σε αυτόν τον ορίζοντα, αφού είναι γνωστή η υψηλή συσχέτιση μεταξύ της οργανικής ουσίας και του αζώτου στο ανόργανο έδαφος (Παπαϊωάννου 1993). Στο ίδιο βάθος δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο για το pH, όσο και για τις ποσότητες της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων P, Ca και Mg. Γενικά όμως παρατηρείται μια τάση με αυξημένες ποσότητες των παραπάνω, στα εδάφη των τριτογενών αποθέσεων.

Σχεδόν παρόμοια πορεία ακολουθείται και στο βάθος των 10-20 cm, με τις μεγαλύτερες ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων να συσσωρεύονται στις περισσότερες περιπτώσεις στα εδάφη των τριτογενών αποθέσεων. Εξαιρέση φαίνεται να αποτελεί για αυτό το βάθος η συσσώρευση της οργανικής ουσίας η οποία προσδιορίστηκε σε ελαφρώς μεγαλύτερη ποσότητα στα εδάφη που σχηματίστηκαν από περιδοτίτη, χωρίς όμως να προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η αυξημένη αυτή ποσότητα της οργανικής ουσίας στα εδάφη που προέρχονται από περιδοτίτη, μπορεί να οφείλεται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άργιλο στο βάθος αυτό και συνεπώς στην βραδύτερη αποσύνθεση της οργανικής ουσίας (Brady and Weil 1999). Η επαλήθευση αυτής της υπόθεσης, μπορεί να γίνει και από τις τιμές του λόγου C/N. Στο επόμενο βάθος των 20-40 cm φαίνεται ότι τόσο το pH όσο και η οργανική ουσία και τα θρεπτικά στοιχεία N, Ca, και Mg, προσδιορίστηκαν σε μεγαλύτερες ποσότητες πάλι στα εδάφη των τριτογενών αποθέσεων, με εξαιρέση την ποσότητα του φωσφόρου η οποία βρέθηκε μεγαλύτερη στα εδάφη του περιδοτίτη, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Τέλος για τον ίδιο πίνακα και για το βάθος των 40-60 cm δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο εδαφών που αναπτύσσονται σε δύο διαφορετικά μητρικά πετρώματα.

Πίνακας 2. K, Na, Cu, Fe και Mn (kg/ha) στα εδάφη με μητρικό πέτρωμα περιδοτίτη και τριτογενείς αποθέσεις στις καμένες δασικές εκτάσεις της Βόρειας Εύβοιας

Table 2. K, Na, Cu, Fe and Mn (kg/ha) in soils derived from peridotite and tertiary deposits in the burnt forest areas of Northern Evia

Μητρικό Πέτρωμα	K (kg/ha)	Na (kg/ha)	Cu (kg/ha)	Fe (kg/ha)	Zn (kg/ha)	Mn (kg/ha)
Βάθος 0 – 10 cm						
Περιδοτίτης	261,84 ^{ns} (± 92,84)	38,70 ^{ns} (± 19,39)	0,51 ^{ns} (± 0,17)	7,40 (± 1,39)	0,53 ^{ns} (± 0,16)	91,57 ^{ns} (± 25,22)
Τριτογενείς	370,66 (± 75,89)	38,90 (± 8,05)	0,81 (± 0,39)	2,25* (± 2,01)	0,78 (± 0,27)	124,72 (± 37,59)
Βάθος 10 – 20 cm						
Περιδοτίτης	274,42 ^{ns} (± 77,68)	49,50 ^{ns} (± 10,72)	0,81 ^{ns} (± 0,19)	4,59 (± 0,68)	0,54 ^{ns} (± 0,22)	99,66 ^{ns} (± 18,53)
Τριτογενείς	364,13 (± 143,49)	39,45 (± 5,75)	1,04 (± 0,47)	1,64* (± 0,90)	0,42 (± 0,15)	132,46 (± 23,81)
Βάθος 20 – 40 cm						
Περιδοτίτης	490,97 ^{ns} (± 334,0)	139,43 ^{ns} (± 55,19)	1,72 ^{ns} (± 0,81)	3,59 ^{ns} (± 0,60)	1,08 ^{ns} (± 0,55)	206,44 ^{ns} (± 51,72)
Τριτογενείς	736,50 (± 116,4)	94,12 (± 20,94)	2,01 (± 0,45)	5,71 (± 2,01)	0,86 (± 0,37)	209,56 (± 47,15)
Βάθος 40 – 60 cm						
Περιδοτίτης	404,95 ^{ns} (± 322,62)	133,89 ^{ns} (± 43,85)	1,57 ^{ns} (± 0,40)	2,59 ^{ns} (± 1,06)	0,98 ^{ns} (± 0,49)	177,29 ^{ns} (± 72,49)
Τριτογενείς	624,77 (± 90,53)	103,25 (± 7,72)	1,85 (± 0,44)	2,99 (± 2,43)	0,58 (± 0,32)	220,39 (± 19,14)

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι που εμφανίζονται στην ίδια στήλη ανά βάθος έχουν: ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά ($p > 0,05$), * στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$).

Γενικά, όλα τα εδάφη που προέρχονται από μητρικό πέτρωμα περιδοτίτη παρουσιάζουν μικρή περιεκτικότητα σε Ca και μεγάλες σχετικά ποσότητες Mg. Φαίνεται ότι όχι τόσο η μικρή περιεκτικότητα σε Ca, αλλά η δυσμενής σχέση Ca/Mg δημιουργεί σοβαρά προβλήματα θρέψης στα φυτά (Παπαμίχος 2006). Αυτή η διαπίστωση επαληθεύεται και για όλα τα εδάφη από περιδοτίτη στη Βόρεια Εύβοια, αφού σχεδόν στην πλειοψηφία τους είναι άγονα, με αραιή και μικρής αύξησης κάλυψη.

Από τα στοιχεία του πίνακα 2, που αναφέρεται στα μακροστοιχεία K και Na καθώς και στα ιχνοστοιχεία Cu, Fe, Zn και Mn, φαίνεται ότι μόνο η ποσότητα του σιδήρου για τα δύο πρώτα βάθη των 0-10 και 10-20 cm παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, με τις μεγαλύτερες ποσότητες να απαντώνται στα εδάφη που σχηματίστηκαν από περιδοτίτη. Αν και σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις των εδαφικών αναλύσεων οι ποσότητες του Fe που προσδιορίστηκαν ήταν χαμηλές, η στατιστικά σημαντική διαφορά που παρουσιάστηκε στα δύο πρώτα βάθη μπορεί να αποδοθεί στην ύπαρξη σιδηρομαγνησιούχων πυριτικών ορυκτών στον περιδοτίτη (Kruckeberg 2002). Το κάλιο μετρήθηκε σε μεγαλύτερες ποσότητες σε όλα τα βάθη στα εδάφη που προήλθαν από τριτογενείς αποθέσεις, ενώ και στα υπόλοιπα στοιχεία του πίνακα 2 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Ο περιδοτίτης ανήκει στα υπερβασικά πετρώματα και περιέχει τουλάχιστον 70% σιδηρομαγνησιούχα πυριτικά ορυκτά (Kruckeberg 2002). Τα εδάφη που είναι εμπλουτισμένα με τέτοια ορυκτά, εμφανίζονται γενικά ελλειμματικά σε θρεπτικά στοιχεία, απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, όπως το άζωτο, το κάλιο και ο φώσφορος. Παράλληλα, εμφανίζουν υψηλά επίπεδα βαρέων μετάλλων όπως ο σίδηρος, το νικέλιο, το χρώμιο και το κοβάλτιο. Πρόσφατες μελέτες τονίζουν τις χαμηλές αναλογίες ασβεστίου προς μαγνήσιο και χαμηλά επίπεδα ασβεστίου, σε σύγκριση με γειτονικά εδάφη που προέρχονται από άλλα πετρώματα. (Brady κ.α. 2005). Ο Kruckeberg (1969), εντόπισε τρία κοινά χαρακτηριστικά σε εδάφη που αναπτύσσονται σε μητρικό πέτρωμα από περιδοτίτη: α) μειωμένη παραγωγή βιομάζας από τη βλάστηση, β) υψηλά ποσοστά ενδημισμού και γ) διαφορετική και διακριτή βλάστηση από αυτή των γύρω περιοχών. Τα αποτελέσματα των εδαφολογικών αναλύσεων αυτής της έρευνας, ταυτίζονται απόλυτα με την παραπάνω βιβλιογραφία, γεγονός που θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν, με σκοπό την καλύτερη προστασία και διαχείριση αυτών των εδαφών. Μια σχετικά μεγάλη έκταση, που το έδαφός της δημιουργήθηκε από μητρικό πέτρωμα περιδοτίτη, βρίσκεται πάνω και ανατολικά της πόλης της Λίμνης.

Τα εδάφη που προέρχονται από τις τριτογενείς αποθέσεις περιλαμβάνουν θαλάσσια, λιμναία ή και χερσαία, χαλαρά κυρίως αλλά και συμπαγή (κροκαλοπαγή) ιζήματα, καθώς και ηφαιστειακούς τόφφους με χαρακτηριστικό ανάγλυφο, της τριτογενούς γεωλογικής περιόδου, εκτός από τα πρόσφατα αλλούβια. Οι τριτογενείς αποθέσεις είναι είτε πυριτικές είτε ασβεστώδεις, ανάλογα με το αρχικό μητρικό υλικό από το οποίο προέρχονται. Τα εδάφη που διαμορφώνονται συνήθως, είναι μετρίως βαθιά έως βαθιά με ποικίλη υφή και τα συναντάμε στις μεσογειακές ζώνες βλάστησης. Τα εδάφη αυτά μπορεί να εμφανίζουν, κατά θέσεις, φαινόμενα διάβρωσης. Στα μεσογειακά οικοσυστήματα, τα εδάφη από τριτογενείς αποθέσεις φέρουν δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης, φυλλοβόλων δρυών και ορεινών κωνοφόρων, καθώς και πλατυφύλλων. Τα αποτελέσματα των εδαφικών αναλύσεων της έρευνας αυτής δείχνουν ότι τα εδάφη της Βόρειας Εύβοιας που σχηματίστηκαν από τριτογενείς αποθέσεις έχουν αντίδραση (pH) ουδέτερη, έως ελαφρώς αλκαλική. Οι περισσότερες εδαφοτομές είναι καλά εφοδιασμένες με οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία. Γενικά, για τα εδάφη της Βόρειας Εύβοιας που προέρχονται από τριτογενείς αποθέσεις, η παράμετρος η οποία είναι ευνοϊκή και θα στηρίξει την καινούργια βλάστηση, είναι το βάθος του εδάφους, μια ιδιότητα που είναι πολύ περιορισμένη στα μεσογειακά οικοσυστήματα.

Συμπεράσματα

Μετά το πέρας των αναλύσεων του εδάφους και από την επί τόπου εκτίμηση των συνθηκών, όπως διαμορφώθηκαν ένα έτος μετά από την πυρκαγιά στη Βόρεια Εύβοια, μπορούμε να συμπεράνουμε τα παρακάτω:

1. Οι περιοχές που έχουν ως μητρικό υλικό τον περιδοτίτη, αναμένεται να παρουσιάσουν τις μεγαλύτερες δυσκολίες κατά τη δημιουργία της καινούργιας βλάστησης. Οι περιοχές αυτές, βρίσκονται κυρίως στην ευρύτερη περιοχή της αρμοδιότητας του δασαρχείου Λίμνης και φαίνεται

ότι θα παρουσιάσουν τα μεγαλύτερα προβλήματα, είτε λόγω τοξικότητας από την παρουσία βαρέων μετάλλων, είτε από το χαμηλό και ορισμένες φορές αρνητικό λόγο των στοιχείων Ca/Mg.

2. Τα εδάφη που αναπτύχθηκαν από τριτογενείς αποθέσεις, είναι καλά εφοδιασμένα με οργανική ουσία, άζωτο, φώσφορο και κάλιο και στις περισσότερες περιοχές έχουν μεγάλο βάθος, ενώ περιορισμένες είναι οι εμφανίσεις εδαφών με συνεκτικό κροκαλοπαγές υλικό.

3. Παρατηρήθηκε έλλειψη σιδήρου και ψευδαργύρου στις περισσότερες περιπτώσεις των εδαφών στη Βόρεια Εύβοια.

4. Στο ανατολικό τμήμα της Βόρειας Εύβοιας, εκεί όπου παλαιότερα πραγματοποιήθηκε βαθμίδωση του εδάφους, και ιδιαίτερα στις περιοχές που εναλλάσσονται γάβροι και περιδοτίτες, αναμένεται να παρουσιαστούν τα μεγαλύτερα προβλήματα κατά την προσπάθεια εγκατάστασης της καινούργιας βλάστησης, εξαιτίας του μικρού βάθους του εδάφους (ευρύτερη περιοχή Παππάδες).

Abstract

In the context of the reforestation study of Northern Evia, the effect of the forest fire in August 2021 was investigated on the fertility of the two dominant soils derived from peridotite and tertiary deposits. For the implementation of the research, soil pits were carried out in many areas and the organic matter and nutrient amounts were determined. The results of the research one year after the fire showed better growth conditions for the new vegetation and the presence of greater amounts of the most important nutrients in the soils formed on tertiary deposits. On the contrary, soils derived from peridotite will probably have to face the greatest difficulties due to the low Ca content and the relatively large amounts of Mg and some heavy metals.

Βιβλιογραφία

- Akburak, S., Son, Y., Makineci, E., Çakir, M. 2018. Impacts of low intensity prescribed fire on microbial and chemical soil properties in a *Quercus frainetto* forest. J for Res 29(3):687–696.
- Bento-Goncalves, A., Vieira, A., Ubeda, X., Martin, D. 2012. Fire and soils: key concepts and recent advances. Geoderma 191: 3–13.
- Brady, K.U., Kruckeberg, A.R., Bradshaw, H.D. 2005. Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils. Annual Rev. Ecol. Evol. Syst. 36: 243–266.
- Brady, N.C., Weil, R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils, 12th ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 881 p.
- Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. Oecologia 143(1): 1–10.
- DeBano, L.F. 2000. The role of fire and soil heating on water repellency in wildland environments: a review. J Hydrol 231: 195–206.
- Fernandez-Garcia, V., Marcos, E., Fernandez-Guisuraga, J.M., Taboada, A., Suarez-Seoane, S., Calvo, L. 2019. Impact of burn severity on soil properties in a *Pinus pinaster* ecosystem immediately after fire. Int J Wildland Fire 28(5): 354–364.
- Grant, E.G. 1982. Exchangeable cations. In: Methods of Soil Analysis, Part 2, A.L. Page (ed.). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp: 159-164.
- Gee, G.W., Bauder, J.W. 1982. Particle size analysis. In: Methods of Soil Analysis, Part 2, A.L. Page (ed.), American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp: 383-409.
- Gomez-Rey, M.X., Couto-Vazquez, A., Garcia-Marco, S., Gonzalez-Prieto, S.J. 2013. Impact of fire and post-fire management techniques on soil chemical properties. Geoderma 195: 155–164.
- Inbar, A., Lado, M., Sternberg, M., Tenau, H., Ben-Hur, M. 2014. Forest fire effects on soil chemical and physicochemical properties, infiltration, runoff, and erosion in a semiarid Mediterranean region. Geoderma 221: 131–138.
- Johnston, M.D., Barati, M. 2013. Calcium and titanium as impurity getter metals in purification of silicon. Sep Purif Technol 107: 129–134.
- Knicker, H. 2007. How does fire affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? A review. Biogeochemistry 85(1): 91–118.
- Knorr, W., Arneeth, A., Jiang, L. 2016. Demographic controls of future global fire risk. Nat Clim Change 6(8): 781–785.

Kruckeberg, A.R. 1969. Plant life on serpentinite and other ferromagnesian rocks in northwestern North America. *Syesis* 2: 15–114.

Kruckeberg, A.R. 2002. *Geology and Plant Life: The Effects of Landforms and Rock Type on Plants*. Univ. Washington Press, Seattle, WA.

Lindsay, W.L., Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zink, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3): 421-428.

Mc Lean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, A.L. Page (ed.), Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 199-223.

Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. Total carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, A.L. Page (ed.)*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 539-577.

Olsen, S.R., Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, A.L. Page (ed.)*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 403-427.

Παπαμίχος, Ν. Θ. 2006. Δασικά Εδάφη. Σχηματισμός-Ιδιότητες-Συμπεριφορά. Θεσσαλονίκη.

Παπαϊωάννου, Α. 1993. Σχέσεις παραγωγικότητας με μορφές και χαρακτηριστικά του δασικού χούμου σε δάση μαύρης πεύκης και οξιάς στη Β. Ελλάδα. Διδ. Διατριβή ΑΠΘ.

Pellegrini, A.F., Ahlstrom, A., Hobbie, S.E., Reich, P.B., Nieradzik, L.P., Staver, A.C., Scharenbroch, B.C., Jumpponen, A., Anderegg, W.R., Randerson, J.T., Jackson, R.B. 2018. Fire frequency drives decadal changes in soil carbon and nitrogen and ecosystem productivity. *Nature* 553(7687): 194–198.

Pérez-Izquierdo, L., Clemmensen, K.E., Strengbom, J., Granath, G., Wardle, D.A., Nilsson, M.C., Lindahl, B.D. 2021. Crown-fire severity is more important than ground-fire severity in determining soil fungal community development in the boreal forest. *J Ecol* 109(1): 504–518.

Raison, R.J., Woods, P.V., Jakobsen, B.F., Bary, G.A. (1986). Soil temperatures during and following low intensity prescribed burning in a Eucalyptus pauciflora forest. *Soil Res* 24(1): 33–47.

Stevenson, F.J. 1982. Nitrogen-Organic forms. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, A.L. Page (ed.)*, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp: 625-641.

Τάντος, Β., Παπαϊωάννου, Α. 2006. Δασική εδαφολογία. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, σελ. 154.

Θεματική Ενότητα: Δασική Εδαφολογία

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΙΣ
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ
ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ**

Παπαϊωάννου, Ευγενία¹; Πιπινής, Ηλίας²; Ζαχαριάκη, Έλλη²; Κατράνας, Δημήτριος²;
Στέφανος Στεφάνου³; Γάκης, Στέργιος⁴

¹Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ eaparaioa@agro.auth.gr

²Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ eripinis@for.auth.gr

²Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ, ellizach@for.auth.gr

²Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ, dkatranas@gmail.com

³Τμήμα Γεωπονίας, ΔΙ.ΠΑ.Ε., stefst2@ihu.gr

⁴Δασική Υπηρεσία Βόλος, Μαγνησίας, stergiosgakis@yahoo.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η επίδραση των επαναλαμβανόμενων δασικών πυρκαγιών στις χημικές ιδιότητες του εδάφους σε οικοσυστήματα *Pinus halepensis* Mill. στις καμένες περιοχές της Βόρειας Εύβοιας με μητρικό υλικό τριτογενείς αποθέσεις. Για το σκοπό της έρευνας εδαφικά δείγματα ελήφθησαν από δύο επιφανειακά βάθη, σε συστάδες χαλεπίου πεύκης που καταστράφηκαν από την πυρκαγιά του 2021, καθώς και σε συστάδες που κάηκαν τουλάχιστον από δύο αλληπάλληλες πυρκαγιές σε διάστημα 12 ετών, με τελευταία την πυρκαγιά του έτους 2021. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι για την Βόρεια Εύβοια οι δύο επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές δεν προκάλεσαν σοβαρές απώλειες στη γονιμότητα του εδάφους, κυρίως εξ αιτίας των ευνοϊκών συνθηκών που επικράτησαν στην προτελευταία πυρκαγιά και δευτερευόντως λόγω της μεγάλης παραγωγής βιομάζας από την πυκνοφυτεία η οποία εφοδίασε εκ νέου το έδαφος με οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία.

Λέξεις κλειδιά: δασικές πυρκαγιές, τριτογενείς αποθέσεις, έδαφος, οργανική ουσία, θρεπτικά στοιχεία

Εισαγωγή

Το έδαφος είναι ένας από τους πιο πολύτιμους φυσικούς πόρους που χρησιμοποιείται σε κοινωνικο-οικολογικά και φυσικά συστήματα (Alcaniz κ.α. 2018). Θεωρείται μη ανανεώσιμος φυσικός πόρος, λόγω της ταχείας φθοράς και της αργής φάσης σχηματισμού του (Lal 2015). Επομένως, η υποβάθμιση των βιολογικών, χημικών και φυσικών ιδιοτήτων των δασικών εδαφών μειώνει την ικανότητά τους να λειτουργούν πλήρως, με επιπτώσεις είτε προσωρινές είτε μόνιμες. Βασικοί παράγοντες υποβάθμισης του εδάφους στα δασικά οικοσυστήματα είναι η αποψίλωση των δασών, οι πυρκαγιές, η διάβρωση και η ρύπανση (Ghazoul κ.α. 2015, Silverio κ.α. 2019). Η διαχείριση του εδάφους πρέπει να εξασφαλίζει, πέραν των άλλων, την πρόληψη της υποβάθμισης του ή καλύτερα τη συνεχή βελτίωσή του, γιατί θεωρείται ως ένας σημαντικός πλουτοπαραγωγικός πόρος που εξασφαλίζει στον άνθρωπο, μέσω των λειτουργιών του, σημαντικά υλικά αγαθά. Μεταξύ των συντελεστών σχηματισμού του εδάφους αλλά και της διαμόρφωσης των χαρακτηριστικών του ιδιοτήτων, καθοριστικό ρόλο παίζουν το κλίμα, η βλάστηση και οι γενικότερες γεωμορφολογικές συνθήκες της επιφάνειας της γης.

Σήμερα, τα δάση της χώρας μας καταλαμβάνουν τα αβαθή, φτωχά, πετρώδη, με μεγάλες κλίσεις εδάφη, που δεν μπορούν εύκολα να καλλιεργηθούν και συνήθως βρίσκονται μακριά από κατοικημένες περιοχές. Κάτω από ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες, για ένα συγκεκριμένο δασοπονικό είδος, η παραγωγικότητα ενός τόπου εξαρτάται αποκλειστικά από τις εδαφικές συνθήκες. Παράλληλα, στα όρια εξάπλωσης ενός δασοπονικού είδους, το είδος αυτό μπορεί να ανταπεξέρχεται καλύτερα κατά τις δυσμενείς κλιματικές συνθήκες, όσο ευνοϊκότερες γι' αυτό είναι οι εδαφικές συνθήκες.

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν σημαντική αιτία υποβάθμισης του εδάφους και απώλειας θρεπτικών στοιχείων μέσω της εξαέρωσης και της διάβρωσης (Gomez-Rey κ.α. 2013). Ωστόσο, το αποτέλεσμα των πυρκαγιών στους δείκτες ποιότητας του εδάφους, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ένταση και τη συχνότητά τους (Johnston and Barati 2013, Perez-Izquierdo κ.α. 2021).

Για τα δασικά οικοσυστήματα της Βόρειας Εύβοιας, η πυρκαγιά αποτέλεσε μια απότομη και καταστρεπτική αλλαγή στην υπάρχουσα κατάσταση της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων. Ένα μεγάλο μέρος αυτών των οικοσυστημάτων που διατηρούνταν για δεκάδες ή και εκατοντάδες χρόνια σε μία ισορροπία ροής των θρεπτικών στοιχείων, μετατοπίστηκε βίαια σε μια κατάσταση πλήρους αποδιοργάνωσης της δυναμικής των θρεπτικών στοιχείων, με όλες τις συνέπειες που ακολουθούν τις μεταβολές αυτές (Παπαϊωάννου και Παπαϊωάννου 2023). Πολλές εδαφικές ιδιότητες επηρεάστηκαν άμεσα ή έμμεσα μετά την πυρκαγιά. Οι άμεσες επιπτώσεις αφορούν τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων, την οξύτητα, τη μικροβιακή ποικιλότητα και ορισμένες φυσικές ιδιότητες. Οι σοβαρότερες όμως έμμεσες επιδράσεις, οι οποίες ήδη άρχισαν να εμφανίζονται, είναι η διαφορετική, τουλάχιστον για τα πρώτα χρόνια, χλωριδική σύνθεση της βλάστησης, αλλά και η διάβρωση του εδάφους, που παρατηρείται εκεί όπου επικρατούν μεγάλες κλίσεις (DeBano 2000). Η καύση της ιστάμενης και νεκρής οργανικής ουσίας, είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση της οξύτητας του εδάφους (Τάντος και Παπαϊωάννου 2006). Το ύψος της μεταβολής αυτής διαφοροποιείται από θέση σε θέση και εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα των κατιόντων που ελευθερώθηκαν από την πυρκαγιά, την έντασή της και τη ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους. Για παράδειγμα, στο μεγαλύτερο τμήμα της Βόρειας Εύβοιας που επικρατούν οι τριτογενείς αποθέσεις σε συνδυασμό με το μικρό ποσοστό αργίλου στο έδαφος και τη μειωμένη ρυθμιστική του ικανότητα, προσδιορίστηκαν μεγαλύτερες διαφορές στη μεταβολή της αντίδρασης του εδάφους.

Η συστηματική μελέτη και ο προσδιορισμός της γονιμότητας και των φυσικών δυνατοτήτων των ορεινών εδαφών, θα εξασφαλίσει τις απαραίτητες πληροφορίες για την καλύτερη χρήση και αποδοτικότερη εκμετάλλευσή τους, ενώ ταυτόχρονα θα υπάρχει η δυνατότητα να εξασφαλισθεί καλύτερα η προστασία τους και οι ευεργετικές τους επιδράσεις στο περιβάλλον (Παπαμίχος 2006).

Ο σκοπός αυτής της έρευνας ήταν η σύγκριση της γονιμότητας των εδαφών μεταξύ δύο κατηγοριών δασών χαλεπίου πεύκης, αυτών δηλαδή που καταστράφηκαν από την πυρκαγιά του έτους 2021 και αυτών που κήκον από την ίδια πυρκαγιά αλλά και από προηγούμενες πυρκαγιές σε διάστημα μικρότερο των 12 ετών. Όλες αυτές οι συστάδες αναπτύσσονται πάνω στο ίδιο μητρικό πέτρωμα από τριτογενείς αποθέσεις.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Αφορά τις περιοχές της Βόρειας Εύβοιας που κήκον από την πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021 και ορισμένες από αυτές, που είχαν καταστραφεί από προηγούμενες δασικές πυρκαγιές σε χρονικό διάστημα μικρότερο από 12 έτη. Στην δεύτερη περίπτωση πρόκειται για επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές με αποτέλεσμα την καταστροφή της νεαρής συστάδας πριν προλάβει να παράγει σπόρους. Η βλάστηση αυτών των περιοχών ήταν κυρίως δάση χαλεπίου πεύκης. Η χαλέπιος πεύκη είναι το κυρίαρχο είδος στη Βόρεια Εύβοια και το μεγαλύτερο μέρος των διπλοκαμένων δασών αναπτύσσεται σε υπόστρωμα τριτογενών αποθέσεων. Όλες αυτές οι περιοχές ανήκουν στην εποπτεία των δασικών υπηρεσιών Λίμνης και Ιστιαίας, μάλιστα το μεγαλύτερο μέρος αυτών των δασών, ανήκει ιδιοκτησιακά σε ιδιώτες. Τα δάση της χαλεπίου πεύκης αποτελούσαν σημαντική πηγή εισοδήματος για πάρα πολλούς ρητινοπαραγωγούς της Βόρειας Εύβοιας, αλλά και για πολλούς μελισσοκόμους της χώρας μας. Σε όλη την έκταση που κήκε εκτός από την καταστροφή της ζώσας βλάστησης, καταστράφηκε και ο δασικός τάπητας, μια σημαντική παρακαταθήκη για τη διατήρηση της γονιμότητας των δασικών οικοσυστημάτων.

Μέθοδος δειγματοληψίας

Για τον προσδιορισμό των εδαφικών συνθηκών έγιναν εδαφοτομές στις περιοχές που καταστράφηκαν από την τελευταία πυρκαγιά αλλά και σε αυτές που κήκον από δύο τουλάχιστον επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές σε χρονικό διάστημα μικρότερο από 12 έτη. Όλες οι εδαφοτομές έγιναν σε εδάφη που σχηματίστηκαν πάνω σε τριτογενείς αποθέσεις. Κατά την επιλογή των θέσεων των εδαφοτομών, λήφθηκε υπόψη το είδος της βλάστησης (χαλέπιος πεύκη) που προϋπήρχε, το

μητρικό πέτρωμα (τριτογενείς αποθέσεις), η ποιότητα τόπου και ορισμένα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά που θεωρήθηκαν χρήσιμα για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας. Οι εδαφοτομές έγιναν στην ίδια ποιότητα τόπου στις περιοχές και των δύο περιπτώσεων και είχαν πλάτος 0,80 m και το βάθος τους περιορίστηκε μέχρι τα 20 cm επειδή θεωρήθηκε ότι όλες οι μεταβολές στις ιδιότητες του εδάφους παρατηρούνται κυρίως μέχρι αυτό το βάθος. Πιο συγκεκριμένα, εδαφικά δείγματα ελήφθησαν από τα βάρη 0-10 και 10-20 cm.



Εικόνα 1. Τριτογενείς αποθέσεις στη Βόρεια Εύβοια
Picture 1. Tertiary deposits in Northern Evia

Εργαστηριακές αναλύσεις

Η μηχανική ανάλυση των δειγμάτων του εδάφους έγινε με τη μέθοδο του υδρομέτρου του Bouyoucos (Gee & Bauder 1982). Ο προσδιορισμός της αντίδρασης του εδάφους (pH) έγινε ηλεκτρομετρικά σε αιώρημα εδάφους - νερού σε αναλογία 1:1 (Mc Lean 1982). Για τον προσδιορισμό του οργανικού C χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υγρής οξειδωσης (Nelson και Sommers 1982). Το οργανικό N προσδιορίστηκε με την μέθοδο Kjeldahl (Stevenson 1982). Για τον διαθέσιμο P χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Olsen και ο προσδιορισμός του εκχυλίσιμου P έγινε με τη μέθοδο του μπλε του μολυβδαινικού αμμωνίου (Olsen and Sommers 1982). Τα εναλλακτικά κατιόντα Ca, Mg, K και Na προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10 g εδάφους με διάλυμα $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1N, pH 7 (Grant 1982). Τα διαθέσιμα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn και Cu προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10 g εδάφους με διάλυμα DTPA, pH 7,3 (Lindsay και Norvell 1978). Τα εκχυλισθέντα ιόντα Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn και Cu μετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης. Οι παραπάνω μετρήσεις και αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του ΑΠΘ.

Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων των εδαφών των περιοχών που κάηκαν από πυρκαγιά του 2021 και των περιοχών που κάηκαν από την πυρκαγιά του 2021 αλλά και πριν από 12 έτη (διπλοκαμένα) χρησιμοποιήθηκε το T test. Το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε ήταν $\alpha = 0.05$. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS 21.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Οι τριτογενείς αποθέσεις της Βόρειας Εύβοιας δίνουν εδάφη, κατά κανόνα, ελαφριά, βαθιά, ορισμένες φορές με όξινη (pH<7) αλλά κυρίως αλκαλική (pH>7) αντίδραση. Τα αλκαλικά εδάφη περιέχουν μεγάλες ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου. Μεγάλες εκτάσεις αυτής της κατηγορίας των εδαφών καλλιεργούνται γεωργικά στις χαμηλότερες κυρίως περιοχές της Βόρειας Εύβοιας ή είναι

βοσκότοποι χωρίς μέτρα προστασίας. Γενικά, οι αλλουβιακές αποθέσεις ως αποτέλεσμα της παράσυρσης και απόθεσης διάφορων υλικών από τη δράση του νερού τείνουν να δημιουργούν ποικιλία συνθηκών, ανάλογα και με την προέλευση των αρχικών υλικών, αλλά και τον τρόπο και χρόνο απόθεσης.

Στους δύο πίνακες που ακολουθούν, φαίνονται το pH, η συσσώρευση σε οργανική ουσία, ο λόγος C/N και οι ποσότητες των μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων, εκφρασμένες σε kg/ha με τη χρήση της φαινομενικής πυκνότητας, των εδαφών των καμένων και διπλοκαμένων δασικών εκτάσεων. Από τα αποτελέσματα του πίνακα 1 φαίνεται ότι για το βάθος των 0-10 cm του ανοργάνου εδάφους, παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο ως προς την ποσότητα του μαγνησίου, με υψηλότερη συσσώρευση στα εδάφη των διπλοκαμένων συστάδων. Παράλληλα από τον ίδιο πίνακα φαίνεται ότι η οργανική ουσία και ο φώσφορος προσδιορίστηκαν σε μεγαλύτερες ποσότητες στις διπλοκαμένες περιοχές, χωρίς ωστόσο να προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 1. pH, οργανική ουσία (t/ha) και θρεπτικά στοιχεία N, P, Ca, και Mg (kg/ha) στα εδάφη με μητρικό πέτρωμα τριτογενείς αποθέσεις στις καμένες και διπλοκαμένες δασικές εκτάσεις της Βόρειας Εύβοιας
Table 1. pH, organic matter (t/ha) and nutrients N, P, Ca and Mg (kg/ha) in soils with tertiary deposits as parent soil material, in burnt and double burnt forest areas of Northern Evia

Δάσος	pH	Οργ. ουσία (t/ha)	N (kg/ha)	C/N	P (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
<u>Βάθος 0 – 10 cm</u>							
Καμένο	7,50 ^{ns} (± 0,20)	79,59 ^{ns} (± 20,26)	3068,10 ^{ns} (± 370,1)	15,48 ^{ns} (± 5,43)	14,20 ^{ns} (± 4,03)	5216,71 ^{ns} (± 1078,51)	611,09* (± 41,92)
Διπλοκαμένο	7,35 (± 0,28)	83,88 (± 19,03)	3109,41 (± 417,8)	16,09 (± 5,56)	16,52 (± 4,43)	5124,65 (± 2919,72)	1054,73 (± 178,2)
<u>Βάθος 10 – 20 cm</u>							
Καμένο	7,51 ^{ns} (± 0,15)	58,37 ^{ns} (± 16,56)	2692,96 ^{ns} (± 1295,5)	13,38 ^{ns} (± 2,55)	14,57 ^{ns} (± 5,15)	5991,67 ^{ns} (± 1595,41)	778,69* (± 224,8)
Διπλοκαμένο	7,35 (± 0,23)	76,66 (± 21,18)	2726,48 (± 775,73)	17,30 (± 6,76)	13,94 (± 3,01)	5552,14 (± 3406,26)	1247,10 (± 173,8)

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι που εμφανίζονται στην ίδια στήλη ανά βάθος έχουν: ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά ($p > 0,05$), * στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$).

Ο συνδυασμός των ελαφρώς αυξημένων μεγαλύτερων ποσοτήτων της οργανικής ουσίας και των δύο θρεπτικών στοιχείων N και P στις διπλοκαμένες περιοχές, φαίνεται λογικός και μπορεί να αποδοθεί στην υψηλή θετική συσχέτιση της οργανικής ουσίας με τα δύο μακροστοιχεία (DeBano κ.α. 1979, Παπαμίχος 2006). Αντίθετα η ελαφρώς μεγαλύτερη ποσότητα ασβεστίου στο βάθος του εδάφους 0-10 cm των συστάδων που κάηκαν μόνο το 2021, θα μπορούσε να αποδοθεί στην διαφορετική προέλευση των εδαφικών στρωμάτων στις τριτογενείς αποθέσεις (Brady και Weil 1999). Γενικά, η εμφάνιση μεγαλύτερων ποσοτήτων οργανικής ουσίας και των κυριότερων θρεπτικών στοιχείων στις διπλοκαμένες περιοχές, προκαλεί ένα προβληματισμό στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας. Μια πιθανή εξήγηση θα μπορούσε να είναι η παραδοχή ότι μετά την πυρκαγιά που προηγήθηκε πριν το 2021, δεν παρουσιάστηκαν φαινόμενα διάβρωσης και απομάκρυνσης παραγωγικού επιφανειακού εδάφους. Η νέα βλάστηση που αναπτύχθηκε μέχρι το έτος 2021 βρισκόταν στο στάδιο της πυκνοφυτείας με αυξημένη ποώδη και δεντρώδη βιομάζα η οποία συνέβαλε καθοριστικά στην ταχεία αύξηση της οργανικής ουσίας στο επιφανειακό έδαφος (Papaioannou 2013).

Στο δεύτερο βάθος των 10-20 cm, η συσσώρευση του μαγνησίου στο έδαφος είναι σημαντικά υψηλότερη στις διπλοκαμένες περιοχές. Ελάχιστα διαφέρουν οι ποσότητες του φωσφόρου και του ασβεστίου μεταξύ των δύο περιπτώσεων που ερευνηθήκαν, με μεγαλύτερες συσσωρεύσεις στις συστάδες που κήκαν μόνο από την πυρκαγιά του 2021, χωρίς όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από τα στοιχεία του πίνακα 2 που αναφέρονται στις ποσότητες των μακροστοιχείων καλίου και νατρίου και των ιχνοστοιχείων χαλκού, σιδήρου, ψευδαργύρου και μαγγανίου, φαίνεται ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται για το βάθος 0-10 cm μόνο στο Na με μεγαλύτερη ποσότητα στα εδάφη των συστάδων που κήκαν μόνο το έτος 2021. Η μεγαλύτερη αυτή ποσότητα Na στο επιφανειακό έδαφος των πρόσφατα καμένων συστάδων χαλεπίου πεύκης, μπορεί να οφείλεται στη θέση και έκθεση των περιοχών αυτών σε σχέση με τους ανέμους που πνέουν από το Αιγαίο Πέλαγος (Papaioannou 2015).

Πίνακας 2. K, Na, Cu, Fe και Mn (kg/ha) στα εδάφη με μητρικό πέτρωμα τριτογενείς αποθέσεις στις καμένες και διπλοκαμένες δασικές εκτάσεις της Βόρειας Εύβοιας
Table 2. K, Na, Cu, Fe and Mn (kg/ha) in soils with tertiary deposits as parent soil material, in burnt and double burnt forest areas of Northern Evia

Δάσος	K (kg/ha)	Na (kg/ha)	Cu (kg/ha)	Fe (kg/ha)	Zn (kg/ha)	Mn (kg/ha)
<u>Βάθος 0 – 10 cm</u>						
Καμένο	365,16 ^{ns} (± 18,95)	42,97 [*] (± 1,20)	0,50 ^{ns} (± 0,17)	2,06 [*] (± 1,03)	0,37 ^{ns} (± 0,15)	18,68 ^{ns} (± 20,91)
Διπλοκα μένο	327,35 (± 112,9)	34,61 (± 1,26)	0,40 (± 0,19)	3,97 (± 0,36)	0,38 (± 0,13)	141,74 (± 82,40)
<u>Βάθος 10 – 20 cm</u>						
Καμένο	266,64 ^{ns} (± 89,49)	42,85 ^{ns} (± 0,59)	0,57 ^{ns} (± 0,28)	1,57 ^{ns} (± 0,55)	0,31 ^{ns} (± 0,08)	20,79 ^{ns} (± 5,37)
Διπλοκα μένο	310,21 (± 126,9)	47,69 (± 8,22)	0,36 (± 0,15)	2,28 (± 0,11)	0,29 (± 0,10)	80,07 (± 72,09)

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι που εμφανίζονται στην ίδια στήλη ανά βάθος έχουν: ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά ($p > 0,05$), * στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$).

Από τον ίδιο πίνακα φαίνεται ότι και ο Fe παρουσιάζει για το ίδιο βάθος στατιστικά σημαντική διαφορά, με μεγαλύτερες ποσότητες στις διπλοκαμένες περιοχές. Τα στοιχεία K και Cu βρέθηκαν σε ελαφρώς μεγαλύτερες ποσότητες στα εδάφη των περιοχών που κήκαν μόνο το 2021, σε σύγκριση με τις διπλοκαμένες περιοχές, ο Zn εμφάνισε ίδιες ποσότητες και στις δύο περιπτώσεις και το Mn προσδιορίστηκε σε αρκετά μεγαλύτερες ποσότητες στα εδάφη των διπλοκαμένων συστάδων, χωρίς να προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τέλος, από τον πίνακα 2 για το δεύτερο βάθος των 10-20 cm, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά για κανένα στοιχείο μεταξύ των καμένων και διπλοκαμένων δασικών εκτάσεων. Γενικά, θα μπορούσε να γίνει η παραδοχή ότι οι διαφοροποιήσεις που εμφανίζονται και στα δύο εδαφικά βάθη μεταξύ καμένων και διπλοκαμένων περιοχών είναι αποτέλεσμα της διαφορετικής προέλευσης και ορυκτολογικής σύστασης των αρχικών υλικών από τις τριτογενείς αποθέσεις.

Το σοβαρό όμως πρόβλημα που αναμένεται να παρουσιαστεί και ήδη αρχίζει να φαίνεται, αφορά την απουσία φυσικής αναγέννησης των διπλοκαμένων περιοχών της χαλεπίου πεύκης. Το πρόβλημα αυτό προκύπτει σε όλες εκείνες τις περιπτώσεις που ο χρόνος μεταξύ δύο αλληπάλληλων πυρκαγιών είναι μικρότερος από 12 έτη, αφού όπως είναι γνωστό η χαλέπιος πεύκη χρειάζεται τόσα έτη για να παράγει για πρώτη φορά κώνους.

Σχεδόν σε όλη την επιφάνεια των διπλοκαμένων επιφανειών υπάρχουν σήμερα κορμίδια χαλεπίου πεύκης, καθώς και πλούσια ποώδης και θαμνώδης βλάστηση από αείφυλλα πλατύφυλλα. Συνεπώς, για την επιλογή και την προετοιμασία κάθε θέσης, που πρόκειται να γίνει φύτευση φυταρίων χαλεπίου πεύκης, θα πρέπει:

- α) να υπάρχει σταθερότητα στο έδαφος,
- β) να αποφεύγονται θέσεις με βάθος εδάφους μικρότερο από 30 cm (εμφάνιση μητρικού πετρώματος),
- γ) να γίνεται απομάκρυνση της καμένης νεκρής βλάστησης και
- δ) σε μια περίμετρο 50-70 cm από τη θέση φύτευσης, να γίνεται καταστροφή και απομάκρυνση της ζώσας ανταγωνιστικής βλάστησης (Παπαϊωάννου και Παπαϊωάννου 2023).

Οι λάκκοι θα ανοίγονται σε μεγαλύτερο βάθος (τουλάχιστον 7-10 cm) από το μέγεθος του φυτοδοχείου των φυταρίων και το βάθος αυτό θα γεμίζει με χαλαρό επιφανειακό έδαφος πλούσιο σε οργανική ουσία και θα ακολουθεί ελαφρά συμπίεση. Τα φυτά της χαλεπίου πεύκης θα φυτεύονται στο ίδιο βάθος που έχει διαμορφωθεί μέσα στο φυτοδοχείο. Εδώ θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η κατακρήνη του εδάφους, έτσι ώστε όταν σταθεροποιηθεί το εδαφικό περιβάλλον, ο ριζικός κόμβος να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους. Παράλληλα, σε κάθε θέση φύτευσης, κρίνεται αναγκαίο να διαμορφώνεται ένας λάκκος προστασίας και βελτίωσης της υδατοσυγκράτησης, με διάμετρο τουλάχιστον 30 cm και βάθος 10 έως 15 cm. Ο ρόλος αυτού του λάκκου θα είναι διπλός, αφενός θα χωροθετεί το φυτό για μελλοντικούς χειρισμούς (σκάλισμα, ξεβοτάνισμα), και αφετέρου, θα συγκεντρώνει μεγαλύτερη ποσότητα νερού σε σχέση με μία ελεύθερη επιφάνεια (Παπαϊωάννου και Παπαϊωάννου 2023). Η ίδια διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί σε όλη την ευρύτερη περιοχή, εκεί όπου θα χρειαστεί να γίνει αναδάσωση με φυτεύσεις φυταρίων.

Συμπεράσματα

Τα εδάφη που σχηματίστηκαν πάνω σε τριτογενείς αποθέσεις και η βλάστησή τους αποτελείται από συστάδες χαλεπίου πεύκης στη Βόρεια Εύβοια, έχουν ουδέτερη έως ελαφρώς αλκαλική αντίδραση. Οι χημικές αναλύσεις έδειξαν ότι οι περιοχές οι οποίες κάηκαν από δύο αλληπάληλες πυρκαγιές σε διάστημα μικρότερο των 12 ετών, με τελευταία το έτος 2021, παρουσίασαν στις περισσότερες περιπτώσεις μεγαλύτερες ποσότητες στην οργανική ουσία και στα τρία σπουδαιότερα θρεπτικά στοιχεία N, P και K στο έδαφος, σε σχέση με τις περιοχές που κάηκαν μόνο από την πυρκαγιά του έτους 2021. Τα άμεσα μέτρα προστασίας μετά την πυρκαγιά, καθώς και οι ήπιες κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν κυρίως κατά το πρώτο έτος, συνέβαλλαν καθοριστικά στη διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών. Οι επεμβάσεις με φυτεύσεις ή σπορά για τη διατήρηση του δάσους της χαλεπίου πεύκης στις διπλοκαμένες περιοχές, πρέπει να γίνονται άμεσα, με σκοπό την μεγαλύτερη επιτυχία και την αποφυγή ανταγωνιστικής ποώδους ή θαμνώδους βλάστησης.

Abstract

In the present study was determined the effect of repeated forest fires, on soil chemical properties in *Pinus halepensis* Mill. ecosystems within the burnt areas of Northern Evia, in which the parent soil material is tertiary deposits. For the purpose of the research, soil samples were taken from two surface depths, from Aleppo pine stands, that were destroyed by the fire of 2021 and from younger stands, that were burnt by at least two consecutive fires over a period of 12 years, with the last fire to be that of year 2021. The results of the research showed, that the two repeated fires in Northern Evia did not cause serious soil fertility losses, mainly because of the favorable conditions of the penultimate fire and additionally, because of the large biomass production from the dense plantation which re-accoutered the soil with organic matter and nutrients.

Βιβλιογραφία

- Alcaniz, M., Outeiro, L., Francos, M., Ubeda, X. 2018. Effects of prescribed fires on soil properties: a review. *Sci Total Environ* 613:944–957.
- Brady, N.C., Weil, R.R. 1999. *The Nature and Properties of Soils*, 12th ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 881 p.

DeBano, L.F., Eberlein, G.E., Dunn, P.H. 1979. Effects of burning on chaparral soils» I. Soil nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 504-509.

DeBano, L.F. 2000. The role of fire and soil heating on water repellency in wildland environments: a review. *J Hydrol* 231:195–206.

Gee, G.W., Bauder, J.W., 1982. Particle size analysis. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*, A.L. Page (ed.), American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp:383-409.

Ghazoul, J., Burivalova, Z., Garcia-Ulloa, J., King, L.A. 2015. Conceptualizing forest degradation. *Trends Ecol Evol* 30(10):622–632.

Grant, E.G. 1982. Exchangeable cations. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*, A.L. Page (ed.), American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp:159-164.

Gomez-Rey, M.X., Couto-Vazquez, A., Garcia-Marco, S., Gonzalez-Prieto, S.J. 2013. Impact of fire and post-fire management techniques on soil chemical properties. *Geoderma* 195:155–164.

Johnston, M.D., Barati, M. 2013. Calcium and titanium as impurity getter metals in purification of silicon. *Sep Purif Technol* 107:129–134.

Lal, R. 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability* 7(5):5875–5895.

Lindsay, W. L., Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zink, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3), 421-428.

Mc Lean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*, A.L. Page (ed.), Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 199-223.

Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. Total carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*, A.L. Page (ed.). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 539-577.

Olsen, S.R., Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*, A.L. Page (ed.), American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp: 403-427.

Παπαϊωάννου, Α. 1993. Σχέσεις παραγωγικότητας με μορφές και χαρακτηριστικά του δασικού χούμου σε δάση μαύρης πεύκης και οξιάς στη β. Ελλάδα. Διδ. Διατριβή ΑΠΘ.

Παραϊοαννου, Α.Γ. 2013. Assessment of the Empirical Management Method of Coppice Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Forests Practiced by the Monks and its Effect on the Availability of Forest Soil Resources in Mount Athos, Greece. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 41(1), 317-325.

Παραϊοαννου, Α.Γ. 2015. Ecological and Soil Conditions of Black Pine (*Pinus Nigra* Arn.) Stands in the Area of the Russian Monastery at Mount Athos. *Russ J Ecol* 46(5): 438–443.

Παπαϊωάννου, Α., Παπαϊωάννου Ε. 2023. Εδαφολογική μελέτη στη βόρεια Εύβοια μετά την πυρκαγιά του έτους 2021. Μελέτη αναδάσωσης στην Εύβοια, συλλογή στοιχείων, εργασίες υπαίθρου, εδαφικές αναλύσεις σελ 101.

Παπαμίχος, Ν.Θ. 2006. Δασικά Εδάφη. Σχηματισμός-Ιδιότητες-Συμπεριφορά. Θεσσαλονίκη.

Perez-Izquierdo, L., Clemmensen, K.E., Strengbom, J., Granath, G., Wardle, D.A., Nilsson, M.C., Lindahl, B.D. 2021. Crown-fire severity is more important than ground-fire severity in determining soil fungal community development in the boreal forest. *J Ecol* 109(1):504–518.

Silverio, D.V., Brando, P.M., Bustamante, M.M., Putz, F.E., Marra, D.M., Levick, S.R., Trumbore, S.E. 2019. Fire, fragmentation, and windstorms: a recipe for tropical forest degradation. *J Ecol* 107(2):656–667.

Stevenson, F.J. 1982. Nitrogen-Organic forms. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*, A.L. Page (ed.), American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp:625-641.

Τάντος, Β., Παπαϊωάννου, Α. 2006. Δασική εδαφολογία. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, σελ. 154.

Θεματική Ενότητα: Δασική Εδαφολογία

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (*CASTANEA SATIVA* MILL.)

Ιωάννου, Μαρία-Ελισάβετ¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκης, Τομέας Δασικής Παραγωγής-Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, TK-54124, Θεσσαλονίκη, marielis@for.auth.gr

Περίληψη

Η καστανιά (*Castanea sativa* Mill.) είναι ένα πολύτιμο δασοπονικό είδος στην Ελλάδα, που θα μπορούσε να στηρίξει την ορεινή οικονομία. Στην παρούσα έρευνα, διερευνήθηκε η επίδραση του υποστρώματος στην ανάπτυξη, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τη μυκορριζική αποίκηση φυτών καστανιάς, με στόχο την παραγωγή ανθεκτικών φυτών, κατάλληλων για χρησιμοποίηση σε φυτείες ή σε αναδάσωσης δασικών οικοσυστημάτων. Η καστανιά είναι ένα δασικό είδος το οποίο σχηματίζει εκτομυκορριζικές συμβιώσεις. Η ανάπτυξη των φυτών καστανιάς πραγματοποιήθηκε σε φυτοδοχεία όγκου 5 λίτ και η διάρκεια του πειράματος κάλυψε μια βλαστική περίοδο. Από τα αποτελέσματα της έρευνας, φαίνεται ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα με μυκορριζική αποίκηση, παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στα αυξητικά χαρακτηριστικά (ύψος και αριθμός φύλλων), καθώς και στην βιομάζα, σε σχέση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε αποστειρωμένο υπόστρωμα.

Λέξεις κλειδιά: *Castanea sativa* Mill., εκτομυκόρριζα, βιομάζα, μυκορριζικός αποικισμός

Εισαγωγή

Το γένος *Castanea* αποτελεί μέρος της οικογένειας Fagaceae. Φύεται στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*), πρόκειται για φυλλοβόλα δένδρα και απαρτίζεται από περίπου 13 είδη, μόνο ένα εκ των οποίων εντοπίζεται στην χώρα μας και συγκεκριμένα το είδος *Castanea sativa* Mill. (Αθανασιάδης, 1986). Η καστανιά, είναι ημισκίοφυτο, μακρόβιο, απαιτητικό είδος, ευαίσθητο σε πρώιμους και όψιμους παγετούς. Σχηματίζει πλατιά και πυκνή κόμη, ενώ αναπτύσσει ξύλο που διακρίνεται για την υψηλή του ποιότητα εξαιτίας των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του, που καθιστούν τα προϊόντα του ασυναγώνιστα για υπαίθριες κατασκευές σε μεσογειακά περιβάλλοντα (Ραφαϊοάννου 2013). Ο βιολογικός της κύκλος έχει διάρκεια 6-7 μήνες.

Καλλιεργείται σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρώπης και εντοπίζεται σε όλες τις χώρες που βρέχονται από τη Μεσόγειο θάλασσα (Conedera κ.α. 2004, Tug & Kurt 2010). Φύεται σε ποικιλία εδαφών και οι καλύτερες συνθήκες εμφανίζονται σε βαθιά εδάφη, μετρίως γόνιμα, με pH κοντά στο 4,0-4,5 (Kerr & Evans 1993) ή στο 5,5 (Bourgeois κ.α. 2004). Για την ιδανική ανάπτυξη, προτιμά χαλαρά και νωπά εδάφη, ευδοκιμώντας σε εδάφη με μεγάλες ποσότητες καλίου, φωσφόρου και αργίλου (αμμοαργιλώδη) (Rubio κ.α. 2002).

Στην Ελλάδα, τα δάση καστανιάς είναι φυσικά εγγενή οικοσυστήματα και αναπτύσσονται σε 400-1000 μέτρα υψόμετρο (National Forest Survey 1992), εμφανίζονται στα όρη σχεδόν όλης της ηπειρωτικής Ελλάδας, καθώς και στα νησιά Εύβοια, Λέσβο και Κρήτη. Τα δάση καστανιάς που βρίσκονται υπό εκμετάλλευση, παράγουν ετησίως 30.000-40.000 κ.μ. κυρίως τεχνικού ξύλου και καταλαμβάνουν συνολική έκταση 33.081 ha (Εθνική απογραφή Δασών, 1992), ενώ τα μεγαλύτερα ποσοστά βρίσκονται σε περιοχές του Αγίου Όρους (23,53%) και του Πηλίου (18,34%) (Χαβενετίδου 2009). Η ποσότητα αυτή παράγεται κατά βάση από πρεμνοφυή δάση, που έχουν μεγάλη οικονομική αξία, καθώς είναι από τα μοναδικά δάση που παράγουν μεγάλες ποσότητες

τεχνικού ξύλου με υψηλή αξία σε μικρό περίτροπο χρόνο, ενώ προσφέρονται και για εντατική καλλιέργεια και έτσι απασχολούν περισσότερο προσωπικό (Διαμαντής 2004).

Η καστανιά έχει καρπό κάρυο και περικλείονται έως και τρεις καρποί στον αχινό, ένα εχινώδες περίβλημα (Δημουλάς 1986). Μεγαλύτερων διαστάσεων καρποί εμφανίζονται συνήθως πιο ποιοτικοί, με μεγαλύτερη βλαστική ικανότητα και σπουδαιότερο γενετικό δυναμικό (Toop κ.α. 1990, Davidson κ.α. 1996). Οι μεγάλοι σπόροι, θεωρούνται αποτελεσματικότεροι στη φύτευση και πορεία αύξησης του δένδρου σε φυσικά δασικά οικοσυστήματα, ενώ οι μικρότεροι θεωρούνται καταλληλότεροι για σπορά στα φυτώρια, σε ελεγχόμενες συνθήκες (Gross 1984). Η αξιολόγηση των φυταρίων μπορεί να γίνει είτε χρησιμοποιώντας ορισμένα αυξητικά χαρακτηριστικά, του ύψους, του αριθμού των φύλλων, της διαμέτρου του ριζικού κόμβου, του ξηρού βάρους και του λόγου ρίζας/βλαστού, είτε με την χημική αξιολόγηση της σύστασης των ιστών του φυτού. Ένας αποτελεσματικός δείκτης που μπορεί να χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση της ποιότητας των φυτών, είναι το ύψος (Degrande κ.α. 2013).

Με τον όρο μυκόρριζα αναφερόμαστε στη συμβίωση που συνάπτει η ρίζα ενός φυτού με ένα μύκητα του εδάφους, η οποία είναι επωφελής και για τα δυο μέλη. Η συμβίωση με το μύκητα ευεργετεί το φυτό, καθώς ο μύκητας παρέχει θρεπτικά στοιχεία και νερό σε αυτό, ενώ το φυτό παρέχει στον μύκητα προϊόντα φωτοσύνθεσης (Smith & Read 1997). Στις ωφέλειες συμπεριλαμβάνονται η καλή αύξηση και η καλύτερη προσαρμογή (Ρουμπελάκη-Αγγελάκη 2011). Οι ρίζες όλων των ειδών της οικογένειας Fagaceae, που ανήκει η καστανιά, σχηματίζουν εκτομυκορριζικές συμβιώσεις (Palmer κ.α. 2008). Οι εκτομυκόρριζες, λόγω του ότι βοηθούν τα φυτά να αναπτυχθούν και να επιβιώσουν, έχουν καθοριστικό ρόλο στην αποκατάσταση και αναγέννηση των υποβαθμισμένων δασικών οικοσυστημάτων (Ito and Reshi, 2013). Οι καστανιές που έχουν αποικιστεί, εκμεταλλεύονται αποτελεσματικότερα τα θρεπτικά στοιχεία, όπως άζωτο και φώσφορο, ευνοώντας τα φυτά που βρίσκονται σε αρχικά στάδια ανάπτυξης και ιδιαίτερα σε συνθήκες περιορισμένων ποσοτήτων διαθεσιμότητας θρεπτικών στοιχείων (Bauman κ.α. 2017). Επιπλέον, ο εκτομυκορριζικός αποικισμός, έχει αποδειχθεί ότι προστατεύει τα φυτά της καστανιάς από παθογόνους μύκητες των ριζών, όπως τον *Phytophthora* spp. (Branzanti κ.α. 1999) και βοηθάει στον περιορισμό της τοξικότητας των μετάλλων (Iordache κ.α. 2009), ιδιαίτερα των βαρέων μετάλλων (Bauman κ.α. 2012), ενώ οδηγεί σε οικονομία άνθρακα (Bauman κ.α. 2017). Ακόμη, διαμέσου των μυκηλιακών υφών των μυκήτων, τα φυτά, με διάφορα χημικά σήματα, επικοινωνούν μεταξύ τους και ανταλλάσσουν πληροφορίες για το περιβάλλον τους και προσαρμόζονται ανάλογα (Gorzalak κ.α. 2015). Φυτά που δεν αναπτύσσουν μυκόρριζα, παρουσιάζουν βραδύτερη αύξηση και μεγαλύτερους χρόνους αντιμετώπισης καταστάσεων stress (Read & Boyd 1986).

Για τα δασικά εδάφη, έχει αποδειχθεί ότι η παρουσία μυκόρριζας καθορίζει την αύξηση της βιομάζας, ενώ για τα φυτά θερμοκηπίων, η ανάπτυξή της πριν την μεταφύτευση είναι καθοριστικής σημασίας (Le Tacon κ.α. 1997). Σε εδάφη με βιολογική δραστηριότητα, δηλαδή σε όλα σχεδόν τα φυσικά οικοσυστήματα, υπάρχουν αυτόχθονες μυκορριζικοί μύκητες και η χρήση μυκορριζικού εμβολίου συνήθως δεν εμφανίζει κάποια διαφορά. Οι μυκόρριζες διακρίνονται σε 5 ή 6 τύπους, ενώ στις ρίζες των δασικών δέντρων συναντάμε συχνότερα τους τέσσερις, θυσανοειδείς (arbuscular mycorrhizas), εκτομυκόρριζες (ectomycorrhizas), ερικοειδείς (ericoid mycorrhizas), ορχιδοειδείς (orchid mycorrhizas) (Smith & Read 1997). Με τη μελέτη της ικανότητας των φυτών να συμβιώνουν με μύκητες, γίνονται κατανοητότερες οι συμβιωτικές σχέσεις και οι βιολογικοί μηχανισμοί που έχουν αναπτύξει τα φυτά και οι μύκητες, ώστε να επιβιώνουν σε διαφορετικά περιβάλλοντα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της μυκόρριζας στην ανάπτυξη σποροφύτων καστανιάς (*Castanea sativa* Mill.). Η έρευνα αφορούσε τη μελέτη της προσαρμογής και ανάπτυξης φυτών καστανιάς σε εδάφη που προϋπήρχε δραστηριότητα μικροοργανισμών και σε εδάφη που προηγήθηκε η καταστολή τους. Στα μονοετή φυτά που αναπτύχθηκαν στα δύο υποστρώματα μετρήθηκε το ύψος, ο αριθμός φύλλων, το ξηρό βάρος (υπέργειο και ριζικού συστήματος) και ο μυκορριζικός αποικισμός.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τις ανάγκες του πειράματος, χρησιμοποιήθηκαν άγρια κάστανα από την περιοχή Λιβάδι-Περιστερά, του νομού Θεσσαλονίκης. Το ανόργανο έδαφος πλήρωσης των φυτοδοχείων προήλθε από έδαφος που αναπτύχθηκε από μητρικό πέτρωμα γνεύσιου και συγκεκριμένα από την περιοχή της Αγίας Αναστασίας, του νομού Θεσσαλονίκης. Ο δασικός τάπητας καστανιάς που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα, συλλέχθηκε από τη δασική περιοχή του Ταξιάρχη, του νομού Χαλκιδικής.

Ως υπόστρωμα πλήρωσης στην παρούσα έρευνα, χρησιμοποιήθηκε μίγμα αποτελούμενο από τα παρακάτω υλικά:

- α) 50% δασικό ανόργανο έδαφος γνεύσιου, με υφή αμμοπηλώδη και pH 5,72
- β) 30% δασικός τάπητας καστανιάς
- γ) 20% περλίτης

Στους πίνακες 1 και 2 παρουσιάζονται οι χημικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και του δασικού τάπητα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του υποστρώματος πλήρωσης των φυτοδοχείων.

Πίνακας 1. Χημικές ιδιότητες εδάφους γνεύσιου, Αγ. Αναστασίας
Table 1. Chemical properties of gneiss soil, Ag. Anastasia

	Έδαφος γνεύσιου
pH	5,72
Οργ. άνθρακας (%)	2,11
N (%)	0,17
P (mg/100g εδ.)	11,58
Ca (cmol _c /kg)	7,69
Mg (cmol _c /kg)	1,89
K (cmol _c /kg)	0,18
Na (cmol _c /kg)	0,11
Fe (mg/kg)	21,08
Mn (mg/kg)	14,34
Cu (mg/kg)	1,31
Zn (mg/kg)	1,22

Πίνακας 2. Χημικές ιδιότητες δασικού τάπητα καστανιάς, Ταξιάρχη
Table 2. Chemical properties of chestnut forest floor, Taxiarchis

	Δασικός τάπητας καστανιάς
Οργ. ουσία (%)	68,95
N (%)	1,53
P (g/kg)	1,08
Ca (g/kg)	14,31
Mg (g/kg)	3,49
K (g/kg)	2,87
Na (g/kg)	0,26
Fe (mg/kg)	3763,43
Mn (mg/kg)	654,49
Cu (mg/kg)	4,96
Zn (mg/kg)	49,65

Το έδαφος γνεύσιου που χρησιμοποιήθηκε είναι μετριώς όξινο, με επαρκές ποσοστό οργανικού άνθρακα. Είναι καλά εφοδιασμένο σε άζωτο, φώσφορο, κάλιο, αλλά και σε όλα τα μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Ο δασικός τάπητας καστανιάς αντίστοιχα, κρίνεται ότι είναι καλά εφοδιασμένος σε όλα τα μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία.

Η συλλογή των κάστανων πραγματοποιήθηκε στα μέσα Οκτωβρίου του έτους 2020, έγινε πλύση των καρπών και οι φαινομενικά ακατάλληλοι απομακρύνθηκαν. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν σε ψυγείο στους 3-5°C μέχρι τη χρησιμοποίησή τους. Το βάρος κάθε καρπού που χρησιμοποιήθηκε ήταν περίπου 10 g.

Οι χειρισμοί που πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν οι εξής:

- έδαφος γνεύσιου + περλίτης + δασικός τάπητας καστανιάς
- αποστειρωμένο έδαφος γνεύσιου + περλίτης + αποστειρωμένος δασικός τάπητας καστανιάς

Η αποστείρωση του υποστρώματος του ενός χειρισμού έγινε σε φούρνο. Τοποθετήθηκαν τόσο το έδαφος γνεύσιου όσο και ο δασικός τάπητας σε φούρνο, για 48 ώρες στους 105 °C.

Στη συνέχεια έγινε πλήρωση των φυτοδοχείων όγκου 5 L και ακολούθησε η σπορά των κάστανων. Η σπορά έγινε στις 12 Απριλίου του 2021 και σε κάθε χειρισμό υπήρχαν 8 επαναλήψεις.

Η ανάπτυξη των φυτών καστανιάς πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος στο Φοίνικα, με ταυτόχρονη εγκατάσταση συστήματος αυτόματης άρδευσης, με νερό ύδρευσης από την πόλη της Θεσσαλονίκης.

Πραγματοποιήθηκαν επαναλαμβανόμενες μετρήσεις των αυξητικών χαρακτηριστικών (ύψος φυτού και αριθμός φύλλων) και στους δύο χειρισμούς, σε μηνιαία βάση, μέχρι τη χρονική στιγμή της εξαγωγής τους. Η εξαγωγή των φυταρίων από τα φυτοδοχεία, έγινε στις 2 Οκτωβρίου του ίδιου έτους.

Στη συνέχεια, διαχωρίστηκε το κάθε φυτό σε φύλλα, βλαστό και ρίζα. Τα δείγματα πλύθηκαν με απιονισμένο νερό και μέρος του νωπού ριζικού συστήματος λήφθηκε για καταμέτρηση του μυκορριζικού αποικισμού. Ελήφθησαν τυχαία 3 δείγματα ριζικού συστήματος από τον κάθε χειρισμό για την πραγματοποίηση της καταμέτρησης του αποικισμού με βάση την μέθοδο των Phillips και Hayman (1970). Σύμφωνα με τη μέθοδο Phillips and Hayman, τμήματα 5 g νωπού βάρους των ριζών των φυτών, αφού ξεπλύθηκαν με νερό σε κόσκιο 250 μm, εμβαπτίστηκαν για 40 min, σε διάλυμα 10% KOH στους 80°C σε δοκιμαστικούς σωλήνες. Ξεπλύθηκαν οι ρίζες και αφού καλύφθηκαν με νερό, έγινε πρόσθεση μίγματος οξέων σε μορφή μερικών σταγόνων, 3,6N HCl – 1,4N HNO₃ και τα δείγματα παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για τουλάχιστον 15 min. Στη συνέχεια, αφαιρέθηκε το διάλυμα οξέων και έγινε μεταφορά των ριζών σε διάλυμα 5% μελάνι με κοινό ξύδι (Vierheilig κ.α. 1988). Μετά το χρωματισμό τους, απλώθηκαν οι ρίζες σε τριβλίο Petri με πλέγμα και καταμετρήθηκε ο αποικισμός στο στερεοσκόπιο, με φακό x10 (για λεπτομέρειες 40x), με τη μέθοδο της διασταύρωσης των ριζών με το πλέγμα, παρατηρώντας 100 διασταυρώσεις (Brundrett κ.α. 1996).

Ακολούθησε ξήρανση των δειγμάτων σε φούρνο, θερμοκρασίας 74 °C, για 48 ώρες. Τα δείγματα μετά την ξήρανση, ζυγίστηκαν και αποθηκεύτηκαν σε ειδικά πλαστικά δοχεία, σε περίπτωση ανάγκης χρησιμοποίησής τους σε περαιτέρω αναλύσεις.

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με συγκρίσεις των μέσων όρων των μορφολογικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν μεταξύ των δύο χειρισμών με το T test, με επίπεδο σημαντικότητας α=0,05.

Αποτελέσματα

Στον πίνακα 3, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για το ύψος των δύο χειρισμών. Παρατηρείται ότι στην πρώτη μέτρηση δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των δύο χειρισμών. Στις υπόλοιπες μετρήσεις παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές και συγκεκριμένα, τα ύψη των φυτών στο μη αποστειρωμένο υπόστρωμα εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές συγκριτικά με αυτές στο αποστειρωμένο υπόστρωμα. Ο μέσος όρος των μετρήσεων των υψών στο τέλος της βλαστικής περιόδου των φυτών του αποστειρωμένου υποστρώματος ισούται με 55,37 cm, ενώ του μη αποστειρωμένου με 83,75 cm.

Πίνακας 3. Επίδραση της αποστείρωσης του υποστρώματος στην καθ' ύψος αύξηση των φυτών του είδους *Castanea sativa*
Table 3. Effect of substrate sterilization on height growth of *Castanea sativa* plants

	Ύψος (M.O., cm, T.A.)	
	Αποστειρωμένο υπόστρωμα	Μη αποστειρωμένο υπόστρωμα
1 ^η μέτρηση	30,87 ^{ns} ±6,08	33,00 ±5,07

2 ^η μέτρηση	37,87* ±6,85	49,50 ±10,04
3 ^η μέτρηση	52,12* ±10,44	77,00 ±12,62
4 ^η μέτρηση	54,12* ±11,47	82,50 ±15,89
5 ^η μέτρηση	55,37* ±12,76	83,75 ±17,00

Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων των υγών των φυτών ανάμεσα στους δύο χειρισμούς (αποστειρωμένο και μη αποστειρωμένο υπόστρωμα) χρησιμοποιήθηκε το T test, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

ns: δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ($p > 0,05$) μεταξύ των δύο μέσων όρων,

*: υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των δύο μέσων όρων

Στον πίνακα 4, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων του αριθμού των φύλλων των δύο χειρισμών. Παρατηρείται ότι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των δύο χειρισμών. Στις υπόλοιπες μετρήσεις παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές και συγκεκριμένα, ο αριθμός των φύλλων των φυτών στο μη αποστειρωμένο υπόστρωμα εμφανίζεται μεγαλύτερος, συγκριτικά με αυτόν στο αποστειρωμένο υπόστρωμα. Ο μέσος όρος του αριθμού των φύλλων, στο τέλος της βλαστικής περιόδου των φυτών, του αποστειρωμένου υποστρώματος ισούται με 15,50, ενώ του μη αποστειρωμένου με 23,87.

Πίνακας 4. Επίδραση της αποστείρωσης του υποστρώματος στον αριθμό φύλλων των φυτών του είδους *Castanea sativa*
Table 4. Effect of substrate sterilization on the number of the leaves of *Castanea sativa* plants

	Αριθμός φύλλων (M.O., T.A.)	
	Αποστειρωμένο υπόστρωμα	Μη αποστειρωμένο υπόστρωμα
1 ^η μέτρηση	11,00 ^{ns} ±2,62	10,37 ±1,19
2 ^η μέτρηση	11,25 ^{ns} ±1,67	13,37 ±2,67
3 ^η μέτρηση	15,25* ±3,57	22,75 ±3,95
4 ^η μέτρηση	15,37* ±3,42	23,62 ±3,96
5 ^η μέτρηση	15,50* ±3,29	23,87 ±4,28

Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων των αριθμών φύλλων των φυτών ανάμεσα στους δύο χειρισμούς (αποστειρωμένο και μη αποστειρωμένο υπόστρωμα) χρησιμοποιήθηκε το T test, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

ns: δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ($p > 0,05$) μεταξύ των δύο μέσων όρων,

*: υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των δύο μέσων όρων.

Πίνακας 5. Επίδραση της αποστείρωσης του υποστρώματος στο βάρος της ξηρής βιομάζας των φυτών του είδους *Castanea sativa*.

Table 5. Effect of substrate sterilization on the weight of dry biomass of *Castanea sativa* plants

	Ξηρή βιομάζα (M.O. g, T.A.)	
	Αποστειρωμένο υπόστρωμα	Μη αποστειρωμένο υπόστρωμα
Ριζικό σύστημα	23,07* ±4,72	33,62 ±8,00
Βλαστός	10,74* ±3,68	19,90 ±6,77
Φύλλα	7,83* ±2,59	12,73 ±4,25

Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων των αριθμών φύλλων των φυτών ανάμεσα στους δύο χειρισμούς (αποστειρωμένο και μη αποστειρωμένο υπόστρωμα) χρησιμοποιήθηκε το T test, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

*: υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των δύο μέσων όρων.

Στον πίνακα 5, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων της ξηρής βιομάζας των δύο χειρισμών στο τέλος του πειράματος. Παρατηρείται ότι τόσο στο υπέργειο ξηρό βάρος (βιομάζα βλαστού και φύλλων), όσο και στο υπόγειο, στην ξηρή βιομάζα του ριζικού συστήματος, υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στους μέσους όρους των χειρισμών και φαίνεται ότι η αποστείρωση του δασικού τάπητα καστανιάς και του εδάφους γνευσίου, έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του ξηρού βάρους των φυτών.

Οι μικρότερες τιμές ξηρού βάρους των φύλλων αλλά και των βλαστών των φυτών καστανιάς στο τέλος του πειράματος, παρουσιάστηκαν στην ομάδα φυτοδοχείων του χειρισμού με το αποστειρωμένο υπόστρωμα, σημειώνοντας σημαντικές διαφορές με αυτές των φυτών του μη αποστειρωμένου υποστρώματος. Ο μέσος όρος των τιμών των μετρήσεων του ξηρού βάρους των φύλλων στο τέλος της βλαστικής περιόδου των φυτών του αποστειρωμένου υποστρώματος ισούται με 7,83 g, ενώ του μη αποστειρωμένου με 12,73 g. Ο μέσος όρος των τιμών των μετρήσεων του ξηρού βάρους των βλαστών στο τέλος της βλαστικής περιόδου των φυτών του αποστειρωμένου υποστρώματος ισούται με 10,74 g, ενώ του μη αποστειρωμένου με 19,90 g.

Οι μικρότερες τιμές ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος των φυτών καστανιάς στο τέλος του πειράματος, παρουσιάστηκαν στα φυτά του χειρισμού με το αποστειρωμένο υπόστρωμα, παρουσιάζοντας σημαντικές διαφορές με το χειρισμό του μη αποστειρωμένου υποστρώματος. Ο μέσος όρος των τιμών των μετρήσεων του υπόγειου ξηρού βάρους στο τέλος της βλαστικής περιόδου των φυτών του αποστειρωμένου υποστρώματος ισούται με 23,07 g, ενώ του μη αποστειρωμένου με 33,62 g.

Στον πίνακα 6, παρουσιάζονται τα ποσοστά του μυκορριζικού αποικισμού. Το μικρότερο ποσοστό μυκορριζικού αποικισμού εμφανίστηκε στα φυτά του χειρισμού με το αποστειρωμένο υπόστρωμα, παρουσιάζοντας σημαντικές διαφορές με το χειρισμό του μη αποστειρωμένου υποστρώματος. Τα μεγαλύτερα ποσοστά αποικισμού παρατηρήθηκαν σε φυτά του χειρισμού του μη αποστειρωμένου υποστρώματος. Στα φυτά τα οποία αναπτύχθηκαν στο μη αποστειρωμένο υπόστρωμα, το μέσο ποσοστό μυκορριζικού αποικισμού ήταν 95%, ενώ στα φυτά του αποστειρωμένου υποστρώματος ήταν 65%. Φαίνεται ότι η αποστείρωση του δασικού τάπητα καστανιάς και του εδάφους γνευσίου, έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του μυκορριζικού αποικισμού, εμφανίζοντας σημαντικές διαφορές σε σχέση με την ομάδα φυτοδοχείων του μη αποστειρωμένου υποστρώματος, που παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές.

Πίνακας 6. Επίδραση της αποστείρωσης του υποστρώματος στη διαμόρφωση του μυκορριζικού αποικισμού των φυτών του είδους *Castanea sativa*.

Table 6. Effect of substrate sterilization on in the formation of mycorrhizal colonization of *Castanea sativa* plants

	Μυκορριζικός αποικισμός (%)	
	Αποστειρωμένο υπόστρωμα	Μη αποστειρωμένο υπόστρωμα
1 ^ο δείγμα ριζικού συστήματος	70	95
2 ^ο δείγμα ριζικού συστήματος	65	98
3 ^ο δείγμα ριζικού συστήματος	60	92
M.O., T.A.	95.00 * ± 3.00	65.00 a ± 5.00

Για τις συγκρίσεις των μέσων όρων των αριθμών φύλλων των φυτών ανάμεσα στους δύο χειρισμούς (αποστειρωμένο και μη αποστειρωμένο υπόστρωμα) χρησιμοποιήθηκε το T test, με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

*: υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των δύο μέσων όρων.

Ένα φυτό που προορίζεται για φύτευση, είναι ποιοτικά κατάλληλο όταν εμφανίζει καλά μορφολογικά χαρακτηριστικά και ανάπτυξη (Mattsson 1997). Φυτά με προβλήματα ευρωστίας και υγείας έχουν περιορισμένη επιβίωση και εμφανίζουν πολλά προβλήματα (Takoutsing κ.α. 2014). Στην παρούσα εργασία παρατηρείται σημαντική αύξηση του ύψους, του αριθμού φύλλων και της

παραγωγής βιομάζας των φυταρίων στους χειρισμούς όπου προϋπήρχε δραστηριότητα μικροοργανισμών στο υπόστρωμα. Αυτό πρέπει να αποδοθεί αποκλειστικά, στην συμβίωση των ριζών με μύκητες του εδάφους και θα πρέπει να σχετίζεται με την επάρκεια και διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων και νερού (Laroche κ.α. 1997), την καλύτερη προσαρμογή, αλλά και άμυνα σε ασθένειες και παθογόνους μικροοργανισμούς (Branzanti κ.α. 1999).

Η άποψη αυτή υποστηρίζεται και από τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μυκορριζικού αποικισμού. Στο χειρισμό που δεν πραγματοποιήθηκε αποστείρωση του υποστρώματος και ο μυκορριζικός αποικισμός εμφανίζεται υψηλότερος, παρατηρούνται και οι μεγαλύτερες τιμές του ύψους, του αριθμού των φύλλων και του ξηρού βάρους των φυτών. Μπορούμε να ισχυριστούμε λοιπόν ότι παρουσιάστηκε άμεση σύνδεση του μυκορριζικού αποικισμού με τα αυξητικά χαρακτηριστικά των φυτών, όπως και με τη βιομάζα τους. Συνοψίζοντας, η αποίκιση με μυκορριζικούς μύκητες αυξάνει τις πιθανότητες επιβίωσης και προσαρμογής του φυτού στις θέσεις εγκατάστασης και μπορεί να αποτελέσει καλλιεργητική πρόταση για τις αναδασώσεις στο μέλλον.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης της δραστηριότητας των μικροοργανισμών του εδάφους και συγκεκριμένα του μυκορριζικού αποικισμού στην ανάπτυξη φυτών του είδους *Castanea sativa*. Για αυτόν το σκοπό μελετήθηκε το ύψος των φυτών, ο αριθμός φύλλων και το ξηρό βάρος σε μονοετή φυτά του είδους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι:

- Στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης των φυτών δεν παρατηρήθηκε διαφορά στα αυξητικά χαρακτηριστικά καθώς η θρέψη βασίστηκε στις αποθησαυριστικές ουσίες του καρπού.
- Στον χειρισμό όπου δεν πραγματοποιήθηκε αποστείρωση του υποστρώματος παρουσιάστηκαν οι μεγαλύτερες τιμές στα αυξητικά χαρακτηριστικά, όπως και στη βιομάζα των φυτών καστανιάς.
- Στον χειρισμό, στον οποίο δεν προηγήθηκε αποστείρωση του υποστρώματος, τα ποσοστά μυκορριζικού αποικισμού ήταν υψηλότερα.
- Παρατηρήθηκε υπεροχή στα αυξητικά χαρακτηριστικά (ύψος, αριθμός φύλων) και στη συνολική βιομάζα των φυτών που εμφάνισαν μεγαλύτερα ποσοστά μυκορριζικού αποικισμού.

Abstract

The chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is a valuable forest species in Greece, which could support the economy in the highlands. In the present study, the influence of the substrate on the growth, physiological characteristics and mycorrhizal colonization of chestnut seedlings was investigated, with the aim of producing resistant plants, suitable for use in plantations or reforestation of forest ecosystems. Chestnut is a forest species, which forms ectomycorrhizal symbiosis. Chestnut seedlings were grown in 5-liter pots and the duration of the experiment covered one growth season period. From the results of the research, it appears that the plants which grew on substrate with mycorrhizal colonization, presented higher values in growth characteristics (height and number of leaves), as well as in biomass, than the plants which grew on sterilized substrate.

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης, Ν. Η. 1986. Δασική Βοτανική, Μέρος 1 : 2. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη.
- Αποτελέσματα της πρώτης εθνικής απογραφής δασών και δασικών εκτάσεων (1992). Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας, Αθήνα.
- Bauman, J.M., Keiffer, C.H., Hiremath, S. 2012. Facilitation of American chestnut (*Castanea dentata*) seedling establishment by *Pinus virginiana* in mine restoration. *Int. J. Ecol.*, Article ID 257326, 1-12.
- Bauman, J. M., Adamson, J., Brisbin, R., Cline, E. T., Keiffer, C. H. 2017. Soil Metals and Ectomycorrhizal Fungi Associated with American Chestnut Hybrids as Reclamation Trees on Formerly Coal Mined Land. *International Journal of Agronomy*, Article ID 9731212, 1-12.
- Bourgeois, C., Sevrin, E., Lemaire, J. 2004. *The Chestnut Tree and Wood*. 2nd revised Edition, Institut pour le Developpement Forestier, Paris.

Branzanti, M. B., Rocca, E., Pisi, A. 1999. Effect of ectomycorrhizal fungi on chestnut ink disease, *Mycorrhiza*, 9(2), 103–109.

Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M., Torriani, D. 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 161–179.

Davidson, R. H., Edwards, D. G. W., Sziklai, O., El-Kassaby, Y. A. 1996. Variation in germination parameters among Pacific silver fir populations. *Silva e Genetica*, 45, 165-171.

Degrande, A., Tadjou, P., Takoutsing, B., Asaah, E., Tsobeng, A., and Tchoundjeu, Z. 2013. Getting trees into farmers' fields: success of rural nurseries in distributing high quality planting material in Cameroon. *Small-scale Forestry*, 12, 403-420.

Δημουλάς, Ι. 1986. Η Καστανιά, Εκδοτικός Οίκος Αγροτική Τράπεζα Ελλάδος: σελ. 19-54, Αθήνα.

Διαμαντής, Σ. 2004. Νέες προοπτικές της καλλιέργειας της καστανιάς στην Ευρώπη με έμφαση ειδικά στην Ελλάδα. Στα πρακτικά (Εκδόσεις Βεκιάρη κ.α.): Ημερίδα για την καστανιά, 18 Σεπτεμβρίου 2002, Αθήνα, σελ. 25-35.

Gozelak, M.A., Asay, A.K., Pickles, B.J. and Simard, S. W. 2015. Inter-plant communication through mycorrhizal networks mediates complex adaptive behaviour in plant communities. *AoB Plants*, 7, p.plv050.

Gross, K. L. 1984. Effects of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic perennial plants. *Journal of Ecology*, 72, 369-387.

Iordache, V., Gherghel, F., Kothe, E. (2009). Assessing the effect of disturbances on ectomycorrhiza diversity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(2), 414–432.

Ito, Z.A., Reshi, Z.A. 2013. The multifunctional role of ectomycorrhizal associations in forest ecosystem processes. *The Botanical Review*, 79(3), 371-400.

Kerr, G., Evans, J. (1993). *Growing Broad Leaves for Timber*. Forestry Commission, London.

Laroche, A., Freyssac, V., Rahmani, A., Verger, J.P., Morvan, H. 1997. Growth and mineral content of young chestnut trees under controlled conditions of nutrition. *Annals of Forest Science*, 54, 681-693.

Le Tacon, F., Mousain, D., Garbaye, Bouchard, D., Churin, J. L., Argillier, C., Amirault, J.M., Genere, B. 1997. Mycorrhizes, pépinières et plantations en France. *Revue Forestiere. Francaise*, 131-154.

Mattsson, A. 1997. Predicting field performance using seedling quality assessment. *NewForests*, 13, 227-252.

Palmer, J. M., Lindner, D. L., Volk, T. J. 2008. Ectomycorrhizal characterization of an American chestnut (*Castanea dentata*)-dominated community in Western Wisconsin. *Mycorrhiza*, 19(1), 27-36.

Papaioannou, A. G. 2013. Assessment of the Empirical Management Method of Coppice Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Forests Practiced by the Monks and its Effect on the Availability of Forest Soil Resources in Mount Athos, Greece. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 41(1), 317-325.

Phillips J. M., Hayman D. S. 1970. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55, 158–161.

Read, D.J., Boyd, R. 1986. Water relations of mycorrhizal fungi and their host plants.

Ρουμπελάκη-Αγγελάκη, Κ. 2011. Φυσιολογία Φυτών. Από το μόριο στο περιβάλλον. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Rubio, A., Elena, R., Sánchez-Palomares, O., Blanco, A., Sánchez-Serrano, F., Gómez, V. 2002. Soil evaluation for *Castanea sativa* afforestation in north eastern Spain. *New Forests*, 23(2), 131-141.

Smith, S. E., Read, D. J. 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, Inc San Diego California. ISBN 0-12-652840-3.

Takoutsing, B., Tchoundjeu, Z., Degrande, A., Asaah, E., Gyau, A., Nkeumoe, F., Sobeng, A. 2014. Assessing the quality of seedlings in small-scale nurseries in the highlands of Cameroon: the use of growth characteristics and quality thresholds as indicators. *Small-scale Forestry*, 13, 65-77.

Toon, P.G., Haines, R.J., Dieters, M.J. 1990. Relationship between seed weight, germination and seedling-height growth in *Pinus caribae* Morele. var. *Hondurensis* barre and Golfri. *Seed Science and Technology*, 19, 389-402.

Tug, N.G., Kurt, L. 2010. An ecological and syntaxonomical overview of *Castanea sativa* and a new association in Turkey. *J. Environ. Biol.*, 31, 81-86.

Χαβενετίδου, Μ. 2009. Ανατομικά χαρακτηριστικά και τεχνικές ιδιότητες ξύλου πρεμνοφυούς καστανιάς (*Castanea sativa* Mill.) σε σχέση με την αξιοποίηση της (Διδακτορική διατριβή). Θεσσαλονίκη, ΑΠΘ.

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΜΟΝΟΠΑΤΙΩΝ ΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Τσιούρη, Αφροδίτη¹; Θεοχάρης, Ζάγκας²

¹ΑΠΘ, Τμ. Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124, Θεσ/νίκη, af_ro_di_ti@yahoo.gr,

²ΑΠΘ, Τμ. Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124, Θεσ/νίκη, zagas@for.auth.gr

Περίληψη

Η αφήγηση εκτός από είδος κειμένου είναι και μια έννοια που ενυπάρχει στον σχεδιασμό του τοπίου. Οι αφηγήσεις αποτελούν τη βάση για την κατανόηση ενός τοπίου και ιδιαίτερα των φυσικών ή ανθρωπογενών μεταβολών. Η αφήγηση ως πράξη επικοινωνίας εφαρμόζεται και στον σχεδιασμό ποικίλων δασικών μονοπατιών, τα οποία παρέχουν την ευκαιρία για αναψυχή, μάθηση και κριτική σκέψη. Τα αφηγηματικά σχεδιασμένα δασικά μονοπάτια είναι ιδανικός χώρος για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (ΠΕ). Με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού, οι μαθητές/τριες, ευρισκόμενοι/ες κυριολεκτικά εντός του δάσους, κατανοούν οικολογικές έννοιες και ευαισθητοποιούνται σε θέματα προστασίας και αειφορίας του δάσους. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί βιβλιογραφικά το θέμα του αφηγηματικού σχεδιασμού του τοπίου, με έμφαση στο σχεδιασμό δασικών μονοπατιών, για αποτελεσματικότερη ΠΕ.

Λέξεις κλειδιά: Αφηγηματικές διαδρομές, αφήγηση τοπίου, δασικό τοπίο, περιβαλλοντική εκπαίδευση, περιβαλλοντικά μονοπάτια.

Εισαγωγή

Η αφήγηση είναι μια έννοια που ενυπάρχει και στον σχεδιασμό του τοπίου (Potteiger & Purinton 1998). Όταν περιηγείται κανείς σε έναν σχεδιασμένο χώρο, αντιλαμβάνεται πολλών ειδών αφηγήσεις, που έχουν την αφετηρία τους στις προθέσεις του/της αρχιτέκτονα τοπίου ή στις απρόβλεπτες χρήσεις του χώρου (Μπιζά 2010, Τσιούρη 2015). Η αφήγηση δεν είναι μια απλή περιγραφή ενός αντικειμένου, αλλά δυναμική παρουσίαση αυτού. Ενώ η περιγραφή παρουσιάζει τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός αντικειμένου, ανεξάρτητα από τον χρόνο, η αφήγηση π.χ. ενός οικοσυστήματος, προσώπου, θεσμού, ιδέας κ.λπ., παρουσιάζει δυναμικά την ενέργεια, την κίνηση και τη μεταβολή των αντικειμένων μέσα στον χρόνο. Οι αφηγήσεις αποτελούν τη βάση για την κατανόηση ενός τοπίου με τις ειδικές φυσικές ή ανθρωπογενείς μεταβολές αυτού. Αλλά οι έννοιες είναι πολλές φορές σύνθετες και συχνά αμφισβητούνται. Αποτέλεσμα αυτών είναι να προκύπτουν τα παρακάτω ερωτήματα (Τσιούρη 2022): α) Είναι δυνατόν ο σχεδιασμός του τοπίου να αφηγείται μια συγκεκριμένη ιστορία, διάφορα φαινόμενα, μια πραγματικότητα; β) Τι αφηγήσεις θα πρέπει να παρουσιάζονται σχετικά με τη σημασία του τοπίου; γ) Ποια υποβοηθητικά μέσα μπορούν να οδηγήσουν στην κατανόηση του τοπίου; δ) Ποιος ο σχεδιασμός, έτσι ώστε να είναι κατανοητό και ελκυστικό στον/στην επισκέπτη/τρια;

Οι αφηγηματικές διαδρομές έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες περιπτώσεις, όπως για αναψυχή, έρευνα, διδασκαλία και μάθηση. Στην περίπτωση σχεδιασμού δασικών μονοπατιών (Κόντου 2015, Τσιούρη 2022), ο/η σχεδιαστής/τρια έχει στόχο να βιώσουν οι επισκέπτες/τριες σωματικά και συναισθηματικά τα φυσικά, βιολογικά, οικολογικά και άλλα φαινόμενα του δάσους. Σε κάποιες σχεδιαστικές μεθόδους αφήγησης του δασικού τοπίου μπορούν να συνεισφέρουν σχετικές επιστήμες και σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία (Akkerman κ.α. 2009, Lengkeek 2013, Yu 2019). Όλα αυτά μπορούν να συμβάλλουν αποτελεσματικά στην υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (ΠΠΕ) στο δάσος.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί βιβλιογραφικά το θέμα του αφηγηματικού σχεδιασμού του τοπίου, με έμφαση στο σχεδιασμό δασικών μονοπατιών και την συνεισφορά τους στην ΠΕ. Στους σκοπούς της εργασίας περιλαμβάνονται: η διευκρίνιση σχετικών βασικών εννοιών, η παρουσίαση βασικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται στον αφηγηματικό σχεδιασμό του τοπίου, τα οποία βοηθούν τους ανθρώπους αφενός να απολαύσουν το τοπίο και αφετέρου να

αποκτήσουν σχετικές γνώσεις. Μπορούν επίσης να συντελέσουν στην αποτελεσματικότερη εφαρμογή της ΠΕ στο δάσος.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μέθοδος για την παρουσίαση του ζητήματος της παρούσας έρευνας, είναι η λεπτομερής ανασκόπηση της σχετικής Ελληνόγλωσσης και ξενόγλωσσης βιβλιογραφίας. Είναι δηλαδή Review Paper, αφού συνθέτει αποτελέσματα από διάφορες βιβλιογραφικές πηγές. Επιχειρήθηκε η συγκέντρωση και επεξεργασία πληροφοριών σχετικών με τον αφηγηματικό σχεδιασμό του τοπίου και ιδιαίτερα των δασικών μονοπατιών και πως αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν στην ΠΕ.

Αποτελέσματα

Η έννοια της αφήγησης του τοπίου

Η αφήγηση (από+ηγούμαι) και η περιγραφή είναι τα πιο συνηθισμένα είδη κειμένου. Η έννοια της αφήγησης του τοπίου είναι τμήμα της παραδοσιακής αφηγηματολογίας. Σύμφωνα με τον κλασικό ορισμό, αφήγηση (narrative) είναι μια πράξη επικοινωνίας με την οποία παρουσιάζεται προφορικά, ή γραπτά μια σειρά πραγματικών ή πλασματικών (επινοημένων) γεγονότων. Επομένως κάθε αφήγηση, ως πράξη επικοινωνίας προϋποθέτει τουλάχιστον, δύο πρόσωπα: έναν πομπό, τον αφηγητή και κάποιον στον οποίο απευθύνεται ο αφηγητής, τον αποδέκτη της αφήγησης (επισκέπτης/τρια). Ο αφηγητής φροντίζει να δώσει στον αποδέκτη τις απαραίτητες πληροφορίες για τον τόπο, τον χρόνο, τα αντικείμενα και τις πιθανές αιτίες ενός φαινομένου (Τσιούρη 2015). Η έκταση της αφήγησης ποικίλλει και μπορεί να είναι πολύ εκτεταμένη ή να περιορίζεται σε μια μόνο φράση. Πατέρες της αφήγησης του τοπίου θεωρούνται οι Matthew Potteiger και Jamie Purinton. Αυτοί εισήγαγαν τον όρο αφήγηση τοπίου (Landscape Narrative) για να καλύψουν την ουσία ενός πολιτισμικού τοπίου, το οποίο χρησιμοποιείται ως μέσον αφήγησης (Potteiger & Purinton 1998, αναφέρεται από Tump 2014, Yu 2019).

Όπως η γλώσσα που χρησιμοποιείται επηρεάζει τον τρόπο σκέψης, έτσι και οι αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται σε ένα τοπίο επηρεάζουν και προκαταλαμβάνουν το αποτέλεσμα και την αξιολόγηση ενός σχεδιασμού (Koh 2013). Μερικά παραδείγματα παλαιών αναπαραστάσεων είναι το τοπίο σαν ζωγραφιά, το τοπίο σαν θέατρο, το τοπίο σαν οδοιπορικό (Crandell 1993, Rogers 2001, αναφέρονται από Tump 2014), ενώ παραδείγματα νέων αναπαραστάσεων είναι το τοπίο ως παιχνίδι πολυμέσων (Akkerman κ.α. 2009) και το τοπίο ως βίντεο (Pink 2009, Girot & Wolf 2010). Το τοπίο μπορεί να μετατραπεί από έναν αδιάφορο χώρο σε έξυπνη οντότητα, η οποία αλληλεπιδρά με τον επισκέπτη και με τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας των υπολογιστών (Theunissen 2013, Yu 2019). Η πρακτική διδάσκει ότι για να αλληλεπιδράσει ο άνθρωπος με το τοπίο, να διδαχθεί από αυτό και να ψυχαγωγηθεί, θα πρέπει τα σχετικά αφηγηματικά τοπία να γίνονται άκρως διαδραστικά και καθηλωτικά (Καμαρινού 2005, Ryan 2006).

Οι διαδρομές στο αστικό και περιαστικό τοπίο έχουν χρησιμοποιηθεί από τα κλασικά χρόνια στην Αίγυπτο και στην Ελλάδα, για διάφορες παρατηρήσεις, συζητήσεις και ανταλλαγή απόψεων (Careri 2002). Είναι γνωστό το παράδειγμα της Περιπατητικής Σχολής του Αριστοτέλη, στην αρχαία Αθήνα, όπου οι περιπατητές συνδύαζαν το περπάτημα με τη φιλοσοφική σκέψη. Σύμφωνα με τον de Certeau (1984), το περπάτημα σημαίνει ότι και η ομιλία για το σύστημα της γλώσσας. Ερμηνεύοντας αυτόν τον συλλογισμό παραθέτει τις παρακάτω αντιστοιχίες: α) Το περπάτημα είναι η διαδικασία οικειοποίησης της τοπογραφίας από τον πεζό, με τον ίδιο τρόπο που ο ομιλητής επιτελεί μια συγκεκριμένη χρήση της γλώσσας. β) Το περπάτημα είναι μια χωρική δράση του τόπου, όπως το να μιλάς είναι μια ηχητική έκφραση της γλώσσας. γ) Το περπάτημα υπαινίσσεται συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών θέσεων στον χώρο, όπως η προφορική έκφραση συνδέει διαφορετικά νοήματα (Μπιζά 2010).

Το περπάτημα στο τοπίο ήταν απαραίτητο την εποχή του μοντερνισμού (18ος αιώνας) με τον αγγλικό κήπο να είναι το κατ' εξοχήν ιστορικό παράδειγμα σχεδιασμού του χώρου, που βασίζεται στην εμπειρία της σωματικής μετακίνησης. Ο αγγλικός κήπος εισάγει σταδιακά μια νατουραλιστική άποψη στη διαμόρφωση του τοπίου και έτσι διαφοροποιείται από τον τυπικό (formal) γαλλικό κήπο που χρησιμοποιεί τη γεωμετρική χάραξη. Μία συγκεκριμένη θέση στον γαλλικό κήπο μπορεί να δώσει γενική εποπτεία του χώρου, σε αντίθεση με τον αγγλικό κήπο, που απαιτεί από τον επισκέπτη να κινηθεί μέσα σε αυτόν (Τσαλικίδης 2008, Μπιζά 2010).

Αφηγηματικές διαδρομές στο δασικό τοπίο

Η αφήγηση στην αρχιτεκτονική τοπίου, είναι μια πράξη επικοινωνίας με την οποία παρουσιάζεται σχεδιαστικά μια σειρά πραγματικών, κατά το δυνατόν, γεγονότων. Επομένως και στο δασικό τοπίο η αφήγηση ως πράξη επικοινωνίας προϋποθέτει τουλάχιστον, δύο πρόσωπα: έναν πομπό, τον αφηγητή (αρχιτέκτονα τοπίου) και κάποιον στον οποίο απευθύνεται ο αφηγητής, τον αποδέκτη (επισκέπτη/τρια). Ο αφηγητής απευθυνόμενος στον αποδέκτη, αποδίδει σχεδιαστικά τις απαραίτητες πληροφορίες για τον τόπο, τον χρόνο, τα ανθρωπογενή στοιχεία, φυσική χλωρίδα και πανίδα και τους τρόπους αλληλεπίδρασης. Η αφήγηση συνεπώς σχετίζεται με την ύπαρξη και εξέλιξη των γεγονότων και ερμηνεύει τις αιτίες και τα αποτελέσματά τους. Η έκταση της σχεδιαστικής αφήγησης ποικίλλει και μπορεί να είναι ένα πολύ εκτεταμένο δασικό τοπίο ή να περιορίζεται σε ένα μόνο στοιχείο π.χ. ένα απλό δένδρο ή κάποιο υπόλειμμα κτηρίου.

Οι αρχιτέκτονες τοπίου μπορούν να παρουσιάσουν ιστορίες πειραματιζόμενοι στο τοπίο προμηθεύοντας στους επισκέπτες, εκπαιδευόμενους ποικίλα ερεθίσματα. Κάποιοι αρχιτέκτονες τοπίου προτιμούν να ενεργοποιήσουν τους επισκέπτες, προτρέποντάς τους να ερμηνεύσουν μόνοι τους το αντίστοιχο περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό δίνουν στον/στην επισκέπτη/τρια, εκπαιδευόμενο/η την ευκαιρία για σκέψη και προβληματισμό, παρά να χρησιμοποιούν πολλές πινακίδες με έτοιμες τις πληροφορίες (Tump 2014). Σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει και ο/η ξεναγός, ο/η συντονιστής/τρια, ο/η οδηγός, ο/η εκπαιδευτικός ΠΕ, ή σε πιο σύγχρονες προσεγγίσεις ο/η ερμηνευτής/τρια περιβάλλοντος (Παπανικολάου 2012), ο/η εμψυχωτής/τρια (Αρχοντάκη και Φιλίππου 2003, Μπλιώνης 2009) κ.λπ., οι οποίοι βοηθούν τον/την επισκέπτη/τρια να κατανοήσει πολλά περισσότερα θέματα του τοπίου, από όσα θα αντιλαμβανόταν μόνος/η περιφερόμενος/η στα διάφορα μονοπάτια.

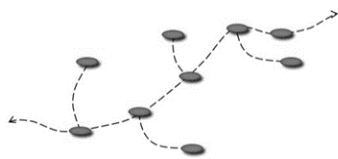
Η αφήγηση του τοπίου ενός μονοπατιού δεν σχετίζεται με μια σταθερή εικόνα ή ένα στατικό έργο τέχνης, αλλά αυτή προκύπτει από την εναλλαγή πληροφοριών, που και αυτές μπορεί να διαφέρουν από τόπο σε τόπο της διαδρομής και από εποχή σε εποχή (Kongian κ.α. 2005, Παπαδόπουλος 2018). Η διαδρομή μπορεί να εμφανιστεί σε διάφορα σχήματα αρχιτεκτονοτοπιακού σχεδιασμού, ανάλογα με το είδος του τοπίου. Τα δίκτυα διαδρομών, που έχουν να διηγηθούν μια ιστορία, μπορούν να έχουν διάφορες μορφές, απλές ή σύνθετες (Tump 2014). Σε κάποιες περιπτώσεις το μονοπάτι έχει δυο εκ διαμέτρου αντίθετα άκρα και σημεία ενδιαφέροντος ενδιάμεσα (Σχ. 1) ή έχει κυκλική διαδρομή, η οποία αρχίζει και τελειώνει στο ίδιο σημείο με ενδιάμεσα σημεία ενδιαφέροντος (Σχ. 2). Υπάρχουν επίσης διαδρομές, όπου μεταξύ των άκρων υπάρχουν και άλλα σημεία ενδιαφέροντος εκτός μονοπατιού (Σχ. 3). Άλλες διαδρομές δημιουργούν ένα πλέγμα-δίκτυο από σημεία ενδιαφέροντος, στα οποία ο επισκέπτης μπορεί να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή κάθε φορά (Σχ. 4). Αυτές οι διαδρομές προσφέρουν στον επισκέπτη κατανόηση και ερμηνεία των ανθρώπινων πράξεων στο δάσος και των φυσικών φαινομένων. Γεγονότα που έγιναν στο παρελθόν, γίνονται στο παρόν και μπορεί να φανταστεί κανείς τι θα συμβεί στο μέλλον. Επίσης κατανοεί τις φάσεις εξέλιξης του τοπίου, τα σημαντικά γεγονότα που είχαν λάβει χώρα σε εκείνο το σημείο και τα προβλήματα της περιοχής που έχουν προκύψει από πιέσεις που έχει δεχθεί το τοπίο (Kongian κ.α. 2005, Tump 2014, Lejman 2017).



Σχήμα 1. Μονοπάτι με δυο εκ διαμέτρου αντίθετα άκρα και σημεία ενδιαφέροντος ενδιάμεσα
Figure 1. Path with two diametrically opposite ends and points of interest in between



Σχήμα 2. Κυκλικό μονοπάτι, όπου η διαδρομή αρχίζει και τελειώνει στο ίδιο σημείο με ενδιάμεσα σημεία ενδιαφέροντος
Figure 2. Circular path, where the route starts and ends at the same point with intermediate points of interest



Σχήμα 3. Μονοπάτι στο τοπίο, όπου υπάρχουν και άλλα σημεία ενδιαφέροντος εκτός μονοπατιού
 Figure 3. Path in the landscape, where there are other points of interest outside the main path



Σχήμα 4. Δίκτυο διαδρομών όπου ο επισκέπτης μπορεί να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή κάθε φορά
 Figure 4. Path network where the visitor can follow a different route each time

Πέρα από την αναβάθμιση και αποκατάσταση των υποβαθμισμένων δασικών τοπίων, είναι απαραίτητος και ο κατάλληλος σχεδιασμός της αφήγησης αυτών. Οι σχεδιαστές/τριες του τοπίου, ως «διηγητές» της ιστορίας και φυσιολογίας του χώρου, μπορούν να παίξουν και τον ρόλο του/της ξεναγού-ερμηνευτή/τριας, βοηθώντας τους ανθρώπους να απολαύσουν το τοπίο και να αποκτήσουν σχετικές γνώσεις. Μπορούν επίσης να ωθήσουν τους/τις επισκέπτες/τριες στο να βιώσουν και το βάρος της ρύπανσης ή της καταστροφής του δασικού τοπίου και να αποτρέψουν τις κακοποιήσεις αυτού στο μέλλον. Επομένως η αφήγηση του τοπίου δε συνιστά πολυτέλεια, αλλά αναγκαιότητα. Το χάσμα μεταξύ του/της αρχιτέκτονα τοπίου-αφηγητή/τριας και του/της επισκέπτη/τριας, γεφυρώνεται μέσω του κατάλληλου αφηγηματικού σχεδιασμού.

Η αφήγηση ενός αντικειμένου ή ενός φαινομένου μπορεί να γίνει με ποικίλους τρόπους και οι έννοιες μπορούν να μετακινηθούν ελεύθερα από το ένα αντικείμενο στο άλλο π.χ. από ένα βιβλίο σε έναν πίνακα ζωγραφικής ή σε ένα δάσος (Ryan 2006). Η απόκτηση μιας αισθητικής και γνωστικής εμπειρίας εξαρτάται από τη δεξιοτήτα του/της σχεδιαστή/τριας-αφηγητή/τριας να προτρέπει κάθε αναγνώστη/τρια να «γυρίσει τις σελίδες» του δασικού οικοσυστήματος και να αποκτήσει τις ανάλογες εμπειρίες.

Ο αφηγηματικός σχεδιασμός του δασικού τοπίου θα πρέπει να γίνεται οργανωμένα και με μεγάλη προσοχή. Ο σχεδιασμός ακολουθεί μια ιεραρχική διαδικασία που ξεκινά είτε από το συνολικό, μεγάλο και βασικό και καταλήγει στο μικρό, διαδικασία γνωστή διεθνώς ως top-down process, είτε η αντίστροφη διαδικασία γνωστή ως bottom-up process. Ο σχεδιασμός top-down θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένος σε μια αναδυόμενη ιστορία, παρέχοντας στους χρήστες τόσο την εμπιστοσύνη ότι οι προσπάθειές τους θα ανταμειφθούν, όσο και το αίσθημα ότι ενεργούν με τη δική τους ελεύθερη βούληση παρά ως μαριονέτες του σχεδιαστή (Tump 2014).

Ενδεικτικά βασικά εργαλεία, που χρησιμοποιούνται στον αφηγηματικό σχεδιασμό τοπίου είναι: τα γραφήματα, οι πίνακες, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, τα γραφικά πληροφοριών (infographics ή Information graphics). Τα γραφικά πληροφοριών είναι η οπτική αναπαράσταση πληροφοριών, δεδομένων ή γνώσεων και η μετάδοση αυτών γρήγορα και καθαρά. Οι σχετικές επιστήμες που συνεισφέρουν στην επιτυχία του αφηγηματικού τοπίου είναι η ιστορία της τέχνης, η γλωσσολογία, η ψυχολογία, η πληροφορική, η τεχνητή νοημοσύνη και ο σχεδιασμός παιχνιδιών. Το δασικό τοπίο και τα σχετικά φυσικά ή ανθρωπογενή γεγονότα είναι δυνατόν να καταστούν ορατά με ψηφιακή προσέγγιση στις μέρες μας (Lengkeek 2013). Ο τρόπος αυτός προτάθηκε από τους Potteiger και Purinton (1998) και Spirn (1998) για εκπαιδευτική και τουριστική ή οικοτουριστική αξιοποίηση.

Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στο δάσος

Τα δάση αποτελούν κατάλληλα οικοσυστήματα και παρέχουν το ιδανικό υλικό για την ΠΕ, στο πλαίσιο της οποίας μπορούν να κατανοηθούν επίκαιρες έννοιες, όπως βιοποικιλότητα, αειφορία, οικοτουρισμός και να ευαισθητοποιήσει τους/τις μαθητές/τριες σε θέματα περιβάλλοντος και προστασίας του δάσους (Σπανός 2021). Οι μαθητές/τριες και δάσκαλοι/δασκάλες σχολείων,

σχετικά κοντά σε περιαστικά δάση, έχουν ευκολότερη πρόσβαση σε δασικά μονοπάτια, όπου η εφαρμογή ΠΠΕ είναι πιο αποτελεσματική (Κόντου 2015, De Dominicis κ.α. 2017, Τσιούρη 2020α, Τσιούρη 2020β). Οι εκπαιδευόμενοι/ες με την παρουσία τους κυριολεκτικά εντός του δάσους, έρχονται σε άμεση επαφή με τον φυσικό και πολιτιστικό πλούτο του δάσους και κατανοούν τη σημασία του (Ζάγκα 2020). Η επαφή αυτή βοηθά τα παιδιά να διαμορφώσουν θετικές περιβαλλοντικές στάσεις και συμπεριφορές σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους (Ormsby 2008).

Η ΠΕ στο δάσος συμβάλλει στην ανάπτυξη της ευαισθητοποίησης, κοινωνικοποίησης και οικολογικής συνείδησης των πολιτών (Hatzistathis κ.α. 1999, Γσιτσώνη κ.α. 2010, Χατζηχριστάκη 2011). Είναι πράγματι ισχυρότατη η γοητεία που ασκεί ένα δάσος στον νεαρό/ή μαθητή/τρια και φοιτητή/τρια, αρκεί ο/η δάσκαλος/α να γνωρίζει να τον/την εισάγει στον θαυμαστό δασικό κόσμο. Ο βιωματικός τρόπος μάθησης με τη χρησιμοποίηση του παιχνιδιού και ο συνδυασμός της χαράς με τη μάθηση είναι άριστοι τρόποι εισαγωγής των μαθητών/τριών και των φοιτητών/τριών στην ΠΕ. Στα κείμενα αναφοράς των Ηνωμένων Εθνών (UNESCO 1978, 1997), της ΠΕ και της Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία, τονίζονται ο ολιστικός, ο συστημικός και ο διεπιστημονικός χαρακτήρας της εκπαίδευσης αυτής (Δημητρίου 2009, Φλογαΐτη 2011, Φλογαΐτη και Λιαράκου 2012).

Σύμφωνα με τους Παρασκευόπουλο και Δούκα (1999), οι βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην υλοποίηση ΠΠΕ είναι η μετακίνηση στο πεδίο προς μελέτη (Field trip) και η χρησιμοποίηση των περιβαλλοντικών μονοπατιών (Environmental Trails) (Γεωργόπουλος και Τσαλίκη 2005, Μπλιώνης 2009, Κόντου 2015). Οι εξορμήσεις στο δάσος είναι περισσότερο αποτελεσματικές αναφορικά με τις γνώσεις που αποκτούν οι μαθητές/τριες, καθώς χρησιμοποιούν όλες τους τις αισθήσεις. Ενεργοποιείται το ερευνητικό ενδιαφέρον τους, που κατευθύνεται από συγκεκριμένα ερωτήματα (Καμαρινού 2005). Οι εργασίες πεδίου βοηθούν στην ανάπτυξη ερευνητικών δεξιοτήτων, όπως εκτέλεση διαφόρων μετρήσεων και δειγματοληψιών, αλλά και στην απόκτηση δεξιοτήτων που έχουν σχέση με τη διάγνωση και τη λήψη αποφάσεων. Η μετακίνηση στο πεδίο αποτελεί κίνητρο συμμετοχής των μαθητών σε ΠΠΕ (Δρακονάκη 2006) και είναι σπουδαία μέθοδος ΠΕ, ωστόσο δεν είναι σίγουρο αν όλοι οι μαθητές/τριες και οι εκπαιδευτικοί έχουν κατανοήσει τον εκπαιδευτικό χαρακτήρα των εκδρομών (Βασάλα 2005). Η επίσκεψη στο πεδίο είναι μια πολύ καλή μέθοδος για την ενημέρωση των παιδιών και την κινητοποίησή τους προς την κατεύθυνση της συμμετοχής στη ζωή της κοινότητας (UNESCO-UNEP 1983, 1985α, 1985β, από Γεωργόπουλος και Τσαλίκη 2005). Οι εκπαιδευτικοί από τη φύση της εργασίας τους μπορούν να συμβάλλουν ενεργά και αποτελεσματικά όχι μόνο στη μετάδοση πληροφοριών, αλλά και στη διαμόρφωση και μεταβίβαση αξιών, οι οποίες τελικά θα οδηγήσουν σε νέες στάσεις ζωής (Κατσακιώρη 2003).

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι αφηγηματικά σχεδιασμένοι χώροι παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τους/τις επισκέπτες/τριες καθώς συνδέουν το παρελθόν με το παρόν (Macdonald 2003) και εξάπτουν τη φαντασία αυτών (Μπιζιά 2010). Σε αυτό συντελούν και τα γραφικά διαφόρων πληροφοριών, τις οποίες οι επισκέπτες προσλαμβάνουν γρήγορα και καθαρά. Με την ανάδειξη των πραγματικών στοιχείων ενός φυσικού τοπίου, ο επισκέπτης/τρια, αντιλαμβάνεται τη σημασία αυτού, ευαισθητοποιείται και διαμορφώνει θετική στάση ζωής (Κατσακιώρη 2003). Ένα προσεκτικά σχεδιασμένο τοπίο είναι διαδραστικό, καθηλωτικό (Καμαρινού 2005, Ryan 2006) και ενισχύει το αίσθημα των επισκεπτών/τριών, ότι ενεργούν με τη δική τους ελεύθερη βούληση, παρά καθοδηγούμενοι/ες αποκλειστικά από τον/την σχεδιαστή/τρια (Wylie 2005, Tump 2014).

Στο πλαίσιο της ΠΕ, μέσα από τις δασικές διαδρομές καλύπτονται ευκολότερα οι διδακτικοί στόχοι που τίθενται από τον/την εκπαιδευτικό (Μπλιώνης 2009). Οι στόχοι αυτοί θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις τρεις περιοχές μάθησης και εμπειρίας (Bloom κ.α. 1986, Τσιούρη 2020α, Τσιούρη κ.α. 2020): α) Γνωστική περιοχή προσαρμοσμένη στα γεγονότα, β) Συναισθηματική περιοχή προσανατολισμένη στα συναισθήματα και γ) Ψυχοκινητική περιοχή προσανατολισμένη στη δράση.

Τα αφηγηματικά σχεδιασμένα δασικά μονοπάτια μπορούν να διηγηθούν ελκυστικές ιστορίες, οι οποίες συμβάλλουν στην απόκτηση περαιτέρω γνώσεων, σχετικών με το δασικό οικοσύστημα, τις ειδικές φυσικές ή ανθρωπογενείς μεταβολές αυτού και στο πλαίσιο της ΠΕ αναπτύσσονται η κριτική σκέψη, η ευαισθητοποίηση και η διάθεση για δράση (Κόντου 2015, De Dominicis κ.α.

2017, Κάτσεων και Φλογαΐτη 2020). Οι μαθητές/τριες με τους/τις εκπαιδευτικούς ΠΕ, ευρισκόμενοι κυριολεκτικά μέσα στο δάσος και συνδυάζοντας την χαρά του παιχνιδιού με τη μάθηση (Γεωργόπουλος και Τσαλίκη 2005), οδηγούνται στον βιωματικό τρόπο εξοικείωσης με τον θαυμαστό κόσμο του δάσους (Τσιουρί κ.α. 2020) και διαμορφώνουν θετικές περιβαλλοντικές στάσεις και συμπεριφορές, οι οποίες παραμένουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους (Ormsby 2008).

Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.Ι.Δ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.Ι.Δ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδασκόντων» (Αριθμός Υποτροφίας: 726)

Abstract

Narration, in addition to being a type of text, is also a concept inherent in landscape design. Narratives are the basis for understanding a landscape and especially natural or anthropogenic changes. Narration as an act of communication is also applied to the design of a variety of forest trails, which provide opportunities for recreation, learning and critical thinking. The narratively designed forest trails are an ideal space for the application of environmental education (EE). With the help of the teacher, the students, being literally inside the forest, understand ecological concepts and become aware of issues of protection and sustainability of the forest. The purpose of this work is to study the subject of narrative landscape designing, with an emphasis on the design of forest paths, for more effective EE.

Βιβλιογραφία

- Akkerman, S., Admiraal, W. Huizenga, J., 2009. Storification in History education: A mobile game in and about medieval Amsterdam. *Computers and Education*, 52: 449-459.
- Αρχοντάκη, Ζ., Φιλίππου, Δ., 2003. 205 Βιωματικές ασκήσεις για εμπύχωση ομάδων. Ψυχοθεραπείας, κοινωνικής εργασίας, εκπαίδευσης. Εκδόσεις Καστανιώτη. Αθήνα. Σελ. 276.
- Βασάλα, Π., 2005. Η εξέλιξη της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση του Νομού Κεφαλληνίας από το 1985 μέχρι το 2005. 1ο Συνέδριο «Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης». Ισθμός Κορίνθου 23-25/9/2005. Σελ. 53-63.
- Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, W., Krathwohl, D., 1986. Ταξινομία διδαχτικών στόχων: Τόμος Α' - Γνωστικός Τομέας. Κώδικας. Θεσσαλονίκη.
- Γεωργόπουλος, Α., Τσαλίκη, Ε., 2005. Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Αρχές-Φιλοσοφία, Μεθοδολογία, Παιχνίδια και Ασκήσεις. Gutenberg. Αθήνα. Σελ. 165.
- Careri, F., 2002. Walkscapes - Walking as an aesthetic practice, Barcelona: GG. pp 204.
- Crandell, G., 1993. Nature pictorialized: The view in landscape history. John Hopkins University Press, Baltimore.
- De Certeau, M., 1984. The practice of everyday life. University of California Press, Berkeley. pp 229.
- De Dominicis, S., Bonaiuto, M., Carrus, G., Passafaro, P., Perucchini, P., Bonnes, M., 2017. Evaluating the role of protected natural areas for environmental education in Italy. *Appl. Environ. Educ. Commun.*, 16(3): 171-185.
- Δημητρίου, Α., 2009. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Περιβάλλον, Αειφορία. Θεωρητικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις. Επίκεντρο. Θεσσαλονίκη. Σελ. 352.
- Δρακονάκη, Χ., 2006. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση στα σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης νομού Λασιθίου. 2ο Συνέδριο «Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης», Αθήνα, 15-17 Δεκεμβρίου 2006. Σελ. 173-183.
- Ζάγκα, Θ., 2020. Η συμβολή της δασοκομίας και της αρχιτεκτονικής τοπίου στην προστασία και ανάδειξη των πολιτισμικών τοπίων του εθνικού δρυμού Παρνασσού. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. ΑΠΘ. Σελ 270.
- Girot, C., Wolf, S., 2010. Blicklandschatten: Landschaft in Bewegung /Landscape video: Landscape in Movement, EHT Zurich. pp. 70.

Hatzistathis, A., Zagas, T., Trakolis, D., Ganatsas, P., Malamidis, G., 1999. Report on the state of the art of Greece. In: Research and development in Urban Forestry in Europe. COST Action E12. European Commission-European cooperation in the field of scientific and technical research. pp. 142-156.

Καμαρινού, Δ., 2005. Μεταβλητές που επηρεάζουν την ποιότητα της διαδραστικής μάθησης με αντικείμενο την ιστορική και φυσική κληρονομιά. 1ο Συνέδριο Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Ισθμός Κορίνθου, 23-25 Σεπτεμβρίου 2005. Σελ. 242-252.

Κατσακιώρη, Μ., 2003. Ενημέρωση, συμμετοχικές διαδικασίες και περιβαλλοντική εκπαίδευση στις προστατευόμενες περιοχές. Σελ. 289-309. Χατζηχαράλαμπος Ε. και Γεράκης Α.Π. (Συντ. έκδοσης). Εκπαιδευτικό πακέτο για τη διαχείριση προστατευόμενων περιοχών. Τεύχος Β. Βασικά κείμενα. Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, Αθήνα και Ελληνικό Κέντρο Υγροτόπων Βιοτόπων (ΕΚΒΥ), Θέρμη.

Κάτσενου, Χ., Φλογαίτη, Ε., 2020. Διερευνώντας την προοπτική της αειφορίας στο σύγχρονο Πανεπιστήμιο. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία, 2 (1): 16-28. DOI:https://doi.org/10.12681/ees.20773

Koh, J., 2013. On a landscape approach to design, an eco-poetic interpretation of landscape. Wageningen, Landscape Architecture Group of Wageningen University. pp. 43.

Kongjian, Y., Dihua, L., Xili, H., 2005. On "Anti-planning". Urban Planning, 29 (9): 64-69.

Κόντου, Β., 2015. Ανακαλύπτω τις αξίες του δάσους σε ένα περιβαλλοντικό δασικό μονοπάτι. Εκδόσεις Σαΐτα, Καβάλα. Σελ. 108.

Lejman, K., 2017. A Warsaw Fortress, 19th century dissonant heritage derelict in a contemporary urban environment, The case of Bem's Fort, Warsaw, Poland. Wageningen University.

Lengkeek, J., 2013. Landscape design and digital story telling for sustainable tourism attractions: making postmilitary heritage and events attractive, visible in the field and digitally accessible. Parklaam (Landschapsarchitecten) Peace conference 2013.

Macdonald, S., 2003. 'Museums, National, Postnational and Transcultural Identities'. Museum and Society, 1 (1): 1-16.

Μπιζιά, Μ. Ε., 2010. Ένας περίπατος σε αφηγηματικά τοπία. Τμήμα Μηχ. Αρχιτεκτόνων. Πανεπιστήμιο Πατρών. Σελ. 71.

Μπλιώνης, Γ., 2009. Στα μονοπάτια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Κέδρος Α.Ε. Αθήνα. Σελ. 206.

Ormsby, A., 2008. Development of environmental education programs for protected areas in Madagascar. Appl. Environ. Educ. Commun., 6(3-4): 223-232.

Παπαδόπουλος, Ι., 2018. Αισθητική αξιολόγηση του δασικού τοπίου με τη χρήση γνωστικών μοντέλων και ο ρόλος της δασοκομίας στη διατήρηση και αναβάθμισή του. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. ΑΠΘ. Σελ. 316.

Παπανικολάου, Α., 2012. Ερμηνεία Περιβάλλοντος και Περιβαλλοντική Ευαισθητοποίηση στις Προστατευόμενες Περιοχές. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. ΑΠΘ. Σελ. 480.

Παρασκευόπουλος, Σ., Δούκα, Ε., 1999. Το δάσος, οικολογία και περιβαλλοντική εκπαίδευση. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. ΑΠΘ. Έκδοση ΕΠΕΑΕΚ, Θεσσαλονίκη. Σελ. 133.

Pink, S., 2007. 'Walking with Video', Visual Studies, 22 (3): 240-252.

Potteiger, M., Purinton, J., 1998. Landscape Narratives: Design Practices for Telling Stories, John Wiley and Sons. pp. 352.

Rogers, E. B., 2001. Landscape design: A cultural and Architectural History. Harry N. Abrams Inc. New York. pp. 544.

Ryan, M. L., 2006. Avatars of story. University of Minnesota Press. Mineapolis/London. pp. 296.

Σπανός, Ι., 2021. Συμβολή του δάσους στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Πρακτικά 20ου Πανελλήνιου δασολογικού συνεδρίου «Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην ελληνική δασοπονία και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, 200 χρόνια μετά την επανάσταση του '21». Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Τρίκαλα 3-6 Οκτωβρίου 2021. Σελ 54-61.

Spirn, A. W., 1998. The Language of Landscape. Yale University Press. pp. 326.

Theunissen, R., 2013. Dynamic Landscape Sensations. Landscape Architecture. Wageningen University. Wageningen. pp. 123.

Τσαλικίδης, Α. Ι., 2008. Αρχιτεκτονική Τοπίου. Εισαγωγή στη Θεωρία και στην Εφαρμογή. Εκδόσεις Επίκεντρο. Θεσσαλονίκη. Σελ. 379.

Τσιούρη, Σ. Α., 2015. Μνήμες πολέμου αποτυπωμένες στο τοπίο. Μεταπτυχιακή διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική Τοπίου. Τμήμα Αρχιτεκτόνων και τμήμα Γεωπονίας. ΑΠΘ. Σελ.140.

Τσιούρη, Σ. Α., 2020α. Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με θέμα «Το περιαστικό δάσος» στα σχολεία Β΄/θμιας Εκπαίδευσης του Ν. Θεσσαλονίκης από το 2014 έως το 2019. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. ΔΠΜΣ “Ειδίκευση στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση”. Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης και Τμήμα Βιολογίας. ΑΠΘ. Σελ. 121.

Τσιούρη, Α., 2020β. Διερεύνηση και καταγραφή του τρόπου προσέγγισης του περιαστικού δάσους, στα Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, που υλοποιήθηκαν σε Γυμνάσια του Ν. Θεσσαλονίκης από το 2014 έως το 2019. Νέος Παιδαγωγός online, 21: 505-513. Διαθέσιμο σε: http://neospaidagogos.online/files/21_Teychos_Neou_Paidagogou_Noemvrios_2020.pdf

Τσιούρη, Α., 2022. Έρευνα για τη Δημιουργία Δικτύου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο Περιαστικό Δάσος της Θεσσαλονίκης. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. ΑΠΘ. Σελ. 471.

Tsiouri, S. A., Ragkou, K. P., Zagkas, D. Th., 2020. Experiential learning in forest ecosystems using environmental trails. Page 92. Proceedings-abstracts. Open EARTH Conference on Climate Change Adaptation and Mitigation. Thessaloniki, 12-14 February 2020.

Τσιτσώνη, Θ., Κοντογιάννη, Α., Κετενίδη, Χ., 2010. Η συμβολή της δασοκομικής έρευνας στην αξιοποίηση του περιαστικού δάσους Τρίλοφου Νομού Θεσσαλονίκης. Επιστημονική επετηρίδα της Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ., προς τιμή του Ομ. Καθηγητού Α. Χατζηστάθη.

Tump, J. D., 2014. On designing experienceable stories; in the unknown landscapes of the first world war- a pragmatic approach to landscape narratives. Msc. Thesis, Wageningen University. pp. 157.

UNESCO., 1978. Final Report. Intergovernmental Conference on Environmental Education, Tbilisi, USSR, 14-26 October 1977. UNESCO ED/MD/49. Paris.

UNESCO., 1997. Environment and society: education and public awareness for sustainability. Proceedings of the international conference. Thessaloniki 8-12 December 1997. 862p.

UNESCO-UNEP., 1983. International Environmental Education Programme. Environmental Education Series No 8. 1983.

UNESCO-UNEP., 1985α. International Environmental Education Programme. Environmental Education Series No 10. 1985.

UNESCO-UNEP., 1985β. International Environmental Education Programme. Environmental Education Series No 12. 1985.

Φλογαΐτη, Ε., 2011. Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία. Πεδίο. Αθήνα. Σελ. 242.

Φλογαΐτη, Ε., Λιαράκου, Γ., 2012. Η Έρευνα στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Πεδίο. Αθήνα. Σελ. 136.

Wylie, J., 2005. ‘A Single Day’s Walking: Narrating Self and Landscape on the South West Coast Path’, in Transactions of the Institute of British Geographers, 30 (2): 234-247.

Χατζηχριστάκη, Χ., 2011. Η συμβολή της φυσικής και τεχνητής αναγέννησης στην αποκατάσταση του πυρόπληκτου τμήματος του δάσους του Κεδρηνού λόφου Θεσσαλονίκης. Μεταπτυχιακή διατριβή. Σχολή Δασολογίας και Φυσ. Περιβάλλοντος. ΑΠΘ. Σελ.102.

Yu, L., 2019. Landscape narrative design approaches-A Chinese and Dutch comparison. MSc Minor Thesis Landscape Architecture- Wageningen University. Wageningen. pp. 40.

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

**ΑΠΟΨΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΦΟΙΤΩΝ ΔΙΕΚ ΤΗΣ
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΕ
ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΝΔΗΜΙΑ**

Χαβενετίδου, Μαρίνα¹; Τσιάρας, Στέφανος^{2,3}; Γιόρτσος, Γεώργιος⁴

¹Εργαστήριο Υλοχρηστικής, Τομέας Συγκομιδής και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Τμήμα Δασολογίας & Φ. Π. ΑΠΘ, mchavene@for.auth.gr

²Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Συγκρότημα Γαιόπολις, Περιφερειακή Οδός Λάρισας-Τρικάλων, ΤΚ. 41500, Λάρισα, sttsiaras@uth.gr

³Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, 1ο χλμ. Δράμας – Μικροχωρίου, Τ.Θ. 172, Δράμα 66100, stefanostsiaras@emt.ihu.gr

⁴ΙΕΚ ΑΡΙΔΑΙΑΣ Διεύθυνση: 1ο χλμ ΑΡΙΔΑΙΑΣ - ΕΞΑΠΛΑΤΑΝΟΥ Τ.Κ : 58400, director@iekaridaias.gr

Περίληψη

Η πανδημία COVID 19 είχε σοβαρές επιπτώσεις στην εκπαίδευση, με σημαντικότερη την εκτεταμένη χρήση της τηλεεκπαίδευσης. Η Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση προωθεί την ενεργό συμμετοχή των καταρτιζόμενων στα κοινωνικά δρώμενα, ενισχύοντας τόσο την κοινωνική, όσο και την περιβαλλοντική τους συνείδηση. Η ειδικότητα της Δασικής Προστασίας κατεξοχήν αυξάνει την ευαισθητοποίηση των καταρτιζομένων για την προστασία του περιβάλλοντος. Σκοπός της εργασίας είναι να μελετηθούν οι απόψεις εκπαιδευομένων και αποφοίτων Δημόσιων Ινστιτούτων Επαγγελματικής Κατάρτισης της συγκεκριμένης ειδικότητας σε ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο της πανδημίας με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου. Σύμφωνα με τις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων, η συντριπτική πλειοψηφία θεωρεί ότι διαθέτει περιβαλλοντική συνείδηση, ότι ενημερώνεται για θέματα περιβαλλοντικής πολιτικής, αλλά δεν θεωρεί ότι τα δάση και το φυσικό περιβάλλον προστατεύονται επαρκώς στην Ελλάδα. Η ειδικότητα «Τεχνικός Δασικής Προστασίας» συμβάλλει στη διαμόρφωση φιλοπεριβαλλοντικής συνείδησης και στην ενεργό συμμετοχή των καταρτιζόμενων στην προστασία του περιβάλλοντος.

***Λέξεις-κλειδιά:** Επαγγελματική Εκπαίδευση, Κατάρτιση, περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, τηλεεκπαίδευση, περιβαλλοντική πολιτική, έρευνα επισκόπησης μικρής κλίμακας*

Εισαγωγή

Η πανδημία COVID 19 είχε σημαντικές επιπτώσεις στην καθημερινότητα των ανθρώπων, ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα (Vatavali κ.α. 2020) και τα αποτελέσματά της είναι ορατά ακόμη και σήμερα, σχεδόν έναν χρόνο μετά το τέλος της πανδημίας.

Η εκπαίδευση ως θεσμός δοκιμάστηκε πολύ σκληρά κατά τη διάρκεια της πανδημίας (Pokhrel & Chhetri 2021), καθώς ήταν η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε με τόσο μαζικό τρόπο και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, η μέθοδος της τηλεεκπαίδευσης (Adedoyin & Soykan 2023). Όπως ήταν φυσικό, από την πανδημία επηρεάστηκε και ο θεσμός της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης, η οποία υπάγεται στη μεταδευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση δίνει τη δυνατότητα στους καταρτιζόμενους να αποκτήσουν βασικές δεξιότητες και γνώσεις, προκειμένου να προετοιμαστούν για την αγορά εργασίας και να γίνουν ανταγωνιστικοί ως επαγγελματίες, προσαρμοσμένοι στις απαιτήσεις της κοινωνίας και των επιστημονικών εξελίξεων. Παράλληλα, προωθεί την ενεργό συμμετοχή τους στα κοινωνικά δρώμενα, ενισχύοντας την κοινωνική τους συνείδηση (European Commission, χ.χ.). Στο πλαίσιο αυτής περιλαμβάνεται και η περιβαλλοντική συνείδηση, η οποία αποκτάται κατά

κύριο λόγω μέσω της εκπαίδευσης. Άλλωστε, είναι προφανής η επιτακτική ανάγκη της ποιοτικής εκπαίδευσης και των αξιοπρεπών συνθηκών εργασίας και οικονομικής ανάπτυξης, καθώς αυτοί αναφέρονται και ως στόχοι της Ατζέντας για την επίτευξη της Βιώσιμης Ανάπτυξης μέχρι το 2030 από τα Ηνωμένα Έθνη (United Nations κ.χ.).

Η Ανοιχτή Εκπαίδευση αποτελεί μια εκπαιδευτική φιλοσοφία και στρατηγική που προωθεί το δικαίωμα της μόρφωσης σε όλους τους ανθρώπους, ανεξαρτήτως ηλικίας, προελεύσεως ή επιπέδου, παρέχοντας τη δυνατότητα πολλαπλών επιλογών εκπαιδευτικών προγραμμάτων και ιδρυμάτων καθ' όλη τη ζωή τους (Βεργίδης κ.α. 1998, Λιοναράκης 2006). Όπως αναφέρει ο Davies (1977), κύριος σκοπός ενός ανοικτού συστήματος μάθησης είναι η αύξηση των ευκαιριών ατόμων που, για τους οποιουσδήποτε λόγους, δεν κατάφεραν να ακολουθήσουν το τυπικό σύστημα εκπαίδευσης της χώρας τους και επιθυμούν να το κάνουν σε κάποιο άλλο χρονικό σημείο της ζωής τους.

Η έννοια της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης παρουσιάστηκε και διατυπώθηκε το έτος 1982, από το Παγκόσμιο Συμβούλιο της Ανοιχτής και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Θεωρείται ότι αποτελείται από ένα σύνολο εκπαιδευτικών πρακτικών, θεωριών και μεθόδων με στόχο τη δυνατότητα επιλογών από πολλαπλά συστήματα διδασκαλίας και μάθησης. (Λιοναράκης 2006).

Οι δυο παραπάνω όροι συνδέονται με την έκφραση «Ανοιχτή Μάθηση και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση», ορολογία που διατυπώθηκε από το Διεθνές Συμβούλιο της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, αντιπροσωπεύοντας ευέλικτα εκπαιδευτικά συστήματα κατάλληλα για τις ανάγκες μάθησης όλων των ανθρώπων (Λιοναράκης 2006).

Κατά την περίοδο της πανδημίας, τα περισσότερα κράτη αποπειράθηκαν να διαχειριστούν τις συνθήκες κρίσης στο σύστημα εκπαίδευσής τους, διαμορφώνοντας περιβάλλοντα επείγουσας εξ αποστάσεως διδασκαλίας (Αναστασιάδης 2020). Όσον αφορά στα περιβάλλοντα εξ αποστάσεως διδασκαλίας έκτακτης ανάγκης, πρόκειται για διαδικασίες που εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια της πανδημίας, ως μια εναλλακτική λύση για την αντιμετώπιση των έκτακτων συνθηκών κρίσης που προέκυψαν, εφαρμόζοντας σύγχρονη και ασύγχρονη εκπαίδευση και αξιοποιώντας την τεχνολογία και το διαδίκτυο. Η υιοθέτηση τέτοιων πρακτικών ώθησε όλους τους εμπλεκόμενους προς αναζήτηση νέων λύσεων, προκειμένου να είναι πιο αποτελεσματικές (Ferris κ.α. 2020). Κατά τους Whittle κ.α. (2020) τα επείγοντα περιβάλλοντα εξ αποστάσεως διδασκαλίας ήταν μια απάντηση στην κρίση, καθώς προσέφεραν ταχέως αναπτυγμένη και προσωρινή εκπαιδευτική υποστήριξη (Hodges κ.α. 2020).

Στην Ελλάδα, η πρώτη θεσμική προσπάθεια για εκπαίδευση ενηλίκων στην Ελλάδα καταγράφεται το 1929, με τον νόμο 4239 «Περί στοιχειώδους εκπαίδευσως», ενώ το 1992 καθιερώθηκε το Εθνικό Σύστημα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης και ιδρύθηκε ο Οργανισμός Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης (ΟΕΕΚ) (Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών, 2021). Η ειδικότητα της Δασικής Προστασίας ήταν μία από τις πρώτες ειδικότητες που διδάχθηκαν στα Δημόσια Ινστιτούτα Επαγγελματικής Κατάρτισης με την ονομασία «Ειδικός Δασικής Προστασίας». Από το 2018 η ειδικότητα έχει αποκτήσει την ονομασία «Τεχνικός Δασικής Προστασίας» με νέο Οδηγό Σπουδών.

Σύμφωνα με τον οδηγό σπουδών της ειδικότητας Τεχνικού Δασικής Προστασίας, μεταξύ των δεξιοτήτων που αποκτά ο συμμετέχων στο συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών είναι να κατανοεί τις βασικές έννοιες και τον τρόπο λειτουργίας των δασικών οικοσυστημάτων, ώστε να τα προφυλάσσει και να αποτρέπει τυχόν περιβαλλοντικές καταστροφές, διασφαλίζοντας την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (Γεν. Γραμ. ΔΒΜ 2018).

Η προστασία του περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα επίκαιρη στη σημερινή εποχή και αποτελεί έναν από τους τρεις πυλώνες της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης. Το περιβάλλον και η προστασία του είναι θέματα τα οποία κυριαρχούν στην επικαιρότητα της σύγχρονης εποχής. Είναι γεγονός, άλλωστε, ότι η παγκόσμια συγκυρία είναι εξαιρετικά δυσμενής για το περιβάλλον. Η κλιματική αλλαγή, οι καταστροφές των οικοσυστημάτων, η μείωση της βιοποικιλότητας, κ.α. συντελούν στη σταδιακή υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η στροφή προς τη βιώσιμη ανάπτυξη είναι μια σύγχρονη λύση η οποία προκρίνεται σε διεθνές πολιτικό επίπεδο για την αντιμετώπιση των προαναφερθέντων προβλημάτων (Τσιάρας και Τσιρούκης 2023). Η πανδημία Covid 19 επηρέασε κατά κάποιο τρόπο θετικά το περιβάλλον, καθώς οι συνολικές εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκαν, με άμεσο αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα σε πολλές

μεγάλες πόλεις του κόσμου (Rurani κ.α. 2020). Ο περιορισμός στην αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων και ο περιορισμός των ατμοσφαιρικών ρύπων είναι άμεσα ζητούμενα τα επόμενα χρόνια.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθούν οι απόψεις εκπαιδευόμενων και αποφοίτων Δημόσιων Ινστιτούτων Επαγγελματικής Κατάρτισης σε ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος κατά την περίοδο της πανδημίας, όπου τα μαθήματα διεξάγονταν με τη μέθοδο της τηλεεκπαίδευσης.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο της πανδημίας (2020-2021) σε εκπαιδευόμενους και αποφοίτους της ειδικότητας Τεχνικού Δασικής Προστασίας στα ΔΙΕΚ Αριδαίας (Ν. Πέλλας), Κατερίνης (Ν. Πιερίας) και Σιδηροκάστρου (Ν. Σερρών). Ως ερευνητική στρατηγική επιλέχθηκε η ποσοτική έρευνα, κατά την οποία τα συλλεχθέντα δεδομένα υπόκεινται σε ποσοτική ανάλυση (Bryman 2017). Η επιλογή αυτή έγινε με στόχο την ικανοποίηση των κριτηρίων αξιοπιστίας και εγκυρότητας και η μέθοδος κρίθηκε κατάλληλη για τη συλλογή στοιχείων από διαφορετικά τμήματα ΔΙΕΚ της Ελλάδας σε σύντομο χρονικό διάστημα και με βάση τα διαθέσιμα οικονομικά μέσα (Vamvoukas 2007, Kyriazi 2009). Διεξάχθηκε έρευνα επισκόπησης μικρής κλίμακας για τη συλλογή των στοιχείων, η οποία διεκπεραιώθηκε με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου ατομικής συμπλήρωσης με συγχρονικό σχέδιο, δηλαδή σε ορισμένο χρονικό σημείο και για τη μελέτη συγκεκριμένων μετρήσιμων μεταβλητών, προκειμένου να ελεγχθούν και να εντοπιστούν ενδεχόμενοι συνδυασμοί σχέσεων. Η επιλογή της ερευνητικής στρατηγικής θεωρήθηκε η καταλληλότερη για την πραγματοποίηση της εν λόγω έρευνας, καθώς το προς μελέτη δείγμα ήταν μικρό σε μέγεθος και η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μικρό εύρος. Επιπλέον, θεωρήθηκε ιδανική λόγω του χαμηλού κόστους της και του περιορισμένου χρονικού πλαισίου (Bryman 2017).

Όπως προαναφέρθηκε, τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν από εκπαιδευόμενους και αποφοίτους της ειδικότητας Τεχνικού Δασικής Προστασίας από τρία διαφορετικά τμήματα ΔΙΕΚ της Ελλάδας. Στόχος ήταν να συλλεχθούν δεδομένα όχι μόνο από μία εκπαιδευτική μονάδα, αλλά από περισσότερες, προκειμένου να αντικατοπτρίζονται οι απόψεις μεγαλύτερης ομάδας πληθυσμού. Η έρευνα διεξάχθηκε με δειγματοληψία ευκολίας (Bryman 2017) από συγκεκριμένο πληθυσμό. Στόχος ήταν να επιλεχθούν πρόθυμοι συμμετέχοντες να λάβουν μέρος, να είναι δυνατή η προσέγγισή τους και να πληρούν τις προϋποθέσεις της έρευνας. Το δείγμα αποτελούνταν από 80 εκπαιδευόμενους και αποφοίτους της ειδικότητας.

Το μέσο συλλογής των δεδομένων ήταν το δομημένο ερωτηματολόγιο ατομικής συμπλήρωσης, το οποίο θεωρείται ως κύριο μέσο συγκέντρωσης στοιχείων στην κοινωνική επισκόπηση με ποσοτική στρατηγική. Οι λόγοι που επιλέχθηκε το συγκεκριμένο εργαλείο διεξαγωγής της έρευνας είναι το χαμηλό του κόστος, η μεγάλη ευελιξία του, καθώς επίσης και το γεγονός ότι προτείνεται για έρευνες μικρής εμβέλειας σε σύντομο χρονικό διάστημα. Απεστάλησαν ερωτηματολόγια τόσο μέσω email στους συμμετέχοντες, όσο και με τη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης με online ερωτηματολόγια. Οι τρόποι αποστολής και συμπλήρωσης επιλέχθηκαν λόγω της ευρείας χρήσης μέσων τεχνολογίας, επομένως ήταν πιο εύκολο για τους συμμετέχοντες να το ολοκληρώσουν. Για τα online ερωτηματολόγια αξιοποιήθηκε η εφαρμογή Googleforms, προκειμένου να είναι πιο εύχρηστα και πιο ελκυστικά προς τον χρήστη. Τα ερωτηματολόγια αποτελούνταν κυρίως από ερωτήσεις κλειστού τύπου, από ερωτήσεις δηλαδή που έδιναν τη δυνατότητα στους ερωτηθέντες να επιλέξουν από ένα συγκεκριμένο σύνολο απαντήσεων, την καταλληλότερη για αυτούς. Μεγάλο μέρος διεξάχθηκε επίσης με την εφαρμογή της κλίμακας Likert (Bryman 2017).

Το ερωτηματολόγιο δομήθηκε από 3 ενότητες. Η πρώτη ενότητα, περιελάμβανε προσωπικά στοιχεία που σχετίζονταν με τον ερωτώμενο. Στη δεύτερη ενότητα, συμπεριλήφθηκαν ερωτήματα που ως σχετίζονταν με τη φοίτηση των εκπαιδευόμενων στα ΔΙΕΚ. Τέλος, η τρίτη ενότητα αναφέρθηκε στην περιβαλλοντική τους ευαισθητοποίηση.

Για την ικανοποίηση της έννοιας της εγκυρότητας, έγινε προσπάθεια έτσι, ώστε τιμές μέτρησης έχουν αποδοθεί στις έννοιες να είναι αντιπροσωπευτικές αυτών στην πραγματικότητα και τα ερωτήματα ήταν σαφή και κατανοητά (Bryman 2017, Ιωσηφίδης 2003). Η εσωτερική εγκυρότητα δύναται να καταστεί εφικτή, εφόσον υπάρξουν σαφείς σχέσεις αιτιότητας μεταξύ διαφόρων μεταβλητών και μετρήσεων. Η γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων, δηλαδή η εξωτερική

εγκυρότητα, μπορεί να επιτευχθεί εφόσον το πλαίσιο έρευνας μπορεί να διατηρηθεί και σε άλλα, αντίστοιχα περιβάλλοντα στα οποία οι συνθήκες δε μεταβάλλονται σημαντικά. Η μελέτη απέφερε ευρήματα που σχετίζονταν σημαντικά με τα οφέλη της φοίτησης στην εν λόγω ειδικότητα, με σκοπό να βελτιωθεί κατά το μέγιστο δυνατό η αποτελεσματικότητα της και το επίπεδο σπουδών της μέσω της εξέλιξης του περιεχομένου της, με δυνατότητα εξασφάλισης της περιβαλλοντικής εγκυρότητας. Στόχος ήταν τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν να αντικατοπτρίζουν όλα τα πιθανά ζητήματα που απασχολούν τους συμμετέχοντες, έτσι ώστε τα αποτελέσματα, έπειτα από την στατιστική τους επεξεργασία, να απαντούν ικανοποιητικά στα ανωτέρω ερωτήματα. Όσον αφορά την έννοια της αξιοπιστίας, αυτή εξασφαλίστηκε με τη σταθερότητα των απόψεων μεταξύ ερωτηθέντων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης μπορεί να θεωρηθεί εφικτή, αν πραγματοποιηθεί κατά τον ίδιο τρόπο σε σύντομο χρονικό διάστημα έτσι ώστε να μην έχουν μεταβληθεί οι συνθήκες που διαμορφώνουν τις απόψεις των ερωτηθέντων. Τέλος, ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στη διατύπωση των ερωτήσεων και στη διαδικασία χορήγησης και συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων (Byrman 2017).

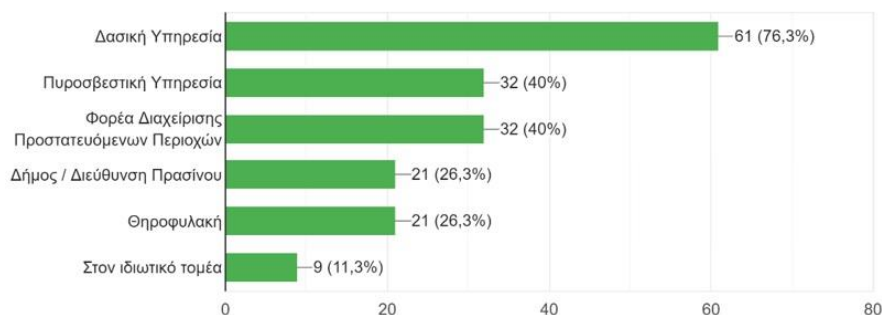
Αποτελέσματα

Συνολικά συμμετείχαν 80 άτομα στην έρευνα, εκ των οποίων οι 50 ήταν άνδρες (62,5%) και οι 30 γυναίκες (37,5%), με ηλικιακό εύρος 18-53 ετών (Σχήμα 1). Οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν απόφοιτοι λυκείου (71,3%), ωστόσο ένα ποσοστό αυτών (15%) ήταν απόφοιτοι Γ΄βάθμιας εκπαίδευσης (15%) και κάτοχοι μεταπτυχιακού τίτλου (3,7%)



Σχήμα 1. Ηλικιακό εύρος των συμμετεχόντων στην έρευνα
Figure 1. Age range of research participants

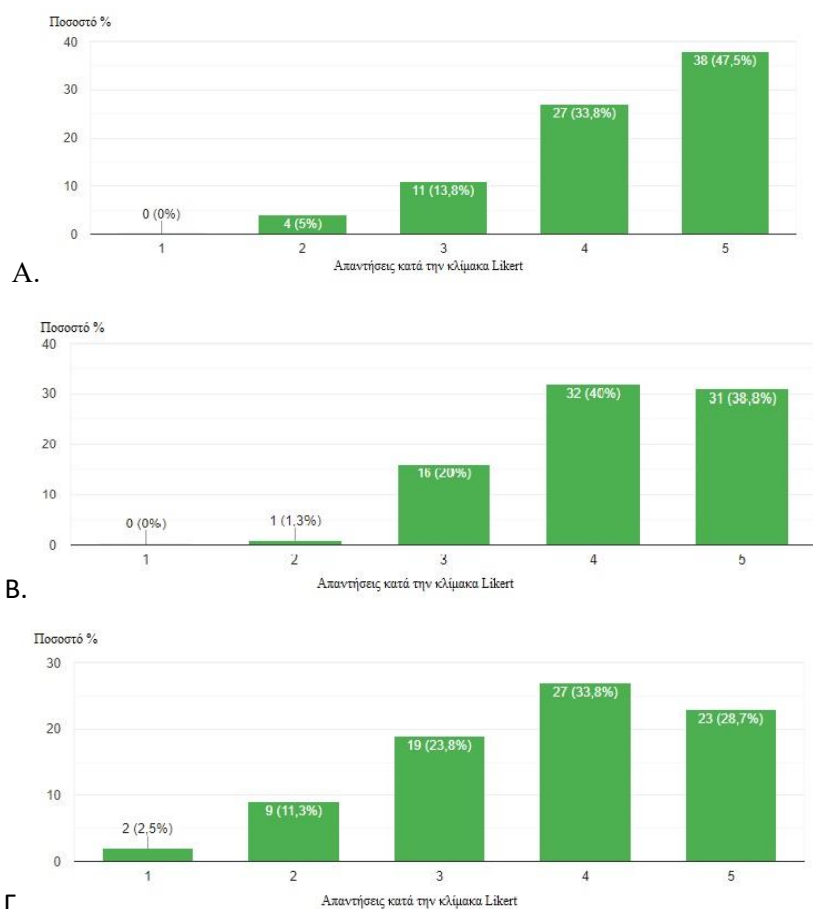
Το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων επέλεξαν τη συγκεκριμένη ειδικότητα, σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, καθώς θεωρούσαν το αντικείμενο ιδιαίτερα ενδιαφέρον (62,3%) αλλά και με στόχο τη βελτίωση της επαγγελματικής τους αποκατάστασης (46,4%). Ωστόσο, ένα σημαντικό ποσοστό (26,1,2%) το έκανε ως μια δραστηριότητα αυτοβελτίωσης και διεύρυνσης των γνώσεών αλλά και για την απόκτηση ενός τίτλου σπουδών Επιπέδου 5, σύμφωνα με το Εθνικό Πλαίσιο Προσόντων αλλά και (23,2%).



Σχήμα 2. Θέσεις εργασίας που θα επιθυμούσαν να εργαστούν οι συμμετέχοντες μετά την Πιστοποίηση από τον ΕΟΠΠΕΠ
Figure 2. Employment positions that the participants would like to work after the Certification by EOPPEP

Ακολούθως, σε ερώτηση που αναφέρεται στις δυνατότητες επιλογής εργασίας και πού θα προτιμούσαν οι ίδιοι να εργαστούν, οι περισσότεροι δήλωσαν ότι βασική τους επιδίωξη είναι η απασχόληση σε κάποια Δασική Υπηρεσία, σε ποσοστό 76,3% (Σχήμα 2).

Σε ερωτήσεις σχετικά με τον βαθμό ικανοποίησης από τους εκπαιδευτές της ειδικότητας και με βάση τις ερωτήσεις κλίμακας Likert διαβάθμισης “1”: καθόλου- “5”: πάρα πολύ, οι ερωτηθέντες δήλωσαν ότι έμειναν πολύ ικανοποιημένοι (33,8%) έως πάρα πολύ (47,5%) από τους εκπαιδευτές (Σχήμα 3Α). Παράλληλα, σε ερωτήσεις σχετιζόμενες με τον Οδηγό Σπουδών της ειδικότητας (Σχήμα 3Β) και τις παρεχόμενες γνώσεις κατά τη φοίτησή τους (Σχήμα 3Γ), το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν «πολύ» (33,8%) αναφορικά με τον οδηγό σπουδών και επίσης «πολύ» (40%) όσον αφορά τις αποκτηθείσες γνώσεις.

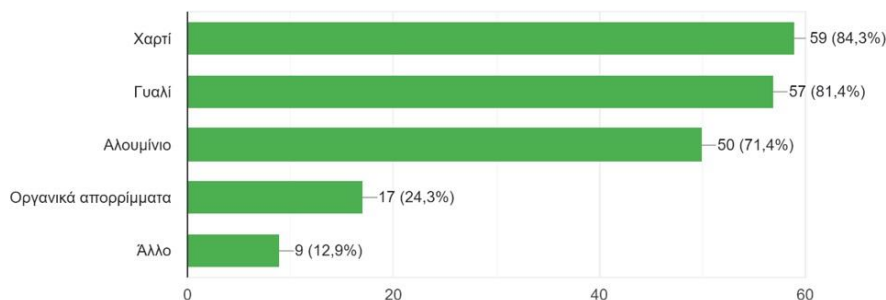


Σχήμα 3. Α. Επίπεδο ικανοποίησης από τους εκπαιδευτές, Β. Επίπεδο ικανοποίησης από τις παρεχόμενες γνώσεις κατά τη φοίτηση, Γ. Επίπεδο ικανοποίησης από τον Οδηγό Σπουδών της ειδικότητας
(Αντιστοιχία της κλίμακας Likert : 1. «Καθόλου», 2. «Λίγο», 3. «Μέτρια», 4. «Πολύ», 5. «Πάρα πολύ»)
Figure 3. A. Level of satisfaction from the instructors, B. Level of satisfaction from the provided knowledge during study, Γ. Level of satisfaction from the Study Guide of the Specialty
(Equivalents of the Likert scale: 1. «Not at all», 2. «A little», 3. «Moderate», 4. «A lot», 5. «Very much»)

Αναφορικά με την περιβαλλοντική συνείδηση και αφύπνιση των εκπαιδευομένων, οι περισσότεροι συμμετέχοντες στην έρευνα θεωρούσαν ότι έχουν περιβαλλοντική συνείδηση (96,3%) και ότι η παρακολούθηση της συγκεκριμένης ειδικότητας έχει αυξήσει την περιβαλλοντική τους ευαισθησία (81,3%) και οδήγησε στην επιλογή ενός τρόπου ζωής περισσότερο φιλικού προς το περιβάλλον (72,5%). Επιπλέον, το μεγαλύτερο ποσοστό δήλωσε ότι ενημερώνεται για θέματα περιβαλλοντικής πολιτικής (93,8%), αλλά δεν θεωρεί ότι τα δάση και το φυσικό περιβάλλον προστατεύονται επαρκώς στην Ελλάδα (91,3%). Στην προσπάθειά τους να προστατεύσουν το περιβάλλον δήλωσαν ότι διεξάγουν ανακύκλωση υλικών (77,5%), περιορίζουν

την κατανάλωση ενέργειας (60%) και την κατανάλωση νερού (51,2%) αλλά και τη χρήση ΙΧ οχημάτων (41,3%). Επίσης, ένα σημαντικό ποσοστό συμμετείχε σε κάποια περιβαλλοντική οργάνωση (25%) ή σε δραστηριότητες που αφορούσαν σε δράσεις αναδάσωσης ή ανακύκλωσης και διοργανώνονται σε τοπικό επίπεδο (27,5%).

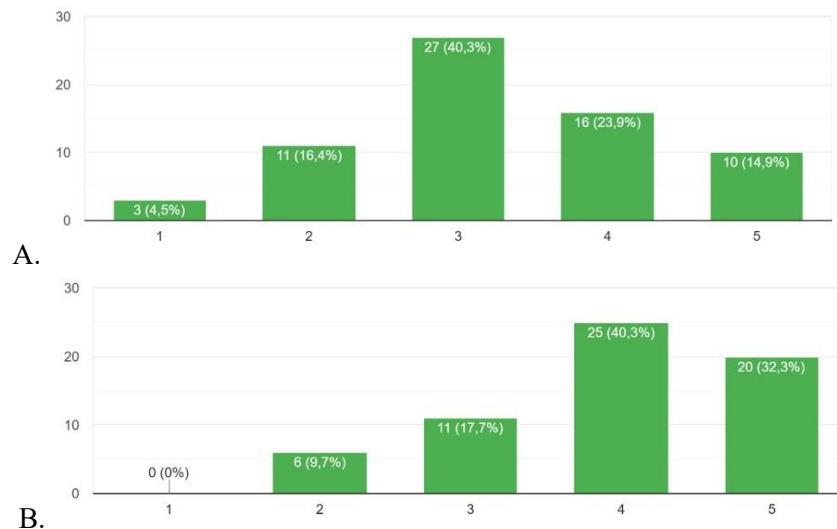
Καθώς πολλοί εκπαιδευόμενοι (70 άτομα) απάντησαν ότι συμμετέχουν σε δράσεις ανακύκλωσης, ακολούθησε ερώτηση αναφορικά με τα υλικά που ανακυκλώνουν. Το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων ανέφερε ότι τα υλικά που ανακυκλώνει είναι κυρίως χαρτί (84,3%), γυαλί (81,4%) και αλουμίνιο (24,3%) (Σχήμα 4).

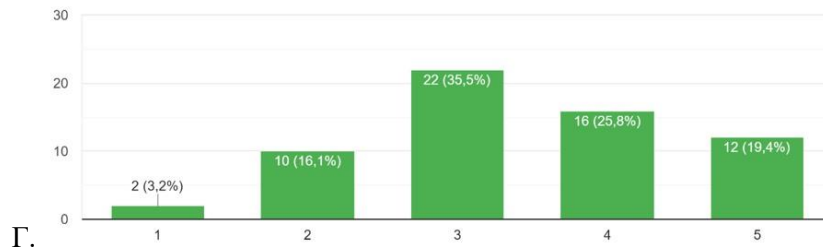


Σχήμα 4. Υλικά που ανακυκλώνουν οι συμμετέχοντες στην έρευνα
Figure 4. Materials recycled by research participants

Το σημαντικό εύρημα της εν λόγω έρευνας είναι η αφύπνιση της περιβαλλοντικής υπευθυνότητας και η αυξανόμενη επιθυμία προστασίας του περιβάλλοντος, το οποίο αποδίδεται τόσο στις γνώσεις που απέκτησαν κατά τη διάρκεια της φοίτησής τους όσο και στη στενότερη επαφή τους με το φυσικό περιβάλλον. Σε ερώτηση σχετική με την πραγματοποίηση ενεργειών που πιθανόν να προκαλούσαν καταστροφή του περιβάλλοντος, σε περίπτωση απειλής της παρουσίας τους ή για άλλους λόγους (εξαιρουμένων των λόγων επιβίωσης) οι περισσότεροι δήλωσαν ότι δε θα το έκαναν (77,5%), ενώ παράλληλα αν αντιλαμβάνονταν ότι κάποιο άτομο διαπράττει ή διέπραξε δασικό αδίκημα, θα προέβαιναν σε καταγγελία (86,3%) και φυσικά αν διαπίστωναν ότι διαδραματίζεται ένα φυσικό φαινόμενο που προκαλεί καταστροφές στο φυσικό περιβάλλον θα ενημέρωναν κάποιον αρμόδιο φορέα και θα συμμετείχαν στην προστασία του (93,8%).

Καθώς η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της πανδημίας, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν οι απαντήσεις των εκπαιδευόμενων σχετιζόμενες με την αντιμετώπιση των νέων συνθηκών που χρειάστηκε να αντιμετωπίσουν. Σε ερώτηση σχετικά με την προσαρμογή τους στις συνθήκες εκπαίδευσης σε περίοδο covid, το μεγαλύτερο ποσοστό (40,3%) απάντησε ότι τα κατάφερε σε μέτριο βαθμό, ενώ ένα ποσοστό 23,9% σε μεγάλο βαθμό (Σχήμα 5Α). Παράλληλα, σε ερώτηση σχετικά με το επίπεδο προσαρμογής των εκπαιδευτών τους στις συνθήκες, απάντησαν «πολύ» σε ποσοστό 40,3% (Σχήμα 5Β), ενώ στο βαθμό προσαρμογής των ΔΙΕΚ απάντησαν «μέτρια» σε ποσοστό 35,5% (Σχήμα 5Γ).





Σχήμα 5. Ποσοστό προσαρμογής:

Α. των εκπαιδευομένων, Β. των εκπαιδευτών, Γ. του Ιδρύματος στις συνθήκες της πανδημίας
(Αντιστοιχία της κλίμακας Likert : 1. «Καθόλου», 2. «Λίγο», 3. «Μέτρια», 4. «Πολύ», 5. «Πάρα πολύ»)

Figure 5. Adjustment rate:

A. Of the students, B. Of the instructors, G. Of the Institution in the pandemic conditions
(Equivalentents of the Likert scale: 1. «Not at all», 2. «A little», 3. «Moderate», 4. «A lot», 5. «Very much»)

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μαρτυρούν ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι παρακολουθούν την εν λόγω ειδικότητα αποκτούν τις απαραίτητες γνώσεις για την κατάρτισή τους και τα εφόδια που επιζητούν για την αναζήτηση μιας επιθυμητής θέσης εργασίας και την εκπλήρωση των στόχων τους.

Επιπρόσθετα, είναι καθοριστικής σημασίας η συμβολή της εκπαίδευσής τους στη διαμόρφωση φιλοπεριβαλλοντικής συνείδησης και στην ενεργό συμμετοχή τους στην προστασία του περιβάλλοντος. Παρά το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της φοίτησής τους διεξάχθηκε κατά τη διάρκεια της πανδημίας, οι συμμετέχοντες ανέπτυξαν ισχυρό αίσθημα υπευθυνότητας απέναντι στη διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος, γεγονός που αποδίδεται τόσο στην επικοινωνία και τη συμβολή των εκπαιδευτών τους, όσο και στην προσαρμογή τους και στο ΔΙΕΚ το οποίο φοιτούσαν. Άλλωστε, τα προβλήματα στην εκπαίδευση ενηλίκων κατά τη διάρκεια της πανδημίας ήταν εμφανή σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Σε έρευνα που διεξήγαγαν οι Ματσούκα κ.α. (2021), εντόπισαν τη δυσκολία προσαρμογής των σπουδαστών στο νέο τρόπο διδασκαλίας, αλλά διαπίστωσαν τον καθοριστικό ρόλο των εκπαιδευτών, καθώς η συνεχής επικοινωνία λειτούργησε επικουρικά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ωστόσο, οι περισσότεροι ερωτηθέντες θεώρησαν τη διαδικτυακή διδασκαλία περισσότερο κουραστική από την δια ζώσης και δεν ένιωθαν ικανοποιημένοι από την εφαρμογή της.

Abstract

The Covid-19 pandemic had serious impacts on education, most important of all being the use of distance learning. Vocational Education and Training promotes the active participation of the trainees at the social events, reinforcing their social as well as their environmental awareness. The professional specialization of Forest Protection, above all, focuses on increasing the awareness of the trainees for the protection of the environment. The aim of this research was to study the opinions of trainees and graduates of Public Vocational Training Institutes of the specific specialty in matters related to environmental protection. The study was conducted during the pandemic, by means of a structured questionnaire. According to the results, the vast majority consider themselves to have environmental awareness and they keep informed about environmental policy issues, but consider that forests and natural environment are not adequately protected in Greece. The professional specialization of Forest Protection contributes in environmental awareness and in active participation of the trainees in environment protection.

Βιβλιογραφία

Αναστασιάδης, Π., 2020. Η Σχολική Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στην εποχή του Κορωνοϊού COVID-19: το παράδειγμα της Ελλάδας και η πρόκληση της μετάβασης στο «Ανοιχτό Σχολείο της Διερευνητικής Μάθησης, της Συνεργατικής Δημιουργικότητας και της Κοινωνικής Αλληλεγγύης». Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία, 16(2), 20-48.

Adedoyin, O. B., & Soykan, E., 2023. Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive learning environments*, 31(2), 863-875.

Βεργίδης, Δ, Λιοναράκης, Α, Λυκουργιώτης, Α, Μακράκης, Β. & Ματράλης, Χ., 1998. *Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Θεσμοί και Λειτουργίες (Τόμος Α)*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Bryman, A., 2017. *Μέθοδοι Κοινωνικής Έρευνας*. Athens: Gutenberg.

Γενική Γραμματεία Διά Βίου Μάθησης, 2018. *Οδηγός Σπουδών – Ειδικότητα: Τεχνικός Δασικής Προστασίας*. Ινστιτούτο Επαγγελματικής Κατάρτισης.

Davies, C., 1977. *Open Learning Systems for mature students*. Council for Educational Technology, Dorset, pp. 9.

European Commission (χ.χ.). *Πρωτοβουλίες για την επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση*, <https://education.ec.europa.eu/el/education-levels/vocational-education-and-training/about-vocational-education-and-training>: (Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 6/7/2023)

Ferris, F., Grifoni, P., & Guzzo, T., 2020. Online learning and emergency remote teaching: Opportunities and challenges in emergency situations. *Societies*, 10(4), 86.

Hodges, C. B., Moore, S., Lockee, B. B., Trust, T., & Bond, M. A., 2020. The difference between emergency remote teaching and online learning. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning> (Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 24/10/21)

Ιωσηφίδης, Θ., 2003. *Ανάλυση ποιοτικών δεδομένων στις κοινωνικές επιστήμες*. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.

Kyriazi, N., 2009. *Sociological Research: Critical Review of Methods and Techniques (14th ed.)*. Athens: Ellinika Grammata.

Λιοναράκης, Α., 2006. Η θεωρία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και η πολυπλοκότητά της. *Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση-Στοιχεία Θεωρίας και Πράξης (σελ. 7-41)*. Αθήνα: Προπομπός

Ματσούκα, Μ., Βαλασίδου, Α., & Δαγδιλέλης, Β., 2021. Η διαδικτυακή μάθηση στην εποχή του Covid-19: Μελέτη περίπτωσης των στάσεων των σπουδαστών της Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 17(1), 150-167.

Pokhrel, S., & Chhetri, R., 2021. A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning. *High Educ.Future*, 8(1), 133-141.

Rupani, P. F., Nilashi, M., Abumalloh, R. E., Asadi, S., Samad, S., & Wang, S., 2020. Coronavirus pandemic (COVID-19) and its natural environmental impacts. *IJEST* 17, 4655-4666.

Τσιάρας, Σ., Τσιρούκης, Α., 2023. *Περιβάλλον και Βιώσιμη Ανάπτυξη [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

<http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-130>

Vamvoukas, M., 2007. *Introduction to Psychopedagogical Research and Methodology*, Athens: Grigoris.

Vatavali, F., Gareiou, Z., Kehagia, F., & Zervas, E., 2020. Impact of COVID-19 on urban everyday life in Greece. Perceptions, experiences and practices of the active population. *Sustainability*, 12(22), 9410.

Whittle, C., Tiwari, S., Yan, S., & Williams, J., 2020. Emergency remote teaching environment: a conceptual framework for responsive online teaching in crises. *Information and Learning Sciences*. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0099>

United Nations (χ.χ.). <https://sdgs.un.org/goals>: Department of Economic and Social Affairs. Sustainable Development. The 17 Goals (Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 6/7/2023)

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

ΑΠΟΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Τσιάρας, Στέφανος^{1,2}; Χαβεντίδου, Μαρίνα³

¹ Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Συγκρότημα Γαϊόπολις, Περιφερειακή Οδός Λάρισα – Τρικάλων, ΤΚ. 41500, Λάρισα, stsiaras@uth.gr

² Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τ.Θ. 172, Δράμα 66100, stefanostsiaras@emt.ihu.gr

³ Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, mchavene@for.auth.gr

Περίληψη

Η έλλειψη του νερού είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μπορούν να επιφέρουν καλύτερη κατανόηση του ζητήματος στους μικρούς μαθητές και να προκαλέσουν θετική στάση για την εξοικονόμηση νερού. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των απόψεων παιδιών δημοτικού σχολείου του Δήμου Θεσσαλονίκης σχετικά με την εξοικονόμηση του νερού, στο πλαίσιο της υλοποίησης εθελοντικής εκπαιδευτικής δράσης με στόχο την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Στην έρευνα συμμετείχαν 192 παιδιά δημοτικών σχολείων του Δήμου Θεσσαλονίκης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών βρήκαν τη δράση ενδιαφέρουσα και θα ήθελαν να διοργανώνονται πιο συχνά παρόμοιες δράσεις από το σχολείο. Αξιολόγησαν ως πολύ χρήσιμα όσα άκουσαν κατά τη διάρκεια της δράσης και ενδιαφέρθηκαν για περισσότερο υλικό σχετικά με το θέμα. Τέλος, το 81% των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα απάντησε ότι στο σπίτι τους γίνεται εξοικονόμηση νερού, ενώ μόλις το 6% απάντησε ότι γίνεται σπατάλη νερού.

Λέξεις κλειδιά: περιβαλλοντική εκπαίδευση, Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, εθελοντικές εκπαιδευτικές δράσεις

Εισαγωγή

Το 1981 η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών ανακήρυξε τη δεκαετία του 1980 ως δεκαετία διεθνούς παροχής πόσιμου νερού και υγιεινής (International Drinking Water Supply & Sanitation Decade). Το νερό μέχρι τότε είχε θεωρηθεί ως ένας φυσικός πόρος σε αφθονία, αλλά άρχισε να γίνεται σπάνιο σε αρκετές γεωγραφικές περιοχές σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα Ηνωμένα Έθνη ομόφωνα αποφάσισαν να προστατεύσουν και να διατηρήσουν το νερό ως έναν πολύτιμο φυσικό πόρο, απαραίτητο για την επιβίωση του ανθρώπου (Τσιάρας και Τσιρούκης 2022).

Η διαχείριση του νερού πρέπει να γίνεται κατά τρόπο δίκαιο, αποτελεσματικό και εν τέλει βιώσιμο (Seyam κ.α. 2003). Στην κατεύθυνση αυτή συμβάλλει η χρήση του υδατικού αποτυπώματος (water footprint), το οποίο αποτελεί δείκτη της κατανάλωσης νερού (Hoekstra 2003, Charagain & Hoekstra 2004). Η διασφάλιση της διαθεσιμότητας και η βιώσιμη διαχείριση του νερού αποτελεί κεντρική επιδίωξη του Στόχου Βιώσιμης Ανάπτυξης 6 «Καθαρό Νερό και Αποχέτευση» της Ατζέντας 2030 των Ηνωμένων Εθνών. Ο ΟΗΕ υπολογίζει ότι μέχρι το έτος 2050 τουλάχιστον ένας στους 4 κατοίκους του πλανήτη θα υποφέρει από τη λειψυδρία (UN, χ.χ.). Σύμφωνα με τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξη (ΟΟΣΑ) η πρώτη περιβαλλοντική αιτία θανάτου σε παγκόσμιο επίπεδο ήταν για το έτος 2001 η έλλειψη πόσιμου νερού (OECD 2001). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την Έκθεση για τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης 2021 (UN 2021), το έτος 2020 υπήρχαν ακόμη δισεκατομμύρια άνθρωποι σε όλον τον πλανήτη χωρίς πρόσβαση σε ασφαλές, πόσιμο νερό. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών, η λειψυδρία επηρεάζει περισσότερο από το 40% του πληθυσμού του πλανήτη, ποσοστό το οποίο αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη που οφείλεται στην κλιματική αλλαγή. Όλο και περισσότερες χώρες επηρεάζονται από

την εξάντληση των υδάτινων πόρων και η αυξημένη υγρασία σε συνδυασμό με την ερημοποίηση επιδεινώνουν ακόμη περισσότερο την κατάσταση.

Η κλιματική αλλαγή θα έχει αρνητική επίδραση στον τομέα των υδάτινων πόρων στην Ελλάδα, μειώνοντας την τροφοδοσία και την ανανέωση του νερού στους υδροφόρους ορίζοντες λόγω της μείωσης των βροχοπτώσεων (Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής-ΕΜΕΚΑ 2011). Επομένως είναι επιτακτική ανάγκη να υπάρξει από μικρή ηλικία ευαισθητοποίηση σχετικά με το πόσο πολύτιμος πόρος είναι το νερό και ότι δεν θα πρέπει να τον σπαταλάμε άσκοπα.

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση συμβάλλει στην ευαισθητοποίηση των μαθητών σε περιβαλλοντικά ζητήματα (Ballantyne & Packer 1996, Χαλεπλής 2008). Μάλιστα όταν τα παιδιά ασχολούνται με περιβαλλοντικά προβλήματα από μικρή ηλικία, αναπτύσσουν ένα υψηλότερο επίπεδο γνώσης σχετικά με το περιβάλλον και υιοθετούν υπεύθυνη στάση απέναντι στο περιβάλλον (Palmer & Suggate 1996). Η σύγχρονη τάση σε παγκόσμιο επίπεδο πλέον είναι η περιβαλλοντική εκπαίδευση να ξεκινάει από το νηπιαγωγείο (Tsekos κ.α., 2012).

Η έλλειψη του νερού είναι ένα τεράστιο περιβαλλοντικό πρόβλημα, για το οποίο τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μπορούν να επιφέρουν στους μικρούς μαθητές καλύτερη κατανόηση του ζητήματος και να προκαλέσουν θετική στάση για την εξοικονόμηση νερού (Middlestadt κ.α., 2001, Papadopoulou & Christidou 2004). Σε δημοτικό σχολείο της Σανγκάης στην Κίνα σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα εξοικονόμησης νερού διάρκειας επτά εβδομάδων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι μαθητές στο τέλος του εκπαιδευτικού προγράμματος παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην κατανόηση της σημασίας του νερού, στην ευαισθητοποίηση σχετικά με την εξοικονόμηση νερού και στις γνώσεις σχετικά με τους τρόπους προστασίας του νερού (Zhan 2018). Αντίστοιχο εκπαιδευτικό πρόγραμμα εφαρμόστηκε πιλοτικά σε μαθητές δημοτικού σχολείου με τίτλο «Οι ήρωες του νερού». Ο στόχος του προγράμματος ήταν να εμπνεύσει, να ενημερώσει και να κινηήσει το ενδιαφέρον των παιδιών, ώστε να γίνουν πρεσβευτές του περιβάλλοντος με αρμοδιότητα την εξοικονόμηση του νερού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η συμμετοχή στο πρόγραμμα κινητοποίησε τα παιδιά να γίνουν φορείς της περιβαλλοντικής αλλαγής, βελτίωσε σημαντικά την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των παιδιών και παράλληλα προκάλεσε αλλαγές συμπεριφοράς μέσα στις οικογένειές τους, σχετικά με την εξοικονόμηση του νερού (Gillera Stephens κ.α. 2023).

Η εξοικονόμηση του νερού είναι ιδιαίτερα κρίσιμη στη σύγχρονη εποχή αφενός λόγω της πληθυσμιακής αύξησης σε παγκόσμιο επίπεδο, αφετέρου λόγω της κλιματικής αλλαγής. Παρά το γεγονός αυτό στην Κίνα η έρευνα για την εξοικονόμηση του νερού επικεντρώνεται κυρίως στις τεχνολογικές καινοτομίες και όχι στην αλλαγή συμπεριφοράς. Πρόσφατη έρευνα σε μαθητές της εννιάχρονης υποχρεωτικής εκπαίδευσης στην Κίνα κατέδειξε το μεγάλο έλλειμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, ειδικά στην εξοικονόμηση νερού (Xiong κ.α. 2016). Αντίστοιχο έλλειμμα ενημέρωσης σχετικά με το πρόβλημα της έλλειψης νερού καταγράφηκε σε πρόσφατη έρευνα στη Μαλαισία, στην οποία μάλιστα καταγράφηκε απουσία θετικής στάσης για την εξοικονόμηση νερού και αντίστοιχων πρωτοβουλιών από την πλευρά των μαθητών (Praveena & Themudu 2022). Παρόμοια ευρήματα όσον αφορά στα χαμηλά επίπεδα γνώσης των μαθητών για τον κύκλο του νερού και για την υπευθυνότητα σχετικά με ζητήματα για το νερό εμφανίστηκαν και σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε δημοτικά σχολεία στην Ισπανία (Pozo-Muñoz κ.α. 2023). Αντίθετα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε δημοτικά σχολεία της Νότιας Αφρικής αποδείχθηκε ότι η χρήση συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης συμβάλλει στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των σχολείων, ειδικά σε θέματα εξοικονόμησης νερού (Hens κ.α. 2010).

Στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε μελέτη σε μαθητές νηπιαγωγείου, η οποία εξέταζε την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος που είχε σχεδιαστεί για να προωθήσει την ευαισθητοποίησή τους σχετικά με την έλλειψη νερού και τη σημασία της εξοικονόμησης νερού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, τα παιδιά του νηπιαγωγείου είναι ικανά να κατανοήσουν τη αξία του νερού για τη ζωή, το πρόβλημα της έλλειψης του νερού και τη σημασία της εξοικονόμησης του νερού σε ένα αρχικό επίπεδο. Συνεπώς η εξοικονόμηση του νερού είναι ένα θέμα το οποίο μπορεί να εισαγάγει τα μικρά παιδιά στις έννοιες της αλληλεξάρτησης και της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στον άνθρωπο και στο περιβάλλον και να τα βοηθήσει να αναπτύξουν την ικανότητα να συμμετέχουν στην εξεύρεση λύσεων για περιβαλλοντικά προβλήματα (Samaltani & Christidou 2010).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των απόψεων παιδιών δημοτικού σχολείου του Δήμου Θεσσαλονίκης σχετικά με την εξοικονόμηση του νερού, στο πλαίσιο της υλοποίησης εθελοντικής εκπαιδευτικής δράσης με στόχο την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.

Υλικά και Μέθοδοι

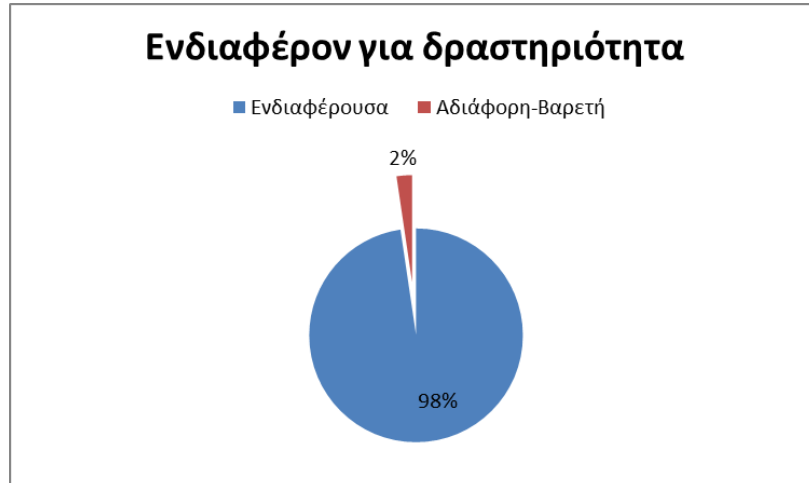
Το βασικό μεθοδολογικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ερωτηματολόγιο. Στη δράση συμμετείχαν 192 μαθητές Γ' και Δ' τάξης από 7 σχολεία του Δήμου Θεσσαλονίκης, 107 αγόρια και 85 κορίτσια. Η δράση πραγματοποιήθηκε είτε στον χώρο του εκάστοτε σχολείου, εντός της τάξης ή σε κάποιον άλλο χώρο που παραχωρήθηκε από τη Διεύθυνση του σχολείου ή τέλος στον χώρο δύο παιδικών βιβλιοθηκών του Δήμου Θεσσαλονίκης: 1) Στην Παιδική Βιβλιοθήκη Ορέστου, 2) Στην Κεντρική Παιδική Βιβλιοθήκη του Δήμου Θεσσαλονίκης. Οι μαθήτριες και οι μαθητές αρχικά παρακολούθησαν παρουσίαση με θέμα "Μαθαίνω για το νερό", η οποία περιείχε εικόνες και εκπαιδευτικά βίντεο που αποτέλεσαν την αφορμή για συζήτηση σχετικά με το νερό, τα οφέλη του και τα προβλήματα που δημιουργούνται από τη σπατάλη του. Στο τέλος της δράσης οι μαθήτριες και οι μαθητές έπαιξαν ένα παιχνίδι σε ομάδες με σκοπό την κατανόηση της εξοικονόμησης του νερού. Οι παρουσιάσεις που πραγματοποιούνταν σε χώρους σχολείων είχαν διάρκεια περίπου μίας εκπαιδευτικής ώρας (45 λεπτών), ενώ οι παρουσιάσεις στις Παιδικές Βιβλιοθήκες του Δήμου Θεσσαλονίκης είχαν μεγαλύτερη διάρκεια, καθώς οι μαθήτριες και οι μαθητές γνώριζαν επιπλέον τον χώρο της βιβλιοθήκης και έρχονταν σε επαφή με βιβλία σχετικά με το νερό. Οι συγκεκριμένες δράσεις είχαν εθελοντικό χαρακτήρα και προέκυψαν ύστερα από επαφές του πρώτου συγγραφέα της εργασίας με σχολεία της Θεσσαλονίκης, αλλά και με τις Παιδικές Βιβλιοθήκες του Δήμου Θεσσαλονίκης στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης των μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Η δράση περιείχε αρκετά στοιχεία διαδραστικού χαρακτήρα με έμφαση στην μαθητοκεντρική προσέγγιση στη συζήτηση και στην εργασία σε ομάδες. Σύμφωνα με τον Richter (2015), η χρήση εκπαιδευτικού υλικού όπως εικόνες, βίντεο, κόμικς κλπ αυξάνουν την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των μαθητών.

Τα ερωτηματολόγια ήταν σύντομα, μόλις δέκα ερωτήσεις σε μία σελίδα, προσαρμοσμένες στο γνωστικό επίπεδο των παιδιών. Τα ερωτηματολόγια ήταν αυστηρά ανώνυμα και το μόνο δημογραφικό χαρακτηριστικό το οποίο έπρεπε να συμπληρωθεί ήταν το φύλο των παιδιών, για στατιστικούς λόγους, αλλά και για τη μελλοντική αξιοποίηση κάποιων πινάκων διασταύρωσης σχετικά με το αν τα κορίτσια και αγόρια απαντούσαν διαφορετικά (με στατιστικά σημαντική διαφορά) σε κάποιες ερωτήσεις. Η επεξεργασία των ερωτηματολογίων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) και πιο συγκεκριμένα με την έκδοση SPSS 22. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως η περιγραφική στατιστική, με την καταγραφή των συχνοτήτων στις απαντήσεις κάθε ερώτησης, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια της εργασίας με τη μορφή σχημάτων.

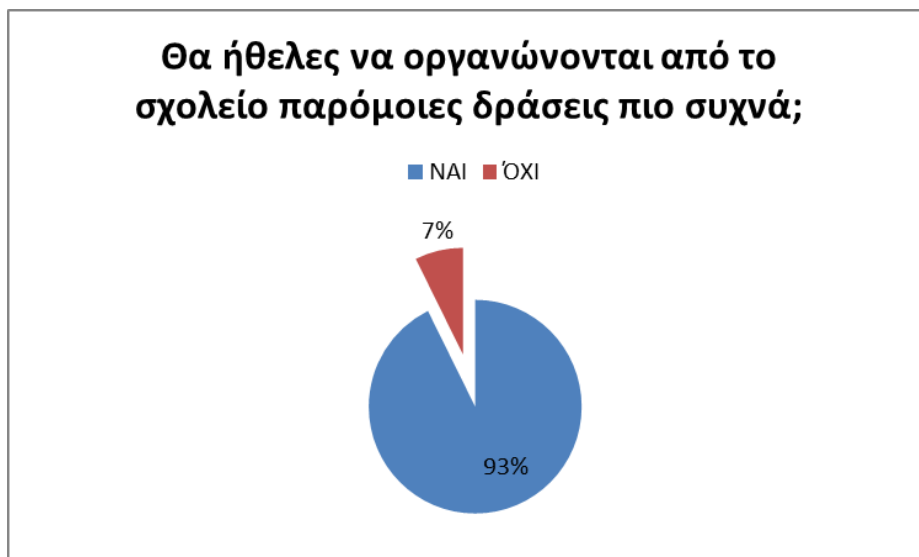
Αποτελέσματα

Στη συνέχεια της εργασίας παρουσιάζονται με τη μορφή σχημάτων τα σπουδαιότερα ευρήματα της έρευνας.



Σχήμα 1. Ενδιαφέρον των συμμετεχόντων για τη δραστηριότητα
Figure 1. Participants' interest regarding the action

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται οι απαντήσεις σχετικά με το ενδιαφέρον των παιδιών για τη δραστηριότητα. Η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών απάντησε ότι βρήκε τη δράση ενδιαφέρουσα σε ποσοστό 98% και μόλις 2% των παιδιών χαρακτήρισε τη δράση ως αδιάφορη ή βαρετή.



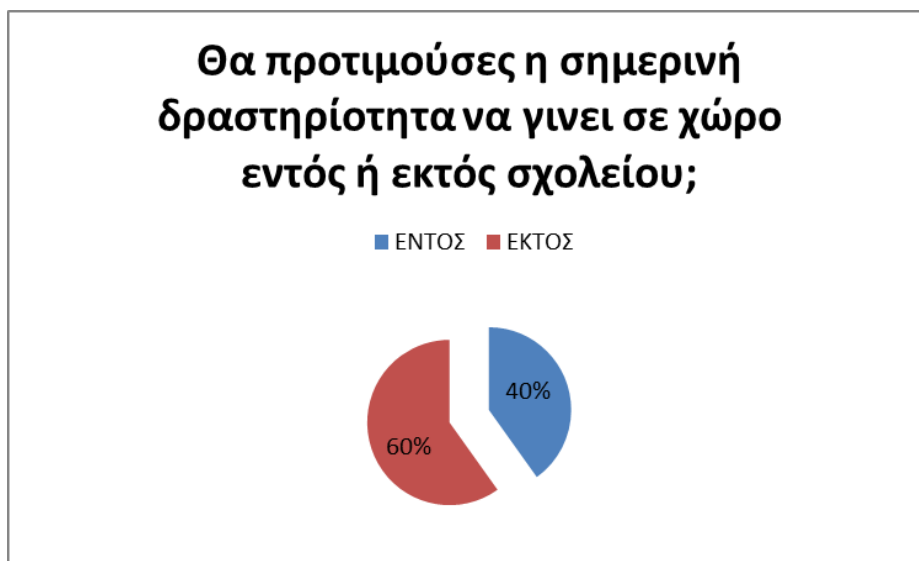
Σχήμα 2. Απαντήσεις στην ερώτηση «Θα ήθελες να οργανώνονται από το σχολείο παρόμοιες δράσεις πιο συχνά;»
Figure 2. Answers to the question "Would you like similar actions to be organized by school more often?"

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Θα ήθελες να οργανώνονται παρόμοιες δράσεις πιο συχνά;". Πάνω από εννιά στα δέκα παιδιά απάντησαν ότι θα ήθελαν να διοργανώνονται παρόμοιες δράσεις από το σχολείο πιο συχνά, ενώ μόλις το 7% των παιδιών απάντησε αρνητικά στη συγκεκριμένη ερώτηση.



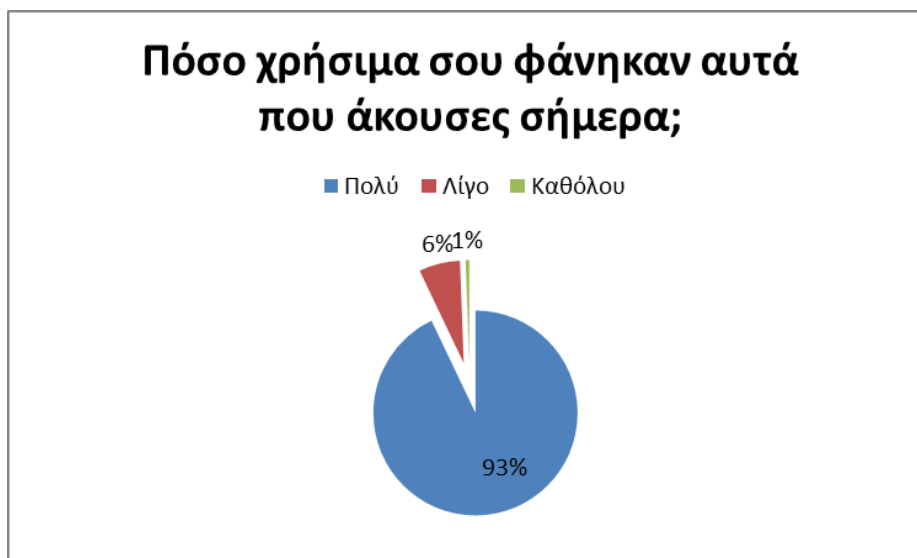
Σχήμα 3. Τι σου άρεσε περισσότερο από τη δράση;
Figure 3. What did you most like during the action?

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Τι σου άρεσε περισσότερο από τη δράση;", στην οποία υπήρχε η δυνατότητα επιλογής περισσότερων απαντήσεων. Η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών (ποσοστό 48%) απάντησε ότι τους άρεσαν περισσότερο τα βίντεο. Ακολούθησε η συζήτηση με ποσοστό 22% και οι φωτογραφίες με 20%.



Σχήμα 4. Προτίμηση χώρου διεξαγωγής δράσης
Figure 4. Where do you prefer such actions to take place?

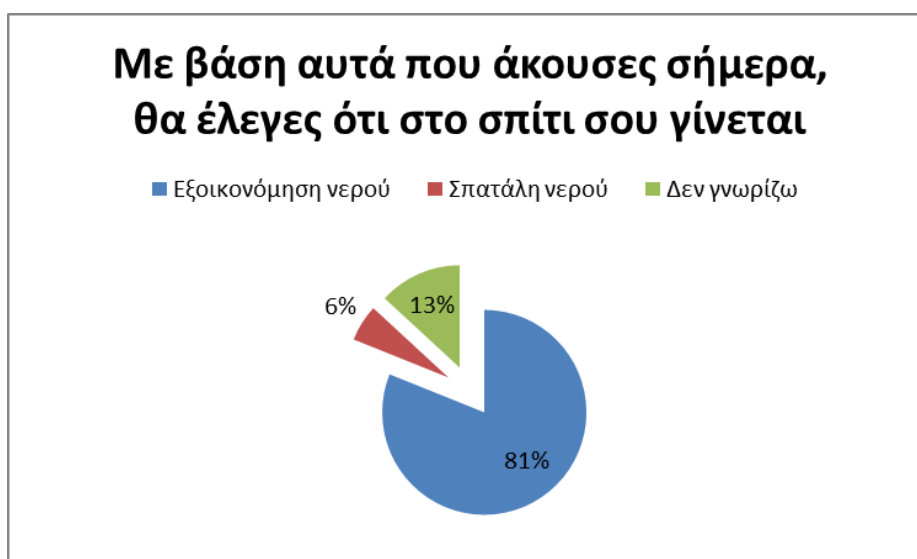
Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Θα προτιμούσατε η σημερινή δραστηριότητα να πραγματοποιηθεί εντός ή εκτός σχολείου". Το 60% των παιδιών απάντησε ότι προτιμάει τη διεξαγωγή παρόμοιων δράσεων σε χώρους εκτός του σχολείου, το οποίο δεν είναι πάντα εύκολο, καθώς υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί στις εξωτερικές δράσεις των σχολείων και απαιτείται έγκαιρος προγραμματισμός. Το υπόλοιπο 40% απάντησε ότι προτιμά τη διεξαγωγή αντίστοιχων δράσεων εντός του σχολείου. Σε κάθε περίπτωση, η συγκεκριμένη δράση όπως έχει σχεδιαστεί είναι καλύτερο να πραγματοποιείται στον χώρο των Παιδικών Βιβλιοθηκών, στους οποίους τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με τα βιβλία και να αποκτήσουν την κουλτούρα δανεισμού βιβλίων.



Σχήμα 5. Πόσο χρήσιμα σου φάνηκαν αυτά που άκουσες;
Figure 5. Rate how useful were what you hear during the action

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Πόσο χρήσιμα σου φάνηκαν αυτά που άκουσες κατά τη διάρκεια της δράσης;". Το 93% των παιδιών θεώρησε ως πολύ χρήσιμα όσα άκουσε κατά τη διάρκεια της δράσης. Μόλις το 1% των παιδιών απάντησε «Καθόλου» στη συγκεκριμένη ερώτηση, και το 6% απάντησε «Λίγο».

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύνολο των παιδιών (100%) απάντησε ότι το νερό είναι πολύ σημαντικό στη ζωή μας. Οι άλλες δύο επιλογές (λίγο σημαντικό και καθόλου σημαντικό) δεν είχαν καμία απάντηση. Επίσης στην ερώτηση "Τι αίσθηση σου άφησε η δράση", το 89% των παιδιών δήλωσε χαρούμενο μετά το τέλος της δράσης, το 9% απάντησε ότι αισθάνεται ουδέτερα, ενώ μόλις το 2% δήλωσε ότι αισθάνεται λυπημένο.



Σχήμα 6. Τι πιστεύουν τα παιδιά ότι συμβαίνει στο σπίτι τους σχετικά με τη χρήση του νερού
Figure 6. What do children believe regarding the use of water in their houses?

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Με βάση αυτά που άκουσες σήμερα, θα έλεγες ότι στο σπίτι σου γίνεται.....". Οι επιλογές ήταν α) εξοικονόμηση νερού, β) σπατάλη νερού, γ) δεν γνωρίζω. Το 81% των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα απάντησε ότι στο σπίτι τους γίνεται εξοικονόμηση νερού, ενώ μόλις το 6% απάντησε ότι γίνεται σπατάλη νερού. Το 13% των παιδιών απάντησε ότι δεν γνωρίζει.



Σχήμα 7. Τι άλλο θα ήθελες να έχει η δράση;
Figure 7. What else would you like to be included in the action?

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Τι άλλο ήθελες να περιέχει η δράση/παρουσίαση;". Στη συγκεκριμένη ερώτηση υπήρχε η δυνατότητα επιλογής περισσότερων απαντήσεων και από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η απάντηση που έδωσαν τα περισσότερα παιδιά ήταν «τίποτα», η οποία συγκέντρωσε 58 απαντήσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη ερώτηση ήταν ανοιχτού τύπου, γεγονός που κάνει ακόμη πιο σημαντικό το συγκεκριμένο εύρημα. Ακολούθησε με 33 απαντήσεις η επιλογή «περισσότερα παιχνίδια». Στη συνέχεια δύο απαντήσεις είχαν σχεδόν τον ίδιο προτιμήσεων, η επιλογή περισσότερα βίντεο (14 προτιμήσεις) και η επιλογή περισσότερες δραστηριότητες (12 προτιμήσεις). Τέλος, έξι παιδιά ανέφεραν ότι θα ήθελαν να δουν περισσότερα βιβλία σχετικά με το νερό.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψε το συμπέρασμα ότι σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει η ανάγκη δημιουργίας στοχευμένων περιβαλλοντικών προγραμμάτων για το νερό, με στόχο την αύξηση της ευαισθητοποίησης των νεαρών μαθητών για την εξοικονόμηση του νερού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το σύνολο των μαθητριών και των μαθητών έμεινε απόλυτα ικανοποιημένο από τη δράση, κάτι το οποίο φαίνεται και από τις απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Επίσης συμμετείχαν ενεργά κατά τη διάρκεια της παρουσίασης, με πολύ εύστοχες ερωτήσεις. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού σε ομάδες, συνεργάστηκαν αρμονικά μεταξύ τους και σε γενικές γραμμές κατανόησαν πλήρως τις αρχές εξοικονόμησης νερού στην καθημερινή μας ζωή. Οι προτάσεις τους για περισσότερο υλικό σχετικά με το θέμα (εκπαιδευτικά παιχνίδια, βίντεο, δραστηριότητες, παρουσίαση βιβλίων) αποτελούν ένδειξη του ενδιαφέροντος των παιδιών για το θέμα και της δυναμικής που έχει η περιβαλλοντική εκπαίδευση, με στόχο την ευαισθητοποίηση και την ανάληψη δράσης από πλευράς των παιδιών για κρίσιμα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Abstract

The lack of water is a critical environmental problem. Environmental education programs can bring a better understanding of the issue to young students and induce positive attitudes towards water conservation. The paper aims to investigate the opinions of primary school children of the Municipality of Thessaloniki regarding water conservation in the context of implementing a voluntary educational action aimed at environmental awareness. A total of 192 primary school pupils of the Municipality of Thessaloniki participated in the survey. According to the survey results, most pupils found the activity exciting and would like to see similar activities organized by the school more often. The pupils also rated what they heard during the activity as very useful and were interested in more material on the topic. Finally, 81% of the children who participated in the survey answered that water is saved at home, while only 6% answered that water is wasted.

Βιβλιογραφία

- Ballantyne R. R. & Packer J. M., 1996. Teaching and Learning in Environmental Education: Developing Environmental Conceptions, *The Journal of Environmental Education* 27(2): 25-32.
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y., 2004. Water footprints of nations. (Value of Water Research Report Series; No. 16). Unesco-IHE Institute for Water Education.
- Gilleran Stephens, C., Short, A., & Linnane, S. 2023. H2O Heroes: adding value to an environmental education outreach programme through intergenerational learning. *Irish Educational Studies*, 42(2), 183-204.
- Hens, L., Wiedemann, T., Raath, S., Stone, R., Renders, P., & Craenhals, E. 2010. Performance of newly implemented environmental management systems in primary schools in South Africa. *Journal of environmental management*, 91(4), 906-917.
- Hoekstra, A. Y., 2003. Virtual water trade. In *Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade* (Vol. 12, pp. 1-244).
- Middlestadt, S., Grieser, M., Hernandez, O., Tubaishat, K., Sanchack, J., Southwell, B. and Schwartz, R. 2001. Turning minds on and faucets off: Water conservation Education in Jordanian schools, *The Journal of Environmental Education*, 32: 37-45.
- OECD, 2001. *OECD Environmental Outlook*. OECD Publications Service, France.
- Palmer, J. and Suggate, J. 1996. Influences and experiences affecting the pro-environmental behaviour of educators, *Environmental Education Research*, 2: 109-121.
- Papadopoulou, M. and Christidou, V. 2004. Multimodal comprehension and production by preschool children: An interdisciplinary approach of water conservation, *International Journal of Learning*, 11: 918-927.
- Pozo-Muñoz, M. P., Martín-Gámez, C., Velasco-Martínez, L. C., & Tójar-Hurtado, J. C. 2023. Research and Development of Environmental Awareness about Water in Primary Education Students through Their Drawings. *Education Sciences*, 13(2), 119.
- Praveena, S. M., & Themudu, S. 2022. Exploring Water Conservation Awareness Level Among Primary School Children From Melaka (Malaysia). *Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences*, 18.
- Richter, T., Rendigs, A., Maminirina, C.P., 2015. Conservation messages in speech bubbles—evaluation of an environmental education comic distributed in elementary schools in Madagascar. *Sustainability* 7(7): 8855-8880.
- Samaltani, D., & Christidou, V. 2013. Water conservation in the nursery school. *Global NEST Journal*, 15(3), 421-429.
- Seyam, I. M., Hoekstra, A. Y., & Savenije, H. H. G., 2003. The water value-flow concept. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 28(4-5): 175-182.
- Tsekos, C.A., Christoforidou, E.I., Tsekos, E.A., 2012. Planning an Environmental Education Project for Kindergarten under the Theme of the Forest. *Rev. Eur. Stud.* 4: 111.
- UN, 2021. *The Sustainable Development Goals Report 2021*. United Nations publication issued by the Department of Economic and Social Affairs ISBN: 978-92-1-101439-6.
- UN, χ.χ. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Sustainable Development. The 17 Goals. Goal 6. Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all. <https://sdgs.un.org/goals>
- Xiong, Y. J., Hao, X. R., Liao, C., & Zeng, Z. N. 2016. Relationship between water-conservation behavior and water education in Guangzhou, China. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-9.
- Zhan, Y., He, R., & So, W. W. M. 2018. Developing elementary school children's water conversation action competence: a case study in China. *International Journal of Early Years Education*, 27(3), 287-305.
- Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής – ΕΜΕΚΑ, 2011. *Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Τράπεζα της Ελλάδος, Ιούνιος 2011. Επιμέλεια Έκδοσης: Ίδρυμα Εκτόπωσης Τραπεζογραμματίων και Αξιών της Τράπεζας της Ελλάδος.*

Τσιάρας, Σ., Τσιρούκης, Α., 2023. Περιβάλλον και Βιώσιμη Ανάπτυξη [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-130>

Χαλεπλής, Σ., 2008. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Μια διάσταση της εκπαίδευσης που συμβάλλει στο χτίσιμο μιας νέας κοσμοαντίληψης για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Επιστημονικό Βήμα 9: 159-174.

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΑ
ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΝΔΗΜΙΚΑ ΦΥΤΑ
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΙΠΠΟΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (*Aesculus hippocastanum* L.)
ΣΤΟ ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ**

**Τσιρούκης, Αχιλλέας¹; Τρακάλα, Γεωργία²; Μαρτίνης, Αριστοτέλης²; Μινώτου, Χαρίκλεια²;
Ζάγκα, Θεοδώρα³**

¹ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Γαιόπολις, Π.Ο. Λάρισας Τρικάλων, Τ.Κ. 415 00, tsirouk@uth.gr

² Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, v20trak@ionio.gr

² Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, amartinis@ionio.gr

² Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, charmini@otenet.gr

³ Δρ. Τμήματος Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. – Γεωπόνος Α.Π.Θ. – Msc Αρχιτέκτων Τοπίου Α.Π.Θ. dorzagka@gmail.com

Περίληψη

Η Ιπποκαστανιά (*Aesculus hippocastanum* L.), είναι ένα υπολειμματικό ενδημικό είδος της Ελλάδας. Συναντάται σε μικρούς υποπληθυσμούς, έως και μεμονωμένα δένδρα, στα ορεινά της Ηπείρου, της Μακεδονίας, της Θεσσαλίας και της Στερεάς Ελλάδας. Αριθμεί συνολικά 1470 ενήλικα δένδρα, τα οποία κατανέμονται εντός 101 υποπληθυσμών σε 14 νομούς της χώρας (Tsioukias 2008, Tsioukias 2023 υπό δημοσίευση). Η κατάσταση διατήρησης του είδους έχει χαρακτηριστεί ως «κρίσιμωσ κινδυνεύον», με βάση τα κριτήρια της I.U.C.N, 2001 (V 3.1) (Tsioukias 2007). Η Ιπποκαστανιά, στην περιοχή του Μαυροβουνίου, έχει εντοπισθεί μόλις σε 2 φυσικούς υποπληθυσμούς. Με αυτά τα δεδομένα, προτείνεται μια καμπάνια διατήρησης του είδους, με τη συμβολή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και την υλοποίηση μιας εκπαιδευτικής πρότασης μελέτης πεδίου, για την ευαισθητοποίηση των σχολικών μονάδων και των επισκεπτών της προστατευόμενης περιοχής της λίμνης Κάρλας – Μαυροβουνίου.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Βιοποικιλότητα, Απειλούμενα είδη, Κατάσταση διατήρησης, Ιπποκαστανιά

Εισαγωγή

Η Ελλάδα, θεωρείται σημείο εξαιρετικού ενδιαφέροντος, ως προς την βιοποικιλότητα στη λεκάνη της Μεσογείου (Bilz κ.α. 2011). Η βιοποικιλότητα, αποτελεί μέρος του οικοσυστήματος και χαρακτηρίζεται ως ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη ευημερία και ανάπτυξη, με τις πολύτιμες οικοσυστημικές υπηρεσίες, προς την κοινωνία και την εθνική μας οικονομία. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (European Environment Agency 2020), η βιοποικιλότητα ορίζεται ως «η ποικιλία των οικοσυστημάτων (φυσικό κεφάλαιο), των ειδών και των γονιδίων που υπάρχουν στον κόσμο ή σε έναν συγκεκριμένο οικότοπο». Η βιοποικιλότητα, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη διαχρονικά με τη ζωή του ανθρώπου και αποτελεί έναν «εν δυνάμει φυσικό πόρο», με διαχρονική αξία και χωρίς σύνορα (Ουρούζη 2021).

Σύμφωνα με το Ν. 3937 ΦΕΚ Α 60/31.3.2011, περί Διατήρησης της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις, η βιοποικιλότητα, η φύση και το τοπίο προστατεύονται και διατηρούνται, έτσι ώστε να διασφαλίζονται οι φυσικές διεργασίες, η αποδοτικότητα των φυσικών πόρων, η ισορροπία και η εξέλιξη των οικοσυστημάτων.

Οι προστατευόμενες φυσικές περιοχές, επιτελούν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών από τις οποίες πηγάζουν σημαντικές αξίες για τους ανθρώπους (McNeely & Miller 1984, IUCN 1998). Επίσης, οι προστατευόμενες περιοχές, αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο των περισσότερων στρατηγικών διατήρησης, ενώ το απόθεμα που δημιουργείται στις περιοχές αυτές, μπορεί να συνεισφέρει και στους γειτονικούς πληθυσμούς της χλωρίδας και πανίδας (Hockings 2003). Εμπεριέχουν, δηλαδή, ένα σημαντικό αριθμό απειλούμενων ειδών και οικοτόπων, ενώ ενδείκνυνται για την ανάπτυξη ήπιων μορφών εναλλακτικού τουρισμού (π.χ. οικοτουρισμός) και φυσικά, των ποικίλων δραστηριοτήτων αναψυχής (W.W.F. Ελλάς 2004). Παράλληλα, το φυσικό περιβάλλον στις περιοχές αυτές, παρέχει ιδανικούς προορισμούς για περιβαλλοντική εκπαίδευση και αναψυχή και είναι στενά συνδεδεμένο με τη βιώσιμη ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών (Martinis 2020).

Τα οφέλη από τη λειτουργία των προστατευόμενων περιοχών είναι πολλαπλά και επίσης συμβάλλουν στην ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας (Ζάγκας κ.α. 2007). Σε κάθε περίπτωση, η διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών πρέπει να γίνεται με απόλυτο σεβασμό στην έννοια της «αειφορίας» και μπορεί να επιτευχθεί, μόνο με συστηματική έρευνα και συνεργασία ειδικών, διαφορετικών κλάδων της επιστήμης.

Η ανάγκη διαχείρισης του φυσικού πλούτου και των στοιχείων της βιοποικιλότητας και της διατήρησης των πολύτιμων απειλούμενων φυτικών ειδών της ελληνικής χλωρίδας, όπως αυτά κατηγοριοποιούνται στους κόκκινους καταλόγους των σπάνιων και απειλούμενων ειδών (IUCN 2001), επιβάλλει την ευαισθητοποίηση και ενημέρωση του κοινού, η οποία και πραγματοποιείται κυρίως, μέσω των προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Όπως αναφέρεται από τους Flexer & Borun (1984), τα ερεθίσματα των μαθητών κατά την εκπαίδευσή τους στο πεδίο, είναι πολυποίκιλα, ευχάριστα, αλλά και ενδιαφέροντα σε σύγκριση με τη σχολική αίθουσα. Κατά συνέπεια, ««η μελέτη πεδίου», ενδείκνυται ως μια πολύ καλή εκπαιδευτική μέθοδος, καθότι η μάθηση μπορεί να επιτευχθεί, φυσικά και αυθόρμητα, ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των μαθητών με το φυσικό περιβάλλον (Malooof 2006, Roberts 2003, Kola-Olusanya 2005). Επιπρόσθετα, η μελέτη πεδίου, δίνει μια βιωματική εμπειρία γεμάτη κίνητρα για μάθηση στους μαθητές, επιτυγχάνοντας άριστα τη σύζευξη της μάθησης αφενός και της ευχαρίστησης και διασκέδασης αφετέρου (Lai 2000, Foley & Janikoun 1996). Οι μαθητές, ενθουσιάζονται στο πεδίο από τις διάφορες εξερευνησεις και πρακτικές που εφαρμόζονται στο φυσικό περιβάλλον, ενώ παράλληλα βιώνουν απεριόριστες στιγμές «έντονων συναισθημάτων», που προκύπτουν συνεργατικά και αποκαλύπτουν νέες γνώσεις και εμπειρίες (Carlson 2008, Storksdieck 2006, Griffin 2004).

Το φυσικό περιβάλλον υπήρξε πάντοτε για τον άνθρωπο ένας «ζωτικός χώρος», που αντλούσε πόρους για την επιβίωσή του και ανέπτυξε τη δραστηριότητά του για την προσδοκία μιας καλύτερης ποιότητας ζωής, ενώ παράλληλα, ο χώρος αυτός διαμόρφωνε το χαρακτήρα και την προσωπικότητά του. Η ευρύτερη περιοχή της λίμνης Κάρλας – Μαυροβουνίου, αποτελεί μια εξαιρετική περίπτωση, πλούσιου περιβαλλοντικού και πολιτιστικού αποθέματος και συνάμα κατάλληλο χώρο για άσκηση Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, καθότι παρέχει μια πλούσια θεματολογία, όπως λιμναία και δασικά οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα αυτών (οικότοποι, χλωρίδα, ορνιθοπανίδα και ιχθυοπανίδα), ενώ, προδιαγράφονται ευοίωνες προοπτικές μιας βιώσιμης ανάπτυξης εναλλακτικών μορφών τουρισμού, όπως, οικοτουρισμός, αγροτουρισμός, θρησκευτικός κλπ. (Τρακάλα κ.α 2021, Τρακάλα 2023). Το φυσικό περιβάλλον είναι απόλυτα συνυφασμένο με τον άνθρωπο, εφόσον τούτο τελικά περιλαμβάνει όλες τις διαστάσεις και εκφάνσεις της ανθρώπινης ζωής. Αποτελεί ένα πλέγμα δράσεων του ανθρώπου με πολλές συνιστώσες όπως πεδίο δράσης, μάθηση, δημιουργία, έκφραση κουλτούρας κλπ. (Φλογαίτη 2011, 2006).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός και υλοποίηση εκστρατείας ενημέρωσης, για την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση ευρύτερων κοινωνικών ομάδων και φορέων, με τη συμβολή της Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, έτσι ώστε, η Ιπποκαστανιά στην Ελλάδα και ειδικότερα στο Μαυροβούνι Αγιάς, να τύχει μιας ιδιαίτερης προβολής και προστασίας.

Η Ιπποκαστανιά στην Ελλάδα, προστατεύεται με βάση το Π.Δ. 67/1981, ενώ, έχει καταγραφεί ως «σημαντικό είδος» σε έξι Τόπους Κοινοτικής Σημασίας του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000 και ως οικότοπος προτεραιότητας (Τσιρούκης 2008). Επιπλέον, σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από την χαρτογράφηση του είδους εφαρμόζοντας το λογισμικό RAMAS (*Red list categories*),

διερευνήθηκε η κατάσταση διατήρησής του στην Ελλάδα, με τα νέα κριτήρια της I.U.C.N, 2001 (V 3.1), εκτιμώντας ότι, το είδος κατατάσσεται στα: **ΚΡΙΣΙΜΩΣ ΚΙΝΔΥΝΕΥΟΝΤΑ (CRITTCALLY ENDANGERED) – κριτήρια B2a b (iv, v)** (Tsiroukis κ.α. 2007, Τσιρούκης 2008).

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν συνάγεται ότι η Ιπποκαστανιά είναι ένα «δύσκολο» είδος, τόσο ως προς την αναπαραγωγική του ικανότητα, όσο και ως προς την επιβίωση του στο πεδίο, και κυρίως τα πρώτα χρόνια εγκατάστασής του. Κατά συνέπεια, προτείνεται η λήψη μέτρων και η συνεργασία διάφορων φορέων.

Περιοχή μελέτης

Το Μαυροβούνι Αγιάς, με την ψηλότερη κορυφή Σκούτλη στα 1054 m, εκτείνεται μεταξύ της Όσσας και του Πηλίου. Στην ανατολική πλευρά του βουνού και μέχρι το υψόμετρο των 400-500 m εκτείνεται ένα πολύ καλά διαμορφωμένο οικοσύστημα αείφυλλων πλατύφυλλων δασικών ειδών, ενώ στο ανώτερο τμήμα του καλύπτεται από δάση Οξυάς, (*Fagus sylvatica*), Καστανιάς (*Castanea sativa*) και κυρίως δρυοδάση (Πλατυφύλλου δρυός, *Quercus frainetto*), ενώ γενικότερα, η οικολογική αξία της περιοχής, χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα σημαντική (Καλιαμπός και Ψαλίδας 1984).

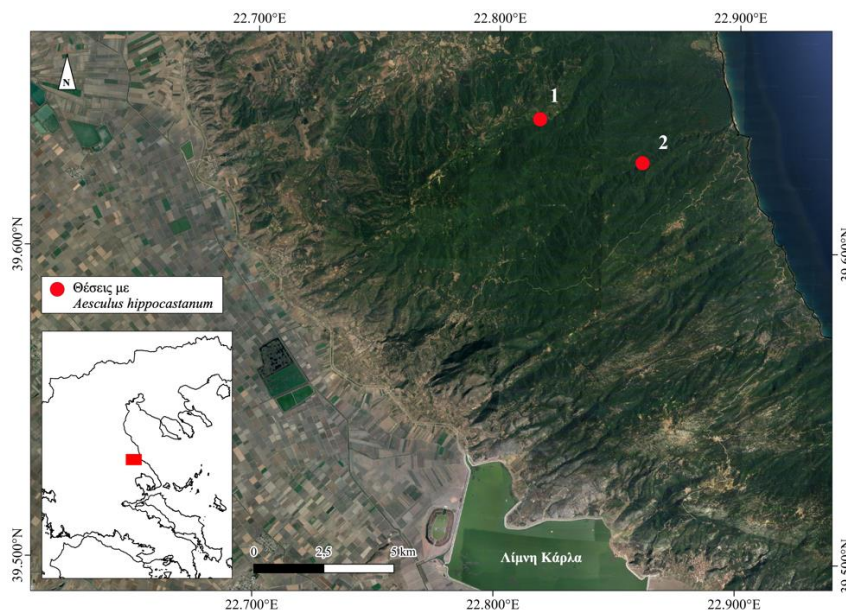
Η ευρύτερη περιοχή του Μαυροβουνίου εντάσσεται στο Πρόγραμμα προστασίας άγριας πανίδας (LIFE), ενώ αξίζει να σημειωθεί πως στην περιοχή του Πολυδενδρίου Αγιάς υπήρχε και το τέως βασιλικό κτήμα, με σημαντική ιστορική και οικολογική αξία.

Στην περιοχή μελέτης (Μαυροβούνι Αγιάς), υφίσταται ένα υπολειμματικό και απειλούμενο ενδημικό είδος της αυτοφυούς ελληνικής χλωρίδας, η Ιπποκαστανιά, (*Aesculus hippocastanum* L.). Αυτή εντοπίστηκε σε μόλις 2 υποπληθυσμούς (Εικόνα 1), με συνολικό αριθμό 25 ατόμων και πιο συγκεκριμένα, με βάση τις παρακάτω συντεταγμένες, στις παρακάτω θέσεις, ήτοι:

1η θέση: Ποταμιά Αγιάς – Δ.Θ. Στάμα. (39 ° 38 543' - 22 ° 49 024' και σε υψόμετρο 637 m).

Υπάρχουν 2 ενήλικα άτομα Ιπποκαστανιάς, σε πετρώδες έδαφος και στα πρηνή ρέματος χωρίς νερό, σχεδόν σε μια επιφάνεια κατάληψης 150 m² μαζί με Δασική οξυά (*Fagus sylvatica*), Καστανιά (*Castanea sativa*) και Πλατάνια (*Platanus orientalis*).

2η θέση: Ρακοπόταμος – Σκλήθρου Αγιάς. (39 ° 37 722' - 22 ° 51 589' και σε υψόμετρο 338 m. Στη θέση αυτή, σε ένα αμμοπετρώδες υπόστρωμα μέσα στο ρέμα με συνεχή ροή νερού, υπάρχουν διάσπαρτα 23 άτομα, σε μια επιφάνεια κατάληψης περίπου 700 m², με πολύ περιορισμένη φυσική αναγέννηση. Τα συνοδά είδη στη θέση αυτή είναι κυρίως, τα Πλατάνια (*Platanus orientalis*), το Σκλήθρο (*Alnus glutinosa*) και ο Φράξος όρνος (*Fraxinus ornus*) (Τσιρούκης 2008). Στην παρακάτω (Εικόνα 2), αποτυπώνεται η Ιπποκαστανιά στον συγκεκριμένο βιότοπο.



Εικόνα 1. Θέσεις των υποπληθυσμών του *Aesculus hippocastanum*, στην περιοχή μελέτης.
Figure 1. Locations of sub-population of *Aesculus hippocastanum* in the study area.



Εικόνα 2. Ιπποκαστανιά στη θέση Ρακοπόταμος – Σκλήθρου Αγιάς.
Figure 2. Horse chestnut in the Rakopotamos - Sklithrou Agias location.

Γενικά χαρακτηριστικά της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.)

Η Ιπποκαστανιά ή πικροκαστανιά (*Aesculus hippocastanum* L.), θεωρείται κατάλοιπο της τελευταίας παγετώδους περιόδου που επιβιώνει σε θέσεις καταφύγια (refugia), όπου η παρουσία του νερού μετριάξει τις ακραίες θερμοκρασίες (Τσιρούκης 2008). Είναι ένα φυλλοβόλο δένδρο μέσου μεγέθους 20-30 m με φύλλα σύνθετα και 5-7 φυλλάρια, σε μακρύ μίσχο και διάταξη σταυρωτά αντίθετη. Τα άνθη, είναι μεγάλα σε όρθιες εντυπωσιακές ωοειδείς, λευκές ταξιανθίες – φόβες, ενώ ο καρπός, μεγάλη ακανθωτή δερματώδης κάνα, με χρόνο ωρίμανσης στα τέλη Σεπτεμβρίου - αρχές Οκτωβρίου (Κοράκης 2015, Τσιρούκης 2008, Αθανασιάδης 1986).

Η Ιπποκαστανιά είναι ευρύτοπο είδος, με μεγάλο υψομετρικό εύρος ανάπτυξης από τα 200-1500 m μαζί με άλλα είδη, όπως *Abies borisii regis*, *Fagus moesiaca*, *Quercus frainetto*, κ.ά., ενώ το κύριο ενδιαίτημα είναι κυρίως τα ρέματα και σε μικρότερο βαθμό, θέσεις μέσα σε δάση ή σε πρηνή δρόμων (Τσιρούκης κ.α. 2004, 2005, Τσιρούκης κ.α. 2007, Τσιρούκης & Thanos 2008, Τσιρούκης 2008, Τσιρούκης κ.α. 2011).

Η φυσική γεωγραφική κατανομή της Ιπποκαστανιάς περιορίζεται στην Ελλάδα και σε πολύ μικρότερο βαθμό στην Αλβανία και στην ΠΓΔΜ. Η γεωγραφική εξάπλωση του είδους στην Ελλάδα καταγράφηκε, με βάση πρόσφατα δεδομένα, σε 101 υποπληθυσμούς (sensu IUCN), και συνολικά 1470 ενήλικα άτομα (Τσιρούκης 2008, Τσιρούκης κ.ά. 2011, 2015, 2019, Τσιρούκης 2023 υπό δημοσίευση).

Αίτια συρρίκνωσης των πληθυσμών του είδους

Τα σπέρματα του είδους, τα οποία είναι τα βαρύτερα της ευρωπαϊκής χλωρίδας με μάζα σπέρματος **33,37 gr** στο Μικρολίβαδο Γρεβενών το 2005 (Τσιρούκης, 2008), δεν επιτρέπουν μεγάλα περιθώρια διασποράς σε ευρύτερες περιοχές με καλύτερες, ενδεχομένως, οικολογικές και εδαφικές συνθήκες. Έτσι, η διασπορά περιορίζεται, κυρίως, στους τύπους της υδροχωρίας και βαροχωρίας (Τσιρούκης, 2008, Τσιρούκης κ.α. 2011). Επίσης, το γεγονός ότι τα σπέρματα κατά τον χρόνο διασποράς (Σεπτέμβριος-Οκτώβριος), είναι ληθαργικά και δεν ανέχονται την αφυδάτωση (Τσιρούκης, 2005), δημιουργούν επιπρόσθετες δυσκολίες στη φύτευση και αργότερα στην επιβίωση των αρτιβλάστων. Σε όλα τα παραπάνω, αν προστεθούν και οι ανθρωπογενείς και εξωγενείς αιτίες καθίσταται φανερό ότι η Ιπποκαστανιά, **ΚΙΝΔΥΝΕΥΕΙ** (Τσιρούκης 2008, Τσιρούκης κ.ά. 2011, 2015, 2019).

Επιπρόσθετα, η απουσία φυσικής αναγέννησης (βαθμός 0) στο 63% των φυσικών πληθυσμών της Ελλάδας (Τσιρούκης 2008, Τσιρούκης & Thanos 2008, Τσιρούκης κ.ά. 2011) και οι δυνητικές

απειλές που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην παρακμή και συρρίκνωση αυτού του σπάνιου είδους στο φυσικό του περιβάλλον, θα πρέπει να οδηγήσουν τους αρμόδιους φορείς (Υπηρεσίες Υπουργείου Περιβάλλοντος, Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, IUCN, Ινστιτούτα Δασικών Ερευνών, Πανεπιστήμια, Σχολεία κ.λπ.) στη λήψη άμεσων μέτρων διαχείρισης και προστασίας του (Tsioukias κ.α. 2007, Τσιρούκης 2008, Τσιρούκης κ.ά. 2011, 2015, 2019).

Καμπάνια προβολής και διατήρησης του είδους – Η συμβολή της Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης

Σχεδιασμός και υλοποίηση εκστρατείας ενημέρωσης & ευαισθητοποίησης του κοινού

Μεταξύ άλλων παιδαγωγικών προσεγγίσεων, στην παρούσα εργασία, η μελέτη πεδίου θεωρείται ως μία εκπαιδευτική βιωματική μέθοδος, η οποία εφαρμόζεται εκτενώς στις περιπτώσεις διδασκαλίας και μάθησης των περιβαλλοντικών θεμάτων και ζητημάτων. Οι Brunsden 1987, McPartland & Harvey 1987, Palmberg & Kuru 2000), αναφέρουν σημαντικά οφέλη που προκύπτουν από την συγκεκριμένη εφαρμογή της μεθόδου, ήτοι:

- Τροφοδοτεί τους εκπαιδευόμενους με χρήσιμες γνώσεις και τεχνικές, για την ορθολογική αξιοποίηση των φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος.
- Τροφοδοτεί την ικανότητα των εκπαιδευομένων να εργάζονται συνεργατικά και να αναπτύσσουν προσωπικές δεξιότητες και ικανότητες για την επίλυση διάφορων περιβαλλοντικών προβλημάτων.
- Δημιουργεί ευνοϊκές προϋποθέσεις, αυτοπεποίθησης κατά την άσκησή τους στο πεδίο, ενώ παράλληλα, σφυρηλατεί την περιβαλλοντική ηθική και ευαισθητοποίηση.

Βασικός στόχος της παρούσας καμπάνιας, είναι η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση ευρύτερων κοινωνικών ομάδων και φορέων, με τη συμβολή της Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Εφαρμόζοντας ως παιδαγωγική μέθοδο τη «μελέτη πεδίου», προτείνεται στην παρούσα εργασία μια καμπάνια δράσεων για την προστασία της βιοποικιλότητας γενικότερα, και εν προκειμένω της διατήρησης του κρισίμως κινδυνεύοντος είδους της Ιπποκαστανιάς, που ενδημεί στην περιοχή μας (Μαυροβούνι Αγιάς).

Ομάδες στόχοι

Ομάδες στόχοι ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης είναι «εν δυνάμει», όλοι οι κάτοικοι της ευρύτερης περιοχής Κάρλας – Μαυροβουνίου. Όμως, ειδικότερα, σημαντική μπορεί να είναι η συμβολή των Δημοσίων Υπηρεσιών (Διεύθυνση Δασών, Δασαρχεία και Πυροσβεστική), Συλλόγων, (Κυνηγητικοί Σύλλογοι, Φίλοι του δάσους και των μανιταριών, Σωματεία δασεργατών) και φυσικά των Φορέων της Περιφέρειας Θεσσαλίας και των Δήμων, (Κιλελέρ, Αγιάς και Ρήγα Φεραίου), της Εκκλησίας, των ΜΜΕ, των σχολικών μονάδων όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης, των Φορέων Διαχείρισης, των Περιβαλλοντικών οργανώσεων κλπ. Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πρόγραμμα θα απευθύνεται κυρίως στους μαθητές και φοιτητές όλων των βαθμίδων των Νομών Λάρισας και Μαγνησίας, καθότι βρίσκονται πολύ κοντά στο δάσος Μαυροβουνίου.

Προτεινόμενο περιβαλλοντικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα δράσεων

Η δομή του προγράμματος περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης με τίτλο «**Σώστε την Ιπποκαστανιά στο Μαυροβούνι**», χωρίζεται σε τέσσερις βασικούς άξονες, που είναι οι κάτωθι:

- *Συντονιστής του προγράμματος δράσης*

Το **Γυμνάσιο - Λύκειο Αρμενίου**, θα αποτελεί τον κατεξοχήν συντονιστή και σύνδεσμο, ως ο φορέας των δράσεων της προτεινόμενης καμπάνιας για θέματα της προστατευόμενης περιοχής, της Βιοποικιλότητας και των δράσεων που θα πρέπει να αναληφθούν για την προστασία του απειλούμενου ενδημικού είδους της Ιπποκαστανιάς, τόσο με τους Φορείς, όσο και με τις εκπαιδευτικές μονάδες. Επίσης, το σχολείο, μέσα από τα μαθήματα των εικαστικών και των Η/Υ, θα δημιουργήσει υλικό περιβαλλοντικής εκπαίδευσης με τίτλο "*Ανακαλύπτοντας το απειλούμενο είδος της Ιπποκαστανιάς – δράσεις διατήρησης στο βιότοπο του Ρακοπόταμου - Μαυροβουνίου*», το οποίο θα διανεμηθεί σε όλα τα σχολεία της προστατευόμενης περιοχής, αλλά και σε σχολεία της ευρύτερης περιοχής. Το υλικό αποσκοπεί, στην προώθηση της γνώσης, στην ευαισθητοποίηση,

καθώς και στην άμεση επαφή των ομάδων με τη βιοποικιλότητα της προστατευόμενης περιοχής, αλλά και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού και διερευνητικής σκέψης με αντικείμενο το φυσικό περιβάλλον και το συγκεκριμένο απειλούμενο είδος.

- *Δημιουργία Μητρώου εθελοντών – σύσταση ομάδων εργασίας*

Θα συνταχθεί ένα μητρώο εθελοντών, με βάση το οποίο θα συσταθούν διάφορες ομάδες εργασίας. Οι αρμοδιότητες των ομάδων θα είναι πολυποίκιλες και θα αφορούν διάφορες περιβαλλοντικές δράσεις, προστασίας και αποκατάστασης των οικοσυστημάτων της περιοχής, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την ανάδειξη της περιοχής, την δημιουργία πολιτιστικών δρώμενων με διάφορα θέματα και πυρήνες τη λίμνη Κάρλα, το δάσος Μαυροβουνίου, λαογραφικά και πολιτισμικά στοιχεία της περιοχής κλπ.

- *Δημιουργία μόνιμης έκθεσης περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο τ. Δασονομείο στον Έλαφο*

Το πρόγραμμα ενημέρωσης θα ενισχυθεί με τη λειτουργία της μόνιμης έκθεσης του προγράμματος στον πρώην χώρο του Δασονομείου του Δασαρχείου Αγιάς, που βρίσκεται στο χωριό Έλαφος, για τον οποίο θα ζητηθεί η παραχώρησή του από το Δασαρχείο Αγιάς. Ευτυχή συγκυρία αποτελεί το γεγονός της ύπαρξης μιας εμβληματική Ιπποκαστανιάς στον αύλειο χώρο και η παρουσία της ενδυναμώνει την περιβαλλοντική μας καμπάνια.

Στο εσωτερικό του καταλύματος, οι επισκέπτες θα περιηγούνται στην αίθουσα έκθεσης ερμηνείας περιβάλλοντος, θα προμηθεύονται ενημερωτικά έντυπα και στη συνέχεια θα παρακολουθούν την προβολή μιας παρουσίασης για την οικολογία και κατάσταση διατήρησης του ενδημικού είδους της Ιπποκαστανιάς (Πιέσεις, απειλές, μέτρα προστασίας κλπ.).

- *Προσέγγιση στον Έλαφο Μαυροβουνίου και ξεναγήσεις στο πεδίο*

Η ύπαρξη ενός καλά αναπτυγμένου οδικού δικτύου στην περιοχή, δίνει πολλαπλές δυνατότητες στον επισκέπτη και ιδιαίτερα τους μαθητές των Σχολείων να προσεγγίσουν καταρχάς τον Έλαφο στο Μαυροβούνι και στη συνέχεια τον βιότοπο της Ιπποκαστανιάς στον Ρακοπόταμο - Σκλήθρο Αγιάς. Όποια διαδρομή και να επιλεγεί, θα έχει ως πρώτο προορισμό τον Έλαφο, δηλαδή, το ξύλινο κατάλυμα του πρώην Δασονομείου του Δασαρχείου Αγιάς.

Μελέτη πεδίου - Προτεινόμενες δράσεις στον Βιότοπο της Ιπποκαστανιάς

Ο συγκεκριμένος βιότοπος, στοχεύουμε να αποτελέσει το ζωντανό εργαστήριο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης των Σχολείων της ευρύτερης περιοχής των δήμων Αγιάς, Κιλελέρ, Ρήγα Φεραίου, Βόλου και Λάρισας, όπου θα διεξάγονται δημιουργικές περιβαλλοντικές δραστηριότητες, παρατήρηση, παρακολούθηση ρίψης δέντρων σε υλοτομικές εργασίες στη γύρω περιοχή, καθώς επίσης και διάφορες άλλες δράσεις (περιβαλλοντικά παιχνίδια ρόλων κλπ.).

Μερικές εκπαιδευτικές προτάσεις και δράσεις που προτείνονται και μπορεί να υλοποιηθούν στο πεδίο είναι οι παρακάτω:

- Προσδιορισμός της θέσης του βιοτόπου με τη χρήση GPS και αποτύπωση της θέσης σε χάρτη της περιοχής, με την εύρεση των συντεταγμένων και του υψομέτρου.
- Αναγνώριση του είδους της Ιπποκαστανιάς, μέσα από το υπάρχον φωτογραφικό υλικό του περιπτέρου στον Έλαφο και καταμέτρηση των ενήλικων δένδρων.
- Βιομετρικά στοιχεία των δένδρων (ύψος, διάμετρος κορμού, κλπ, με τη χρήση παχυμέτρου και δενδροϋψομέτρου, τύπου Haga ή Blume-Leis).
- Παρατηρήσεις σχετικές με τα εδαφικά, γεωλογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά, για την κατηγοριοποίηση του βιοτόπου.
- Καταγραφή των συνοδών ειδών με την Ιπποκαστανιά, λήψη δειγμάτων και βοτανική αναγνώριση στην τάξη – Δημιουργία φυτολογίου με τα κυριότερα είδη του Μαυροβουνίου.
- Παρακολούθηση, καταγραφή και σήμανση των αρτιβλάστων Ιπποκαστανιάς που υπάρχουν στον βιότοπο, για διαχρονική παρατήρηση της επιβίωσης και εξέλιξης αυτών.
- Παρατηρήσεις και προβληματισμοί προς συζήτηση για τις πιέσεις και απειλές που δέχεται το είδος.

- Παρατηρήσεις και μετρήσεις των λευκών ταξιανθιών των δένδρων, που εκπτύσσονται στα τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου.
- Παρατηρήσεις και μετρήσεις καρπόδεσης και ωρίμανσης των καρπών.
- Παρατηρήσεις των καρπών και τις δυνατότητες διασποράς αυτών (τον Οκτώβριο).
- Μεταφορά σπερμάτων φυσικών πληθυσμών για **επέκταση της διασποράς**. Υιοθέτηση πειραμάτων σποράς (κατά θέσεις), από ομάδες μαθητών, φοιτητών, εθελοντών.
- Παρακολούθηση της φύτευσης των σπερμάτων Ιπποκαστανιάς στο πεδίο (την Άνοιξη – τέλη Μαρτίου).
- Δημιουργία φωτογραφικού υλικού του είδους (σε όλα τα στάδια της αναπαραγωγικής διαδικασίας), αλλά και της βιοποικιλότητας της περιοχής (χλωρίδας και πανίδας).
- Ηχογράφιση των ήχων έμβιων όντων (πουλιά, ζώα, θηράματα κλπ), καθώς και του ηχοτοπίου της περιοχής (θρόισμα δένδρων, ήχοι πουλιών, κελάρισμα του νερού κλπ.) (Minotou 2012, Minotou κ.α. 2007).

Συμπεράσματα

Προτεινόμενα μέτρα διατήρησης του είδους

- Έλεγχος και αποτροπή της βόσκησης. Προς τούτο προτείνεται η περίφραξη (πilotικά με αγκαθωτό συρματοπλέγμα) επιλεγμένων θέσεων στις οποίες φιλοξενούνται συγκεκριμένες ομάδες ατόμων Ιπποκαστανιάς με καλό φαινότυπο και ενδιαίτημα. Επίσης, η έκδοση από την Δασική Υπηρεσία συγκεκριμένης ρύθμισης απαγόρευσης της βοσκής (Δ.Α.Δ.), θα ήταν ένα άλλο πρόσφορο και ενδεικνυόμενο μέτρο.
- Διαμόρφωση μικρών έργων σταθεροποίησης των εδαφών. Με δεδομένο ότι τα πρανή των εδαφών κινδυνεύουν από φαινόμενα διαβρώσεων, η αναδιάταξη-διαμόρφωση επικλινών θέσεων θα μπορούσε να βοηθήσει σε κάποιο βαθμό.
- Διασπορά των σπερμάτων (τεχνητά) σε ευνοϊκότερα ενδιαίτηματα, με την συνδρομή εθελοντών και μαθητών. Κατά τη διασπορά των σπερμάτων σε ευνοϊκές θέσεις προτείνεται η κάλυψή τους με την στρωμή των φύλλων για να διαχειμάσουν χωρίς απώλειες αφυδάτωσης και συνθηκών ψύχους κάτω από τους 0 °C.
- Προφύλαξη των σπερμάτων από τρωκτικά. Η θήρευση των σπερμάτων μπορεί να αποφευχθεί με περίφραξη (χρήση πυκνής σίτας), οπότε και θα μειωθεί σχετικά η απειλή αυτή.
- Προστασία από τη δράση άγριων θηραματικών ζώων. Η απόθεση των αγριόχοιρων από συγκεκριμένες μικροθέσεις, μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση **μηχανισμών κρότου (αερίου)**.
- Απαγόρευση-περιορισμός συλλογής σπερμάτων με την έκδοση σχετικής δασικής ρυθμιστικής διάταξης.
- Δημιουργία δικτύου μικροαποθεμάτων, με στόχο τη διασφάλιση της διατήρησής τους.
- Καμπάνια προβολής και διατήρησης του είδους, με τη συμβολή της Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και το μαθητικό δυναμικό των Σχολείων όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης.
- Παραγωγή ενημερωτικού-προωθητικού-ηλεκτρονικού υλικού, που ενημερώνουν τους επισκέπτες για τη Βιοποικιλότητα και το απειλούμενο είδος της Ιπποκαστανιάς.
- Δημιουργία ιστοσελίδας – Facebook, για την προσέλκυση και γνωριμία της τοπικής κοινωνίας με την προστατευόμενη περιοχή και του απειλούμενου είδους, μέσω της διαρκούς προβολής της, αποστολή δελτίων τύπου, παροχή πληροφοριών, συνεντεύξεων σε δημοσιογράφους, διοργάνωση εκδηλώσεων και τέλος,
- Καθιέρωση ετήσιας γιορτής κατά το πρώτο 15μερο του Μαΐου, με την επωνυμία «**η ανθισμένη Ιπποκαστανιά**», με σειρά εκδηλώσεων λαογραφικών και πολιτισμικών δρώμενων στα χωριά Έλαφος και Σκλήθρο και την συγκέντρωση των σχολείων της περιοχής, με τη συμβολή φυσικά, διαφόρων φορέων και της τοπικής αυτοδιοίκησης.

Abstract

Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.), is a remnant endemic species of Greece. It is found in small subpopulations, even individual trees, in the highlands of Epirus, Macedonia, Thessaly and Central Greece. It counts a total of 1470 adult trees, which are distributed within 101

subpopulations in 14 prefectures of the country (Tsiroukis 2008, Tsiroukis 2023, under publication). The conservation status of the species has been characterized as "critically endangered", based on the criteria of I.U.C.N, 2001 (V 3.1) (Tsiroukis 2007). Horse chestnut, in the region of Mavrovouni, has been identified in only 2 natural subpopulations. With these data, a conservation campaign of the species is proposed, with the contribution of environmental education and the implementation of an educational field study proposal, to raise the awareness of school units and visitors of the protected area of Lake Karlas - Mavrovouniou.

Βιβλιογραφία

- Biltz, M., Kell, S.P., Maxted, N., Lansdown, R.V., 2011. European Red List of Vascular Plants, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Brunsdon, D., 1987. The science of the unknown. *Geography*, 72, 193-208.
- Carlson, S., 2008. Environmental field days: Recommendations for best practices. *Applied Environmental Education and Communication: An International Journal*, 7 (3), 94-105.
- European Environment Agency., 2020. The European environment — state and outlook 2020. Executive summary.
- Flexer, B. K., Borun, M., 1984. The impact of a class visit to a participatory science museum exhibit and a classroom science lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(9), 863–873.
- Foley, M., Janikoun, J., 1996. *The Really Practical Guide to Primary Geography*, Cheltenham: Stanley Thornes.
- Griffin, J., 2004. Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88 (S1), S59–70.
- Hockings, M., 2003. Systems for Assessing the Effectiveness of Management in Protected Areas. *BioScience* Vol 53 No 9: 823-832.
- I.U.C.N., 1998. The World Conservation Union.
- Job, D., 1996. Geography and Environmental Education: An exploration of Perspectives and Strategies, in: W.A. Kent, D. Lambert, M. Naish and F. Slater (eds.), *Geography in Education*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kola-Olusanya, A., 2005. Free-choice environmental education: Understanding where children learn outside of school. *Environ. Educ. Res.*, 11(3), 297-307.
- Lai, K.C., 2000. Geographical fieldwork as emotionally engaged learning. *Geographical Education*, 13, 25-33.
- Maloof, J.E., 2006. Experience this! The experiential approach to teaching environmental issues. *Applied Environmental Education and Communication*, 5, 193-197.
- Martinis, A., 2020. Assessing the Environmental Policy of a Natural Protected Area Using Visitor Opinions. Case Study of Parnassos National Park, Greece. (Volume XI, Summer), 3 (43): 501-512. DOI:10.14505/jemt.v11.3 (43).01.
- McNeely, J.A. Miller, K.R., eds., 1984. *National parks, conservation and development: the role of protected areas in sustaining society*. Washington, DC, IUCN/Smithsonian Institution Press.
- McPartland, M., Harvey, P., 1987. A question of fieldwork. *Teaching Geography*, 12 (4), 162-164.
- Minotou, Ch. 2012. *Protected Areas and People with Disabilities – Special Environmental Education* [in Greek], Ph.D. dissertation, University of Ioannina, Greece, 2012.
- Minotou, Ch., Pantis, I., Paraskevopoulos, S., Mniestris, A., 2007. Acoustic ecology and education on the protection and conservation of ecosystems as tools of environmental education and familiarization with ecosystems and soundscapes for the disabled, 5th Greek Conference idactics of the Natural Sciences and New Technologies in Education, Ioannina, Greece, 2007.
- Palmberg, I.E., Kuru, J., 2000. Outdoor activities as a basis for environmental responsibility, *J. Environ. Educ.* 31(4), 32-6.
- Roberts, M., 2003. *Learning through enquiry*. Sheffield, UK: *Geographical Association*.
- Storksdieck, M., 2006. *Field trips in environmental education*. Berlin, Germany: Berliner Wissenschafts-Verlag.
- Tsiroukis A., Georgiou K., Vergos St., Thanos, C.A., 2005. The ecophysiology of reproduction in *Aesculus hippocastanum* L. Book of proceedings, 10th Conference of the Hellenic Botanical Society, Ioannina, 2005.

Tsiroukis, A., Georghiou, K., Vergos, St., Thanos, C.A., 2007. Conservation status of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Greece. Book of proceedings, 3rd Conference of the Hellenic Ecological Society; Ioannina, 16-19 November 2006. P 400-6

Tsiroukis, A., Georghiou, K., Vergos, St., Thanos, C.A., 2004. Seed ecology of *Aesculus hippocastanum* L. from three native locations in central and Northern Greece-Preliminary results. In: Book of Abstracts, p. 189. Seed Ecology 2004, Rhodes, Greece, April 29 May 4, 2004.

Tsiroukis, A., Thanos, C.A., 2008. Field seed germination of Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) in Greece and climate change impacts. Tree Seeds 2008. Royal Botanic Gardens Kew, Wakehurst Place & University of Sussex, Brighton, U.K. 22-25 September, 2008.

World Conservation Union (IUCN), 2001. IUCN Red List Categories and Criteria, v. 3.1. Species Survival Commission. IUCN.

WWF Ελλάς, 2004. Αξιολόγηση του συστήματος Προστατευόμενων Περιοχών της Ελλάδας: από τη θεωρία στην πράξη. WWF Ελλάς, κείμενο πολιτικής, Σεπτέμβριος 2004.

Αθανασιάδης, Ν., 1986. Δασική Βοτανική (δένδρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδος). Μέρος II. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, 309 σ.

Ζάγκας, Θ., Τσιτσώνη, Θ., Γκανάτσας, Π., 2007. Η ανάδειξη της Λεκάνης του Κρικελλοπόταμου, ως μοχλός ανάπτυξης της περιοχής. Πρακτικά 13ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου «Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών – Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος». Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Καστοριά, 7-10 Οκτωβρίου 2007.

Καλιαμπός, Ε., Ψαλίδας, Γ., 1984. Διαχειριστική μελέτη δασικού συμπλέγματος Μαυροβουνίου, για την περίοδο 1983-1992. Λάρισα.

Κοράκης, Γ. 2015. Δασική βοτανική. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/742>.

NOMOS ΥΠ'ΑΡΙΘ.3937, ΦΕΚ Α 60/31.3.2011. Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις.

Ντάφης, Σ., 1999. Προστασία του Τοπίου. Αμφίβιον, 25 (1999), 3–6.

Ουρούζη, Α., 2021. Η συμβολή του Δασοκομικού χειρισμού, στον πολυλειτουργικό ρόλο του δάσους καστανιάς στο Όρος Πάικο. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Τρακάλα, Γ., 2023. «Η ανάδειξη της φυσικής / πολιτιστικής κληρονομιάς και η περιβαλλοντική εκπαίδευση και ενημέρωση των πολιτών, πρόκληση για την προστασία και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η περίπτωση της λίμνης Κάρλας – Μαυροβουνίου». Διπλωματική εργασία. Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Τρακάλα, Γ., Μαρτίνης, Α., Ζάγκας, Θ., Καρρής, Γ., Τσιρούκης, Α., 2021. Η Λίμνη Κάρλα από την αρχαιότητα έως σήμερα και η συμβολή της στη μελλοντική βιώσιμη ανάπτυξη της Θεσσαλίας. Πρακτικά 20^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 3-6 Οκτωβρίου, Τρίκαλα.

Τσιρούκης, Α., 2008. Αναπαραγωγική Φυσιολογία και Οικολογία της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.). Διδακτορική Διατριβή, σελ. 270. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Τσιρούκης, Α., Γεωργίου, Κ., Αρέτος, Β., Αγγελακόπουλος, Ι., Θάνος, Α.Κ., 2019. Επιβίωση αρτιβλάστων Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.), κατά το πρώτο έτος ανάπτυξής τους, στον Κίτσαβο. Η εργασία αυτή, παρουσιάστηκε στο 19^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο στο Λιτόχωρο Πιερίας, (από 29 Σεπτεμβρίου έως 2 Οκτωβρίου).

Τσιρούκης, Α., Γεωργίου, Κ., Βέργος, Στ., Αρέτος, Β., Ζαβάκος, Γ., Θάνος, Κ., 2011. Η περιορισμένη φυσική κατανομή της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.) - Κυριότεροι περιοριστικοί παράγοντες. 15^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Καρδίτσα, Οκτώβριος 2011. Ηλεκτρονικά Πρακτικά του Συνεδρίου.

Τσιρούκης, Α., Γεωργίου, Κ., Βέργος, Στ., Αρέτος, Β., Θάνος, Κ., 2015. Αναπαραγωγικό δυναμικό της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.) σε φυσικούς πληθυσμούς της Ελλάδας. 17^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Κεφαλονιά, Οκτώβριος 2015. Ηλεκτρονικά Πρακτικά του Συνεδρίου.

Φλογαίτη, Ε., 2006. Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Φλογαίτη, Ε., 2011. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Αθήνα: Πεδίο Επιστημονικές εκδόσεις.

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

**ΤΑ ΠΟΛΥΘΕΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΤΗΣ Π.Ε.
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ - ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙΟΥ**

**Τρακάλα, Γεωργία¹; Μαρτίνης, Αριστοτέλης¹; Ζάγκας, Θεοχάρης²; Καρρής, Γεώργιος¹;
Τσιρούκης, Αχιλλέας³**

¹ Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, v20trak@ionio.gr

¹ Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, amartinis@ionio.gr

¹ Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, gkarris@ionio.gr

² Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημιούπολη, Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη, zagas@for.auth.gr

³ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Γαϊόπολις, Π.Ο. Λάρισας Τρικάλων, Τ.Κ. 415 00, tsirouk@uth.gr

Περίληψη

Η εκπαίδευση των μαθητών στο πεδίο, δηλαδή στο φυσικό περιβάλλον, συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυσικών ικανοτήτων του παιδιού, με σεβασμό στη φύση και στις αρχές της, ενώ για τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας, η εκπαίδευση των αισθήσεων μέσα από τη φύση είναι αναμφισβήτητη. Η υπό μελέτη περιοχή της λίμνης Κάρλας – Μαυροβουνίου, αποτελεί ένα «πολυδιάστατο πεδίο», με περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, αλλά και σημαντικής πολιτιστικής και ιστορικής αξίας. Επιπλέον, οι προτεινόμενες εκπαιδευτικές, περιβαλλοντικές και πολιτιστικές διαδρομές (μονοπάτια), παρουσιάζουν ένα ευρύ και ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως θεματολογία, για την περιβαλλοντική εκπαίδευση, καθότι, η περιοχή μελέτης είναι ενταγμένη ως προστατευόμενη περιοχή του δικτύου *Natura 2000*, τα διάφορα δε οικοσυστήματα, παρουσιάζουν μια εξαιρετική βιοποικιλότητα, τόσο ως προς τη χλωρίδα και πανίδα του Μαυροβουνίου. όσο και ως προς την ιχθυοπανίδα της λίμνης Κάρλας.

Λέξεις κλειδιά: Λίμνη Κάρλα, Βιώσιμη ανάπτυξη, Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Περιβαλλοντικά μονοπάτια, Βιοποικιλότητα.

Εισαγωγή

Σήμερα, κοινός τόπος επιδίωξης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αποτελεί «η συνειδητοποίηση της γνώσης του φυσικού περιβάλλοντος από τα άτομα και τις κοινωνικές ομάδες, με στόχο την επίτευξη νέων προτύπων γνώσεων, ικανοτήτων, προσωπικής ευθύνης και συμπεριφοράς, προς το περιβάλλον» (UNESCO 2005, Γεωργόπουλος & Τσαλίκη 1993, Ράγκου 2004, Τσαμπόπουλου-Σκαναβή 2004, Παρασκευόπουλος 2009). Η Π.Ε. προσδοκεί να δημιουργήσει «περιβαλλοντικά εγγράμματους πολίτες», ικανούς στην αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων» (Φλογαίτη 2011, 2006, Παρασκευόπουλος 2009). Επιπρόσθετα δε, η επιδίωξή της να καθορίζει τις αξίες και στάσεις, απευθυνόμενη δια βίου σε κάθε ηλικία, χρησιμοποιώντας το «περιβάλλον», ως πεδίο και πηγή μμάθησης, εφαρμόζοντας διαφορετικές εκπαιδευτικές, αποκτά ιδιαίτερη αξία (Τσαμπόπουλου-Σκαναβή 2004).

Εκτός από το σχολικό πλαίσιο στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν δράσεις για την Π.Ε, αυτή μπορεί να βασίζεται στον «τόπο», δηλαδή, στην «τοπική κοινότητα». Έτσι, η Π.Ε που βασίζεται στον «τόπο», είναι φυσική, μη κατευθυνόμενη, πηγαία επίτευξη της μάθησης μέσα στο άμεσο περιβάλλον, σε σχέση με το περιβάλλον και φυσικά, προς όφελος του περιβάλλοντος (Gruenewald 2005, 2008, Morgan 2009, Smith 2007).

Η εφαρμογή των περιβαλλοντικών μονοπατιών στην εκπαιδευτική πρακτική, θεωρείται πάρα πολύ σημαντική, καθότι εμπλέκει εκπαιδευτικούς και μαθητές, σε βιωματικές δραστηριότητες που

συνδέουν το φυσικό με το ανθρωπογενές περιβάλλον σε επίπεδο επιστήμης, αλλά και ιστορίας, παράδοσης και κοινωνικών θεσμών (Πολίτης 2019). Η αξία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης γίνεται αντιληπτή σήμερα ως προς τις περιβαλλοντικές και πολιτιστικές διαδρομές (μονοπάτια), καθώς μέσα από τη σωστή διδακτική μέθοδο, οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν τη σπουδαιότητά τους και αναμφισβήτητα, μπορεί να διαμορφώσει, νέα πρότυπα περιβαλλοντικής συμπεριφοράς (Καλαϊτζίδης & Ουζούνης 2000).

Η εκπαίδευση των μαθητών στο πεδίο, δηλαδή στο φυσικό περιβάλλον, συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυσικών ικανοτήτων του παιδιού, με σεβασμό στη φύση και στις αρχές της, ενώ για τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας, η εκπαίδευση των αισθήσεων μέσα από τη φύση είναι αναμφισβήτητη (Παπαδημητρίου 2004, 2002, 1998, Πανταζής 2012). Έτσι, μια συναισθηματική σύνδεση εμφανίζεται να είναι αρκετά σημαντική στη διαμόρφωση των αντιλήψεων, αξιών και στάσεων απέναντι στο περιβάλλον (Chawla & Cushing 2007). Επίσης, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που προκύπτει από την απόκτηση περιβαλλοντικής γνώσης στο πεδίο από τους μαθητές, είναι το γεγονός ότι, αυτή μεταφέρεται αυθόρμητα και στο οικογενειακό περιβάλλον, ενώ, θεωρείται εξαιρετικά χρήσιμη για την ενίσχυση αυτής της διαδικασίας της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και μέσα «στο σπίτι» (Martinis κ.α. 2017).

Σε ότι αφορά το παιδαγωγικό και διδακτικό επίπεδο, οι εκπαιδευτικοί στη συντριπτική τους πλειοψηφία θεωρούν ότι, η προσφορά του περιβαλλοντικού μονοπατιού στην εκπαίδευση για την αειφορία και το περιβάλλον, είναι πολύ μεγάλη (Πολίτης 2019).

Η επιδίωξη της ευαισθητοποίησης των πολιτών μέσα από σύγχρονα εκπαιδευτικά εργαλεία και μεθόδους, μπορεί να ενισχύσει τον τοπικό πληθυσμό, παρέχοντας κίνητρα για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης και την ενίσχυση του ρόλου των νεότερων γενεών στη διαμόρφωση πολιτικής εναλλακτικής έκφρασης και ανάπτυξης (Folmer κ.α. 2002, Μινότου κ.α. 2011).

Έτσι, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, οι εκπαιδευτικοί, ως πρότυπα προς τους μαθητές, είναι σε θέση να παίξουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση φιλικής συμπεριφοράς των μαθητών όσον αφορά το περιβάλλον. Παράλληλα, μια περιβαλλοντική και πολιτιστική διαδρομή (μονοπάτι), μπορεί να ενισχύσει το αίσθημα δράσης των μαθητών για την προστασία του οικοσυστήματος και γενικότερα του φυσικού περιβάλλοντος (Wilcox 1993, όπ. αναφ. στο Παρασκευόπουλος, 2009).

Η ανάδειξη και γνωριμία των επισκεπτών με τα πολιτιστικά και φυσικά χαρακτηριστικά μιας προστατευόμενης περιοχής, όπως και η μελετώμενη, θεωρείται το εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο εάν γίνουν οι ντόπιοι κάτοικοι, περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι και αυτό είναι εφικτό, εφόσον η νέα γενιά, δηλαδή οι μαθητές, μέσα από την περιβαλλοντική εκπαίδευση υιοθετήσουν νέες στάσεις και συμπεριφορές (Martinis κ.α. 2017, Martinis 2020, Kabasi & Martinis 2019, Martinis κ.α. 2015).

Με βάση τα παραπάνω, κρίνεται ως αναγκαιότητα πλέον, η καθιέρωση και προώθηση της Π.Ε. στις τοπικές κοινότητες, έτσι ώστε, να ευαισθητοποιηθεί η τοπική κοινωνία για τη σπουδαιότητα της διατήρησης και σωστής διαχείρισης του φυσικού περιβάλλοντος και να μετατρέψει τους ίδιους τους πολίτες, σε φορείς μετάδοσης μιας νέας αειφορικής προσέγγισης σε τοπικά περιβαλλοντικά ζητήματα (Καρρής κ.α. 2010).

Τέλος, με την παρούσα εργασία, ευελπιστούμε να αναδείξουμε τις περιβαλλοντικές και πολιτιστικές διαδρομές (μονοπάτια) της περιοχής μας, ως ένα χρήσιμο εργαλείο τόσο για την ανάδειξη του φυσικού και πολιτιστικού αποθέματος της περιοχής προς επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, όσο και της συμβολής της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στη δημιουργία «περιβαλλοντικά εγγράμματων πολιτών», ικανών να διαφυλάξουν και προστατεύσουν το φυσικό μας περιβάλλον, αλλά και την πολιτισμική μας κληρονομιά.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

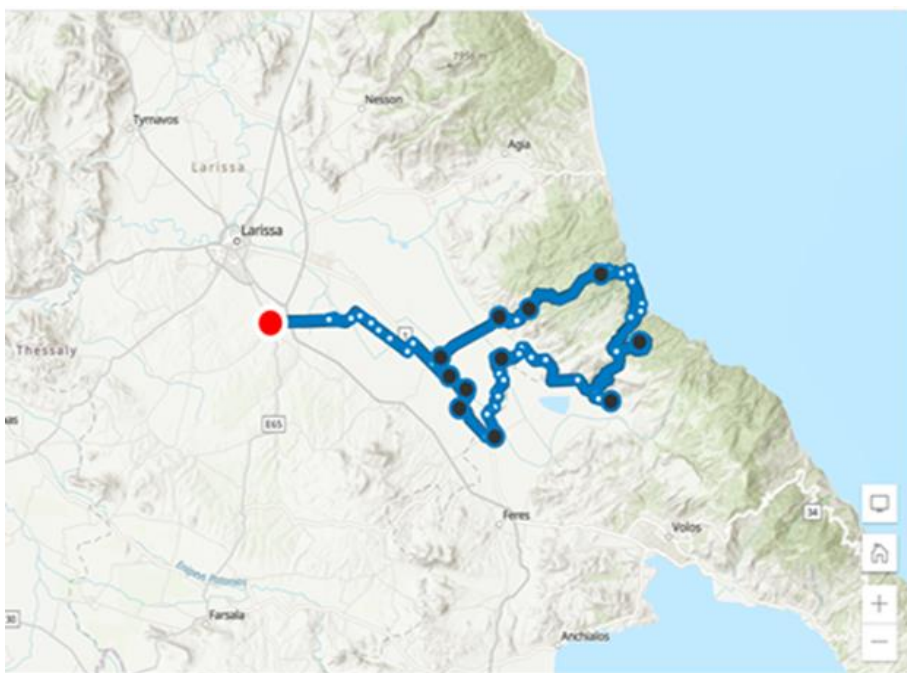
Η προτεινόμενη περιβαλλοντική – πολιτιστική διαδρομή, (Λίμνη Κάρλα, Στεφανοβίκειο, Αρμένιο, Σωτήριο, Νίκη, Κιλελέρ, Αχίλλειο, Καλαμάκι, Έλαφος, Κεραμίδι, Βένετο, Κερασιά, Κανάλια, Λίμνη Κάρλα), διαθέτει πλούσια χλωρίδα και πανίδα, ενώ αποτελεί προστατευόμενη περιοχή του δικτύου *Natura 2000*. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε, αφενός μεν να αναδείξει τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά και πολιτιστικά στοιχεία της περιοχής, αφετέρου δε, να αποτελέσει πόλο μιας βιώσιμης ανάπτυξης με έμφαση στη θεματολογία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Επιπρόσθετα, η περιοχή έχει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά, για την ανάδειξη διαφόρων μορφών εναλλακτικού τουρισμού, (αγροτουρισμός-οικοτουρισμός-θρησκευτικός-πολιτισμικός κ.λπ.), ανάλογα με το περιβαλλοντικό και πολιτιστικό αποτύπωμα και απόθεμα της κάθε τοπικής περιοχής (Τρακάλα 2023).

Ο σχεδιασμός της περιβαλλοντικής και πολιτιστικής διαδρομής, στην περιοχή μελέτης, υλοποιήθηκε με χρήση GIS. Αντίστοιχα, για το σχεδιασμό της πολιτιστικής διαδρομής χρησιμοποιήθηκε λογισμικό γεωπληροφορικής GIS. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε η χρήση δύο διαφορετικών εκδόσεων του συγκεκριμένου λογισμικού, που είναι το ArcGIS Online, ArcGIS Education Edition (LearnGIS). Επίσης, κατά την υλοποίηση της διαδρομής, χρησιμοποιήθηκαν Gps, φωτογραφικές μηχανές, μαγνητόφωνα, κινητά τηλέφωνα, κιάλια, καθώς και λοιπός βοηθητικός εξοπλισμός.

Πολιτιστική Διαδρομή με χρήση GIS

Το ArcGIS Online, είναι ένα λογισμικό ή μάλλον μια διαδικτυακή πλατφόρμα με πλούσιο γραφικό περιβάλλον χρήστη (GUI). Η διαδρομή παρουσιάζεται, όπως κατασκευάστηκε στο Learn ArcGIS, συγκεκριμένα σε επίπεδο Route (Route layer). Η κόκκινη «κουκκίδα» (τέλος) στον χάρτη, συμπίπτει με την πράσινη (έναρξη), ενώ οι μπλε κουκκίδες είναι οι ενδιάμεσοι σταθμοί.



Εικόνα 1. Οπτική εμφάνιση της διαδρομής στο Learn ArcGIS
Figure 1. Visual display of the route in Learn ArcGIS

Προτεινόμενα περιβαλλοντικά και πολιτιστικά μονοπάτια – Δράσεις της Π.Ε.

Μερικές από τις δράσεις περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που μπορούν να υλοποιηθούν στο πλαίσιο της προγραμματισμένης περιβαλλοντικής -πολιτιστικής διαδρομής, είναι οι παρακάτω:

Αρμένιο – Σωτήριο

1. «Το θρησκευτικό μονοπάτι»

Σημείο αναφοράς για το Αρμένιο και όχι μόνον, αποτελεί το εξωκλήσι της Παναγίας «Αρμενιώτισσας». Το ειδυλλιακό περιβάλλον και το θρησκευτικό συναίσθημα που εκπέμπει η ιερά εικόνα της «Παναγίας Αρμενιώτισσας», ξεκουράζει και ενδυναμώνει τον κάθε επισκέπτη. Επίσης, ο επόμενος περίπατος στο γραφικό εξωκλήσι της «Αγίας Παρασκευής στην Πέτρα», μας δίνει σημαντικές πληροφορίες για τα αρχαιολογικά ευρήματα της περιοχής, ενώ η ιχθυόσκαλα της πρώην λίμνης Κάρλας μας αναβιώνει μνήμες του λιμναίου πολιτισμού και την σημαντική ιχθυοπανίδα της (Καρλίσια ψάρια). Τα είδη ψαριών που παρουσίαζαν ιδιαίτερο οικονομικό

ενδιαφέρον, ήταν πρωτίστως το Γριβάδι, ή Σαζάνι ή Καρλιώτικο, γνωστό σε όλη την Ελλάδα, με βάρος ως και 25 κιλά, (αφηγήσεις παραλίμιων) και το Χέλι (*Annguila anguila*) και δευτερευόντως, το Τσιρώνι και η Κοκκινοφτέρα (Τρακάλα κ.ά. 2021).

Κιλελέρ – Αχίλλειο

2. Το ιστορικό μονοπάτι του αγρότη στο Κιλελέρ».

Η επίσκεψη στο χώρο όπου βρίσκεται το μνημείο του αγρότη, με το οποίο τιμάται η εξέγερση των κολίγων αγροτών έναντι των τσιφλικάδων, αποτελεί και τιμή, αλλά και συνάμα ανάγκη για να πληροφορηθεί κανείς για τη θυσία των αγροτών της περιοχής μας κατά τα αιματηρά γεγονότα του 1910 (Γερόπουλος 2010). Παράλληλα, εκτός από την ιστορική του αξία, η ευρύτερη περιοχή, αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο εκπαίδευσης για την διαχείριση των πολυποίκιλων «αγροοικοσυστημάτων».

3. «Το μονοπάτι των θερμοκηπιακών καλλιεργειών - ΚΙΛΕΛΕΡ».

Αποτελεί μια όμορφη εμπειρία ξενάγησης για τους μαθητές, προκειμένου να γνωρίσουν την αναπαραγωγική διαδικασία των διαφόρων ειδών καλλιεργούμενων φυτών που παράγονται με τις ανάλογες τεχνικές, προκειμένου να καλύψουν διάφορες ανάγκες των αγροτών της περιοχής μας. Επίσης, μπορούν να προμηθευτούν οι μαθητές φυτευτικό υλικό για την δημιουργία ενός «σχολικού κήπου», με άριστες βιωματικές εμπειρίες, αλλά και σημαντική γνώση για την αυριανή τους οικογενειακή ζωή.

Αχίλλειο – Καλαμάκι

4. «Το Βιομηχανικό μονοπάτι επεξεργασίας βαμβακιού».

Επίσκεψη στη μονάδα επεξεργασίας Βάμβακος «ΒΙΟΛΑΡ», μια από τις μεγαλύτερες μονάδες στην Ελλάδα, όπου σε συνεργασία με τους υπευθύνους, μπορεί να γίνει μια εμπεριστατωμένη ξενάγηση και ενημέρωση για την παραγωγή και επεξεργασία του βαμβακιού, με σημαντικά κοινωνικο-οικονομικά οφέλη για την περιοχή, αλλά και την εθνική μας οικονομία.

5. «Το Μονοπάτι των αποδημητικών πουλιών».

Η μετάβαση στο Σχολείο του χωριού Αχιλλείου και την εκκλησία, μας δίνει ένα ωραίο ερέθισμα για την παρατήρηση των πελαργών, του κικινεζιού και των χελιδονιών. Το καθένα απ' αυτά, με τη δική του οικολογία, τα φωνητικά ακούσματα και τις λοιπές εκδηλώσεις σε όλη τη διάρκεια της ημέρας, μας παρέχει τη δυνατότητα φωτογράφισης, ηχογράφισης και παρατήρησης από κοντινή απόσταση.

6. «Το μονοπάτι των υγροτόπων».

Στην έξοδο του Αχιλλείου προς Καλαμάκι, υπάρχουν 2 τεχνητοί ταμειυτήρες – υγροβιότοποι, αρκετά προσβάσιμοι, για τη μελέτη της άγριας ορνιθοπανίδας. Οι καλαμώνες και η λοιπή παρόχθια βλάστηση, έχουν καταστεί ασφαλή ενδιαιτήματα για διάφορα είδη πουλιών. Έτσι, στα σημεία αυτά, οι μαθητές μπορούν να φωτογραφίσουν και να ηχογραφήσουν από πολύ κοντά και με ασφάλεια, ήχους πουλιών και επίσης να παίξουν και διάφορα παιχνίδια «ρόλων».

Η εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας, οι καινοτόμες μέθοδοι, η καταγραφή, προώθηση και προστασία του τοπίου και του ηχοτοπίου, μπορεί να προσδώσουν στην περιοχή έναν ιδιαίτερο χαρακτήρα, αναδεικνύοντας την μοναδικότητα στο χώρο και στο χρόνο (Μινότου 2012, Μινότου κ.α. 2007). Χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό, σύμφωνα με τη (Μινότου κ.α. 2012), έχουμε τη δυνατότητα να ηχογραφήσουμε χαρακτηριστικούς - διακριτικούς ήχους της περιοχής από διάφορα οικοσυστήματα (δασικά, αγροτικά και λιμναία). Τα ηχητικά τοπία, ως οι διακριτικοί ή χαρακτηριστικοί ήχοι, παρέχουν ένα βιωματικό προφίλ της περιοχής με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, ιδιαίτερα ευχάριστο για τους εκπαιδευόμενους μαθητές.

Καλαμάκι – Παλαιόσκαλα

7. «Το μονοπάτι της Αρχαιολογίας».

Σε πολύ μικρή απόσταση από το Καλαμάκι και στους πρόποδες του Μαυροβουνίου, υπάρχει ο Αρχαιολογικός χώρος της «Παλαιόσκαλας». Στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης Κάρλας και των παρακαρλίων χωριών, η αρχαιολογική σκαπάνη έφερε στο φως ευρήματα διαχρονικής κατοίκησης της περιοχής, από την Νεολιθική, μέχρι την Ύστερη Ελληνιστική περίοδο και αργότερα, την Βυζαντινή και νεότερη» (Αμπράζη 2009, Αδρύμη-Σισμάνη 2006, Αποστολοπούλου-Κακαβογιάννη 1979, από Παλληκαρίδου 1998).

Καλαμάκι - Έλαφος

8. «Το περιβαλλοντικό και θρησκευτικό μονοπάτι».

Η διαδρομή από την πλατεία του χωριού Έλαφος, μέχρι το παλιό Μοναστήρι της Παναγίας Καμπάνας, το οποίο αποτελεί αξιόλογο θρησκευτικό μνημείο ως κτίσμα του 19^{ου} αιώνα, έχει επίσης να προσφέρει μια άριστη περιβαλλοντική διαδρομή με πλούσια θεματολογία για την περιβαλλοντική εκπαίδευση, χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες κατά τη διαδρομή, ενώ ενδείκνυται για την εκπαίδευση των μαθητών όλων των βαθμίδων, σε όλες τις εποχές του χρόνου.

Έλαφος – κορυφή Σκούτλη – Παλιολίβαδο – Ποταμιά – Εθνικό μονοπάτι Ο2

9. «Το μονοπάτι προς την κορυφή».

Η διαδρομή αυτή προς την κορυφή «Σκούτλη» του Μαυροβουνίου, είναι περισσότερο απαιτητική και προϋποθέτει πεζοπόρους με καλή φυσική κατάσταση και με κατάλληλο εξοπλισμό. Η αφετηρία του μονοπατιού είναι η εκκλησία του χωριού. Αριστερά μας, υπάρχει αγροτικός δρόμος απ' όπου ξεκινά η πεζοπορία, με ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερόντων (αναψυχή, άσκηση, φωτογράφιση, συλλογή καρπών και βοτάνων κ.λπ.) Πρέπει να σημειώσουμε ότι, κατά την παραπάνω διαδρομή συναντάμε μέρος του εθνικού μονοπατιού Ο2, που ξεκινά από τον Όλυμπο, Κίσσαβο, Ανατολή, Αγιά, Ποταμιά, Έλαφο, Κεραμίδι, Βένετο και καταλήγει στο Πουρί του Πηλίου.

Έλαφος – Γεφυροπλάστιγγα

10. «Το μονοπάτι της διαχείρισης του δάσους».

Η διαδρομή αυτή αποτελεί μια εξάισια περιβαλλοντική διαδρομή που οδηγεί στην καρδιά του δρυοδάσους Ελάφου. Η πεζοπορική διαδρομή είναι αρκετά εύκολη και οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να ενημερωθούν για τη βιοποικιλότητα της περιοχής, τα δασικά οικοσυστήματα, τη διαχείριση και προστασία τους. Με το δεδομένο ότι στον Έλαφο υπάρχει οργανωμένο Σωματείο δασεργατών, μπορεί να διοργανωθεί με ασφάλεια η υποδειγματική «ρίψη ενός δένδρου» και να ενημερωθούν οι μαθητές, γενικότερα για τις εργασίες συγκομιδής του ξύλου, αλλά και τη συμβολή των δασικών προϊόντων στην εθνική οικονομία.

Έλαφος – Σκλήθρο - Ρακοπόταμος Πολυδενδρίου

11. «Το μονοπάτι της Ιπποκαστανιάς».

Μερικές στοχευμένες διαδρομές μπορεί να οδηγήσουν σε περιοχές, που αποτελούν «τα καταφύγια» διατήρησης σπάνιων ενδημικών αυτοφυών φυτικών ειδών (Ριζοπούλου 2015).

Στη θέση Ρακοπόταμος Πολυδενδρίου στο Μαυροβούνι, εντοπίζεται ένας βιότοπος Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.) που συγκροτεί έναν υποπληθυσμό από 25 ενήλικα άτομα. Η Ιπποκαστανιά, έχει χαρακτηριστεί ως «κρίσιμως κινδυνεύον», λόγω των εγγενών και εξωγενών κινδύνων που εμφανίζει, όσον αφορά την αναπαραγωγική του διαδικασία, αλλά και την επιβίωση των αρτιβλάστων, που συμβάλλουν στην περιορισμένη φυσική κατανομή του στον Ελλαδικό χώρο (Τσιρούκης 2008, Τσιρούκης κ.α. 2011, 2015 και 2019 και Tsiroukis κ.α. 2007). Η διαδρομή αρκετά βαθιά και σχετικά σύντομη, αποτελεί εξαιρετικό πεδίο μελέτης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και μοναδική ευκαιρία για την προστασία και διατήρηση του υπολειμματικού είδους της Ιπποκαστανιάς, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της ανθοφορίας της τον Μάιο. Στη συγκεκριμένη θέση μπορεί να διεξαχθούν αρκετές δράσεις της Π.Ε. όπως, καταγραφή της ανθοφορίας, καρποφορίας, μελέτη του βιοτόπου, καθώς επίσης και υποβοήθηση της διασποράς των σπερμάτων σε ασφαλέστερες θέσεις, με σκοπό την αναπαραγωγή αρτιβλάστων.

Σκλήθρο - Δάσος Πολυδενδρίου - τέως Βασιλικό κτήμα

12. «Το περιβαλλοντικό και πολιτιστικό μονοπάτι».

Εκτυλίσσεται κατά τη διαδρομή που μας οδηγεί στο δάσος Πολυδενδρίου. Είναι μια θαυμάσια περιβαλλοντική και ιστορική διαδρομή, καθότι συνδέεται με το άλλοτε Βασιλικό κτήμα και την ιστορία του. Ένα μικρό τμήμα είναι ανοιχτό για το κοινό και έχει οργανωθεί ως χώρος αναψυχής και δραστηριοτήτων. Άξιες λόγου οι 2 εκκλησίες του 16ου αιώνα αφιερωμένες στην Παναγία, που έχουν ενδιαφέρουσες τοιχογραφίες. Επίσης στο κτήμα υπάρχουν τα κτίρια του Βασιλικού περιπτέρου και του σπιτιού του επιστάτη. Σήμερα, η ευρύτερη περιοχή, θεωρείται ένα από τα πιο οργανωμένα δάση αναψυχής με χώρους διαμορφωμένους για περιήγηση, πικνίκ, πεζοπορία, ποδήλατο και περιβαλλοντική εκπαίδευση (Καλαγιάς 2022).

Κανάλια – Κερασιά

13. « Το μονοπάτι της άγριας ορχιδέας».

Από το 2014, λειτουργεί στο χώρο του Δημοτικού Σχολείου το «μουσείο Ηλία Λεφούση, καθώς και το Κέντρο Έρευνας και Προστασίας της αυτοφυούς Ορχιδέας» στο Βόρειο Πήλιο, με

περισσότερα από 40 είδη αυτοφυούς ορχιδέας (Λεφούσης 1994). Σημαντική συμβολή στην ανάδειξη της περιοχής, διαδραματίζει το επιστημονικό ενδιαφέρον της οικογένειας Οικονομίδη, με πολλές δράσεις και απίστευτο φωτογραφικό υλικό για την περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Κανάλια – Λίμνη Κάρλα

14. «Τα μονοπάτια της λίμνης Κάρλας»

Η λίμνη Κάρλα, αποτελεί το «Σταυροδρόμι Ιστορίας, Μύθων και Πολιτισμού», πηγή ζωής και φυσικής ομορφιάς, όπου ο επισκέπτης συναντά ένα από τα μεγαλύτερα έργα ανασύστασης της λίμνης και «απολαμβάνει» τη βιοποικιλότητα της περιοχής, ενώ αποτελεί έναν ιδανικό προορισμό για πεζοπορία και άλλες οικοτουριστικές δραστηριότητες. Συνδεδεμένη με τη μυθολογία της Κάρλας, ήταν η ύπαρξη ενός είδους ερωδιού, του «Ήταυρου αστερία – (*Botaurus stellaris*). Στη λίμνη Κάρλα, ο επισκέπτης έχει πολλαπλές ευκαιρίες ορνιθοπαρατήρησης, φωτογράφισης και μελέτης του λιμναίου πολιτισμού, καθώς μετά την ανασύσταση της λίμνης η ορνιθοπανίδα και ιχθυοπανίδα έχει ανακάμψει σε σημαντικό βαθμό (Τρακάλα κ.α. 2021). Η Κάρλα, με την επανασύστασή της, επιλέχθηκε ως έργο – εθνικός αντιπρόσωπος στο Συμβούλιο της Ευρώπης και τιμήθηκε με διεθνές Βραβείο Αρχιτεκτονικής Τοπίου σε αναγνώριση «της υποδειγματικής διαχείρισης φυσικών περιοχών και τοπίων εξαιρετικής ευρωπαϊκής σημασίας για τη διατήρηση της βιολογικής, γεωλογικής και τοπικής ποικιλομορφίας», ενώ, αποτελεί «υπόδειγμα καλής πρακτικής, με προστιθέμενη αξία και οφέλη για το περιβάλλον και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων» (Πηγή: <https://www.almyrosinfo.gr/>).

Στα Κανάλια επίσης, υπάρχουν οι εγκαταστάσεις της Μονάδας Διαχείρισης και του ΚΕΔΕΜΒΟ, όπου έχει δημιουργηθεί ένα αξιόλογο πολιτιστικό υλικό, που ο κάθε επισκέπτης μπορεί να ζήσει το παρελθόν και να βιώσει μοναδικές εμπειρίες από την πολιτιστική ζωή και τα δρώμενα της τ. λίμνης Κάρλας. Αξιόλογο είναι το ενδιαφέρον των επισκεπτών τα τελευταία χρόνια με ανοδική τάση, καθώς επίσης και όλων των εκπαιδευτικών μονάδων για την περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Με δεδομένη την παραδοχή ότι, η υπό μελέτη περιοχή (Λίμνη Κάρλας – Μαυροβουνίου), κυριολεκτικά αποτελεί έναν «επίγειο παράδεισο βιοποικιλότητας και πολλαπλών δυνατοτήτων βιώσιμης ανάπτυξης» και με γνώμονα και επιδίωξη ότι, όλες οι προτεινόμενες επιμέρους διαδρομές (μονοπάτια), παράγουν εκπαιδευτικές δράσεις που στοχεύουν στην καλλιέργεια περιβαλλοντικής ευαισθησίας, περιβαλλοντικής ηθικής και οικολογικής συνείδησης, η τοπική αυτοδιοίκηση η κοινωνία των πολιτών και οι θεσμικοί κρατικοί φορείς, θα πρέπει να ενσκήψουν με σοβαρότητα στο μεγάλο δυναμικό της περιοχής και να συμβάλλουν στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Ο Δήμος Κιλελέρ, στον οποίο εμπίπτει μεγάλο τμήμα της περιοχής μελέτης, θεωρούμε ότι θα συμβάλλει ενεργά και αποτελεσματικά προς την κατεύθυνση αυτή.

Οι προτάσεις μας, συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Επιβάλλεται η ανάδειξη της λίμνης Κάρλας, ως Μητροπολιτικού κόμβου, για την οικολογική και πολιτισμική της αναβάθμιση.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση της τοπικής κοινωνίας σε θέματα πολιτισμού και περιβάλλοντος, ως εργαλείων ανάπτυξης και ανάδειξης της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς, μέσα από τις δράσεις της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.
- Αξιοποίηση της διαθεσιμότητας των φυσικών πόρων, αλλά και της πολιτιστικής κληρονομιάς, με παράλληλη επιδίωξη προς τις εναλλακτικές μορφές τουρισμού (οικοτουρισμού, αγροτουρισμού κλπ.), για την βιώσιμη ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών.
- Ανάλυση πρωτοβουλιών από πλευράς της τοπικής αυτοδιοίκησης δράσεων για την ανάδειξη των μονοπατιών ως «εθνικού πλούτου και αρτηριών» του φυσικού και πολιτιστικού μας περιβάλλοντος, προς τη βιώσιμη ανάπτυξη και την επιστροφή των ανθρώπων στις ρίζες του και την λαϊκή παράδοση.
- Η ανάδειξη των ιδιαίτερων φυσικών και πολιτιστικών χαρακτηριστικών της ευρύτερης περιοχής του Δήμου Κιλελέρ και η διαφοροποίησή του από τις άλλες περιοχές, αξιοποιώντας και προβάλλοντας τον όρο «εδαφική διαφοροποίηση».

- Επιδίωξη απόκτησης του Δήμου Κιλελέρ, ενός δυναμικού, αυθεντικού και συλλογικού «brand- name», στο οποίο να αποτυπώνεται η «τοπική αγροτική ταυτότητα», αλλά και η καθημερινότητα της τοπικής κοινωνίας, ως συγκριτικό πλεονέκτημα, έναντι άλλων περιοχών.
- Δημιουργία βασικών υποδομών για την εξυπηρέτηση και προσέλκυση των επισκεπτών.
- Ανάπτυξη συνεργασιών των Δήμων Κιλελέρ, Αγιάς και Ρήγα Φεραίου, σε ένα δίκτυο ποικίλων δραστηριοτήτων τουριστικού ενδιαφέροντος, συνδεδεμένων με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε τόπου, όπως το παραγωγικό πρότυπο, τα κοινωνικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά, κ.ά.
- Η ανάπτυξη τοπικών δικτύων μονοπατιών και διαδρομών πολυθεματικού χαρακτήρα για την περιβαλλοντική εκπαίδευση, με δράσεις όπως (η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η συλλογή αρωματικών φυτών και βοτάνων, καρπών (κάστανου, ελιάς και αμυγδαλιάς), των μανιταριών, του κρασιού κ.ά.), αποκτούν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την περιοχή.
- Εκτεταμένες θέσεις θέας και ορνιθοπαρατήρησης (*bird-watching*) περιμετρικά της λίμνης, επανδρωμένες με ειδικούς ορνιθολόγους και περιβαλλοντολόγους και τέλος,
- Στο πλαίσιο της ανάπτυξης των περιβαλλοντικών και πολιτιστικών αποθεμάτων τους οι τοπικοί δήμοι, θα πρέπει να αναπτύξουν ολοκληρωμένες στρατηγικές για την επίτευξη των στόχων της αειφόρου ανάπτυξης σε τοπικό επίπεδο.

Abstract

The education of students in the field, i.e. in the natural environment, contributes to the development of the child's physical abilities, with respect for nature and its principles, while for preschool children, the education of the senses through nature is undeniable. The area under study of Lake Karla - Mavrovouni is a "multidimensional field", with areas of particular natural beauty, but also of significant cultural and historical value. In addition, the proposed educational, environmental and cultural routes (trails) present a wide and special interest as a topic for environmental education, as the study area is included as a protected area of the Natura 2000 network, and the various ecosystems present a exceptional biodiversity, both in terms of flora and fauna of Montenegro. as well as regarding the fish fauna of Lake Karlas.

Βιβλιογραφία

Αδρύμη- Σισμάνη, Β., 2006. Ανασκαφικές εργασίες στα πλαίσια της επανακατασκευής του Ταμειυτήρα της Λ. Κάρλας Αρχαιολογικό Δελτίο, Χρονικά 2000-2006.

Αποστολοπούλου – Κακαβογιάννη, 1979. Τοπογραφία της περιοχής των Φερών Θεσσαλίας κατά την προϊστορική περίοδο.

Αμπράζη, Ι., 2009. «Αξιολόγηση περιβαλλοντικών δεικτών της ευρύτερης περιοχής της Λίμνης Κάρλας», μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Βόλος.

Γερόπουλος, Α., 2010. Το Αγροτικό Ζήτημα στη Θεσσαλία και το Έπος του Κιλελέρ. Έκδοση Δήμου Κιλελέρ, Γραφικές Τέχνες, Εμ. Γ. Λαβδάκης Ο.Ε.

Γεωργόπουλος, Α., Τσαλίκη, Ε., 1993. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Αρχές-Φιλοσοφία, Μεθοδολογία, Παιχνίδια και Ασκήσεις. Αθήνα: Gutenberg .

Chawla, L., Cushing, D.F., 2007. Education for strategic environmental behavior. *Environ. Educ. Res.* 13 (4), 437-452.

Folmer, R., Griest, S.E., Martin, W., 2002. Hearing Conservation Education Programs for Children: A Review, *J. Sch. Health.*, vol. 72, no. 2, pp. 51–57, 2002.

Gruenewald, D., 2008. The best of both worlds: A critical pedagogy of place. *Environ. Educ. Res.* Vol. 14, Issue 3, pp. 308-324.

Kabassi, K. & Martinis, A., 2019. Evaluating the electronic presence of protected areas managing boards in Greece using a combination of different methods and theories, *Journal of Ecotourism*, DOI: <https://doi.org/10.1080/14724049.2019.1649413>

Καλαγιάς, Γρ., 2022. Το Βασιλικό κτήμα Πολυδενδρίου στο Μαυροβούνι. <http://kalagias.weebly.com/betaalphasigmaiotaalambdaiotakappaomicronkappatauetamualphapiomic>

ronlambdaupsilondeltaepsilonnutaurhoiotaomicronupsilon.html, όπως ανακτήθηκε στις 21-11-2022.

Καλαϊντζίδης, Δ. Ουζούνης, Κ., 2000. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Θεωρία και πράξη, Αθήνα: Σπανίδης.

Καρρής, Γ., Μάζη, Σ., Μαρτίνης, Α., Αλεξόπουλος, Α., Κόκκαλη, Α., 2010. Προσδιορισμός των Προτεραιοτήτων της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη στους Παξούς – Αντιπαξούς. 5ο Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Το Σταυροδρόμι της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη». At: Ιωάννινα Volume: ISBN: 978-960-22-8.

Λεφούσης, Ηλ., 1994. Η Κερασιά του Βόλου, εκδόσεις Κώδικας.

Martinis, A., 2020. Assessing the Environmental Policy of a Natural Protected Area Using Visitor Opinions. Case Study of Parnassos National Park, Greece. *J. Environ. Manag. Tour.* (Volume XI, Summer), 3(43): 501-512. DOI:10.14505/jemt.v11.3(43).01.

Martinis, A., Kabassi, K., Dimitriadou, C., Karris, G., 2017. Pupils' environmental awareness of natural protected areas: The case of Zakynthos Island. *Appl. Environ. Educ. Commun.* DOI:10.1080/1533015X.2017.1366883. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2017.1366883>

Martinis, A., Mazi, S., Minotou, Ch., 2015. Sustainable Development and Environmental Education in Natura 2000 areas. A Vision of the Mountain of Pantokratoras for Corfu and the Local Community. *6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA) 2015*: 1-6. <https://www.researchgate.net/publication/304413203>

Minotou, Ch., 2012. "Protected Areas an People with Disabilities – *Special Environmental Education*" [in Greek], Ph.D. dissertation, University of Ioannina, Greece, 2012.

Minotou, Ch., Paraskevopoulos, S., Pantis, I., 2011. Environmental Education for Protected Areas and Endangered Species for Special Needs Students: A Case Study, *Eur. J. Soc. Sci.*, vol. 25, no. 2, 2011.

Minotou, Ch., Pantis, I., Paraskevopoulos, S., Mniestris, A., 2007. Acoustic ecology and education on the protection and conservation of ecosystems as tools of environmental education and familiarization with ecosystems and soundscapes for the disabled, *5th Greek Conference Didactics of the Natural Sciences and New Technologies in Education*, Ioannina, Greece, 2007.

Morgan, A., 2009. Place-based education in the global age: local diversity, *Environ. Educ. Res.* Vol. 15, Issue 4, pp. 521-523.

Πανταζής, Α., 2012. Ελευθερία και Αγωγή στον Αμίλιο του J.J.Rousseau. Αθήνα: Εκδόσεις, Γρηγόρη.

Παπαδημητρίου, Β., 2002. Η χρήση του περιβάλλοντος στην εκπαιδευτική διαδικασία και οι «πρακτικές θεωρίες» των εκπαιδευτικών Στο Γ. Μπαγάκης (επιμ.) Ο εκπαιδευτικός ως ερευνητής (σσ. 349-356). Αθήνα: Μεταίχμιο.

Παπαδημητρίου, Β., 2004. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.

Παρασκευόπουλος, Σ., 2009. Περιβαλλοντικός εγγραμματισμός. Τυπική & άτυπη περιβαλλοντική εκπαίδευση. Εκδόσεις, Δίσιγμα.

Πολίτης, Ι., 2019. Η αξία του "Περιβαλλοντικού Μονοπατιού", ως ολιστικής βιωματικής προσέγγισης στην ενίσχυση του εκπαιδευτικού ρόλου των ΚΕΑ προς το Περιβάλλον και την Αειφορία, μέσα από τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών που υπηρετούν σε αυτά – Προβλήματα και δυσκολίες. Διπλωματική Εργασία. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, ΕΑΠ, Αθήνα.

Ράγκου, Π., 2004. Η συστημική προσέγγιση και η μοντελοποίηση - προσομείωση: κριτική ανάλυση της διδακτικής τους αξίας στην Π.Ε. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Paris Sud-Onze (Orsay).

Ριζοπούλου, Σ., Γεωργίου, Κ., Θάνος, Κ., Μελετίου-Χρήστου, Μ., 2015. Κεφάλαιο 8: ΑΝΘΕΚΤΙΚΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΑ ΦΥΤΑ. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο Ριζοπούλου, Σ., Γεωργίου, Κ., Θάνος, Κ., Μελετίου-Χρήστου, Μ. 2015. Εργαστηριακές ασκήσεις οικολογίας φυτών. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών: Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1547> .

Smith, G., 2007. Place-based education: Breaking through the constraining regularities of public school. *Environmental Education Research*. Vol. 13, No. 2, pp. 189-207.

Τρακάλα, Γ., 2023. «Η ανάδειξη της φυσικής / πολιτιστικής κληρονομιάς και η περιβαλλοντική εκπαίδευση και ενημέρωση των πολιτών, πρόκληση για την προστασία και τη

βιώσιμη ανάπτυξη. Η περίπτωση της λίμνης Κάρλας – Μαυροβουνίου». Διπλωματική εργασία. Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Τρακάλα, Γ., Μαρτίνης, Α., Ζάγκας, Θ., Καρρής, Γ., Τσιρούκης, Α., 2021. Η Λίμνη Κάρλα από την αρχαιότητα έως σήμερα και η συμβολή της στη μελλοντική βιώσιμη ανάπτυξη της Θεσσαλίας. Πρακτικά 20^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 3-6 Οκτωβρίου, Τρίκαλα.

Τσαμπούκου – Σκαναβή, Κ., 2004. Περιβάλλον και Επικοινωνία: Δικαίωμα στην Επιλογή. Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο, Αθήνα.

Τσιρούκης, Α., 2008. Αναπαραγωγική Φυσιολογία και Οικολογία της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.). Διδακτορική Διατριβή, σελ. 270. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Τσιρούκης, Α., Γεωργίου, Κ., Αρέτος, Β., Αγγελακόπουλος, Ι., Θάνος, Α.Κ., 2019. Επιβίωση αρτιβλάστων Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.), κατά το πρώτο έτος ανάπτυξής τους, στον Κίσσαβο. Η εργασία αυτή, παρουσιάστηκε στο 19^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο στο Λιτόχωρο Πιερίας, (από 29 Σεπτεμβρίου έως 2 Οκτωβρίου).

Τσιρούκης, Α., Γεωργίου, Κ., Βέργος, Στ., Αρέτος, Β., Ζαβάκος, Γ., Θάνος, Κ., 2011. Η περιορισμένη φυσική κατανομή της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.) - Κυριότεροι περιοριστικοί παράγοντες. 15^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Καρδίτσα, Οκτώβριος 2011. Ηλεκτρονικά Πρακτικά του Συνεδρίου.

Τσιρούκης, Α., Γεωργίου, Κ., Βέργος, Στ., Αρέτος, Β., Θάνος, Κ., 2015. Αναπαραγωγικό δυναμικό της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.) σε φυσικούς πληθυσμούς της Ελλάδας. 17^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Κεφαλονιά, Οκτώβριος 2015. Ηλεκτρονικά Πρακτικά του Συνεδρίου.

Tsiroukis, A., Georghiou, K., Vergos, St., Thanos, A.C., 2007. Conservation status of Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Greece. Book of proceedings, 3rd Conference of the Hellenic Ecological Society; Ioannina, 16-19 November 2006. p 400-406.

U.N.E.S.C.O, 2005. UN Decade of Education for Sustainable Development 2005-2014: *International Implementation Scheme – Draft*. UNESCO: Paris.

Φλογαΐτη, Ε., 2006. Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Φλογαΐτη, Ε., 2011. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Αθήνα: Πεδίο Επιστημονικές εκδόσεις.

Wilcox, D., 1993. The Guide to effective community participation. *Partner shipbooks*, London.

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΕ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΩΣ ΜΟΧΛΟΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΦΑΡΑΓΓΙΟΥ ΔΗΜΟΣΑΡΗ Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ

Σαραμάντου, Χρυσάνθη¹

¹Επιθεώρηση Εφαρμογής Δασικής Πολιτικής Θεσσαλίας - Στερεάς Ελλάδας, Δασαρχείο Αλιβερίου, Αλιβέρι, Τ.Κ. 345 00 Αλιβέρι, chrysanthi.saramantou@eedpts.yren.gr

Περίληψη

Οι περιβαλλοντικές διαδρομές σε προστατευόμενες περιοχές δύναται να συμβάλουν αποτελεσματικά στη βιώσιμη ανάπτυξη ορεινών απομακρυσμένων περιοχών της χώρας μας δια μέσου μιας μορφής εναλλακτικού τουρισμού, του περιπατητικού. Ως μελέτη περίπτωσης επιλέχθηκε το Φαράγγι Δημοσάρη Ν. Ευβοίας του όρους Όχη Καρύστου Ευβοίας, περιοχή Δικτύου Natura 2000. Καταγράφεται η άποψη των επισκεπτών, δια μέσω δομημένου ερωτηματολογίου, για τη διατήρηση του φυσικού πόρου, τη ποιότητα της πεζοπορικής εμπειρίας, τις καταναλωτικές συνήθειες και απαιτήσεις τους, όπως προϊόντα, υπηρεσίες διατροφής, διαμονής στη περιοχή φιλοξενίας. Από τα αποτελέσματα της έρευνας εξάγονται συμπεράσματα, που θα βοηθήσουν τους εμπλεκόμενους φορείς να διαχειριστούν με τις αρχές της αειφορίας, τα στοιχεία εκείνα της περιβαλλοντικής διαδρομής, των υποδομών και υπηρεσιών που θα συμβάλλουν και θα εγγυηθούν τη βιώσιμη τοπική ανάπτυξη.

Λέξεις κλειδιά: Όχη, πεζοπορικά μονοπάτια, βιώσιμη ανάπτυξη.

Εισαγωγή

Βιώσιμος ή αειφόρος τουρισμός ορίζεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τουρισμού (UNEP & WTO 2005:11-12) «ο τουρισμός που λαμβάνει υπόψη του τις υπάρχουσες και μελλοντικές περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις του και ανταποκρίνεται στις ανάγκες των επισκεπτών, του περιβάλλοντος, του τουριστικού κλάδου και των κοινοτήτων υποδοχής». Ο βιώσιμος τουρισμός βασίζεται στους τρεις πυλώνες της αειφορικής - βιώσιμης ανάπτυξης και προϋποθέτει μέγιστη περιβαλλοντική συμμόρφωση, υψηλή οικονομική βιωσιμότητα και πλήρη κοινωνική δικαιοσύνη. Γι' αυτό το λόγο, όλες οι τουριστικές δραστηριότητες πρέπει να συμπορεύονται με τις αρχές της αειφορίας και όχι αποσπασματικά μόνο σε ορισμένες μορφές τουρισμού (Φωτίου 2002, UNEP και WTO 2005). Οι ανωτέρω τρεις πυλώνες είναι ιδίας βαρύτητας και θα πρέπει με κατάλληλη διαχείριση να έρχονται σε συγκερασμό οι αντιθέσεις τους και να βρίσκονται σε ισορροπία μεταξύ τους (Ντάφης 2010). Η ανθρωποκοινότητα οφείλει να σέβεται τα όρια αντοχής της φύσης, να ζει αρμονικά μαζί της και να συμπεριφέρεται με αειφορικό τρόπο ζωής (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1995). Τα τελευταία χρόνια άρχισε να αναπτύσσεται η περιβαλλοντική συνείδηση και η αναζήτηση προορισμών λιγότερο υποβαθμισμένων με μεγαλύτερη έμφαση στα προσωπικά ενδιαφέροντα του κάθε ταξιδιώτη (Καραμέρης 2013). Η έννοια του εναλλακτικού τουρισμού συσχετίζεται στενά με την έννοια του αειφορικού βιώσιμου τουρισμού (Andreopoulou κ.α. 2014). Τόσο στη χώρα μας όσο και παγκοσμίως ο εναλλακτικός τουρισμός γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη, εμπεριέχει δυναμική και αποτελεί ένα εξελισσόμενο είδος που συνεχώς προσαρμόζεται στις σύγχρονες προκλήσεις και απαιτήσεις (Aylward κ.α. 1996, Έξαρχος και Παπαηλίας 2004, Κοζυράκης 2007) και προσφέρει διάφορα οφέλη (Weaver 1993), όπως ευκαιρίες συμμετοχής των ντόπιων επιχειρηματιών ή άλλων τοπικών επαγγελματιών κλάδων στη τουριστική οικονομία με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η οικονομική εξάρτηση από έναν και μόνο κλάδο, να αυξάνονται τα έσοδα σε τοπικό επίπεδο και να διακινούνται μέσα στην τοπική κοινότητα. Ειδικότερα, ο τουρισμός σε προστατευόμενες περιοχές είναι ένα μεγάλο και με ανοδική τάση τμήμα της οικονομίας σε πολλές χώρες (Eagles κ.α. 2002). Η ανάπτυξη μονοπατιών πεζοπορίας και ποδηλασίας μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βιωσιμότητα του τουρισμού,

ειδικά σε περιοχές με εξαιρετική φυσική ομορφιά (Weston και Mota 2012). Η διαχείριση, ανάδειξη και η συστηματική προβολή τους θα μπορούσε να τα καταστήσει μοντέλο ήπιων και εναλλακτικών μορφών, ώστε να λειτουργήσουν ως μοχλός βιώσιμης ανάπτυξης ορεινών περιοχών (Λαναρά κ.α. 2015). Ο Περιπατητικός ή Πεζοπορικός τουρισμός είναι μία μορφή εναλλακτικού τουρισμού, η δραστηριότητα του οποίου ασκείται σε μονοπάτια τα οποία, ως επί το πλείστον, είναι περιβαλλοντικές διαδρομές σε φυσικά περιβάλλοντα (Σφακιανάκης 2000).

Οι περιβαλλοντικές διαδρομές αποτελούν πολιτιστικά στοιχεία που μαρτυρούν τη συνεχή ανθρώπινη παρουσία και δράση χάρη στα ίχνη που άφησε ο ντόπιος πληθυσμός με το πέρασμα των χρόνων από τις επαγγελματικές, εμπορικές ενασχολήσεις του και εν γένει τις πολιτιστικές, θρησκευτικές και άλλες δραστηριότητες που, ως επί το πλείστον, είχαν χρηστική αξία. Σήμερα έχουν περιορισμένη χρηστική αξία, αλλά αποτελούν πόλο έλξης για διάφορες εναλλακτικές μορφές τουρισμού και αναψυχής. Διασχίζουν περιοχές με φυσική ομορφιά και μεγάλη βιοποικιλότητα. Κατά μήκος της πορείας τους και εκατέρωθεν αυτών υπάρχουν καλντερίμια, νερόμυλοι, γεφύρια, αλώνια, παρεκκλήσια, μοναστήρια, πανδοχεία κ.α. (Drosos κ.α. 2011). Κάθε περιβαλλοντική διαδρομή σε προστατευόμενη περιοχή μπορεί να προσφέρει πολλαπλά επίπεδα πληροφοριών και αναψυχής. Τα υφιστάμενα παλαιά μονοπάτια είναι διαμορφωμένες διαδρομές λόγω της μακρόχρονης χρήσης πεζών και ζώων που συνδέουν τοποθεσίες με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον άνθρωπο. Για πολλά χρόνια αποτελούσαν το μόνο οδικό δίκτυο στη ξηρά που διευκόλυνε την επικοινωνία των ανθρώπων και τη μεταφορά προϊόντων (Drosos κ.α. 2011).

Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει τη συμβολή των περιβαλλοντικών διαδρομών σε προστατευόμενες περιοχές, στη βιώσιμη ανάπτυξη ορεινών απομακρυσμένων περιοχών της χώρας μας. Ως μελέτη περίπτωσης επιλέχθηκε το Φαράγγι Δημοσάρη Νοτίου Ευβοίας. Τα κύρια αναπάντητα ερωτήματα είναι ο τρόπος επίτευξης της οικολογικής προστασίας του φυσικού πόρου κατά την αναψυχική δραστηριότητα, η διερεύνηση των χαρακτηριστικών του οικοσυστήματος και ιδιαίτερα αυτών που προσελκύουν τους περιπατητές, των καταναλωτικών συνήθειών και συμπεριφορών των επισκεπτών και των απαιτήσεων τους από την τοπική κοινωνία, ώστε να προκύψει βιώσιμη τοπική ανάπτυξη και να μην υποβαθμιστεί τόσο ο φυσικός πόρος που αποτελεί τουριστικό προορισμό όσο και η ικανοποίηση της ποιότητας εμπειρίας αναψυχής του επισκέπτη. Είναι σημαντικό για να είναι δυνατή η λύση του προβλήματος της βιώσιμης τοπικής ανάπτυξης με αειφορικό τρόπο σε περιβαλλοντικό, οικονομικό, κοινωνικό επίπεδο να καταγραφούν και στη συνέχεια να διερευνηθούν και αναλυθούν οι παράγοντες που την επηρεάζουν.

Υλικά - Μέθοδοι

Ο σχεδιασμός της παρούσας έρευνας είναι διερευνητικός, περιγραφικός και οι συμμετέχοντες ανώνυμοι επισκέπτες της περιβαλλοντικής διαδρομής του Φαραγιού Δημοσάρη Ν. Ευβοίας, που αποτελεί τμήμα προστατευόμενης περιοχής Δικτύου Natura 2000. Διενεργείται, κατόπιν βιβλιογραφικής ανασκόπησης, από τον Αύγουστο του έτους 2020 μέχρι και τον Αύγουστο του έτους 2021, χρονική περίοδος με ιδιαίτερα προβλήματα αυτοπρόσωπης παρουσίας και ανθρώπινης επικοινωνίας λόγω της πανδημίας του covid_19. Ο σχεδιασμός της περιλαμβάνει τρία σκέλη:

A) Περιγραφή της περιοχής μελέτης και της περιβαλλοντικής διαδρομής. Πραγματοποιείται καταγραφή και διάκριση της υπάρχουσας φυτοκάλυψης με βάση τις Ζώνες Βλάστησης, αναγνώριση της χλωρίδας με επιτόπιες παρατηρήσεις και χρήση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, διάκριση των οικοτόπων της περιοχής σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ και καταγραφή των προστατευόμενων ειδών, καταγραφή των ειδών πανίδας κυρίως με βάσει γραπτές πηγές και άλλες εργασίες. Τέλος, γίνεται καταγραφή των ιδιαίτερης σημασίας αισθητικών πολιτισμικών, ιστορικών στοιχείων με επιτόπια παρατήρηση και πληροφόρηση από γνώστες της περιοχής.

B) Ψηφιοποίηση της περιοχής μελέτης και της περιβαλλοντικής διαδρομής. Διενεργείται συνδυασμός χωρικών δεδομένων, αναλύσεων και στοιχείων πεδίου.

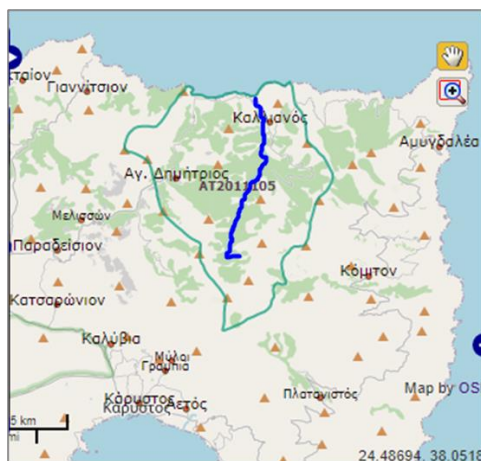
Γ) Καταγραφή της άποψης των επισκεπτών περιβαλλοντικών διαδρομών σε προστατευόμενες περιοχές και συγκεκριμένα στο Φαράγγι Δημοσάρη Ν. Ευβοίας, αναφορικά με τη βιώσιμη τοπική ανάπτυξη, σε περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο, που δύναται να επιτευχθεί με την επισκεψιμότητά τους. Η έρευνα διεξάγεται με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου με κλειστού τύπου ερωτήσεις, που διαμορφώθηκε με τη βοήθεια φόρμας της google και με κατάλληλα ερωτήματα σχετικά με τους στόχους της διπλωματικής εργασίας. Το μέγεθος του δείγματος είναι της τάξεως των 215 ατόμων. Η επικοινωνία επιτεύχθηκε με τη βοήθεια των μέσων

κοινωνικής δικτύωσης, με ανάρτησή του σε ομάδες ευρείας απήχησης. Η συλλογή των απαντήσεων επιτελέστηκε ηλεκτρονικά. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στην απλή περιγραφική ανάλυση κατά τα οριζόμενα της Περιγραφικής Στατιστικής (Χαλικιάς κ.α. 2015) και πραγματοποιείται με το στατιστικό πακέτο IBM–SPSS Statistics v.25.0 έκδοση Windows.

Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή μελέτης, που επικεντρώνεται η ερευνητική εργασία, είναι το μονοπάτι στο Φαράγγι Δημοσάρη το οποίο βρίσκεται κάτω από τις ψηλότερες κορυφές του όρους Όχη στη Νότια Εύβοια με διοικητική υπαγωγή στην περιφέρεια της Τοπικής Κοινότητας Καλλιανού, Δημοτικής Ενότητας Μαρμαρίου, Δήμου Καρύστου, ΠΕ Ευβοίας και περιοχή αρμοδιότητας Δασαρχείου Αλιβερίου, Δ/σης Δασών Ευβοίας, Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας Στερεάς - Ελλάδας. Το εν λόγω μονοπάτι αποτελεί περιοχή ιδιαίτερου φυσικού και αισθητικού ενδιαφέροντος, με τοπία σπάνιας ομορφιάς και με έντονη υδάτινη παρουσία στο μεγαλύτερο μέρος της πορείας του. Αναμφίβολα, συγκαταλέγεται σε μια από τις ομορφότερες πεζοπορικές, περιβαλλοντικές διαδρομές της χώρας μας. Έχει συνολικό μήκος 11χλ. περίπου. Ξεκινά από τη θέση «Πετροκάναλο» της Όχης στο διάσελο κάτω από την κορυφή Γιούδα (1.386μ.) σε υπερθαλάσσιο ύψος 952μ., διέρχεται από τον οικισμό Λενοσαίοι της Τοπικής Κοινότητας Καλλιανού (170μ.) και καταλήγει στην αιγαιοπελαγίτικη παραλία του οικισμού Καλλιανού (0μ.).

Το Φαράγγι Δημοσάρη μαζί με ευρύτερη έκταση εμβαδού 5.827,63ha, έχει χαρακτηριστεί από το 1984 «Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλους» (ΤΙΦΚ) με κωδικό AT2011105 και όνομα «Δημοσάρη και Καστανόλογγος στην Όχη Ευβοίας» της περιφέρειας Τοπικής Κοινότητας Καλλιανού και Αγ. Δημητρίου, Δημοτικής Ενότητας Μαρμαρίου, Δήμου Καρύστου, ΠΕ Ευβοίας. Ο Καστανόλογγος βρίσκεται νότια του Φαραγγιού Δημοσάρη σε έκταση 600 στρεμμάτων περίπου με αιωνόβιες καστανιές. Έχει μεγάλη οικολογική αξία γιατί αποτελεί το τελευταίο αμιγές δάσος με υπέργηρες καστανιές στη Νότια Εύβοια (Δημόπουλος 1998, filotis.itia.ntua.gr).



Σχήμα 1. ΤΙΦΚ με κωδικό AT2011105 & ονομασία «Δημοσάρη και Καστανόλογγος στην Όχη Ευβοίας»

(Πηγή: <https://filotis.itia.ntua.gr/biotopes/c/AT2011105/> με προσωπική επεξεργασία)

Figure 1. "Landscape of Special Natural Beauty", code AT2011105 & name "Dimosari & Kastanologgos in Ochi Evia"
(Source: <https://filotis.itia.ntua.gr/biotopes/c/AT2011105/> with personal processing)

Η περιοχή της Όχης αποτελεί από το 1985 Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά της Ευρώπης σύμφωνα με το International Council Birds Preservation (ICBP) (Δημόπουλος 1998). Επιπρόσθετα, το μονοπάτι στο Φαράγγι Δημοσάρη εμπεριέχεται στην προστατευόμενη περιοχή της Ζώνης Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) του Δικτύου Natura 2000 με κωδικό GR2420012 και ονομασία «Όρος Όχη, Παράκτια Ζώνη και Νησίδες» συνολικής έκτασης εμβαδού 33.385,47ha και στην προστατευόμενη περιοχή της Ειδικής Ζώνης Διατήρησης (ΕΖΔ) με κωδικό GR2420001 και ονομασία «Όρος Όχη - Κάμπος Καρύστου – Ποτάμι - Ακρωτήριο Καφηρέα - Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη» συνολικής έκτασης εμβαδού 15.948,13ha, η οποία αλληλεπικαλύπτει την ΖΕΠ. Σύμφωνα με το Ν. 3937/2011 (ΦΕΚ:60/Α΄) έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο Natura 2000 και

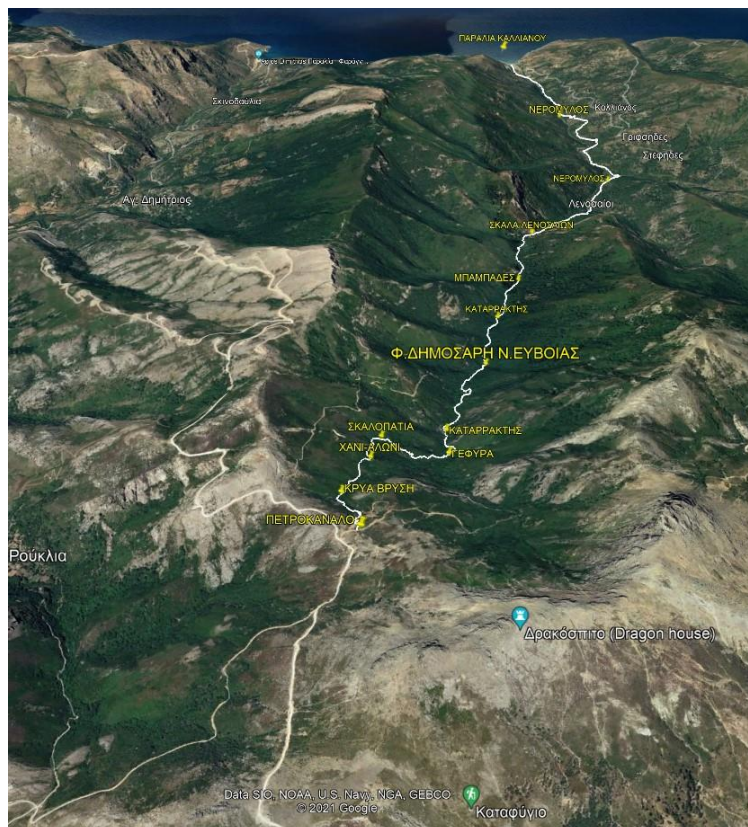
περιλαμβάνονται στον εθνικό κατάλογο των 419 προστατευόμενων περιοχών στο πλαίσιο εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 92/43 ΕΟΚ «περί Οικοτόπων». Τέλος, το Φαράγγι Δημοσάρη με τη λεκάνη απορροής του συγκαταλέγεται σε κατάλογο με (100) αντιπροσωπευτικά παρόχθια δάση της Ελλάδας κατέχοντας την 67^η θέση (Ζόγκαρης κ.α. 2007).

Αποτελέσματα

Οι επισκέπτες στο Φαράγγι Δημοσάρη Νοτίου Ευβοίας προτιμούν να ξεκινούν από το ψηλότερο σημείο της διαδρομής και να καταλήγουν στη θάλασσα, γιατί η διαδρομή είναι μεγάλης απόστασης (11χλμ.) και συνεχώς κατηφορική με ήπια κλίση σχεδόν σε όλο το μήκος της. Το μονοπάτι είναι βατό, μονοσήμαντο, χωρίς πολλές διασταυρώσεις, με ίχνος εύκολα αναγνωρίσιμο και στοιχειώδης σήμανση που βοηθάει τον περιπατητή κατά τη διάσχισή του.

Πίνακας 12. Κύρια Χαρακτηριστικά του μονοπατιού
Table 1. Main Characteristics of the trail

Στοιχεία	Χαρακτηριστικά
Αφετηρία μονοπατιού	θέση: «Πετροκάναλο»
Ενδιάμεσο χαρακτηριστικό σημείο εκκίνησης πορείας μονοπατιού	οικισμός Λενοσαίων
Τερματισμός	παραλία Καλλιανού
Ελάχιστο υψόμετρο	0,0μ
Μέγιστο υψόμετρο	952μ.
Υψομετρική διαφορά	952μ.
Μήκος μονοπατιού	11,00χλμ.
Εκτιμώμενη διάρκεια πεζοπορίας (χωρίς επιστροφή στην αφετηρία)	4-5 ώρες
Κατά μήκος κλίση 2-8% εκτός ενός μικρού τμήματος που είναι 15-20%	ήπια & ένα μικρό τμήμα μέτρια απότομη
Επίπεδο δυσκολίας	μέτριο
Μορφή μονοπατιού	γραμμική
Πρωτεύον μονοπάτι μεγάλης διαδρομής	
Υφιστάμενη σήμανση	σήματα προσανατολισμού, κατεύθυνσης



Σχήμα 2. Η διαδρομή του Φαραγγιού Δημοσάρη με σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος σε απόσπασμα χάρτη Google Earth
Figure 2. The route of Dimosari Gorge with points of special interest in an excerpt of a Google Earth map

Από την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων του δείγματος με περιγραφική στατιστική προκύπτουν αποτελέσματα και παρουσιάζονται σε πίνακες και διαγράμματα.

Εξετάζονται και αναλύονται οι περιγραφικοί δείκτες των μεταβλητών, καθώς και των συχνοτήτων και σχετικών συχνοτήτων α) για την περιγραφή των δημογραφικών ερωτήσεων που αποτυπώνουν τα γενικά χαρακτηριστικά του προφίλ των επισκεπτών του δείγματος, β) για τις ερωτήσεις γνώσεων και απόψεων των συμμετεχόντων και γ) για τα ερευνητικά ερωτήματα αναφορικά με τις περιβαλλοντικές διαδρομές σε προστατευόμενες περιοχές και με τους περιβαλλοντικούς, οικονομικούς, κοινωνικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη βιώσιμη τοπική ανάπτυξη.

Πίνακας 2. Κατανομή συχνοτήτων κατά φύλο
Table 2. Frequency distribution by sex

Φύλο					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ανδρας	113	52,6	52,6	52,6
	Γυναίκα	102	47,4	47,4	100,0
	Total	215	100,0	100,0	

Πίνακας 3. Κατανομή συχνοτήτων κατά μορφωτικό επίπεδο
Table 3. Distribution of frequencies by educational level

Μόρφωση					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1. Απόφοιτος Γυμνασίου/Λυκείου	61	28,4	28,4	28,4
	2. Πτυχιούχος ΙΕΚ/ΤΕΕ	19	8,8	8,8	37,2
	3. Πτυχιούχος ΤΕΙ/ΑΕΙ	77	35,8	35,8	73,0
	4. Μεταπτυχιακές Σπουδές	58	27,0	27,0	100,0
	Total	215	100,0	100,0	

Πίνακας 4. Κατανομή συχνοτήτων κατά μηνιαίο εισόδημα
Table 4. Frequency distribution by monthly income

Μηνιαίο Εισόδημα					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 0,00- 1.000,00	106	49,3	49,3	49,3
	2 1001,00-2.000,00	88	40,9	40,9	90,2
	3 μεγαλύτερο από 2.001,00	21	9,8	9,8	100,0
	Total	215	100,0	100,0	

Πίνακας 5. Στατιστικά μέτρα κεντρικής τάσης και διασποράς των απόψεων για τα κίνητρα συμμετοχής στις περιβαλλοντικές διαδρομές των προστατευόμενων περιοχών
Table 5. Statistical measures of central tendency and dispersion of opinion on the reasons for participation on the environmental routes of the protected areas

g_11 Ποια πιστεύετε ότι είναι τα κίνητρα συμμετοχής στα μονοπάτια προστατευόμενων περιοχών;										
	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	
	Valid	Missing								
g_11.1 Επαφή με φυσικό περιβάλλον	215	0	4,73	5,00	5	,713	4	1	5	
g_11.2 Παρατήρηση ορνιθοπανίδας	215	0	4,15	4,00	4	,907	4	1	5	
g_11.3 Παρατήρηση άγριας πανίδας	215	0	4,17	4,00	5	,912	4	1	5	
g_11.4 Παρατήρηση γλωρίδας	215	0	4,23	4,00	5	,864	4	1	5	
g_11.5 Απόδραση καθημερινότητας	215	0	4,43	5,00	5	,861	4	1	5	
g_11.6 Διαφυγή από το άγχος	215	0	4,38	5,00	5	,898	4	1	5	
g_11.7 Υγεία, νυχτική ισορροπία	215	0	4,51	5,00	5	,802	4	1	5	
g_11.8 Σωματική άθληση- ισορροπία	215	0	4,43	5,00	5	,888	4	1	5	
g_11.9 Γνωριμία με την πολιτιστική κληρονομιά & την ιστορία περιοχής	215	0	4,35	5,00	5	,829	4	1	5	
g_11.10 Γνωριμία με γαστρονομία περιοχής	215	0	3,81	4,00	4	1,066	4	1	5	

Πίνακας 6. Κατανομή συχνότητας της αγοράς τοπικών προϊόντων διατροφής
Table 6. Frequency distribution of shopping local food

g_20 Αγορά παραδοσιακών προϊόντων					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ναι	185	86,0	86,0	86,0
	Όχι	30	14,0	14,0	100,0
	Total	215	100,0	100,0	

Πίνακας 7. Στατιστικά μέτρα κεντρικής τάσης & διασποράς της βαθμολόγησης σημαντικών υποδομών μονοπατιών
Table 7. Statistical measures of central tendency and dispersion of the rating of important infrastructures on the paths

g_21 Ποιες υποδομές είναι σημαντικές, ώστε να ικανοποιούνται καλύτερα οι πεζοπορικές ανάγκες σας;										
	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	
	Valid	Missing								
g_21.1 Σήμανση μονοπατιού	215	0	4,78	5,00	5	,616	4	1	5	
g_21.2 Συντήρηση μονοπατιού	215	0	4,61	5,00	5	,733	4	1	5	
g_21.3 Χάρτης περιοχής	215	0	4,42	5,00	5	,792	4	1	5	
g_21.4 Ενημερωτικός οδηγός	215	0	4,39	5,00	5	,776	4	1	5	
g_21.5 Θέσεις στάσης, ξεκούρασης	215	0	3,95	4,00	4	1,038	4	1	5	
g_21.6 Χώροι στάθμευσης	215	0	3,66	4,00	4	1,056	4	1	5	
g_21.7 Πρόσβαση στην αφετηρία	215	0	4,43	5,00	5	,861	4	1	5	
g_21.8 Εφαρμογή διαδικτύου	215	0	4,07	4,00	5	1,091	4	1	5	
g_21.9 Ποιότητα υπηρεσιών, προϊόντων	215	0	3,74	4,00	4	1,039	4	1	5	
g_21.10 Εμπόρφωση, κατάρτιση	215	0	3,85	4,00	4	1,062	4	1	5	
g_21.11 Τουριστικά γραφεία	215	0	3,48	4,00	4	1,106	4	1	5	

Πίνακας 8. Στατιστικά μέτρα κεντρικής τάσης & διασποράς βαθμολόγησης της επίδρασης του συνωστισμού στο μονοπάτι
Table 8. Statistical measures of central tendency and dispersion calibration of the effect of overcrowding on the path

g_22 Επίδραση του συνωστισμού στο μονοπάτι στην ικανοποίηση του περιπατητή;								
N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum
Valid	Missing							
213	2	3,63	4,00	4	1,063	4	1	5

Πίνακας 9. Στατιστικά μέτρα κεντρικής τάσης και διασποράς της βαθμολόγησης των πηγών πληροφόρησης για την επίσκεψη σε μονοπάτια προστατευόμενων περιοχών
Table 9. Statistical measures of central tendency and dispersion of the rating of information sources for the visit to paths of protected areas

g_23 Ποιες πηγές, σας πληροφορούν για την επίσκεψη σε μονοπάτια προστατευόμενων περιοχών;										
	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum	
	Valid	Missing								
g23_1 Πηγές πληροφόρησης Φίλοι, γνωστοί	215	0	4,28	4,00	4	,790	4	1	5	
g23_2 Πηγές πληροφόρησης Διαδίκτυο	215	0	4,47	5,00	5	,819	4	1	5	
g23_3 Πηγές πληροφόρησης Ταξιδιωτικά Γραφεία	215	0	2,80	3,00	3	1,148	4	1	5	
g23_4 Πηγές πληροφόρησης Διαφημίσεις	215	0	3,00	3,00	4	1,138	4	1	5	
g23_5 Πηγές πληροφόρησης Ραδιοτηλεοπτικές εκπομπές	215	0	3,20	4,00	4	1,189	4	1	5	
g23_6 Πηγές πληροφόρησης Άρθρα, εφημερίδες	215	0	3,74	4,00	4	1,026	4	1	5	

Πίνακας 10. Κατανομή συχνότητας άποψης συμμετεχόντων για τα κίνητρα επίσκεψης στο Φαράγγι Δημοσάρι
Table 10. Frequency distribution of the participants' opinion on the incentives to visit the Dimosari Gorge

g_27 Κίνητρα επίσκεψης στο Φαράγγι Δημοσάρι				
	Responses		Percent of Cases	
	N	Percent		
Σκίνητρα ^a	Ποικιλομορφία βλάστησης	160	15,5%	89,4%
	Αισθητική Φ.Τ.	174	16,9%	97,2%
	Γεωμορφολογία	166	16,1%	92,7%
	Παρόχθια, υπέργηρα πλατάνια	145	14,1%	81,0%
	Πολιτιστικά στοιχεία	129	12,5%	72,1%
	Παρατήρηση ορνιθοπανίδας	84	8,2%	46,9%

	Παρατήρηση άγριας πανίδας	81	7,9%	45,3%
	Παρατήρηση γλωρίδας	91	8,8%	50,8%
Total		1030	100,0%	575,4%

a. Dichotomy group tabulated at value 1.

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα στατιστικά στοιχεία από την ανάλυση της πολλαπλής απάντησης στην σχετική ερώτηση (g27). Οι δύο πρώτες στήλες του πίνακα εκφράζουν τις απόλυτες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων, ενώ η τρίτη στήλη εκφράζει τις σχετικές συχνότητες των συμμετεχόντων. Ο κάθε ερωτώμενος απάντησε κατά μέσο όρο με 5,75 θετικές απαντήσεις και δόθηκαν συνολικά 1030. Το κίνητρο επίσκεψης, αισθητική του Φυσικού Τοπίου στο Φαράγγι Δημοσάρη, συγκεντρώνει τις περισσότερες θετικές απαντήσεις (174), ποσοστό 16,9% των απαντήσεων και 97,2% των συμμετεχόντων.

Πίνακας 11. Κατανομή συχνότητας άποψης συμμετεχόντων για την ανεπάρκεια υποδομών στο Φαράγγι Δημοσάρη.
Table 11. Frequency distribution of participants' opinion on the inadequacy of infrastructure in the Dimosari Gorge

g 28 Ανεπαρκείς υποδομές στο Φαράγγι Δημοσάρη				
		Responses		Percent of Cases
		N	Percent	
Ανεπάρκεια ^a	Σήμανση	110	17,0%	67,1%
	Συντήρηση	134	20,7%	81,7%
	Ενημερωτικός Οδηγός	126	19,5%	76,8%
	Περίπτερο	67	10,4%	40,9%
	Θέσεις στάσεις	80	12,4%	48,8%
	Θέσεις θέας	79	12,2%	48,2%
	Παρατηρητήρια ορνιθοπανίδας	50	7,7%	30,5%
Total		646	100,0%	393,9%

a. Dichotomy group tabulated at value 1.

Πίνακας 12. Στατιστικά μέτρα κεντρικής τάσης και διασποράς βαθμονόμησης της αρνητικής επίδρασης των αιολικών πάρκων στην προστατευόμενη περιοχή του Φαραγγιού Δημοσάρη
Table 12. Statistical measures of central tendency and dispersion to calibrate the negative impact of wind farms in the protected area of Dimosari Gorge

g 29 Αρνητική επίδραση των αιολικών πάρκων στην επισκεψιμότητα								
N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum
Valid	Missing							
195	20	4,13	5,00	5	1,136	4	1	5

Το μέγεθος του δείγματος στη συγκεκριμένη ερώτηση είναι μικρότερο από το συνολικό αριθμό των συμμετεχόντων, ήτοι 195 άτομα επί συνόλου 215. Η κυριαρχούσα τιμή είναι 5 δηλαδή, οι συμμετέχοντες επηρεάζονται πολύ αρνητικά, η μέση τιμή είναι 4,13 και η τυπική απόκλιση 1,136.

Πίνακας 13. Στατιστικά μέτρα κεντρικής τάσης και διασποράς βαθμονόμησης της συμβολής του Φαραγγιού Δημοσάρη στη βιώσιμη τοπική ανάπτυξη
Table 13. Statistical measures of central tendency and dispersion to calibrate the contribution of Dimosari Gorge to sustainable local development

g 30 Συμβολή στη βιώσιμη τοπική ανάπτυξη								
N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Range	Minimum	Maximum
Valid	Missing							
199	16	4,41	5,00	5	,759	3	2	5

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η έρευνα οδήγησε στο γενικό συμπέρασμα ότι η περιβαλλοντική διαδρομή μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός ανάπτυξης για την τοπική κοινότητα, αρκεί να προστατευτούν και αναδειχθούν τόσο τα αυθεντικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν το ευρύτερο περιβάλλον της όσο και το ίδιο το πεζοπορικό μονοπάτι, προσφέροντας έτσι κοινωνικοοικονομικά οφέλη και ευημερία στην τοπική κοινωνία. Οι προστατευόμενες περιοχές, σύμφωνα με τους Ζάγκακ κ.α. (2007), θα πρέπει να διαχειρίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να διατηρούν αιεφορικά τα οικοσυστήματά τους

που εμπεριέχουν σημαντική αισθητική, οικολογική, γεωλογική, τοπογραφική, πολιτιστική, ιστορική σημαντική αξία στη φυσική τους κατάσταση, ενώ παράλληλα να εξυπηρετούν αναπτυξιακούς σκοπούς.

Η ολοκληρωμένη διαχείριση της περιβαλλοντικής διαδρομής με τη συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας και όλων των εμπλεκόμενων φορέων, έτσι ώστε να υπάρξει ισόρροπη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη με ταυτόχρονη προστασία του φυσικού πόρου είναι επιβεβλημένη. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης για τις ορεινές προστατευόμενες περιοχές οφείλει να έχει τους παρακάτω βασικούς στόχους (Τσιτσώνη 2014): Τη διαφύλαξη της ποιότητας του περιβάλλοντος με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων. Την προώθηση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Την αξιοποίηση ιδιαιτεροτήτων της περιοχής, όπως των οπτικών πόρων, της ιστορίας και της πολιτιστικής της κληρονομιάς, για την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών τουρισμού, σε ετήσια βάση. Τη προώθηση παραδοσιακών, βιολογικών προϊόντων, αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Την ανάπτυξη της ορεινής οικονομίας, οικοτεχνίας και γενικά των παραδοσιακών δραστηριοτήτων. Την προώθηση όλων των δράσεων με επίκεντρο τον τοπικό άνθρωπο.

Στην ανάδειξη και προβολή της περιβαλλοντικής διαδρομής και ως επακόλουθο στην βιώσιμη τοπική ανάπτυξη μπορούν να συμβάλλουν αποτελεσματικά τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και οι Μονάδες Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών που θεσμοθετήθηκαν πρόσφατα με το Ν. 4685/2020 (ΦΕΚ:92/Α'), αναλαμβάνοντας ενεργό ρόλο με σχετικές πρωτοβουλίες και δράσεις, καθώς επίσης η απόκτηση εθνικής ή ευρωπαϊκής πιστοποίησης, παρέχοντας εγγύηση για την ασφαλή διάσχιση των διαδρομών και την υψηλή ποιότητα παρεχόμενης πεζοπορικής εμπειρίας (<https://www.pathsofgreece.gr/pistoroiisi-monopation/>) και η προβολή και διαφήμιση κυρίως σε αγορές – στόχους που είναι μεγαλουπόλεις.

- Το προφίλ των επισκεπτών για πεζοπορία σε προστατευόμενες περιοχές, συγκροτείται σχεδόν εξ ίσου από άνδρες και γυναίκες, ανθρώπους κάθε ηλικίας, με διάφορες επαγγελματικές ενασχολήσεις, η πλειονότητα των οποίων κατοικεί σε σχετικά μικρή ακτίνα από την περιοχή της περιβαλλοντικής διαδρομής, με ετήσιο εισόδημα μικρού έως μεσαίου επιπέδου (0,00 έως 2.000,00 ευρώ) και υψηλό μορφωτικό επίπεδο, συνεπώς ασκείται από μεγάλο εύρος επισκεπτών, ως μια ευχάριστη ψυχαγωγική και περιηγητική δραστηριότητα (Σφακιανάκης 2000).
- Τα κίνητρα συμμετοχής είναι ποικίλα με αποτέλεσμα να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις πολλών ετερόκλητων ομάδων με διαφορετικά ειδικά ενδιαφέροντα και ανάγκες με κυρίαρχη την ανάγκη επαφής του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον και ακολουθούν με φθίνουσα σειρά λόγοι ψυχικής υγείας και ισορροπίας, η απόδραση από τη καθημερινότητα, η σωματική άθληση, η διαφυγή από το άγχος, η γνωριμία με την ιστορία και πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής η παρατήρηση της χλωρίδας, πανίδας, ορνιθοπανίδας και η γαστρονομία της περιοχής. Κατά συνέπεια, οι περιβαλλοντικές διαδρομές με χαρακτηριστικά που δύναται να προσελκύουν περιπατητές καθίστανται τουριστικοί προορισμοί και το γεγονός αυτό με τη σειρά του λειτουργεί ως μοχλός βιώσιμης τοπικής ανάπτυξης με τα οικονομικά οφέλη να διασπείρονται στον ντόπιο πληθυσμό προσφέροντας συμπληρωματικό εισόδημα, θέσεις εργασίας, καλύτερο βιοτικό επίπεδο.
- Η καταναλωτική συμπεριφορά, οι απαιτήσεις, προσδοκίες και συνήθειες των επισκεπτών επικεντρώνονται στα ακόλουθα: Η απόσταση της κατοικίας των από το επισκέψιμο μονοπάτι είναι συνήθως έως 200,00χιλ. και πραγματοποιείτε κυρίως με φίλους, αλλά και με την οικογένεια ή με συλλόγους, λαμβάνει χώρα με φθίνουσα σειρά προτίμησης άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο, χειμώνα και επιλέγεται διαδρομή χρονικής διάρκειας πεζοπορίας ως επί το πλείστον, από 4-5 ώρες και 3-4 ώρες. Ως κατάλυμα διανυκτέρευσης στην πέριξ του μονοπατιού περιοχή επιλέγεται ο παραδοσιακός ξενώνας (65%) και ακολουθεί το ορεινό καταφύγιο (43,9%). Οι υπόλοιποι τύποι διαμονής έπονται με μεγάλη διαφορά από τους παραπάνω. Τα τοπικά καταστήματα εστίασης προτιμώνται από τους πεζοπόρους - τουρίστες για την κάλυψη αναγκών διατροφής για δύο (48,84%) ή ένα γεύμα (39,53%) ανά ημέρα επίσκεψης. Οι δαπάνες/άτομο/ημέρα σε προϊόντα διατροφής στο τόπο φιλοξενίας ανέρχονται, σε 20ευρώ/άτομο/ημέρα σε ποσοστό 37,67%, ενώ σε 10,00ευρώ ή 30,00ευρώ σε ποσοστό 20% περίπου. Τα τοπικά παραδοσιακά προϊόντα είναι αξιοσημείωτο, ότι αγοράζονται από τη συντριπτική πλειοψηφία (86,50%) των επισκεπτών. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλη διάχυση οικονομικοκοινωνικών ωφελειών στην περιοχή φιλοξενίας, ικανοποίηση της εξόρμησης χωρίς ιδιαίτερη οργάνωση και χρονοβόρα

προετοιμασία, δυνατότητα επίλυσης του προβλήματος εποχικότητας της τουριστικής περιόδου και παράτασης της απασχόλησης του ντόπιου πληθυσμού. Ιδιαίτερα, τα τοπικά παραδοσιακά προϊόντα έχουν τη δυναμική να αναδειχθούν σε πηγή συμπληρωματικού εισοδήματος και ετήσιας απασχόλησης για μεγάλο μέρος την τοπικής κοινωνίας συμβάλλοντας αποφασιστικά στη συγκράτηση του πληθυσμού στον τόπο του. Ως εκ τούτου, απαιτείται ειδική μέριμνα για την παραγωγή, μεταποίηση, διάθεση & προώθηση παραδοσιακών προϊόντων.

- Οι σημαντικές υποδομές για την ικανοποίηση των περιπατητών όχι μόνο κατά την άσκηση της πεζοπορίας αλλά και για την εξυπηρέτηση των αναγκών τους κατά την προσέλευση και παραμονή τους στην περιοχή υποδοχής εστιάζονται στα ακόλουθα: Η σήμανση και η συντήρηση του μονοπατιού κατέχει έναντι των άλλων τη μεγαλύτερη σπουδαιότητα στις παρεχόμενες υποδομές. Ο χάρτης με σημεία ενδιαφέροντος της περιοχής & ο ενημερωτικός οδηγός με ιδιαίτερα σημεία ενδιαφέροντος της περιβαλλοντικής διαδρομής είναι σχεδόν εξίσου σημαντικά ως η επόμενη α υποδομή. Η προσβασιμότητα στο σημείο αφετηρίας του μονοπατιού, επίσης θεωρείται σημαντική γιατί έτσι καθίσταται δυνατή και εύκολη ή απαγορευτική η επίσκεψη και έπεται η προβολή του μονοπατιού δια μέσω διαδικτυακής εφαρμογής, καθιστώντας το πιο ασφαλές και με καλύτερη ποιότητα περιήγησης. Οι θέσεις ξεκούρασης κατά μήκος της διαδρομής του μονοπατιού είναι υποδομή λιγότερο απαραίτητη για τη διάσχιση του μονοπατιού, διότι εξαρτάται και από το μήκος της διαδρομής. Η επιμόρφωση και κατάρτιση της τοπικής κοινωνίας για τουριστικά προϊόντα και υπηρεσίες είναι επιβεβλημένη για τη βελτιστοποίηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών και προϊόντων διατροφής, διαμονής. Η αναγκαιότητα των χώρων στάθμευσης εξαρτάται από το είδος της διαδρομής (κυκλική, γραμμική). Τα τουριστικά γραφεία της περιοχής ως υποδομή αξιολογείται ως η λιγότερο απαραίτητη.
- Η επίδραση του συνωστισμού στο μονοπάτι βαθμολογείται αρνητικά από το 60% του δείγματος και μόλις το 4,7% δηλώνει ότι δεν επηρεάζεται καθόλου.
- Η πληροφόρηση για περιβαλλοντικές διαδρομές, στο μεγαλύτερο βαθμό πηγάζει από το διαδίκτυο και το φιλικό και κοινωνικό κύκλο των πεζοπόρων. Η αξιοποίηση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών για την προβολή τους και τη διαχείριση της ροής των επισκεπτών με ενημέρωση σε ψηφιακή πλατφόρμα των ενδιαφερόμενων θα συμβάλει αποφασιστικά στην ποιότητα της εμπειρίας αναψυχής (Ανδρεοπούλου 2014).
- Η επαναληψιμότητα της επίσκεψης είναι δεδομένη, όταν ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των επισκεπτών και στην αναμενόμενη ποιότητα εμπειρίας.
- Τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της περιβαλλοντικής διαδρομής του Φ. Δημοσάρη είναι η αισθητική του φυσικού τοπίου με 97,2% και οι γεωμορφολογικοί σχηματισμοί με 92,7% (καταρράκτες, βάθρες, πετρώματα, γεωμορφολογικοί σχιστολιθικοί και βραχώδεις σχηματισμοί). Μετά είναι η ποικιλομορφία της βλάστησης με 89,4%, και τα παραποτάμια, υπέργηρα πλατάνια με 81,0% με εντυπωσιακή παρουσία σε όλη τη διαδρομή. Ακολουθούν τα πολιτιστικά στοιχεία με 72,1%, (λιθόστρωτα καλντερίμια, νερόμυλοι, χάνι, αλώνι).
- Οι υποδομές στο Φαράγγι Δημοσάρη αξιολογούνται ανεπαρκείς όλες, αλλά σε διαφορετικό βαθμό. Η συστηματική συντήρηση, ένας πλήρης εικονογραφημένος ενημερωτικός οδηγός, η τοποθέτηση κατάλληλων πινακίδων σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές, οι θέσεις ξεκούρασης και θέας διάσπαρτες σε κατάλληλα σημεία σε όλη τη διαδρομή, η αναστήλωση ερειπωμένων κτισμάτων και η δημιουργία παρατηρητηρίων θα προσελκύσει επισκέπτες θα κεντρίσει το ενδιαφέρον τους και θα βελτιώσει την ποιότητα της πεζοπορικής εμπειρίας.
- Η παρουσία των αιολικών πάρκων στις κορυφογραμμές του ορεινού όγκου της Όχης έχει πάρα πολύ μεγάλη αρνητική επίδραση στην επισκεψιμότητα.

Ευχαριστίες

Η έρευνα αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια προγράμματος μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών του ΑΠΘ του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος με επιβλέπουσα την κα Θέκλα Τσιτσώνη, και εξεταστική επιτροπή τον κ. Θεοχάρη Ζάγκα και κα Ζαχαρούλα Ανδρεοπούλου, Καθηγητές, στους οποίους εκφράζω τις θερμές και ειλικρινείς ευχαριστίες μου για τη καθοδήγηση και συμβουλευτική υποστήριξη. Ευχαριστώ, επίσης, τον Ορειβατικό Σύλλογο Ν. Ευβοίας, «ΠΥΞΙΔΑ», τον Ελληνικό Ορειβατικό Σύλλογο Χαλκίδας, και όλους τους φίλους και συναδέλφους του Δασαρχείου Αλιβερίου και της Δ/σης Δασών Ευβοίας για τη συμβολή τους.

Abstract

Environmental routes in protected areas can effectively contribute to the sustainable development of mountainous remote areas of our country through a form of alternative tourism, walking. As a case study, was chosen the Dimosari Gorge of South Evia of Mount Ochi Karysto Evia, a Natura 2000 network area. It is recorded the opinion of the visitors, through a structured questionnaire, for the conservation of the natural resource, the quality of the hiking experience, their consumption habits and requirements, such as products, food services, accommodation in the hosting area. Conclusions are drawn from the results of the research, which will help the involved bodies to manage with the principles of sustainability, those elements of the environmental route, infrastructures and services that will contribute and guarantee the sustainable local development.

Βιβλιογραφία

Andreopoulou, Z., Tsekouropoulos, G., Koliouka, C., Koutroumanidis, T., 2014. Internet Marketing for Sustainable Development and Rural Tourism. *International Journal of Business Information Systems (IJBIS)*. Vol. 16 (4): 446-461.

Aylward, B., Allen, K., Echeverria, J., Tosi, J., 1996. Sustainable ecotourism in Costa Rica: the Monteverde Cloud Forest Preserve. *Biodiversity & Conservation*. Vol. 5: 315-343.

Drosos, V.C., Farmakis, D.E., Stamatiou, C.C., 2011. Mapping and management of mountainous routes with GPS for sustainable development and management. *Proceedings formec Austria 2011, 9-13 October 2011, Graz. Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering*. pp. 1-8.

Eagles, P.F.J., McCool, S.F., Haynes, C.D., 2002. *Sustainable Tourism in Protected Areas. Guidelines for Planning and Management*. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Xv. pp. 183.

UNEP & WTO, 2005. *Making Tourism More Sustainable: A Guide for Policy - makers*. United Nations Environment Program, Madrid, Spain and World Tourism Organization, Paris, France. pp. 211.

Weaver, D., 1993. Ecotourism in the small island Caribbean. *Geojournal*. Vol.31(4): 457-465.

Weston, R., Mota, J.C., 2012. *Low Carbon Tourism Travel: Cycling, Walking and Trails*. *Tourism Planning & Development*. Vol.9(1): 1-3.

Ανδρεοπούλου, Ζ., 2014. Διαδίκτυο & Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών για την Προστασία του Περιβάλλοντος και την Αειφορική Ανάπτυξη. *Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα ΑΠΘ*. Σελ. 78.

Δημόπουλος, Π., (Συντονιστής) 1998. *Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Περιοχής Φαραγγιού Δημοσάρη και Ευρύτερης Περιοχής (Όρος Όχη – Κάμπος Καρύστου- Ακρωτήριο Καφηρεύς)*. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ευβοίας, Διεύθυνση Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος. Αθήνα. Σελ. 250.

Εξάρχος, Γ.Σ., Παπαηλιάς, Θ., 2004. *Τουριστική βιομηχανία και προοπτικές ανάπτυξης βιώσιμου τουρισμού στην Κρήτη*. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας. Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων. Κατεύθυνση Διοίκησης Τουριστικών Επιχειρήσεων & Επιχειρήσεων Φιλοξενίας. *Tourist Scientific Review*. Vol.2.:

Ζάγκας, Θ., Τσιτσώνη, Θ., Γκανάτσας, Π., Βλάχος, Χ.Γ., Γιαννακόπουλος, Α. 2007. Η ανάδειξη της Λεκάνης του Κρικελλοποτάμου μοχλός ανάπτυξης της περιοχής. 13ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. «Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών–Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος». Καστοριά, 7-10 Οκτωβρίου 2007. Τόμος 1: 100-109.

Ζόγκαρης, Σ., Χατζηρβασάνης, Β., Οικονόμου, Α.Ν., Χατζηνικολάου, Γ., Γιακουμή, Σ., Δημόπουλος, Π., 2007. *Παρόχθιες Ζώνες στην Ελλάδα. Προστατεύοντας τις παραποτάμιες οάσεις ζωής*. Ειδική Έκδοση ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., Αθήνα. Σελ. 95.

Καραμέρης, Α.Κ., 2013. *Αναψυχή στη Φύση*. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη. Σελ.409.

Κοζυράκης, Γ. Μ., 2007. *Περιβαλλοντικά Βιώσιμη Τουριστική Ανάπτυξη, Πλαίσιο Αξιολόγησης. Η Περίπτωση της Κρήτης*. Διδακτορική Διατριβή. Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών. Σελ.218.

Λαναρά, Θ., Τσαπρούνης, Ν., Βαρβαρήγος, Γ., Κούκου, Ε., Μαργαριτοπούλου, Β., Τσιτσώνη, Θ., 2015. *Περιβαλλοντικές Διαδρομές στην Προστατευόμενη Περιοχή του Παρνασσού – Μοχλός*

Βιώσιμης Ανάπτυξης της Ευρύτερης Περιοχής. Πρακτικά 17ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. «Η Συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων Περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη». Αργοστόλι Κεφαλονιάς, 4-7 Οκτωβρίου 2015. Σελ. 847-855.

Ντάφης, Σ., 2010. Ανάπτυξη για το περιβάλλον, την οικονομία, την κοινωνία. Αμφίβιον, Διμηνιαία Έκδοση του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων-Υγροτόπων. Τεύχος 90: 4-5.

Ν. 3937/2011. Διατήρηση της Βιοποικιλότητας και άλλες Διατάξεις. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 60/Α/31-3-2011)

Ν. 4685/2020. Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 92/Α'/07-05-2020).

Σφακιανιάκης, Κ. Μ., 2000. Εναλλακτικές Μορφές Τουρισμού. Εκδόσεις Έλλην. Αθήνα. Σελ. 325.

Τσιτσώνη, Θ., 2014. Παρνασσός: Μνημείο Φύσης και Πολιτισμού. Μοχλός ανάπτυξης της περιοχής. Πρακτικά Διεπιστημονικής Διημερίδας. «Περιβάλλον και Πολιτισμός στη Φθιώτιδα χθες και σήμερα». Λαμία, 29-30 Μαρτίου 2014. Τόμος 1:1-13.

Φωτίου, Ι.Σ., 2002. Τουρισμός σε Προστατευόμενες Περιοχές: Πλαίσιο Ανάλυσης. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων. Θέρμη, Θεσσαλονίκη. Σελ.75.

Χαλικιάς, Μ., Μανωλέσου, Α., Λάλου, Π., 2015. Μεθοδολογία Έρευνας και Εισαγωγή στη Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το IBM SPSS STATISTICS. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, www.kallipos.gr. Σελ. 283.

Χατζηστάθης, Α., Ισπικούδης, Ι., 1995. Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική Τοπίου. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 417.

ΦΙΛΟΤΗΣ - Βάση Δεδομένων για την Ελληνική Φύση (χ.χ) Nature Bank-Τοπίο (ΤΙΦΚ) - Δημοσάρη και Καστανόλογος στην Όχη Ευβοίας. Διαθέσιμο στο: <https://filotis.itia.ntua.gr/biotopes/c/AT2011105/> (Ανακτήθηκε: 18-12-2020).

Θεματική Ενότητα: Υδρολογία – Υδρονομικά και Δασοτεχνικά Έργα

ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΤΟΥ 2021 ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Γεωργαντζής, Κωνσταντίνος¹; Γκανάτσιος, Χαρίσιος²; Σαπουντζής, Μάριος³

¹Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος, kostasgeo1999@gmail.com

²ΕΔΙΠ, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, Τμήμα Δασολογίας & Φ. Π. ΑΠΘ, cganats@for.auth.gr

³Καθηγητής Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, Τμήμα Δασολογίας & Φ. Π. ΑΠΘ, sapuntzi@for.auth.gr

Περίληψη

Το 2021 στη Βόρεια Εύβοια, μετά την καταστροφική πυρκαγιά που έπληξε την περιοχή, όπως ήταν αναμενόμενο, τις πρώτες βροχοπτώσεις ακολούθησαν πλημμύρες σε αρκετούς οικισμούς. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής εξετάστηκε το σχέδιο αντιπλημμυρικής-αντιδιαβρωτικής διευθέτησης και συγκρίθηκαν και αξιολογήθηκαν τα σχετικά αντιπλημμυρικά και αντιδιαβρωτικά έργα που κατασκευάστηκαν στην περιοχή τους επόμενους μήνες μετά την πυρκαγιά. Τα έργα αυτά ήταν σύμφωνα με τις μελέτες που έγιναν είτε μικρής κλίμακας επεμβάσεις όπως κορμοδέματα, είτε φράγματα βάρους από σκυρόδεμα. Έγινε επίσης αναφορά στην προσπάθεια τεχνητής αναδάσωσης των διπλοκαμένων εκτάσεων πλησίον της Λίμνης από την πυρκαγιά του 2016.

Λέξεις κλειδιά: Δασική πυρκαγιά, πλημμύρες, διάβρωση, αντιπλημμυρικά έργα

Εισαγωγή

Τον Αύγουστο του 2021, η μεγαλύτερη πυρκαγιά στην Ελλάδα των τελευταίων ετών με διάρκεια 8 μέρες, άφησε πίσω της καμένη έκταση μεγαλύτερη από μισό εκατομμύριο στρέμματα (Dasarxeio.com) (Εικόνα 1). Οι οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες ήταν τεράστιες. Ως γνωστόν μετά από κάθε πυρκαγιά που καταστρέφει δάσος, το επόμενο στάδιο τις περισσότερες φορές είναι η εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων. Η Δασική Υπηρεσία Λίμνης προσπάθησε να θωρακίσει τις καμένες εκτάσεις αντιπλημμυρικά και αντιδιαβρωτικά το ταχύτερο δυνατόν. Ωστόσο, οι βροχές του φθινοπώρου -2 μήνες μετά την πυρκαγιά, στις 9-10/10/2021, προκάλεσαν πλημμύρες σε αρκετούς οικισμούς, κατέστρεψαν υποδομές και περιουσίες, οι οποίες είχαν σωθεί από την πυρκαγιά (Λιάλιος 2021, Νικολάου 2021, Newsbeast.gr, Iefimerida.gr, Enviaportal.gr). Αρκετά σπίτια τα οποία οριακά σώθηκαν από το πέρασμα της φωτιάς υπέστησαν καταστροφές από τα ορμητικά νερά και γόνιμο έδαφος με τη μορφή φερτών υλικών μεταφέρθηκε στη θάλασσα (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Η πυρκαγιά του 2021 στη Βόρεια Εύβοια Πηγή: (<http://fmrsvm.for.auth.gr/>)

Picture 1. The forest fire of North Evia on 2021

Βασικοί λόγοι της μεγάλης καταστροφής ήταν οι ελλιπείς πυροσβεστικές δυνάμεις, ο ελλιπής συντονισμός της Πολιτείας, η ευφλεκτότητα της χαλεπίου πεύκης και το ξηρό θέρους, οι ισχυροί άνεμοι, η υποχρηματοδότηση των δασαρχείων. Ο απολογισμός μετά την πυρκαγιά υπήρξε βαρύτατος:

- Καταστροφή των οικοσυστημάτων
- Δεκάδες καμένα σπίτια, αποθήκες, ζώα, οχήματα.
- Επλήγη η τοπική οικονομία (ρητινοπαραγωγή, καλλιέργειες, τουρισμός, κτηνοτροφία μελισσοκομία, ξυλεία).



Εικόνα 2. Απόψεις πλημμυρικών φαινομένων στην Εύβοια το 2021 Πηγή: (GreenAgenda.gr, 2021).

Picture 2. Photos from the flood of 2021 in North Evia

Η ένταση της βροχής στα τέλη Οκτωβρίου δεν ήταν μεγάλη, έπεσε όμως σε τελείως γυμνό έδαφος (50mm/24h). Αίτια πλημμυρών ήταν η καταστροφή του δάσους, η ελλιπής αντιδιαβρωτική-αντιπλημμυρική κάλυψη και το έντονο ανάγλυφο της περιοχής. Για την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων, τη διευκόλυνση της φυσικής αναγέννησης, τη μείωση της διάβρωσης και έτσι τη συγκράτηση του πολύτιμου εδάφους και την αποτροπή των πλημμυρών, είναι επιτακτική η ανάγκη άμεσης κατασκευής αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων μικρής κλίμακας με τη μορφή φυτοτεχνικών διευθετήσεων, η κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων σκυροδέματος, η αναδάσωση σε διπλοκαμμένες εκτάσεις και η απαγόρευση από τη Δασική Υπηρεσία της βόσκησης και του κυνηγιού (Δασαρχείο Λίμνης Ευβοίας, 2021).

Υλικά και Μέθοδοι

Η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας έχει ως εξής:

1. Οριοθέτηση των 6 λεκανών απορροής σε Λίμνη και Αγία Άννα, σε τοπογραφικό χάρτη στο AutoCAD
2. Υπολογισμός μορφομετρικών και υδρογραφικών χαρακτηριστικών (Στεφανίδης, 2007).
3. Προσθήκη χαρτών βλάστησης του Corine και υπολογισμός των συντελεστών απορροής πριν και μετά την καταστροφή της βλάστησης.
4. Υπολογισμός των μέγιστων αναμενόμενων υδατοστερεοπαροχών της 100ετίας με χρήση εμπειρικών και αναλυτικών τύπων.
5. Εφαρμογή της μεθόδου των ιχνών απορροής και αποτύπωση των διατομών της κάθε κοίτης στο AutoCAD.
6. Έρευνα στο πεδίο για πλημμυρικά φαινόμενα, συλλογή φωτογραφιών-μαρτυριών.
7. Ανάγνωση των μελετών του Δασαρχείου (Δασαρχείο Λίμνης Ευβοίας, 2021) για τα αντιδιαβρωτικά-αντιπλημμυρικά έργα, σύγκριση με αυτά που κατασκευάστηκαν και αξιολόγηση της λειτουργίας τους (Στεφανίδης, 2018).
8. Αξιολόγηση των αναδασώσεων.

Κλιματικά στοιχεία-Βροχοβαθμίδα

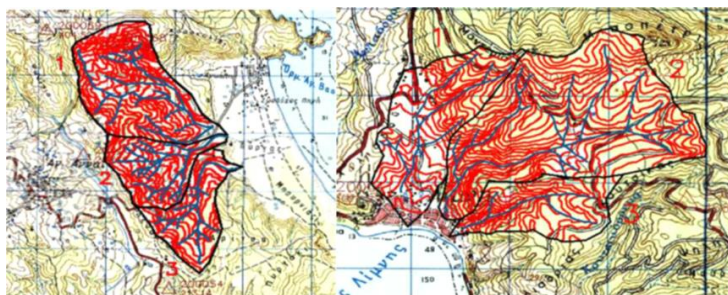
Αναζητήθηκαν από τοπικό μετεωρολογικό σταθμό στο Προκόπι κλιματικά δεδομένα 55 ετών (<http://kyy.hydroscope.gr/stations/d/200029/>).

- Υπολογίστηκαν οι μηνιαίες βροχοπτώσεις για σειρά 55 ετών
- Επισημάνθηκε το μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου, $P_{max}=237\text{mm}$ και η μέγιστη ραγδιαιότητα βροχής $i=62\text{mm/h}$.

- Από το μετεωρολογικό σταθμό «Βατερή» στη Λίμνη, βρέθηκαν επιπλέον κλιματικά των τελευταίων 7 ετών.
 - Χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικοί τύποι και η ορθολογική μέθοδος για την εύρεση της παροχής Q_{100} .
 - Βρέθηκε η βροχοβαθμίδα για τον υπολογισμό του ύψους βροχής που αντιστοιχεί στο μέσο υψόμετρο κάθε λεκάνης.
 - Δεδομένα βροχοπτώσεων των τελευταίων ετών ελήφθησαν από τους Μετεωρολογικούς Σταθμούς: Ωρεοί, Ιστιαία, Βατερή. Ως Σταθμός αναφοράς θεωρήθηκε η Βατερή με υψόμετρο 130m λόγω της εγγύτητάς της στην περιοχή έρευνας.
- Για να βρεθεί η αναμενόμενη αύξηση της παροχής σε κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής έρευνας, υπολογίστηκαν οι μεταβολές του συντελεστή απορροής μετά το πέρασμα της πυρκαγιάς και την απώλεια της βλάστησης (σύγκριση με υπόβαθρο χάρτες corine 1:50.000). Επίσης εφαρμόστηκε η μέθοδος των ιχνών απορροής σε δύο από τις λεκάνες που πλημμύρισαν, ώστε να υπολογιστεί η ποσότητα νερού που απέρρευσε.

Αποτελέσματα

Η Αγία Άννα και η Λίμνη είναι τουριστικές περιοχές στην πλευρά του Αιγαίου πελάγους και του Ευβοϊκού κόλπου αντίστοιχα με 3 λεκάνες απορροής σε έκαστη περιοχή, μικρής έκτασης η καθεμία και έντονο ανάγλυφο (Σχήμα 3). Τα μορφομετρικά, υδρογραφικά χαρακτηριστικά και οι υπολογισθείσες παροχές φαίνονται στον πίνακα 1.



Εικόνα 3. Οι λεκάνες απορροής Αγίας Άννας και Λίμνης Ευβοίας
Picture 3. The run off basins of St. Anna and Limni-Evia

Πίνακας 1. Μορφομετρικά και Υδρογραφικά χαρακτηριστικά των μελετούμενων Λεκανών απορροής
Table 1. Morfometric and Hydrographic characteristics of the study run off basins

Περιοχή	Αγία Άννα			Λίμνη		
	1	2	3	1	2	3
Αριθμός Λεκάνης						
Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά						
Περίμετρος (U), (km)	7,09	5,44	6,19	5,97	8,35	4,63
Εμβαδό λεκάνης (F) (km ²)	2,818	1,35	1,35	1,5	3,3	0,93
Μορφή λεκάνης	Επιμήκης	Τριγωνική	Τριγωνική	Επιμήκης	Τριγωνική	Ορθογωνική
Βαθμός Στρογγυλομορφίας, (km)	0,397	0,248	0,218	0,25	0,395	0,2
Ελάχιστο Υψόμετρο (Hmin)	5	5	5	2	10	2
Μέσο Υψόμετρο (Hmed)	172	134	122	210	287	200
Μέγιστο Υψόμετρο (Hmax)	380	280	220	420	500	360
Μέγιστο Ανάγλυφο (Hr)	375	275	215	418	490	358
Μέγιστο Χειμαρρικό Υψόμετρο (Hx)	300	200	200	380	420	300
Μέση Κλίση Λεκάνης (Jl) %	31	27,50	26	33	38	37
Υδρογραφικά Χαρακτηριστικά						
Μορφή Υδρογραφικού Δικτύου	Δενδριτική	Δενδριτική	Δενδριτική	Δενδριτική	Δενδριτική	Δενδριτική
Μήκος κεντρικής κοίτης, km	2,73	1,92	2,33	2,02	3,1	1,6
Πυκνότητα Υδρογραφικού Δικτύου (D), km/km ²	3,5	5,4	4	2,7	3,25	2,6
Μέση Κλίση Κεντρικής Κοίτης (Jk), %	10,70	10,50	8,60	20,20	13,00	18,70
	Πριν την πυρκαγιά					
Υδατοπαροχή (m³/s)	34,5	22,9	22,5	24,2	37,7	18,1

Στερεοπαροχή (m ³ /s)	7,74	5,17	5,08	6	11,75	5,13
	Μετά την πυρκαγιά					
Υδατοπαροχή (m ³ /s)	36,3	23,9	23,4	26	42,1	19,2
Στερεοπαροχή (m ³ /s)	8,15	5,4	5,28	6,45	13,12	5,44

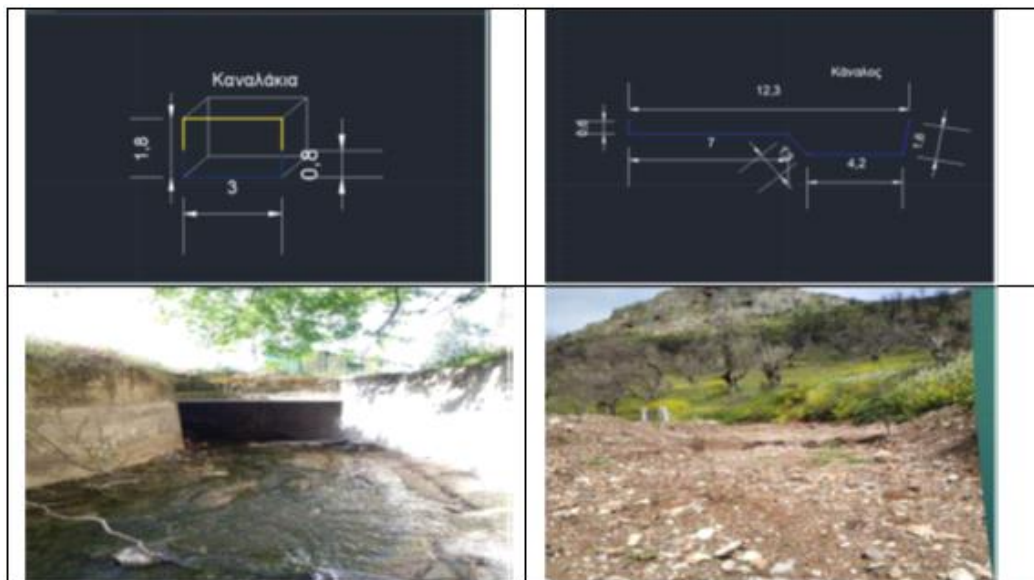
Ο συντελεστής απορροής αυξήθηκε μετά την πυρκαγιά με τις μεγαλύτερες τιμές να εμφανίζονται στις ισχυρότερες κλίσεις της Λίμνης. Οι τιμές των παροχών της μεθόδου των ιχνών απορροής στους χειμάρρους Κάναλος και Καναλάκια και η σύγκρισή τους με τις μέγιστες τιμές παροχής εκατονταετίας παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Οι τιμές των παροχών με τη μέθοδο των ιχνών απορροής και η μέση τιμή $maxQ_{100}$ των εμπειρικών τύπων για τις διατομές των ρεμάτων Κάναλος και Καναλάκια.

Table 2. The discharge values according to the run off imprints method and the $maxQ_{100}$ mean value from the empirical equations for the intersections of Canalos and Canalakia torrents.

Παροχή	Κάναλος	Καναλάκια
$maxQ_{100}$	36,3 m ³ /s	42,1 m ³ /s
Q με τη μέθοδο των ιχνών απορροής	45,43 m ³ /s	13,84 m ³ /s

Όπως ήταν αναμενόμενο, ο Κάναλος υπερχείλισε και δημιούργησε νέα κοίτη στην οποία μετρήθηκε η παροχή με τη μέθοδο των ιχνών απορροής (Εικόνα 4).



Παροχή με τη μέθοδο των ιχνών απορροής μικρότερη από το μέσο όρο της τιμής $maxQ_{100}$ των Εμπειρικών και Αναλυτικών τύπων. Η λεκάνη δεν εμφάνισε πλημμυρικά φαινόμενα μετά την κακοκαιρία «Αθηνά».

Παροχή με τη μέθοδο των ιχνών απορροής μεγαλύτερη από το μέσο όρο της τιμής $maxQ_{100}$ των Εμπειρικών και Αναλυτικών τύπων. Η λεκάνη εμφάνισε πλημμυρικά φαινόμενα μετά την κακοκαιρία «Αθηνά».

Εικόνα 4. Οι δύο μελετούμενες διατομές όπου υπολογίστηκε η παροχή με τη μέθοδο των ιχνών απορροής (Καναλάκια – αριστερά, Κάναλος-δεξιά)

Picture 4. The two study intersections where the run off discharge was calculated according to the run off imprints method. (Canalakia-left, Canalos-right)



Εικόνα 5. Απόψεις των αντιδιαβρωτικών έργων
Picture 5. Photos of the anti-erosion constructions

Κρίθηκε λοιπόν αναγκαίο να διευθετηθεί το σύνολο της επιφάνειας των λεκανών απορροής για τη μείωση της ταχύτητας απορροής του νερού, την αύξηση της διήθησης και τη μείωση της επακόλουθης διάβρωσης (Δασαρχείο Λίμνης Ευβοίας, 2021). Τα αντιδιαβρωτικά-αντιπλημμυρικά που εξετάστηκαν, κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Διακρίθηκαν 4 κατηγορίες έργων: 1. Κορμοδέματα, 2. Σανιδότοιχοι, 3. Κορμοφράγματα, 4. Κλαδοσωροί (Εικόνα 5).

Τα αντιδιαβρωτικά-αντιπλημμυρικά έργα κατασκευάστηκαν στην περιοχή από Δασικούς συνεταιρισμούς όλης της χώρας οι οποίοι καθοδηγήθηκαν είτε από τη Δασική Υπηρεσία είτε από αναδόχους-εταιρίες. Τα κύρια χαρακτηριστικά της εκτέλεσης των αντιδιαβρωτικών εργασιών ήταν:

- Εργάστηκαν 18 Δασικοί Συνεταιρισμοί, περίπου 400 δασεργάτες.
- Επιστασία από Δασική Υπηρεσία/Αναδόχους αποκατάστασης. (ΔΕΗ, EREN GROUPE S.A.)
- Συνολικός προϋπολογισμός των έργων: 5.185.956,21 €.
- Ολοκλήρωση των προτεινόμενων αντιδιαβρωτικών έργων 4 μήνες μετά την πυρκαγιά.
- Τα έργα κάλυψαν μικρό ποσοστό (περίπου 2-3%) της συνολικής έκτασης.
- Ικανοποιητική ποιότητα κατασκευής, σύμφωνη με τις προδιαγραφές των μελετών.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της εκτέλεσης των αντιπλημμυρικών έργων με κύρια μορφή τα φράγματα βάρους, ήταν:

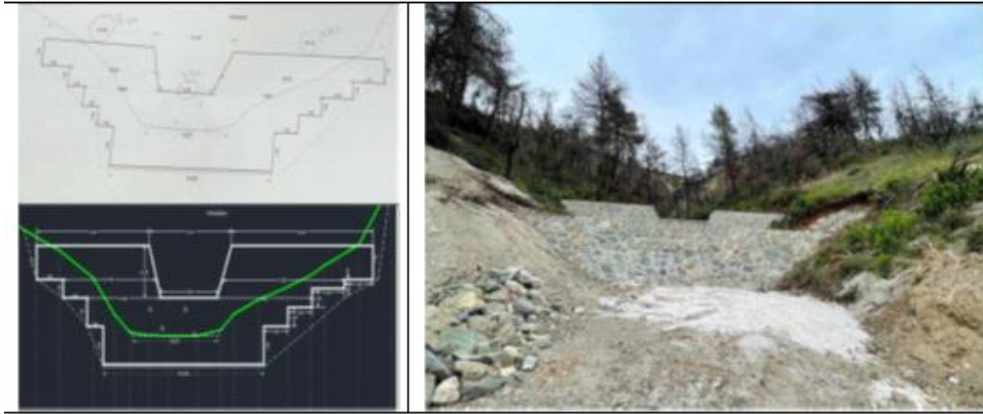
- Σύμφωνα με τις μελέτες προβλέφθηκε η κατασκευή 254 φραγμάτων βάρους.
- Τους πρώτους μήνες μετά την πυρκαγιά, έχει κατασκευαστεί μικρό ποσοστό, περίπου το 20%.
- Δημοπρασία έργων προϋπολογισμού 10.829.388 €.

Βρέθηκε ότι τηρήθηκαν οι προδιαγραφές των μελετών παρότι στην πράξη διαφοροποιήθηκαν κάποιες διαστάσεις (Εικόνα 6). Δεν παρατηρήθηκαν έντονες βροχοπτώσεις από τη μέρα κατασκευής τους. Έτσι δεν μπορούν ακόμα να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τη λειτουργικότητά τους. Δυστυχώς τα έργα δεν είχαν κατασκευαστεί την περίοδο των πλημμυρών της «Αθηνάς».

Η ευθύνη της πολιτείας συνδέεται με την:

- Έλλειψη άμεσης και ικανοποιητικής οικονομικής ενίσχυσης στην τοπική κοινωνία.
- Καθυστέρηση έναρξης αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων.
- Καθυστέρηση ολοκλήρωσης φραγμάτων βάρους.
- Υποχρηματοδότηση Δασαρχείων για την αποκατάσταση της περιοχής με αντιδιαβρωτικά έργα.

Είναι αναγκαίο όχι μόνο να κηρυχθούν άμεσα οι καμένες εκτάσεις ως αναδασωτέες, αλλά να τηρηθεί το μέτρο στο διηνεκές. Η τεχνητή αναδάσωση κρίθηκε απαραίτητη με φυτεύσεις θάμνων (κουμαριές, κουτσουπιές) στις διπλοκαμένες εκτάσεις (Λίμνη) καθώς και σε εκτάσεις με ισχυρές κλίσεις. Ο συνολικός προϋπολογισμός ανήλθε στα 48.650,90 €. Οι αναδασώσεις κάλυψαν μικρή έκταση και ήταν η φυσική αναγέννηση που λειτούργησε ως ασπίδα προστασίας του ανοχύρωτου εδάφους, ιδιαίτερα από τον επόμενο χρόνο και μετά.



Εικόνα 6. Άποψη υλοποιηθέντων αντιπλημμυρικών φραγμάτων
Picture 6. Photos of constructed anti-flood dams

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Για την αξιολόγηση των έργων που υλοποιήθηκαν, εξετάστηκε η ταχύτητα, η ποιότητα κατασκευής καθώς και ο βαθμός κάλυψης των αναγκών. Η ταχύτητα υλοποίησής τους κρίθηκε ικανοποιητική για τα ελληνικά δεδομένα, αφού σε αντίστοιχες περιπτώσεις στο παρελθόν σε άλλες περιοχές, η αντιδιαβρωτική τους διευθέτησε αργούσε δυο και τρία χρόνια μετά την πυρκαγιά. Στην Εύβοια, το διάστημα αυτό μειώθηκε αρκετά με την αποτελεσματική συνεργασία ΔΑΣΕ και Δασικής Υπηρεσίας και ολοκληρώθηκαν οι εργασίες εντός 4 μηνών από την έναρξή τους. Όσον αφορά την ποιότητα κατασκευής και την αποτελεσματικότητα λειτουργίας τους, κρίνονται σε γενικές γραμμές ικανοποιητικά, διότι έχουν τηρηθεί οι προδιαγραφές των μελετών του Δασαρχείου. Σε συνδυασμό με τη γρήγορη εμφάνιση φυσικής αναγέννησης ανάντη των έργων αυτών, εκτιμάται ότι συγκρατήθηκε παραγωγικό έδαφος και σε κάποιο βαθμό απετράπη η επιφανειακή διάβρωση. Η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων βάρους καθυστέρησε αρκετά, πιθανόν λόγω έλλειψης χρηματοδότησης από την πολιτεία με αποτέλεσμα τα μικρά ξυλοφράγματα να είναι ανεπαρκή για την ολοκληρωμένη διεύθετηση των λεκανών απορροής ανάντη των οικισμών που πλημμύρισαν δύο μήνες μετά την πυρκαγιά του 2021.

Η έκταση που καλύφθηκε από τα αντιδιαβρωτικά έργα ήταν αρκετή συγκριτικά με προγενέστερες περιπτώσεις, αλλά σε καμία περίπτωση και για το τόσο μικρό χρονικό διάστημα που προβλέφθηκε να ολοκληρωθούν οι εργασίες δε θα μπορούσε να καλυφθεί ολόκληρη η καμένη περιοχή (Dasarxeio.com, 2022). Η συνολική έκταση της πυρκαγιάς ανέρχεται σε **512.031,54** στρέμματα. Σύμφωνα με τον αναρτημένο Δασικό Χάρτη της Διεύθυνσης Δασών Π.Ε. Εύβοιας το σύνολο των δασών και δασικών εκτάσεων που έχουν καεί, ανέρχεται σε **379.392,82** στρέμματα και αποτελούν το **74,1%** της συνολικής καείσας έκτασης (Dasarxeio.com, 2021). Από την συνολική έκταση των δασών και δασικών εκτάσεων, τα **232.897,76** στρέμματα βρίσκονται εντός του Δήμου Λίμνης – Μαντουδίου – Αγίας Άννας. Στην περιοχή ευθύνης του δασαρχείου Λίμνης εκτελέστηκαν αντιδιαβρωτικά έργα για τα οποία η έκταση της τελικής περιοχής μελέτης ανέρχεται σε **5.680** στρέμματα, ενώ η περιοχή επέμβασης για τη κατασκευή κορμοδεμάτων υπολογίστηκε στα **4.441** στρέμματα. Αυτό δείχνει πως για την περιοχή ευθύνης του Δασαρχείου Λίμνης (Δασαρχείο Λίμνης Ευβοίας, 2021) κατασκευάστηκαν αντιδιαβρωτικά έργα εντός δασών και δασικών εκτάσεων σε πάρα πολύ μικρό ποσοστό, (1,9% της καμμένης έκτασης) (Dasarxeio.com, 18/08/2021), ενώ η υπόλοιπη έκταση αφέθηκε στην τύχη της.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τη Δασική Υπηρεσία για την εγκάρδια υποστήριξη που παρείχε κατά τη διάρκεια της παρούσης έρευνας.

Abstract

This paper is about the floods of 2021 in North Evia followed the huge forest fire. As expected, the rainfalls of autumn led to floods in a lot of settlements. The master plan regarding the flood and erosion control studied and evaluated as well as the respective works constructed few months after the fire. Those constructions were according to the studies of the Forest Service, not only wooden barriers, but also barriers made of concrete. Also, a report made to the effort of artificial reforestation of the region which was burned for second time after the fire of 2016.

Βιβλιογραφία

Δασαρχείο Λίμνης Ευβοίας, 2021. Μελέτη έργων αντιπλημμυρικής προστασίας για τη συγκράτηση του εδάφους.

Forest management and Remote sensing, Χαρτογραφικά δεδομένα πυρκαγιών.

<http://fmrsvm.for.auth.gr/>

Βικιπαίδεια, πρόσβαση Ιούλιος 2022.

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%8D%CE%B2%CE%BF%CE%B9%CE%B1>

Dasarxeio.com, 18/08/2021,

<https://dasarxeio.com/2021/08/18/100562/> 79

Dasarxeio.com 02/08/2022,

<https://dasarxeio.com/2022/08/02/115484/>

Ενιαportal.gr, Οκτώβριος 2021

<https://eniaportal.gr/plimmyrise-paralia-agias-annas/>

Green Agenda.gr, 2021. Άρθρο: Κακοκαιρία «Αθηνά»: Δραματική κατάσταση στην πυρόπληκτη Βόρεια Εύβοια από τις πλημμύρες, 10 Οκτωβρίου 2021.

<https://greenagenda.gr/%CF%80%CE%BB%CE%B7%CE%BC%CE%BC%CF%8D%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7-%CE%B2%CF%8C%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CF%8D%CE%B2%CE%BF%CE%B9%CE%B1-%CF%80%CE%BB%CE%B7%CE%BC%CE%BC%CF%85%CF%81%CE%B9/>

Iefimerida.gr, 10/10/2021,

<https://www.iefimerida.gr/ellada/kakokairia-athina-70-ekatosta-brohis-pilio-etisio>

Inbar, Moshe, Wittenberg, Lea, Tamir M. 1997. Soil erosion and forestry management after wildfire in a mediterranean woodland, Mt. Carmel, Israel. Int. J. Wildland Fire 7(4) 285-294.

Λιάλιος, Γ., Dasarxeio.com, 11/2021

<https://dasarxeio.com/2021/11/17/104660/>

Μπαλούτσος, Γ., Οικονόμου, Α., Καούκης, Κ. 2021. ο Κίνδυνος πλημμύρας σε λεκάνες απορροής μετά την πυρκαγιά.

[https://repository-](https://repository-theophrastus.ekt.gr/theophrastus/bitstream/20.500.12038/223/1/Mpaloytsos_Oikonomou_Kaoukis%20KindinoiPlymmirasSeLekanesAporrois.pdf)

[theophrastus.ekt.gr/theophrastus/bitstream/20.500.12038/223/1/Mpaloytsos_Oikonomou_Kaoukis%20KindinoiPlymmirasSeLekanesAporrois.pdf](https://repository-theophrastus.ekt.gr/theophrastus/bitstream/20.500.12038/223/1/Mpaloytsos_Oikonomou_Kaoukis%20KindinoiPlymmirasSeLekanesAporrois.pdf)

Νικολάου, Θ. 2021. Εφημερίδα των Συντακτών, Θεσσαλονίκη, 10/10/2021

https://www.efsyn.gr/ellada/koinonia/314001_plimmyrisan-spitia-epiheiriseis-kai-dromoi-sti-boreia-eyboia

Newsbeast.gr 09/08/2021,

<https://www.newsbeast.gr/environment/arthro/7695535/foties-stin-ellada-apantiseis-apo-to-apthgia-to-ti-prepei-na-ginei-tin-epomeni-imeras>

Στεφανίδης, Π., 2007. Ορεινή Υδρονομική 1 (Διευθετήσεις Ορεινών Υδάτων 1) Μέρος Πρώτο – Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, ΑΠΘ, 2007

Στεφανίδης, Π., 2018. Διευθετήσεις Χειμάρρων – Έργα Ορεινής Υδρονομίας, Διευθετήσεις Ορεινών Υδάτων 2, Θεσσαλονίκη

Το Υδροσκόπιο, Υδρολογικά, Μετεωρολογικά δεδομένα.

<http://kyy.hydroscope.gr/stations/d/200029/>

Θεματική Ενότητα: Υδρολογία – Υδρονομικά και Δασοτεχνικά Έργα

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΥΠΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΩΝ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ ΠΟΥ ΕΠΛΗΓΗΣΑΝ
ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ**

Ακριώτης, Αντώνιος Κ.¹

¹Δασαρχείο Χαλκίδας, Πήλικα 28-341 00 Χαλκίδα, antakr@hotmail.com

Περίληψη

Οι δασικές πυρκαγιές δημιουργούν ανησυχία στη Νότια Ευρώπη. Μελέτες με βάση το σύστημα Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) και τον δείκτη KBDI προβλέπουν αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς. Η αξιοποίηση των δορυφορικών εικόνων Sentinel-2 βοηθά στον προσδιορισμό της έντασης της πυρκαγιάς με το δείκτη dNBR. Οι ψηφιακοί χάρτες βοηθούν στον εντοπισμό της ευπάθειας των εδαφών με βάση τη σφοδρότητα της καύσης και τη γεωμορφολογία. Ο καθορισμός υδρολογικών ενοτήτων και λεκανών βοηθά στην εκτίμηση κινδύνων βροχοπτώσεων. Ο συνδυασμός χαρτών γαιοικανότητας, γεωλογίας και υδρολιθολογίας αναδεικνύει τις ευπαθείς περιοχές σε διάβρωση. Η κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων βασίζεται σε πολλά κριτήρια, με βάση τη χωροθέτηση και τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές. Οι δύο (2) αυτοί παράγοντες θα δώσουν άμεσα αποτελέσματα εκτίμησης ποσοτήτων.

Λέξεις Κλειδιά: HEC-GeoRAS, GIS, NDVI, dNBR, Sentinel, Landsat, υδρογραφικό δίκτυο, πυρκαγιές, πλημμύρες, διάβρωση

Εισαγωγή

Οι δασικές εκτάσεις (αδιάφορο του ιδιοκτησιακού καθεστώτος που τις διέπει) και εμπίπτουν στη χωρική αρμοδιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, λόγω των υλοτομιών, της αλλαγής χρήσης (σε καλλιεργήσιμες – βοσκότοποι) και γενικά των καταστροφών που τις πλήττουν, με κύριες αυτών των πυρκαγιών, πλημμυρών κ.λ.π., απαιτούν πλέον την δέουσα επιμέλεια έτσι ώστε να μπορεί καταστεί δυνατή η βιώσιμη διαχείρισή τους. Ως σημαντική μεταβλητή που επιδρά στην κλιματική αλλαγή επηρεάζοντας τις βιοτικές και αβιοτικές συνθήκες των οικοσυστημάτων, της κατανομής και της δομής της βλάστησης, τον υδρολογικό κύκλο, τον κύκλο του άνθρακα κ.λ.π. (Bowman κ.α. 2009) έχει αποδειχθεί ότι είναι οι δασικές πυρκαγιές.

Το HEC-RAS είναι ένα λογισμικό που αναπτύχθηκε στο Κέντρο Υδρολογικής Μηχανικής (Hydrologic Engineering Center, HEC) του Ινστιτούτου Υδατικών Πόρων (IWR) και του Στρατού των ΗΠΑ. Το λογισμικό αυτό προσομοιώνει φυσικά ή τεχνητά υδατορέματα ή συστήματα. Είναι open source software και πραγματοποιεί υπολογισμούς σε μόνιμη ή μη μόνιμη ροή, κ.λ.π. Το γεγονός ότι με ευκολία ενσωματώνει άλλα λογισμικά με την κατάλληλη παραμετροποίηση το καθιστά ακόμη ελκυστικότερο. Η χρησιμοποίησή του HEC-RAS για σταθερή ροή καθώς και αυτής της σταδιακά μεταβαλλόμενης και η σύνδεση του με GIS χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων κατασκευών που ελαχιστοποιούν τις συνέπειες ενός πλημμυρικού γεγονότος.

Η προσομείωση της κίνησης του νερού είναι απαραίτητη σε εφαρμογές γεωμορφολογίας και υδρολογίας και αποτυπώνεται σε μία 3D επιφάνεια που αντιστοιχεί στη τοπογραφία της περιοχής ή στη τιμή που έχει αποδοθεί για κάθε pixel από ένα πολυφασματικό σαρωτή μέσω ενός δορυφορικού ή εναέριου συστήματος τηλεπισκόπησης. Η αντιμετώπιση προβλημάτων όπως οι παγίδες ροής και τα υψομετρικά σφάλματα μοντέλου γίνεται με την εκκίνηση της ρουτίνας μεταβολής των υψομέτρων σε ένα παραλληλόγραμμο που περιλαμβάνει την παγίδα ροής με σκοπό την υπερχειλίση της. (Schäuble, Marinoni & Hinderer 2008).

Η αντιμετώπιση του προβλήματος γίνεται με την εκκίνηση της τυποποιημένης αλληλουχίας της μεταβολής των υψομέτρων σε ένα παραλληλόγραμμο που περιλαμβάνει την παγίδα ροής με σκοπό την υπερχειλίση της (Jenson & Dominique 1988). Η γεωμετρία του υπό μελέτη ρέματος ή

χειμάρρου μπορεί να γίνει είτε απ' ευθείας στο Hec – Ras από τη ρουτίνα edit → geometric data, είτε μετά από επεξεργασία σε περιβάλλον Gis με δεδομένη τη συμβατότητα της εφαρμογής.

Με την εντολή River Reach στο μενού geometric data μπορεί να σχεδιαστεί το υπό μελέτη υδρογραφικό δίκτυο και από την εντολή Cross Section στο ίδιο μενού μπορεί να καταχωρηθεί – σχεδιαστεί κάθε διατομή τα στοιχεία της οποίας έχουν προέλθει από αποτύπωση στο πεδίο. Κατά την εφαρμογή της διαδικασίας στο μενού του προγράμματος απαιτείται η ικανοποίηση των κατωτέρω συνθηκών (USACE 2002): (1) Η ροή πρέπει να είναι μόνιμη. (2) Να είναι βαθμιαία μεταβαλλόμενη εκτός σημείων με υδραυλικές κατασκευές (γέφυρες, κ.λ.π.) (3) Η μηκοτομική κλίση της κοίτης να είναι $< 1:10$ και η (4) ροή να είναι μονοδιάστατη

Απαιτείται η εισαγωγή: (1) του ύψους της ελεύθερης επιφάνειας, (2) η κλίση της γραμμής ενέργειας που ισούται περίπου με τη μηκοτομική κλίση του πυθμένα για να υπολογιστεί το κανονικό βάθος ροής σε συνδυασμό στη διατομή. Δεν απαιτείται η εισαγωγή δεδομένων για τον υπολογισμό του κρίσιμου βάθους.

Πριν την εκτέλεση των υπολογισμών κατά την επίλυση, πρέπει να γίνει επιλογή αν η ροή είναι υποκρίσιμη, υπερκρίσιμη ή μεικτή (Subcritical, Supercritical, Mixed). Μετά την εκτέλεση μπορούν να προβληθούν: (1) Γραφήματα διατομής και προφίλ (2) Τρισδιάστατη απεικόνιση (3) Πίνακας εξόδου στοιχείων ανά διατομή ή σε πλήθος (4) Γενικό προφίλ.

Η απορροή των νερών διαμέσου του υδρογραφικού δικτύου είναι ο κυριότερος γεωμορφικός παράγοντας. Προϋποθέτει την ύπαρξη κλίσης και η κίνηση του νερού να γίνεται λόγω βαρύτητας επηρεαζόμενη από τη τριβή στη διαβρεχόμενη επιφάνεια. Η ταχύτητα ροής εξαρτώμενη από τις δυνάμεις αυτές ελαχιστοποιείται στις επιφάνειες επαφής (διαβρεχόμενη επιφάνεια) και μεγιστοποιείται στο κέντρο της ροής. Η μηκοτομική προσομοίωση της κοίτης αποτυπώνει την κατά μήκος κλίση της ροής που συνήθως είναι μεγάλη στις πηγές για να εκμηδενιστεί στις εκβολές. Η κλίση είναι ανάλογη της κινητικής ενέργειας του χειμάρρου ή ποταμού και αποδεικνύει την ικανότητα του (παρασυρτική ή συρτική δύναμη του ποταμού) για την μεταφορά υλικών η οποία εξαρτάται από την άνωση του ίδιου του υλικού λόγω εμβαπτίσματος του, και από τις αντιστάσεις του υλικού εξαιτίας δυνάμεων επαφής του (εφ' - όσον βρίσκεται σε επαφή και συνυπάρχει με γειτονικά υλικά) και την έκθεση στη ροή.

Ο ποταμός βρίσκεται σε ισορροπία όταν δεν διαβρώνει, δεν αποθέτει και έχει σταθερή κλίση διατηρώντας τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του. (Κωτούλας 2001). Το νερό κατά την κίνησή του δια μέσου του υδρογραφικού δικτύου τείνει πάντοτε να δημιουργεί καταστάσεις ισορροπίας και όταν αυτή διαταραχτεί από διάφορες αιτίες τότε πάλι θα προκύψουν οι συνθήκες για την επαναδημιουργία της οριακής ισορροπίας.

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας είναι να προσδιορισθεί η βέλτιστη υδρολογική κατάσταση πάνω στην οποία θα προσδιορισθεί η περιβαλλοντική ευπάθεια για τον προσδιορισμό των μέτρων προστασίας που μπορεί να προκύψουν ως αποτέλεσμα ακραίων καιρικών φαινομένων (Ραγδαίες βροχοπτώσεις, δυναμικά πλημμυρικά φαινόμενα κ.λ.π.) με την αξιοποίηση δορυφορικών δεδομένων - Sentinel 2 - για την χαρτογράφηση της καείσας έκτασης.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την συγκεκριμένη εργασία περιλαμβάνει επιγραμματικά: (α) **καθορισμό περιοχής μελέτης** με την λήψη προϊόντων επιπέδου 2A δορυφορικών εικόνων SENTINEL 2 πριν και μετά την πυρκαγιά (χαρτογράφηση καμένης έκτασης και εκτίμησης σφοδρότητας καύσης, χαρτογράφηση καμένων δασικών εκτάσεων και κατάταξή τους σε σφοδρά, μέτριες και ελαφρώς καμένες δασικές εκτάσεις, χαρτογράφηση λεκανών απορροής και υδρογραφικού δικτύου στην ευρύτερη περιοχή των σφοδρά καμένων εκτάσεων). Σαν περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η περιοχή των Δασαρχείων Λίμνης και Ιστιαίας, οι καμένες εκτάσεις οι οποίες υπάγονται στις διατάξεις της Δασικής Νομοθεσίας (φέρουν την καταχώρηση στον αναρτημένο δασικό χάρτη ΔΔ¹ (ΑΔ και ΠΔ) και προέκυψαν μετά την πυρκαγιά της 03^{ης} Αυγούστου 2021. Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα είναι να: (α) προσδιορισθεί η καείσα έκταση με αξιοποίηση

¹ **ΑΔ**: Δάση και δασικές εκτάσεις στις αεροφωτογραφίες παλαιότερης λήψης, δάση και δασικές εκτάσεις στις αεροφωτογραφίες πρόσφατης λήψης και στις αυτοψίες

ΑΔ: άλλης μορφής εκτάσεις στις αεροφωτογραφίες παλαιότερης λήψης, δάση και δασικές εκτάσεις στις αεροφωτογραφίες πρόσφατης λήψης και στις αυτοψίες

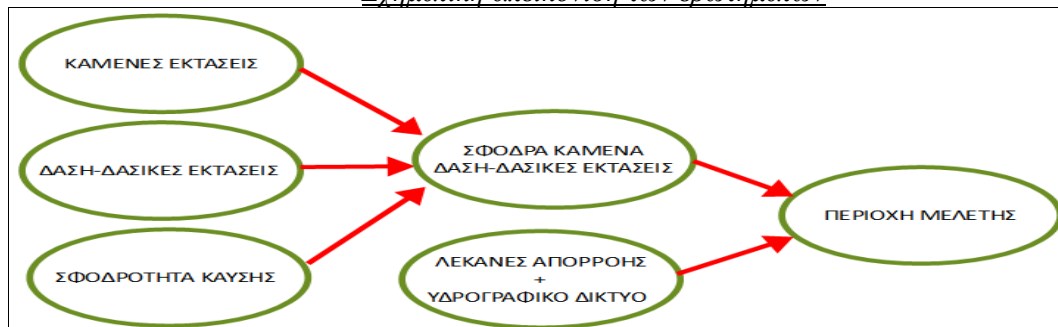
ΠΔ: Τελεσίδικες πράξεις και αποφάσεις χαρακτηρισμού – Δασικές

δορυφορικών δεδομένων (sentinel 2) (<https://scihub.copernicus.eu/>) (β) η εκτίμηση της σφοδρότητας της πυρκαγιάς και κατηγοριοποίηση της βέλτιστης υδρολογικής κατάταξης (γ) πολυκριτηριακή ανάλυση προσδιορισμού ζωνών ευπάθειας (δ) Χωροθέτηση προτεινομένων έργων.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το ανακύπτον ζήτημα έπρεπε να απαντηθούν τα εξής (χωρικά) ερωτήματα τα οποία έγκεινται στη: (i) νοηματική σύλληψη του προβλήματος (Conceptualization). Αφορά στον προσδιορισμό της καμένης έκτασης και στην χωροθέτηση των περιοχών επέμβασης. Η καμένη έκταση η οποία φέρει την καταχώρηση ΔΔ, ΑΔ και ΠΔ² στον αναρτημένο και μερικώς κυρωμένο κατά το μέρος που αυτός είναι ισχυρός της Π.Ε. Ευβοίας, σε συνδυασμό με αυτή που είναι σφοδρώς καμένη (dNBR)³ αποτελούν την περιοχή μελέτης. Απαιτείται η βέλτιστη υδρολογική κατάταξη ώστε να προσδιορισθούν αυτές οι εκτάσεις ευπάθειας λαμβάνοντας υπόψη τον υδρολιθολογικό⁴ χάρτη, μητρικό πέτρωμα και κλίσεις (ii) τυποποίηση του προβλήματος (formalization). Θα πρέπει να βρεθούν οι περιοχές ευπάθειας για τις οποίες θα πρέπει να ισχύει μία ή περισσότερες από τις παρακάτω συνθήκες: (1) καμένες εκτάσεις (2) Χαρακτηρισμός ΔΔ, ΠΔ, ΑΔ⁵ από τον αναμορφωμένο δασικό χάρτη (3) Κλίσεις <50 %, (4) Υπολογισμός διεύθυνσης ροής και συσσώρευσης ροής – καθορισμός υδρογραφικού δικτύου (αντίστοιχος υδρογραφικού δικτύου χαρτών ΓΥΣ 1:500), (5) Βέλτιστη υδρολογική κατάταξη (6) Χωροθέτηση - Υπολογισμός Κορμοδεμάτων – Σανιδοτοίχων κ.λ.π. (7) Τμήματα ρεμάτων υποδοχής Κορμοφραγμάτων και (8) Περιοχές υποδοχής φραγμάτων βάρους.

Πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων για την παραγωγή εγχρώμων σύνθετων RGB και δείκτη καμένων εκτάσεων NBR και dNBR και ταξινόμηση σφοδρότητας καύσης και εξαγωγή ορίου καμένης έκτασης (β) **καθορισμός τελικών επιφανειών υποδοχής/χωροθέτησης αντιδιαβρωτικών αντιπλημμυρικών έργων** (χαρτογράφηση κλίσεων βάσει των ψηφιακών υψομετρικών μοντέλων εδάφους και κατηγοριοποίηση τους σε τρεις κλάσεις (1^η : ≤20%, 2^η: 20-50% και 3^η: ≥50%) , χαρτογράφηση ζωνών ευπάθειας, χαρτογράφηση τελικών επιφανειών προτεραιότητας κατασκευής έργων και χαρτογράφηση τελικών επιφανειών προτεραιότητας κατασκευής έργων (γ) καθορισμός χωροθέτησης και εκτίμησης πλήθους αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων. Η επεξεργασία γίνεται σε περιβάλλον QGIS και με τη χρήση του προσθέτου το Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) γίνεται ατμοσφαιρική διόρθωση των προϊόντων 1C του δορυφόρου Sentinel 2.

Σχηματική απεικόνιση των ερωτημάτων



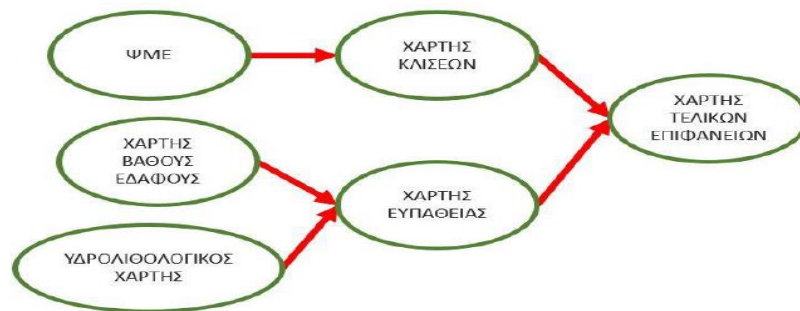
Σχήμα 1. Καθορισμός περιοχής μελέτης
Figure 1. Definition of study area

² Βλ. 1

³ Αφορά τη διαφορά του NBR πριν και μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς, εφαρμόζεται για να χαρακτηρίσει το βαθμό σφοδρότητας της φωτιάς και δίνεται από τη σχέση (Filippini, 2018), όπου NBR: Δείκτης ο οποίος ορίστηκε για να αποτυπώσει τις καμένες εκτάσεις με χρησιμοποιώντας εικόνες landsat. Διαφορικός Κανονικοποιημένος Λόγος Καμένης Έκτασης (Differenced Normalized Burn Ratio – Dnbr) $dNBR = NBR_{prefire} - NBR_{postfire}$, δηλαδή η διαφορά του δείκτη NBR πριν και μετά την πυρκαγιά.

⁴ Περιλαμβάνει τον χαρακτηρισμό των γεωλογικών σχηματισμών σε υδρολιθολογικές ενότητες ανάλογα με το είδος και την τιμή της διαπερατότητας των εδαφών από το νερό. Η υδρολιθολογική κατάταξη των περιγραφόμενων γεωλογικών σχηματισμών έγινε αξιολογώντας τις συνθήκες της διακίνησης ή της αποθήκευσης του νερού στα πρωτογενή ή δευτερογενή διακηνά τους, δηλαδή του πορώδους και της υδατοπερατότητας.

⁵ Βλ. 1



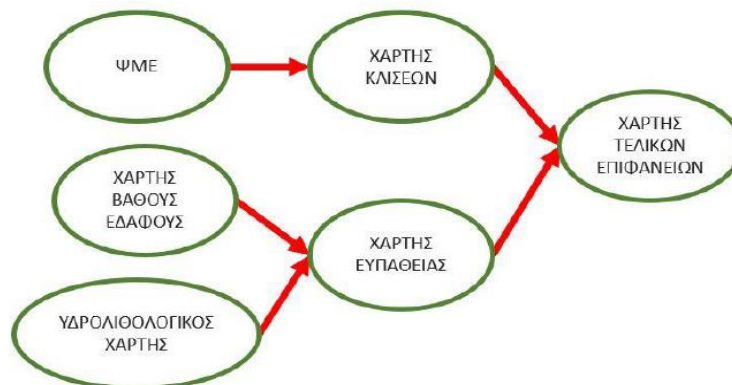
Σχήμα 2. Καθορισμός τελικών επιφανειών υποδοχής έργων
 Figure 2. Defining final project receiving surfaces

Στη συνέχεια, απαιτείται η δημιουργία χάρτη κλίσεων (slope) και με Reclasisfy δημιουργούνται τρεις κατηγορίες: (1) Κλίση: (0-20)% , (2) Κλίση: (20-50)%, (3) Κλίση: > 50% .

Η επιλογή των τελικών επιφανειών προκύπτει από το συνδυασμό του χάρτη ευπάθειας με τον χάρτη κλίσεων στα όρια της μελέτης, βασιζόμενοι στο σκεπτικό ότι όσο περισσότερο ευπαθές σε επιφανειακή απορροή υδάτων, και όσο μεγαλύτερη κλίση έχει ένα έδαφος, τότε αυτό πρέπει να προηγείται (ιεραρχικά) στην κατασκευή κορμοδεμάτων στη καείσα επιφάνειά του αλλά και κορμοφραγμάτων εντός των ρεμάτων που το διασχίζουν. Από το συνδυασμό των χαρτών αυτών προέκυψε μια εννεαβάθμια ταξινόμηση της περιοχής μελέτης ως προς την ευπάθεια και τις κλίσεις για την κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων, προκύπτοντας στο τέλος ο χάρτης των τελικών επιφανειών που θα υποδεχθεί το έργο αναδεικνύοντας διαβαθμισμένες περιοχές (ανάλογα με τη χρηματοδότηση ή το κατεπείγον των εργασιών) μέσης και πρωτεύουσας σημασίας.

Αποτελέσματα

Η πολυκριτηριακή ανάλυση που συνδυάζει το βάθος εδάφους σε συνδυασμό με την υδατοπερατότητα αυτού αποτελεί το αποτέλεσμα το οποίο θα είναι η χωροθεσία των ζωνών ευπάθειας. Αυτή σε συνδυασμό με τις κλίσεις εφαρμογής εκ των τεχνικών προδιαγραφών θα έχουν ως αποτέλεσμα των χάρτη τελικών επιφανειών και επομένως την εφαρμογή αντιδιαβρωτικών έργων. (Σχήμα, 3) Οι εργασίες της πολυκριτηριακής ανάλυσης έγιναν στα όρια των υδρολογικών λεκανών για καλύτερη εποπτεία και αξιοποίηση των ενδιάμεσων σταδίων.



Σχήμα 3. Πολυκριτηριακή ανάλυση δημιουργίας τελικών επιφανειών εφαρμογή αντιδιαβρωτικών έργων

Figure 3. Multi-criteria analysis of creation of final surfaces application anti-corrosion works

Έτσι, αρχικά δημιουργήθηκε ο χάρτης γαιοικανότητας, αξιοποιώντας τα ψηφιακά μεταδεδομένα του ΥΠΕΝ στα όρια των υδρογραφικών λεκανών. (Εδαφολογικός Χάρτης - Γεωργία (Επικράτεια) — ΥΠΕΝ - Γεωχωρικές Πληροφορίες & Χάρτες 2009). Στη συνέχεια διαμορφώθηκε ο χάρτης βάθους εδάφους. Από τον εδαφολογικό χάρτη δημιουργήθηκε μια κατηγοριοποίηση

χρησιμοποιώντας το εργαλείο 'Unique Value' χρησιμοποιώντας την στήλη depth. Αυτή η στήλη έχει 9 κατηγορίες, στην δε περιοχή μελέτης υπάρχουν οι 7. Τελικά ομαδοποιήθηκαν σε τρεις (3) νέες βαθμίδες (βαθύ-αβαθές-βράχος) σε μια νέα στήλη. Ψηφιοποιήθηκε ο υδρολιθολογικός χάρτης της περιοχής⁶ ο οποίος διορθώθηκε σύμφωνα με το υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη και εργασίες πεδίου. Το αποτέλεσμα των εργασιών αυτών ήταν η τριτοβάθμια κατηγοριοποίηση των πετρολογικών σχηματισμών ανάλογα με την υδατοδιαπερατότητα τους⁷ ώστε να προκύψουν οι τελικές επιφάνειες ανάλογα με την κατηγορία υδατοπερατότητας. Στη συνέχεια, ψηφιοποίηση - αποκοπή στα όρια της υδρολογικής λεκάνης. Οι τρεις κατηγορίες του τελευταίου χάρτη συνδυάστηκαν με τις τρεις κατηγορίες του χάρτη με τα βάθη των εδαφών και προέκυψε ο παρακάτω πίνακας της ευπάθειας των επιφανειών σε επιφανειακή απορροή.

Κατηγορίες υδατοπερατότητας

Βάθος Εδάφους	Αδιαπέρατοι Σχηματισμοί (1)	Καρστικοί Σχηματισμοί (2)	Διαπερατοί σχηματισμοί (1)
Βαθύ (1)	Υψηλή ευπάθεια (3)	Μέτρια Ευπάθεια (2)	Χαμηλή Ευπάθεια (1)
Αβαθές (2)	Υψηλή Ευπάθεια (3)	Υψηλή Ευπάθεια (3)	Μέτρια Ευπάθεια (2)
Βράχος (3)	Χαμηλή Ευπάθεια (1)	Χαμηλή Ευπάθεια (1)	Χαμηλή Ευπάθεια (1)

Για τη δημιουργία ισοϋψών (contours) θα πρέπει να γίνει επιλογή της ισοδιάστασης δεδομένου ότι η γραμμική χωροθέτηση των κορμοδεμάτων ή των ξυλοφρακτών θα ακολουθήσει την ισοϋψή Έχοντας υπόψη τις αντίστοιχες προδιαγραφές επιλέχθηκε η κατασκευή αυτών να γίνει ανά υψομετρική διαφορά 8 μ. (Η προδιαγραφή αναφέρει από 20%-50% απόσταση 8μ.).

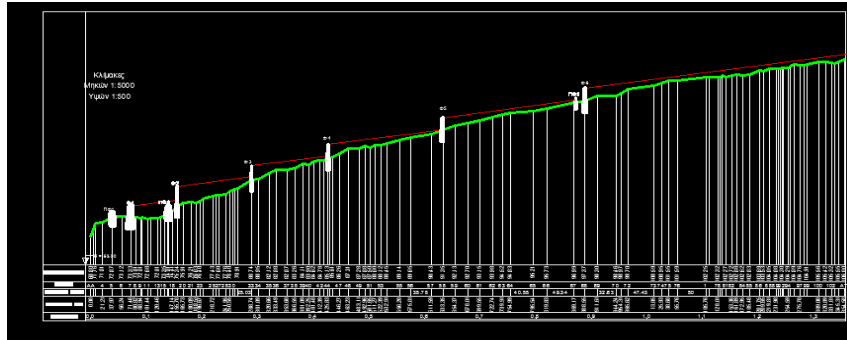
Η θέση κατασκευής και ο αριθμός των κορμοφραγμάτων που θα κατασκευαστούν, ανά κατηγορία κλίσης και μήκος είναι εμπειρικός και μπορεί να μεταβληθεί. Κατά την διαδικασία intersect (διασταύρωσης) των ισοψών (ανά 8 μ.) και των επιφανειών υποδοχής των έργων (διαβαθμισμένο σε δύο κατηγορίες προτεραιότητας, Α: Μέτριας προτεραιότητας Β:Υψηλής προτεραιότητας) θα προκύψουν οι γραμμές (polyline – ισοψείς) εντός των πολυγώνων και με τη διαδικασία Calculate Geometry σε νέα στήλη θα υπολογιστεί το μήκος όλων των ισοψών ανά πολύγωνο και ανά κατηγορία προτεραιότητας και μετά την έξοδο στο excel από την πρόσθεση παίρνουμε το άθροισμα.

Η χωροθέτηση των φραγμάτων βάρους εντός μιας υδρολογικής λεκάνης απαιτεί, τον υπολογισμό της όμβριας καμπύλης, του χρόνου συγκέντρωσης (tc) με τη μέθοδο του Giandotti, του συντελεστή απορροής και τέλος της μέγιστης υδατοπαροχής. Ο υπολογισμός της κλίσης αντιστάθμισης και της κλίσης ισορροπίας, αποτελούν επίσης σημαντικά στοιχεία για την χωροθέτηση των φραγμάτων βάρους. Επί της διαμορφωθείσας διατομής του χειμάρρου που απαιτεί διευθέτηση, και από τα κατάντι προς τα ανάντι, εφαρμόστηκε κλίση 1,5% και χωροθετούνται φράγματα μεταβλητού ύψους (3-5) μ. ώστε ώστε με διαδοχικά σενάρια μέχρι να επιτευχθεί η κλίση (ικανοποίηση συνθήκης εφαρμογής της κλίσης ισορροπίας) σε συνδυασμό με το ύψος φραγμάτων για λόγους οικονομικότητας της κατασκευής.

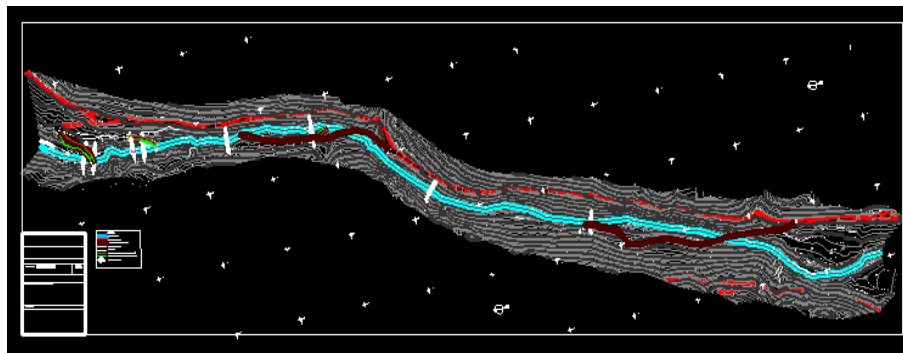
⁶ Σχέδια Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Αττικής Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας

Κατηγορίες υδατοπερατότητας

Αδιαπέρατοι Σχηματισμοί (1)	Καρστικοί Σχηματισμοί (2)	Διαπερατοί Σχηματισμοί (1)
--------------------------------	------------------------------	-------------------------------



Εικόνα 6. Χωροθέτηση φραγμάτων βάρους επί της μηκοτομής της κοίτης χειμάρρου
Figure 1. Placement of weight dams on the mecotomy of the stream bed



Εικόνα 2. Οριζοντιογραφική απόδοση χωροθέτησης φραγμάτων βάρους
Figure 2. Horizontal performance of weight barrier placement

Συμπεράσματα

Στη προσπάθεια να εκτιμηθεί η μελλοντική αύξηση του κινδύνου πυρκαγιάς στη Νότια Ευρώπη και παρά την ετερογένεια των μεθόδων, όλες οι μελέτες προβολής που βασίζονται στο σύστημα Canadian Forest Fire Weather Index (FWI), συμφωνούν σε μία γενικευμένη αύξηση του μέσου εποχικού κινδύνου πυρκαγιάς κατά το συντηρητικό σενάριο που κυμαίνεται από (2-4)% ανά δεκαετία και μέχρι το τέλος του αιώνα. (Dupuy κ.α., 2020). Αντίστοιχες εκτιμήσεις προκύπτουν και από την εξέταση του δείκτη Keetch-Byram Sequence (KBDI) που αναδεικνύουν την αύξηση των δυναμικών πυρκαγιάς στη Νότια Ευρώπη, Αυστραλία, Νότια Αμερική, κεντρική Ασία και ΗΠΑ. (Liu, Stanturf & Goodrick 2010).

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μία από τις βασικές αιτίες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης εξαιτίας των δυσμενών επιπτώσεων στη χλωρίδα και πανίδα αλλά και της σημαντικής επιρροής τους στις οικολογικές και γεωμορφολογικές διαδικασίες ώστε να καθορίσουν ουσιαστικά τη λειτουργικότητα των οικοσυστημάτων. ((MacDicken 2015). Θεμελιώδης μεταβλητή της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς είναι η έντασή της καθώς μετρά τον ρυθμό απελευθέρωσης της ενέργειας σε ένα δυναμικά εξελισσόμενο μέτωπο καθορίζοντας και αξιολογώντας τόσο τη δυσκολία της καταστολής της, αλλά και τις επιπτώσεις της. (Van Wagner, 1987). Η αξιοποίηση δωρεάν διάθεσης προϊόντων Sentinel -2 (επιπέδου 1C ή 2A) δημιουργεί νέα δεδομένα και ευκαιρίες για την αξιολόγηση, χαρτογράφηση και παρακολούθηση φυσικών κινδύνων. Η συγκριτική αξιολόγηση του φασματικού δείκτη dNBP από δεδομένα Sentinel -2 και Landsat -8 OLI έδειξαν ότι ο πρώτος παρέχει υψηλότερη ακρίβεια ταξινόμησης. Υψηλότερη ακρίβεια ταξινόμησης έδειξε επίσης η σύγκριση του δείκτη dNBR σε σχέση με τον δείκτη NDVI. Οι χάρτες γαιοικανότητας, οι οποίοι διατίθενται σε ψηφιακή μορφή είναι πολύ χρήσιμα εργαλεία, πάντα όμως θα πρέπει τα αποτελέσματα κατηγοριοποίησης αναφορικά με το πρώτο και δεύτερο μητρικό υλικό να αντιπαραβάλλονται με γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ.

Η χρήση του ArcYdro αποτελεί εξαιρετική λύση υπολογισμού υδρογραφικού και υδρολογικού δικτύου. Η συνδυαστική χρήση των λογισμικών HEC - RAS και HEC -GeoRas αποτελεί αποτελεσματικό περιβάλλον εκτίμησης κινδύνου πλημμύρας. Οι ανάγκες επακριβούς χωροθέτησης των έργων διευθέτησης που έγινε με τη χρήση UAV PPK Solution technical Data for Georeference Photo ανέδειξε αναμενόμενα προβλήματα κατά τη δημιουργία ψηφιακών μοντέλων επιφανείας από τα χρησιμοποιούμενα πλεγματικά δεδομένα. Βέβαια από τη European Space

Agency έχει τεθεί στόχος για την περαιτέρω βελτίωση προϊόντων επιπέδου 1C, που αφορά την γεωμετρική τους διόρθωση με τη χρήση της τεχνικής διόρθωσης με σημεία ελέγχου εδάφους και η οποία αναμένεται να βελτιώσει την ακρίβεια της γεωμετρικής διόρθωσης στα 0,3 μ. (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%).

Η ευπάθεια λεκανών στη διάβρωση θα πρέπει να αποτελέσει ένα επιπλέον κριτήριο αξιολόγησης στη χωροθέτηση των προτεινόμενων έργων κατά την εκπόνηση των αντιπυρικών μελετών. Η μεθοδολογία εξέτασης της ευπάθειας των λεκανών μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης ανέδειξε τη στοχευόμενη χωροθέτηση αντιδιαβρωτικών έργων σε συνδυασμό με την οικονομικότητα. Στην προσπάθεια αυτή οι ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές αποδεικνύεται ότι απαιτούν εκσυγχρονισμό – επανασύνταξη, δεδομένου της επικείμενης δυναμικής των πυρκαγιών σε συνδυασμό με τη διάβρωση των εδαφών και των πλημμυρικών φαινομένων στις πεδινές κοίτες οι οποίες έχουν αλλοιωθεί συνέπεια γεωργικών και οικιστικών πιέσεων αλλά και αυθαιρέτων επεκτάσεων οικιστικών περιοχών χωρίς καμία πρόβλεψη έργων υποδομής.

Σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα έχουν καταγραφεί, από τη μεταφορά δια μέσου των χειμάρρων κορμών δέντρων και υπολειμμάτων υλοτομιών, με συνέπεια την καταστροφική διεύρυνση της κοίτης ή την απόφραξη τεχνικών στενωπών (γέφυρες, κ.λ.π.). (Stoffel, Wyźga & Marston 2016).

Για την αποφυγή τέτοιων καταστρεπτικών δράσεων η χωροθέτηση αντιδιαβρωτικών έργων θα πρέπει να συνδυάζεται με τη κατασκευή ενός ή περισσοτέρων φραγμάτων βάρους στα κατάντη αυτών εξουδετερώνοντας τυχόν επιπλέον αστοχίες κατασκευής.

Κρίνεται αναγκαία η εκπόνηση σχεδίου έκτακτης ανάγκης σύμφωνα με το οποίο θα καθορίζονται τα βασικά σημεία (σφοδρότητα πυρκαγιάς ευπάθεια εδαφών κ.λ.π.), που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τον καθορισμό των δράσεων εφαρμογής εκτάκτων αναγκών από πυρκαγιές. Σε αυτά θα καθορίζονται οι προτεραιότητες, το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης, το διαθέσιμο προσωπικό και η δυνατότητα ενίσχυσής του, η χρηματοδότηση, ο συντονισμός των ενεργών παραγόντων (αρχές, ενεργοί πολίτες, κ.λ.π.) και η εκτίμηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Επειδή η παρούσα στην ουσία μπορεί να αποτελέσει και μελέτη εφαρμογής το σκεπτικό της ακολούθησε τις προδιαγραφές εκπόνησης αντίστοιχων μελετών όπως ισχύουν για τη δασική υπηρεσία και καθορίζονται σύμφωνα ΚΥΑ 247722/4375/06-12-1978 και άρθρα 187 και 188 του Π.Δ. 696/74 (ΦΕΚ 301/Α/08-10-1974).

Ο υπολογισμός της παροχής όμως θα πρέπει να ακολουθεί τις προδιαγραφές της υπ' αριθμ. ΚΥΑ 140055/13-01-2017 (ΦΕΚ 428/Β/15-02-2018). Επειδή στη περιοχή αναφοράς δεν λειτουργήσε μέχρι τώρα σταθμός συνεχούς καταγραφής της στάθμης ροής (σταθμηγράφος) έτσι ώστε να εξαχθεί η κρίσιμη πλημμύρα με τη βοήθεια στατιστικών μεθόδων, η κατάρτιση του πλημμυρογραφήματος θα πρέπει να γίνει με τη μέθοδο του μοναδιαίου υδρογραφήματος, μεθοδολογία η οποία δεν έχει υιοθετηθεί ή καλύτερα επικαιροποιηθεί με την έκδοση σχετικών Προεδρικών Διαταγμάτων κ.λ.π. για την εκπόνηση αντίστοιχων μελετών που αφορούν τις ορεινές κοίτες των χειμάρρων από τις καθόλα αρμόδιες Δασικές Υπηρεσίες.

Abstract

Forest fires raise concerns in Southern Europe. Studies based on the Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) and the KBDI index predict increased fire risk. Utilizing Sentinel-2 satellite imagery aids in assessing fire intensity with the dNBR index. Digital maps assist in identifying soil vulnerability based on burn severity and geomorphology. Determining hydrological units and basins helps estimate risks of rainfall. The combination of land cover, geology, and lithology maps highlights erosion-prone areas. Construction of anti-erosion projects relies on various criteria, guided by siting and existing technical specifications. These two factors will yield immediate quantity estimation results.

Βιβλιογραφία

Ackerman, C. T. 2005. HEC-GeoRAS GIS Tools for support of HEC-RAS using ArcGIS. U.S. Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Centre. CPD- 83. Available at: <http://www.hec.usace.army.mil> (Προσπελάστηκε: 27 January 2020)

Alho, P. and Aaltonen, J. 2008. Comparing a 1D hydraulic model with a 2D hydraulic model for the simulation of extreme glacial outburst floods, *Hydrological Processes*, 22(10), pp. 1537–1547. doi: 10.1002/hyp.6692.

Bowman, D. M. J. S. κ.α. 2009. Fire in the earth system, *Science*. American Association for the Advancement of Science, pp. 481–484. doi: 10.1126/science.1163886.

Chatziantoniou, κ.α. 2015. ΧΡΗΣΗ GIS ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΥΤΑΘΟΝΙΑΣ. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη. Available at: http://gis2017.aua.gr/sites/default/files/Chatziantoniou_Korakitis_fullpaper.pdf (Προσπελάστηκε: 18 April 2020).

Collins, B. M. κ.α. 2009. Interactions among wildland fires in a long-established Sierra Nevada natural fire area, *Ecosystems*. Springer, 12(1), pp. 114–128. doi: 10.1007/s10021-008-9211-7.

Collins, B. M. and Stephens, S. L. 2010. Stand-replacing patches within a “mixed severity” fire regime: Quantitative characterization using recent fires in a long-established natural fire area, *Landscape Ecology*. Springer, 25(6), pp. 927–939. doi: 10.1007/s10980-010-9470-5.

Dupuy, J. luc κ.α. 2020. Climate change impact on future wildfire danger and activity in southern Europe: a review, *Annals of Forest Science*. Springer, pp. 1–24. doi: 10.1007/s13595-020-00933-5.

Filipponi, F. 2018. BAIS2: Burned Area Index for Sentinel-2, *Proceedings. MDPI AG*, 2(7), p. 364. doi: 10.3390/ecrs-2-05177.

GCOS, 2016. The Global Observing System for Climate: Implementation Needs GCOS-200. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland (2016) Ghanbarpour, M. R., Salimi, S. and Hipel, K. W. 2013. A comparative evaluation of flood mitigation alternatives using GIS-based river hydraulics modeling and multicriteria decision analysis, *Journal of Flood Risk Management*.

Jenson, S., and Dominique, J. 1988. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11):1539-1600

Liu, Y., Stanturf, J. and Goodrick, S. 2010. Trends in global wildfire potential in a changing climate, *Forest Ecology and Management*. Elsevier, 259(4), pp. 685–697. doi: 10.1016/j.foreco.2009.09.002.

MacDicken, K. G. 2015. Global Forest Resources Assessment 2015: What, why and how?, *Forest Ecology and Management*. Elsevier B.V., 352, pp. 3–8. doi: 10.1016/j.foreco.2015.02.006.

Mallinis, G., Mitsopoulos, I. and Chrysafi, I. 2018. Evaluating and comparing sentinel 2A and landsat-8 operational land imager (OLI) spectral indices for estimating fire severity in a mediterranean pine ecosystem of Greece, *GIScience and Remote Sensing*. Taylor and Francis Inc., 55(1), pp. 1–18. doi: 10.1080/15481603.2017.1354803.

Schäuble, H., Marinoni, O. and Hinderer, M. 2008. A GIS-based method to calculate flow accumulation by considering dams and their specific operation time, *Computers and Geosciences*. Pergamon, 34(6), pp. 635–646. doi: 10.1016/j.cageo.2007.05.023.

U. S. Army Corps of Engineers (USACE), 2002. HEC-RAS, River Analysis System. Hydraulic Reference Manual (CPD_69). Version 3.1. Hydrologic Engineering Center. Davis, CA. Vallejo, V. R., Arianoutsou, M. and Moreira, F. (2012) ‘Fire Ecology and Post-Fire Restoration Approaches in Southern European Forest Types’, in: Springer, Dordrecht, pp. 93–119. doi: 10.1007/978-94-007-2208-8_5.

Καπετανόπουλος, Γ. 2001. Προσδιορισμός της κλίσης αντιστάθμισης με H/Y ' 90987/1090/16-10-2001 Υπ. Γεωργίας.

Καρτάλης, Κ. and Φειδάς, Χ. 2007. Αρχές και εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης’. Εκδόσεις Ε. Γκιούρδας.

Κωτούλας, Δ. 2001. Ορεινή υδρονομική Τόμος I ' Α.Π.Θ. , Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. 2001. Ορεινή υδρονομική Τόμος ΙΙ ', Υδρονομικά έργα. Α.Π.Θ. , Θεσσαλονίκη.

Λαμπράκης, Ν. κ.α. 2015. Υδρολογία με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και δεδομένων Τηλεπισκόπησης. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα, Κάλλιπος, Αθήνα 2015

Μηλιαρέσης, Γ. 2006. Φωτοερμηνεία Τηλεπισκόπηση’. Εκδόσεις ΙΩΝ.

- Μηλιαρέσης, Γ. 2004. Εφαρμογές των ΨΥΜΕ: Εργαστηριακές Ασκήσεις.
 Μηλιαρέσης, Γ. 2004. Υδρολογικές Λεκάνες: Σημειώσεις.
 Μηλιαρέσης, Γ. 2003. Φωτοερμηνεία Τηλεπισκόπηση. Εκδόσεις ΙΩΝ.
 Μηλιαρέσης, Γ. 2003. Φωτοερμηνεία Τηλεπισκόπηση: Εργαστηριακές Ασκήσεις. Εκδόσεις ΙΩΝ.
 Μπαλούτσος, Γ., Οικονόμου, Α. & Καούκης, Κ., 2001. Ο κίνδυνος της πλημμύρας σε λεκάνες απορροής μετά από πυρκαγιά. Ανάλυση του προβλήματος και άμεσα μέτρα μείωσης των επιπτώσεων.. Αθήνα, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας.
 Νάκος, Γ. 1991. Ταξινόμηση, χαρτογράφηση και αξιοποίηση των γαιών: τεχνικές προδιαγραφές. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Αθήνα.
 Νάκος, Γ., Μαυρομάτης, Γ. και Jurdant, M. 1981. Ταξινόμηση, χαρτογράφηση και αξιολόγηση των γαιών στην περιοχή της Ευρυτανίας Αυτοτελείς Εκδόσεις της Διευθυνσεως Δασικών Ερευνών, Εφαρμογών και Εκπαιδεύσεων, Αριθ. 60, σελ. 134.
 Νάκος, Γ., Μιχόπουλος, Π., Οικονόμου, Α. και Καούκης, Α. 2009. Εκτίμηση της ποσότητας οργανικού άνθρακα στα ελληνικά δασικά εδάφη. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Αθήνα.
 Οικονόμου Α., Μιχόπουλος, Π., Βουλαλά, Μ., Μαυρουδή, Ουρ. και Τρ. Δασκαλάκης. 2007. Αποτελέσματα Ταξινόμησης, Χαρτογράφησης και Αξιολόγησης των Γαιών'. Αυτοτελής έκδοση του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Αθήνα.
 Παρχαριδής, Ι. 2015. Αρχές δορυφορικής τηλεπισκόπησης Θεωρία και Εφαρμογές'. Διαθέσιμο στο: https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3960/1/helpdesk-master_doc.pdf. (Προσπελάστηκε: 05 March 2020)
 Παπαμίχος, Ν. 1985. Δασικά Εδάφη. Σχηματισμός, Ιδιότητες, Συμπεριφορά. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
 Περάκης, Κ., Φαρασλής, Ι. και Μουσιάδης, Κ. 2015. Κεφάλαιο 1 Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και Τηλεπισκόπηση, Η τηλεπισκόπηση σε 13 ενότητες (e-book). Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1847/1/08_chapter_7.pdf (Προσπελάστηκε: 14 March 2020).
 Περάκης, Κ., Φαρασλής, Ι. και Μουσιάδης, Κ. 2015. Κεφάλαιο 3 Δορυφόροι και Αισθητήρες', Η τηλεπισκόπηση σε 13 ενότητες (e-book). Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1847/1/08_chapter_7.pdf (Προσπελάστηκε: 14 March 2020).
 Περάκης, Κ., Φαρασλής, Ι. και Μουσιάδης, Κ. 2015. Κεφάλαιο 7 Μετασχηματισμοί πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων', Η τηλεπισκόπηση σε 13 ενότητες (e-book). Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1847/1/08_chapter_7.pdf (Προσπελάστηκε: 14 March 2020).
 Στεφανίδης, Π. 2009. Ορεινή Υδρονομική Ι (Διευθετήσεις ορεινών υδάτων Ι), Πανεπιστημιακές παραδόσεις, σελ. 5-6, Τμήμα εκδόσεων ΑΠΘ, Έκδοση 2010-1011, Θεσσαλονίκη.
 Προεδρικό Διάταγμα 696/1974 (ΦΕΚ 301/Α/08-10-1974) «ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΗΣ ΧΩΡΑΣ» Εκτίμηση αριθμού καμπύλης απορροής C N με την μεθοδολογία SCS. (Διαθέσιμο στο: https://floods.ypeka.gr/egyfloods/reports/Ipologismos_CN.pdf (Προσπελάστηκε: 14 March 2020)
 ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας ΣΤΑΔΙΟ Ι 1 η ΦΑΣΗ-ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2 ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ. (Διαθέσιμο στο: https://floods.ypeka.gr/egyFloods/gr07/Reports/I_1_P02_EL07.pdf (Προσπελάστηκε: 15 March 2020). <https://scihub.copernicus.eu/>

Θεματική Ενότητα: Αστικό Πράσινο

ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ, ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΚΕΙΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ

Παπαδόπουλος, Ιάκωβος¹; Ζαρόβαλη, Μαρία²

¹ Διδάκτωρ Δασολόγος ΑΠΘ – M.Sc. Βιολογίας ΑΠΘ – MSc Δ.Π.Μ.Σ. Κτηματολογίου Νομικής ΑΠΘ – Τηλέφωνο: 2313 309 550 – e-mail: iakrap@eedpmt.ypen.gr

² Διδάκτωρ Δασολόγος ΑΠΘ – M.Sc. Λιβαδοπονίας/Σχολή Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ – Τηλέφωνο: 2313 309 544 – e-mail: mzaroval@eedpmt.ypen.gr

^{1,2} Δ/ση Δασών Π.Ε. Θεσ/νίκης/ΕΕΔΠΜΘ-ΥΠΕΝ – Ναυαρίνου 28 & Καραολή & Δημητρίου - 55131 Καλαμαριά Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η προστασία παρκών, αλσών και τμημάτων κοινοχρήστων χώρων που καλύπτονται από δασική βλάστηση εντός εγκεκριμένων έγκυρων σχεδίων πόλεως καθώς και περιαστικού πρασίνου, εκπορεύεται εκ της αυξημένης Συνταγματικής προστασίας και από τις ειδικότερες ισχύουσες διατάξεις της δασικής νομοθεσίας. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αναδειχθεί και να αποσαφηνισθεί το ζήτημα ότι οι επιτρεπτές επεμβάσεις στις εν θέματι εκτάσεις βάσει των κειμένων διατάξεων είναι συγκεκριμένες και εν γένει περιορισμένες. Ο κοινωνικός προορισμός του αστικού και περιαστικού πρασίνου, ως επιμέρους συνιστώσα της δασοπονίας πολλαπλών σκοπών, αντικατοπτρίζεται επί του αδήριτα ευεργετικού τους ρόλου στην καθημερινότητα των πολιτών, τόσο σε αισθητικό όσο και σε λειτουργικό επίπεδο. Σαφώς και υφίσταται η δυνατότητα βελτίωσης των κειμένων τεχνικών προδιαγραφών μελετών επί των εν λόγω εκτάσεων.

Λέξεις κλειδιά: Πάρκα, άλση, αστικό και περιαστικό πράσινο, επιτρεπτές επεμβάσεις.

Εισαγωγή

Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να διευκρινισθεί με την πάσα δυνατή λεπτομέρεια το επιτρεπτό των εν δυνάμει επεμβάσεων στο αστικό και περιαστικό πράσινο, δεδομένου ότι αυτές διέπονται από συγκεκριμένους όρους, κανόνες, περιορισμούς, δεσμεύσεις και προϋποθέσεις που περιπτωσιολογικά τίθενται στην κείμενη και ισχύουσα νομοθεσία ως εν συνεχεία αναλύονται.

Γενικώς, το σύνολο πρακτικά των ανθρώπων, όχι μόνο παρουσιάζουν υψηλό ενδιαφέρον για το φυσικό οικοσύστημα, αλλά και το προτιμούν στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων σε σχέση με περιβάλλοντα όπου η ανθρώπινη επίδραση είναι εμφανής. Από τις πρώτες μέχρι και τις πιο πρόσφατες έρευνες στο συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν μία εκπληκτική σταθερότητα στις κρίσεις του άμεσα ή έμμεσα ενδιαφερόμενου κοινού για το φυσικό περιβάλλον (Meitner 2004, Παπαδόπουλος 2018). Επιπροσθέτως, τεχνητά τοπία με κυριαρχία φυσικών χαρακτηριστικών, προτιμώνται σε πολύ υψηλότερο βαθμό από ότι τεχνητά τοπία χωρίς τα συγκεκριμένα φυσικά χαρακτηριστικά (Ulrich 1986, Smardon 1998, Van den Berg κ.α. 2003).

Η ανωτέρω διαπίστωση δεν αφορά μόνο στο πλαίσιο της αισθητικής, αλλά εκτείνεται και στο επίπεδο της θετικής επίδρασης επί της συναισθηματικής κατάστασης των ανθρώπων. Κατά την αξιολόγηση τεχνητών τοπίων τα εκφραζόμενα προσωπικά συναισθήματα είναι κατά βάση αρνητικά, ενώ αντιθέτως, οι εκτιμήσεις φυσικών τοπίων σχετίζονται με θετικές αντιδράσεις. Το γεγονός ότι η εμπειρία με φυσικά τοπία, σχετίζεται ισχυρότατα με ψυχολογικά οφέλη, είναι κατ'επανάληψη και διαχρονικά καταγεγραμμένο συμπέρασμα στη σχετική βιβλιογραφία (Wilson 1984, Ζάγκας 1998, Ισπικούδης 2005, Ντάφης 2010). Σύμφωνα με τον Wohlwill (1983), ουσιαστικά δεν τίθεται ζήτημα ότι η εμπειρία της φύσης γενικότερα, διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο στη συναισθηματική κατάσταση, τον τρόπο σκέψης, τις στάσεις, και την περαιτέρω συμπεριφορά όλων μας.

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται από την WWF Ελλάς (2009), κατά την ελληνική νομοθεσία, το επιθυμητό μέγεθος ελεύθερων χώρων ανά κάτοικο ορίζεται σε 8 τ.μ., ως παρουσιάζεται και στον επόμενο Πίνακα 1. Επιθυμητό είναι αυτό να κατανέμεται σε νησίδες πρασίνου, πλατείες, παιδικές χαρές, και πάρκα, με τέτοιο τρόπο στον αστικό ιστό, ώστε να είναι άμεσα προσβάσιμα.

Πίνακας 1. Ελληνικές προδιαγραφές για τους ελεύθερους χώρους δυνάμει της με αριθμό 1078//2004 ΥΑ περί «έγκρισης πολεοδομικών σταθερότυπων (standards) και ανώτατα όρια πυκνοτήτων που εφαρμόζονται κατά την εκπόνηση των γενικών πολεοδομικών σχεδίων, των σχεδίων χωρικής και οικιστικής οργάνωσης «ανοικτής πόλης» και των πολεοδομικών μελετών» (Πηγή: ΦΕΚ 285/Δ'5-3-2004 σε αναφορά από WWF Ελλάς 2009).

Table 1. Greek specifications for open spaces pursuant to No. 1078//2004 YA on "approval of urban planning standards and upper density limits applied during the preparation of general urban planning plans, plans for spatial and residential organization of the "open city" and urban studies" (Source: Official Gazette 285/D'5-3-2004 with reference from WWF Greece 2009).

Προδιαγραφές για τους ελεύθερους χώρους (ΦΕΚ 285/5.3.2004)			
	Ρόλος	Επιφάνεια ανά κάτοικο (m ² / κάτοικο)	Ακτίνα εξυπηρέτησης (m)
Νησίδες πρασίνου	Ορθολογική οριστικοποίηση του σχεδιασμού και δημιουργία 'ανοιγμάτων' στον αστικό ιστό	0,25	800
Πλατείες	Κυρίως χώροι κοινωνικής επαφής και αναψυχής	0,50	800
Παιδικές χαρές		0,25	
Πάρκο	Εκτός από πράσινο μπορεί να περιλαμβάνει δραστηριότητες ενεργητικής αναψυχής	1,5	1.500
Πάρκο πόλης	Φυσικές περιοχές που λειτουργούν ως 'φυγές' από το αστικό περιβάλλον	5,5	Πόλης
ΣΥΝΟΛΟ		8,0	

Σε ό,τι αφορά στην αντιστοιχούσα αναλογία χώρων πρασίνου ανά κάτοικο, τα αποτελέσματα της μη συγκρίσιμης ουσιαστικά διαφοράς μεταξύ των δύο μεγαλύτερων ελληνικών πόλεων με αυτές των Ευρωπαϊκών, ως παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 2, δεν αφήνουν κανένα περιθώριο παρερμηνείας αποτύπωσης της ένδειας της χώρας μας σε ό,τι αφορά στη συγκεκριμένη παράμετρο, με ό,τι αυτό αρνητικά συνεπάγεται στο οικολογικό, κοινωνικοπολιτισμικό και οικονομικό γίγνεσθαι.

Πίνακας 2. Πράσινο και ελεύθεροι χώροι στην πόλη (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2004 σε αναφορά από Γκόγκου 2021).

Table 2. Green and free city spaces. (Source MINENV, with reference from Gogou 2021).

Αναλογία χώρων πρασίνου	
Πόλη	m ² / κάτοικο
Αθήνα	2,55
Θεσσαλονίκη	2,73
Λονδίνο	9,00
Παρίσι	8,54
Ρώμη	9,00
Βιέννη	20,00
Βαρσοβία	18,00
Άμστερνταμ	27,00
Ρότερνταμ	28,00
Χάγη	27,00
Ζυρίχη	10,00
Βόννη	35,00
Βερολίνο	13,00

Συμπερασματικά τίθεται υπόψη ότι χαρακτηριστικά είναι όσα αναφέρονται από την Παυλάκη (2019), ότι δηλαδή: «Σήμερα, στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις, οι κοινόχρηστοι και ελεύθεροι χώροι πρασίνου αποκτούν βαρυσήμαντο ρόλο, καθιστώντας άνευ αξίας οποιαδήποτε συζήτηση για «βιώσιμες» πόλεις, στον βαθμό που δεν εστιάζει στην πρόβλεψη, την προστασία και τη διαχείρισή τους. Σε άμεση αναφορά με τα ανωτέρω, καθίσταται πλέον όλο και περισσότερο σαφές ότι στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις μας, όπου οι φρενήρεις ρυθμοί της καθημερινότητας, η αθρόα συνύπαρξη ανθρώπων και ενός πλήθους αναγκών και δραστηριοτήτων τους, η αισθητική υποβάθμιση, το κυκλοφοριακό χάος και οι οικιστικές πιέσεις δημιουργούν ένα τοπίο ιδιαίτερα σκληρό και ασφυκτικό, ως εκ τούτου, οι κοινόχρηστοι – ελεύθεροι χώροι πρασίνου, αναψυχής και πολιτισμού, στον αστικό και περιαστικό χώρο, λειτουργούν λυτρωτικά, ως ύστατη «απάντηση» στον σημερινό τρόπο ζωής μιας πόλης».

Υλικά και Μέθοδοι

Η παρούσα εργασία αυτονοήτως και ευνόητα, εκ των πραγμάτων, αφορά την ανασκόπηση και παράθεση της κείμενης νομοθεσίας που διέπει τα κρίσιμα ζητήματα. Αναλυτικότερα δε, αναφέρονται τα ακόλουθα:

Η προστασία παρκών, αλσών, καθώς και τμημάτων πάρκου ή άλσους τα οποία φέρουν μη δασική βλάστηση συνδέονται όμως οργανικά με το σύνολο του πάρκου ή άλσους, ή χώρων που φέρουν κάθε άλλο χαρακτηρισμό που περιλαμβάνει την έννοια του πράσινου, ως και κοινοχρήστων χώρων που καλύπτονται από δασική βλάστηση εντός εγκεκριμένων έγκυρων σχεδίων πόλεως, αλλά και του περιαστικού πρασίνου, εκπορεύεται εκ της αυξημένης Συνταγματικής Προστασίας (άρθρα 24 και παρ. 3 και 4 του άρθρου 117 του Συντάγματος της χώρας) και από τις ειδικότερες ισχύουσες διατάξεις της δασικής νομοθεσίας. Σχετικώς κείμενο νομοθετικό πλαίσιο επί του προστατευτέου αντικειμένου, καθώς και των επιτρεπτών επ' αυτών επεμβάσεων, κατά βάση αποτελούν τα άρθρα 1, 2, 3 παρ. 4, 4 παρ. 2α, 5, 58, 59 και 60 του Ν. 998/1979, όπως ισχύει (ΦΕΚ 289/Α'), το άρθρο 71 παρ. 6 του Ν.Δ. 86/1969 «περί δασικού κώδικος», το άρθρο 7 του Π.Δ. 59/2018 περί Κατηγοριών και περιεχομένου χρήσεων γης (ΦΕΚ 59/Α'), το άρθρο 20 Ν. 4067/2012 και η με αριθμό 133384/6587/10-12-2015 (ΦΕΚ 2828/Β') Υπουργική Απόφαση (ΥΑ) «Προδιαγραφές Σύνταξης των Μελετών Διαχείρισης Πάρκων και αλσών» ως σήμερα ισχύει κατόπιν τροποποίησης εκ της υπ' αριθ. ΥΠΕΝ/ΔΠΔ/114537/5557/27-11-2020 ΥΑ (ΦΕΚ 5283/Β'). Συμπερασματικά δε, σε ό,τι αφορά στο συγκεκριμένο ζήτημα, το οποίο και απασχολεί εκτενώς τη δασική πράξη και τους φορείς εκπόνησης μελετών παρκών - αλσών και μελετών δασικής αναψυχής, π.χ. ΟΤΑ Α' και Β' βαθμού ή τους μελετητές, διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

α. Εκτάσεις εντός εγκεκριμένων έγκυρων σχεδίων πόλεως που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας

Οι περιοχές οι οποίες υφίστανται εντός εγκεκριμένων έγκυρων σχεδίων πόλεως (εκτάσεις εκτός ανάρτησης του δασικού χάρτη, ως εμπίπτουσες κατά βάση στην κατηγορία της παρ. 2α του άρθρου 23 του Ν. 3889/2010, όπως ισχύει), δεν υπάγονται στις προστατευτικές διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, εκτός κι αν πρόκειται για πάρκα ή άλση ή κοινόχρηστους χώρους που φέρουν δασική βλάστηση (άρθρο 3 παρ. 4 του Ν. 998/1979, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 32 παρ. 4 του Ν. 4280/2014 και με το άρθρο 49 παρ. 1 του Ν. 998/1979 όπως αυτό αναριθμήθηκε σε άρθρο 58 και τροποποιήθηκε με το άρθρο 36 του Ν. 4280/2014).

Πάρκα και άλση κατά την έννοια της παρ. 4 του άρθρου 3 του Ν. 998/79 ως ισχύει και του άρθρου 1 της με αριθμό 133384/6587/10-12-2015 ΥΑ «Προδιαγραφές Σύνταξης των Μελετών Διαχείρισης Πάρκων και αλσών» ως σήμερα ισχύει (ΦΕΚ 2828/Β'), νοούνται οι εκτάσεις που χαρακτηρίζονται από το εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο ως «πάρκα» και «άλση», ως φέροντες άλλο χαρακτηρισμό που περιλαμβάνει την έννοια του πρασίνου στις ανωτέρω περιοχές, ως «κοινόχρηστοι χώροι» χωρίς άλλο ιδιαίτερο χαρακτηρισμό αλλά έχουν αποκτήσει εν τοις πράγμασι χαρακτήρα πάρκου ή άλσους και οι κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου που περιβάλλονται από τον οικιστικό ιστό χωρίς να έχουν ενταχθεί σε σχέδιο πόλης και φέρουν δασική βλάστηση, φυσικώς ή τεχνητώς δημιουργηθείσα. Τμήματα των ανωτέρω εκτάσεων που φέρουν μη δασική βλάστηση, συνδέονται όμως οργανικά με το σύνολο του χώρου, υπό την έννοια ότι συμβάλλουν στη διατήρηση της φυσικής ισορροπίας του συνόλου, εντάσσονται στις ίδιες ως άνω διατάξεις.

Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 2 της ως άνω ΥΑ, οι έννοιες πάρκου και άλσους διαφοροποιούνται ως προς τον τρόπο διαμόρφωσης της φυσικής ή τεχνητής βλάστησής τους. Κύρια διαφοροποίηση εντοπίζεται, εκτός του πως έχουν αποτυπωθεί αναλόγως στον πολεοδομικό σχεδιασμό, στις μεν κηποτεχνικές διαμορφώσεις των πάρκων, στη δε ύπαρξη ή προορισμό για εγκατάσταση δασικής βλάστησης με ελεύθερη διάταξη του πρασίνου, χωρίς κηποτεχνικές διαμορφώσεις των άλσων.

Εκ των ανωτέρω μνημονευομένων, προκύπτει ότι εκτάσεις που δεν προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας κατ' άρθρο 3, παρ. 4 του Ν. 998/79 ως ισχύει, ή - ακόμη και αν καλύπτονται από δασική βλάστηση - δεν χαρακτηρίζονται ως «κοινόχρηστες», τελούν εκτός πλαισίου δασοπροστασίας. Ενδεχόμενη υλοτομία της φυόμενης βλάστησης επ' αυτών, αφενός μεν αποτελεί αντικείμενο αποκλειστικής προαίρεσης, δικαιώματος, αρμοδιότητας καθώς και ευθύνης και ενδεχόμενης υποχρέωσης του ιδιοκτήτη και διαχειριστή της έκτασης, αφετέρου δε, εκφεύγει των αρμοδιοτήτων των δασικών υπηρεσιών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) (απαιτώντας άδεια εργασιών μικρής κλίμακας από τις αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες), επαγωγικώς ακολουθουμένων των οριζόμενων της με αριθμό 46794/4-12-2015 Εγκυκλίου ΥΠΕΝ (ΑΔΑ:6ΞΨΞ4653Π8-ΓΕΝ) περί «Κοπής δένδρων σε κοινόχρηστους χώρους της πόλης», όπου αποσαφηνίζονται όλες οι δυνατές περιπτώσεις που αφορούν στο ζήτημα. Καταληκτικώς αναφέρεται ότι επί του με αριθμό 90405/1918/08-05-2006 εγγράφου του Υπουργείου Αγρ. Αναπτ. & Τροφίμων περί «επισημάνσεων σχετικά με την υποβάθμιση του δασικού περιβάλλοντος της χώρας κατά την εφαρμογή πολεοδομικών διατάξεων, με παράλληλη καταστρατήγηση διατάξεων της δασικής νομοθεσίας και του Συντάγματος», καθίσταται γενικότερη αναφορά επί του ευρύτερου εν γένει αντικειμένου.

β. Περιαστικό πράσινο

Νομικός ορισμός αναφορικά με την έννοια του «περιαστικού πρασίνου» δεν υφίσταται στη δασική και εν γένει περιβαλλοντική νομοθεσία. Μοναδική μνεία επί του όρου εντοπίζεται επί της παρ. 8 του άρθρου 58 του Ν. 998/79 ως ισχύει, η οποία παραπέμπει επί των δασικού χαρακτήρα εκτάσεων της παρ. 1ε του άρθρου 69 του Ν.Δ. 86/1969 «περί δασικού κώδικος» όπως ισχύει.

Επαγωγικώς λοιπόν επί της ανωτέρω διάταξης, προκύπτει ότι τα περιαστικά δάση υπάγονται ως γνήσιο υποσύνολο στα προστατευτικά δάση, η διαδικασία χαρακτηρισμού των οποίων αναφέρεται επί του άρθρου 70 που ίδιου Ν.Δ. Ειδική μνεία αξίζει να τεθεί επί της παρ. 6 του άρθρου 71 του Ν.Δ. 86/1969 «περί δασικού κώδικος», ως ισχύει, όπου και αυτολεξεί ορίζεται ότι: «Τα δάση της περίπτωσης ε' της παραγράφου 1 του άρθρου 69, που προορίζονται για αισθητική απόλαυση και αναψυχή, υπόκεινται σε διαχείριση ως δάση πάρκα και επιτρέπεται σε αυτά η κατασκευή έργων και η εκτέλεση εργασιών που συντηρούν και εμπλουτίζουν τη βλάστηση, βελτιώνουν την αισθητική του τοπίου, εξασφαλίζουν την άνετη και ασφαλή κίνηση και εξυπηρέτηση των επισκεπτών και διευκολύνουν τη σωματική άσκηση και την πνευματική ανάταση του ανθρώπου. Η κατασκευή μόνιμων εγκαταστάσεων, απαραίτητων για τη λειτουργία των πάρκων, επιτρέπεται μόνο στο αναγκαίο μέτρο και σε εκτάσεις που δεν έχουν δασική βλάστηση, η δε συνολικά καταλαμβανόμενη από τις ανωτέρω εγκαταστάσεις έκταση δεν μπορεί να υπερβεί το πέντε τοις εκατό (5%) της συνολικής έκτασης και κατ' ανώτατο όριο τα δέκα στρέμματα. Ο Υπουργός Γεωργίας με αποφάσεις του εξειδικεύει το είδος των έργων και των εργασιών που επιτρέπονται ως αναγκαία για την επίτευξη των ως άνω σκοπών».

Αποτελέσματα

Σε ό,τι αφορά τις επιτρεπτές επεμβάσεις επί των εκτάσεων που αφορούν το ζήτημα, σύμφωνα με τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

α. Εκτάσεις εντός εγκεκριμένων έγκυρων σχεδίων πόλεως που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας

Επιτρεπτές επεμβάσεις σε πάρκα και άλση είναι όσες αναφέρονται στις διατάξεις του άρθρου 59 του Ν. 998/1979, όπως ισχύει, της παρ. 2 του άρθρου 7 του Π.Δ. 59/2018 και στις διατάξεις των παρ. 1β,1γ, 2α και 2β του άρθρου 20 του Ν. 4067/2012, όπως ισχύει, μετά από έγκριση της δασικής υπηρεσίας. Σύμφωνα επίσης με τα οριζόμενα της υπ' αριθ. 133384/6587/10-12-2015 (ΦΕΚ 2828/Β') ΥΑ περί Προδιαγραφών Σύνταξης των Μελετών Διαχείρισης Πάρκων και Άλσων, οι εκτάσεις του άρθρου 1 της ως άνω ΥΑ, υπάγονται στις προστατευτικές διατάξεις της δασικής νομοθεσίας κατά το άρθρο 58 του Ν.998/1979, όπως ισχύει. Αναλυτικότερα:

Σύμφωνα με το άρθρο 59 του Ν. 998/1979, όπως ισχύει, ορίζεται ότι:

1. Σε πάρκα ή άλση και γενικότερα σε κοινόχρηστους χώρους πρασίνου δύναται, μετά από έρευνα του υπεδάφους για την καταλληλότητα, να κατασκευάζονται έργα του Μετρό ή του Τραμ και τα συνοδά έργα αυτών (π.χ. γραφεία), καθώς και τα προβλεπόμενα στο άρθρο 21 του Ν. 4269/2014 με την προϋπόθεση ότι θα αποκατασταθεί πλήρως από τον υπεύθυνο του έργου ή την αναθέτουσα αρχή, μετά το πέρας των εργασιών κατασκευής και στο σύνολο της έκτασης επέμβασης η λειτουργία του πάρκου, του άλσους ή του χώρου πρασίνου ως φυσικού συστήματος εντός του αστικού ιστού.

2α. Η παραχώρηση της χρήσεως πάρκου ή άλσους επιτρέπεται μόνο σε ο.τ.α. α' και β' βαθμού, με απόφαση του Συντονιστή της οικείας Αποκεντρωμένης Διοίκησης [Σημείωση δική μας: πλέον Γενικού Γραμματέα Δασών σε αντικατάσταση σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις της παρ. 2 του άρθρου 3 του Ν. 4824/2021 περί «Κύρωσης: α) της από 5.8.2021 Πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου «Έκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση του κινδύνου πυρκαγιών» (ΦΕΚ 138/Α') και β) της από 13.8.2021 Πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου «Έκτακτα μέτρα για την αποτελεσματική προστασία...και συναφείς διατάξεις» (ΦΕΚ 156/Α')], μετά από εισήγηση της αρμόδιας περιφερειακής δασικής υπηρεσίας, υπό τον όρο της μη μεταβολής του προορισμού ή της χρήσης της παραχωρούμενης έκτασης.

Επιτρέπονται έργα ή δραστηριότητες που είναι απολύτως αναγκαία για τη λειτουργία του πάρκου ή άλσους, όπως τα οριζόμενα στις περ. α', β' και γ' της παρ. 1 του άρθρου 20 του Ν. 4067/2012 (ΦΕΚ 79/Α'), η κατασκευή έργων κοινής ωφέλειας, συμπεριλαμβανομένων και υπόγειων υδατοδεξαμενών, δραστηριότητες εστίασης και ήπιας αναψυχής περιορισμένης έκτασης, καθώς και η ανέγερση μικρών ναών γνωστών θρησκειών μέγιστου εμβαδού βάσης δεκαπέντε (15) τ.μ. που δεν αλλοιώνουν τον προορισμό τους.

β. Οι παραχωρησιούχοι υποχρεούνται με ευθύνη και δαπάνες τους να συντηρούν και να βελτιώνουν τη βλάστηση, να διαχειρίζονται και να φυλάσσουν τις εκτάσεις η χρήση των οποίων τους έχει παραχωρηθεί, σύμφωνα με τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας. Οι εκτάσεις αυτές διατηρούν στο ακέραιο πάντοτε το δασικό τους χαρακτήρα.

γ. Αν δεν τηρούνται οι όροι της παραχώρησης η τελευταία ανακαλείται.

Σύμφωνα με τις διατάξεις της παρ. 2 του άρθρου 7 του Π.Δ. 59/2018 «Κατηγορίες και περιεχόμενο χρήσεων γης» (ΦΕΚ 114/ Α'), όπως ισχύει, ορίζεται ότι:

2. Ελεύθεροι χώροι αστικού και περιαστικού πρασίνου.

Οι περιοχές αυτές είναι χώροι εκτός εγκεκριμένων ρυμοτομικών σχεδίων, οι οποίοι προβλέπονται από τον πολεοδομικό σχεδιασμό και νοούνται ως χώροι δημιουργίας πνευμόνων πρασίνου και αναψυχής, με στόχο τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος.

Στους ελεύθερους χώρους αστικού πρασίνου, εκτός από δραστηριότητες ήπιας αναψυχής, όπως π.χ. παιδικές χαρές, επιτρέπονται οι παρακάτω λειτουργίες εφόσον προβλέπονται από τον πολεοδομικό σχεδιασμό:

(5) Μικρές υπαίθριες αθλητικές εγκαταστάσεις, (9) Χώροι συνάθροισης κοινού: μόνο ανοικτά θέατρα μικρής κλίμακας με απαραίτητους υποστηρικτικούς χώρους και θερινοί κινηματογράφοι, (26.12) Γραμμικές υποδομές μεταφορών, (26.12.1) Οδοί (κίνησης μηχανοκίνητων οχημάτων), (δυνατότητα εξειδίκευσης βάσει της οικείας νομοθεσίας), (26.12.2) Οδοί ήπιας κυκλοφορίας, (26.12.3) Πεζόδρομοι, (26.12.4) Ποδηλατόδρομοι, (26.12.5) Πλατείες», (30) Γωνιές ανακύκλωσης και πράσινα σημεία (μικρά, μεγάλα, ΚΥΑ 18485/26-4-2017, ΦΕΚ 1412/Β'). Επιτρέπονται μόνο Γωνιές ανακύκλωσης, (24.1) Γεωργικές, δασικές και λοιπές αγροτικές εκμεταλλεύσεις, (46) Αστική γεωργία,

(48.1) Κατασκευές για: α) τη διαμόρφωση του εδάφους, όπως κλίμακες, τοίχοι, διάδρομοι, κεκλιμένα επίπεδα, μηχανικά μέσα κάλυψης υψομετρικών διαφορών, καθώς και κατασκευές για την εξυπηρέτηση ατόμων με αναπηρία ή/και εμποδιζόμενων ατόμων,

β) τον εξωραϊσμό και την αισθητική τους αναβάθμιση, τον εξοπλισμό και την ασφάλειά τους και γενικά κατασκευές για την εξυπηρέτηση του προορισμού των χώρων αυτών,

δ) για τη λειτουργία και την εξυπηρέτηση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς.

(48.2) Εγκαταστάσεις: α) Οι κατασκευές δικτύων υποδομής και εγκαταστάσεων κοινής ωφέλειας, μετά των παραρτημάτων αυτών (υπέργειων και υπόγειων), β) Η εγκατάσταση σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, θορύβου και μετεωρολογικών παραμέτρων με τον αναγκαίο εξοπλισμό,

ε) Η εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, στ) Η εγκατάσταση μονάδων

αφαλάτωσης και λοιπών συστημάτων επεξεργασίας νερού για την υδροδότηση δημοτικών δικτύων, μετά των συνοδών έργων που απαιτούνται, για την πλήρη λειτουργία αυτών, (49) Περίπτερα ενημέρωσης/έργα ερμηνείας περιβάλλοντος (πινακίδες, αποχωρητήρια, περίπτερα, στέγαστρα κ.λπ.), (50) Έργα πρόληψης ή αντιμετώπισης της υφαλμύρωσης των υπογείων υδάτων ή εδαφών, (51) Έργα προστασίας από διάβρωση, κατολισθήσεις και στήριξη εδαφών, (52) Ήπια θαλάσσια αναψυχή (κολύμβηση, ιστιοσανίδα, καταδύσεις, υποβρύχια φωτογράφιση).

Σύμφωνα με τις διατάξεις των παρ. 1β,1γ, 2α και 2β του άρθρου 20 του Ν. 4067/2012, όπως ισχύει, ορίζεται ότι:

1. Στους δημόσιους κοινόχρηστους χώρους του οικισμού επιτρέπονται κατασκευές για:

β) τον εξωραϊσμό και την αισθητική τους αναβάθμιση, τον εξοπλισμό και την ασφάλεια τους και γενικά κατασκευές για την εξυπηρέτηση του προορισμού των χώρων αυτών,

γ) λυόμενες και προσωρινές κατασκευές,

2. Επιτρέπονται οι εγκαταστάσεις:

α) Οι κατασκευές δικτύων υποδομής και εγκαταστάσεων κοινής ωφέλειας, μετά των παραρτημάτων αυτών (υπέργειων και υπόγειων) βάσει μελέτης της αρμόδιας αρχής, για τις οποίες δεν απαιτείται έκδοση άδειας. Οι επιχειρήσεις και οργανισμοί κοινής ωφέλειας υποχρεούνται να κοινοποιούν τα σχέδια στα οποία απεικονίζεται η κατασκευή των έργων στις οικείες Υπηρεσίες Δόμησης.

β) Η εγκατάσταση σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, θορύβου και μετεωρολογικών παραμέτρων με τον αναγκαίο εξοπλισμό από υπηρεσίες του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, των Περιφερειών και των Δήμων μετά από κοινοποίηση της μελέτης στις οικείες Υπηρεσίες Δόμησης. Από τους ίδιους φορείς επιτρέπεται η εγκατάσταση των σταθμών αυτών χωρίς έκδοση άδειας στους ακάλυπτους χώρους οικοπέδων και δωμάτων δημοσίων κτιρίων. Οι κατασκευές αυτές δεν προσμετρώνται στο συντελεστή δόμησης και στην κάλυψη. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας καθορίζονται τα απαιτούμενα δικαιολογητικά, η χρονική διάρκεια και η διαδικασία εγκατάστασης των σταθμών αυτών.

Σύμφωνα με την παρ. 3 του ως άνω Νόμου, ορίζεται ότι: 3. Οι διατάξεις των περ. β' και γ' της παρ. 1 και των περ. α' και β' της παρ. 2 του παρόντος άρθρου εφαρμόζονται και για τις εκτάσεις κοινόχρηστων χώρων, όπως ορίζονται στον Ν. 998/1979, όπως ισχύει, μετά από έγκριση της δασικής υπηρεσίας. Τελικώς, αναφέρεται ότι για το ζήτημα, εφαρμογής τυγχάνει η με αριθμό 133384/6587/10-12-2015 (ΦΕΚ 2828/Β') ΥΑ «Προδιαγραφές Σύνταξης των Μελετών Διαχείρισης Πάρκων και αλσών» ως ισχύει, κατόπιν τροποποίησης εκ της υπ' αριθ. ΥΠΕΝ/ΔΠΔ/114537/5557/27-11-2020 ΥΑ (ΦΕΚ 5283/Β').

β. Περιαστικό πράσινο

Σε ό,τι αφορά στο περιαστικό πράσινο, δεδομένου ότι δεν υφίσταται υπαγωγή των συγκεκριμένων εκτάσεων εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεως (εδάφιο 6ζ του άρθρου 3 του Ν. 998/1979 όπως ισχύει), σε ό,τι αφορά στις επιτρεπτές επεμβάσεις, ισχύουν τα διαλαμβανόμενα του ΣΤ' Κεφαλαίου του Ν. 998/1979 όπως ισχύει, περί επιτρεπτών επεμβάσεων σε δάση, δασικές εκτάσεις και στις δημόσιες εκτάσεις των περ. α' και β' της παρ. 5 του άρθρου 3 του συγκεκριμένου νόμου. Ειδική μνεία τίθεται στις εξής δύο παραμέτρους:

- α) Στις κείμενες διατάξεις της παρ. 2 του άρθρου 45 του Ν. 998/1979 όπως ισχύει, ότι δηλαδή κάθε επιτρεπτή επέμβαση σε δάση και δασικές εκτάσεις αποτελεί εξαιρετικό μέτρο. Επέμβαση σε δάση και δασικές εκτάσεις, καθώς και σε δημόσιες χορτολιβαδικές και βραχώδεις εκτάσεις, σύμφωνα με την περ. ε' της παρ. 5 του άρθρου 3 του ως άνω νόμου, επιτρέπεται μετά από έγκριση. Η έγκριση χορηγείται από την κατά τόπον αρμόδια Επιθεώρηση Εφαρμογής Δασικής Πολιτικής (ΕΕΔΠ) του ΥΠΕΝ, εκτός αν ορίζεται άλλως στην παρ. 4 του ως άνω άρθρου ή στα άρθρα 46 έως 61, εντός προθεσμίας δέκα (10) εργάσιμων ημερών από την εισήγηση της οικείας δασικής υπηρεσίας, και,
- β) Στους τιθέμενους όρους, περιορισμούς και προϋποθέσεις του άρθρου 71 του Ν.Δ. 86/1969 «περί δασικού κώδικος», σε ό,τι αφορά στις ειδικές διατάξεις διαχείρισεως των προστατευτικών δασών, δεδομένου ότι τα περιαστικά δάση υπάγονται στη συγκεκριμένη κατηγορία, ως αναλυτικώς προαναφέρθηκε.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Έχοντας υπόψη τα ανωτέρω διαλαμβανόμενα, εκφράζεται η άποψη ότι γενικώς και σε πρώτη ανάγνωση, η προστασία των παρκών, αλσών και περιαστικού πρασίνου, κείται στην κατεύθυνση

της επιδιωκόμενης κοινωνικής αποστολής των εκτάσεων που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας βάσει του αξιωματικού πολυλειτουργικού ρόλου αυτών. Η συγκεκριμένη άποψη τίθεται υπόψη υπό την τασσόμενη ρητή προϋπόθεση ότι οφείλουν να τηρηθούν οι γενικές και ειδικές κείμενες διατάξεις της δασικής νομοθεσίας που άπτονται του αντικειμένου καθώς και οι συμβατικές κατά τύπο και ουσία υποχρεώσεις των εμπλεκόμενων φορέων.

Επιπροσθέτως, κατατίθεται ως άποψη ότι οι κείμενες προδιαγραφές σύνταξης μελετών αφενός των παρκών και αλσών σε ό,τι αφορά στο αστικό πράσινο και αφετέρου της δασικής αναψυχής σε ό,τι αφορά στο περιαστικό πράσινο, αντιστοίχως είτε δύνανται να βελτιωθούν, είτε εδράζονται επί υποβάθρου παρωχημένης χρονικής περιόδου έκδοσής τους (σχετ. η 169694/6997/1981 ΥΑ και 66102/970/1995 ΥΑ, ΦΕΚ 170/Β'), σε ό,τι π.χ. αφορά στις επιτρεπόμενες εγκαταστάσεις, στη χρησιμοποίηση σύγχρονων δομικών υλικών κλπ). Αν και γενικώς οι κείμενες προδιαγραφές που αφορούν στο ζήτημα, διέπονται από «συγκρατημένη» λογική λειτουργικής και αισθητικής προσαρμογής των εν δυνάμει προτεινόμενων κατασκευών στις εκτάσεις που αφορούν στην παρούσα, χάριν καθόλα αιτιολογημένης προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος, εντούτοις, θα μπορούσε δικαιολογημένα να προταθεί το επιχείρημα ίσως υπερσυντηρητισμού στη συγκεκριμένη κατεύθυνση, εξαιτίας της μη ενσωμάτωσης της άμεσα διαθέσιμης πρόσφατης τεχνολογίας, της ύπαρξης νέων φιλικών προς το περιβάλλον υλικών και των καινοτόμων καλών πρακτικών της σύγχρονης εποχής, πάντα όμως με γνώμονα την προστασία και μη μεταβολή του προορισμού των υπόψη εκτάσεων και την ανάπτυξη τους προς όφελος των κοινωνικού συνόλου.

Επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις επιφλοχωρεί ασάφεια σε ό,τι αφορά στο αντικείμενο που πραγματεύεται η παρούσα, αναφορικά με το προστατευτέο αντικείμενο δασοπροστασίας, κρίνεται σκόπιμο να αποσαφηνισθούν τα εξής:

- Υπάγονται στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας: «πάρκα», «άλση», «ελεύθεροι χώροι - αστικό πράσινο», καθώς και κάθε άλλος χαρακτηρισμός που περιλαμβάνει την έννοια του πράσινου σε εγκεκριμένο σχέδιο πόλεως ή εντός οικιστικής περιοχής και το περιαστικό πράσινο.
- Δεν υπάγονται στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας: δενδροστοιχίες, πλατείες και παιδικές χαρές σε εγκεκριμένο σχέδιο πόλεως ή εντός οικιστικής περιοχής και οι κοινόχρηστοι χώροι, εκτός κι αν έχουν αποκτήσει εν τοις πράγμασι χαρακτήρα πάρκου ή άλσους ή συνδέονται οργανικά με το σύνολο του πάρκου ή άλσους υπό την έννοια ότι συμβάλλουν στη διατήρηση της φυσικής ισορροπίας του συνόλου.
- Η ελληνική νομοθεσία είναι συγκεκριμένη και καθορισμένη σε ό,τι αφορά στις επιτρεπτές επεμβάσεις και τα έργα/δραστηριότητες στο αστικό και περιαστικό πράσινο.
- Το αστικό και περιαστικό πράσινο απολαμβάνει αυξημένης Συνταγματικής και νομοθετικής προστασίας, ορίζονται δε περιπτώσιολογικά και αναλόγως οι κείμενες προϋποθέσεις, όροι και περιορισμοί εφαρμογής της νομοθεσίας.
- Οφείλεται να ληφθεί υπόψη κυρίως τι δεν επιτρέπεται.
- Ενώ δεν μπορούν προφανώς να εγερθούν ορθολογικές αιτιάσεις για τη γνώμη των ειδικών σε συγκεκριμένα αμιγώς και πλήρως καθοριζόμενα επιστημονικά πεδία όπου το «μη ειδικό» κοινό δεν μπορεί να έχει άποψη, αυτό προφανώς δεν συμβαίνει στο αστικό και περιαστικό πράσινο, τουλάχιστον στον ίδιο βαθμό. Και τούτο, λόγω της κοινωνικής διάστασης λήψης αποφάσεων επί του ευρύτερου περιβαλλοντικού διαχειριστικού σχεδιασμού και υλοποίησής του. Σχηματικά θα μπορούσε ίσως να ειπωθεί, ότι η προσέγγιση του όλου θέματος απαιτεί ενός είδους «πειθαρχημένη φαντασία». Σε ό,τι αφορά στο αστικό και περιαστικό πράσινο, επισημαίνεται ότι οι ειδικοί μπορούν να προβλέψουν με εξαιρετική ακρίβεια τις προτιμήσεις του κοινού, παρότι οι δικές τους εκτιμήσεις γενικά διαφέρουν. Η ανάλυση των απόψεων του κοινωνικού συνόλου, αποτελεί πρωτεύουσας σημασίας παράμετρο κατά τη λήψη αποφάσεων.

Abstract

Protection of parks, groves, green spaces, parts of common areas covered by forest vegetation or not but organically connected to them, found in urban areas, as well as of suburban forest ecosystems, emanates from the increased Constitutional Protection and from specifically applicable provisions of greek current forest legislation. Permissible interventions on the lands in question are

presented, based on existing provisions, whereas they tend to be specific and generally limited. Social destination of urban green spaces and suburban forest ecosystems, as a component of multi-purpose forestry, is fully reflected in the enormously beneficial ecological, economic and psychological role in the daily citizens' life, both on an aesthetic and functional level. Clearly, there are grounds of improving the standards of technical specifications for studies on projects and activities on the concerning the subject lands.

Βιβλιογραφία

- Γκόγκου, Ό. 2021. *Στάσεις και απόψεις πολιτών για το αστικό πράσινο και τους ποδηλατοδρόμους στο Δήμο Θεσσαλονίκης*. Διπλωματική Εργασία. Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Ισπικούδης, Ι. 2005. Το φυσικό τοπίο στην πόλη. Πρακτικά εισηγήσεων Επιστημονικής Ημερίδας «*Αρχιτεκτονική τοπίου & αστικό πράσινο*». (Ελευθεριάδης Ν. & Γεωργιάδης Ν.: Επιμ. Έκδ.). ΤΕΙ Καβάλας-ΣΤΕΓ Δράμας-Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Δράμα, 2-10-2005, σ. 55.
- Meitner, M.J. 2004. Perceptions of Forest Landscapes. In: Burley, J., Evans, J and Youngquist, G.A. (Eds.), *Encyclopedia of Forest Sciences*. Spain, Elsevier Ltd, pp. 435–440.
- Ντάφης, Σ. 2010. *Τα δάση της Ελλάδας*. Θεσσαλονίκη: Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Παπαδόπουλος, Ι. 2018. *Αισθητική αξιολόγηση του δασικού τοπίου με τη χρήση γνωσιακών μοντέλων και ο ρόλος της δασοκομίας στη διατήρηση και αναβάθμισή του*. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασικής Παραγωγής, Εργαστ. Δασοκομίας, ΑΠΘ, Θεσ/νίκη.
- Παυλάκη, Ε.Σ. 2019. *Αστικό και περιαστικό πράσινο - Νομοθετικό Πλαίσιο - Νομολογία*. Νομόγραμμα, Αθήνα.
- Smardon, R.C. 1988. Perception and aesthetics of the urban environment: Review of the role of vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 15(1–2), 85–106.
- Ulrich, R.S. 1986. Human Responses to Vegetation and Landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 13(1986), 29–44.
- Van den Berg, A.E., Koole, S.L. and Van der Wulp N.Y. 2003. Environmental preference and restoration: (How) are they related? *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 135–146.
- Wilson, O.E. 1984. *Biophilia*. Cambridge, USA: Harvard University Press.
- Wohlwill, J.F. 1983. The Concept of Nature. In: Irwin Altman and Joachim F. Wohlwill (Eds.), *Behavior and the Natural Environment*. New York: Plenum Press, pp. 5–35.
- WWF Ελλάς. 2009. *Πράσινο και ελεύθεροι χώροι στην πόλη*. WWF Ελλάς, Αθήνα.
- Ζάγκας, Θ. 1998. Συμβολή του αστικού και περιαστικού πρασίνου στην ποιότητα ζωής μας. Πρακτικά Ημερίδας: *Πράσινο και Τοπική Αυτοδιοίκηση*. ΓΕΩΤΕΕ, Καβάλα, σ. 33–40.

Θεματική Ενότητα: Αστικό Πράσινο

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΕΙΣ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΥΠΑΓΟΜΕΝΕΣ ΣΤΙΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ

Τσαουσίδου, Κυριακή¹; Ζαρόβαλη, Μαρία¹; Παπαδόπουλος Ιάκωβος¹

¹Δ/νση Δασών Π.Ε. Θεσ/νίκης/ ΕΕΔΠΜΘ-ΥΠΕΝ, Ναυαρίνου 28 & Καραολή & Δημητρίου, 55131 Καλαμαριά Θεσσαλονίκης, e-mail: ktsaous@eedpmt.ypen.gr, mzaroval@eedpmt.ypen.gr, iakpap@eedpmt.ypen.gr

Περίληψη

Η διοργάνωση δραστηριοτήτων αγωνιστικού αθλητισμού και δραστηριοτήτων αθλητικού τουρισμού/ αναψυχής/ περιπέτειας γνωρίζει αξιοσημείωτη άνθηση τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας. Με αφορμή αιτήματα διαφόρων, ιδιωτικών κυρίως, φορέων προς τη Δασική Υπηρεσία προκειμένης της παροχής ή μη σύμφωνης γνώμης της για την πραγματοποίηση είτε διοργανώσεων ερασιτεχνικού και επαγγελματικού αγωνιστικού αθλητισμού, είτε δραστηριοτήτων αθλητικού τουρισμού/ αναψυχής, σε εκτάσεις που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, κρίθηκε αναγκαία η κατανόηση των διαφορών μεταξύ των δυο ως άνω τύπων δραστηριοτήτων. Οι διατάξεις της ελληνικής νομοθεσίας που διέπουν την διεξαγωγή των ως άνω διοργανώσεων - δραστηριοτήτων διαφέρουν διακριτά μεταξύ τους, από πλευράς αδειοδοτικής τους διαδικασίας. Οι οφειλόμενες ενέργειες των κατά τόπους περιφερειακών δασικών υπηρεσιών παρουσιάζονται κατά περίπτωση, αφορώντας και λοιπούς εμπλεκόμενους φορείς με το θέμα.

Λέξεις κλειδιά: Αγωνιστικός αθλητισμός, αθλητικός τουρισμός, επιτρεπτή επέμβαση, προστασία, δασική νομοθεσία

Εισαγωγή

Οι επιτρεπτές επεμβάσεις σε δάση και δασικές εκτάσεις, καθώς και σε δημόσιες χορτολιβαδικές και βραχώδεις εκτάσεις, σύμφωνα με την περ. ε' της παρ. 5 του άρθρου 3 του Ν.998/1979 (ΦΕΚ 289Α'), ως σήμερα ισχύει, οι οποίες προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, είναι συγκεκριμένες, αποτελούν εξαιρετικό μέτρο και ορίζονται στο ΣΤ' Κεφάλαιο του ως άνω νόμου. Σύμφωνα δε με την παρ.1 του άρθρου 45 αυτού, πλην αυτών δεν επιτρέπεται εν όλω ή εν μέρει, οποιαδήποτε επέμβαση που συνεπάγεται μεταβολή του προορισμού των εκτάσεων αυτών. Βάσει των οριζόμενων τόσο στο άρθρο 5 του ανωτέρω νόμου, αλλά και στα άρθρα 36 έως 38 του Ν. 1845/1989 (ΦΕΚ 102Α') ορίζεται το αντικείμενο της δασοπροστασίας, καθώς και η αρμόδια υπηρεσία για αυτό, που είναι η Δασική Υπηρεσία.

Με αφορμή αιτήματα διαφόρων, ιδιωτικών κυρίως, φορέων προς τη Δασική Υπηρεσία (υπαγόμενη στη Γενική Γραμματεία Δασών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας) προκειμένης της πραγματοποίησης διοργανώσεων ερασιτεχνικού και επαγγελματικού αγωνιστικού αθλητισμού (π.χ. διεξαγωγή αγώνων ορεινού τρεξίματος, αγώνων ποδηλασίας κλπ), καθώς και δραστηριοτήτων αθλητικού τουρισμού/ αναψυχής/ περιπέτειας (π.χ. διοργάνωση περιπάτων βουνού, δρόμοι υγείας κλπ), σε εκτάσεις που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, και λαμβάνοντας υπόψη το αυξημένο ενδιαφέρον του κοινωνικού συνόλου προς αυτές τις δραστηριότητες τις τελευταίες δεκαετίες, κρίθηκε αναγκαία η κατανόηση των διαφοροποιήσεων μεταξύ των δυο ως άνω τύπων δραστηριοτήτων. Περαιτέρω, διαπιστώθηκε η ανάγκη της αναζήτησης των διατάξεων εκείνων της ελληνικής νομοθεσίας που διέπουν την διεξαγωγή τους, από πλευράς αδειοδοτικής τους διαδικασίας και ειδικότερα, της αποσαφήνισης των διοικητικών πράξεων που οφείλουν να εκδώσουν οι κατά τόπους περιφερειακές δασικές υπηρεσίες κατά περίπτωση.

Η επιδίωξη συμμετοχής κυρίως του αστικού πληθυσμού σε διοργανώσεις αγωνιστικού αθλητισμού είτε σε δραστηριότητες αθλητικού τουρισμού/ αναψυχής/ περιπέτειας τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί, δεδομένου ότι όλο και ευρύτερο κοινό προσελκύεται σε έναν πιο

ενδιαφέροντα τρόπο ζωής και αξιοποίησης του ελεύθερου χρόνου του (Χουρδάκης 2013). Τουρισμός, σύμφωνα με τους Standeven και De Knop (1999) ορίζεται η προσωρινή μετακίνηση ανθρώπων πέρα από τον μόνιμο τόπο διαμονής τους, η οποία συνεπάγεται εμπειρίες διαφορετικές από τις καθημερινές. Η αναψυχή δε, ως γενικός όρος, καλύπτει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων με κύριο χαρακτηριστικό την εθελοντική συμμετοχή των ανθρώπων (Clawson 1975). Οι δε δραστηριότητες κινητικής αναψυχής, η οποία συνδυάζεται με την κίνηση και την ευρωστία του σώματος, πραγματοποιούνται με οργανωμένο ή ελεύθερο τρόπο, σε αγωνιστική ή μη αγωνιστική μορφή (Χατζημανουήλ κ.α. 2010). Ειδικότερα κατά την έξοδο από την εποχή της πανδημίας COVID-19, η ζήτηση για τέτοιου είδους δραστηριότητες αυξήθηκε σημαντικά (Μίαο κ.α. 2022).

Τα ως άνω αναφερόμενα δεν πρέπει δε να συγχέονται με την άσκηση δασικής αναψυχής εντός οργανωμένων χώρων (χώροι διήμερευσης και υπαίθριας δασικής αναψυχής - Χ.Δ.Α.) σε εκτάσεις που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, η ανάπτυξη των οποίων διέπεται από τις σχετικές περί ειδικών δασοτεχνικών έργων διατάξεις του άρθρου 16 του Ν.998/1979, ως σήμερα ισχύει. Η δασική αναψυχή άλλωστε διαφοροποιείται σε σχέση με άλλες μορφές υπαίθριας αναψυχής, κυρίως από το γεγονός ότι οι ανάγκες που ικανοποιούνται μέσω αυτής συνδέονται ιδίως με την απόλαυση του φυσικού περιβάλλοντος και του τοπίου του δάσους και όχι απλά με την ικανοποίηση από τη συμμετοχή σε υπαίθριες δραστηριότητες, που μπορεί άλλωστε να επιδιώξει κανείς και σε άλλου είδους υπαίθριους χώρους (Κασιούμης 2010).

Υλικά και Μέθοδοι

Η παρούσα εργασία αυτονοήτως και ευνόητα, εκ των πραγμάτων, αφορά την ανασκόπηση και παράθεση της κείμενης νομοθεσίας που διέπει τα κρίσιμα ζητήματα. Αναλυτικότερα δε, αναφέρονται τα ακόλουθα, ως προέκυψαν από αναζήτηση σε ηλεκτρονικές τράπεζες νομικών πληροφοριών και φύλλα Εφημερίδας της Κυβερνήσεως-Εθνικό Τυπογραφείο.

Αναλυτικότερα, σε ό,τι αφορά στο συγκεκριμένο ζήτημα, το οποίο και απασχολεί περιοδικά τόσο τις Δασικές Υπηρεσίες, όσο και άλλες Υπηρεσίες στην περιοχή ευθύνης και αρμοδιότητας των οποίων σχεδιάζεται η πραγματοποίησή των υπόψη δραστηριοτήτων (π.χ. αρχές τοπικής αυτοδιοίκησης, υπηρεσίες Υπουργείου Τουρισμού, αστυνομικές αρχές, φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών, ΕΚΑΒ κ.α.) πρέπει αρχικώς να κατανοηθεί το υποβληθέν αίτημα του αιτούντος φορέα και να κατηγοριοποιηθεί αναλόγως της κατηγορίας στην οποία ανήκει (εκ των δύο ως άνω περιπτώσεων), προς ανάλογη αντιμετώπιση. Η Διεύθυνση Δασών Θεσσαλονίκης/ Επιθεώρησης Εφαρμογής Δασικής Πολιτικής Μακεδονίας – Θράκης/ Γενικής Γραμματείας Δασών του ΥΠΕΝ έχει εκδώσει ως οδηγίες προς τα Δασαρχεία περιοχής ευθύνης της (Θεσσαλονίκης, Λαγκαδά και Σταυρού), το με αριθ. 210924/20-9-2021 έγγραφο της με θέμα «*Διοργάνωση πάσης φύσεως δραστηριοτήτων ερασιτεχνικού και επαγγελματικού αθλητισμού σε εκτάσεις που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας*» και το με αριθ. 288663/26-11-2021 με θέμα «*Σχετικά με διοργάνωση δραστηριοτήτων αθλητικού τουρισμού σε εκτάσεις που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας*» προς αποσαφήνιση του όλου θέματος κατά την εκτέλεση των καθηκόντων των δασικών υπαλλήλων των υπηρεσιών αρμοδιότητάς της.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Αγωνιστικός Αθλητισμός

Οι δραστηριότητες αγωνιστικού αθλητισμού, ήτοι οι αγώνες στους οποίους συμμετέχουν επίσημοι αθλητές συλλόγων και ανεξάρτητοι, έχουν πάντα αγωνιστικό χαρακτήρα, ενώ σύμφωνα με τα διαλαμβανόμενα στο με αριθμό 648/7-2-2019 έγγραφο του Συνδέσμου Ελληνικών Γυμναστικών Αθλητικών Σωματείων (ΣΕΓΑΣ), στη περίπτωση αυτή: «*..β. Είναι σαφές πως αυτοί οι αγώνες δεν υπάγονται στις σχετικές διατάξεις των άρθρων 4 έως 10 του Ν.4582/2018 του Υπουργείου Τουρισμού περί αθλητισμού αναψυχής, δεδομένου ότι «ΕΝΤΑΣΣΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ».*

Παράλληλα θα πρέπει να υπάρχουν εγγυήσεις για την πιστοποίηση της διαδρομής ενός αγώνα όσον αφορά την ακριβή απόσταση, αλλά και το ποσοστό της καταφέρειας και η δομή της διαδρομής (point to point) να μην υπερβαίνουν τα όρια του κανονισμού, γιατί οι επιδόσεις (χρόνοι) που επιτυγχάνουν οι δρομείς, ειδικά στον Μαραθώνιο, Ημιμαραθώνιο και 10χλμ., που αποτελούν επίσημα αγωνίσματα Ολυμπιακών αγώνων και Διεθνών Πρωταθλημάτων, πρέπει να επιτυγχάνονται σε πιστοποιημένη διαδρομή.» ... «Ο ΣΕΓΑΣ είναι η μοναδική διοργανώτρια Αρχή που έχει

καθιερώσει και ενημερώνει διαρκώς πρωτόκολλα καταλληλότητας και ασφάλειας των δρομέων και γενικά της διοργάνωσης αγώνων σε δημόσιο δρόμο και βουνό ή αγώνων περιπέτειας, η τήρηση των οποίων από τους διοργανωτές (φορείς της Αυτοδιοίκησης κ.τ.λ.) αποτελεί προϋπόθεση για να δώσει την έγκρισή του.»

Σύμφωνα με τα διαλαμβανόμενα στην παρ.4 του άρθρου 56Δ του Ν. 2725/1999 (ΦΕΚ 121Α'), ως σήμερα ισχύει «Για τη διοργάνωση οποιασδήποτε αναμέτρησης αθλητών ή ομάδων αθλητών αθλήματος ή αγωνίσματος που καλλιεργείται από εθνική αθλητική ομοσπονδία με ειδική αθλητική αναγνώριση, και συμπεριλαμβάνεται στο επίσημο αγωνιστικό πρόγραμμα της οικείας εθνικής ή παγκόσμιας ομοσπονδίας, συμπεριλαμβανομένου του κλασικού μαραθωνίου και του ημιμαραθωνίου, απαιτείται η προγενέστερη έγκριση της οικείας ομοσπονδίας, ακόμη και αν η αναμέτρηση αυτή δεν εμπίπτει στον ορισμό της παρ. 1. Ειδικά οι αθλητικές συναντήσεις δρομικών αθλητικών δραστηριοτήτων και αντισφαίρισης, οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στο επίσημο αγωνιστικό πρόγραμμα της οικείας εθνικής ή παγκόσμιας ομοσπονδίας, δύνανται να διοργανώνονται και από μη αθλητικούς φορείς, ιδίως, οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης οποιουδήποτε βαθμού, δημόσιους οργανισμούς, νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, σωματεία του άρθρου 78 του Αστικού Κώδικα και ενώσεις προσώπων κερδοσκοπικού ή μη χαρακτήρα, χωρίς να απαιτείται η προγενέστερη έγκριση και βεβαίωση για την καταλληλότητα και ασφάλεια του χώρου της οικείας ομοσπονδίας. Αν η αθλητική συνάντηση του δευτέρου εδαφίου διεξάγεται αποκλειστικά εντός των διοικητικών ορίων Δήμου, η άδεια διεξαγωγής αθλητικής συνάντησης χορηγείται, κατά παρέκκλιση της παρ. 3, από το αρμόδιο όργανο για τα θέματα αθλητισμού του οικείου Δήμου.» (υπογράμμιση δική μας).

Η Άδεια διεξαγωγής πάσης φύσεως δραστηριοτήτων ερασιτεχνικού και επαγγελματικού αθλητισμού εκφεύγει των αρμοδιοτήτων της Δασικής Υπηρεσίας και χορηγείται από τον προϊστάμενο της αρμόδιας, για τα θέματα Αθλητισμού, Υπηρεσίας της οικείας Περιφέρειας κατά τα διαλαμβανόμενα στα άρθρα 56Α, 56Β, 56Δ (περί άδειας διεξαγωγής αθλητικών συναντήσεων) του Ν. 2725/1999 (ΦΕΚ 121Α'), ως σήμερα ισχύουν, καθώς και κατά τα οριζόμενα στις με αριθμό ΥΠΠΟΑ/ΓΔΥΑ/ΔΤΥ/ΤΠΑΑΕ/408113/21902/2725/603/04-10-2017 ΚΥΑ (ΦΕΚ 3568Β') και ΥΠΠΟΑ/ΓΔΥΑ/ΔΤΥ/ΤΠΑΑΕ/558576/27822/3786/867/29-12-2017 Εγκύκλιος 2. (ΑΔΑ: ΩΡΙ44653Π4-PNX)

Κατά τα οριζόμενα στο άρθ.1 παρ.1 της ως άνω ΚΥΑ, τα αθλήματα αυτά διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- ομαδικά αθλήματα, όπως ποδόσφαιρο, καλαθοσφαίριση, πετοσφαίριση, υδατοσφαίριση κ.λπ.
- ατομικά αθλήματα, όπως αντισφαίριση, γυμναστική, πάλη, τζούντο, άρση βαρών κ.λπ.
- στατικά αθλήματα, τα οποία εμπεριέχουν εμμέσως ή σε μικρότερο βαθμό την έννοια της σωματικής άσκησης, όπως μπόουλινγκ, μπιλιάρδο, γκολφ, σκοποβολή κ.λπ.
- μηχανοκίνητα αθλήματα, όπως αυτοκίνητο, φόρμουλα, καρτ, δίκυκλο κ.λπ.
- πνευματικά αθλήματα, το σκάκι και το μπριτζ
- αθλήματα σε φυσικό περιβάλλον, όπως χιονοδρομία, ορειβασία, ποδηλασία βουνού, κωπηλασία, ιστιοπλοΐα, αεραθλητισμός κ.λπ..

Σχετικά τυγχάνουν επίσης και τα με αριθμό 648/07-02-2019 και 3040/27-06-2019 έγγραφα του ΣΕΓΑΣ περί «Άδειας διεξαγωγής αθλητικής συνάντησης». Επιπροσθέτως, βάσει της ΥΠΠΟΑ/ΓΔΥΑ/ΔΤΥ/ ΤΠΑΑΕ/558576/27822/3786/ 867/29-12-2017 (ΑΔΑ: ΩΡΙ44653Π4-PNX) Διαταγής του ΥΠΠΟΑ περί κατηγοριοποίησης και αδειοδότησης των αθλητικών εγκαταστάσεων – Ν.4479/2017 (ΦΕΚ 94Α') «Τροποποιήσεις του ν.2725/1999 (ΦΕΚ 121Α') και άλλες διατάξεις», καθορίζονται οι πάσης φύσεως λεπτομέρειες εφαρμογής των σχετικών με το θέμα διατάξεων.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με τα διαλαμβανόμενα στο άρθ. 56Β, παρ.2 ε (Για την ομάδα Ζ2), του Ν.2725/1999, ως σήμερα ισχύει, απαιτούνται μεταξύ άλλων και «..., γγ) σύμφωνη γνώμη για τη διενέργεια της δραστηριότητας από τον φορέα ή την υπηρεσία που διαχειρίζεται ή εποπτεύει τον χώρο, όπως λιμενική αρχή, αστυνομία, υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας και δασαρχείο,...» (υπογράμμιση δική μας).

Σε περίπτωση που εκφραστεί σύμφωνη γνώμη της Δασικής Υπηρεσίας, οφείλουν θα τεθούν από το οικείο Δασαρχείο όροι, περιορισμοί και ανάλογες προϋποθέσεις προς τέλεση των δραστηριοτήτων και σε περίπτωση μη τήρησης των διαλαμβανόμενων σε ό,τι άπτεται του πεδίου άσκησης των αρμοδιοτήτων της, η Δασική Υπηρεσία οφείλει να πράξει το σύνολο των

προβλεπομένων, εκ της ισχύουσας δασικής και εν γένει περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ποινικών και δικονομικών κειμένων διατάξεων.

- Αγώνες ορεινού τρεξίματος

Η διεξαγωγή αγώνων ορεινού τρεξίματος επιτρέπεται σύμφωνα με τις διατάξεις της Δασικής Νομοθεσίας σε εκτάσεις που προστατεύονται από αυτή (σχετική η με αριθμό 159205/1845/21-07-2017 Διαταγή του ΥΠΕΝ, ΑΔΑ:6ΔΗΨ4653Π8-BP3 με θέμα «Αγώνες ορεινού τρεξίματος και παρεμφερείς μαζικές δραστηριότητες σε δασικές προστατευόμενες και μη περιοχές»). Κατά τα οριζόμενα της ανωτέρω σχετικής Εγκυκλίου, μεταξύ άλλων, αυτολεξεί ορίζεται και ότι:

«... Η διοίκηση, διαχείριση και προστασία των δασών και δασικών εκτάσεων είναι αρμοδιότητα και ευθύνη των περιφερειακών δασικών υπηρεσιών οι οποίες στο πλαίσιο αυτό οφείλουν να ελέγχουν και να εποπτεύουν κάθε δραστηριότητα που διεξάγεται ή αναπτύσσεται εκεί, ιδίως όταν αυτή η περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως Εθνικός Δρυμός ή υπάγεται σε κάποιο άλλο καθεστώς προστατευτικού χαρακτήρα. ...Για τους ανωτέρω λόγους θα πρέπει πριν οποιασδήποτε δραστηριότητα να υποβάλλεται αίτημα από τον ενδιαφερόμενο φορέα στην αρμόδια δασική υπηρεσία, προκειμένου αυτή να ενημερώνεται, να ελέγχει τους προαναφερόμενους όρους διεξαγωγής και να εγκρίνει την υλοποίηση της εκδήλωσης (κατόπιν ή άνευ σχετικής γνωμοδότησης του Φ.Δ. {σ.σ. Φορέα Διαχείρισης}). Για να είναι δυνατή η έγκαιρη εξέταση κάθε αιτήματος, κρίνεται απαραίτητο η υποβολή αυτού να γίνεται τουλάχιστον ένα μήνα πριν τον προγραμματισμό πραγματοποίησης της εκάστοτε δραστηριότητας. Με την απόφαση της αρμόδιας δασικής υπηρεσίας θα καθορίζονται όλες οι απαραίτητες λεπτομέρειες για την οργάνωση της δραστηριότητας από τους εμπλεκόμενους φορείς και θα τίθενται οι απαραίτητοι όροι, προϋποθέσεις και περιορισμοί για την προστασία του δασικού οικοσυστήματος αλλά και όροι για την ασφαλή διεξαγωγή της δραστηριότητας. Με αυτό τον τρόπο θα καθίσταται πιο δεσμευτική και η απόδοση ευθυνών ή κυρώσεων σε περίπτωση που δεν τηρούνται τα προβλεπόμενα. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει κατά την τέλεση τέτοιων δραστηριοτήτων να γίνεται παρουσία της Δασικής Υπηρεσίας και του Φ.Δ (εφόσον υπάρχει) για τον έλεγχο τήρησης των ανωτέρω. ...».

Στο δασικό περιβάλλον οι αγώνες αυτοί συγκεντρώνουν πλήθος ανθρώπων, αθλητών, θεατών, εθελοντών κ.α. που κάνουν αλόγιστη χρήση των υφιστάμενων υποδομών προκαλώντας κατά τα αναφερόμενα στην ως άνω Διαταγή «επιβάρυνση στη βλάστηση, διαφοροποιώντας τη σύνθεσή της, προκαλώντας συμπίεση του εδάφους, αύξηση της διάβρωσης και όχληση της πανίδας. Πέραν των ανωτέρω, η μαζική πρόσβαση και ο συνωστισμός σε τέτοια περιβάλλοντα, όπως αυτά των ορεινών όγκων της χώρας, εγκυμονούν κινδύνους ασφάλειας για τον κόσμο. Δεδομένου ότι για τη διεξαγωγή τέτοιων δραστηριοτήτων απαιτείται σχεδιασμός και οργάνωση καθώς και διάφορες μικροεπεμβάσεις/ενέργειες όπως ειδική σήμανση αγωνιστικής διαδρομής, συντήρηση των μονοπατιών που θα χρησιμοποιηθούν, καθορισμός θέσεων στάθμευσης οχημάτων και σταθμών πρώτων βοηθειών, θέσεων συγκέντρωσης σκουπιδιών κ.λπ., πρέπει όλες αυτές οι μικροεπεμβάσεις/ενέργειες να καθορίζονται εκ των προτέρων, να τίθενται υπόψη και να εγκρίνονται με απόφαση της οικείας Δασικής Υπηρεσίας»

Τέλος, σύμφωνα με τα διαλαμβανόμενα στο άρθρο αρ. 57 παρ.1α) του Ν.998/1979, ως σήμερα ισχύει, αυτολεξεί αναφέρεται ότι: «1. Στις δημόσιες εκτάσεις των περ. α' και β' της παρ. 5 του άρθρου 3 και ελλείψει αυτών στις δασικές εκτάσεις των περ. γ' και ε' της παρ. 1 και των περ. β', γ', στ' και ζ' της παρ. 2 του άρθρου 4, επιτρέπεται η επέμβαση για την κατασκευή: α) αθλητικών εγκαταστάσεων, ...» κατόπιν χορήγησης αρμοδίως έγκρισης επέμβασης της δασικής αρχής, λαμβάνοντας υπόψη τα οριζόμενα στο άρθρο 45 του ως άνω Νόμου και στην ΥΑ 115973/6088/27-10-2014 (ΦΕΚ 2961Β').

- Αγώνες μηχανοκίνητου αθλητισμού (τύπου motocross) και ποδηλάτου (mountainbike)

Κατά τα οριζόμενα στο άρθρο 57, παρ.2 του Ν.998/1979, ως σήμερα ισχύει, αναφέρεται αυτολεξεί ότι «Επιτρέπεται η χάραξη διαδρομών σε δημόσιες εκτάσεις των περιπτώσεων α' και β' της παραγράφου 5 του άρθρου 3 του παρόντος νόμου, στα δάση και τις δασικές εκτάσεις των κατηγοριών δ' και ε' της παραγράφου 1 και β', γ', στ' και ζ' της παραγράφου 2 του άρθρου 4 του παρόντος νόμου για τη διεξαγωγή αγώνων μηχανοκίνητου αθλητισμού (τύπου motocross) και ποδηλάτου (mountainbike) μετά την έγκριση από τη Γενική Γραμματεία Αθλητισμού τεχνικής έκθεσης σχετικά με τη συγκεκριμένη δραστηριότητα, το χρονοδιάγραμμα άσκησής της και διάγραμμα

των τεχνικών στοιχείων των διαδρομών. Δικαιούχος της επέμβασης είναι σύλλογος ή φορέας που βάσει του καταστατικού του έχει το δικαίωμα να διοργανώνει τους αγώνες του πρώτου εδαφίου του παρόντος. Ο δικαιούχος χρησιμοποιεί την έκταση μόνο για τη διεξαγωγή του αγώνα, το δε υπόλοιπο χρονικό διάστημα τη διαχειρίζεται η δασική υπηρεσία ως μέρος του οικείου δασικού οικοσυστήματος. Η χάραξη της διαδρομής πραγματοποιείται χωρίς να καταστραφεί δασική βλάστηση, στην περίπτωση δε που αυτό κριθεί αναγκαίο, εφαρμόζεται η διάταξη της παραγράφου 2 του άρθρου 45. Αντάλλαγμα χρήσης δεν καταβάλλεται.». Και στην περίπτωση αυτή χορηγείται αρμοδίως έγκριση επέμβασης της δασικής αρχής, λαμβάνοντας υπόψη τα οριζόμενα στο άρθρο 45 του ως άνω Νόμου και στην ΥΑ 115973/6088/27-10-2014 (ΦΕΚ 2961Β').

Σε αντίθετη περίπτωση, όπου δεν απαιτείται χάραξη νέων διαδρομών, η Δασική Υπηρεσία δεν εκδίδει έγκριση επέμβασης, παρά μόνο σύμφωνη ή μη, γνώμη, υπό τον όρο ότι θα τηρηθούν τα οριζόμενα των άρθρ. 80, 268 του Ν.Δ. 86/1969 «Δασικός Κώδικας» (ΦΕΚ 7Α'), όπως ισχύει σήμερα, του άρθρ. 13 παρ. 4α και 4β του Ν. 3937/2011 (ΦΕΚ 60Α'), των άρθρ. 19, 23, 36, 45, 57 παρ. 2, 68 & 69 του Ν. 998/1979 όπως ισχύουν, και σύμφωνα με τα οριζόμενα στην υπ' αριθ. 159205/1845/21-7-2017, ΑΔΑ:6ΔΗΨ4653Π8-ΒΡ3 Διαταγή του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας και υπό όρους και προϋποθέσεις. Τα ως άνω αναφερόμενα ισχύουν και στην περίπτωση αγώνων μηχανοκίνητου αθλητισμού αυτοκινήτων (ράλι) σε δασικές οδούς που διαχειρίζονται και εποπτεύονται από τη Δασική Υπηρεσία.

Το δε γενικό πλαίσιο εξέτασης του όλου ζητήματος από τις Δασικές Υπηρεσίες, εξειδικεύεται αναλόγως της κατά περίπτωση εφαρμογής (π.χ. περιορισμοί Δασικών Απαγορεύσεων Βοσκής ΔΑΔ, όρια Καταφυγίων Άγριας Ζωής - ΚΑΖ, προστατευόμενη περιοχή, κυνηγετική περίοδος κ.λπ.) και δέον όπως πάντοτε ζητείται σχετικός χάρτης της περιοχής όπου σχεδιάζεται η πραγματοποίηση της διοργάνωσης με συντεταγμένες στο σύστημα ΕΓΣΑ87.

Ενδεικτικά δύνανται στην έγκριση της Δασικής Υπηρεσίας να τεθούν όροι και προϋποθέσεις που αφορούν στα εξής:

1. στα απαραίτητα μέτρα για την ασφάλεια των συμμετεχόντων, των διοργανωτών κατά τη διάρκεια της διοργάνωσης και στον περιορισμό της κίνησης των συμμετεχόντων και των διοργανωτών αποκλειστικά στη διαδρομή που έχει καθοριστεί. Στην περίπτωση αγώνων μηχανοκίνητου αθλητισμού αυτοκινήτων (ράλι) χωρίς τη δημιουργία παρακάμψεων ή τη χρήση άλλων δασικών δρόμων.
2. στη σήμανση της αγωνιστικής διαδρομής ή άλλες υλικές παρεμβάσεις για την εξυπηρέτηση της σκοπούμενης δραστηριότητας, αποκλειστικά ως προσωρινού χαρακτήρα. Η επίδειξη ή τοποθέτηση οποιωνδήποτε πινακίδων και σημάτων (για διαφημιστικούς κυρίως λόγους), θα γίνει μόνο μετά από την σύμφωνη γνώμη των αρμοδίων δασικών αρχών.
3. στην υποχρέωση οι διοργανωτές α. να επαναφέρουν στην πρότερη κατάσταση την έκταση ή το δασικό δρόμο σε εύλογο χρονικό διάστημα, β. μετά το πέρας του αγώνα να απομακρύνουν τυχόν ενημερωτικές πινακίδες ή ταινίες που θα έχουν τοποθετηθεί (δεν επιτρέπεται μόνιμη σήμανση με σπρέι κ.λπ.) και γ. να αποκαταστήσουν άμεσα τυχόν ζημιές που θα προκληθούν στην έκταση ή στο κατάστρωμα του δασικού δρόμου ή σε τεχνικά αυτού.
4. στην υποχρέωση των διοργανωτών όπως ενημερώσουν τις λοιπές εμπλεκόμενες υπηρεσίες (π.χ. Αστυνομία, Πυροσβεστική Υπηρεσία, Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας) και να λάβουν όλα τα αναγκαία μέτρα για τη διέλευση οχημάτων έκτακτης ανάγκης, εξυπηρέτησης της ασφάλειας των πολιτών και του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής καθώς και για την έγκαιρη και με κάθε πρόσφορο μέσο ενημέρωση τρίτων επισκεπτών της περιοχής για την διεξαγωγή του αγώνα στις συγκεκριμένες περιοχές και στη συγκεκριμένη ημερομηνία, ίσως χρονικό διάστημα.
5. στο μη επιτρεπτό:
 - α. της κίνησης μηχανοκίνητων οχημάτων εκτός οδικού δικτύου σε οικολογικά ευαίσθητες εκτάσεις, όπως ενδεικτικά, υδατορέματα, δασικές και χορτολιβαδικές εκτάσεις, μονοπάτια (κατά τα κατά τα οριζόμενα στην ΥΑ 151344/165/2017, ΦΕΚ 206Β', ως σήμερα ισχύει) κ.λπ., καθώς και η μέσω της κίνησης μηχανοκίνητων οχημάτων αυτόβουλη δημιουργία νέων ή επέκταση υφιστάμενων δασικών δρόμων,
 - β. του ανάμματος ή διατήρησης φωτιάς για οποιοδήποτε σκοπό στην ύπαιθρο και εντός δασών ή δασικών εκτάσεων, καθώς και της απόρριψης αναμμένων τσιγάρων και σπύρτων ή της κατασκήνωσης (πλην των οριζόμενων στο άρθρο 50 του Ν.998/1979, ως ισχύει).

γ. της φθοράς δασικής βλάστησης, καταστροφής ή μετακίνησης πινακίδων, καταστροφής ή φθοράς γεωλογικών σχηματισμών, δασοτεχνικών έργων κλπ, καθώς και της εγκατάλειψης εύφλεκτων υλικών ή άχρηστων ειδών ή απορριμμάτων εντός των εκτάσεων υπαγόμενων στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας.

δ. της ενόχλησης τρίτων επισκεπτών της περιοχής, καθώς και της όχλησης ή τραυματισμού ειδών της άγριας πανίδας, με χρήση μεγαφώνων, κραυγών ή άλλων μέσων παραγωγής κρότου ή θορύβου.

ε. της πρόκλησης καθ' οποιονδήποτε τρόπο, υποβάθμισης ή δυσανάλογης επιβάρυνσης του φυσικού περιβάλλοντος.

στ. της πώλησης τροφίμων ή άλλων αντικειμένων καθώς και η καθ' οποιονδήποτε τρόπο έκθεση αυτών.

6. στην ευθύνη για οποιαδήποτε βλάβη ή ζημιά τρίτου, συμπεριλαμβανομένου και του δημοσίου, με υπαιτιότητα των διοργανωτών, είτε κατά τις εργασίες προετοιμασίας και αποκατάστασης είτε κατά και αμέσως μετά τη διεξαγωγή του αγώνα, η οποία βαρύνει αποκλειστικά τους υπεύθυνους της διοργάνωσης, ενώ η Δασική Υπηρεσία ουδεμία ευθύνη φέρει σε περίπτωση ατυχήματος.

Η μη τήρηση των ως άνω όρων δύναται να επισύρει, ανάλογα με την περίπτωση, τις κυρώσεις των διατάξεων της δασικής νομοθεσίας. Η σύμφωνη γνώμη της δασικής αρχής δεν υποκαθιστά τυχόν άλλες εγκρίσεις ή άδειες που απαιτούνται, από άλλες Υπηρεσίες, για τις εν λόγω διοργανώσεις (σχετ. το αριθμ. 11109/4-9-2020 έγγραφο του Δασαρχείου Πολυγύρου Π.Ε. Χαλκιδικής και το 194418/6-9-2021 έγγραφο Δ/νσης Δασών Π.Ε. Θεσσαλονίκης).

Καταληκτικώς, η απόφαση της Δασικής αρχής αναρτάται στο σύστημα «ΔΙΑΥΓΕΙΑ» κατά τα προβλεπόμενα του Ν. 3861/2010, ως ισχύει (ΦΕΚ 112Α') «Ενίσχυση της διαφάνειας με την υποχρεωτική ανάρτηση νόμων και πράξεων των κυβερνητικών, διοικητικών και αυτοδιοικητικών οργάνων στο διαδίκτυο «Πρόγραμμα Διαύγεια» και άλλες διατάξεις» ως σήμερα ισχύει.

Δραστηριότητες αθλητικού τουρισμού/ αναψυχής /περιπέτειας

Σχετικά με τη διοργάνωση δραστηριοτήτων αθλητικού τουρισμού (και ειδικότερα υπαίθριων δραστηριοτήτων αθλητικής αναψυχής – περιπέτειας), όπως αυτές ορίζονται στην παρ.1 και παρ.2β αα) του άρθρου 6 του Ν.4582/2018 «Θεματικός τουρισμός – Ειδικές μορφές τουρισμού – Ρυθμίσεις για τον εκσυγχρονισμό του θεσμικού πλαισίου στον τομέα του τουρισμού και της τουριστικής εκπαίδευσης – Στήριξη τουριστικής επιχειρηματικότητας και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 208 Α'), ως σήμερα ισχύει, ήτοι:

«1. Αθλητικός τουρισμός είναι η μορφή τουρισμού, η οποία πραγματοποιείται με ενεργητική ή παθητική συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες αναψυχής που οι επισκέπτες- τουρίστες επιλέγουν στον τουριστικό προορισμό των διακοπών τους, με στόχο την ψυχαγωγία και τη βελτίωση της υγείας, της φυσικής κατάστασης και της ευεξίας τους και περιλαμβάνει: α) την ενεργητική αθλητική δραστηριότητα αναψυχής, ατομικά ή σε ομάδα, β) την προσωπική εξέλιξη ή βελτίωση της δεξιοτήτας και την εκμάθηση των κανόνων για την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων αναψυχής ατομικά ή σε ομάδα, γ) την παθητική παρακολούθηση, ως θεατής ή υποστηρικτής μιας ομάδας, ενός αθλήματος ή μίας αθλητικής διοργάνωσης, δ) την επίσκεψη σε τοποθεσίες και μέρη που σχετίζονται με την ιστορία, την πολιτιστική κληρονομιά και την κουλτούρα του αθλήματος ή ενός αθλητικού μύθου, ε) δραστηριότητες αναψυχής για άτομα με ειδικές ανάγκες και αναπηρία»

«2.β. Τουρισμός υπαίθριων δραστηριοτήτων αθλητικής αναψυχής – περιπέτειας, είναι η ειδικότερη μορφή αθλητικού τουρισμού ο οποίος απευθύνεται σε επισκέπτες – τουρίστες, οι οποίοι στο πλαίσιο των διακοπών τους επισκέπτονται έναν προορισμό για να συμμετέχουν ενεργά σε μία ή περισσότερες δραστηριότητες αθλητικής αναψυχής. Ως υπαίθριες δραστηριότητες αθλητικής αναψυχής περιπέτειας νοείται κάθε δραστηριότητα, ακραίας ή ήπιας περιπέτειας, που πραγματοποιείται άπαξ ή περιστασιακά χωρίς αγωνιστικό χαρακτήρα (υπογράμμιση δικιά μας) και έχει κύριο σκοπό την αναψυχή και ψυχαγωγία των συμμετεχόντων. Οι υπαίθριες δραστηριότητες αθλητικής αναψυχής –περιπέτειας μπορεί να αναπτύσσονται: στη θάλασσα, σε λίμνες και ποτάμια, σε ορεινές, ημιορεινές περιοχές και σε αστικές και ημιαστικές περιοχές και περιλαμβάνουν :

αα) προγράμματα υπαίθριων δραστηριοτήτων, οι οποίες διακρίνονται σε ήπιες, όπως πεζοπορία, ιππασία περιπάτου, τρέξιμο, τοξοβολία, κολύμβηση με εξοπλισμό, παιχνίδια γνωριμίας και εμπιστοσύνης (team building), σε έντονες δραστηριότητες, όπως κατάβαση με φουσκωτή βάρκα

(rafting), ποδηλασία βουνού, αναρρίχηση (climbing), κωπηλασία, κυματοδρομία, αετοσανίδα, χρωματοσφαίριση, η ενασχόληση με το σύνολο των δραστηριοτήτων αθλητικής αναψυχής που διενεργούνται κατά τη χειμερινή περίοδο, και υπό συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που πραγματοποιούνται σε ορειβατικά καταφύγια και χιονοδρομικά κέντρα (χιονοσανίδα, έλκηθρο, καταρρίχηση - κατάβαση), εξερεύνηση σπηλαίων (caving), διάσχιση φαραγγιού, τρίαθλο, αντισφαίριση, γκολφ, πετοσφαίριση επί άμμου και αυτόνομη κατάδυση, καθώς και σε δραστηριότητες αυξημένης επικινδυνότητας (extreme sports), όπως ελεύθερη πτώση (sky diving), κατάδυση από βράχο (cliff diving) και ελεγχόμενη πτώση με ελαστικό σχοινί (bungee jumping) αιωρόπτερο ή αλεξίπτωτο πλαγιάς (paragliding– parapente)».

Για τις δραστηριότητες αυτές ισχύουν τα εξής:

- αιτήματα φορέων που δεν αφορούν σε αγωνιστικό αθλητισμό, αλλά σε διοργάνωση δραστηριοτήτων αθλητικού τουρισμού (και ειδικότερα υπαίθριων δραστηριοτήτων αθλητικής αναψυχής – περιπέτειας) υπάγονται σε διαφορετικό πλαίσιο αντιμετώπισης από αυτό που αναφέρθηκε προηγουμένως για τις διοργανώσεις αγωνιστικού αθλητισμού και
- σύμφωνα με τα διαλαμβανόμενα στο άρθρο 10 του Ν.4582/2018 (ΦΕΚ 208Α'), ως σήμερα ισχύει, αυτολεξεί ορίζεται ότι: «Οι Περιφερειακές Υπηρεσίες Τουρισμού του Υπουργείου Τουρισμού αδειοδοτούν κάθε διοργάνωση αθλητικού τουρισμού, η οποία πραγματοποιείται από φυσικά ή νομικά πρόσωπα, που ασκούν επιχειρηματικά δραστηριότητες αθλητικού τουρισμού, καθώς και από ενώσεις προσώπων μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, εφόσον οι εν λόγω δραστηριότητες περιλαμβάνονται στον καταστατικό σκοπό τους, και συντρέχουν σωρευτικά οι εξής προϋποθέσεις:

α) η διοργάνωση αφορά ψυχαγωγούμενους πολίτες/ επισκέπτες-τουρίστες,

β) η διοργάνωση έχει σκοπό την αθλητική αναψυχή και δεν εντάσσεται στα πλαίσια του αγωνιστικού αθλητισμού ή Προγραμμάτων Αθλησης για Όλους (ΠΑγΟ). Η ανωτέρω διαδικασία αδειοδότησης, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά και κάθε άλλο σχετικό θέμα ρυθμίζεται με απόφαση του Υπουργού Τουρισμού». Ειδικά για τη διοργάνωση δραστηριοτήτων αθλητικού τουρισμού σε αρχαιολογικούς χώρους, ιστορικούς τόπους και μνημεία, συμπεριλαμβανομένων σπηλαίων, τυγχάνουν εφαρμογής οι διατάξεις του Ν.3028/2002 (ΦΕΚ 153Α'), και ιδίως του άρθρου 46 και των κατ' εξουσιοδότηση εκδιδόμενων πράξεων. Έχει δε θεσπιστεί νομοθετικά και η χορήγηση Ειδικού Σήματος Λειτουργίας Τουρισμού Υπαίθριων Δραστηριοτήτων Αθλητικής Αναψυχής – Περιπέτειας – Ειδικό Σήμα Αθλητικού Τουρισμού (άρθρο 7 του Ν.4582/2018).

Δεδομένου ότι μέχρι στιγμής δεν έχει εκδοθεί αρμοδίως (πλην αθλητικών, κολυμβητικών και ναυταθλητικών δραστηριοτήτων στον αιγιαλό, την παραλία, στη χερσαία ζώνη λιμένων, στην θαλάσσια ζώνη λιμένων και στον θαλάσσιο χώρο) η σχετική Υπουργική Απόφαση για τις λοιπές περιπτώσεις, όπως δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές κατά τα αναφερόμενα στη παρ.2β του άρθρου 6 του Ν.4582/2018, μέχρι της εκδόσεως της ως άνω σχετικής ΥΑ, λαμβάνεται υπόψη η με αριθμό 159205/1845/21-07-2017 διαταγή του ΥΠΕΝ (ΑΔΑ:6ΔΗΨ4653Π8-BP3), η οποία αφορά στο ορεινό τρέξιμο και σε συναφείς μαζικές δραστηριότητες σε εκτάσεις που προστατεύονται από τις διατάξεις της Δασικής Νομοθεσίας.

Η εξέταση του κατά περίπτωση αιτήματος δρομολογείται από τη Δασική Υπηρεσία κατόπιν ενδελεχούς ανάλυσης των πάσης φύσεως παραμέτρων και περιορισμών που ενδεχομένως υφίστανται και πάντα αναλόγως της κατά περίπτωση εφαρμογής με ιδιαίτερη μέριμνα σε ό,τι αφορά όρους, δεσμεύσεις, περιορισμούς και προϋποθέσεις άσκησης θήρας (π.χ. ισχύς Δασικών Απαγορευτικών Διατάξεων - ΔΑΔ, οριοθέτηση Καταφυγίων Άγριας Ζωής - ΚΑΖ ή προστατευόμενης περιοχής και εν γένει των περί θήρας διατάξεων με ιδιαίτερη έμφαση σε διανυόμενη κυνηγετική περίοδο κ.λπ. όσον αφορά στο κρίσιμο ζήτημα της ασφάλειας των συμμετεχόντων).

Δεν υφίσταται πεδίο εφαρμογής έκδοσης άδειας επέμβασης κατά τα οριζόμενα του ΣΤ' Κεφαλαίου του Ν. 998/1979 ως σήμερα ισχύει, πλην της έκδοσης αυτής για εγκαταστάσεις τουριστικού χαρακτήρα κατά το άρθρο 49 του ως άνω νόμου. Συναρτήσει των ανωτέρω και σε συνδυασμό με τα διαλαμβανόμενα της με αριθμό 159205/1845/21-07-2017 Δ/γής του ΥΠΕΝ (ΑΔΑ:6ΔΗΨ4653Π8-BP3), εκδίδεται από την κατά περίπτωση επιλαμβανόμενη περιφερειακή Δασική Υπηρεσία Απόφαση, με τιθέμενους όρους, προϋποθέσεις και περιορισμούς ως αναφέρθηκαν ανωτέρω και αναρτάται ομοίως με προηγουμένως στο σύστημα «ΔΙΑΥΓΕΙΑ» .

Abstract

The organization of competitive sports events and tourism/leisure/adventure activities has seen remarkable growth in recent years in our country. On the occasion of requests from various private entities to the Greek Forestry Service (subordinate to the General Secretariat of Forests of the Ministry of Environment and Energy) regarding the realization of either amateur and professional competitive sports events, or sports tourism/leisure activities, in areas protected by the provisions of the greek forest legislation, it was deemed necessary to understand the differences between the two above types of activities. The provisions of the Greek legislation governing the conduct of the above-mentioned events-activities are distinctly different from each other, in terms of their licensing process. The due actions of the local regional forest services are presented on a case-by-case basis, regarding other parts involved in the matter.

Βιβλιογραφία

- Clawson, M. 1975. Forests for whom and for what. Baltimore: Johns Hopkins University Press
- Κασιούμης, Κ., 2010. Η σημασία της αναψυχής και του δασοτουρισμού στη διαχείριση των δασών. Περιοδικό ΕΘΙΑΓΕ (Τεύχος 40, Απρίλιος – Ιούνιος 2010).
- Miao, L., Im, J., So, K.K.F., Cao, Y., 2022. Post-pandemic and post-traumatic tourism behavior. Ann Tour Res. 95:103410
- Standeven, J., Deknop, P., 1999. Sport tourism. Champaign, Human Kinetics.
- Χατζημανουήλ, Δ., Γλυνιά, Ε., Σμέρνου Κ., 2010. Η Σχέση Τουρισμού Αναψυχής και Σπορ. Μορφή και Δυνατότητες στην Ελληνική Πραγματικότητα. Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό τόμος 8 (1): 80 - 90.
- Χουρδάκης, Α.Ε., 2013. . Ο Αθλητικός Τουρισμός στην Ελλάδα. Πτυχιακή Διατριβή. ΤΕΙ Κρήτης

Θεματική Ενότητα: Αστικό Πράσινο

ΑΠΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Παπασπυρόπουλος, Κωνσταντίνος Γ.^{1,2}; Τζαφέρης, Στυλιανός²; Αλεξίου, Ειρήνη Χ.²;
Μπακόλα, Λελούδα²; Κούτλα, Αικατερίνη²; Γκουντούφας, Ευάγγελος²

¹Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος, Γενική Γραμματεία Δασών, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εξετάζει τις απόψεις των δασικών υπηρεσιών για το θεσμικό πλαίσιο της διαχείρισης αστικού πρασίνου, ιδιαίτερα πάρκων και αλσών, για το οποίο οι παραπάνω υπηρεσίες είναι υπεύθυνες. Συγκρίνει τη στάση τους για το τρέχον θεσμικό πλαίσιο σε σχέση με το προτεινόμενο θεσμικό πλαίσιο από το έργο Life GrIn στο οποίο συμμετέχουν διάφοροι φορείς, μεταξύ των οποίων και οι συγγραφείς εκ μέρους της Γενικής Διεύθυνσης Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος. Για τον σκοπό της έρευνας έγιναν συζητήσεις με στελέχη της Δασικής Υπηρεσίας, των Δήμων και Περιφερειών, ενώ συμπληρώθηκαν και ερωτηματολόγια από τις Δασικές Αρχές της χώρας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το τρέχον θεσμικό πλαίσιο έχει εφαρμοστεί σε μικρό βαθμό, ενώ η ενσωμάτωση της κλιματικής διάστασης σε αυτό, όπως προτείνει το Life GrIn φαίνεται επιθυμητή από τις δασικές υπηρεσίες.

Λέξεις κλειδιά: *πάρκα, άλση, κοινόχρηστοι χώροι, προσαρμογή πόλεων στην κλιματική αλλαγή, Life GrIn.*

Εισαγωγή

Η Δασική Υπηρεσία στην Ελλάδα είναι αρμόδια για τα πάρκα, άλση και τους κοινόχρηστους χώρους που έχουν χαρακτηριστικά πάρκων και αλσών και βρίσκονται εντός αστικού ιστού (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως 1979). Το Συμβούλιο της Επικρατείας έχει αναγνωρίσει την οικολογική και περιβαλλοντική σημαντικότητα των χώρων αυτών για τη βιοποικιλότητα, το φυσικό και το αστικό περιβάλλον και έχει αναθέσει στις Δασικές Υπηρεσίες να τους διαχειρίζονται σαν κανονικά δασικά οικοσυστήματα που προστατεύονται με το άρθρο 24 του Συντάγματος της Ελλάδας (Ολομέλεια ΣτΕ 677/2010).

Η νομοθεσία προβλέπει την παραχώρηση των παραπάνω χώρων σε ΟΤΑ Α΄ και Β΄ βαθμού (Δήμοι και Περιφέρειες αντίστοιχα), οι οποίοι αφού υποβάλλουν σχετική μελέτη διαχείρισης του πάρκου, άλσους ή κοινόχρηστου χώρου που τους έχει παραχωρηθεί, έχουν τη δυνατότητα να προβούν σε δασοκομικούς χειρισμούς και επιτρεπόμενες επεμβάσεις, για τη βέλτιστη λειτουργία του χώρου προς όφελος των πολιτών και επισκεπτών.

Οι μελέτες διαχείρισης συντάσσονται από γεωτεχνικό (δασολόγο ή γεωπόνο) σύμφωνα με υπουργική απόφαση που εκδόθηκε το Δεκέμβριο του 2015 και έχει τροποποιηθεί σε μικρό μέρος της το 2020. Προβλέπεται ότι εκπονούνται για χώρους οι οποίοι είναι μεγαλύτεροι του 1 ha, ενώ για μικρότερους χώρους συντάσσεται αντίστοιχα τεχνική έκθεση. Αποτελούν σχέδιο διαχείρισης του χώρου, το οποίο έχει συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα (10 έτη), και επί του οποίου καθορίζονται έργα, εργασίες και δραστηριότητες (master plan). Οι μελέτες ή οι εκθέσεις αυτές εγκρίνονται από την αρμόδια Διεύθυνση Δασών και υλοποιούνται υπό την εποπτεία της (ΥΠΕΝ 2015).

Αρμόδια για την σύνταξη και υποβολή προτάσεων νομοθετικής ρύθμισης, εν προκειμένω των πάρκων και αλσών, είναι η Διεύθυνση Προστασίας Δασών της Γενικής Διεύθυνσης Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος της Γενικής Γραμματείας Δασών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), ενώ για την εφαρμογή του οι Δασικές Υπηρεσίες της χώρας. Το αστικό πράσινο, όμως, είναι μια ευρύτερη έννοια η οποία περιλαμβάνει μεν τα πάρκα, άλση και τους κοινόχρηστους χώρους με χαρακτηριστικά πάρκων και αλσών, αλλά και άλλα στοιχεία που

συνιστούν το συνολικό πράσινο εντός του αστικού ιστού (Cameron κ.α., 2012). Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα διάφορα στοιχεία αστικού πρασίνου και αυτά για τα οποία είναι αρμόδιες οι δασικές υπηρεσίες και έχουν τη δυνατότητα να υλοποιούν τις μελέτες διαχείρισης οι μελετητές γεωτεχνικοί.

Πίνακας 1. Τύποι αστικού πρασίνου και αρμοδιότητα δασικής υπηρεσίας
Table 1. Types of urban green and forest service jurisdiction

ΤΥΠΟΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΑ ΔΑΣΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ
Μεμονωμένο δέντρο εντός σχεδίου πόλης	Όχι
Δεντροστοιχίες	Όχι
Πράσινες στέγες και κάθετοι κήποι	Όχι
Πάρκα	Ναι
Άλση	Ναι
Κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου με χαρακτηριστικά Πάρκων και Αλσών (ΚΧΠ)	Ναι
Συνολικά το αστικό πράσινο	Όχι (αρμοδιότητα μόνο στους προαναφερόμενους χώρους)

Από το 2018 και συνολικά για το αστικό πράσινο, είναι σε εξέλιξη το έργο «Προώθηση της Ενσωμάτωσης Πρασίνων Υποδομών στον Αστικό Ιστό για τη Βελτίωση της Διακυβέρνησης σε Σχέση με την Κλιματική Αλλαγή στις Πόλεις (Life GrIn)» (LIFE17GIC_GR_000029), με διάρκεια υλοποίησης έως τις 31 Μαρτίου 2024. Στο έργο, μεταξύ άλλων φορέων, συμμετέχει και η Διεύθυνση Προστασίας Δασών του ΥΠΕΝ. Βασικός σκοπός του έργου αποτελεί η ενσωμάτωση της διακυβέρνησης για το κλίμα στη διαχείριση των αστικών πρασίνων υποδομών, σε τοπικό επίπεδο, μέσα από την εγκαθίδρυση ενός ολοκληρωμένου πολιτικού πλαισίου. Το έργο προωθεί την ανάπτυξη και εφαρμογή του στρατηγικού σχεδιασμού διαχείρισης αστικού πρασίνου για την ενίσχυση της προσαρμογής των πόλεων στην κλιματική αλλαγή, βάσει των αρχών της Δασοκομίας Πόλεων, κατά το οποίο οι αστικοί χώροι πρασίνου δε θα αποτελούν μεμονωμένα και απομονωμένα σημεία, αλλά ένα ολοκληρωμένο σύνολο ζωτικής σημασίας.

Στην πραγματικότητα, δηλαδή, σε σχέση με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε παραπάνω, το Life GrIn προτείνει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση σε όλους τους χώρους αστικού πρασίνου, με ευρύτερα σχέδια διαχείρισης και όχι μεμονωμένα ανά πάρκο ή άλσος, με την ενσωμάτωση της κλιματικής διάστασης, ώστε οι πράσινες υποδομές να συμβάλλουν στην προσαρμογή των πόλεων στην κλιματική αλλαγή. Το έργο Life GrIn στο πλαίσιο των υποχρεώσεων του προγράμματος υπέβαλε πρόταση προδιαγραφών διαχείρισης συνολικά του αστικού πρασίνου στις πόλεις. Οι διαφορές του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου σε αντιδιαστολή του προτεινόμενου περιγράφονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Διαφορές τρέχοντος και προτεινόμενου από το Life GrIn θεσμικού πλαισίου για το αστικό πράσινο
Table 2. Differences between current and suggested by Life GrIn legal framework for urban green spaces

ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΡΕΧΟΝΤΟΣ ΝΟΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ LIFE GrIn
Προδιαγραφές σε επίπεδο πάρκου	Προδιαγραφές σε επίπεδο Δήμου όλου του αστικού πρασίνου
Διαχειριστικό σχέδιο σε επίπεδο πάρκου	Στρατηγικό σχέδιο σε επίπεδο Δήμου
Διαχειριστικό σχέδιο για πάρκα και άλση άνω των 10 στρ	Στρατηγικό σχέδιο για όλο το αστικό πράσινο διάρκειας 20 ετών
Τεχνική έκθεση για <10 στρ	
Διάρκεια Διαχειριστικού σχεδίου 10 έτη	
Διάρκεια τεχνικής έκθεσης 5 έτη	

Με βάση τα παραπάνω σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να καταγράψει τις απόψεις των δασικών υπηρεσιών για το πώς έχει εφαρμοστεί το τρέχον θεσμικό πλαίσιο των διαχειριστικών μελετών πάρκων και αλσών που υποχρεούνται να εκπονούν οι ΟΤΑ και να υποβάλλουν σε αυτές, καθώς και τις προτάσεις τους επί του προτεινόμενου θεσμικού πλαισίου του Life GrIn, ώστε να συγκεραστούν κι ιεραρχηθούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο και να εξαχθούν ασφαλή και ουσιαστικά συμπεράσματα για καλύτερη διαχείριση των χώρων πρασίνου, με σκοπό την προστασία της βιοποικιλότητας, αλλά και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στις πόλεις.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα διεξήχθη με δύο τρόπους: α) με συζητήσεις με στελέχη της Δασικής Υπηρεσίας και υπηρεσιών ΟΤΑ Α΄ και Β΄ βαθμού σε ημερίδες που διοργάνωσε η Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος του ΥΠΕΝ, και β) κατόπιν συντάξεως ερωτηματολογίων και αποστολής τους μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας στις κατά τόπου δασικές υπηρεσίες.

Οι συναντήσεις έγιναν στο πλαίσιο των υποχρεώσεων της Γενικής Διεύθυνσης Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος για το έργο Life GrIn σύμφωνα με τον Πίνακα 3. Σε κάθε ενημερωτική ημερίδα προσκαλούνταν στελέχη των Περιφερειών και των Δήμων (πολιτικοί και υπηρεσιακοί παράγοντες), καθώς και στελέχη των Δασικών Υπηρεσιών. Γίνονταν παρουσιάσεις για το έργο Life GrIn από όλους τους φορείς που συμμετέχουν σε αυτό και ακολουθούσε συζήτηση για το ισχύον θεσμικό πλαίσιο καθώς και επί εκείνων που έχουν προταθεί.

Πίνακας 3. Ημερολόγιο ενημερωτικών ημερίδων για το έργο Life GrIn σε έξι Περιφέρειες της χώρας
Table 3. Calendar of information workshop for the Life GrIn project in six Regions of the country

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
Πελοποννήσου	Δευτέρα 7/2/2022 (e:presence)
Νοτίου Αιγαίου	Δευτέρα 14/2/2022 (e:presence)
Δυτικής Μακεδονίας	Δευτέρα 21/2/2022 (e:presence)
Κεντρικής Μακεδονίας	Τρίτη 11/10/2022 (Θεσσαλονίκη)
Θεσσαλίας	Παρασκευή 11/11/2022 (Τρίκαλα)
Ηπείρου	Παρασκευή 25/11/2022 (Ιωάννινα)

Τα ερωτηματολόγια περιλάμβαναν καταρχάς ερωτήσεις του εν ισχύ θεσμικού πλαισίου, ήτοι των περιπτώσεων εφαρμογής της υπουργικής απόφασης συναρτήσει της εκπόνησης διαχειριστικών μελετών, για το αν έχει εφαρμοστεί η υπουργική απόφαση με την πρόβλεψη των διαχειριστικών μελετών, τον αριθμό των μελετών που έχουν υποβληθεί στη δασική αρχή, καθώς και τους λόγους για τους οποίους δεν έχει εφαρμοστεί το θεσμικό πλαίσιο. Στη συνέχεια ζητούνταν οι απόψεις των υπηρεσιών για την προτεινόμενη από το Life GrIn ενσωμάτωση της κλιματικής διάστασης συναρτώμενη των προτάσεων του έργου σε ένα δυναμικά πιθανό νέο θεσμικό πλαίσιο.

Οι ερωτήσεις ήταν κλειστού τύπου, είτε με δύο επιλογές απαντήσεων, Ναι ή Όχι, είτε με πενταβάθμια κλίμακα Likert (Διαφωνώ απόλυτα, Διαφωνώ, Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ, Συμφωνώ απόλυτα, Συμφωνώ) (Joshi κ.α. 2015). Ανοιχτού τύπου ήταν μόνο η ερώτηση για το πόσες μελέτες έχουν υποβληθεί στη Δασική αρχή, ενώ υπήρχε και ένα τελικό ανοιχτό πεδίο όπου μπορούσε η υπηρεσία να αναφέρει σχόλια για να ληφθούν υπόψη για το θέμα της διαχείρισης του αστικού πρασίνου. Αυτό οδήγησε στην ύπαρξη κυρίως κατηγορικών μεταβλητών διάταξης και μιας μόνο ποσοτικής μεταβλητής με χαρακτηριστικά μεταβλητής διάταξης (αριθμός μελετών που έχουν υποβληθεί).

Το αρχείο των απαντήσεων εισήχθη στο στατιστικό πακέτο SPSS 27.0 (George & Mallery 2022). Έγινε έλεγχος αξιοπιστίας των απαντήσεων με το στατιστικό Cronbach's alpha. Χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικά στατιστικά, όπως συχνότητες, και έλεγχοι των σχέσεων των κατηγορικών μεταβλητών μεταξύ τους (πίνακες συνάφειας, χ^2 , Goodman and Kruskal's gamma). Οι αναλύσεις έγιναν σε επίπεδο σημαντικότητας $p=5\%$.

Αποτελέσματα

Στις έξι ημερίδες συμμετείχαν συνολικά 438 άτομα, με μεγαλύτερη προσέλευση να συναντάται στις ημερίδες που η συμμετοχή ήταν διά ζώσης. Κοινή συνισταμένη όλων των συμμετεχόντων στις έξι ημερίδες ήταν ότι το τρέχον θεσμικό πλαίσιο δεν έχει εφαρμοστεί πολύ και ότι χρειάζεται καλύτερη συνεργασία μεταξύ των δήμων και των δασικών υπηρεσιών. Διαπιστώθηκε ότι είναι αρκετοί οι φορείς που ενδιαφέρονται για τα θέματα αστικού πρασίνου, ενώ οι υπηρεσίες των περιφερειών ανέφεραν ότι θεσμικά δεν έχουν κάποια αρμοδιότητα, αν και παραχώρηση της διαχείρισης πάρκου ή άλσους μπορεί να γίνει από τη δασική υπηρεσία σε κάποια περιφέρεια. Ωστόσο, στην παρούσα στιγμή δεν προέκυψε κάτι τέτοιο, τουλάχιστον στις έξι περιφέρειες που έλαβαν χώρα οι ημερίδες.

Προέκυψαν περιπτώσεις δασικών υπηρεσιών που ζήτησαν μεγαλύτερη ενημέρωση για τα θέματα αστικού πρασίνου από τους φορείς του έργου Life GrIn. Όσον αφορά το τελευταίο, στο 100% των ημερίδων κρίθηκε ότι είναι πολύ σημαντική η συνεισφορά του στα θέματα των χώρων πρασίνου στις πόλεις. Πολλές υπηρεσίες των δήμων, τέλος, έθεσαν ως θέμα την ασφάλεια των

πολιτών σε σχέση με τα γηραιά δέντρα και τις ευθύνες που έχουν πολλές φορές οι υπηρεσιακοί παράγοντες, οι οποίοι πρέπει να είναι αρκετά αυστηροί στη διατήρηση των δέντρων για να μην προκληθεί κάποιο ατύχημα.

Συνολικά συμπληρώθηκαν 30 ερωτηματολόγια επί συνόλου 103 δασικών αρχών της χώρας, που αποτελεί μια καλή ένδειξη ότι τα αποτελέσματα είναι αντιπροσωπευτικά του πληθυσμού της έρευνας. Από τις 30 υπηρεσίες στις 22 περιπτώσεις απάντησε η/ο Προϊσταμένη/ος της Δασικής αρχής, σε 3 περιπτώσεις Τμηματάρχες και σε 5 περιπτώσεις υπάλληλοι. Ο έλεγχος αξιοπιστίας Cronbach's alpha έδειξε ότι οι απαντήσεις μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστες ($\alpha=0,731$).

Το 73,3% των υπηρεσιών που απάντησαν συμφωνούν ότι υπάρχει τουλάχιστον ένα στέλεχος της υπηρεσίας που γνωρίζει το πλαίσιο εφαρμογής της Υπουργικής Απόφασης του 2015. Οι δασικές αρχές της χώρας στο 63,3% των περιπτώσεων ούτε συμφωνούν αλλά ούτε και διαφωνούν με τη διατύπωση ότι οι δήμοι της περιοχής αρμοδιότητας της υπηρεσίας τους έχουν γνώση της εκδόσεως και των υποχρεώσεων που απορρέουν από την παραπάνω ΥΑ, ενώ το 23,4% διαφωνούν με την παραπάνω άποψη, δηλαδή θεωρούν ότι οι δήμοι δεν είναι γνώστες της ΥΑ. Ανάλογες είναι και οι απαντήσεις σχετικά με τη διατύπωση ότι οι δήμοι γνωρίζουν ότι πρέπει να υποβάλλουν στη δασική αρχή μελέτη διαχείρισης ή τεχνική έκθεση σχετικά με τον χώρο πρασίνου που θέλουν να διαχειριστούν. Το 50% ούτε συμφώνησε ούτε και διαφώνησε, ενώ το 30% διαφώνησε. Σημαντικό είναι ότι από το 13,3% των υπηρεσιών που συμφώνησαν με την προηγούμενη διατύπωση, σε αυτή εδώ το ποσοστό ανέβηκε στο 30%, δηλαδή ενώ δεν γνωρίζουν αρκετά τα διαλαμβανόμενα στην ΥΑ, γνωρίζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό ότι πρέπει να υποβάλλουν μελέτες για τη διαχείριση πάρκων και αλσών. Το 53,3% συμφωνεί με τη διατύπωση ότι υπάρχει συνεργασία μεταξύ Δήμου και Δασικής αρχής για το θέμα των μελετών, ενώ ένα ποσοστό 36,7% εκφράζουν ουδέτερη άποψη, επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα στις ημερίδες ότι χρειάζεται περαιτέρω προσπάθεια για τη συνεργασία μεταξύ των δύο Αρχών.

Το 73,3% των υπηρεσιών (22) απάντησε ότι δεν έχει υποβληθεί σε αυτές καμία μελέτη διαχείρισης ή τεχνική έκθεση. Από τις υπόλοιπες 8 υπηρεσίες, εφαρμοζόμενου του πλαισίου, στις 6 έχει υποβληθεί μία μελέτη, ενώ στις άλλες δύο υπηρεσίες έχουν υποβληθεί αντίστοιχα 2 και 5 μελέτες από το 2015 έως σήμερα. Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν τα αναφερθέντα στις ημερίδες από τους παρευρισκόμενους, ότι δηλαδή το τρέχον θεσμικό πλαίσιο παραμένει σε αδράνεια.

Οι λόγοι για τους οποίους παραμένει σε αδράνεια η ΥΑ κατά την άποψη των Δασικών Αρχών που απάντησαν στην έρευνα συνοψίζονται στον Πίνακα 4.

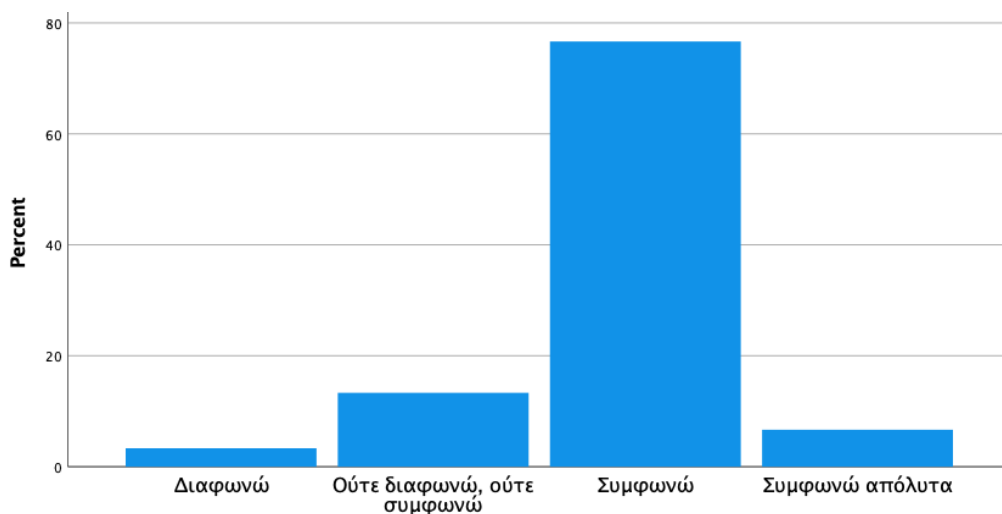
Πίνακας 4. Λόγοι μη εφαρμογής του θεσμικού πλαισίου
Table 4. Reasons for the non-implementation of the legal framework

ΛΟΓΟΣ ΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΔΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΑΡΧΩΝ
Έλλειψη ενημέρωσης των δήμων για την ΥΑ	15	50%
Έλλειψη χρηματοδότησης των δήμων για τη μελέτη	7	23,3%
Έλλειψη χρηματοδότησης των δήμων για την υλοποίηση των έργων της μελέτης	6	20%
Έλλειψη ενημέρωσης της Δασικής Αρχής	3	10%

Όπως διαπιστώνεται, οι μισές δασικές αρχές εκτιμούν ότι οι δήμοι έχουν ελλιπή ενημέρωση για την Υπουργική Απόφαση και των υποχρεώσεών τους επί αυτής. Σχεδόν σε όλες τις απαντήσεις των δασικών αρχών στις οποίες δεν εφαρμόζεται το θεσμικό πλαίσιο υπήρχε ευθύνη του δήμου για τη μη εφαρμογή. Μόλις μία υπηρεσία αναγνώρισε δική της ευθύνη, ενώ άλλη υπηρεσία θεώρησε μόνο ως δύσκολη την εφαρμογή της ΥΑ. Δύο υπηρεσίες ανέφεραν επιπλέον ότι και οι ιδιώτες γεωτεχνικοί δεν γνωρίζουν καλά πώς να κάνουν μια τέτοια μελέτη, ενώ μια υπηρεσία ανέφερε ότι για τη μη εφαρμογή φταίει και το υψηλό κόστος που χρεώνουν οι παραπάνω ιδιώτες για τη σύνταξή της.

Αν και από το 2015 έχουν υποβληθεί μελέτες μόνο σε 8 από τις 30 υπηρεσίες που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο, οι γνώμες δίστανται στην ερώτηση αν χρειάζεται κάποια νομοθετική ρύθμιση. Ακριβώς οι μισές θεωρούν πως ναι χρειάζεται και ακριβώς οι άλλες μισές πως όχι. Θέτοντας όμως τις ερωτήσεις για την κλιματική διάσταση και την ενσωμάτωσή της στο θεσμικό πλαίσιο, όπως προτείνει το Life GrIn, οι περισσότερες υπηρεσίες φάνηκε να το βλέπουν θετικά.

Συγκεκριμένα, στο Σχήμα 1 φαίνεται η κατανομή των απαντήσεων των υπηρεσιών στο ερώτημα που τους τέθηκε σχετικά με το κατά πόσο συμφωνούν ή διαφωνούν με την άποψη ότι η Υπουργική Απόφαση πρέπει να ενισχυθεί και με την κλιματική διάσταση των πάρκων και αλσών.



Η ΥΑ πρέπει να ενισχυθεί και με την κλιματική διάσταση των πάρκων και αλσών

Σχήμα 1. Συμφωνία-ασυμφωνία Δασικών Αρχών για την ενσωμάτωση της κλιματικής διάστασης στην ΥΑ
Figure 1. Agreement-disagreement of Forestry Authorities for the integration of the climate dimension in MD

Διαπιστώνεται ότι δεν υπήρξε καμία υπηρεσία που να διαφώνησε απόλυτα με την πρόταση, ενώ μόλις μία ήταν αυτή που διαφώνησε. Οι 25 στις 30 υπηρεσίες συμφώνησαν με μια τέτοια δυνητική ενσωμάτωση (83,4%), ενώ το 13,3% κράτησε ουδέτερη στάση.

Ο έλεγχος των σχέσεων δύο μεταβλητών διάταξης μεταξύ τους, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5, έδειξε ότι δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο απαντήσεων από τις υπηρεσίες για την ενσωμάτωση της κλιματικής διάστασης στην ΥΑ με βάση την απάντησή τους στο αν χρειάζεται τροποποίηση αυτή. Ο Πίνακας δείχνει ότι ενώ 15 υπηρεσίες δεν συμφωνούσαν με τροποποίηση της ΥΑ, τώρα υπάρχουν 25 υπηρεσίες που συμφωνούν με την ενσωμάτωση της κλιματικής διάστασης της ΥΑ, άρα τουλάχιστον 10 υπηρεσίες που άλλαξαν γνώμη ως προς την τροποποίηση.

Πίνακας 5. Σχέση απόψεων περί τροποποίησης ΥΑ και ενσωμάτωσης κλιματικής διάστασης
Table 5. Relation of forest authorities views about MD updating and the climate dimension enhancement

		Η ΥΑ πρέπει να ενισχυθεί και με την κλιματική διάσταση των πάρκων και αλσών				Σύνολο
		Διαφωνώ	Ούτε διαφωνώ, ούτε συμφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα	
Θεωρείτε ότι είναι απαραίτητο να υπάρξει τροποποίηση της ΥΑ για καλύτερη εφαρμογή;	Όχι	1	3	10	1	15
	Ναι	0	1	13	1	15
Σύνολο		1	4	23	2	30

Το Goodman and Kruskal's gamma test έδειξε ότι είναι τυχαίος ο τρόπος με τον οποίο απαντούν στη δεύτερη ερώτηση οι υπηρεσίες και δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο συμπεριφοράς. Έτσι η συσχέτιση των δύο μεταβλητών υπολογίστηκε σε Gamma = 0,473 (se=0,341), χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0,210 > 0,05$). Αυτό σημαίνει ότι εν επηρεάζεται η δεύτερη απάντησή τους από τον τρόπο με τον οποίο απάντησαν στην πρώτη ερώτηση.

Συμπεράσματα

Από την έρευνα, τόσο μέσω των συναντήσεων που έγιναν για το έργο Life GrIn, όσο και από την αποστολή ερωτηματολογίων, προέκυψαν σημαντικά ευρήματα, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν τη Δασική Υπηρεσία να μελετήσει πώς θα χειριστεί το θέμα της προστασίας και διαχείρισης των πάρκων, αλσών και λοιπών κοινόχρηστων χώρων με χαρακτηριστικά πάρκου ή άλσους. Τα συμπεράσματα που απορρέουν της έρευνας συνοψίζονται ως εξής:

- Μικρή ανταπόκριση από τους Δήμους, και κατ' επέκταση από τη Δασική Υπηρεσία, προκειμένου της εφαρμογής της Υπουργικής Απόφασης για τα πάρκα και άλση η οποία καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο συντάσσονται με μέριμνα των δήμων διαχειριστικές μελέτες πάρκων και αλσών, τις οποίες στη συνέχεια εγκρίνει η Δασική Υπηρεσία για να μπορεί μετέπειτα ο δήμος να πραγματοποιεί εργασίες ανάπτυξης και βελτίωσης χώρων πρασίνου (πάρκων και αλσών).
- Στο 73,3% των δασικών αρχών φαίνεται να μην έχει γίνει καμία εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου.
- Οι δασικές υπηρεσίες θεωρούν ότι είναι καλά ενήμερες για τα διαλαμβανόμενα στην Υπουργική Απόφαση περί διαχειριστικών μελετών πάρκων και αλσών.
- Οι δασικές αρχές της χώρας θεωρούν ότι λιγότεροι από το ένα τέταρτο των δήμων είναι γνώστες της Υπουργικής Απόφασης περί διαχειριστικών μελετών πάρκων και αλσών και ότι περίπου το 30% των δήμων γνωρίζουν την υποχρέωσή τους να υποβάλλουν μελέτες στη δασική υπηρεσία για τα πάρκα και άλση που τους έχουν παραχωρηθεί.
- Παρά τη μικρή εφαρμογή, ακριβώς οι μισές υπηρεσίες εκτιμούν ότι δεν χρειάζεται αλλαγή του θεσμικού πλαισίου, αν και ακριβώς οι άλλες μισές θεωρούν ότι χρειάζεται.
- Με βάση το έργο Life GrIn και την πρότασή του να ενσωματωθεί η κλιματική διάσταση στο θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης του αστικού πρασίνου, οι δασικές υπηρεσίες ανταποκρίθηκαν θετικά σε ποσοστό 83,4%.
- Παρόλο που το 50% διαφωνούσε με μια αλλαγή στο τρέχον θεσμικό πλαίσιο, φαίνεται ότι περισσότερες από τις διαφωνούσες, δείχνουν προθυμία σε μια δυναμική αλλαγή του θεσμικού πλαισίου, εάν πρόκειται για την κλιματική διάσταση.

Μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει ακόμα περισσότερο αυτή το ενδιαφέρον των υπηρεσιών, μελετώντας και το θέμα των πράσινων υποδομών στα πάρκα και άλση, καθώς και μια συνολική μεταρρύθμιση του θεσμικού πλαισίου όπως προτείνει το Life GrIn. Κάτι τέτοιο δύναται να καταστεί εφικτό εφόσον υπάρξει συνολική ανταπόκριση όλων των δασικών αρχών της χώρας.

Ευχαριστίες

Το έργο Life GrIn «Προώθηση της Ενσωμάτωσης Πρασίνων Υποδομών στον Αστικό Ιστό για τη Βελτίωση της Διακυβέρνησης σε Σχέση με την Κλιματική Αλλαγή στις Πόλεις (Life GrIn)» (LIFE17GIC_GR_000029) συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE.

Οι συγγραφείς ευχαριστούν όλες τις υπηρεσίες των περιφερειών, δήμων και τις δασικές υπηρεσίες που συμμετείχαν στις έξι ενημερωτικές ημερίδες για το έργο Life GrIn. Ευχαριστούν, επίσης, τις τελευταίες για την προθυμία τους να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο.

Abstract

This research examines the views of the forestry services on the institutional framework of the management of urban green, especially parks and groves, for which the above services are responsible. Their opinion on the current institutional framework is compared to the proposed institutional framework from the Life GrIn project in which various agencies participate, including the authors on behalf of the General Directorate of Forests and Forest Environment. For the purpose of the research, discussions were held with officials of the Forestry Services, Municipalities and Regions, while questionnaires were also completed by the Forestry Authorities of the country. The results show that the current institutional framework has been implemented to a small extent, while the integration of the climate dimension into it, as suggested by Life GrIn, seems desirable by the forest services.

Βιβλιογραφία

Cameron, R. W., Blanuša, T., Taylor, J. E., Salisbury, A., Halstead, A. J., Henricot, B., & Thompson, K. 2012. The domestic garden—Its contribution to urban green infrastructure. *Urban forestry & urban greening*, 11(2), 129-137.

Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. 2015. Likert scale: Explored and explained. *British journal of applied science & technology*, 7(4), 396-403.

George, D., & Mallery, P. 2019. *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.

Gray, C. D. and Kinnear, P. R. 2012. *IBM SPSS 19 made simple*, Psychology Press, East Sussex, UK, 687 pp., 2012.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως 1979. Περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας. Νόμος 998 ΦΕΚ Α'289/29.12.1979.

Συμβούλιο της Επικρατείας 2010. Απόφαση Ολομέλειας ΣτΕ 677/2010.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας 2015. Προδιαγραφές Σύνταξης των Μελετών Διαχείρισης Πάρκων και Αλσών. Υπουργική απόφαση 133384/6587/10.02.2015 (ΦΕΚ Β'2828).

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περίληψεις

ΝΟΜΟΛΟΓΙΑΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

Κωδωνά, Μαρία¹

¹ Διεύθυνση Δασών Πέλλας, Τμήμα Δασικών Χαρτογραφήσεων, Έδεσσα, Διοικητήριο Έδεσσας, 58200, 2mariakod@gmail.com

Περίληψη

Η αντισυνταγματικότητα πληθώρας νομοθετημάτων των τελευταίων χρόνων, απέδειξε ότι ο κοινός νομοθέτης, κατά την εκτέλεση της νομοθετικής εξουσίας του, δεν ακολουθεί πάντα τις συνταγματικές επιταγές. Για το λόγο αυτό, η σχετική αντίληψή του, υπόκειται σε δικαστικό έλεγχο, ως προς τη συμβατότητά της με το Σύνταγμα, με αποτέλεσμα την έκδοση ακυρωτικών αποφάσεων από το Συμβούλιο της Επικρατείας. Στην παρούσα εργασία έγινε μία σταχυολόγηση αποφάσεων του Συμβουλίου που πραγματεύονται θέματα σχετικά με τις δασικές εκτάσεις, από την Εθνική Νομολογία, ενώ όπου είναι εφικτό, αυτές αντιπαραβάλλονται με αποφάσεις των πολιτικών δικαστηρίων και κυρίως του Αρείου Πάγου. Οι αποφάσεις κατηγοριοποιούνται σε ενότητες, ενώ στα συμπεράσματα διαπιστώνεται πως η Νομολογία συστρατεύεται και συνομολογεί τις βασικές αρχές του Συντάγματος, προασπιζόμενη παράλληλα και το Κράτος Δικαίου.

Λέξεις κλειδιά: Δασική Νομοθεσία, δασική έκταση, προστασία, Συμβούλιο της Επικρατείας

Εισαγωγή

Από την πρώτη δημόσια συνεδρίαση του Συμβουλίου της Επικρατείας στις 17 Μαΐου 1929 και μετέπειτα, το ΣΤΕ καλύπτει την πάγια ανάγκη του σύγχρονου κράτους, για έλεγχο της διοικητικής και της εν γένει κρατικής δράσης. Με την ακυρωτική του αρμοδιότητα, το Συμβούλιο της Επικρατείας, διαφυλάσσει τις ατομικές ελευθερίες των πολιτών, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η ανάγκη διαφύλαξης του δασικού πλούτου, ως δημόσιο και πολύτιμο αγαθό. Η πληθώρα των σχετικών ζητημάτων που καλούνται να εξετάσουν τα Διοικητικά Δικαστήρια, επιβεβαιώνει την ύπαρξη σχετικής ασάφειας, η οποία επιβάλλει τον περαιτέρω έλεγχο της νομιμότητας των διοικητικών πράξεων, παράλληλα όμως δημιουργεί και ένα χασοκόπι για την επικρατούσα άποψη της Νομολογίας.

Το παραπάνω ζήτημα γίνεται ακόμα πιο πολύπλοκο όταν θίγονται εμπράγματα δικαιώματα. Το εγχείρημα της ανάρτησης των δασικών χαρτών, σε συνδυασμό με την υποβολή δήλωση ιδιοκτησίας βάση του ν. 2308/1995, έφερε στην επιφάνεια πολλά προβλήματα και παθογένειες του παρελθόντος, που πηγάζουν από την εσφαλμένη ερμηνεία και εφαρμογή των εννοιών που σχετίζονται με το δάσος και τη δασική έκταση και αποτελούν δικαστικό έρεισμα. Το πλήθος των σχετικών αποφάσεων της Εθνικής Νομολογίας που εκδίδονται για τον σκοπό αυτό, δεν επιτρέπει αριθμητική καταγραφή και συστηματική μελέτη, που να οδηγεί σε στατιστικά συμπεράσματα, ως προς την ορθότητα της έκδοσης των διοικητικών πράξεων. Ο μόνος τρόπος εξόρυξης συμπερασμάτων, είναι μία σταχυολόγηση των σημαντικότερων αποφάσεων, ώστε να διαπιστωθεί το πως ερμηνεύονται και εφαρμόζονται οι διατάξεις της Δασικής Νομοθεσίας.

Υλικά και μέθοδοι

Για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης έρευνας χρησιμοποιήθηκαν νομικά βοηθήματα και ιστοσελίδες, ενώ σημαντικό υλικό της έρευνας, προήλθε από εργασίες της συντάκτριας, στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών “Κτηματολόγιο: Νομικές, Τεχνικές και Περιβαλλοντικές Διαστάσεις”, έτους 2021-2022, το οποίο εμπλουτίστηκε με περαιτέρω έρευνα της νομολογίας, στοχευμένα σε δασικές έννοιες, όπως αυτές αναλύονται στα αποτελέσματα.

Αποτελέσματα

1. Ορισμός δάσους

Η παλιά προσέγγιση του δάσους, ταυτιζόταν περισσότερο με την παραγωγική του ικανότητα, καθώς εξ αρχής με το άρθρο 3 του Ν.ΑΧΝ/1888 «περί διακρίσεως και οριοθεσίας των δασών», το

δάσος ήταν η εδαφική έκταση, καλυπτόμενη εν όλω ή εν μέρει, από άγρια ξυλώδη φυτά, οποιονδήποτε διαστάσεων και ηλικίας, η οποία προορίζεται για την παραγωγή ξυλείας, ή άλλων προϊόντων. Τα ιδιαίτερα οικολογικά χαρακτηριστικά δεν λαμβάνονταν υπόψη. Ο προσδιορισμός του δασικού χώρου, με τη στενή του όρου έννοια, έγινε εξαρχής με σαφή κριτήρια, που εξέφραζαν κυρίως την παραγωγική-οικονομική λειτουργία των δασών, αντίληψη η οποία κυριάρχησε μέχρι την ισχύ του Συντάγματος 1975 και του Ν. 998/1979 και αντικαταστάθηκε, στη συνέχεια, με την αντίληψη των δασών ως οικοσυστημάτων, που συμβάλλουν στη φυσική και βιολογική ισορροπία του ανθρώπου (Παπαγιάννης 2011). Αρχικά στις αποφάσεις του Αρείου Πάγου, κύριο κριτήριο της έννοιας του δάσους, εξακολουθεί να είναι η παραγωγικότητα των δασικών προϊόντων, κατά τη γραμματική ερμηνεία του νόμου 998_79 (βλ. ΑΠ 1283/1991).

Η παραπάνω πιστή στη γραμματική ερμηνεία της διάταξης του άρθρου 3 του ν. 998/1979 νομολογία του Αρείου Πάγου, ερχόταν σε αντίθεση με τη σχετική νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας, το οποίο υιοθέτησε μία ευρύτερη ερμηνεία και εφαρμογή του ορισμού του δάσους, επί τη βάση της έννοιας της «οργανικής ενότητας» (Παπαθανασόπουλος nomotama-nt.gr). Με την υπ' αριθμ 27/1999 απόφαση του Ανώτατου Ειδικού Δικαστηρίου τελικά, γίνεται ρητή παραπομπή στην επιστημονική έννοια του δάσους, κατά την οποία *«δάσος ή δασικό οικοσύστημα είναι οργανικό σύνολο αγρίων φυτών με ξυλώδη κορμό επί της επιφανείας εδάφους, τα οποία, μαζί με την εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν, δια της αμοιβαίας αλληλεξαρτήσεως και αλληλεπίδράσεώς τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές)»* και ο νομοθέτης οφείλει να συμμορφωθεί με αυτή (ΣτΕ 2887/2002, ΤΝΠ Νόμος· ΣτΕ 2138/2002, ΤΝΠ Νόμος· ΣτΕ 1646/2002, ΤΝΠ Νομος· ΣτΕ 113/2002, ΤΝΠ Νόμος). Παράλληλα, κατά τις ΣΤΕ 4518/2009, ΣΤΕ 2895/2004, ΣΤΕ 2994/2003, ΣΤΕ 87/2015, είναι η δασική οικολογία, η οικεία επιστήμη, που ορίζει το δασογενές περιβάλλον και τη δασοβιοκοινότητα.

Αναφερόμενοι στη βλάβιση, πρέπει να μνημονεύσουμε την υπ' αριθμ. 32/2013 απόφαση του ΣΤΕ, σύμφωνα με την οποία, μετά την αναθεώρηση του Συντάγματος το 2001, στο άρθρο 24, προστέθηκε η ερμηνευτική δήλωση της λέξης «αναγκαία», πριν από τις λέξεις «επιφανεία του εδάφους». Προκύπτει δε από τα Πρακτικά της Ζ' Αναθεωρητικής Βουλής (Σύνοδος Α', Συνεδρίαση ΡΗ', 7.2.2001, σελ. 224), ότι ο Εισηγητής της Πλειοψηφίας, εισηγήθηκε την προσθήκη της εν λόγω ερμηνευτικής δηλώσεως, που δίνει τους ορισμούς του δάσους και της δασικής εκτάσεως, για λόγους ασφάλειας δικαίου (για να μην ενεργεί ο νομοθέτης και κυρίως η δασική διοίκηση κατά το δοκούν και τελικά ο δικαστής εμπειροτεχνικά και όχι επιστημονικά).

2. Χαρακτηρισμός εν γένει δασικών εκτάσεων

Κατά την επιστημονική έννοια του δάσους, απαραίτητη είναι η αμοιβαία αλληλεξάρτηση και αλληλεπίδραση των στοιχείων της δασοβιοκοινότητας. Με την έννοια της αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης, ο νομοθέτης, διέυρνε την οπτική στο χαρακτηρισμό μιας έκτασης, ωθώντας το αρμόδιο όργανο της Διοίκησης, κατά το χαρακτηρισμό, να μην παραμένει στενά και περιοριστικά επί του χώρου (εδαφικής έκτασης) που αφορά αυτός, αλλά να κρίνει επί ευρύτερης έκτασης, ολιστικά, να κρίνει από τεχνική άποψη, εάν η έκταση συγκεντρώνει τα στοιχεία εφαρμογής εξειδικευμένων διατάξεων εντός της δασικής νομοθεσίας ή όχι, και να αποφαινεται, εάν η όποια δασική βλάβιση που φύεται εντός της έκτασης που πρόκειται να χαρακτηρίσει, βρίσκεται σε συνέχεια παρακείμενης δασικής έκτασης, με την οποία αλληλεπιδρά, ή έστω αποτελεί δασικούς θύλακες, οι οποίοι από μόνοι τους, μπορούν ή όχι, να αποτελέσουν δασικό οικοσύστημα, βάση των κριτηρίων που ορίζει ο νόμος με το ΠΔ 32/2016.

Σύμφωνα με την 1330/2013 απόφαση του ΣΤΕ, κατά τη διαδικασία χαρακτηρισμού εκτάσεων ως δασικών ή μη, λαμβάνεται κατά νόμο υπόψη, η οργανική ενότητα των οικοσυστημάτων, η οποία μπορεί να επιβάλει τη διάκριση ενιαίου, ως προς το ιδιοκτησιακό του καθεστώσ ακινήτου, σε πλείονα τμήματα και συνακόλουθα τον υπολογισμό της δασοκάλυψης, όχι σε σχέση με το ιδιοκτησιακό ενιαίο ακίνητο, αλλά είτε αυτοτελώς ως προς τα συγκεκριμένα τμήματα είτε με αναφορά σε όμορες εκτάσεις. Συνεπώς ο χαρακτηρισμός μιας έκτασης δεν ακολουθεί το αυτοτελές ιδιοκτησιακό αντικείμενο όπως αυτό ορίζεται στο άρθρο 11 του Ν.2664/98, αλλά βασίζεται στους όρους της δασοβιοκοινότητας και της αλληλεπίδρασης, που αναφέρθηκαν παραπάνω. Σε εναρμονισμό του Συμβουλίου της Επικρατείας και η ΑΠ 419/2020, για την έννοια του δάσους και της δασικής έκτασης, της ιδιαίτερης ταυτότητας του δασικού οικοσυστήματος και της αλληλεπίδρασης και αλληλεξάρτησης των στοιχείων.

Για την επίλυση του σχετικού ζητήματος του χαρακτηρισμού των εκτάσεων, κατά τρόπο δεσμευτικό τόσο για τη διοίκηση, όσο και για τους ενδιαφερόμενους ιδιώτες (ΣτΕ 885/2008, ΣΤΕ 2832/2013), η ΑΠ 10/2020, αναφερόμενη στην ενδικοφανή διαδικασία του άρθρου 14 του ν. 998/1979 (ΣτΕ 4755/1995 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ), καταλήγει ότι, ο χαρακτήρας ορισμένης έκτασης ως δασικής ή μη, συνίσταται στη διαπίστωση υφιστάμενης πραγματικής (φυσικής) κατάστασης και των τυχόν πρόσφατων αλλοιώσεών της, ενώ η σχετική διαπίστωση ανάγεται και στο παρελθόν, όταν η μεταβολή του δασικού χαρακτήρα οφείλεται σε καταστροφή ή παράνομη εκχέρσωση. Σε κάθε περίπτωση της διαδικασίας του άρθρου 14, η επίλυση δασικής αμφισβήτησης ανάγεται μόνο στον προσήκοντα χαρακτηρισμό ορισμένης έκτασης (ΣΤΕ 5012/2013) και δεν εκτείνεται σε θέματα αναγνώρισης της κυριότητας ή της διαχείρισης των χορτολιβαδικών εκτάσεων (ΑΠ 596/2016).

Με την ανάρτηση του Δασικού χάρτη, παύει η διαδικασία του άρθρου 14 του Ν. 998/1979 για τον χαρακτηρισμό των εκτάσεων, ενώ οποιαδήποτε αμφισβήτηση κατά του περιεχομένου του δασικού χάρτη, γίνεται με άσκηση αντίρρησης, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο άρθρο 15 του Ν. 3889/2010. Οι αντιρρήσεις, εξετάζονται από ειδικές Επιτροπές Επίλυσης Αντιρρήσεων (ΕΠΕΑ) και βασική προϋπόθεση παραδεκτής άσκησης του ένδικου βοηθήματος των αντιρρήσεων κατά του δασικού χάρτη, αποτελεί το έννομο συμφέρον των ενδιαφερομένων. Κρίνεται δε ορθότερη, μία γενικότερη προσέγγιση της έννοιας του εννόμου συμφέροντος (Διαμαντόπουλος, 2017). Η κύρωση του δασικού χάρτη, με τη διαδικασία που προβλέπεται στο άρθρο 19 του 3889/2010, αποτελεί εκτελεστή διοικητική πράξη, κατά της οποίας χωρεί αίτηση ακυρώσεως ενώπιον του Συμβουλίου της Επικρατείας, όπως σαφώς καθορίστηκε και από το Έτμήμα του ΣΤΕ, με την 2173/2019 απόφασή του. Η προθεσμία δε της ασκήσεως αιτήσεως ακυρώσεως κατά της κύρωσης του δασικού χάρτη, δεν κινείται από τη δημοσίευση της κυρωτικής απόφασης στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, αλλά κατά την ΣΤΕ 1812/2018 Τμ Ε, από τη γνώση της εκ μέρους του ενδιαφερομένου. Υπόκεινται, τέλος σε αίτηση ακυρώσεως, όχι μόνο οι πράξεις κύρωσης που εκδίδονται δυνάμει του άρθρου 19 του Ν. 3889/2010, δηλαδή μετά την εξέταση των αντιρρήσεων που ασκήθηκαν από τους ενδιαφερομένους, αλλά και οι πράξεις κύρωσης που εκδίδονται κατά το άρθρο 17 του ίδιου νόμου και αφορούν το μέρος των αναρτηθέντων δασικών χαρτών που δεν έχει αμφισβητηθεί με την άσκηση αντιρρήσεων (βλ. ΣΤΕ 2938/2017).

3. Προστασία δασικών εκτάσεων

Κατά την ΣΤΕ 951/96, για τα δάση και τις δασικές εκτάσεις, που αποτελούν ευπαθή οικοσυστήματα, ο συντακτικός νομοθέτης, ορμώμενος από τις νεότερες αντιλήψεις για την ανάγκη διαφύλαξης του δασικού πλούτου, έλαβε ιδιαίτερη μέριμνα, εισάγοντας στο κείμενο του Συντάγματος ειδικές διατάξεις, με τις οποίες, οι εκτάσεις με δασική βλάστηση, υπάγονται σε αυστηρό προστατευτικό καθεστώς (ΣτΕ Ολομ. 3754/1981, 2959/2006, 2568/1981, 1127, 3102/1990, 4007/1992, 2171/1994 κ.ά). Στόχος της προστασίας αυτής είναι η κατ' αρχήν απαγόρευση της μεταβολής του προορισμού των δασών και των δασικών εκτάσεων, για να διασφαλιστεί η διατήρηση και αναγέννηση των ζωτικών αυτών οικοσυστημάτων και η συνακόλουθη εκπλήρωση των τόσο σημαντικών για τη φύση και τη ζωή λειτουργιών του.

Οι σχετικές επιταγές του Συντάγματος βάσει των προαναφερόμενων, έχουν αυτοτέλεια και άμεση εφαρμογή (ΣτΕ 281/1990 ΤοΣ 1990, σ. 113, Ολ. ΣτΕ 55/1993 ΑΡΜ 1993, σ.175). Η νομολογία δέχεται τον δεσμευτικό και για τη Διοίκηση και για τους ιδιώτες χαρακτηρισμό, σύμφωνα με το άρθρο 3 του ν. 998/79 και υπογραμμίζει ότι το ιδιοκτησιακό καθεστώς των χαρακτηριζόμενων εκτάσεων, δεν ασκεί καμία επιρροή, δεδομένου ότι η συνταγματική προστασία των δασών, εκτείνεται τόσο στα δημόσια όσο και στα ιδιωτικά δάση και μάλιστα κατά εντονότερο τρόπο στα τελευταία (ΣΤΕ 3526/96). Εξαίρεση αποτελεί η απόφαση της Ολομέλειας του ΣΤΕ 1675/99. Με την απόφαση αυτή, έγινε μία νομολογιακή στροφή της απόλυτης προστασίας των ιδιωτικών δασών. Με την ευκαιρία του ακυρωτικού ελέγχου πράξης απαλλοτρίωσης ιδιωτικής δασικής έκτασης για τη διάνοιξη λεωφόρου, το δικαστήριο, δεχόμενο την αρχή της στάθμισης των συμφερόντων, δέχθηκε κατά πλειοψηφία, ότι η μεταβολή του προορισμού του δάσους, επιτρέπεται μόνον αν η εκπλήρωση του δημόσιου σκοπού που επιδιώκει η απαλλοτρίωση, δεν μπορεί να εκπληρωθεί με άλλον τρόπο, που έστω και δαπανηρότερος, δεν θα έθιγε πάντως το δάσος.

Πλούσια η νομολογία, (βλ. ΣΤΕ 3277/86, ΣΤΕ 4884/87, ΣΤΕ 4658/88, ΣΤΕ 4/93), σχετικά με την προστασία, τη συντήρηση και την ανάπτυξη των δασών και δασικών εκτάσεων, η οποία

χαρακτηρίζεται λόγος γενικότερου συμφέροντος, ο οποίος μάλιστα συνιστά νόμιμο περιορισμό της κυριότητας, αποκλείοντας κάθε επέμβαση, όπως παράδειγμα την κατάτμηση (ΑΠ 1330/2008 Α1 Τμ) ή οικοπεδοποίηση δασικής έκτασης, αφού αυτή προδήλως συνεπάγεται, την εν όλω ή εν μέρει εκχέρσωση και μεταβολή της μορφής και του προορισμού του δάσους ή της δασικής εκτάσεως ως οικοσυστημάτων (ΣΤΕ 1/93). Η οικιστική δε αξιοποίηση και πολεοδόμηση δασών και δασικών εκτάσεων, είναι ασύμβατη με τις διατάξεις του άρθρου 24 του Συντάγματος και μόνο κατ'εξαίρεση επιτρέπουν την ένταξη μικρών τμημάτων δάσους (δασικών θυλάκων) σε σχέδιο πόλεως, τα οποία διατηρούν υποχρεωτικώς το δασικό τους χαρακτήρα (ΣΤΕ 1525/2020 Τμ Ε, 88/2016 Τμ. Ε, 4772/2013 Τμ. Ε) . Στην περίπτωση αυτή, απαγορεύεται κάθε άλλη χρήση αυτών, πλην της κατά προορισμό χρήσης των δασών και κάθε επέμβαση, ακόμη και αυτή που θα επέβαλε η κατασκευή έργων κοινωφελούς ή κοινόχρηστου χαρακτήρα (βλ. ΣτΕ 3562/2008, ΠΕ 58/2009, 246/2000 αυξ. συνθ., 693/1994, 667/1994, 648/1994). Επομένως (ΣΤΕ 1980/2017), δεν εξομοιώνει τους δασικούς θύλακες με τους κοινούς κοινόχρηστους χώρους πρασίνου, τους οποίους η Διοίκηση μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να μετακινεί ή αναδιατάσσει, με την τροποποίηση του οικείου ρυμοτομικού σχεδίου και στους οποίους, είναι επιτρεπτή η διενέργεια διαμορφώσεων ή κατασκευών ορισμένου χαρακτήρα.

4. Κυριότητα δασικών εκτάσεων

Στο άρθρο 10 του Ν. 3208/2003, καταγράφονται αναλυτικά οι περιπτώσεις, στις οποίες το Δημόσιο δεν προβάλλει εμπράγματα δικαιώματα. Η εφαρμογή του παραπάνω νόμου, αποτελεί ίσως τη μοναδική σαφή αναγνώριση δικαιωμάτων ιδιωτών επί δασικών εκτάσεων, η οποία αίρει τη σύγχυση που δημιουργείται στη χώρα μας, σε σχέση με τη δασική ιδιοκτησία.

Η πρώτη νομοθετική καταγραφή των πραγμάτων, που αποτελούν τη δημόσια περιουσία του κράτους, έγινε με νόμο του έτους 1837 (Άρθρο 1 ν. της 21.6/3.7.1837), «περί διακρίσεως δημοσίων κτημάτων», ενώ με τον όρο «δημόσια κτήματα», αποδόθηκε η έννοια της δημόσιας περιουσίας του κράτους . Τα δημόσια δάση αποτελούν δημόσια αγαθά και ανήκουν στη δημόσια κτήση, είτε ως ιδιόχρηστα, όταν εξυπηρετούν τη δασολογική έρευνα και διδασκαλία, είτε ως κοινόχρηστα, όταν είναι ελεύθερη η χρήση τους από το κοινό (ΣτΕ Ολομ. 2855/2003, 2753/1994, 2006/1997, Α.Π. 1417/2010, 1453/2010).

Για όλα τα δάση και τις δασικές εκτάσεις, οι οποίες δεν είχαν καταληφθεί από ιδιώτες και δεν είχε συμπληρωθεί μέχρι την 11.09.1915, τριακονταετής συνεχής νομή επ' αυτών, θεσπίστηκε τεκμήριο κυριότητας υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου. Ενδεικτικές είναι οι , Ολ. Α.Π. 75/1987 ΝοΒ 1989, σ. 84, ΑΠ 975/2008 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ, κατά τις οποίες, απαραίτητη προϋπόθεση κτήσης κυριότητας σε δάσος ή δασική έκταση, ήταν η άσκηση της νομής επί τριακονταετία, η οποία έπρεπε να είχε συμπληρωθεί μέχρι την 11.9.1915. Η κτήση εμπράγματος δικαιωμάτων επί των γαιών της ελληνικής επικράτειας, διαμορφώθηκε σταδιακά και σύμφωνα με τις εκάστοτε συνθήκες και τα ερμηνευτικά αυτών πρωτόκολλα των απελευθερούμενων περιοχών και κατά συνέπεια, διακρίνονται διαφοροποιήσεις στην ιστορική εξέλιξη του γαιοκτητικού καθεστώτος της χώρας μας, όπως αυτό προέκυψε από την εφαρμογή αλληπάλληλων νομοθετημάτων, που παρεμπιπτόντως, επηρέαζαν τη διαμόρφωση εμπραγμάτων δικαιωμάτων επί των δασικού ενδιαφέροντος εκτάσεων (Κόνσουλας ,2017). Επί δημοσίων γαιών, μπορούσε να παραχωρηθεί με τίτλο (ταπίο), από το τουρκικό Δημόσιο σε ιδιώτη, ιδιόρρυθμο δικαίωμα εξουσίας (τεσσαρούφ), που ισοδυναμούσε με διηνεκή μίσθωση. Με τις Συνθήκες Προσάρτησης των απελευθερούμενων περιοχών, θεσπίστηκαν ειδικές ρυθμίσεις, για τη μετατροπή του δικαιώματος αυτού, σε δικαίωμα ιδιοκτησίας. Τελικώς , στην κυριότητα του Ελληνικού Δημοσίου, περιήλθαν όλα τα δημόσια κτήματα, που ανήκαν στο τουρκικό Δημόσιο και ειδικά στην περίπτωση των δημοσίων γαιών, όσες δεν περιήλθαν στην κυριότητα ιδιωτών, με τη μετατροπή του δικαιώματος εξουσίας σε δικαίωμα κυριότητας. Κατά τις ΣτΕ 32/2013, ΝΟΜΟΣ, ΑΠ 1330/2015, ΝΟΜΟΣ: «... αναγνωρίστηκε η κυριότητα του Δημοσίου επί των εκτάσεων που αποτελούσαν δάση, ακόμη και εκείνων που ευρίσκονταν εντός των ορίων ιδιωτικού κτήματος (τζεφλικίου), εκτός από εκείνες, οι οποίες, πριν από την έναρξη του απελευθερωτικού αγώνα, ανήκαν σε ιδιώτες και των οποίων οι τίτλοι ιδιοκτησίας, ήθελαν αναγνωρισθεί από το Υπουργείο Οικονομικών , στο οποίο έπρεπε να υποβληθούν μέσα σε ανατρεπτική προθεσμία ενός έτους, από τη δημοσίευση του ανωτέρω διατάγματος, που έχει ισχύ νόμου, ή σε αρνητική περίπτωση, από τα δικαστήρια (ομοίως ΑΠ 874/2006)». Στο ίδιο μήκος κύματος και η ΑΠ 1081 / 2020, με την οποία αποδείχθηκε, ότι η

εδαφική επιφάνεια, εντός της οποίας βρίσκεται και το επίδικο ακίνητο, θεωρήθηκε δημόσιο δάσος, εντεύθεν δε ανήκε κατά κυριότητα στο Ελληνικό Δημόσιο, αφού δεν ανατράπηκε το προαναφερόμενο τεκμήριο της κυριότητάς του, από τους ενάγοντες, καθώς κανένας εκ των απώτερων δικαιοπαρόχων των εναγόντων, δεν τήρησε την από το άρθρο 3 του ΒΔ 17/29-11-1836 επιβαλλόμενη υποχρέωση υποβολής των οθωμανικών τίτλων του, στη Γραμματεία των Οικονομικών, εντός της ετήσιας ανατρεπτικής προθεσμίας από τη δημοσίευσή του, προς εξέταση των τίτλων του.

Ιδιαίτερα σημαντική απόφαση, σε σχέση με το δασικό δίκαιο, αποτελεί η 4883/2014 του Δ' Τμήματος του ΣΤΕ, σύμφωνα με την οποία, τα δημόσια δάση και δασικές εκτάσεις, δεν αποτελούν κοινόχρηστα πράγματα, αλλά ανήκουν στην ιδιωτική περιουσία του Δημοσίου και κατά συνέπεια, μπορούν να μεταβιβαστούν στο ΤΑΙΠΕΔ, κατά τις διατάξεις του ν. 3986/2011. Η μεταβίβαση της κυριότητας των δασών στο ΤΑΙΠΕΔ όμως, δεν συνεπάγεται άρση της προστασίας που απολαμβάνουν, ούτε οποιαδήποτε μεταβολή στον δασικό τους χαρακτήρα, παραμένουν όμως αυτά στην ιδιωτική περιουσία του Δημοσίου. Σύμφωνα με την απόφαση ΣΤΕ 4585/2015, η αξιοποίηση των ακινήτων στα οποία περιλαμβάνονται χώροι που προστατεύονται από την κείμενη περιβαλλοντική νομοθεσία λόγω του ειδικού τους χαρακτήρα, πραγματοποιείται σύμφωνα με τους ειδικότερους όρους και περιορισμούς των κείμενων νομοθετημάτων όπως του Ν. 998/1979.

Σήμερα, η μετά βεβαιότητας καταγραφή των ιδιοκτησιών του Δημοσίου σε δασικές εκτάσεις, η οποία προκύπτει βασικά από τους κυρωμένους δασικούς χάρτες, εξυπηρετεί εκ του αποτελέσματος και τη σαφή αποτύπωση των ιδιωτικών εκτάσεων σε δασικές εκτάσεις (Διαμαντόπουλος 2020).

5. Διεκδίκηση δασικής έκτασης

Όσον αφορά τις εμπράγματες αξιώσεις στα πλαίσια της Δασικής Νομοθεσίας, με τη διάταξη του άρθρου 62 παρ. 1 του Ν. 998/79, οποιοσδήποτε προβάλλει ή αξιώνει οποιοδήποτε δικαίωμα, εμπράγματο ή μη, επί των δασών, των δασικών εκτάσεων, οφείλει να αποδείξει την παρ' αυτά ύπαρξη του δικαιώματός του, με εξαίρεση των Ιονίων Νήσων, της Κρήτης, των Νομών Λέσβου, Σάμου, Χίου και Κυκλάδων, των νήσων Κυθήρων, Αντικυθήρων, καθώς και της περιοχής της Μάνης. Μετατίθεται έτσι το βάρος απόδειξης της κυριότητας δικαιώματος, στον επικαλούμενο αυτού. Ενδεικτική είναι η ΑΠ 487/2014, σύμφωνα με την οποία, το δικαστήριο έλαβε την απόφαση, ως προς την κτήση της κυριότητας επί επιδίκου ακινήτου και την επί του επιδίκου διενέργεια πράξεων νομής εκ μέρους του ενάγοντος και των δικαιοπαρόχων του, κατά το επίδικο χρονικό διάστημα, πλήρεις, σαφείς και χωρίς αντιφάσεις αιτιολογίες, που επιτρέπουν τον ανααιρετικό έλεγχο, ως προς την ορθή ή όχι εφαρμογή, των κανόνων του ουσιαστικού δικαίου που εφάρμοσε και έτσι δεν στερείται νόμιμης βάσης. Στον αντίποδα η ΑΠ 467/2015, σύμφωνα με την οποία, δεν μπορεί να αντιταχθεί έναντι της τεκμαιρόμενης, λόγω της χορτολιβαδικής μορφής του επιδίκου, κυριότητας του Ελληνικού δημοσίου, η μεταβίβαση του επίδικου ακινήτου, δυνάμει των αναφερομένων συμβολαίων, παρότι το μεταβιβαστικό συμβόλαιο έχει μεταγραφεί πριν από τις 23-2-1946.

Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 3, παρ 5 δ του Ν.998/79 όπως ισχύει, η αναγνώριση της κυριότητας ή άλλων εμπραγμάτων δικαιωμάτων επί των εκτάσεων αυτών, υπάγεται στην αρμοδιότητα των προβλεπομένων στο άρθρο 8 του ίδιου νόμου Συμβουλίων (Διοικητική αναγνώριση εμπραγμάτων δικαιωμάτων σε δάση) και των πολιτικών δικαστηρίων. Από τις πράξεις που εκδίδονται βάσει των διατάξεων αυτών, προκύπτουν όμως, κατά πάγια νομολογία, διαφορές οι οποίες αναφέρονται στην ύπαρξη και αναγνώριση ή όχι, ιδιωτικών δικαιωμάτων επί των κατά τα ανωτέρω εκτάσεων. Ενδεικτικές είναι οι ΣΤΕ 2309/2016, 2832/2013, 758/2000, 573/2000, 1639/1997, 2196/1996 κα. Κατά τα οριζόμενα στις παρ. 1 και 2 του Ν. 2308/95, όποιος επικαλείται εγγραπτό ιδιωτικό δικαίωμα σε δάση ή δασικές εκτάσεις, για τις οποίες έχει αναρτηθεί ή κυρωθεί ο δασικός χάρτης, οφείλει να υποβάλλει δήλωση, προσκομίζοντας και όλα τα αναγκαία αποδεικτικά έγγραφα για το εγγραπτό δικαίωμα.

Κατά το άρθρο 28 του Ν. 2664/1998, οποιαδήποτε αγωγή που αφορά αναγνώριση εμπραγματος δικαιώματος σε δάση ή δασικές εν γένει εκτάσεις, εισάγεται προς εκδίκαση στα πολιτικά δικαστήρια, τα οποία δικάζουν κατά την τακτική διαδικασία των άρθρων 215 και 237 (καταργημένου με τον Ν. 4335/2015 άρθρου 270) του ΚΠολΔικ. Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις, αποτελούν ιδιαίτερες κατηγορίες κοινοχρήστων πραγμάτων, που ανήκουν κατά κυριότητα στο Δημόσιο, έχουν ως προορισμό την άμεση εξυπηρέτηση του δημοσίου συμφέροντος (Δαγτόγλου

Π.Δ ,2014) και απολαμβάνουν και συνταγματική προστασία. Επί των κοινοχρήστων πραγμάτων δεν είναι δυνατή η σύσταση ιδιωτικών εμπραγμάτων δικαιωμάτων, γιατί έτσι, αναιρείται η ίδια τους η φύση, δηλαδή η κοινοχρησία, το ανεμπόδιστο της οποίας, αποτελεί βασική προϋπόθεση της διάταξης του άρθρου 970 ΑΚ (ΑΠ 743/1963 Ε.Ε.Ν. 31,σ. 364). Επί των κοινοχρήστων αυτών πραγμάτων, είναι δυνατόν, σύμφωνα με τον βασικό κανόνα δημοσίου δικαίου που περιέχεται στο άρθρο 970 Α.Κ., να παραχωρούνται από την Διοίκηση, ιδιαίτερα δικαιώματα, προς φυσικά ή νομικά πρόσωπα, εφ' όσον όμως με τα δικαιώματα αυτά, τα οποία έχουν χαρακτήρα δημοσίου και όχι ιδιωτικού δικαίου, εξακολουθεί να εξυπηρετείται ή, τουλάχιστον, δεν αναιρείται η κοινή τους χρήση (ΣτΕ Ολομ. 891/2008, 1467/1990, βλ. επίσης ΣτΕ 680/2006, 3741/2004, 3525/1991 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ).

6. Δασική έκταση και Κτηματολόγιο

Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις, υπάγονται στις ρυθμίσεις του Ν. 2308/1995 και του Ν. 2664/1998 (Παπαστερίου, 2019) και οι φορείς των σχετικών δικαιωμάτων, καλούνται και υποχρεούνται, να δηλώσουν τα δικαιώματά τους, στα δάση και τις δασικές εκτάσεις, όπως η κτηματολογική έννομη τάξη ορίζει (ν.4164/2013). Από την οπτική γωνία των υποχρεωτικών δηλώσεων, τα δάση και οι δασικές εκτάσεις, αποτελούν αντικείμενο του δικαίου της κτηματογράφησης (Παπαστερίου 2019), όχι όμως μόνο αυτού, καθώς η άσκηση δικαιώματος σε δάση ή δασικές εκτάσεις (αλλά και χορτολιβαδικές), μπορεί να είναι αντικείμενο και του Εμπράγματος δικαίου (διεκδικητική αγωγή βάση του ΑΚ 1094).

Η συμβολή της Νομολογίας στην εφαρμογή κτηματολογικού δικαίου σε δάσος είναι ιδιαίτερα σημαντική. Αναφέρουμε ενδεικτικά τις ΑΠ 552/1998 ΕλλΔνη1998, ΑΠ 487/2014 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ, ΑΠ1102/2010 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ, ΕφΑθ2516/2008 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ, ΕφΑθ 5279/2008 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ, ΕφΛαρ 700/2003 ΤΝΠ ΝΟΜΟΣ. Το Εθνικό Κτηματολόγιο αποτελεί σύστημα οργανωμένων σε κτηματοκεντρική βάση νομικών, τεχνικών και άλλων πρόσθετων πληροφοριών και διέπεται, κατά το άρθρο 2, εκτός των άλλων και από την αρχή του ελέγχου της νομιμότητας των τίτλων και λοιπών αναγκαίων στοιχείων, για την αποδοχή αίτησης εγγραφής. Η διοικητική πράξη, με την οποία χαρακτηρίζεται ή διαπιστώνεται ο δασικός χαρακτήρας έκτασης, αποτελεί και νόμιμο τίτλο του εγγραπτέου δικαιώματος κυριότητας επί των εκτάσεων, σε περιοχές που ισχύει το μαχητό τεκμήριο κυριότητας, η ανατροπή του οποίου εναπόκειται στον ιδιώτη, που επικαλείται ίδιο δικαίωμα .

Με την κύρωση των δασικών χαρτών, καθορίζεται ο τελεσίδικος χαρακτήρας των εκτάσεων, ενώ οποιαδήποτε παράλειψη που αφορά στην κατάρτιση του δασικού χάρτη, υπόκεινται στο ένδικο βοήθημα της αιτήσεως ακύρωσης ενώπιον του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣΤΕ 1203/2017). Κατά τα νομολογηθέντα με την ΣτΕ 2817/1997, οι διαδικασίες κατάρτισης των δασικών χαρτών και του Δασολογίου, πρέπει να προτάσσονται της σύνταξης Κτηματολογίου και δεν πρέπει να εξαρτώνται από τις διαδικασίες κτηματογράφησης, ενώ για τη δήλωση ιδιοκτησίας του Δημοσίου επί των εκτάσεων αυτών, νόμιμο τίτλο αποτελεί, η κύρωση των δασικών χαρτών, επί των οποίων αποτυπώνονται με πληρότητα και ακρίβεια τα όρια και η φύση των δασικών περιοχών. Οι ΣτΕ 1845/2019 ΤΝΠ Νόμος. και 1110/2019 ΤΝΠ Νόμος., όμως έκριναν ότι, ανεξαρτήτως της μη ολοκλήρωσης της διαδικασίας κυρώσεως των δασικών χαρτών, εφόσον αυτοί είχαν καταρτισθεί και ήταν στη διάθεση του Δημοσίου για τη υποβολή δηλώσεως ιδιοκτησίας, νομίμως ορίστηκε η έναρξη του κτηματολογίου. Δεν μπορούν όμως να αγνοηθούν και οι ΣτΕ 2236/2018 (με παρατηρήσεις Ζαβρακλή), ΕπΑκ 2019.160επ., αλλά και ΣτΕ 807/2016, ΤΝΠ Νόμος και ΣτΕ 808/2016, ΤΝΠ Νόμος, οι οποίες επισημαίνουν την ανάγκη κύρωσης δασικών χαρτών, πριν από την ολοκλήρωση της διαδικασίας κτηματογράφησης. Παρά το γεγονός ότι, όπως ρητά αναφέρεται στην ΣτΕ 1428/1998 Ε' Τμ, η διαδικασία χαρακτηρισμού κάποιας περιοχής ή τμήματος της επιφάνειας της γης ως δάσους ή δασικής και η επίλυση των σχετικών αμφισβητήσεων, που γίνονται σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις περί χαρακτηρισμού και αμφισβήτησης, είναι ανεξάρτητη της επίλυσης των αντίστοιχων αμφισβητήσεων, κατά τη διοικητική διαδικασία κτηματογράφησης των δασικών εκτάσεων και κατάρτισης του Κτηματολογίου, ο τελεσίδικος χαρακτήρας της έκτασης ως δασικής, επιφέρει σοβαρούς περιορισμούς στην κατοχύρωση εμπράγματος δικαιώματος επί αυτής. Με το σύνολο των διοικητικών πράξεων, που αφορούν σε τμήματα δασικής έκτασης και προηγούνται μιας διεκδίκησης στα πλαίσια του Κτηματολογικού Δικαίου, δημιουργείται μία δασική κτηματολογική έννομη σχέση , και μέσω αυτής αναδύεται η

συνάφεια των διατάξεων του Δασικού Δικαίου, προς τις διατάξεις του Κτηματολογικού Δικαίου. Η επίλυση κάθε δασικής ή κτηματολογικής δασικής διαφοράς, διενεργείται στο ισχύον κάθε φορά νομικό καθεστώς, που διαγράφεται από διατάξεις του Αστικού, Δασικού, Περιβαλλοντικού και Κτηματολογικού Δικαίου, με αυτονόητη την υπεροχή των διατάξεων του Συντάγματος (Παπαστερίου, 2017).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από την σχετική έρευνα στη Νομολογία σε θέματα δασικού ενδιαφέροντος που έγινε με αφορμή την παρούσα εργασία, φαίνεται τελικά ότι η διοικητική διαδικασία από μόνη της δεν είναι ικανή να επιφέρει πάντα τη λύση σε ζητήματα συναλλαγής των πολιτών με το Δημόσιο. Από τη μία πλευρά, η ασάφεια των σχετικών διατάξεων και οι παρερμηνείες κατά την εφαρμογή τους από την Διοίκηση, από την άλλη η διεκδίκηση ιδιοκτησιακού δικαιώματος από τον πολίτη σε εκτάσεις ευπαθών οικοσυστημάτων, οδηγούν σε συσσώρευση υποθέσεων στα διοικητικά και πολιτικά δικαστήρια. Η Νομολογία έχει αναπτύξει ορισμένες αρχές, οι οποίες βασίζονται στο ελληνικό νομικό πλαίσιο για την έκδοση των σχετικών αποφάσεων και η γενικότερη τάση αυτών είναι η διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ της προστασίας των ευαίσθητων δασικών οικοσυστημάτων και της καθιέρωσης του Κράτους Δικαίου.

Η πρόθεση του νομοθέτη είναι σαφής, τόσο όσο ως προς την προστασία των ευπαθών οικοσυστημάτων κατά τα οριζόμενα στο άρθρο 24 του Συντάγματος όσο και ως προς την προστασία της ιδιοκτησίας κατά τα οριζόμενα στο άρθρο 17 του Συντάγματος. Το δικαίωμα στην ιδιοκτησία δεν είναι απόλυτο, αλλά υπόκειται σε νομικούς περιορισμούς και περιορισμούς όπως πχ οι ρυθμίσεις για την προστασία του κοινού συμφέροντος και του περιβάλλοντος.

Συμπερασματικά, επιβεβαιώνονται τα οριζόμενα στην ΣΤΕ 3111/2008, σύμφωνα με την οποία, “από τις διατάξεις του άρθρου 17 και του άρθρου 24 του Συντάγματος, συνάγεται ότι, η κυριότητα και τα λοιπά εμπράγματα δικαιώματα επί ακινήτου, προστατεύονται στο πλαίσιο του προορισμού, που περιλαμβάνει το φάσμα των επιτρεπτών χρήσεων του, οι οποίες χρήσεις του μπορούν να καθορίζονται κατ'έξουσιοδότηση του νομοθέτη, από τη Διοίκηση, σε συμφωνία με το Σύνταγμα”. Επομένως η άσκηση ιδιωτικών δικαιωμάτων, συνεπώς και της κυριότητας, πρέπει να γίνεται με τρόπο που να μην παραβιάζεται η υποχρέωση προστασίας των δασών και δασικών εκτάσεων (Παπαστερίου 2017). Προστασία όπως αυτήν ορίστηκε και κατά τα αναφερθέντα στην παρούσα.

Abstract

The unconstitutionality of a large number of laws in recent years, has shown, that the common legislator, in exercising his legislative power, does not always follow the constitutional requirements. For this reason, its relevant perception is subject to judicial review, as to its compatibility with the Constitution, resulting in the issuance of annulment decisions by the Council of State. In this paper, the Council's decisions dealing with issues related to forest land have been extracted from the national case law and where possible, they are contrasted with decisions of the civil courts, especially the Supreme Court. The decisions are categorized into sections, while the conclusions show that the jurisprudence enlists and summarizes the basic principles of the Constitution, while also defending the rule of law.

Βιβλιογραφία

- Γεωργιάδης, Απ., 2010. Εμπράγματο Δίκαιο. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.
 Δαγτόγλου, Π.Δ, 2014. Γενικό Διοικητικό Δίκαιο. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.
 Διαμαντόπουλος, Γ., 2017. Δάση, δασικοί χάρτες, δασολόγιο & κτηματολόγιο, Θεωρητική-νομολογική-συμβολαιογραφική προσέγγιση. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.
 Διαμαντόπουλος, Γ., 2020. Εθνικό Κτηματολόγιο. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.
 Διαμαντόπουλος, Γ., 2014. Εφαρμογές Δικαίου Κτηματολογίου. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.
 Καπετανγιάννης, Ι., 2017. Διαδικασία αναγνώρισης δασικής ιδιοκτησίας, εις «Δάση, δασικοί χάρτες, δασολόγιο και κτηματολόγιο». (Επιστ.Διεύθ. Διαμαντόπουλου), σ. 161. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.
 Καπετανγιάννης, Ι., 2017. Οι εμπράγματα σχέσεις στα δασικά ακίνητα. Θεσσαλονίκη: ΔΠΜΣ Κτηματολόγιο: Νομικές Τεχνικές και Περιβαλλοντικές διαστάσεις.

Κόνσουλας, Ι., 2017. Η κτήση εμπραγμάτων δικαιωμάτων σε δάσος / δασική έκταση και το τεκμήριο κυριότητας του Δημοσίου. Αθήνα – Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας, σελ.41-71. Παπαγιάννης, έκδοση 2011. Η δασική ιδιοκτησία. Νομική Βιβλιοθήκη.

Παπαθανασόπουλος, Α, 2017 . Η έννοια του «δάσους» στο πλαίσιο εφαρμογής του τεκμηρίου κυριότητας του Δημοσίου: μία νέα προσέγγιση στην πρόσφατη νομολογία του Αρείου Πάγου. Αθήνα : NOMORAMA.NT. <http://nomorama-nt.gr/data/documents/ARThRO-3.pdf>. Παπαστερίου, Δ., 2017. Δασικό Δίκαιο και Εθνικό Κτηματολόγιο. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.

Παπαστερίου, Δ., 2019. Κτηματολογικό Δίκαιο. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.

Παπαστερίου, Δ., 2017. Δασικό Δίκαιο. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.

Παπαστερίου, Δ., 2020. Αναδάσωση. Θεσσαλονίκη: Σάκκουλας.

Παυλάκη, Σ. 2014. Κατάρτιση δασικών χαρτών και διαδικασία Κτηματογράφησης. Άρθρο στο διαδίκτυο.

NOMOS, 2007. Διαθέσιμο στο : <https://lawdb.intrasoftnet.com/>

ΑΡΕΙΟΣ ΠΑΓΟΣ, 2022. Διαθέσιμο στο : <http://www.areiospagos.gr/>

ΣΥΜΒΟΥΛΕΙΟ ΤΗΣ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗ, 2015. Διαθέσιμο στο:

http://www.adjustice.gr/webcenter/portal/ste?_afrLoop=7666808313922993#!%40%40%3F_afrLoop%3D7666808313922993%26_adf.ctrl-state%3Dagv9337xm_131

NOMOTEΛΕΙΑ, 2021. Διαθέσιμο στο : <https://www.nomotelia.gr/>

Kodiko, 2022. Διαθέσιμο στο : <https://www.kodiko.gr/>

Sakkoulas, 2022. Διαθέσιμο στο : <https://www.sakkoulas-online.gr>

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περίληψεις

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Τάλλαρως, Πορφύριος¹; Νταλός, Γεώργιος²; Νινίκας, Κωνσταντίνος³; Χριστοδούλου, Δημήτριος⁴

¹ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Καρδίτσα, Γρίβα 11, ptallaros@uth.gr

² Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Καρδίτσα, Γρίβα 11, gntalos@uth.gr

³ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Καρδίτσα, Γρίβα 11, kninikas@uth.gr

⁴ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Λάρισα, Γαίοπολις, dchristo@uth.gr

• Περίληψη

Στόχος αυτής της εργασίας είναι να μελετηθεί κατά πόσο ευάλωτες είναι οι Ελληνικές δασικές εκτάσεις, πόσο επηρεάζονται ή όχι από το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής καθώς και σε τι βαθμό. Αυτή η έρευνα αναλύει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής που συμβαίνει παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια που συγχρόνως με την αύξηση της τεχνολογίας, έχει ως αντίκτυπο στην ανάπτυξη της δασικής βλάστησης. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει σε ποιες περιοχές εμφανίζονται απώλειες ενδιαιτήματος ορισμένες ομάδες βλάστησης. Τίθενται ορισμένα ερωτήματα όπως τα νέα κλιματικά δεδομένα θα δημιουργήσουν νέες προκλήσεις; Οι διαχειριστές θα προσαρμόσουν και θα χρησιμοποιήσουν τις ήδη γνωστές τεχνικές δασικής διαχείρισης; Θα τεθούν νέοι διαχειριστικοί στόχοι για να επιλεγεί το βέλτιστο σενάριο διαχείρισης; Ποια θα είναι τα διαχειριστικά μέτρα άμεσης προτεραιότητας; Η παραπάνω ανάλυση παρέχει πληροφορίες σχετικά με το είδος της βλάστησης που επηρεάζεται ή επηρεάστηκε περισσότερο, δίνοντας λύσεις στις πολιτικές και πρακτικές προστασίας και διαχείρισης των Ελληνικών δασών.

Λέξεις κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, οικοσύστημα, στρατηγικές προσαρμογής, μέτρα διαχείρισης.

Εισαγωγή

Η έννοια του οικοσυστήματος αποτελεί μια θεμελιώδη ιδέα για την Οικολογία. Οι βιοτικοί παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο ορισμένων οργανισμών που ζουν σ' αυτήν, οι αβιοτικοί παράγοντες μιας περιοχής, καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους συντάσσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα το λεγόμενο οικοσύστημα.

Τα οικοσυστήματα προσαρμόζονται συνεχώς στις περιβαλλοντικές μεταβολές. Τα Μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα έχουν περάσει κατά το παρελθόν από πολυάριθμες μεταβολές στο κλίμα με διάφορους τρόπους σε αυτές (ανοχή στις περιβαλλοντικές αλλαγές λόγω της φαινοτυπικής πλαστικότητας ορισμένων ειδών, προσαρμογή μέσω εξελικτικών διαδικασιών με την εμφάνιση νέων ειδών, υποειδών ή γονοτύπων, μετανάστευση σε κατάλληλες περιοχές, εξαφάνιση). Ωστόσο, υπάρχουν αποδείξεις και για την ταχεία κατάρρευση δασικών ειδών και οικοσυστημάτων σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, κυρίως λόγω προηγούμενων παγκόσμιων αλλαγών (συνδυασμός προηγούμενων αλλαγών στο κλίμα και ανθρώπινων επιδράσεων) (Tinner κ.α. 2005, Carrion 2003).

Η Ελλάδα παρουσιάζει υψηλή βιοποικιλότητα ειδών φυτών και ζώων και αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά κέντρα βιοποικιλότητας στην Ευρώπη.

Η χλωρίδα της Ελλάδας είναι, αναλογικά με την έκτασή της, από τις πλουσιότερες της Ευρώπης, με περισσότερα από 6.000 είδη και υποείδη φυτών, από τα οποία τα 300 θεωρούνται σπάνια και απειλούμενα, σύμφωνα με το τελευταίο δημοσιευμένο Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων των Σπάνιων και Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας (Φοίτος κ.α. 2009). Η έντονη γεωμορφολογία της, η γεωγραφική της θέση και οι επιρροές που αυτή συνεπάγεται, καθώς και ιστορικοί παράγοντες έχουν συντελέσει ώστε η χώρα να παρουσιάζει, πέρα από πλούτο ειδών, και υψηλό ενδημισμό. Η Ελλάδα αποτελεί επίσης το νοτιότερο όριο εξάπλωσης Ευρωπαϊκών δασικών ειδών, όπως η δασική πεύκη, η ερυθρελάτη και η σημύδα, ψυχρόβια κωνοφόρα της Κεντρικής και

Βόρειας Ευρώπης.

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της σύγχρονης εποχής είναι η κλιματική αλλαγή. Η κλιματική αλλαγή, ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, αποτελεί μια εκτεινόμενη απειλή για την παγκόσμια περιβαλλοντική σταθερότητα. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν και οφείλουν να αλλάξουν για να αποφευχθούν οι σοβαρότερες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και για να περιοριστεί η διατάραξη της φυσικής ισορροπίας. Η αλλαγή αυτή προϋποθέτει τη διαμόρφωση ενημερωμένων και ευαισθητοποιημένων πολιτών, οι οποίοι θα πρέπει να είναι σε θέση να αντιληφθούν την πολυπλοκότητά της, την κρισιμότητα των συνεπειών της καθώς και να ανταποκριθούν στις νέες προκλήσεις για την αντιμετώπισή της (Παπανικολάου και Πολλάκης 2015).

Οι προβλεπόμενες γρήγορες και έντονες αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες μέσα στα επόμενα 100 χρόνια αναμένεται να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στα διεθνή και ειδικότερα στα Ελληνικά δασικά οικοσυστήματα. Η δασική βλάστηση θα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις μελλοντικές περιβαλλοντικές αλλαγές και τις επιπτώσεις τους, αν κάθε ανθρώπινη επίδραση προς την φύση μεγαλώνει όλο και περισσότερο. Για παράδειγμα, σύμφωνα με παλαιά οικολογικά δεδομένα, εάν η συχνότητα των πυρκαγιών αυξηθεί σημαντικά στην περιοχή της Μεσογείου ως αποτέλεσμα των προβλεπόμενων κλιματικών, τα ευπαθή δασικά οικοσυστήματα, όπως τα διάφορα ορεινά δάση ενδημικών κωνοφόρων, θα τεθούν σε σοβαρό κίνδυνο.

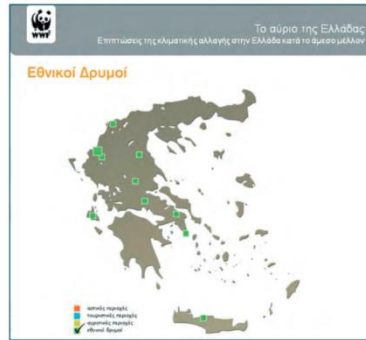
Υλικά και Μέθοδοι

Τα δάση καλύπτουν σήμερα το ένα τέταρτο της συνολικής έκτασης της Ελλάδας (25,5% ή 33.590.000 στρ.) τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι φυσικά. Επιπλέον, το 23,9% (31.540.000 στρ.) της Ελληνικής επικράτειας καλύπτεται από δασικές εκτάσεις, οι οποίες όμως συχνά είναι υποβαθμισμένες εξαιτίας κυρίως ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ραγδαίων αλλαγών χρήσεων γης, όπως η επέκταση των οικονομικών δραστηριοτήτων και του αστικού χώρου, ο κατακερματισμός των δασικών εκτάσεων από τις μεταφορικές υποδομές, η υπερεκμετάλλευση των πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος. Τα παραπάνω αποτελούν τις βασικές απειλές των δασικών οικοσυστημάτων και ευρύτερα στη Μεσόγειο (Βασικά συμπεράσματα της Διεθνούς Συνάντησης Εργασίας με θέμα «Προσαρμογή της Διαχείρισης και της Προστασίας των Μεσογειακών Δασών στην Κλιματική Αλλαγή», που διοργάνωσαν το Κέντρο για τη Συνεργασία στη Μεσόγειο της IUCN (IUCN-Med), το γραφείο του WWF για τη Μεσόγειο και το WWF Ελλάς στην Αθήνα, Απρίλιος 2008).

Στις απειλές όπως η ξηρασία, η άνοδος της θερμοκρασίας, ακραία καιρικά φαινόμενα εντάσσονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με αποτέλεσμα να εξαντλούνται οι αντοχές και η δυνατότητα ανάπτυξης των δασικών οικοσυστημάτων.

Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στα Ελληνικά δάση

Οι κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας αναμένεται να μεταβληθούν, με αποτέλεσμα άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις στις δασικές μας περιοχές στο προσεχές μέλλον. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα (WWF Ελλάς 2009), τα δασικά οικοσυστήματα θα γίνουν πιο ευπαθή, ιδιαίτερος κατά την περίοδο 2021-2050. Η εκτενής ανάλυση των κλιματικών παραμέτρων για τις σημαντικότερες προστατευόμενες δασικές περιοχές στην Ελλάδα, τους 10 εθνικούς δρυμούς της (Σχήμα 1, Βίκο-Αώο, Πρέσπες, Λευκά Όρη, Όλυμπο, Πάρνηθα, Πίνδο, Παρνασσό, Οίτη, Αίνο και Σούνιο), καταδεικνύει ότι οι ημέρες με υψηλό ρίσκο εμφάνισης πυρκαγιάς θα αυξηθούν κατά την περίοδο 2021-2050, από 5 ημέρες στον Αίνο της Κεφαλονιάς, έως 15 ημέρες σε Οίτη και Πάρνηθα.



Σχήμα 1. Οι 10 εθνικοί δρυμοί της Ελλάδας, για τους οποίους έγινε ανάλυση των κλιματικών παραμέτρων και προβλέψεις μεταβολής τους κατά την περίοδο 2021-2050. (Πηγή: WWF Ελλάς 2009)
 Figure 1. The 10 national parks of Greece, for which an analysis of the climate parameters and predictions of their change during the period 2021-2050 were made. (Source: WWF Greece 2009)

Πίνακας 1. Συμπεράσματα για τους Εθνικούς Δρυμούς (κόκκινο: αύξηση, μπλε: μείωση)
 Table 1. Conclusions for National Forests (red: increase, blue: decrease)

Εθνικός Δρυμός	Μεταβολή της μέσης ελάχιστης χειμερινής θερμοκρασίας (°C)	Μεταβολή της μέσης μέγιστης θερινής θερμοκρασίας (°C)	Χειμερινή Βροχόπτωση (%)	Φθινοπωρινή Βροχόπτωση (%)	Κίνδυνος εμφάνισης πυρκαγιάς (ημέρες)	Διάρκεια περιόδων ανομβρίας (ημέρες)
Αίνος	1	1.5	15	-	5	15
Βίκος - Αώος	1.3	2	-	10	10	7
Πινδος	1.3	2	-	10	10	7
Όλυμπος	1.3	2	15	15	10	7
Οίτη	1	2	10	15	15	7
Παρνασσός	1.3	1.5	10	15	10	15
Πάρνηθα	1	1.5	10	15	15	15
Σούνιο	1	1	10	15	10	7
Πρέσπες	1.3	2	15	15	10	15
Λευκά Όρη	1	1.5	15	10	10	15

Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα αποτελούν:

1. Οι μεταβολές στα εύρη των ειδών και στα όρια των οικοσυστημάτων, με την προς τα πάνω μετατόπιση των υψομετρικών ζωνών βλάστησης. Τα όρια κατανομής των ειδών αναμένεται να μετατοπιστούν προς τα πάνω σε υψόμετρο ή γεωγραφικό πλάτος.
2. Για παράδειγμα, η αναμενομένη άνοδος στη μέση ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία (Πίνακας 1) μπορεί να επηρεάσει τα δάση που είναι συνηθισμένα σε ψυχρότερες συνθήκες (π.χ. δάση ελάτης), με αποτέλεσμα τη μεταβολή της κατανομής των ειδών πιο βόρεια και σε μεγαλύτερα υψόμετρα.
3. Η μετανάστευση των φυτικών ειδών, η οποία αποτελεί μια σημαντικότερη αβεβαιότητα στην πρόβλεψη της απόκρισης της βλάστησης στην κλιματική αλλαγή. Οι δυνατότητες μετανάστευσης των ειδών μπορεί να περιορίζονται από φυσικούς παράγοντες, όπως ο τύπος εδάφους, η διαθεσιμότητα νερού και τα όρια μετανάστευσης σπόρων, και εξαιτίας ανθρωπογενών διαταραχών (κατακερματισμός δασών, αλλαγές χρήσης γης, κ.ά.) (Beniston 2003).
4. Η μείωση του διαθέσιμου χώρου για κάποια είδη στις ανώτερες περιοχές των βουνών και στα νησιά μπορεί, επίσης, να μειώσει τις μεταναστευτικές ευκαιρίες για πολλά είδη, ιδιαίτερα τα ενδημικά, που αντιπροσωπεύουν τη Μεσογειακή βιοποικιλότητα.
5. Οι αλλαγές στη φαινολογία των ειδών, με μετατόπιση της επικονίασης εξαιτίας των αλλαγών στη βροχόπτωση και στη διαθεσιμότητα νερού. Απόρροια των αλλαγών αυτών θα είναι οι μεταβολές στη δομή, τη σύνθεση και τη λειτουργία των δασών.
6. Η μεταβολή της δυναμικής δέσμευσης του ατμοσφαιρικού άνθρακα, οι δεξαμενές του οποίου στο έδαφος έχουν ήδη, σε μεγάλο βαθμό, εξαντληθεί, λόγω της κατάχρησης και υποβάθμισης των εδαφών του περασμένου αιώνα.
7. Η κλιματική αλλαγή είναι βέβαιο πως θα αυξήσει την ικανότητα εισβολής και εγκατάστασης

των ξενικών ειδών, τα οποία μπορεί, διαχρονικά, να αντικαταστήσουν τα αυτόχθονα και ενδημικά είδη.

Ανθεκτικότητα των δασικών οικοσυστημάτων

Τα φυτικά είδη των δασικών οικοσυστημάτων είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή κυρίως γιατί είναι βραδυαυξή, μακρόβια είδη. Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά δεν τους επιτρέπουν ταχεία προσαρμογή στις περιβαλλοντικές αλλαγές (Aitken κ.α. 2008). Η απόκριση ενός οικοσυστήματος σε μια μεταβολή βασικών παραμέτρων που διέπουν τη δομή και τη λειτουργία του εξαρτάται από το εύρος της μεταβολής αλλά και από το εύρος της οικοθέσης των ειδών που το συγκροτούν. Η κυρίαρχη συνιστώσα της απόκρισης εξαρτάται από το κυρίαρχο δασικό είδος που χαρακτηρίζει τη φυσιογνωμία της βλάστησης του οικοσυστήματος. Αυτό εξηγεί γιατί η έμφαση στις σχετικές μελέτες έχει εστιαστεί στα δασικά είδη, χωρίς αυτό να σημαίνει πως θάμνοι ή ακόμη και ποώδη είδη δεν θα "αντιδράσουν" στη μεταβολή. Η μεταβολή αυτή είναι σημαντικότερη για ορισμένα ποώδη είδη (Skon και Svenning 2004), τα οποία μπορεί και να ανήκουν στα σημαντικά είδη των οικοσυστημάτων αυτών (ενδημικά, σπάνια, απειλούμενα).

Οι αποκρίσεις των δασικών ειδών στην κλιματική αλλαγή μελετώνται: Σε εργαστηριακά πειράματα, στα οποία γίνονται προσομοιώσεις των επιπέδων διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων π.χ. CO₂ ως προς τις αλλαγές που προκαλούν στη λειτουργία των ειδών (για παράδειγμα, στο ρυθμό φωτοσύνθεσης) (Asshoff κ.α. 2006). Σε εργασίες πεδίου σε μόνιμες ή τυχαίες δειγματοληπτικές επιφάνειες, όπου καταγράφονται μεταβολές στα φαινολογικά πρότυπα (Peñuelas κ.α. 2009), στο ρυθμό αύξησης (Sarris κ.α. 2011, Christopoulou κ.α. 2022). Με οικολογικά μοντέλα, τα οποία παραμετροποιούνται με δεδομένα μετρήσεων πεδίου (Fyllas και Troumbis 2009, Lindner κ.α. 2010, Fyllas κ.α. 2017, Morin κ.α. 2010) τα οποία εκτιμούν πιθανές μετακινήσεις / μεταβολές στη γεωγραφική κατανομή των ειδών αυτών καθώς και αλλαγές στην λειτουργία των δασικών οικοσυστημάτων και στην εμφάνιση διαταραχών.

Η ανθεκτικότητα των δασών προσεγγίζεται συνήθως μέσω της χρήσης μιας σειράς δεικτών, οι συνηθέστεροι από τους οποίους χρησιμοποιούν όρους που συνθέτουν την ανθεκτικότητα των δασικών οικοσυστημάτων όπως έκθεση, τρωτότητα, προσαρμοστική ικανότητα (Lindner κ.α. 2010).

1. Έκθεση: Ορίζεται η αναμενόμενη (προβαλλόμενη) αλλαγή σε διάφορες κλιματικές παραμέτρους ή συνδυασμού αυτών, η οποία μπορεί να επηρεάσει τα δασικά οικοσυστήματα.
2. Τρωτότητα: Ορίζεται ως ο βαθμός κατά τον οποίο ένα οικοσύστημα μπορεί να είναι ευάλωτο στις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής. Η τρωτότητα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί ως η συνδυαστική δράση των παραγόντων Έκθεση x Επίδραση x Προσαρμοστική ικανότητα.

Μεθοδολογικό πλαίσιο εφαρμογής

Η διευρυμένη βάση δεδομένων παρουσίας για τα είδη ενδιαφέροντος, έπειτα από τη διαδικασία χωρικής αραιώσης περιλάμβανε 39 σημεία παρουσίας για την *A. cephalonica*, 38 για την *P. brutia*, 1181 για την *P. halepensis*, 2041 για την *P. nigra*, 2455 για την *Q. ilex*, 1896 για την *Q. pubescens*, 209 για την *Q. frainetto* και 6634 για την *F. sylvatica*, σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ήπειρο. Για κάθε είδος το σύνολο των σημείων παρουσίας χωρίστηκε σε δύο υποσύνολα. Το πρώτο (80% των σημείων) χρησιμοποιήθηκε για την εκπαίδευση του μοντέλου και το δεύτερο (20% των σημείων) χρησιμοποιήθηκε για την επαλήθευσή του. Για κάθε είδος επιλέχθηκαν με τυχαία δειγματοληψία σημεία υποβάθρου (3 φορές το πλήθος των σημείων παρουσίας). Η προβλεπτική ικανότητα των επιμέρους μοντέλων έγινε με χρήση του κριτηρίου AUC (Area Under the Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve). Το κριτήριο AUC ποσοτικοποιεί την πιθανότητα το μοντέλο να κατηγοριοποιεί ορθά μια τυχαία παρουσία σε σχέση με ένα σημείο υποβάθρου. Για κάθε είδος δημιουργήθηκε ένα αρχικό μοντέλο (με το σύνολο των προβλεπτικών μεταβλητών: 8 κλιματικές και 2 εδαφικές). Στη συνέχεια, ακολουθήθηκε μια διαδικασία απλοποίησης στηριζόμενη στα δεδομένα. Τα τελικά μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για τη χωρική προσομοίωση της καταλληλότητας ενδιαιτήματος υπό σημερινές και μελλοντικές συνθήκες κλίματος (περίοδοι αναφοράς 2041-

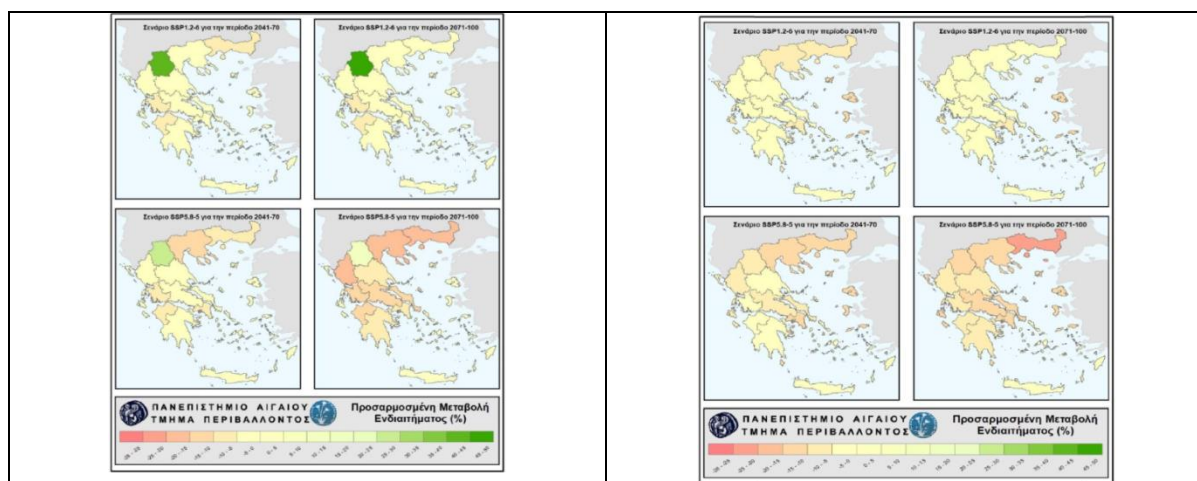
2070 και 2071-2100), υπό δύο σενάρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ήπιο: SSP1.2-6 και ακραίο SSP5.8-5).

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων εκφράστηκαν τελικά και ανά περιφερειακή ενότητα σε επίπεδο χώρας, ακολουθώντας τις εξής παραδοχές: Τα είδη ομαδοποιήθηκαν σε κωνοφόρα χαμηλού υψομέτρου (*P. halepensis* και *P. brutia*), σε κωνοφόρα μέσου υψομέτρου (*P. nigra* και *A. cephalonica*), σε αείφυλλα πλατύφυλλα (*Q. ilex*) και σε φυλλοβόλα πλατύφυλλα (*Q. pubescens*, *Q. frainetto*, *F. sylvatica*) και στη συνέχεια υπολογίστηκε η ανά ομάδα μεταβολή στην καταλληλότητα ενδιαιτήματος ανά Περιφέρεια, σταθμισμένη με τη σημερινή δασοκάλυψη. Το σύνολο των αναλύσεων και η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκαν με τη γλώσσα ανάλυσης δεδομένων R (R Core Development Team 2022) και τις βιβλιοθήκες *dismo* (Hijmans κ.α. 2021), *SDM*tune (Vignalik.α. 2020), *spThin* (Aiello-Lammens κ.α. 2015) και *ggplot2* (Wickham 2019).

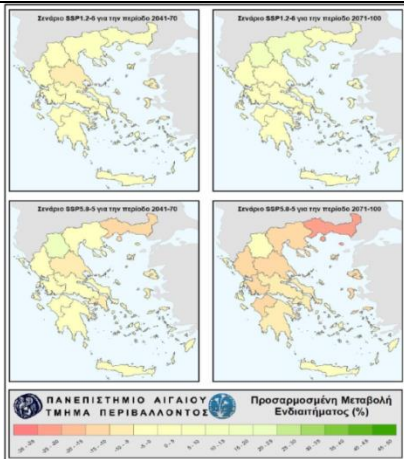
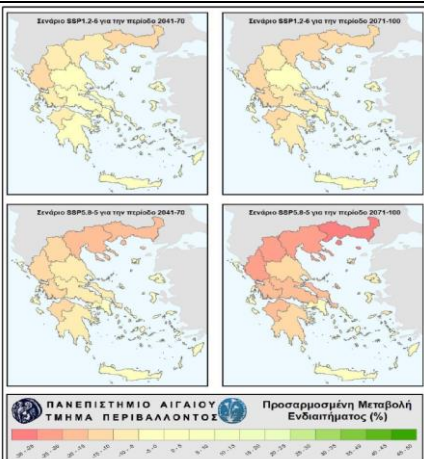
Αποτελέσματα

Πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην καταλληλότητα ενδιαιτήματος σε επίπεδο Περιφερειακών ενοτήτων στην Ελλάδα

Χρησιμοποιώντας τα υπό μελέτη είδη ως εκπροσώπους λειτουργικών ομάδων τα αποτελέσματα συνοψίζονται στα Σχήματα 2, 3, 4 και 5 και αναλυτικά στους Πίνακες 2 και 3 (Παράρτημα Ι). Η ομάδα των κωνοφόρων χαμηλού υψομέτρου (*P. halepensis* και *P. brutia*) αναμένεται να εμφανίσει τις υψηλότερες απώλειες ενδιαιτήματος στις περιφέρειες της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, της Κεντρικής Μακεδονίας και της Δυτικής Ελλάδας, ενώ πιθανόν η περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας να εμφανίσει πιθανά ενδιαιτήματα για εγκατάστασή τους. Για την ομάδα των κωνοφόρων μέσου υψομέτρου (*A. cephalonica* και *P. nigra*) οι υψηλότερες απώλειες ενδιαιτήματος αναμένονται στις περιφέρειες της Μακεδονίας καθώς και σε αυτές της Αττικής, της Στερεάς Ελλάδας και του Βορείου Αιγαίου (για την μαύρη πεύκη). Η ομάδα των αείφυλλων πλατύφυλλων που ελλιπώς αντιπροσωπεύεται στην παρούσα μελέτη μόνο από την *Q. ilex*, εμφανίζει τις υψηλότερες απώλειες στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, στη Κεντρική Μακεδονία και στη Δυτική Ελλάδα στο ακραίο σενάριο, αν και στο ήπιο σενάριο οι δύο πρώτες περιφέρειες μπορεί και να ευνοηθούν. Τέλος όσον αφορά στα φυλλοβόλα πλατύφυλλα (*Q. pubescens*, *Q. frainetto*, *F. sylvatica*) οι ισχυρότερες απώλειες ενδιαιτήματος προσομοιώθηκαν για τις περιφέρειες της Ηπείρου, της Κεντρικής Μακεδονίας, της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, της Δυτικής Μακεδονίας και της Δυτικής Ελλάδας. Στο συγκεκριμένο σημείο υπογραμμίζεται ότι τα παρακάτω αποτελέσματα είναι ενδεικτικά, καθώς σημαντικοί εκπρόσωποι των ομάδων που επιλέχθηκαν δεν έχουν ενσωματωθεί στις προσομοιώσεις. Για παράδειγμα το ξηρανθεκτικό *Quercus coccifera* (πουρνάρι) ως τυπικός εκπρόσωπος των αείφυλλων πλατύφυλλων θα οδηγούσε πιθανότατα λιγότερο έντονη τρωτότητα της συγκεκριμένης ομάδας στα σενάρια κλιματικής αλλαγής (Αραβανόπουλος κ.α. 2023).



<p>Σχήμα 2. Προσαρμοσμένη μεταβολή (%) ενδιαιτήματος ανά Περιφερειακή ενότητα για την ομάδα των κωνοφόρων χαμηλού υψομέτρου (<i>P. halepensis</i> και <i>P. brutia</i>).</p> <p>Figure 2. Adjusted change (%) of habitat by Regional unit for the group of low altitude conifers (<i>P. halepensis</i> and <i>P. brutia</i>).</p>	<p>Σχήμα 3. Προσαρμοσμένη μεταβολή (%) ενδιαιτήματος ανά Περιφερειακή ενότητα για την ομάδα των κωνοφόρων μέσου υψομέτρου (<i>A. cephalonica</i> και <i>P. nigra</i>).</p> <p>Figure 3. Adjusted change (%) of habitat per Regional unit for the group of mid-altitude conifers (<i>A. cephalonica</i> and <i>P. nigra</i>).</p>
---	--

	
<p>Σχήμα 4. Προσαρμοσμένη μεταβολή (%) ενδιαιτήματος ανά Περιφερειακή ενότητα για την ομάδα των αειφύλλων πλατυφύλλων (<i>Q. ilex</i>).</p> <p>Figure 4. Adjusted change (%) of habitat by Regional Unit for the group of broad-leaved sedges (<i>Q. ilex</i>).</p>	<p>Σχήμα 5. Προσαρμοσμένη μεταβολή (%) ενδιαιτήματος ανά Περιφερειακή ενότητα για την ομάδα των φυλλοβόλων πλατυφύλλων (<i>Q. pubescens</i>, <i>Q. frainetto</i>, <i>F. sylvatica</i>).</p> <p>Figure 5. Adjusted change (%) of habitat per Regional unit for the deciduous broadleaf group (<i>Q. pubescens</i>, <i>Q. frainetto</i>, <i>F. sylvatica</i>).</p>

Στρατηγικές προσαρμογής των δασικών οικοσυστημάτων

Τα νέα κλιματικά δεδομένα θα δημιουργήσουν νέες προκλήσεις στις οποίες οι διαχειριστές πρέπει να προσαρμοστούν χρησιμοποιώντας τις ήδη γνωστές τεχνικές δασικής διαχείρισης: δασοκομία, αναδάσωσης, διαχείριση της γενετικής ποικιλότητας και των γενετικών πόρων, επιλέγοντας όμως τη σωστή μίξη μέτρων. Ήδη οι δασικοί διαχειριστές έχουν καταρτίσει το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα μπορούσαν να τεθούν οι κατάλληλοι διαχειριστικοί στόχοι και να επιλεγεί το βέλτιστο σενάριο διαχείρισης. Οι στρατηγικές επιλογές που μπορεί να κάνει ένας διαχειριστής είναι (Millar κ.α.2007, PetersonSt-Laurent κ.α. 2021):

- Στρατηγική Επιλογή 1. Αντίσταση (Resistance),
- Στρατηγική Επιλογή 2. Ανθεκτικότητα (Resilience),
- Στρατηγική Επιλογή 3. Μετάβαση (Transition/ Transformation)

Μέτρα διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων

Το 2018 εγκρίθηκε η Εθνική Στρατηγική για τα Δάση (Υ.Α. 170195/758/28-11-2018), η οποία καθόρισε τις αρχές και τις κατευθυντήριες γραμμές της δασικής πολιτικής για την περίοδο 2018–2038. Ακόμα, προσδιόρισε τους συγκεκριμένους στόχους αυτής της πολιτικής και διέθεσε τους απαραίτητους πόρους και τα μέσα για την εφαρμογή της (ForestEurope2020). Η Εθνική Στρατηγική συμβάλλει στις προσπάθειες αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στα ελληνικά δάση και στον μετριασμό των συνεπειών της. Για την αδήριτη ανάγκη μετάβασης στην προσέγγιση της προσαρμοστικής διαχείρισης, ωστόσο, επτά είναι τα κύρια διαχειριστικά μέτρα άμεσης προτεραιότητας: Επιλογή δασοπονικών ειδών, εισαγωγή και παρακολούθηση νέου γενετικού υλικού, διαχείριση του αυξητικού χώρου, αύξηση και διατήρηση της ανομοιογένειας, καθορισμός του περίτροπου χρόνου, διαχείριση της δασικής καύσιμης ύλης, διαχείριση με συνεκτίμηση του ρόλου του ανάγλυφου.

Παράρτημα I

<p>Πίνακας 2. Σταθμισμένη μεταβολή (%) ενδιαιτήματος ανά Περιφερειακή ενότητα, για τις ομάδες ειδών κωνοφόρων χαμηλού υψομέτρου (<i>P. halepensis</i> και <i>P. brutia</i>) και κωνοφόρων μέσου υψομέτρου (<i>P. nigra</i> και <i>A. cephalonica</i>).</p> <p>Table 2. Weighted change (%) of habitat per Regional unit, for the species groups of low altitude conifers (<i>P. halepensis</i> and <i>P. brutia</i>) and medium altitude conifers (<i>P. nigra</i> and <i>A. cephalonica</i>).</p>				<p>Πίνακας 3. Σταθμισμένη μεταβολή (%) ενδιαιτήματος ανά Περιφερειακή ενότητα για τις ομάδες αειφύλλων πλατύφυλλων (<i>Q. ilex</i>) και φυλλοβόλων πλατύφυλλων (<i>Q. pubescens</i>, <i>Q. frainetto</i> και <i>F. sylvatica</i>).</p> <p>Table 3. Weighted change (%) of habitat by Regional unit for the evergreen broadleaf (<i>Q. ilex</i>) and deciduous broadleaf (<i>Q. pubescens</i>, <i>Q. frainetto</i> and <i>F. sylvatica</i>) groups.</p>																																																																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Περιφέρεια</th> <th colspan="4">κωνοφόρα χαμηλού υψομέτρου</th> <th colspan="4">κωνοφόρα μέσου υψομέτρου</th> </tr> <tr> <th>ssp1-2.6 2041-2070</th> <th>ssp1-2.6 2071-2100</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> <th>ssp1-2.6 2041-2070</th> <th>ssp1-2.6 2071-2100</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Αττικής</td><td>-2,7</td><td>-3,5</td><td>-5,2</td><td>-8,7</td><td>-5,7</td><td>-5,1</td><td>-10,5</td><td>-12,7</td></tr> <tr><td>Πελοποννήσου</td><td>-2,2</td><td>-2,3</td><td>-4,4</td><td>-8,1</td><td>-2,4</td><td>-2,0</td><td>-4,4</td><td>-7,4</td></tr> <tr><td>Ιονίων Νήσων</td><td>5,7</td><td>5,9</td><td>8,8</td><td>9,6</td><td>-6,7</td><td>-5,8</td><td>-8,9</td><td>-11,5</td></tr> <tr><td>Στερεάς Ελλάδας</td><td>-0,5</td><td>-0,5</td><td>-3,7</td><td>-10,9</td><td>-2,7</td><td>-1,8</td><td>-6,2</td><td>-12,2</td></tr> <tr><td>Θεσσαλίας</td><td>-1,0</td><td>-0,6</td><td>-3,3</td><td>-8,0</td><td>-1,0</td><td>0,2</td><td>-4,1</td><td>-9,0</td></tr> <tr><td>Ηπείρου</td><td>0,0</td><td>1,3</td><td>-3,4</td><td>-15,1</td><td>-2,8</td><td>-2,3</td><td>-5,1</td><td>-9,4</td></tr> <tr><td>Κεντρικής Μακεδονίας</td><td>-4,0</td><td>-2,5</td><td>-10,3</td><td>-15,5</td><td>-5,6</td><td>-1,9</td><td>-10,5</td><td>-14,2</td></tr> <tr><td>Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης</td><td>-5,9</td><td>-3,3</td><td>-9,5</td><td>-19,0</td><td>-5,2</td><td>-3,7</td><td>-14,8</td><td>-24,4</td></tr> <tr><td>Δυτικής Μακεδονίας</td><td>41,9</td><td>47,9</td><td>29,6</td><td>10,3</td><td>-2,5</td><td>0,5</td><td>-6,7</td><td>-12,8</td></tr> <tr><td>Δυτικής Ελλάδας</td><td>-6,0</td><td>-6,0</td><td>-8,8</td><td>-13,5</td><td>-2,4</td><td>-1,9</td><td>-4,7</td><td>-9,7</td></tr> <tr><td>Κρήτης</td><td>-0,5</td><td>-0,4</td><td>-0,8</td><td>-1,3</td><td>-1,1</td><td>-0,9</td><td>-1,7</td><td>-2,6</td></tr> <tr><td>Νοτίου Αιγαίου</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>-4,1</td><td>-4,1</td><td>-4,1</td><td>-4,1</td></tr> <tr><td>Βορείου Αιγαίου</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>-0,1</td><td>-2,8</td><td>-11,3</td><td>-10,6</td><td>-12,0</td><td>-12,1</td></tr> </tbody> </table>				Περιφέρεια	κωνοφόρα χαμηλού υψομέτρου				κωνοφόρα μέσου υψομέτρου				ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070	ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070	Αττικής	-2,7	-3,5	-5,2	-8,7	-5,7	-5,1	-10,5	-12,7	Πελοποννήσου	-2,2	-2,3	-4,4	-8,1	-2,4	-2,0	-4,4	-7,4	Ιονίων Νήσων	5,7	5,9	8,8	9,6	-6,7	-5,8	-8,9	-11,5	Στερεάς Ελλάδας	-0,5	-0,5	-3,7	-10,9	-2,7	-1,8	-6,2	-12,2	Θεσσαλίας	-1,0	-0,6	-3,3	-8,0	-1,0	0,2	-4,1	-9,0	Ηπείρου	0,0	1,3	-3,4	-15,1	-2,8	-2,3	-5,1	-9,4	Κεντρικής Μακεδονίας	-4,0	-2,5	-10,3	-15,5	-5,6	-1,9	-10,5	-14,2	Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	-5,9	-3,3	-9,5	-19,0	-5,2	-3,7	-14,8	-24,4	Δυτικής Μακεδονίας	41,9	47,9	29,6	10,3	-2,5	0,5	-6,7	-12,8	Δυτικής Ελλάδας	-6,0	-6,0	-8,8	-13,5	-2,4	-1,9	-4,7	-9,7	Κρήτης	-0,5	-0,4	-0,8	-1,3	-1,1	-0,9	-1,7	-2,6	Νοτίου Αιγαίου	0,5	0,5	0,6	0,7	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	Βορείου Αιγαίου	0,5	0,6	-0,1	-2,8	-11,3	-10,6	-12,0	-12,1	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Περιφέρεια</th> <th colspan="4">αειφύλλα πλατύφυλλα</th> <th colspan="4">φυλλοβόλα πλατύφυλλα</th> </tr> <tr> <th>ssp1-2.6 2041-2070</th> <th>ssp1-2.6 2071-2100</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> <th>ssp1-2.6 2041-2070</th> <th>ssp1-2.6 2071-2100</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> <th>ssp5-8.5 2041-2070</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Αττικής</td><td>-3,5</td><td>-2,2</td><td>-5,6</td><td>-9,4</td><td>-2,7</td><td>-3,1</td><td>-4,1</td><td>-4,9</td></tr> <tr><td>Πελοποννήσου</td><td>-1,8</td><td>-0,9</td><td>-2,4</td><td>-5,9</td><td>-5,0</td><td>-5,3</td><td>-7,9</td><td>-10,7</td></tr> <tr><td>Ιονίων Νήσων</td><td>-0,7</td><td>0,8</td><td>0,2</td><td>-0,7</td><td>-1,7</td><td>-1,5</td><td>-2,0</td><td>-2,8</td></tr> <tr><td>Στερεάς Ελλάδας</td><td>-2,0</td><td>1,0</td><td>-1,8</td><td>-9,2</td><td>-4,2</td><td>-5,8</td><td>-9,8</td><td>-15,8</td></tr> <tr><td>Θεσσαλίας</td><td>-5,8</td><td>-4,2</td><td>-6,3</td><td>-10,6</td><td>-3,7</td><td>-4,4</td><td>-6,8</td><td>-11,5</td></tr> <tr><td>Ηπείρου</td><td>-0,5</td><td>0,2</td><td>-0,7</td><td>-10,3</td><td>-11,5</td><td>-11,9</td><td>-14,7</td><td>-22,5</td></tr> <tr><td>Κεντρικής Μακεδονίας</td><td>1,2</td><td>13,6</td><td>-0,2</td><td>-13,3</td><td>-9,3</td><td>-10,8</td><td>-16,1</td><td>-20,7</td></tr> <tr><td>Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης</td><td>2,1</td><td>4,9</td><td>-10,4</td><td>-20,4</td><td>-12,3</td><td>-12,6</td><td>-19,2</td><td>-28,0</td></tr> <tr><td>Δυτικής Μακεδονίας</td><td>-0,2</td><td>12,1</td><td>16,6</td><td>1,8</td><td>-7,3</td><td>-9,7</td><td>-12,9</td><td>-21,3</td></tr> <tr><td>Δυτικής Ελλάδας</td><td>-2,6</td><td>-0,9</td><td>-4,2</td><td>-11,0</td><td>-9,7</td><td>-10,2</td><td>-13,4</td><td>-17,4</td></tr> <tr><td>Κρήτης</td><td>-1,3</td><td>-1,0</td><td>-1,5</td><td>-2,2</td><td>-0,7</td><td>-0,6</td><td>-1,3</td><td>-2,0</td></tr> <tr><td>Νοτίου Αιγαίου</td><td>-1,9</td><td>-1,6</td><td>-0,2</td><td>3,6</td><td>3,4</td><td>2,8</td><td>-0,3</td><td>2,8</td></tr> <tr><td>Βορείου Αιγαίου</td><td>-5,5</td><td>-3,9</td><td>-6,9</td><td>-10,8</td><td>-0,7</td><td>-1,4</td><td>-4,6</td><td>-5,8</td></tr> </tbody> </table>				Περιφέρεια	αειφύλλα πλατύφυλλα				φυλλοβόλα πλατύφυλλα				ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070	ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070	Αττικής	-3,5	-2,2	-5,6	-9,4	-2,7	-3,1	-4,1	-4,9	Πελοποννήσου	-1,8	-0,9	-2,4	-5,9	-5,0	-5,3	-7,9	-10,7	Ιονίων Νήσων	-0,7	0,8	0,2	-0,7	-1,7	-1,5	-2,0	-2,8	Στερεάς Ελλάδας	-2,0	1,0	-1,8	-9,2	-4,2	-5,8	-9,8	-15,8	Θεσσαλίας	-5,8	-4,2	-6,3	-10,6	-3,7	-4,4	-6,8	-11,5	Ηπείρου	-0,5	0,2	-0,7	-10,3	-11,5	-11,9	-14,7	-22,5	Κεντρικής Μακεδονίας	1,2	13,6	-0,2	-13,3	-9,3	-10,8	-16,1	-20,7	Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	2,1	4,9	-10,4	-20,4	-12,3	-12,6	-19,2	-28,0	Δυτικής Μακεδονίας	-0,2	12,1	16,6	1,8	-7,3	-9,7	-12,9	-21,3	Δυτικής Ελλάδας	-2,6	-0,9	-4,2	-11,0	-9,7	-10,2	-13,4	-17,4	Κρήτης	-1,3	-1,0	-1,5	-2,2	-0,7	-0,6	-1,3	-2,0	Νοτίου Αιγαίου	-1,9	-1,6	-0,2	3,6	3,4	2,8	-0,3	2,8	Βορείου Αιγαίου	-5,5	-3,9	-6,9	-10,8	-0,7	-1,4	-4,6	-5,8
Περιφέρεια	κωνοφόρα χαμηλού υψομέτρου				κωνοφόρα μέσου υψομέτρου																																																																																																																																																																																																																																																																														
	ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070	ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070																																																																																																																																																																																																																																																																											
Αττικής	-2,7	-3,5	-5,2	-8,7	-5,7	-5,1	-10,5	-12,7																																																																																																																																																																																																																																																																											
Πελοποννήσου	-2,2	-2,3	-4,4	-8,1	-2,4	-2,0	-4,4	-7,4																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ιονίων Νήσων	5,7	5,9	8,8	9,6	-6,7	-5,8	-8,9	-11,5																																																																																																																																																																																																																																																																											
Στερεάς Ελλάδας	-0,5	-0,5	-3,7	-10,9	-2,7	-1,8	-6,2	-12,2																																																																																																																																																																																																																																																																											
Θεσσαλίας	-1,0	-0,6	-3,3	-8,0	-1,0	0,2	-4,1	-9,0																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ηπείρου	0,0	1,3	-3,4	-15,1	-2,8	-2,3	-5,1	-9,4																																																																																																																																																																																																																																																																											
Κεντρικής Μακεδονίας	-4,0	-2,5	-10,3	-15,5	-5,6	-1,9	-10,5	-14,2																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	-5,9	-3,3	-9,5	-19,0	-5,2	-3,7	-14,8	-24,4																																																																																																																																																																																																																																																																											
Δυτικής Μακεδονίας	41,9	47,9	29,6	10,3	-2,5	0,5	-6,7	-12,8																																																																																																																																																																																																																																																																											
Δυτικής Ελλάδας	-6,0	-6,0	-8,8	-13,5	-2,4	-1,9	-4,7	-9,7																																																																																																																																																																																																																																																																											
Κρήτης	-0,5	-0,4	-0,8	-1,3	-1,1	-0,9	-1,7	-2,6																																																																																																																																																																																																																																																																											
Νοτίου Αιγαίου	0,5	0,5	0,6	0,7	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1																																																																																																																																																																																																																																																																											
Βορείου Αιγαίου	0,5	0,6	-0,1	-2,8	-11,3	-10,6	-12,0	-12,1																																																																																																																																																																																																																																																																											
Περιφέρεια	αειφύλλα πλατύφυλλα				φυλλοβόλα πλατύφυλλα																																																																																																																																																																																																																																																																														
	ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070	ssp1-2.6 2041-2070	ssp1-2.6 2071-2100	ssp5-8.5 2041-2070	ssp5-8.5 2041-2070																																																																																																																																																																																																																																																																											
Αττικής	-3,5	-2,2	-5,6	-9,4	-2,7	-3,1	-4,1	-4,9																																																																																																																																																																																																																																																																											
Πελοποννήσου	-1,8	-0,9	-2,4	-5,9	-5,0	-5,3	-7,9	-10,7																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ιονίων Νήσων	-0,7	0,8	0,2	-0,7	-1,7	-1,5	-2,0	-2,8																																																																																																																																																																																																																																																																											
Στερεάς Ελλάδας	-2,0	1,0	-1,8	-9,2	-4,2	-5,8	-9,8	-15,8																																																																																																																																																																																																																																																																											
Θεσσαλίας	-5,8	-4,2	-6,3	-10,6	-3,7	-4,4	-6,8	-11,5																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ηπείρου	-0,5	0,2	-0,7	-10,3	-11,5	-11,9	-14,7	-22,5																																																																																																																																																																																																																																																																											
Κεντρικής Μακεδονίας	1,2	13,6	-0,2	-13,3	-9,3	-10,8	-16,1	-20,7																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	2,1	4,9	-10,4	-20,4	-12,3	-12,6	-19,2	-28,0																																																																																																																																																																																																																																																																											
Δυτικής Μακεδονίας	-0,2	12,1	16,6	1,8	-7,3	-9,7	-12,9	-21,3																																																																																																																																																																																																																																																																											
Δυτικής Ελλάδας	-2,6	-0,9	-4,2	-11,0	-9,7	-10,2	-13,4	-17,4																																																																																																																																																																																																																																																																											
Κρήτης	-1,3	-1,0	-1,5	-2,2	-0,7	-0,6	-1,3	-2,0																																																																																																																																																																																																																																																																											
Νοτίου Αιγαίου	-1,9	-1,6	-0,2	3,6	3,4	2,8	-0,3	2,8																																																																																																																																																																																																																																																																											
Βορείου Αιγαίου	-5,5	-3,9	-6,9	-10,8	-0,7	-1,4	-4,6	-5,8																																																																																																																																																																																																																																																																											

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων των περιοχικών κλιματικών μοντέλων, η ανθρωπογενής αλλαγή του κλίματος της Ελλάδας θα είναι περισσότερο έντονη στο απώτερο μέλλον, δηλαδή προς το τέλος του 21ου αιώνα, ιδίως στην περίπτωση του IPCC σεναρίου εκπομπών RCP8.5. Συνοπτικά, για την περίοδο αυτή εκτιμήθηκαν οι παρακάτω μεταβολές των μέσων τιμών των κλιματικών μεταβλητών και δεικτών σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971-2000 (Ζερεφός και Καψωμενάκης 2023):

3. Αύξηση της θερμοκρασίας που θα αγγίξει τους 4,5°C.
4. Μείωση του ύψους της βροχόπτωσης που στα μεγαλύτερα υψόμετρα στο βόρειο τμήμα της χώρας θα φτάσει ποσοστό της τάξης του 20%, ενώ στα νότια τμήματα της χώρας αναμένεται να είναι πιο έντονη (π.χ. 30% στα ορεινά της Κρήτης).
5. Μικρές μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου (αυξήσεις και μειώσεις) στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας. Οι μεγαλύτερες μεταβολές (αυξήσεις) εκτιμήθηκαν σε νησιά του Αιγαίου και σε τμήματα της Κρήτης.
6. Αύξηση της προσπίπτουσας στην επιφάνεια ηλιακής ακτινοβολίας κατά έως 5 W/m2 συνδεδεμένη με μειώσεις στο κλάσμα νεφοκάλυψης.
7. Μείωση του αριθμού των ημερών με νυχτερινό παγετό που είναι μέγιστη στη βόρεια Πίνδο.
8. Αύξηση της βλαστητικής περιόδου ως αποτέλεσμα της πρώιμης λήξης και καθυστερημένης έναρξης των ανοιξιάτικων και φθινοπωρινών παγετών αντίστοιχα. Η αύξηση είναι της τάξης των 55 έως 70 ημερών ανά έτος, με εξαίρεση τις παραθαλάσσιες κυρίως περιοχές όπου η αύξηση είναι μικρότερη.
9. Αύξηση των ημερών με υψηλές μεσημβρινές και νυχτερινές τιμές θερμοκρασίας (ημέρες καύσωνα και τροπικές νύχτες αντίστοιχα). Σε τμήματα της χώρας, όπως σε πεδινές περιοχές της Θεσσαλίας και της κεντρικής Μακεδονίας, οι ημέρες καύσωνα μπορεί να ξεπερνούν τους 2 μήνες.
10. Αύξηση του μέγιστου αριθμού συνεχόμενων ξηρών ημερών και ημίξηρες κλιματικά συνθήκες στο σύνολο της Θεσσαλικής και της Μακεδονικής πεδιάδας, στα πεδινά τμήματα

της ανατολικής Στερεάς και της Πελοποννήσου, στις Κυκλάδες, στα Δωδεκάνησα και σε τμήματα της Κρήτης.

11. Αύξηση σε ολόκληρη τη χώρα του αριθμού ημερών ανά έτος με ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς. Στην ανατολική Στερεά, την Αττική, την ανατολική Πελοπόννησο και την κεντρική και νότια Κρήτη, η αύξηση ξεπερνά τις 35 και φτάνει έως και τις 50 ημέρες ανά έτος. Αυξήσεις έως και κατά 20 ημέρες ανά έτος αναμένονται ακόμα και στην οροσειρά της Πίνδου και τα υπόλοιπα πολύ ορεινά τμήματα της Ελλάδας.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον επιβλέπων καθηγητή του διδακτορικού μου διπλώματος κ. Νταλό Γεώργιο καθώς και τους συναδέλφους μου Νίκα Κωνσταντίνο και Χριστοδούλου Δημήτριο που με βοήθησαν και με στήριξαν κατά την διάρκεια της εν λόγω έρευνας.

Abstract

The aim of this work is to study how vulnerable the Greek forest areas are, how much they are affected or not by the phenomenon of climate change and to what extent. This research analyzes the phenomenon of climate change that has occurred worldwide in recent years that, at the same time as the increase in technology, has an impact on the growth of forest vegetation. Analysis of the results shows in which areas certain vegetation groups are experiencing habitat loss. Some questions are raised, such as will the new climate data create new challenges? Will managers adapt and use already known forest management techniques? Will new management objectives be set to select the best management scenario? What will be the immediate priority management measures? The above analysis provides information about the type of vegetation that is affected or was most affected, giving solutions to the policies and practices of protection and management of Greek forests.

Βιβλιογραφία

- Aitken, S.N., Yeaman, S., Holliday, J.A., Wang, T., Curtis-McLane, S. 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evol. Applic.* 1:95–111.
- Asshoff, R., Zotz, G., Komer, C. 2006. Growth and phenology of mature temperate forest trees in elevated CO₂. *Global Change Biol.* 12:848-861.
- Beniston, M. 2003. Climatic Change in Mountain Regions: a Review of Possible Impacts. *Climatic Change*, 59, 5-31. © 2003 Kluwer Academic Publishers. Impression aux Pays-Bas.
- Carrión, J.S. 2003 Sobresaltosenel bosque mediterráneo: incidencia de las perturbaciones observables en una escalapaleoecológica. *Ecosistemas* 2003.
- Christopoulou, A., Fyllas, N.M., Gmińska-Nowak, B., Özarlan, Y., Arianoutsou, M., Robert Brandes, R., Ważny, T. 2022. Exploring the past of Mavrovouni forest in the Pindus Mountain range (Greece) using tree rings of Bosnian pines. *Trees* 36:153–166.
- Forest Europe 2020. State of Europe's Forests 2020. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Liaison Unit Bratislava, Slovakia.
- Fyllas, N. M., & Troumbis, A. Y. 2009. Simulating vegetation shifts in north-eastern Mediterranean mountain forests under climatic change scenarios. *Global Ecology and Biogeography*, 18(1), 64-77.
- Fyllas, N. M., Christopoulou, A., Galanidis, A., Michelaki, C. Z., Giannakopoulos, C., Dimitrakopoulos, P. G., ... & Gloor, M. 2017. Predicting species dominance shifts across elevation gradients in mountain forests in Greece under a warmer and drier climate. *Regional Environmental Change*, 17, 1165-1177.
- Lindner, M., Fitzgerald, J. B., Zimmermann, N. E., Reyer, C., Delzon, S., van Der Maaten, E., ... & Hanewinkel, M. 2014. Climate change and European forests: what do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of environmental management*, 146, 69-83.
- Millar, C. I., Stephenson, N. L., & Stephens, S. L. 2007. Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological applications*, 17(8), 2145-2151.
- Morin, X., Roy, J., Sonie, L., Chuine, I. 2010. Changes in leaf phenology of three European oak species in response to experimental climate change. *New Phytol.* 186:900–910.

Peñuelas, J., Rutishauser, T., Filella, I. 2009. Phenology Feedbacks on Climate Change Science 324:887–8.

Peterson, St-Laurent, G., Oakes, L.E., Cross, M., Hagerman, S. 2021. R–R–T (resistance–resilience–transformation) typology reveals differential conservation approaches across ecosystems and time. *Commun. Biol.* 4:39.

Sarris, D., Christodoulakis, D., Körner, C. 2011. Impact of recent climatic change on growth of low elevation eastern Mediterranean forest trees. *Clim. Change* 106:203-223.

Skov, F. and Svenning, J.C. 2004. Potential impact of climatic change on the distribution of forest herbs in Europe *Ecography* 27:366–80.

Tinner, W., Conedera, M., Ammann, B. & Lotter, A.F. 2005. Fire ecology north and south of the Alps since the last ice age. *TheHolocene*, 15, 1214-1226.

Παπανικολάου, Μ., Πολλάκης, Σ., 2015. Γνώσεις, αντιλήψεις και αναπαραστάσεις σχετικά με την κλιματική αλλαγή δείγματος πολιτικών τριών περιοχών: Αθήνα, Μυτιλήνη, Αράχοβα. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης «Η Κλιματική Αλλαγή στην Ελλάδα», Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 5-7 Ιουνίου 2015, Μυτιλήνη. σσ 56-82.

Αραβανόπουλος, Φ., Αβτζής, Δ., Αριανούτσου, Μ., Διαμαντής, Σ., Ζερεφός, Χ., Καλαμπόκας, Π., Καψωμενάκης, Ι., Πούπκου, Α., Σολωμός, Σ., 2023. Η ανθεκτικότητα των Ελληνικών δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή. Ακαδημία Αθηνών.

Φοίτος, Δ., Κωνσταντινίδης, Θ. & Καμάρη, Γ. 2009. Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων των Σπάνιων & Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας, Ελληνική Βοτανική Εταιρεία, Πάτρα.

WWF Ελλάς, 2009. Το αύριο της Ελλάδας: Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2009.

Hijmans, R.J., Phillips, S., Elith, J.L. and J 2021. dismo: Species Distribution Modeling. Προσπελάστηκε: 4 January 2022.

Vignali, S., Barras, A.G., Arlettaz, R., Braunisch, V. 2020. SDMtune: An R package to tune and evaluate species distribution models. *Ecol. Evol.* 10(20):11488–11506.

Aiello-Lammens, M.E., Boria, R.A., Radosavljevic, A., Vilela, B., Anderson, R.P. 2015. Sp Thin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*. 38:541–545.

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L.D., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., κ.α. 2019. Welcome to the Tidyverse. *J. Open Source Softw.* 4:1686.

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περίληψεις

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ: ΕΝΑ ΝΕΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΝΑΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ
ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ**

Παπαδόπουλος, Ιωάννης¹; Τρίγκας, Μάριος¹

¹: Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών και Σχεδιασμού Ξύλου - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Β. Γρίβα 11-13, 43100 Καρδίτσα, papadio@uth.gr, mtigkas@uth.gr

Περίληψη

Στο πλαίσιο της συμβολής του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού (ΔΕΞΥΣ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην αποκατάσταση των καταστροφών του δασικού και αγροτικού περιβάλλοντος της Β. Ευβοίας από τις πυρκαγιές του 2021, υλοποιείται σειρά έργων και μελετών. Υπό αυτό το πρίσμα, η παρούσα εργασία αφορά μία νέα πρόταση για την οικονομία του δάσους και τη δημιουργία συνεργατικών σχημάτων της κοινωνικής οικονομίας που θα είναι σε θέση να δημιουργήσουν ένα πλαίσιο για την υιοθέτηση και εφαρμογή δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη βιώσιμη διαχείριση των δασών με βάση τη συνεργασία και τη δημιουργία δεσμών συνεργειών, για την επίτευξη μιας στρατηγικής win-win. Στόχος της δράσης είναι η ορθολογική και αειφορική αξιοποίηση των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών των δασών της Β. Ευβοίας, προσδίδοντας τους προστιθέμενη αξία, στην στήριξη των τοπικών κοινοτήτων και κοινωνικών ομάδων, εξασφαλίζοντας εισόδημα τόσο σε άμεσο όσο και σε μεσο-μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα, και επιτυγχάνοντας σημαντικά θετικά πολλαπλασιαστικά οφέλη και σε ευρύτερο επίπεδο για το σύνολο της χώρας.

Λέξεις κλειδιά: Βόρεια Ευβοία, δασικές πυρκαγιές, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, οικονομία του δάσους, κοινωνική επιχειρηματικότητα, βιώσιμος καθαρισμός

Εισαγωγή

Τα δάση διαδραματίζουν εδώ και πολύ καιρό εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στην οικονομία και στην κοινωνία μας, δεδομένου ότι συμβάλλουν στη δημιουργία θέσεων εργασίας και αποτελούν πηγή προέλευσης τροφίμων, φαρμάκων, υλικών, καθαρού ύδατος και πολλών άλλων αγαθών. Τα δάση αποτελούν, εδώ και αιώνες, ακμάζουσα πηγή πολιτιστικής κληρονομιάς και κατασκευαστικής τέχνης, παράδοσης και καινοτομίας. Ο ρόλος τους, ωστόσο, όσο σημαντικός και αν ήταν στο παρελθόν, θα είναι ακόμη πιο ουσιώδης για το μέλλον μας. Παρά την επιτακτική αυτή ανάγκη, τα δάση υφίστανται αυξανόμενη πίεση, εν μέρει λόγω των φυσικών διεργασιών αλλά και λόγω της αυξημένης ανθρώπινης δραστηριότητας και πιέσεων. Η κλιματική αλλαγή εξακολουθεί να επηρεάζει αρνητικά τα δάση παγκοσμίως. Επίσης, επηρεάζει και τους κύκλους δασικών πυρκαγιών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία συνθηκών που θα ευνοήσουν την αύξηση της έκτασης και της έντασης των δασικών πυρκαγιών στην ΕΕ και τη χώρα μας τα επόμενα χρόνια. Απαιτείται λοιπόν ένα νέο πλαίσιο πολιτικής για την επίτευξη αναπτυσσόμενων, υγιών, ποικιλόμορφων και ανθεκτικών δασών, τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στους φιλόδοξους στόχους μας για τη βιοποικιλότητα, διασφαλίζουν τα μέσα διαβίωσης στις αγροτικές περιοχές και πέραν αυτών και στηρίζουν μια βιώσιμη δασική βιοοικονομία που βασίζεται στις πιο βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης των δασών (European Commission 2021). Η τελευταία βασίζεται σε μια αναγνωρισμένη και διεθνώς αποδεκτή δυναμική έννοια της βιώσιμης διαχείρισης των δασών, η οποία λαμβάνει υπόψη την πολυλειτουργικότητα, την ποικιλία των δασών και τους τρεις αλληλοεξαρτώμενους πυλώνες της βιωσιμότητας. Ωστόσο, ακόμη και για την εφαρμογή νέων οικονομικών μοντέλων, όπως αυτό της κυκλικής βιοοικονομίας στον τομέα της δασοκομίας που συνεπάγεται μια πιο αποτελεσματική διαχείριση των πόρων, η έρευνα υπογραμμίζει ότι τα επιχειρηματικά μοντέλα κυριαρχούνται από παραδοσιακές πρακτικές (D'Amato, Veijonaho & Torppinen 2018). Απαιτούνται νέες προσεγγίσεις για τους ερευνητές και τους υπεύθυνους χάραξης

πολιτικής για να προωθήσουν τη μετάβαση στη βιωσιμότητα της δασοκομίας και σε αυτή την κατεύθυνση (Trigkas κ.α. 2020).

Το βασικό εργαλείο για τη διαχείριση και εκμετάλλευση των ελληνικών δασών είναι οι δασικές διαχειριστικές μελέτες. Οι συνεταιρισμοί είναι υπεύθυνοι για τη συγκομιδή της ξυλείας με την υποχρέωση να αποδίδουν μέρος των εσόδων τους ως φόρο στο ελληνικό Δημόσιο (10%) και ένα μικρότερο ποσοστό των κερδών στον δήμο στον οποίο ανήκει το δάσος που εκμεταλλεύονται (5%). Όσον αφορά τους δασικούς συνεταιρισμούς, τα επίσημα στοιχεία δείχνουν αύξηση του αριθμού τους, αλλά σταθερή μείωση του αριθμού των δασεργατών στην Ελλάδα. Το έτος 2004 υπήρχαν 600 δασικοί συνεταιρισμοί, οι οποίοι αριθμούσαν περίπου 20.000 μέλη. Το 2008 οι συνεταιρισμοί αυξήθηκαν σε 810 με περίπου 8.450 εγγεγραμμένα μέλη, ενώ ο αριθμός των εργαζομένων συρρικνώθηκε περαιτέρω το 2011 (7.470 μέλη) (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής 2014). Υπολογίζεται σήμερα ότι ο αριθμός των δασικών συνεταιρισμών είναι περίπου 1.000, σε αντίθεση με τον αριθμό των ενεργών εργαζομένων που μειώνεται συνεχώς. Στην Ελλάδα, υπάρχει μια αυξανόμενη ανάγκη αναδιάρθρωσης των συνεταιρισμών των δασεργατών, προκειμένου να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις προκλήσεις του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος στο οποίο δραστηριοποιούνται, πόσο μάλλον να αναλάβουν υπόψη τόσο τη μεγάλη και ανεκμετάλλευτη παραγωγική ικανότητα των δασικών οικοσυστημάτων όσο και την το γεγονός ότι ο ιδιωτικός τομέας αντιμετωπίζει ορισμένες δυσκολίες στην ανάπτυξη του στον δασικό τομέα, λόγω της θεσμικών δεσμεύσεων και της προτεινόμενης περιβαλλοντικής πολιτικής και στρατηγικής σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2013, 2015, 2017, Hansen 2016).

Περαιτέρω λόγοι που καθιστούν επιτακτική την αναδιοργάνωση των συνεταιρισμών είναι (Trigkas κ.α. 2020): (i) η δυσκολία τους να αποκτήσουν επαρκείς οικονομικούς πόρους για την εκπλήρωση των αποστολών τους (ii) η αδυναμία των αποτελεσματικής διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων από τις ελληνικές δημόσιες δασικές υπηρεσίες, κυρίως λόγω της έλλειψης επαρκούς προσωπικού, (iii) η δυσκολία τους να δημιουργήσουν οποιαδήποτε προστιθέμενη αξία στο ξύλο που πωλούν, (iv) η επιμονή τους στο ξύλο ως κύριο προϊόν, (v) το χαμηλό περιθώριο κέρδους από πώληση των προϊόντων (λόγω της διάθεσής τους μόνο σε εμπόρους), (vi) η έλλειψη προσωπικού που να επιθυμούν να αποκτήσουν περαιτέρω κατάρτιση, (vii) η μικρή διάρκεια απασχόλησης στον δασικό τομέα.

Για την άρση των επαγγελματικών αδιεξόδων των ανωτέρω ομάδων πληθυσμού προτείνεται, μέσα από τη φιλοσοφία της ανάδειξης και ενίσχυσης της οικονομίας του δάσους, να αξιοποιηθούν και να παραχθούν από το δάσος, στα πλαίσια της πολυλειτουργικής διαχείρισης, προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής προστιθέμενης αξίας για τους χρήστες- καταναλωτές, με αειφορικό τρόπο, ώστε να υπάρξει δημιουργία πλούτου, και με ουσιαστική συμβολή στην ισόρροπη ανάπτυξη (Wearetal 2016, Pearce 2001). Από την άλλη πλευρά η προστασία των δασών, η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αλλά και η αποτροπή άλλων καταστροφικών γεγονότων, όπως: πλημμυρικά φαινόμενα με απώλεια εδαφών και βιοποικιλότητας κ.λπ., αποτελούν μια από τις βασικές προτεραιότητες και αναγκαιότητες της Πολιτείας, με την ανάθεση έργων καθαρισμών των δασών, απομάκρυνσης μέρους δασικής βλάστησης που λειτουργεί ως αναφλέξιμο υλικό, υπολειμμάτων ξυλείας, αραιώσεις, κλαδεύσεις κ.λπ.

Για τον περιορισμό των κινδύνων αυτών το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ),- μέσω της Δασικής Υπηρεσίας, προβαίνει κάθε χρόνο, μεταξύ άλλων, στα εξής: «Στους καθαρισμούς των δασών από την ξερή βιομάζα κατά μήκος πολυσύχναστων δασικών δρόμων με την πρόσληψη δασεργατών τρίμηνης διάρκειας καθώς και την ανάθεση αυτών των εργασιών σε Δασικούς Συνεταιρισμούς». Ιδανική περίπτωση διαχείρισης και προστασίας για κάθε δάσος είναι, κατά τη γνώμη μας, στο τέλος κάθε φθινοπώρου που ολοκληρώνονται οι συγκομιστικές εργασίες σε αυτό, μια ειδική ομάδα επαγγελματιών δασεργατών να αναλαμβάνει το έργο των καθαρισμών του δάσους, τις αραιώσεις, τις κλαδεύσεις κ.λπ., να αξιοποιεί τα παραγόμενα δασικά προϊόντα που προκύπτουν από τους καθαρισμούς, προκειμένου να καλύπτονται οι αμοιβές των μελών της, και νωρίς την άνοιξη τα δάση να είναι στην καλύτερη δυνατή κατάσταση υγείας, ώστε η καύσιμη ύλη να έχει μειωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό και το ενδεχόμενο εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς ή η τυχόν επέκτασή της να έχει περιοριστεί πάρα πολύ και το δάσος να είναι προστατευμένο στον μέγιστο δυνατό βαθμό.

Για το 2022, το ΥΠΕΝ μέσω του Εθνικού Προγράμματος Προστασίας Δασών «Antinero»⁸, συνολικού προϋπολογισμού 72.000.000 €, προέβη σε καθαρισμούς δασών σε έκταση 77.000 στρεμμάτων, σε διάνοιξη 12.000 χιλιομέτρων δασικών δρόμων και συντήρηση 1.600 χιλιόμετρα αντιτυρικών ζωνών. Βέβαια, όταν η συνολική έκταση των ελληνικών δασών ξεπερνά τα 25.000.000 στρέμματα, το ποσοστό καθαρισμού των δασών για το 2022 ανέρχεται σε ποσοστό μόλις 0,3% της συνολικής έκτασης αυτών. Με έναν πολύ πρόχειρο υπολογισμό, για το συνολικό ετήσιο καθαρισμό των ελληνικών δασών το ΥΠΕΝ θα έπρεπε να διαθέτει αναλογικά με αυτόν του 2022, έναν προϋπολογισμό της τάξης των 24 δισεκατομμυρίων €, ποσό αδιανόητο για τα ελληνικά δεδομένα!

Έτσι λοιπόν, τα ερωτήματα που η παρούσα έρευνα προσπαθεί να απαντήσει, χρησιμοποιώντας ως πιλοτική εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου τα δάση της Β. Ευβοίας μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές του 2021, είναι τα εξής:

- Μήπως η αναγκαιότητα δράσεων καθαρισμού των ελληνικών δασών, της φιλοσοφίας της οικονομίας του δάσους και της κοινωνικής οικονομίας, καθώς και η αξιοποίηση του δυναμικού των δασεργατών – ρητινοκαλλιεργητών, θα μπορούσαν να συνδυαστούν προς γενικότερο όφελος τόσο των ιδίων όσο και της Ελληνικής Οικονομίας;
- Αντί δηλαδή, η Πολιτεία να δαπανά τόσο μεγάλα χρηματικά ποσά, που φυσικά δεν επαρκούν, για την προστασία των Ελληνικών δασών, μήπως θα μπορούσε ένα μεγάλο μέρος αυτών να καλυφθεί με την αξιοποίηση των προϊόντων και των υπηρεσιών του δάσους από μια Κοιν.Σ.Επ. της οποίας μέλη θα είναι μεταξύ άλλων οι επαγγελματίες ρητινοκαλλιεργητές και δασεργάτες;

Η παρούσα εργασία αφορά μια νέα πρόταση για την οικονομία του δάσους, που αποτελεί βασική παράμετρο για την επίτευξη της πολυλειτουργικής διαχείρισης, ανάδειξης και αξιοποίησης των δασών, για τη δημιουργία αξίας και πλούτου, κάτω από τις αρχές της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης, όπου περιβάλλον, κοινωνία και οικονομία συναντιούνται. Κάτω από το πρίσμα της οικονομίας του δάσους προτείνεται η δημιουργία συνεργατικών σχημάτων της κοινωνικής οικονομίας, που θα είναι σε θέση να δημιουργήσουν ένα πλαίσιο για την υιοθέτηση και εφαρμογή δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη βιώσιμη διαχείριση των δασών με βάση τη συνεργασία και τη δημιουργία δεσμών συνεργειών, για την επίτευξη μιας στρατηγικής win-win, διασφαλίζοντας παράλληλα την περιβαλλοντική προστασία και τη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης.

Στόχος της νέας αυτής φιλοσοφίας είναι, η παραγωγή νέων και καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών από τα δάση, υψηλής προστιθέμενης αξίας για τους χρήστες – καταναλωτές, με αειφορικό τρόπο, ώστε να υπάρξει δημιουργία πλούτου και να επιτευχθεί ισόρροπη ανάπτυξη. Έτσι, θα είναι σε θέση να ικανοποιήσουν και τις αυξανόμενες ανάγκες και τη ζήτηση αυτών και να προσφέρει την ευκαιρία για διαφοροποίηση των αγορών δασικών προϊόντων, αλλά και να αποτελεί θεμελιώδη πρόκληση για τη βιώσιμη διαχείριση των δασών και την εξισορρόπηση της ζήτησης, ταυτόχρονα με την πρόληψη και προστασία.

Υλικά και Μέθοδοι

Στο πλαίσιο της συμβολής του Τμήματος ΔΕΕΥΣ στην αποκατάσταση των καταστροφών του δασικού και αγροτικού περιβάλλοντος της Β. Ευβοίας από τις πυρκαγιές του 2021, υλοποιείται το έργο με τίτλο «Οικονομία του Δάσους – Προστασία και αξιοποίηση προϊόντων και υπηρεσιών των ελληνικών δασών, με διακριτικό τίτλο «ΒΙΩΣΙΜΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ» και τα:

- Υπόεργο 1: Ίδρυση Πρότυπης Δασικής Κοιν.Σ.Επ. Β. Ευβοίας «ΑΕΙΦΟΡΙΑ»,
- Υπόεργο 2. Οικονομία του Δάσους – Προστασία ελληνικών δασών και αξιοποίηση δασικών προϊόντων

Αποτελεί ένα από τα κορυφαία έργα του προγράμματος ανασυγκρότησης της Β. Ευβοίας. Επίσης, το έργο περιλαμβάνεται στον πυρήνα των έργων της Ο.Χ.Ε. Βόρειας Ευβοίας (Εύβοια Μετά 2023). Σκοπός του εν λόγω έργου είναι να αποτελέσει ένα πρότυπο εγχείρημα μετάβασης σε μια καινοτόμο αειφορική οικονομία και αξιοποίηση του δάσους, συνδυάζοντας τις ανάγκες για

⁸<https://ypen.gov.gr/programma-proliptikon-katharismos-dason-antinero/>

βιώσιμη δασική παραγωγή και την κατανάλωση σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας των δασών, διασφαλίζοντας παράλληλα τόσο την περιβαλλοντική προστασία και την αξιοποίηση των πόρων του δάσους, όσο και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Για το σκοπό αυτό κατατέθηκαν δύο (2) τεχνικά δελτία για τα δύο υποέργα.

Αποτελέσματα

Οικονομία του Δάσους – Προστασία και αξιοποίηση προϊόντων και υπηρεσιών των ελληνικών δασών, με διακριτικό τίτλο «ΒΙΩΣΙΜΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ»

Προτείνεται η ίδρυση μιας Δασικής Κοιν.Σ.Επ που θα αναπτυχθεί με βάση τη φιλοσοφία της Κοινωνικής Οικονομίας, στην οποία θα κληθούν να συμμετάσχουν: ενεργά μέλη των ρητινοκαλλιεργητών και δασεργατών, εργαζόμενοι του δάσους, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, πολίτες της Βόρειας Εύβοιας, αλλά και λοιποί ενδιαφερόμενοι. Η Κοιν.Σ.Επ. θα έχει τη δυνατότητα να αναλάβει δράσεις και πρωτοβουλίες και να παράσχει υπηρεσίες προς την κατεύθυνση της αξιοποίησης προϊόντων και ευκαιριών του δάσους, τον καθαρισμό και την προστασία του, καθώς και άλλες δραστηριότητες επιχειρηματικού χαρακτήρα, όπως: παραγωγή και διάθεση δασικών προϊόντων, ρητίνης, βιομάζας, βιοκάρβουνου, θήρας, μη ξυλώδη προϊόντα, αντιμετώπιση κλιματικής αλλαγής, διατήρηση βιοποικιλότητας, προστασία εδάφους, δασική αναφυχή, οικοτουρισμός, πεζοπορικά -ορειβατικά μονοπάτια κ.ά. Ειδικότερα για την ίδρυση της Δασικής Κοιν.Σ.Επ. Βόρειας Εύβοιας απαιτούνται οι κάτωθι δράσεις:

- Δράση 1: Σύνταξη καταστατικού και σύσταση της Κοιν.Σ.Επ. Β. Ευβοίας (ΑΕΙΦΟΡΙΑ).
- Δράση 2: Σύνταξη έκθεσης σκοπιμότητας και βιωσιμότητας ίδρυσης της Κοιν.Σ.Επ. Β. Εύβοιας (ΑΕΙΦΟΡΙΑ).

Η μελέτη σκοπιμότητας θα περιλαμβάνει την ανάλυση του περιβάλλοντος (οικονομικού, περιβαλλοντικού, τεχνολογικού, θεσμικού, νομικού κ.λπ.) για την προτεινόμενη Κοιν.Σ.Επ., την ανάλυση του ανταγωνισμού, ανάλυση SWOT, τις ωφελούμενες κοινωνικές ομάδες, ανάλυση της αγοράς κ.λπ. για την ίδρυση της Κοιν.Σ.Επ. Η δράση αυτή αναμένεται να διαμορφώσει επίσης, το επιχειρηματικό μοντέλο της προτεινόμενης Κοιν.Σ.Επ. (Σχήμα 1).

- Δράση 3: Ανάπτυξη ολοκληρωμένου επιχειρηματικού σχεδίου ίδρυσης της Κοιν.Σ.Επ. Βόρειας Εύβοιας (ΑΕΙΦΟΡΙΑ).

Τα στοιχεία που θα προκύψουν από τις δράσεις 1 και 2 θα ενσωματωθούν σε ένα ολοκληρωμένο επιχειρηματικό σχέδιο για την ίδρυση και λειτουργία της Κοιν.Σ.Επ. με ανάλυση της στρατηγικής, την ανάπτυξη του προτεινόμενου επιχειρηματικού μοντέλου (Σχήμα 1), καθώς επίσης και τη στρατηγική μάρκετινγκ, την τμηματοποίηση της αγοράς των προϊόντων και υπηρεσιών που θα παρέχονται, το marketingmix, τη στρατηγική προβολής και προώθησης των δραστηριοτήτων στους κατοίκους της Βόρειας Εύβοιας και ευρύτερα κ.λπ. Έτσι, με βάση το επιχειρηματικό σχέδιο θα οριστικοποιηθούν τα μέλη της Κοιν.Σ.Επ. που θα συμμετέχουν στο καταστατικό της.



Σχήμα 1. Ο καμβάς του επιχειρηματικού μοντέλου της Κοιν.Σ.Επ. ΑΕΙΦΟΡΙΑ
Figure 1. Business Mode lCanvas of AEIFORIA social enterprise

Στο πλαίσιο του υποέργου προβλέπεται η υλοποίηση ενεργειών για την ενημέρωση, κινητοποίηση και προσέλκυση μελών της Κοιν.Σ.Επ., ειδικά των ρητινοκαλλιεργητών και δασεργατών, σχετικά με θέματα της οικονομίας του δάσους, καθώς και για την προσέλκυση και

άλλων ενδιαφερόμενων για την υποστήριξη των προσπαθειών της παραγωγικής ανασυγκρότησης της Βόρειας Εύβοιας, με βάση την οικονομία του δάσους και την κοινωνική επιχειρηματικότητα, καθώς και την ενίσχυση της αλληλεπίδρασης με λοιπούς φορείς και δομές του Προγράμματος Ανασυγκρότησης της Βόρειας Εύβοιας.

Αναφορικά με το Υπόεργο 2, με τίτλο «Προστασία ελληνικών δασών και αξιοποίηση δασικών προϊόντων», πρόκειται για ένα στοχευμένο έργο αποκατάστασης του φυσικού δασικού περιβάλλοντος της Βόρειας Εύβοιας, αλλά και μετριασμού των αρνητικών επιπτώσεων της πυρκαγιάς του Αυγούστου 2021, στους κατοίκους και τις επιμέρους κοινωνικές και επαγγελματικές ομάδες της περιοχής, με οφέλη για τους ίδιους, την περιοχή και το φυσικό της δασικό πλούτο, αλλά και ευρύτερα για την οικονομία και την κοινωνία της χώρας. Βασικός σκοπός του υποέργου αυτού είναι να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα καθαρισμού και προστασίας των ελληνικών δασών, με πρότυπο τη Βόρεια Εύβοια, ώστε οι ωφελούμενοι να είναι τόσο οι ίδιοι οι επαγγελματίες δασεργάτες και ρητινοσυλλέκτες, καθώς θα έχουν εξασφαλισμένη επικερδή εργασία, η Πολιτεία και συγκεκριμένα το ΥΠΕΝ, καθώς δεν θα απαιτείται να διαθέσει μεγάλα χρηματικά ποσά για τον καθαρισμό των δασών, η Δασική Υπηρεσία θα έχει ουσιαστική συμβολή στην προστασία των δασών, ενώ θα επωφελείται και όλη η κοινωνία με την προστασία των δασών. Με λίγα λόγια θα δημιουργηθεί μια ιδανική κατάσταση και σχέση win-win. Το Υπόεργο αυτό περιλαμβάνει δύο (2) δράσεις:

- *Δράση 1: Αξιοποίηση των καμένων κορμών και των υπολειμμάτων δασικής βιομάζας.*
Μέσα από τη σχετική μελέτη που εκπονεί το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, χωρίς αμοιβή των μελών ΔΕΠ και χρηματοδοτείται από την Κ.Ε.Δ.Ε., θα αναδειχθεί η βέλτιστη αξιοποίηση της καμένης ποσότητας ξυλείας, με την απομάκρυνση των καμένων κορμών, ώστε να μειωθούν οι εστίες ανάπτυξης παθογόνων οργανισμών, που προσβάλλουν το ξύλο, αλλά και τα εναπομείναντα υγιή δέντρα και τη φυσική αναγέννηση που αναμένεται να ακολουθήσει, οι τρόποι αξιοποίησης του ξύλου που οι μηχανικές του ιδιότητες παραμένουν αναλλοίωτες, η δυνατότητα διάθεσης σε επιχειρήσεις του κλάδου ξύλου (παραγωγούς πριστής ξυλείας, παραγωγούς μορισσανίδας/ινοσανίδας, παραγωγούς/εμπόρους καυσοξύλων/pellet κ.ά.), συμβάλλοντας ταυτόχρονα και στην ομαλοποίηση των τιμών στην αγορά προϊόντων ξύλου λόγω αναταράξεων που υπάρχουν από την πολύ μεγάλη αύξηση των τιμών, καθώς επίσης η αξιοποίηση των δασικών υπολειμμάτων και δασικής βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, καθώς και η διάθεση της βιομάζας σε άλλους υπάρχοντες παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας. Θα αναφερθούν εναλλακτικές λύσεις και οι προδιαγραφές προμήθειας του κατάλληλου εξοπλισμού για την αποτελεσματική αξιοποίηση των δασικών υπολειμμάτων.
- *Δράση 2: Προμήθεια εξοπλισμού για το βιώσιμο καθαρισμό του δάσους.*
Προμήθεια ενός (1) ειδικά μετακινούμενου εξοπλισμού (μεγέθους ενός κοντέινερ), παραγωγής 100 KW ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα (αξίας ~300.000€) και ενός θρυμματιστή ξυλείας που μπορούν να μεταφέρονται και εγκαθίστανται σε οποιοδήποτε δάσος χρειαστεί ή/και σε συνδυασμό με την ενεργειακή κοινότητα της Βόρειας Εύβοιας. Η ηλεκτρική ενέργεια θα είναι δυνατόν να αποθηκευτεί σε ειδικούς συσσωρευτές (μπαταρίες) και να διατίθεται στη συνέχεια στο δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ, κατόπιν ειδικής συμφωνίας. Ο παραπάνω εξοπλισμός θα ανήκει στο Υ.Π.ΕΝ. και τη Δασική Υπηρεσία και θα μπορεί να χρησιμοποιείται κατά περίπτωση όπου απαιτηθεί, πέραν από την περιοχή της Βόρειας Εύβοιας, στο πλαίσιο της πολυλειτουργικής δασοπονίας και της παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας από τα δάση, ως πιλοτικός οδηγός εναλλακτικής αξιοποίησης με έμφαση στην καινοτομία, τη διαφοροποίηση και την προσαρμογή στις απαιτήσεις της οικονομίας, ειδικά την περίοδο της ενεργειακής κρίσης που διανύουμε.

Όραμα του έργου «ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ» είναι να αποτελέσει ένα πρότυπο εγχείρημα μετάβασης για μια καινοτόμο αειφορική οικονομία και αξιοποίηση του δάσους, συνδυάζοντας με τον καλύτερο τρόπο τις ανάγκες για βιώσιμη δασική παραγωγή και την κατανάλωση σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας των δασών, διασφαλίζοντας παράλληλα τόσο την περιβαλλοντική προστασία όσο και τη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης. Η «οικονομία του δάσους», εν τέλει, αποτελεί τον καταλύτη για την αλλαγή νοοτροπίας στην ανάπτυξη των φυσικών πόρων και την κατανόηση πως η διαχείριση, συμπεριλαμβανόμενης της προστασίας, η αξιοποίηση και η προσθήκη αξίας από και προς το δάσος (Σχήμα 2) στο φυσικό περιβάλλον είναι στοιχείο πραγματικής και βιώσιμης

ανάπτυξης, αφήνοντας πίσω παλιές νοοτροπίες και μεθόδους, που είτε έχουν ξεπεραστεί είτε έχουν φθάσει στο μέγιστο της απόδοσης τους.

<p>ΔΑΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Απόθεμα γης • Πρώτες ύλες • Ανθρώπινοι πόροι • Οικοσυστημικές υπηρεσίες του δάσους • Πολιτισμικές λειτουργίες 	<p>ΔΑΣΟΣ & ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΞΙΑΣ</p>	<p>ΕΙΣΡΟΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Νέα γνώση και έρευνα και ανάπτυξη • Τεχνολογία • Δημιουργικότητα • Επιχειρηματικότητα • Χρηματοδότηση • Δικτύωση • Τεχνογνωσία
<p>ΕΚΡΟΕΣ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Νέα προϊόντα και υπηρεσίες του δάσους • Νέα γνώση • Δημιουργία αξίας και κεφαλαίου • Πιο υγιή και πολυλειτουργικά δάση 		<p>ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Καινοτομική κουλτούρα • Δημιουργία αξίας σε προϊόντα και υπηρεσίες του δάσους • Αειφορία • Βιώσιμη ανάπτυξη • Πολιτική και θεσμικό πλαίσιο υποστήριξης

Σχήμα 2. Οικονομία του Δάσους – Πλαίσιο δημιουργίας αξίας από και για το δάσος
Figure 2. Forest Economy – Frame of value creation from and for the forest

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η ανάγκη για οικονομική διαφοροποίηση και ολοκληρωμένη ανάπτυξη είναι ακόμη πιο έντονη στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας, αφού οι καταστροφικές συνέπειες της πυρκαγιάς για το περιβάλλον και την οικονομία της περιοχής μειώνουν, ακόμα περισσότερο, τις ευκαιρίες απασχόλησης. Αφετέρου, πολλές ευκαιρίες παρουσιάζονται συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ζήτησης για ποιοτικά τοπικά προϊόντα της ελαφριάς βιομηχανίας-βιοτεχνίας ξύλου, αλλά και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κ.λπ. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της περιοχής και του δάσους της Βόρειας Εύβοιας, θα πρέπει να θεωρούνται κύριοι καθοδηγητές των ευκαιριών για τοπική επιχειρηματικότητα και καινοτομία. Έτσι, επιτυγχάνεται η αξιοποίηση των δασικών υπολειμμάτων και δασικής βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, μέσω εξοπλισμού που μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε δάσος χρειαστεί ή/και σε συνδυασμό με την ενεργειακή κοινότητα της Βόρειας Εύβοιας. Εναλλακτικά, μπορεί να εξεταστεί η διάθεση της βιομάζας σε άλλους υπάρχοντες παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας. Ανάλογη φιλοσοφία είχε και η έρευνα των Μirkouei κ.α. 2017).

Τα αποτελέσματα των επιμέρους δράσεων του έργου της Οικονομίας του Δάσους, θα μπορούν να αξιοποιηθούν από τη Δασική Υπηρεσία, προκειμένου να ενισχυθούν τα έργα που θα συμβάλλουν ουσιαστικά, με άμεσο και πρακτικό τρόπο στην αποκατάσταση του δασικού οικοσυστήματος, μέσα από τον παράλληλο βιώσιμο καθαρισμό του δάσους, στην ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων, στην ορθολογική και αειφορική αξιοποίηση των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών και την αειφορική και πολυλειτουργική τους διαχείριση, προσδίδοντας τους προστιθέμενη αξία, στη στήριξη των τοπικών κοινοτήτων και κοινωνικών ομάδων, εξασφαλίζοντας εισόδημα τόσο σε άμεσο όσο και σε μεσο-μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα, και επιτυγχάνοντας σημαντικά θετικά πολλαπλασιαστικά οφέλη και σε ευρύτερο επίπεδο για το σύνολο της χώρας.

Οι επαγγελματίες ρητινοσυλλέκτες αλλά και οι δασεργάτες της Β. Ευβοίας έχουν πληγεί σε πολύ μεγάλο βαθμό επαγγελματικά από τις καταστροφικές δασικές πυρκαγιές της περιοχής από τις αρχές του Αυγούστου του 2021. Για την άρση των επαγγελματικών αδιεξόδων των ανωτέρω ομάδων πληθυσμού, προτείνεται μέσα από τη φιλοσοφία της ανάδειξης και ενίσχυσης της οικονομίας του δάσους, να αξιοποιηθούν και να παραχθούν από το δάσος, στα πλαίσια της πολυλειτουργικής διαχείρισης, προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής προστιθέμενης αξίας για τους χρήστες – καταναλωτές, με αειφορικό τρόπο, ώστε να υπάρξει δημιουργία πλούτου, και με ουσιαστική συμβολή στην ισόρροπη ανάπτυξη. Από την άλλη πλευρά η προστασία των δασών, η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, αλλά και η αποτροπή άλλων καταστροφικών γεγονότων όπως: πλημμυρικά φαινόμενα με απώλεια εδαφών και βιοποικιλότητας κ.λ.π., αποτελούν μια από τις βασικές προτεραιότητες και αναγκαιότητα της Πολιτείας με την ανάθεση έργων καθαρισμών των

δασών, απομάκρυνσης μέρους δασικής βλάστησης που λειτουργεί ως αναφλέξιμο υλικό, υπολειμμάτων ξυλείας, αραιώσεις, κλαδεύσεις κλπ.

Στόχος του έργου ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ είναι ουσιαστικά η ανάπτυξη μηχανισμού υποστήριξης και προώθησης της κοινωνικής επιχειρηματικότητας για το δάσος, που αναμένεται να βοηθήσει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση αντίστοιχων μελλοντικών αναπτυξιακών πολιτικών και θα επιτρέψει την χρήση πιο ευέλικτων εργαλείων στον τομέα αυτό. Το έργο έρχεται να εξειδικεύσει τον μηχανισμό ανάπτυξης, υλοποίησης και προώθησης αυτής της μορφής επιχειρηματικότητας, αποτελώντας μια βιώσιμη εναλλακτική αναφορικά με την αντιμετώπιση των συνεπειών της πυρκαγιάς και την άμβλυνση των φαινομένων αποκλεισμού των κατοίκων, την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, αξιοποιώντας την τοπική κοινωνική δυναμική, μέσα από την καινοτομία σε παρεχόμενα προϊόντα και υπηρεσίες και την ανάπτυξη συνεργιών και δικτύσεων, προς όφελος του κοινωνικού συνόλου, τη ρεαλιστική ιεράρχηση αναγκών, την ένταξη των διαθέσιμων πόρων στον επιχειρησιακό σχεδιασμό και την αναβάθμιση των ανθρώπινων πόρων μέσω της επιμόρφωσης και δια βίου μάθησης σε καινοτόμες προσεγγίσεις και τεχνολογίες, για τη δημιουργία ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος για την κοινωνική οικονομία με βάση το δάσος.

Το Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, βρίσκεται σε διαρκή επικοινωνία και συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς από τον Αύγουστο του 2021 για την υλοποίηση δράσεων, αφενός μετριασμού των αρνητικών επιπτώσεων της καταστροφικής πυρκαγιάς, στους κατοίκους και επιμέρους κοινωνικές και επαγγελματικές ομάδες της περιοχής, με οφέλη για τους ίδιους, την περιοχή και το φυσικό της δασικό πλούτο, αλλά και ευρύτερα της οικονομίας και της κοινωνίας της χώρας και αφετέρου στην ανασυγκρότηση του δασικού περιβάλλοντος της Β. Ευβοίας, μέσα από μια ολιστική, καινοτόμα και σύγχρονη προσέγγιση και τη συμβολή του στη δημιουργία του Νέου Δάσους της Β. Εύβοιας.

Abstract

In the context of the contribution of the Department of Forestry, Wood Sciences and Design (DEXYS) of the University of Thessaly, to the restoration of the destruction of the forest and rural environment of North Evia by the fires of 2021, a series of projects and studies are being implemented. Under this prisma, the present work concerns a new proposal for the forest economy and the creation of social economy clusters that will be able to create a framework for the adoption and implementation of activities related to sustainable forest management based on cooperation and synergies, in order to achieve a win-win strategy. The objective of the action is the rational and sustainable use of the products and services produced by the forests of North Evia, adding value to the support of local communities and social groups, ensuring income in both the immediate and medium- and long-term time horizon, and achieving significant positive multiplier benefits for the country as a whole.

Βιβλιογραφία

COM 2021. 572 Final, New EU Forest Strategy for 2030. Available online: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0d918e07-e610-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

D'Amato, D., Veijonaho, S., & Toppinen, A. 2018. Towards sustainability? Forest-based circular bioeconomy business models in Finnish SMEs. *Forest Policy and Economics*. In press, corrected proof. doi:10.1016/j.forpol.2018.12.004

EC-European Commission 2013. A new EU Forest Strategy: For forests and the forest-based sector. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels.

EC-European Commission 2015. Sustainable agriculture, forestry and fisheries in the bioeconomy -A challenge for Europe. Directorate-General for Research and Innovation, Directorate – Bioeconomy, Brussels.

EC-European Commission 2017. Review of the 2012 European Bioeconomy Strategy. Directorate- General for Research and Innovation Directorate — Bioeconomy, Brussels.

<https://evoia-meta.gov.gr/>

<https://ypen.gov.gr/>

Mirkouei, A., Haapala, K. R., Sessions, J., & Murthy, G. S. 2017. A review and future directions in techno-economic modeling and optimization of upstream forest biomass to bio-oil supply chains. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 15-35.

Pearce, D. W. 2001. The economic value of forest ecosystems. *Ecosystem health*, 7(4), 284-296.

Trigkas, M., Anastopoulos, C., Papadopoulos, I., & Lazaridou, D. 2020. Business model for developing strategies of forest cooperatives. Evidence from an emerging business environment in Greece. *J. Sustain. For.*, 39(3), 259-282.

Wear, D. N., Prestemon, J. P., & Foster, M. O. 2016. US forest products in the global economy. *J. For.*, 114(4), 483-493.

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περιλήψεις

**ΤΟ ΕΝΔΕΔΕΙΓΜΕΝΟ ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΙΣ ΣΤΗ
ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΟΝ ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΚΗΠΟ
ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΠΕΥΚΗΣ ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ, ΕΤΟΙΜΟ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ**

**Φαρσάκογλου, Άννα-Μαρία¹; Scotti, Ivan, ²; Bruno, FADY²; Αραβανοπουλος,
Φίλιππος Α. ¹**

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασικών Ειδών, e-mail: aravanop@auth.gr

²Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE), Avignon. France

Με την εφαρμογή γονιδιωματικής ανάλυσης, που χρησιμοποιεί τις μεθόδους ανασυνδυασμού/αλληλούχισης DNA και βιοπληροφορικής, με σκοπό την εύρεση και ανάλυση της δομής και λειτουργίας του γονιδιώματος, συγκρίναμε τη γενετική ποικιλότητα φυσικών πληθυσμών χαλεπίου πεύκης της Β. Εύβοιας - που δεν υπάρχουν σήμερα εξαιτίας της καταστροφικής πυρκαγιάς - και του σποροπαραγωγού κήπου χαλεπίου πεύκης με υλικό προερχόμενο από τους φυσικούς πληθυσμούς αυτούς, που βρίσκεται στην Αμφιλοχία. Η χρήση τοπικού και εγνωσμένης αξίας γενετικού υλικού στις αναδασώσεις είναι υψίστης σημασίας, καθώς είναι γνωστά τα προβλήματα γενετικής ποικιλότητας και διαιώνισης της μεταπυρικής συστάδας στην οποία έχει χρησιμοποιηθεί τυχαίο ή ομομεικτικό υλικό. Προβλήματα που αν δεν γίνουν ορατά άμεσα, θα εμφανιστούν στις επόμενες γενιές. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μια εκτενής γονιδιωματική ανάλυση με την οποία ανιχνεύθηκαν και αναλύθηκαν περίπου 10000 γονιδιακές θέσεις απλών νουκλεοτιδικών πολυμορφισμών (SNP), με τη χρήση ειδικής διοχέτευσης βιοπληροφορικής ανάλυσης. Για τη διερεύνηση της γενετικής ποικιλότητας χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 120 άτομα του σποροπαραγωγού κήπου Αμφιλοχίας και του φυσικού πληθυσμού της Λίμνης Ευβοίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η γενετική ποικιλότητα του κήπου (που αποτελείται από άριστους φαινοτύπους από τη Λίμνη Ευβοίας) βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με αυτή του φυσικού πληθυσμού Λίμνης Ευβοίας (από δειγματοληψία που έγινε το 2020), επομένως το υλικό του κήπου Αμφιλοχίας αποτελεί το καταλληλότερο και πλέον ενδεδειγμένο υλικό για τις αναδασώσεις στην Εύβοια.

Λέξεις κλειδιά: χαλέπιος πεύκη, Βόρεια Εύβοια, γενετική ποικιλότητα, γονιδιωματική ανάλυση, σποροπαραγωγός κήπος

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περιλήψεις

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΘΕΣΗ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΔΑΣΟΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΓΡΟΤΕΣ ΤΟΥ Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

Γκίνη, Μαρία Ραφαηλία; Βραχνάκης, Μιχάλης; Καζόγλου, Ιωάννης; Σαμαράς, Δημήτριος; Λούκα, Δήμητρα; Τρίγκας, Μάριος

Τμήμα Δασολογίας, Επιστήμης Ξύλου & Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τ.Κ. 43100, Καρδίτσα, magkini@uth.gr

Περίληψη

Η Αγροδασοπονία, η πρακτική του συνδυασμού δέντρων, καλλιεργειών ή ζώων στην ίδια επιφάνεια γης, σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, χαρακτηρίζεται ως παραδοσιακή και όχι σύγχρονη χρήση γης. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της πρόθεσης των αγροτών του Νομού Καρδίτσας για την υιοθέτηση των πρακτικών της Αγροδασοπονίας, με επιμέρους ερωτήματα σχετικά με την αντίληψη των αγροτών για το πώς τα δασογεωργικά συστήματα επηρεάζουν την οικονομική πρόσοδο, το περιβάλλον και την κοινωνία. Βρέθηκε ότι οι αγρότες του Ν. Καρδίτσας έχουν γνώση για τα δασογεωργικά συστήματα και αναγνωρίζουν τις θετικές επιδράσεις αυτών στο περιβάλλον, την κοινωνία και την αγροτική παραγωγή. Παρόλα αυτά, παρουσιάζουν χαμηλή πρόθεση εγκατάστασης κάποιου δασογεωργικού συστήματος.

Λέξεις κλειδιά: αγρότες, δασογεωργικό σύστημα, περιβάλλον, κοινωνία, αγροτική παραγωγή

Εισαγωγή

Η Αγροδασοπονία προβάλλει ως αποτελεσματική εναλλακτική λύση στην εντατικοποίηση της χρήσης της γεωργικής και της δασικής γης. Τα αγροδασικά συστήματα περιλαμβάνουν τα δασογεωργικά (silvoarable), όπου καλλιεργούνται μαζί δασικά δέντρα και γεωργικά φυτά ή αντί για δασικά δέντρα, οπωροφόρα, τα δασολιβαδικά (silvopastoral), όπου στην ίδια επιφάνεια συνυπάρχουν δασικά δέντρα (όπως καστανιές, δρύες, πεύκα), λιβαδικά φυτά (πωάδη και ξυλώδη φυτά, όπως πουνύρι) και ζώα (όπως αίγες, πρόβατα) και τέλος τα αγροδασολιβαδικά (agrosilvopastoral), όπου περιλαμβάνονται συνήθως δασογεωργικά συστήματα σε συνδυασμό με βόσκηση ζώων.

Από την εφαρμογή της Αγροδασοπονίας προκύπτουν πολλά κοινωνικοοικονομικά οφέλη, όπως η αυξημένη διαφοροποίηση του συστήματος γεωργικής παραγωγής, η αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών και του ζωικού κεφαλαίου, η μείωση της ρύπανσης και η ενίσχυση της αγροτικής ανάπτυξης, τα οποία συμβάλλουν στη διασφάλιση της βιωσιμότητας και της ποιότητας του περιβάλλοντος (Miller κ.α. 2020). Επιπλέον, η Αγροδασοπονία ενσωματώνεται σε προγράμματα βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς προσφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η προστασία του εδάφους και ο μετριασμός και η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (Kumar κ.α. 2019).

Κατά τους Μαντζανά και Παπαναστάση (2005), τα στοιχεία που καθιστούν ελκυστικά τα δασογεωργικά συστήματα στους αγρότες, είναι:

α) Η διαφοροποίηση του αγροτικού εισοδήματος. Η διαφοροποίηση προέρχεται από την ανάπτυξη ποικιλίας καλλιεργειών (τουλάχιστον δύο) ταυτόχρονα στην ίδια αγροτική γη. Για να είναι δυνατή η παραγωγή νέων προϊόντων από τα δέντρα (π.χ. φρούτα, ξυλεία), χρειάζεται αυτά να διαθέτουν οικονομική αξία και ο τρόπος διαχείρισής τους να είναι τέτοιος ώστε να επιτρέπει την παραγωγή αυτών των νέων προϊόντων.

β) Η αποδοτικότητα της επένδυσης. Η απόδοση του δασογεωργικού συστήματος να είναι υψηλότερη σε σχέση με τις αποδόσεις των επιμέρους καλλιεργειών.

γ) Η αναστρεψιμότητα της παραγωγής. Η δυνατότητα που δίνεται στους αγρότες να επιστρέψουν εύκολα μετά τη ρευστοποίηση του ξυλώδους κεφαλαίου στη γεωργική παραγωγή.

δ) Η εφαρμοσιμότητα των συστημάτων. Η εύκολη διαχείριση των δασογεωργικών συστημάτων από τους αγρότες. Επίσης, τα μηχανικά μέσα που απαιτούνται για τις συγκαλλιέργειες θα πρέπει να είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για τις γεωργικές καλλιέργειες.

Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιήθηκε επισταμένη έρευνα και πειραματισμός και αναπτύχθηκαν διάφορες καινοτόμες πρακτικές και συστήματα στον τομέα της Αγροδασοπονίας, με στόχο τη δημιουργία νέων, αποτελεσματικότερων αγροδασικών συστημάτων, τα οποία να είναι βιώσιμα υπό τις τρέχουσες κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Περιλαμβάνουν την καθιέρωση καινοτόμων αγροδασικών συστημάτων, βασισμένων σε δέντρα με προορισμό την απόληψη ξυλείας και άλλων μη ξυλωδών δασικών προϊόντων, καθώς και συστήματα που συνδυάζουν δέντρα και διάφορες καινοτόμες καλλιέργειες (Mantzanas κ.α. 2005). Ωστόσο, καμία από αυτές τις προσπάθειες δεν προσέκλυσε αρκετό ενδιαφέρον από τους αγρότες, που χρειάζονται ειδικά οικονομικά κίνητρα για να εγκαταστήσουν και να διατηρήσουν τα δέντρα ή να φυτέψουν νέα στους αγρούς τους (Mantzanas κ.α. 2005).

Προκειμένου να ενισχυθεί ο αγροτικός πληθυσμός και η αγροτική παραγωγή και το εισόδημα, διασφαλίζοντας συγχρόνως την προστασία του περιβάλλοντος, έχουν θεσπιστεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο κεντρικές πολιτικές. Αυτές συνδέονται κυρίως με το γενικότερο πλαίσιο της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ), που έχει ως στόχο να καθορίσει τον ρόλο της γεωργίας στη διαχείριση και διαφύλαξη των φυσικών πόρων. Στο πλαίσιο της ΚΑΠ, η Ευρωπαϊκή Ένωση παρέχει υποστήριξη προκειμένου να εφαρμοστούν οι πολιτικές αυτές σε σχέση με την γεωργική ανάπτυξη. Η υποστήριξη αυτή παρέχεται με τη μορφή των άμεσων ενισχύσεων του Πυλώνα Ι και με το Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης (ΠΑΑ) του Πυλώνα ΙΙ.

Τα τρία χαρακτηριστικά που διαθέτει ένα αγροδασικό σύστημα είναι: (α) η παραγωγικότητα, όπου ο στόχος τίθεται στη διατήρηση ή αύξηση της παραγωγής προϊόντων και της παραγωγικότητας της γης, (β) η αειφορία με στόχο τη διατήρηση και τη γονιμότητα των πόρων, μέσω των ευεργετικών επιδράσεων των ξυλωδών πολυετών φυτών στο έδαφος, και (γ) η δυνατότητα αποδοχής καινοτομίας από την αγροτική κοινότητα. Ως προς το τελευταίο, σημειώνεται ότι, ενώ τα οφέλη των αγροδασικών συστημάτων είναι σημαντικά και γνωστά εδώ και πάρα πολλά χρόνια, η χρήση τους δεν είναι τόσο ευρεία όσο θα αναμενόταν. Από τα πρώτα ευρωπαϊκά έργα που εξέτασαν τη στάση και τις απόψεις των αγροτών ήταν το ευρωπαϊκό πρόγραμμα SAFE (Silvoarable Agroforestry For Europe), στο οποίο συμμετείχαν οκτώ χώρες της Ευρώπης (μεταξύ αυτών και η Ελλάδα) και το οποίο υλοποιήθηκε την περίοδο 2001 - 2005 (Παπαναστάσης 2005). Τα ευρήματα του προγράμματος SAFE σε σχέση με τη στάση των αγροτών απέναντι στις πρακτικές των δασογεωργικών συστημάτων έδειξαν ότι σε γενικές γραμμές δεν υπάρχει προθυμία για την υιοθέτησή τους.

Λόγω των ποικίλων ωφελειών (περιβαλλοντικών, οικονομικών, κοινωνικών) που μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή της Αγροδασοπονίας και ιδιαίτερα των δασογεωργικών συστημάτων, κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω διερεύνηση των πεποιθήσεων και των στάσεων των αγροτών για τις συγκεκριμένες τεχνικές χρήσης γης. Η σκοπιμότητα αυτή κρίνεται σημαντική ειδικότερα σε περιοχές με εντατικοποιημένη γεωργική παραγωγή, όπως είναι οι περιοχές του Θεσσαλικού κάμπου. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της πρόθεσης των αγροτών και ειδικότερα αυτών του Νομού Καρδίτσας, για την υιοθέτηση των πρακτικών της Αγροδασοπονίας μέσω ερωτημάτων για το πώς τα δασογεωργικά συστήματα επηρεάζουν την παραγωγή, το περιβάλλον και την κοινωνία.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μέθοδος της παρούσας έρευνας που επιλέχθηκε είναι η ποσοτική μορφή κοινωνικής έρευνας μέσω δομημένου ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη μέθοδος συλλογής δεδομένων, η οποία είναι και η πιο κοινή μορφή ποσοτικής έρευνας. Βάση του ερωτηματολογίου αποτέλεσε το αντίστοιχο που χρησιμοποιήθηκε στο ερευνητικό πρόγραμμα SAFE. Σχετικά με τον πληθυσμό αυτής της έρευνας, αποτελείται από 62 αγρότες του Ν. Καρδίτσας. Το δείγμα συγκεντρώθηκε από αγρότες διαφόρων δήμων του Ν. Καρδίτσας οι οποίοι προσήλθαν σε ιδιωτικό γραφείο για τη δήλωση κτηματολογίου. Η δειγματοληψία διενεργήθηκε

από τον Νοέμβριο του 2022 έως τον Φεβρουάριο του 2023. Λεπτομέρειες για τη δομή του ερωτηματολογίου μπορούν να αναζητηθούν στη Γκινή (2023).

Ο διαμοιρασμός των ερωτηματολογίων έγινε δια ζώσης και συμπληρώθηκαν ανώνυμα από τους συμμετέχοντες αγρότες του Ν. Καρδίτσας. Η συλλογή στοιχείων διευκολύνθηκε από την παρουσία των αγροτών κυρίως στα πλαίσια της δήλωσης κτηματολογίου σε ιδιωτικό γραφείο. Μετά τη συγκέντρωση των δεδομένων, έγινε η ηλεκτρονική επεξεργασία τους και αναλύθηκαν με το στατιστικό πακέτο IBM SPSS v. 25. Η ανάλυση περιλάμβανε τα περιγραφικά στατιστικά και τα επαγωγικά στατιστικά εξετάζοντας την ανάλυση αξιοπιστίας μεταβλητών με δείκτη Cronbach Alpha και τα περιγραφικά στατιστικά παραγόντων με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης. Επιπλέον, η ανάλυση περιλάμβανε έλεγχο κανονικότητας κατάKolmogorov-Smirnov, συσχετίσεις μεταβλητών με το συντελεστή Spearmanκαι Mann-Whitney(μη παραμετρικός έλεγχος) και εύρεση προβλεπτικών παραγόντων με έλεγχο γραμμικής παλινδρόμησης και έλεγχο πολυσυγγραμικότητας (Variance Inflation Factor, VIF).

Αποτελέσματα

Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 62 αγρότες (49 άντρες και 13 γυναίκες) με μέσο όρο ηλικίας τα 50,06 έτη (Πίνακας 1). Η πλειοψηφία αυτών(88,71%) δήλωσαν ιδιοκτήτες γης και το 30,65% ενοικιαστές και ιδιοκτήτες γης.

Πίνακας 13. Δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων αγροτών (Μ.Ο. μέσος όρος, Τ.Α. τυπική απόκλιση).
Table 1. Demography of the farmers participating in this social research (M.O. mean value, T.A. standard deviation).

Μεταβλητή	Περιγραφικά στατιστικά		
	Κατηγορία	Πλήθος (N)	Σχετική συχνότητα (f %)
Φύλο (ονομαστική)	Άντρας	49	79,03
	Γυναίκα	13	20,90
Καθεστώς ιδιοκτησία (ονομαστική)	Ιδιοκτήτης	55	88,70
	Ενοικιαστής	19	30,60
Ηλικία σε έτη (ποσοτική)	Μ.Ο.	Τ.Α.	Ελάχιστη-Μέγιστη τιμή
	50,06	12,65	24-72

Όλοι οι αγρότες δήλωσαν ότι διατηρούν επιχείρηση, με μέσο αριθμό εργαζομένων περίπου πέντε (5) άτομα και δύο (2) έως τρία (3) μέλη της οικογένειας τους απασχολούνται στην επιχείρηση για περίπου 311 ημέρες το χρόνο (Πίνακας 2). Ο μέσος όρος των αμειβόμενων εργαζομένων ανέρχεται σε τρία (3) άτομα.

Πίνακας 2. Στοιχεία επιχείρησης (Μ.Ο. μέσος όρος, Τ.Α. τυπική απόκλιση).
Table 2. Data of the holding (M.O. mean value, T.A. standard deviation).

Ερώτηση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μ.Ο.	Τ.Α.
Πλήθος εργαζομένων στην επιχείρηση (μαζί με τον εαυτό σας)	1	61	5,13	9,13
Πλήθοςμελών της οικογένειας που απασχολούνται στην επιχείρηση	0	8	2,52	1,36
Αριθμός ημερών απασχόλησηςστον χρόνο	150	365	310,54	83,38
Αριθμός αμειβομένων εργατών	0	44	2,96	6,44

Η πλειονότητα των αγροτών (66,13%) γνωρίζει τη λέξη Αγροδασοπονία και την έχει ακούσει από γεωπόνους ή την ξέρει από προσωπική εμπειρία, ενώ το 59,68%των αγροτών περιγράφουν την Αγροδασοπονία ως την καλλιέργεια που συνδέεται με δέντρα και κτηνοτροφία(Πίνακας 3).Το 54,84% των αγροτών δηλώνει ότι δεν έχει δει ποτέ εφαρμογές Αγροδασοπονίας.

Πίνακας 3. Γνώση της Αγροδασοπονίας.
Table 3. Knowledge on Agroforestry.

Ερώτηση	Κατηγορία	Πλήθος (N)	Σχετική συχνότητα (f %)
Γνώση της λέξης“Αγροδασοπονία”	Ναι	41	66,13
	Όχι	21	33,87
Πηγή πληροφόρησης της λέξης “Αγροδασοπονία”	Γεωπόνο	15	36,59
	Εφημερίδα	1	2,44
	Γείτονα	1	2,44
	Πείρα	16	39,02
	Internet	4	9,76

	Πανεπιστήμιο	1	2,44
	Πατέρα	3	7,32
Ποιος είναι ο δικός σας ορισμός της Αγροδασοπονίας;	Συνδυασμός δέντρων / καλλιέργειας	22	35,48
	Δέντρα/ κτηνοτροφία / καλλιέργεια	37	59,68
	Δασοκομία	2	3,23
	Δεν γνωρίζω	1	1,61
Έχετε δει ποτέ κάποιες εφαρμογές Αγροδασοπονίας;	Όχι	34	54,84
	Ναι	28	45,16

Οι περισσότεροι ερωτηθέντες (58,06%) δηλώνουν ότι γνωρίζουν κάποιες δασογεωργικές καλλιέργειες/συστήματα και έχουν καλή άποψη για αυτά. Βέβαια λιγότεροι από τους μισούς ερωτηθέντες δηλώνουν ξεκάθαρη πρόθεση να εγκαταστήσουν ένα δασογεωργικό σύστημα/καλλιέργεια, αλλά δεν γνωρίζουν ακριβώς το πότε θα πραγματοποιήσουν την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος. Επιπρόσθετα, δεν φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και της απόφασης για την εγκατάσταση των δασογεωργικών συστημάτων (Πίνακας 4).

Οι αγρότες αναγνωρίζουν ως θετικό παράγοντα των δασογεωργικών συστημάτων την παραγωγικότητα και ποιότητα της ξυλείας (91,94% και 74,19%), τη δυνατότητα διαφοροποίησης της παραγωγής (77,42%) και τη δευτερεύουσα παραγωγή (69,35%), ενώ στον τομέα του περιβάλλοντος θεωρούν ότι τα δασογεωργικά συστήματα έχουν θετική επίδραση προστατεύοντας το έδαφος και επηρεάζοντας θετικά γενικώς το περιβάλλον και το κλίμα (85,48% & 72,58%). Στον κοινωνικό τομέα φαίνεται να δίνουν περισσότερη βάση στο ατομικό τους συμφέρον και στην απασχόληση (Πίνακας 5).

Πίνακας 4. Συσχέτιση συνολικής γνώμης για τα δασογεωργικά συστήματα με την ηλικία (Spearman).

Table 4. Spearman correlation between opinion on silvoarable systems and age.

Παράγοντας	Ηλικία
Συνολική γνώμη για τα δασογεωργικά συστήματα	rho=0,054, p=0,674

Πίνακας 5. Θετική πλευρά των δασογεωργικών συστημάτων ως προς την παραγωγή.

Table 5. Positive impacts of silvoarable systems on production.

Απάντηση	Πλήθος (N)	Σχετική συχνότητα (f %)
Παραγωγικότητα ξυλείας	57	91,94
Ποιότητα ξυλείας	46	74,19
Πατρική κληρονομιά	44	70,97
Βιωσιμότητα του δασογεωργικού συστήματος	32	51,61
Οικονομία στις δαπάνες συντήρησης	14	22,58
Δευτερεύουσα παραγωγή	43	69,35
Δυνατότητα βόσκησης	44	70,97
Διαφοροποίηση- ποικιλία	48	77,42
Μηχανοποίηση της παραγωγής	1	1,61
Εργασία-εργατικό δυναμικό	6	9,68

Οι αγρότες αντιλαμβάνονται το οικονομικό ρίσκο (95,16%) ως αρνητικό παράγοντα των δασογεωργικών συστημάτων, αφού οι αρχικές επενδύσεις και ο χρόνος αποπληρωμής μπορεί να αποτελέσουν πρόκληση, ειδικά αν δεν υπάρχει επαρκής χρηματοδότηση (Πίνακας 6). Επίσης, καταλυτικό ρόλο στις αρνητικές εντυπώσεις των δασογεωργικών συστημάτων από τους αγρότες είναι ο παράγοντας πολυπλοκότητας εργασίας (87,10%) αφού οι δασογεωργικές τεχνικές και οι απαιτήσεις στη διαχείριση των καλλιεργειών μπορεί να είναι περίπλοκες και απαιτητικές, καθιστώντας την εργασία πιο δύσκολη. Τέλος, η ανεπάρκεια εργατικού δυναμικού, λόγω έλλειψης των απαραίτητων γνώσεων και δεξιοτήτων, φαίνεται να αποτελεί τροχοπέδη για τους αγρότες (62,90%).

Πίνακας 6. Αρνητική πλευρά των δασογεωργικών συστημάτων ως προς την παραγωγή.

Table 6. Negative impacts of silvoarable systems on production.

Απάντηση	Πλήθος (N)	Σχετική συχνότητα (f %)
Πατρική κληρονομιά	1	1,61
Βιωσιμότητα του δασογεωργικού συστήματος	1	1,61
Ρίσκο αγοράς	59	95,16
Οικονομία στις δαπάνες συντήρησης	21	33,87

Δευτερεύουσα παραγωγή	6	9,68
Δυνατότητα βόσκησης	1	1,61
Διαφοροποίηση-ποικιλία	3	4,84
Μηχανοποίηση της παραγωγής	32	51,61
Εργασία-εργατικό δυναμικό	39	62,90
Πολυπλοκότητα εργασίας	54	87,10

Στη συνέχεια, μετά την ανάλυση αξιοπιστίας που ελέγχθηκε με το δείκτη CronbachAlpha, με βάση τα περιγραφικά στοιχεία και τον έλεγχο κανονικότητας (Test of normality Kolmogorov-Smirnov), έγινε συσχέτιση της συνολικής γνώμης των αγροτών για τα δασογεωργικά συστήματα με άλλες μεταβλητές. Από τα αποτελέσματα των συσχετίσεων Spearman μεταξύ της συνολικής γνώμης των αγροτών για τα δασογεωργικά συστήματα και των στοιχείων της επιχείρησης των ερωτηθέντων, προέκυψε θετική συσχέτιση μεταξύ της συνολικής γνώμης και του αριθμού των εργαζομένων στην επιχείρηση ($p < 0,05$) (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Συσχέτιση συνολικής γνώμης για τα δασογεωργικά συστήματα με τα στοιχεία επιχείρησης (Spearman).
Table 7. Spearman correlation between knowledge on silvoarable systems and folding data.

Στοιχεία επιχείρησης	Συνολική γνώμη για τα δασογεωργικά συστήματα
Αριθμός εργαζομένων	$\rho = 0,278^*$, $p = 0,029$
Πόσα μέλη της οικογένειας σας απασχολούνται στην επιχείρηση;	$\rho = 0,042$, $p = 0,749$
Για πόσες μέρες το χρόνο	$\rho = 0,020$, $p = 0,885$
Αριθμός αμειβομένων εργατών	$\rho = 0,281$, $p = 0,058$

Από τον μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney μεταξύ της συνολικής γνώμης για τα δασογεωργικά συστήματα και του αν οι ερωτηθέντες έχουν δει ποτέ κάποιες εφαρμογές Αγροδασοπονίας, προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων βαθμίδων ($p < 0,001$) (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Συνολική γνώμη για τα δασογεωργικά συστήματα * Γνώση λέξης Αγροδασοπονία, Mann-Whitney.
Table 8. Mann-Whitney test of Total opinion on silvoarable systems * Knowledge on Agroforestry.

Παράγοντας	Γνώση	N	M.B.	U	p
Συνολική γνώμη για τα δασογεωργικά συστήματα	Όχι	21	18,40	155,5	<0,001
	Ναι	41	38,21		

Ο έλεγχος γραμμικής παλινδρόμησης έδειξε ότι η επίδραση του παράγοντα «Θετική επίδραση στην παραγωγή» ήταν στατιστικώς σημαντική ($p < 0,05$) (Πίνακας 9). Αυτό υποδηλώνει ότι η παρουσία του παράγοντα αυτού σχετίζεται θετικά με τη συνολική γνώμη των αγροτών για τα δασογεωργικά συστήματα. Επίσης δεν παρατηρείται πολυσυγγραμμικότητα μεταξύ των μεταβλητών καθώς η τιμή VIF (Variance Inflation Factor) είναι μικρότερη της τιμής 10.

Πίνακας 9. Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για την «Συνολική γνώμη για τα δασογεωργικά συστήματα» ($F(10,151) = 5,442$, $p < 0,001$, $AdjR^2 = 0,421$) (VIF: Variance Inflation Factor).
Table 9. Multiple linear regression for Total opinion on Silvoarable systems ($F(10,151) = 5,442$, $p < 0,001$, $AdjR^2 = 0,421$) (VIF: Variance Inflation Factor).

Ανεξάρτητες	B	Beta	t	p-value	VIF
Σταθερά	36,082	-	4,709	<0,001	-
Θετική επίδραση στην παραγωγή	0,386	0,428	2,347	0,023	3,512
Κύριοι σκοποί για την παραγωγή	0,013	0,014	0,085	0,933	2,957
Θετική επίδραση στο περιβάλλον	0,065	0,115	0,626	0,534	3,558
Κύριοι σκοποί για το περιβάλλον	0,029	0,047	0,315	0,754	2,347
Θετική επίδραση στην κοινωνία	-0,113	-0,196	-1,138	0,261	3,124
Αριθμός εργαζομένων (Μαζί με τον εαυτό σας)	-0,023	-0,011	-0,103	0,918	1,170
Γνωρίζετε τη λέξη Αγροδασοπονία;	-0,379	-0,009	-0,054	0,957	3,195
Έχετε δει ποτέ κάποιες εφαρμογές Αγροδασοπονίας;	10,592	0,276	1,866	0,068	2,309
Γνωρίζετε κάποιες δασογεωργικές καλλιέργειες/ συστήματα;	6,657	0,172	0,946	0,348	3,488
Θέλετε να εγκαταστήσετε μια τέτοια καλλιέργεια/ σύστημα;	0,579	0,021	0,175	0,861	1,521

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Το ζήτημα της αποδοχής, υιοθέτησης και εφαρμογής των αγροδασικών συστημάτων συγκεντρώνει έντονο ενδιαφέρον (Μαντζανάς και Παπαναστάσης 2005, Vrahnakis κ.α. 2021). Στο έργο SAFE, που προαναφέρθηκε, φάνηκε πως οι αγρότες δεν ήταν πρόθυμοι να συνδυάσουν τις καλλιέργειές τους με δέντρα, τουλάχιστον δίχως να υπάρχει κάποιος σοβαρός λόγος. Από την άλλη, το 30% αυτών φαίνεται πως σκεφτόταν σοβαρά την εγκατάσταση δασογεωργικών συστημάτων στο άμεσο μέλλον, αξιοποιώντας το 10% από τους αγρούς τους για τον σκοπό αυτό (Μαντζανάς και Παπαναστάσης 2005). Η παρούσα εργασία, έδειξε μία αύξηση της τάξεως του 10% στην προθυμία για εγκατάσταση δασογεωργικού συστήματος σε σχέση με την έρευνα που είχε πραγματοποιηθεί το 2005. Το ποσοστό αυτό μεταβολής κρίνεται μάλλον μικρό, αν ληφθεί υπόψη η ευρύτερη προβολή της Αγροδασοπονίας από την ΚΑΠ. Επισημαίνεται όμως, πως χρειάζεται περισσότερη ενημέρωση για τις συγκεκριμένες πρακτικές. Επιπλέον μπορεί να απαιτείται επικαιροποίηση ή τροποποίηση του ερωτηματολογίου σε μελλοντική έρευνα ώστε να γίνει πιο ευαίσθητο στην αποκάλυψη του βαθμού προθυμίας για εγκατάσταση δασογεωργικού συστήματος.

Στην παρούσα ερευνητική μελέτη έλαβαν μέρος αγρότες του Νομού Καρδίτσας στην πλειοψηφία τους άνδρες και ιδιοκτήτες της γης που καλλιεργούν. Όσον αφορά τα είδη καλλιέργειών, οι μισοί περίπου ανέφεραν βαμβάκι και ψυχανθή (τριφύλλι, μηδική κ.λπ.). Σε κάθε επιχείρηση απασχολούνται κατά μέσο όρο 5 άτομα, με μέσο όρο 2 με 3 άτομα της οικογένειάς τους να απασχολούνται στην επιχείρηση, για περίπου 311 ημέρες το χρόνο. Στην πλειονότητά τους πρόκειται για οικογενειακές επιχειρήσεις καθώς οι αγρότες απάντησαν ότι υπάρχει διάδοχος που θα ακολουθήσει την αγροτική παραγωγή.

Επιπλέον, η πλειονότητα των ερωτηθέντων γνώριζε την Αγροδασοπονία, κάτι το οποίο πιθανώς να υποδηλώνει τον παραδοσιακό χαρακτήρα της Αγροδασοπονίας (παραδοσιακή χρήση και κληρονομιά). Σημαντικό είναι όμως το γεγονός ότι το ποσοστό των αγροτών που έχει δει εφαρμογή δασογεωργικών συστημάτων είναι μικρότερο αυτών που δεν έχει δει ποτέ, συνεπώς είτε η Αγροδασοπονία δεν εφαρμόζεται σε ικανοποιητικό επίπεδο στον Ν. Καρδίτσας, είτε οι μεγαλύτεροι σε ηλικία αγρότες δεν έχουν κατανοήσει πλήρως την έννοια του δασογεωργικού συστήματος και καλλιέργειας με αποτέλεσμα να μην την αναγνωρίζουν στην εφαρμογή της. Παρά την εξέλιξη της Αγροδασοπονίας και την ενημέρωση που υπάρχει, η προθυμία για εγκατάσταση δασογεωργικών συστημάτων είναι χαμηλή, με τους αγρότες που είναι πρόθυμοι (40,32%) να μη γνωρίζουν το πότε θα πραγματοποιήσουν εγκατάσταση ενός δασογεωργικού συστήματος και με την ηλικία να μην αναδεικνύεται ως παράγοντας που επηρεάζει την απόφαση για την εγκατάσταση ενός δασογεωργικού συστήματος. Πάντως περισσότερη έρευνα απαιτείται για να αποτυπωθεί η γνώμη των αγροτών σε άλλες περιοχές της Ελλάδας η και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες.

Οι αγρότες πιστεύουν στη θετική επίδραση των δασογεωργικών συστημάτων στην παραγωγή και ειδικά στην παραγωγικότητα και ποιότητα ξυλείας, την πατρική κληρονομιά, τη διαφοροποίηση - ποικιλία της παραγωγής, τη δυνατότητα βόσκησης αλλά και τη δευτερεύουσα παραγωγή. Ωστόσο, αναμένουν και πιθανή αρνητική επίδραση στην παραγωγή, κυρίως λόγω του οικονομικού ρίσκου, της πολυπλοκότητας εργασίας, αλλά και της χαμηλής προσφοράς εργασίας λόγω ανειδίκευτου εργατικού δυναμικού. Επίσης, οι αγρότες δήλωσαν πως σε μικρό βαθμό θα είχαν κατά νου κύριους σκοπούς που αφορούν την παραγωγή όταν εγκαθιστούν ένα τέτοιο σύστημα, με τον πιο σημαντικό να είναι η παραγωγικότητα ξυλείας. Παρότι δεν υπάρχει μεγάλη προθυμία για εγκατάσταση δασογεωργικού συστήματος είναι σημαντικό να τονιστεί ότι γνωρίζουν τα πλεονεκτήματα που παρέχονται από ένα τέτοιο σύστημα.

Ακόμη, στον τομέα του περιβάλλοντος, οι αγρότες πιστεύουν στη θετική επίδραση των δασογεωργικών συστημάτων, καθώς επηρεάζουν θετικά το γενικό περιβάλλον, το κλίμα και προστατεύουν το έδαφος. Οι αγρότες σε μικρό βαθμό λαμβάνουν υπόψη ωφέλειες που αφορούν το περιβάλλον αν θα εγκαθιστούσαν ένα δασογεωργικό σύστημα. Παρατηρείται γενικά μία τάση από τους αγρότες να ενδιαφέρονται μόνο για ατομικό εισόδημα σύντομης απόκτησης και όχι για τις γενικότερες θετικές επιδράσεις της Αγροδασοπονίας.

Τέλος, αναφορικά με τα δασογεωργικά συστήματα ως προς την κοινωνία, οι αγρότες αναγνωρίζουν τη συμβολή αυτών, ειδικά στην εργασία (απασχόληση) του αγρότη και την πρωτοτυπία-καινοτομία. Επίσης, λαμβάνουν υπόψη σκοπούς που αφορούν την κοινωνία όταν

εγκαθιστούν ένα δασογεωργικό σύστημα, με τον πιο σημαντικό να είναι η εργασία (απασχόληση). Όπως και στο περιβάλλον, έτσι και στο κοινωνικό ζήτημα, οι αγρότες δίνουν έμφαση στην ατομική εργασία και αποκατάσταση τους επαγγελματικά.

Μελετώντας τους παράγοντες που επηρεάζουν τη γνώμη των αγροτών για τα δασογεωργικά συστήματα, διαπιστώθηκε πως πιο θετική άποψη έχουν οι αγρότες που υποστηρίζουν τη θετική επίδραση των συστημάτων στην παραγωγή, στο περιβάλλον και στην κοινωνία και εκείνοι που λαμβάνουν ως κύριους σκοπούς κατά την εγκατάσταση των συστημάτων την παραγωγή, αλλά και το περιβάλλον. Επίσης, αναδείχθηκε πως οι αγρότες που έχουν επιχείρηση με σχετικά μεγάλο αριθμό εργαζομένων, καθώς και όσοι γνωρίζουν την έννοια της λέξης Αγροδασοπονία ή έχουν δει εφαρμογές της έχουν θετική άποψη για τα δασογεωργικά συστήματα. Φαίνεται πως όσο μεγαλύτερο αριθμό εργαζομένων έχει η επιχείρηση (στο δείγμα που μελετήθηκε κατά την παρούσα έρευνα;) τόσο μεγαλύτερη παραγωγή επιτυγχάνεται, συνεπώς επιδιώκεται και καλύτερη ενημέρωση πάνω στα αγροτικά ζητήματα. Η λειτουργία της επιχείρησης συνδέεται άμεσα με την παραγωγή, συνεπώς όσοι θέλουν να έχουν αποδοτικότερη επιχείρηση πρέπει να έχουν και μεγαλύτερη παραγωγή. Από όλους τους παράγοντες που εξετάστηκαν ως προς την πρόθεση των αγροτών για εγκατάσταση δασογεωργικών συστημάτων σε δικούς τους αγρούς, ο πιο ισχυρός προβλεπτικός παράγοντας ήταν η αναμενόμενη θετική επίδραση στην παραγωγή. Δηλαδή, οι αγρότες που πιστεύουν περισσότερο στη θετική επίδραση των συστημάτων στην παραγωγή έχουν πιο θετική γνώμη για αυτά. Επίσης, οι αγρότες που έχουν γνώση για κάποιες δασογεωργικές καλλιέργειες και θέλουν σε μεγάλο βαθμό να τις εγκαταστήσουν, έχουν εξίσου θετική άποψη για τα δασογεωργικά συστήματα, αναγνωρίζουν τις θετικές επιδράσεις τους, είναι καλύτερα ενημερωμένοι και, τελικά, είναι πρόθυμοι να τις εγκαταστήσουν. Έτσι αναδεικνύεται ο σημαντικός ρόλος των συστημάτων επίδειξης ώστε να παρακινηθούν οι αγρότες στην εγκατάσταση καινοτόμων αγροτικών συστημάτων (Mbure & Sullivan 2017).

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι οι αγρότες του Ν. Καρδίτσας αναγνωρίζουν τις θετικές επιδράσεις των δασογεωργικών συστημάτων. Επιδράσεις που σχετίζονται με την αγροτική παραγωγή, το περιβάλλον και την κοινωνία, με επιμέρους ωφέλειες να συνδέονται με την παραγωγικότητα και την ποιότητα της ξυλείας, τη διαφοροποίηση της παραγωγής, τη θετική επίδραση στο γενικότερο περιβάλλον και το κλίμα, αλλά και με την απασχόληση και την εργασία. Οι επιχειρήσεις με μεγάλο αριθμό εργαζομένων παρουσιάζουν πιο θετική άποψη για τα δασογεωργικά συστήματα και η συνολική παραγωγή του συστήματος αποτελεί έναν ισχυρό διαμορφωτικό παράγοντα για τη γνώμη των αγροτών, καθώς όσοι πιστεύουν περισσότερο στη θετική επίδραση των συστημάτων αυτών στην παραγωγή έχουν θετικότερη άποψη. Αυτές οι παράμετροι παίζουν καταλυτικό ρόλο στην αύξηση του ποσοστού προθυμίας από τους αγρότες και συνεπώς χρειάζεται μία πιο ενισχυμένη τακτική ενημέρωσης για την Αγροδασοπονία από τους γεωτεχνικούς και από άλλα δίκτυα επικοινωνίας αγροτών, ενώ σημαντικό ρόλο σε αυτήν την κατεύθυνση αναμένεται να παίξει η εφαρμογή του οικολογικού σχήματος (eco-scheme) «Π1-31.5 Βελτίωση αγροδασικών οικοσυστημάτων πλούσιων σε στοιχεία του τοπίου» στην Ελλάδα, στο πλαίσιο της ΚΑΠ 2023-2027, το οποίο, ωστόσο, δεν αφορά την εγκατάσταση νέων τέτοιων συστημάτων. Το οικονομικό ρίσκο και γενικά η επιδίωξη προς το σύντομο οικονομικό κέρδος καθιστούν επιθυμητή την οικονομική ενίσχυση και χρηματοδότηση για να εισαχθούν οι δασογεωργικές καλλιέργειες στον Ν. Καρδίτσας. Το γεγονός αυτό θα ευνοήσει σημαντικά την τοπική οικονομία, τις αγροτικές κοινωνίες και το επιβαρυνόμενο φυσικό περιβάλλον της Θεσσαλίας.

Abstract

In many countries, including Greece, Agroforestry, the practice of combining trees, crops or animals on the same land surface, is characterized as a traditional rather than modern land use. The purpose of this study was to investigate the intention of the farmers of the Prefecture of Karditsa, to adopt Agroforestry practices, through the use of individual questions regarding the farmers' perception of how agroforestry systems affect their farming income, the environment and the society. It was found that the farmers of the Prefecture of Karditsa are acquainted with agroforestry systems and recognize their positive effects on the environment, society and agricultural production. Nevertheless, they show a rather low intention to actually establish any agroforestry system.

Βιβλιογραφία

Kumar, R., Pandey, A., Rana, R., and Yadav, A., 2019. Climate change and mitigation through Agroforestry. *Int.J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 8: 1662-1667.

Mantzanas, K., Tsatsiadis, E., Ispikoudis, I., and Papanastasis, V.P., 2005. Traditional silvoarable systems and their evolution in Greece. In *Silvopastoralism and Sustainable Land Management. Proceedings of an international congress on silvopastoralism and sustainable management held in Lugo, Spain, April 2004* (pp. 53-54). Wallingford UK: CABI Publishing.

Mbure, G., and Sullivan, C., 2017. *Improving the Management of Agriculture Demonstration Sites in Food Security Programs A Practitioner's Guide*. USAID, TOPS small grant, World Vision. 74 p.

Miller, D., Ordoñez, P., Brown, S., Forrest, S., Nava, N., Hughes, K., and Bailys, K., 2020. The impacts of agroforestry on agricultural productivity, ecosystem services, and human well-being in low-and middle-income countries: An evidence and gap map. *Campbell Syst. Rev.* 16, e1066. doi:10.1002/cl2.1066.

Vrahnakis, M., Nasiakou, S., and Soutsas, K., 2021. Public perception on measures needed for the ecological restoration of Grecian Juniper silvopastoral woodlands. *Agrofor. Syst.* 95: 963-975.

Γκινή, Μ.Ρ., 2023. Έρευνα για την Πρόθεση Υιοθέτησης Δασογεωργικών Συστημάτων από τους Αγρότες του Ν. Καρδίτσας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Δασολογίας Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Μαντζανάς, Κ., και Παπαναστάσης, Β., (Επιμ.) 2005. Δασογεωργικά συστήματα χρήσης γης (τεχνικές και κοινωνικοπολιτικές απόψεις). Πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας, HELEXPO (ZOOTECHNIA 2005).

Παπαναστάσης, Β.Π., 2005. Δασογεωργικά συστήματα και το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα SAFE. Δασογεωργικά Συστήματα Χρήσης Γης, 5.

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περιλήψεις

**Ο ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΚΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΥ ΘΕΜΑΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (LANDNET) ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΓΡΟΔΑΣΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ
ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ RESALLIANCE.**

**Αβραμίδου, Β. Ευαγγελία^f; Γούναρη, Σοφία¹; Κορακάκη, Ευαγγελία¹; Κουλελής,
Παναγιώτης¹; Πιτταρά, Ειρήνη¹; Προύτσος, Νικόλαος¹; Σολωμού, Αλεξάνδρα¹; Γκισάκης,
Βασίλειος²; Τάσκος, Δημήτριος³; Γεωργίου, Διονύσης¹; Καούκης, Κωνσταντίνος¹;
Μάντακας, Γεώργιος¹; Παναγιωτοπούλου, Δανάη¹; Σουλιώτη, Νικολέτα¹; Ξανθόπουλος,
Γαβριήλ¹**

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ", Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, Τέρμα Αλκμάνος Ιλίσια, τ.κ.11528, Αθήνα, eavramidou@elgo.gr

²Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου/Τμήμα Ελαίας και Οπωροκηπευτικών, Λακωνικής 87, τ.κ. 24100, Καλαμάτα

³Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου/ Τμήμα Αμπέλου, Βενιζέλου 1, τ.κ. 14123 Λυκόβρυση, Αθήνα

Περίληψη

Η λεκάνη της Μεσογείου, η οποία θερμαίνεται 20% ταχύτερα από τον παγκόσμιο μέσο όρο, είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή. Η οικοδόμηση της ανθεκτικότητας του τοπίου μέσω της συνέργειας των επιστημόνων των αγροτών και των δασοκτημόνων καθίσταται αναγκαία προκειμένου να δομηθεί ανθεκτικότητα στις κλιματικές μεταβολές. Σε αυτό το πλαίσιο, το έργο «ResAlliance» είναι ένα έργο θεματικού δικτύου, που αναπτύχθηκε από μια διεθνή κοινοπραξία 15 οργανισμών εταίρων με χρηματοδότηση από το πρόγραμμα Horizon Europe. Το έργο στοχεύει στη βελτίωση της ροής πληροφοριών και γνώσης στην αύξηση της ικανότητας των δασοκόμων και των αγροτών αναφορικά με την ανθεκτικότητα του τοπίου. Εστιάζοντας στις μεσογειακές χώρες, το ResAlliance συγκεντρώνει και αξιολογεί γνώσεις, αδυναμίες, εμπόδια και καλές πρακτικές με σκοπό την επίτευξη ανθεκτικών τοπίων έναντι των κινδύνων της κλιματικής αλλαγής, με ιδιαίτερη έμφαση στις πυρκαγιές και την ξηρασία. Αυτό πραγματοποιείται σε 4 θεματικές περιοχές για να καλύψει κενά γνώσης και εφαρμογής: διακυβέρνηση, πρακτικές διαχείρισης, τεχνολογία, και οικονομία.

Λέξεις κλειδιά: Ανθεκτικότητα αγροδασικών τοπίων, εργαστήρια μεταφοράς γνώσης

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή αυξάνει τη συχνότητα και την ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων. Η λεκάνη της Μεσογείου, η οποία θερμαίνεται 20% ταχύτερα από τον παγκόσμιο μέσο όρο, είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή (Lange 2020). Τα αποτελέσματα έχουν ήδη αρχίσει να γίνονται εμφανή μέσα από μια σειρά από προβλήματα και απειλές. Τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής συνδέονται έμμεσα με τις καιρικές συνθήκες και μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές σε περιουσίες να απειλήσουν ζωές, και να επηρεάσουν τη γεωργική παραγωγή με επακόλουθες οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Οι πιο σημαντικές επιρροές της κλιματικής αλλαγής στη Μεσόγειο περιλαμβάνουν υψηλότερες θερμοκρασίες που παίρνουν τη μορφή καύσωνα, παρατεταμένες ξηρασίες και ακραίες βροχοπτώσεις. Τα φαινόμενα αυτά συμβαίνουν συχνότερα και η συχνότητα και η έντασή τους αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον, επηρεάζοντας τη γεωργική παραγωγή, τους φυσικούς κινδύνους και την υγεία και την ευημερία των ανθρώπων. Ένας τέτοιος κίνδυνος μεγάλης σημασίας στην περιοχή της Μεσογείου είναι οι δασικές πυρκαγιές.

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι δασικές πυρκαγιές γίνονται όλο και πιο δύσκολο να ελεγχθούν ως

αποτέλεσμα των ακραίων καιρικών φαινομένων αλλά και εξαιτίας της συσσώρευσης βιομάζας λόγω της μείωσης του αγροτικού πληθυσμού σε πολλά μέρη του κόσμου. Επιπρόσθετα η ξηρασία αποτελεί ήδη ένα υπαρκτό πρόβλημα που επηρεάζει σε παγκόσμια κλίμακα τους φυτογενετικούς πόρους (Hanson κ.α. 2000, Descamps κ.α. 2021). Οι προβλέψεις του περιφερειακού κλιματικού μοντέλου EURO-CORDEX (RCM), δείχνουν ότι στην Ιταλία, την Πορτογαλία, την Ισπανία και σε μέρη της Ελλάδας και της Τουρκίας, οι βροχοπτώσεις κατά τη ζεστή, ξηρή περίοδο από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο θα μειωθούν έως και 10% έως το 2030 και έως και 20% έως το 2050 (Woetzel κ.α. 2020). Αυτό είναι πολύ οδυνηρό από πολλές απόψεις, καθώς σηματοδοτεί την πιθανότητα σημαντικών συγκρούσεων σχετικά με τη χρήση του νερού (πόσιμο έναντι άρδευσης και άλλων χρήσεων), καθώς και πολλών δευτερογενών επιπτώσεων.

Η οικοδόμηση της ανθεκτικότητας του τοπίου μέσω της συνέργειας των επιστημόνων, των αγροτών, και όσων ασχολούνται με τα δάση (δασικών υπαλλήλων, δασοκτημόνων, εργαζόμενων στο δάσος, κλπ) καθίσταται αναγκαία προκειμένου να δομηθεί ανθεκτικότητα στις κλιματικές μεταβολές. Η οικοδόμηση ανθεκτικότητας ξεκινά από τη συνειδητοποίηση του προβλήματος, την κατανόησή του και τον εντοπισμό των αιτιών του. Η προώθηση της ανθεκτικότητας σε επίπεδο τοπίου είναι αρκετά περίπλοκη, καθώς υπάρχουν πολλά στοιχεία που πρέπει να εξεταστούν προκειμένου να αναπτυχθούν λύσεις, εστιάζοντας στα πράγματα που μπορούν να αλλάξουν ή να ελεγχθούν αντί να εστιάσουμε σε αυτά που δεν μπορούν να αλλάξουν στο άμεσο μέλλον. Το γεγονός ότι ορισμένα φυσικά φαινόμενα μπορεί να εκδηλωθούν σε πολύ μικρό χρονικό ορίζοντα, περιπλέκει ακόμη περισσότερο την εικόνα. Επί του παρόντος, η επιστήμη έχει εντοπίσει πολλές ευκαιρίες και έχει προτείνει διάφορες λύσεις (Damianidis κ.α. 2021, Xanthopoulos 2023). Επιπλέον, πολυάριθμες πρωτοβουλίες έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται στην πράξη στους τομείς της γεωργίας και της δασοκομίας σε όλη τη Μεσόγειο (Ascoli κ.α. 2023).

Σε αυτό το πλαίσιο, το έργο «ResAlliance» (πλήρης ονομασία «Landscape resilience Knowledge Alliance for agriculture and forestry in the Mediterranean Basin») είναι ένα έργο θεματικού δικτύου, που αναπτύχθηκε από μια διεθνή κοινοπραξία 15 οργανισμών-εταίρων με χρηματοδότηση από το πρόγραμμα Horizon Europe της Ευρωπαϊκής Ένωσης και υλοποιείται από τις αρχές του 2023. Το έργο ResAlliance θα συμβάλλει στη γνώση την πρακτική, και τη μεταφορά καλών πρακτικών και γνώσεων για την υποστήριξη της μελλοντικής υιοθέτησης και εφαρμογής σχεδίων για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής στη λεκάνη της Μεσογείου. Οι παραπάνω συνεισφορές θα επιτευχθούν αποτελεσματικά σε τέσσερις θεματικούς τομείς που θα βοηθήσουν στον καθορισμό συγκεκριμένων στόχων για την καλύτερη αντιμετώπιση των κενών γνώσης ή/και εφαρμογής στα πεδία της διακυβέρνησης, πρακτικών διαχείρισης, τεχνολογίας και χρηματοδότησης.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, το ResAlliance προωθεί διαδραστικές πρωτοβουλίες πολλών ενδιαφερομένων μερών σε δύο επίπεδα: «**LandNet**» και «**LandLab**».

Το έργο ResAlliance θα δημιουργήσει και θα υποστηρίξει ένα μεσογειακό θεματικό δίκτυο («**LandNet**») για την ανθεκτικότητα του αγροδασικού χώρου. Θα είναι ένα διεθνές δίκτυο επαγγελματιών από τον αγροδασικό τομέα, συμπεριλαμβανομένων επαγγελματιών και εκπροσώπων από διάφορα θεσμικά όργανα που εκτείνονται από τους διαχειριστές γης έως τα όργανα λήψης αποφάσεων που εργάζονται σε διάφορα επίπεδα. Το δίκτυο θα εντοπίζει, θα εμπλέκει και θα αναπτύσσει συνεχώς νέες συνεργασίες και δίκτυα για την πρόσβαση, τη βελτίωση και την αύξηση της γνώσης των λύσεων και των καλών πρακτικών. Επιπλέον, το δίκτυο «**LandNet**» θα προετοιμάσει τις ειδικές γνώσεις και θα εμπλέξει και θα εκπαιδεύσει αγρότες, δασικούς και άλλους βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς για τη μεταφορά γνώσεων σχετικά με τις λύσεις στους τέσσερις προαναφερθέντες θεματικούς τομείς.

Από την άλλη πλευρά, τα «**LandLabs**» θα χρησιμεύσουν ως εργαλείο για την υποστήριξη της μεταφοράς γνώσεων και την κινητοποίηση της περιφερειακής διακυβέρνησης για την ανθεκτικότητα του τοπίου σε επιλεγμένες μεσογειακές περιοχές (Σαρδηνία-Ιταλία, Καταλονία-Ισπανία, Πελοπόννησος-Ελλάδα, Κύπρος και Regia o Norte-Πορτογαλία) που αντιπροσωπεύουν σημαντικά πεδία για την εμφάνιση κινδύνων από την κλιματική αλλαγή (με πιο σημαντικούς κινδύνους τις ξηρασίες και τις πυρκαγιές).

Τα «**LandLabs**» (LL) θα είναι τα εργαστήρια μεταφοράς γνώσεων και πρακτικής εμπλοκής ανάμεσα σε αγρότες, δασικούς και άλλους εμπλεκόμενους για τη δημιουργία ανθεκτικών τοπίων. Θα αφορούν δράσεις στους τέσσερις θεματικούς τομείς και θα στοχεύουν στην υποστήριξη για

την αποτελεσματική υιοθέτησή των καλών πρακτικών που θα αναδειχθούν. Τα LandLabs θα οργανωθούν σε επίπεδο περιφερειών, δεδομένου ότι οι περιφερειακοί φορείς είναι οι κύριοι παράγοντες για την επιβολή των δασικών/γεωργικών κανονισμών, τις συμβουλές και τις ρυθμίσεις επιδοτήσεων (βασικά στοιχεία που οδηγούν στην εφαρμογή των σημερινών γεωργικών και δασικών πρακτικών).

Ο «ResAllianceAmbassador» για κάθε χώρα θα αποτελέσει τον συνδετικό κρίκο μεταξύ ενδιαφερόμενων μερών, εμπλεκόμενων φορέων, επιστημονικής κοινότητας θέτοντας τις βάσεις για ανθεκτικότερα μεσογειακά τοπία στην Ελλάδα αφενός και αφετέρου στο εξωτερικό. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση του σχεδιασμού και της εφαρμογής των «LandNet» και «LandLab» στην Ελλάδα καθώς και τα βήματα του «ResAllianceAmbassador» προς την επίτευξη των ανωτέρω στόχων.

Υλικά και Μέθοδοι

LandNet

Το έργο θα δημιουργήσει και θα υποστηρίξει ένα μεσογειακό θεματικό δίκτυο («LandNet») για την ανθεκτικότητα του αγροδασικού χώρου. Το LandNet θα εντοπίζει συνεχώς, και θα αναπτύσσει νέες ευκαιρίες συνεργασιών και δικτύωσης με στόχο την πρόσβαση, τη βελτίωση και την επαύξηση της γνώσης όσον αφορά έξυπνες λύσεις και καλές πρακτικές. Θα συγκεντρώσει και θα προετοιμάσει τη σχετική με το αντικείμενο γνώση και θα προσανατολιστεί στην εκπαίδευση του αγροτικού και παραδασόβιου πληθυσμού αλλά και άλλων ενδιαφερόμενων στελεχών φορέων, μεταφέροντας γνώσεις διαχειριστικών, τεχνολογικών και οικονομικών λύσεων καθώς και καλών πρακτικών διακυβέρνησης.

LandLab (LL)

Τα LandLab στην Ελλάδα θα περιλαμβάνει κυρίως την περιοχή της Πελοποννήσου. Οι συμμετέχοντες σε αυτό το LandLab θα συμβάλουν στη διαμόρφωση ορθών πρακτικών διαχείρισης για την προσαρμογή στη κλιματική αλλαγή στη γεωργία, με έμφαση στους αμπελώνες, τους ελαιώνες και τη μελισσοκομία. Στόχοι είναι:

- Ανάλυση των αναγκών για την ανάπτυξη του γεωργικού περιβάλλοντος
- Βελτίωση και ανταλλαγή γνώσεων σχετικά με πιο ολοκληρωμένες προσεγγίσεις διαχείρισης της γης που αφορούν διάφορα γεωργικά προϊόντα - όπως το κρασί και τις ελιές- καθώς και την παραγωγή μελιού από βιώσιμες μελισσοκομικές πρακτικές.
- Αύξηση της ευαισθητοποίησης των κατοίκων σχετικά με τους κινδύνους από τις πυρκαγιές με έμφαση στην προσαρμογή των καλλιεργειών
- Προώθηση μέτρων μετριασμού και προσαρμογής για τις περιφερειακές μεθόδους παραγωγής.
- Υποστήριξη της ανάπτυξης πολιτικών για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας του τοπίου στην κλιματική αλλαγή.

Η συμμετοχή καθενός ως ενδιαφερόμενος φορέας κατά τη διάρκεια των διαφόρων δραστηριοτήτων του LandLab είναι ζωτικής σημασίας για να βοηθήσει στην κατανόηση των τρεχουσών αναγκών και την ανάδειξη των προκλήσεων που αντιμετωπίζει στο αγροτικό ή δασικό αντικείμενο στο οποίο δραστηριοποιείται ώστε να αναδειχθούν λύσεις που θα βοηθήσουν τον καθένα να βελτιώσει την ανθεκτικότητα του έναντι των κλιματικών κινδύνων. Για τον λόγο αυτό, η ανάπτυξη του LandLab βασίζεται σε μια προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω που διευκολύνει τους χώρους συνδημιουργίας για τον σχεδιασμό πιθανών λύσεων που θα βοηθήσουν στην επίτευξη ικανής ανθεκτικότητας έναντι των προκλήσεων που σχετίζονται με το κλίμα, καθώς και άλλων προκλήσεων που αντιμετωπίζει η δραστηριότητά του καθενός.

Στο πλαίσιο του LandLab θα αναπτυχθούν διάφορες δραστηριότητες με σκοπό να συγκεντρωθούν και αναδειχθούν οι εμπειρίες, τα οράματα και οι προσδοκίες όλων, ώστε να δημιουργηθούν τελικά λύσεις με δυνατότητα να ξεπεραστούν οι τρέχουσες προκλήσεις. Οι δραστηριότητες του LandLab θα περιλαμβάνουν:

- Έναρξη του LandLab το φθινόπωρο του 2023, με παρουσίαση του έργου και αρχικό διάλογο με τους ενδιαφερόμενους φορείς για τον καθορισμό των προκλήσεων και των εμποδίων που προκύπτουν στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής.

- Εργαστήριο ανθεκτικότητας του τοπίου για να δομηθεί πλαίσιο διαλόγου, να γίνει διερεύνηση των πιθανών μελλοντικών σεναρίων, να αναδειχθούν τα επιθυμητά και να ευρεθούν πιθανές λύσεις διακυβέρνησης για την επίτευξή τους.
- Εκθετήρια με λύσεις καινοτομίας και γνώσης καθώς και βέλτιστες πρακτικές για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας έναντι των κλιματικών κινδύνων.
- Εκδρομή στο πεδίο κατά την οποία θα γίνει παρουσίαση επιλεγμένων καλών πρακτικών από τοπικούς ενδιαφερόμενους φορείς.

ResAlliance Ambassador

Ο συνδεδετικός κρίκος κάθε χώρας ο **ResAlliance Ambassador (RA)** αρχικά θα ακολουθήσει μια συγκεκριμένη ροή εργασιών με χρονοδιαγράμματα και θα παρακολουθεί ειδικευμένα προγράμματα εκμάθησης και εκπαίδευσης πρακτικών επικοινωνίας και στρατηγικής για την επιτυχή έκβαση του προγράμματος. Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί είναι:

1. Αρχικό πεδίο εφαρμογής και καθορισμός στόχων: Περιγραφή του χώρου εφαρμογής του LandLab προσδιορίζοντας την πρόσφατη εξέλιξη του τοπίου, παλαιότερες και παρούσες κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες, κινδύνους που σχετίζονται με το κλίμα, ιστορικές διαταραχές, καθώς και τους κύριους στόχους που επιδιώκονται από την άποψη της ανθεκτικότητας του τοπίου. ORA θα ετοιμάσει μια προκαταρκτική λίστα ενδιαφερομένων μερών από το αγροδασικό τομέα και θα πραγματοποιήσει τις πρώτες επαφές για την ενημέρωσή τους.
2. Χαρτογράφηση των κύριων ενδιαφερόμενων μερών που θα εμπλακούν στις δραστηριότητες του Land Lab: Στο πλαίσιο ενός εγχειριδίου, θα δημιουργηθεί μια ομαδοποίηση ενδιαφερομένων που θα περιλαμβάνει τις κύριες κατηγορίες/προφίλ ενδιαφερομένων, ωστόσο σε αυτή τη φάση των κατευθυντήριων γραμμών εφαρμογής οRA θα αναπτύξει την αρχική αναγνώριση με επίκεντρο τους ενδιαφερόμενους φορείς της περιοχής του. Συνεπώς, ο προσδιορισμός των ενδιαφερομένων που πραγματοποιείται σε αυτό το βήμα θα διασφαλίσει ότι θα δεσμευτεί επαρκής ποικιλία ενδιαφερομένων στις επικείμενες δραστηριότητες LL.
3. Αναζήτηση βέλτιστων πρακτικών: οιRAθα οργανώσουν μια μονοήμερη (διήμερη, εάν απαιτείται) διαδραστική και συμμετοχική εκδήλωση, που συνδυάζει την έναρξη της LL και ένα εργαστήριο εξερεύνησης, με τη συμμετοχή τοπικών ενδιαφερομένων από τους τομείς της δασοκομίας και της γεωργίας που προσδιορίστηκαν στο προηγούμενο βήμα. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα που προκύπτουν από το διάλογο με τα ενδιαφερόμενα μέρη που αναμένονται σε αυτήν την εκδήλωση είναι:
 - Βασικές αλλαγές που υφίστανται οι τομείς της δασοκομίας και της γεωργίας στην περιοχή και ποιες είναι οι κινητήριες δυνάμεις της αλλαγής.
 - Ειδικές περιφερειακές/τοπικές επιπτώσεις και συνέπειες που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή.
 - Οι βέλτιστες πρακτικές και λύσεις καθώς και οι σχετικές ανάγκες τους, τα εμπόδια/σημεία συμφόρησης οι καινοτομίες και τα κενά γνώσης που σχετίζονται με τους τέσσερις θεματικούς τομείς.

Αναμενόμενα αποτελέσματα

Η ανάγκη να εργαστούμε για τον μετριασμό των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής είναι επιτακτική. Η συσσωρευμένη εμπειρία στην πράξη, δείχνει ότι η προσέγγιση που έχει υιοθετηθεί μέχρι τώρα στοχεύει συνήθως στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αφού προκύψουν, χωρίς τη δέουσα προσοχή στην πρόληψη του προβλήματος και των συνεπειών του. Όπως επισημαίνεται εδώ, σημαντικό μέρος της λύσης θα πρέπει να αναζητηθεί στην ανάπτυξη μεθόδων που διασφαλίζουν την ανθεκτικότητα του τοπίου ως προς τις πυρκαγιές και τη ξηρασία. Ωστόσο, ακόμη και αν αναπτυχθεί η δράση προς αυτή την κατεύθυνση, οι λύσεις μπορεί να είναι αρκετά περίπλοκες καθώς πρέπει να καλύπτουν πολλές πολιτικές, διακυβέρνησης, περιβαλλοντικές, οικονομικές, τεχνικές, οικονομικές και, φυσικά, κοινωνικές πτυχές. Το μονοπάτι είναι σε μεγάλο βαθμό αχαρτογράφητο. Η γνώση πρέπει να προέρχεται από πολλές διαφορετικές πηγές, με έμφαση

σε δοκιμασμένες λύσεις, ειδικά με τη μορφή πρωτοβουλιών από κάτω προς τα πάνω (Ascoli κ.α. 2023). Το έργο ResAlliance προσφέρει τους μηχανισμούς, το LandNet του, τα LandLabs του και τη συνδυασμένη γνώση της κοινοπραξίας των 15 εταιρών του, για να υποστηρίξει τις προσπάθειες για την επίτευξη ανθεκτικότητας του τοπίου στη Μεσόγειο έναντι των απειλών της κλιματικής αλλαγής.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του έργου ResAlliance - «Ανθεκτικότητα του τοπίου Συμμαχία γνώσης για τη γεωργία και τη δασοκομία στη λεκάνη της Μεσογείου» - που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, European Research Executive Agency (REA), στο πλαίσιο του προγράμματος πλαισίου Horizon Europe (Project 101086600).

Abstract

Climate change is increasing the frequency and intensity of extreme weather events. The Mediterranean basin, which is warming 20% faster than the global average, is particularly vulnerable to climate change. Still, solutions exist and today there is a growing consensus among academics, experts and practitioners that these hazards must be addressed proactively through building resilience at landscape level. However, today the application of solutions to improve landscape resilience is still slow and faces many barriers. Against this background, “ResAlliance” (complete name “Landscape resilience knowledge alliance for agriculture and forestry in the Mediterranean basin”) is a thematic network project, developed by an international consortium of 15 partner organizations with funding by the Horizon Europe Programme of the European Union, that aims to improve information and knowledge flow and increase the capacity of foresters and farmers on landscape resilience. This is made effective across 4 thematic areas that will help set specific learning objectives to better address knowledge and implementation gaps: Governance, Management practices, Technology, Finance. To achieve its objectives, ResAlliance promotes multi-stakeholder interactive initiatives at two levels: a LandNet (an open Mediterranean thematic network on landscape resilience for forestry and agriculture) and five LandLabs, a tool for supporting knowledge transfer and activating regional landscape resilience solutions in 5 different Mediterranean countries: Portugal, Spain, Italy, Greece, and Cyprus.

Βιβλιογραφία

- Ascoli, D., Plana, E., Oggioni, S. D., Tomao, A., Colonic, M., Corona, P., ... & Barbati, A. 2023. Fire-smart solutions for sustainable wild fire risk prevention: Bottom-up initiatives meet top-down policies under EU green deal. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 92, 103715.
- Damianidis, C., Santiago-Frejjan, J. J., den Herder, M., Burgess, P., Mosquera-Losada, M. R., Graves, A., Papadopoulos A., Pisanelli A., Camilli F., Rois-Diaz M., Kay S., Palma J.N. & Pantera, A. 2021. Agroforestry as a sustainable land use option to reduce wild fires risk in European Mediterranean areas. *Agro forestry Systems*, 95, 919-929
- Lange, M. A. 2020. Climate change in the Mediterranean: environmental impacts and extreme events. *IEMed: Mediterranean Yearbook*, 30-45.
- Descamps, C., Quinet, M., & Jacquemart, A. L. 2021. The effects of drought on plant-pollinator interactions: What to expect?. *Environmental and Experimental Botany*, 182, 104297.
- Hanson, P. J., & Weltzin, J. F. 2000. Drought disturbance from climate change: response of United States forests. *Science of the total environment*, 262(3), 205-220.
- Woetzel, J., Pinner, D., Samandari, H., Engel, H., Krishnan, M., Marlies, V., & Von der Leyen, J. 2020. A Mediterranean basin without a Mediterranean climate. *McKinsey Global Institute: New York, NY, USA*, 10022.
- Xanthopoulos, G. 2023. Fires and agroforestry landscapes. In Tsiakiris, R., Mantzanas, K., Kazoglou, J., Kakouros, P., & Papanastasis, V. (eds.), “Reviving Agroforestry landscapes in the era of climate change: for people, nature and local economy”. *European Network of Political Foundations and Green Institute, Greece*. pp. 192-199.

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περιλήψεις

Η ΑΣΚΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ ΣΤΟ ΔΑΣΟΣ

Γούναρη, Σοφία¹; Γκόρας, Γεώργιος²

¹Εργ. Μελισσοκομίας, Ινστ. Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, sgounari@fria.gr

²Εργ. Μελισσοκομίας, Γεωπονικό Παν. Αθηνών

Με δεδομένη την μείωση των φυσικών επικονιαστών εξ' αιτίας ανθρωπογενών δραστηριοτήτων αλλά και της κλιματικής αλλαγής, η μελιτόεσσα μέλισσα *Apis mellifera* αποτελεί πια έναν από τους σημαντικότερους ρυθμιστές στην προστασία τόσο των αγροτικών όσο και των δασικών οικοσυστημάτων.

Η σχέση των δασών με τις μέλισσες και την μελισσοκομία είναι επ' αμοιτέρω επωφελής.

Στην χώρα μας, ποσοστό 70% της ετήσιας παραγωγής μελιού (~15.000 τν), παράγεται σε δασικές περιοχές, όταν ο αντίστοιχος Μ.Ο. της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι 50%. Εκτός όμως από την παραγωγή μελιού, και με δεδομένες τις αλλαγές, που ήδη διαφαίνονται στις κλιματικές συνθήκες, η μεταφορά ή διαμονή των μελισσιών σε δασικές περιοχές, αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιβίωσης και παραγωγικότητας, καθώς,

- ✓ δεν υπάρχει κίνδυνος δηλητηριάσεων από την χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών
- ✓ παρατηρείται συγχρονισμός των κλιματολογικών συνθηκών και των ανθοφοριών με τον βιολογικό κύκλο του μελισσιού
- ✓ η ανθοφορία κατά το καλοκαίρι είναι άφθονη σε αντίθεση με τις πεδινές περιοχές
- ✓ η διαχείμανση των μελισσιών στο βουνό προκαλεί διακοπή της ωοτοκίας της βασίλισσας, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την «ξεκούραση» των βασιλισσών, όσο και των εργατριών, την μικρότερη επιβάρυνση στο ισοζύγιο του μελισσιού και στην αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση όλων των πηγών μελιού της ερχόμενης μελισσοκομικής χρονιάς.

Αντίστοιχα η παρουσία των μελισσιών στο Δάσος βοηθά και εν πολλοίς καθορίζει:

- ✓ Διατήρηση της βιοποικιλότητας της χλωρίδας και της πανίδας. Το **65%** των φυτών συνολικά και ιδιαίτερα το **86%** των δασικών ειδών επικονιάζονται από μέλισσες
- ✓ Παραγωγή φρούτων, καρπών, σπόρων
- ✓ Μέσω της επιβίωσης των φυτικών ειδών, π.χ. των αγριοτριφύλλων, βελτίωση τη γονιμότητα του εδάφους.

Η Μελισσοκομία λοιπόν προστατεύει, εμπλουτίζει και αναβαθμίζει τα δασικά οικοσυστήματα, διατηρώντας και βελτιώνοντας την βιοποικιλότητά τους όσο αφορά στην χλωρίδα, όσο και στην πανίδα.

Παράλληλα και με γνώμονα το γεγονός ότι μόνο η σύμπληξη του δάσους με την οικονομική πραγματικότητα των κατοίκων που ζουν γύρω του, θα μπορέσει να τα προστατεύσει στο διηνεκές, η άσκηση της Μελισσοκομίας στα δασικά περιβάλλοντα:

- ✓ Δίνει την δυνατότητα αντιμετώπισης της φτώχειας και της ανεργίας. Δίνει στον άνθρωπο χρήματα, τρόφιμα, φάρμακα, προϊόντα που διευκολύνουν την καθημερινότητα (π.χ. κερι)
- ✓ Επηρεάζει την ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης, γνωριμίας κι ανάπτυξη σχέσης σεβασμού με το περιβάλλον, ανάπτυξη της ικανότητας παρατήρησης
- ✓ Βελτιώνει την ψυχολογία και την κοινωνικότητα, μέσω της χαράς της δημιουργίας και την ενδυνάμωση της θέσης του ανθρώπου ως «κομμάτι» ενός συνόλου

Τελικά βοηθά στην αποτροπή της φυγής των ανθρώπων από τον τόπο τους, την γνωριμία και στροφή τους στις ρίζες τους και ιδιαίτερα στην ανάπτυξη σεβασμού και αγάπης για το δάσος, απαραίτητη προϋπόθεση για την προστασία αυτού.

Η άσκηση της Μελισσοκομίας λοιπόν πρέπει να πάρει τη θέση της στα Διαχειριστικά Σχέδια των Δασικών Οικοσυστημάτων

- Προγράμματα εκμετάλλευσης μελιτοεκκρίσεων των δασικών ειδών, μελέτη της μελισσοαπόδοσης - μελισσοχωρητικότητας
- Χωροθέτηση περιοχών άσκησης μελισσοκομίας και ιδιαίτερα σε ορεινούς όγκους που δέχονται μεγάλη οικιστική ή άλλη πίεση
- Συνεργασία μελισσοκομικών φορέων με τα δασαρχεία για αναδασώσεις, διάνοιξη δρόμων, σηματοδότηση, πρόληψη ή/και αντιμετώπιση πυρκαγιών
- Εκπαίδευση των μελισσοκόμων στις αρχές και στα προαπαιτούμενα άσκησης της Μελισσοκομίας σε δασικές περιοχές
- Δημιουργία μελισσοκομικών πάρκων
- Προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και γνωριμίας, ιδιαίτερα των παιδιών, με την κοινωνία των μελισσών

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ 16^Ο ΣΤΟΝ 20^Ο ΑΙΩΝΑ: ΣΥΝΔΥΑΖΟΝΤΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΡΧΕΙΩΝ, ΠΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ G.I.S.

Αρβανίτης, Παντελής¹

¹Διεύθυνση Δασών Ηρακλείου, Ηράκλειο, Παναγίας Μαλεβή - Δασικό Φυτόριο Φοινικιάς, arvanitisher@gmail.com

Περίληψη

Η δασική παραγωγή από τον 16^ο αιώνα μέχρι τον 20^ο αιώνα στην Κρήτη, συνδεόταν με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού και τη ζήτηση σε ξυλεία των διαφόρων ανά εποχή κυβερνόντων του νησιού. Οι αυτοκρατορίες εξαρτιόνταν λιγότερο από τους φυσικούς πόρους της Κρήτης, ενώ η Αραβική περίοδος χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη εκμετάλλευσή τους. Τα αρχεία της Δασικής Υπηρεσίας του 20^{ου} αιώνα, έδειξαν ότι τα δάση έπαιζαν σημαντικό ρόλο για τις τοπικές ανάγκες του πληθυσμού για καυσόξυλα και γενικά καύσιμη ύλη, ενώ λιγότερο για την παραγωγή ξυλείας. Καθώς η κοινωνία εκσυγχρονίστηκε και εδραιώθηκε σχεδόν παντού ένας σύγχρονος τρόπος ζωής, η εκμετάλλευση των δασικών πόρων μειώθηκε σημαντικά.

Λέξεις κλειδιά: Καυσόξυλα, ξυλεία, δασική ιστορία, Κρήτη

Εισαγωγή

Τα δάση της Κρήτης και τα προϊόντα τους έπαιζαν περισσότερο ή λιγότερο σημαντικό ρόλο για τις διάφορες ηγεμονίες του νησιού. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Π.Ε. Ηρακλείου, με επίκεντρο τον ανατολικό Ψηλορείτη, χρησιμοποιώντας την προφορική ιστορία, διάφορες ιστορικές πηγές, αρκετές μεταφράσεις ενετικών και οθωμανικών αρχείων, καθώς και τα αρχεία της Διεύθυνσης Δασών Ηρακλείου. Ο στόχος αυτής της έρευνας είναι να δείξει πώς ο τοπικός πληθυσμός αλληλοεπιδρούσε με το φυσικό του περιβάλλον και μαζί με τις διαφορετικές πολιτικές της κάθε περιόδου, επηρέασαν τους δασικούς πόρους της περιοχής.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα περιλαμβάνει τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά στοιχεία. Οι γραπτές πηγές, η προφορική ιστορία, η συλλογή δεδομένων πεδίου, μαζί με τη χρήση περιβαλλοντικών δεδομένων, ενσωματώθηκαν σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών G.I.S.) και στη συνέχεια αναλύθηκαν. Η επιλογή πολλαπλών ερευνητικών μεθόδων ήταν σημαντική για την καλύτερη κατανόηση της δασικής ιστορίας της περιοχής και ήταν χρήσιμη στην επαλήθευση των πληροφοριών, τον αποκαλούμενο «τριγωνισμό» (Valentine 2005, Longhurst 2010). Η καταγραφή των παραδοσιακών πρακτικών διαχείρισης των δασών οδήγησε σε χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το πότε και πού εφαρμόστηκαν οι πρακτικές αυτές. Όλα τα ποσοτικά δεδομένα καταγράφηκαν σε αρχεία excel και shp, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για στατιστική ανάλυση, όσο και στο περιβάλλον του GIS. Στο GIS επιλέχθηκε η Ordinary Kriging ανάλυση, η οποία βοηθά να προβλεφθούν τιμές από τα αρχικά δεδομένα, σε περιοχές όπου αυτά δεν υπάρχουν (Longley κ.α. 2005, De Smith κ.α. 2007). Η Kriging ανάλυση αποτελεί μέρος της χωρικής ανάλυσης και εφαρμόστηκε σε δεδομένα που καταγράφηκαν από τα αρχεία της Δασικής Υπηρεσίας.

Αποτελέσματα

Οι πληροφορίες από τα ενετικά αρχεία, δίνουν μόνο μια μικρή εικόνα για τη χρήση των δασικών πόρων εκείνη την εποχή. Ο Zuanne Mocenigo, ένας Ενετός αρμοστής «Provveditore Generale» (1589), στην έκθεσή του προς τη Βενετία, καταγράφει τις ανησυχίες του για την πίεση που ασκούσαν συχνά οι Ιππότες στους χωρικούς, ακόμη και για τη συλλογή καυσόξυλων,

τονίζοντας χαρακτηριστικά ότι δεν επιτρεπόταν να κόψουν, χωρίς ειδική άδεια, ούτε καν την άκανθο που φυτρώνει στα χωράφια για να ανάψουν φωτιά (Σπανάκης 1940). Το 1602 γίνεται αναφορά για την ύπαρξη στρεβλής ξυλείας, στην Κρήτη, πολύ καλής ποιότητας και ποσότητας, ικανής για τη ναυπήγηση 50 γαλερών (Σπανάκης 1958), κάτι που μας δείχνει πιθανή παραγωγή ξυλείας για ναυπήγηση. Το 1630 αναφέρεται ότι ξυλεία από τα δάση της περιοχής των Σφακίων, χρησιμοποιήθηκε για ναυπήγηση και για την κατασκευή στέγης. Την ίδια χρονιά εισήχθησαν καυσόξυλα από τα νησιά του αρχιπελάγους, διότι στις περιοχές γύρω από το Χάνδακα (σημερινό Ηράκλειο) δεν μπορούσαν να βρεθούν οι αναγκαίες ποσότητες για τις ανάγκες της πόλης (Σπανάκης 1969). Στο σημείο αυτό μπορούμε να υποθέσουμε ότι υπήρχε μία έντονη εκμετάλλευση των δασικών πόρων της περιοχής του Ηρακλείου για την περίοδο αυτή που ως συνέπεια είχε την ανάγκη εισαγωγής καυσόξυλων από άλλες περιοχές.

Στα οθωμανικά αρχεία υπάρχουν ακόμα λιγότερες πληροφορίες για την παραγωγή ξυλείας και συμπεραίνουμε ότι η κρητική ξυλεία χρησιμοποιήθηκε κυρίως για τοπικές ανάγκες. Σε ένα έγγραφο του 1670, μια σύγκρουση μεταξύ ενός εμπόρου και ενός αγοραστή δείχνει ότι η ξυλεία αποκτήθηκε από τοπικά δάση. Στο έγγραφο αυτό αναφέρεται ότι: *ο μητροπολίτης των εν Κρήτη απίστων Νεόφυτος, φόρου υποτελής επώλησεν εις τον Χασάν Μπεσέ την αναλογούσαν ποσότητα ξυλείας την οποίαν διά των ανθρώπων μας, είχομεν αποκόψει, παρέλαβεν ο αγοραστής αυθαιρέτως κα την εις εμέ αναλογούσα ποσότητα αξίας εκατόν δέκα γροσίων* (Σταυρινίδης 1986α, σ.351). Σε άλλο έγγραφο του 1761, οι αρχές χρησιμοποιούσαν ξυλεία για στρατιωτικούς σκοπούς που προμηθεύονταν από δάση της περιοχής των Χανίων: *Κατόπιν της αποστολήσεως επιστολής του διοικητού Χανίων, ότι τα κοντάκια των πυροβόλων του φρουρίου των Χανίων και οι τροχοί αυτών κατεστράφησαν λόγω πολυκαιρίας..., φροντίσουν την εξεύρεση των απαιτούμενων χιλίων σανίδων εκ των πλησιεστέρων προς το φρούριο Χανίων δασών της Κρήτης* (Σταυρινίδης 1985, σ.166).

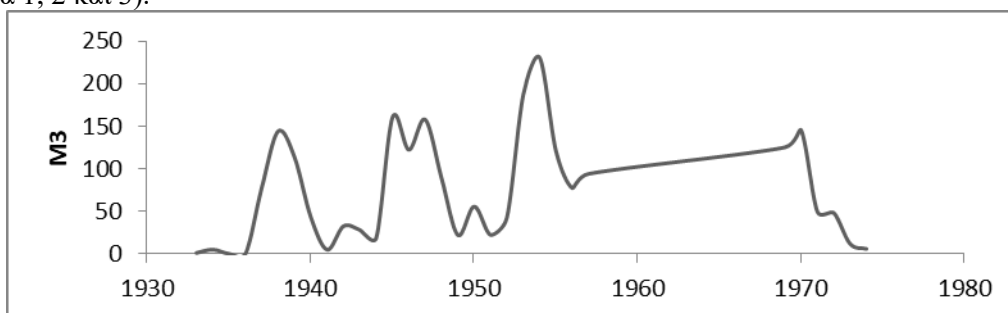
Τα τουρκικά αρχεία περιέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη φορολογία των καυσόξυλων στην περιοχή του Ηρακλείου. Αυτοί οι φόροι ήταν συχνά σε είδος (καυσόξυλα) ή μπορούσαν να αντικατασταθούν με χρήματα. Τα καυσόξυλα χρησιμοποιούνταν για τις ανάγκες των τοπικών πασάδων και υπάρχουν ενδείξεις ότι οι χωρικοί που βρίσκονταν κοντά στην έδρα του πασά ήταν υπεύθυνοι για την συλλογή καυσόξυλων, ενώ τα απομακρυσμένα χωριά προσέφεραν χρήματα. Αυτή η πολιτική ίσως να είναι αποτέλεσμα των προβλημάτων μεταφοράς και του αυξημένου τους κόστους από τις ορεινές προς τις πεδινές περιοχές. Το 1685 αναφέρεται ότι *«οι διοικητές της Νήσου Κρήτης, εισπραττουσι παρά μεν τον πλησίον κατοικούντων ραγιαδών εις είδος, παρά δε των μακράν ευρισκομένων την αξία σίτου, ... καυσόξυλων...»* (Σταυρινίδης 1986β, σ.281).

Πολλές φορές αυτοί οι φόροι δημιουργούσαν συγκρούσεις και οι μεταφράσεις των τουρκικών αρχείων από τον Σταυρινίδη αναφέρονται συχνά σε έγγραφα άδικης φορολογίας από τον πασά προς τους φορολογούμενους. Το 1693 αναφέρθηκε ότι οι Ιεροδίκες: *λαμβάνοντες παρ' αυτών δια της βίας υπό τύπου χειμερινών εισφορών και δώρων κριθήν, άχυρα, καυσόξυλα...* (Σταυρινίδης 1986β, σ.436), και σε έγγραφο του 1694 ότι: *Μολονότι εδώσαμεν εις τον εξοχώττον Μεχμέτ Πασά τα ετησίως καθιερωμένα δώρα (πεσκέσια) εις τους εκάστοτε διοριζόμενους πασάδες, ήτοι: ένα τσεκί (αντιστοιχεί σε 225,79 χιλιόγραμμα) καυσόξυλα δια εκάστοτεν φορολογούμενων της επαρχίας μας, ...* (Σταυρινίδης 1987, σ.34), όλες αυτές οι πληροφορίες μας δείχνουν μία εκμετάλλευση των δασικών πόρων για τοπικές κυρίως ανάγκες.

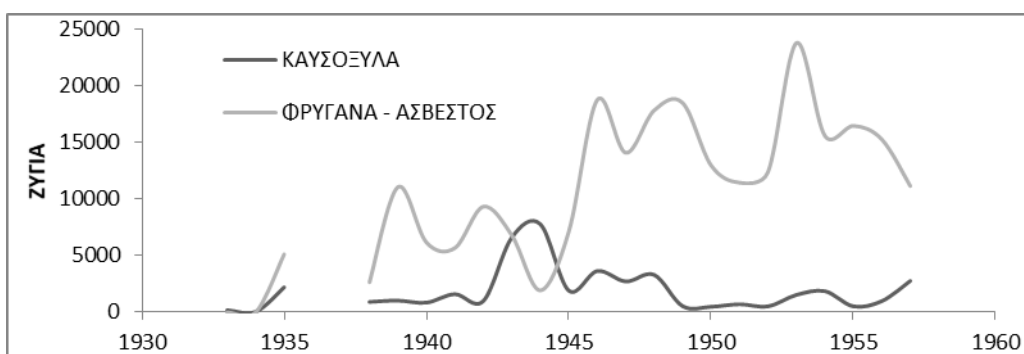
Στα τουρκικά αρχεία εντοπίσαμε μόνο δύο αναφορές για ξυλοκάρβουνο. Η μία αναφέρει το ποσό του φόρου που πλήρωναν οι χριστιανοί του Ηρακλείου στον πασά του Χάνδακα, που ήταν 50 γρόσια το χρόνο για 6.000 οκάδες (1 οκά αντιστοιχεί σε 1,282 κιλά) ξυλοκάρβουνο. Το άλλο περιέχει πληροφορίες σχετικά με ένα φορτίο σε πλοίο, που ταξιδεύει από το Ηράκλειο στην Αλεξάνδρεια, όπου αναφέρεται μία ποσότητα ξυλοκάρβουνο μαζί με άλλα υλικά (Σταυρινίδης 1985).

Μετά την επίσημη εγκαθίδρυση της Δασικής Υπηρεσίας στην Κρήτη, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, άρχισε επίσημα η καταγραφή της παραγωγής δασικών προϊόντων αλλά και άλλων δεδομένων δασικού ενδιαφέροντος. Η κύρια πηγή πληροφοριών σχετικά με τη δασική παραγωγή είναι τα «Βιβλία Καταχώρησης εκδοδιωμένων αδειών Υλοτομίας». Τα καταγεγραμμένα, στα αρχεία της Δασικής Υπηρεσίας του Ηρακλείου, δασικά προϊόντα αναλύθηκαν ποσοτικά και τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζονται στα σχήματα 1, 2 και 3. Ένα από τα σημαντικότερα δασικά προϊόντα μέχρι τη δεκαετία του 1950 ήταν το ξυλοκάρβουνο μαζί με καυσόξυλα και τα φρύγανα για την παραγωγή ασβέστη, όπως προκύπτει από τα βιβλία υλοτομιών.

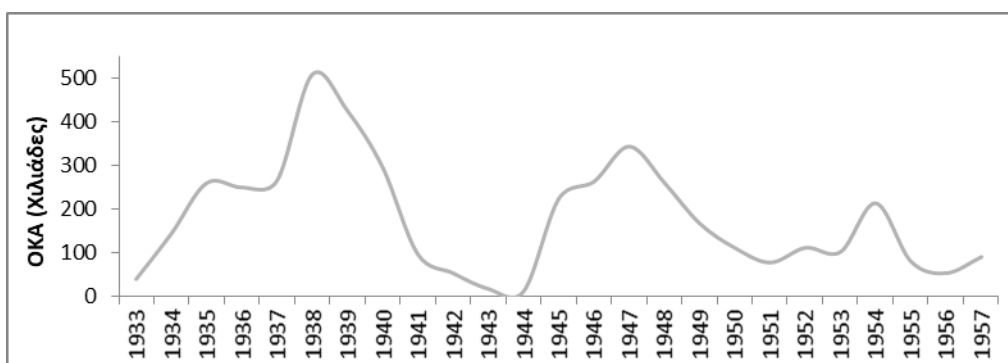
Η τάση αυτή αλλάζει δραματικά τη δεκαετία του 1960, όπου η δασική παραγωγή περιορίζεται πλέον μόνο στην ξυλεία που συνεχίζεται μέχρι το 1970, οπότε και αυτή σταματάει. Παρατηρούμε εδώ μία μείωση κατά τη διάρκεια του πολέμου στην παραγωγή ξυλοκάρβουνου, που συνδέεται με την απαγόρευση από τη Γερμανική κατοχή της πρόσβασης στον ορεινό χώρο αλλά και των οικονομικών δυσκολιών λόγω του πολέμου, που πιθανά μείωσαν την ζήτηση ξυλοκάρβουνου (Σχήμα 1, 2 και 3).



Σχήμα 1. Η παραγωγή ξυλείας στο Ηράκλειο σημαντική για πολλές δεκαετίες. (Πηγή: Αρβανίτης, 2011)
Figure 1. Timber production in Heraklion is significant for several decades (Source: Arvanitis, 2011)



Σχήμα 2. Παραγωγή καυσόξυλων και φρύγανων στο Ηράκλειο. (Πηγή: Αρβανίτης 2011).
Figure 2. Firewood and brushwood (used for lime) production in Heraklion. (Source: Arvanitis 2011).

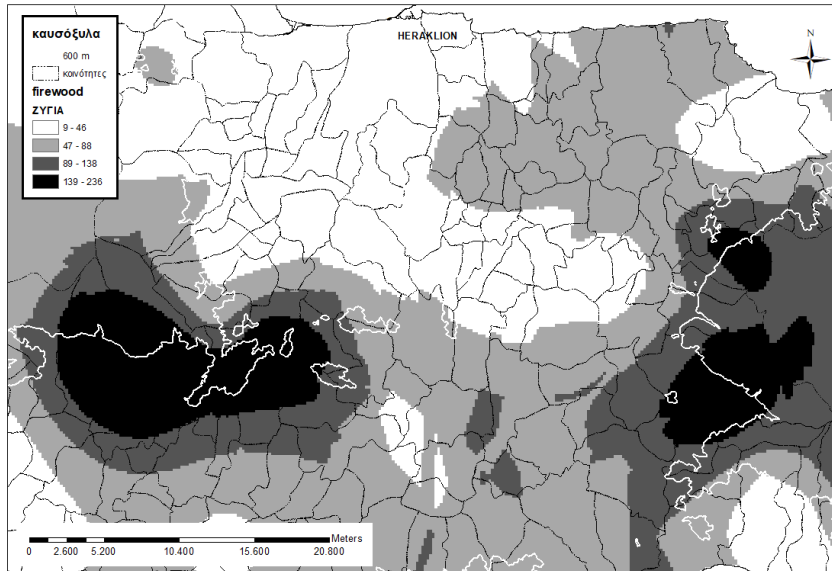


Σχήμα 3. Παραγωγή ξυλοκάρβουνου στο νομό Ηρακλείου (Πηγή: Αρβανίτης 2011).
Figure 3. Charcoal production in Heraklion (Source: Arvanitis 2011).

Από την χωρική ανάλυση των δεδομένων παραγωγής καυσόξυλων συνολικά για τα έτη 1937, 1946 και 1955, διακρίνονται δύο κέντρα παραγωγής ένα στα ανατολικά και ένα στα δυτικά τμήματα του νομού, στις ορεινές κυρίως περιοχές (Σχήμα 4). Σε χαμηλότερα υψόμετρα υπάρχει μία επίσης σημαντική παραγωγή, μεταξύ 400 και 700 μέτρων, που συνδέεται με υλοτομίες δρυός (*Q. brachyphylla*) όπως έχει καταγραφεί και στο βιβλίο αδειών υλοτομίας. Επιπλέον, οι ορεινές περιοχές, όπου διακρίνεται μεγαλύτερη παραγωγή καυσόξυλων, λόγω κλιματικών συνθηκών έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για καυσόξυλα, σε σύγκριση με περιοχές χαμηλότερων υψομέτρων.

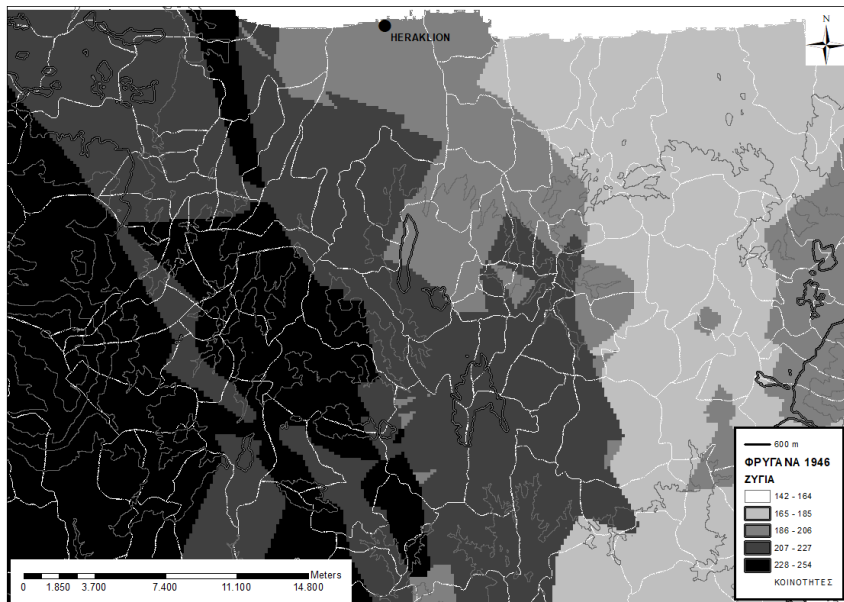
Η χωρική ανάλυση για την παραγωγή ασβέστη (φρύγανα) έδειξε επίσης μία μεγαλύτερη παραγωγή στα δυτικά τμήματα του νομού το 1946 (Σχήμα 5), ενώ για το 1955 στα ανατολικά τμήματα του (Σχήμα 6). Όταν η χωρική ανάλυση γίνει για το σύνολο των δεδομένων διακρίνεται ένα πιο περίπλοκο μοτίβο με πολλά διάσπαρτα κέντρα παραγωγής, υποδηλώνοντας μία παραγωγή

σχεδόν παντού. Υπάρχουν όμως και εδώ δύο διακριτά κέντρα, ένα στα ανατολικά και ένα στα δυτικά, που και εδώ συνδέονται με τις ορεινές περιοχές (Σχήμα 7). Η χωρική ανάλυση διακρίνει δύο διαφορετικές περιοχές εκμετάλλευσης, που χρονικά απέχουν εννέα έτη για την παραγωγή ασβέστη. Αυτή η χωρική διαφοροποίηση, υποστηρίζει μια κυκλική εκμετάλλευση των διαφόρων περιοχών όπου μετά από τη συλλογή φρυγάνων σε μια περιοχή, οι δασικοί πόροι αφέθηκαν να ανακάμψουν και στη συνέχεια αξιοποιήθηκαν ξανά. Τα στοιχεία της προφορικής ιστορίας, υποστηρίζουν ένα παρόμοιο μοτίβο εκμετάλλευσης για τα ασβεστοκάμινα.



Σχήμα 4. Συνολική παραγωγή καυσόξυλων για τα έτη 1937, 1946 και 1955, Kriging ανάλυση (GIS). Διακρίνονται δύο κύρια κέντρα παραγωγής στα ανατολικά και στα δυτικά του νομού (Πηγή: Αρβανίτης 2011).

Figure 4. Total firewood production for the years of 1937, 1946 and 1955 (Kriging analysis -GIS), showing two main production centres in east and west of Heraklion (Source: Arvanitis 2011).



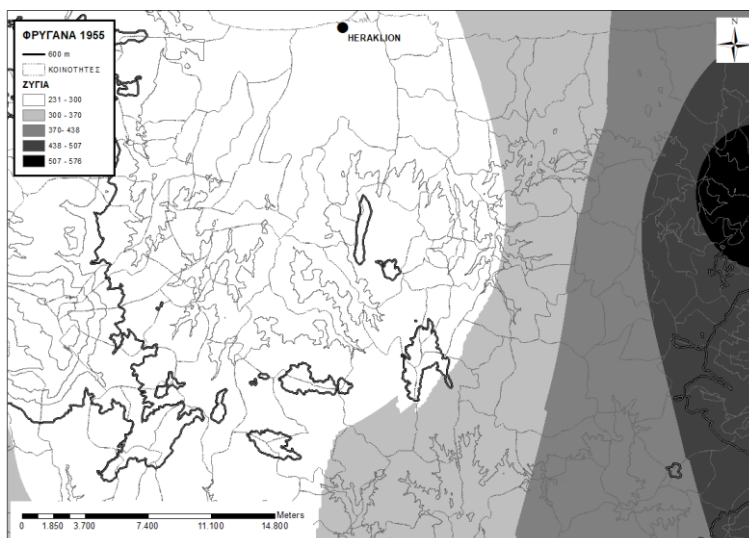
Σχήμα 5. Φρύγανα για την παραγωγή ασβέστη το 1946, Kriging ανάλυση (GIS), όπου διακρίνεται μεγαλύτερη παραγωγή στα δυτικά τμήματα του Ηρακλείου (Πηγή: Αρβανίτης 2011).

Figure 5. Fuelwood used for lime production in 1946 (Kriging analysis), where western parts of Heraklion are more exploited (Source: Arvanitis 2011).

Ένας γεωργός και ένας κτηνοτρόφος της περιοχής περιγράφουν την διαδικασία συλλογής φρυγάνων για παραγωγή ασβέστη: Κάνανε και ασβεστοκάμινα, από την λαμπρή και μετά, την εποχή που είναι το κλαδί φουντωμένο, έχει πολύ άνθιση, έχει ανοίξει πολύ, ετότες κάνανε ασβεστοκάμινα. Του βουνού τα κάνανε δεματιές, όπως είπα στην αρχή, το κλαδί όταν ήταν φουντωμένο καλά τότε σας

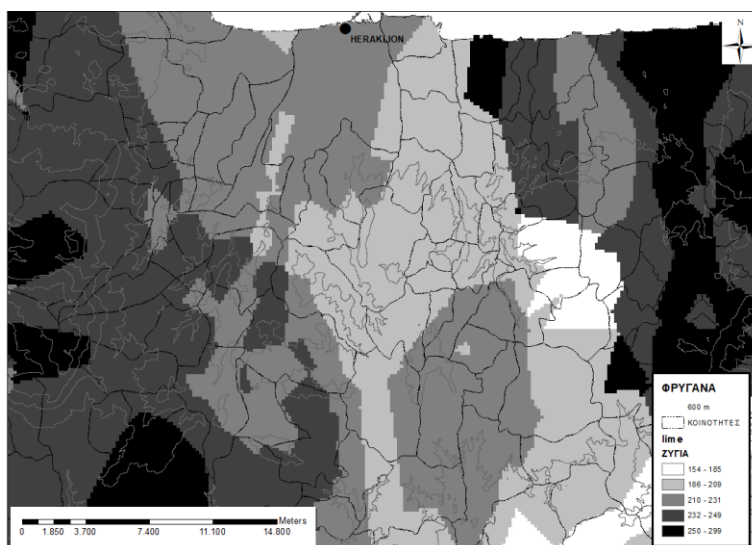
φτιάχνανε τα καμίνια. Και κάνανε τσοι δεματιές στρογγυλές. Και άμα ήθελε να ξεραθούνε, τα κουβαλούσανε, και τα πήγαινες στο καμίνι.

Στο βουνό, τσοι πρόποδες έπαε στον αγιασμένο από πόδε πόδε είναι ένα (καμίνι) και άμα ήθελα να περάσουνε 5 με 6 χρόνια του βγάνανε το κλαδί όλο να πάει ίσα πάνω, φασκομηλιές ασπαλάθους και κάνανε τσοι δεματιές σαμε να ανευτό (να μεγαλώσει ξανά) πάλι το κλαδί. Οντε ήθελε να ανοίξει το κλαδί να αναπτυχθεί μόνο μόνο, άντε πάλι καμινωσά.



Σχήμα 6. Φρύγανα για την παραγωγή ασβέστη το έτος 1955, Kriging ανάλυση (GIS). Διακρίνεται μία αυξημένη παραγωγή στα ανατολικά τμήματα (Πηγή: Αρβανίτης 2011).

Figure 6. Fuelwood used for lime production in 1955 (Kriging analysis), at this year eastern parts are exploited more (Source: Arvanitis 2011).

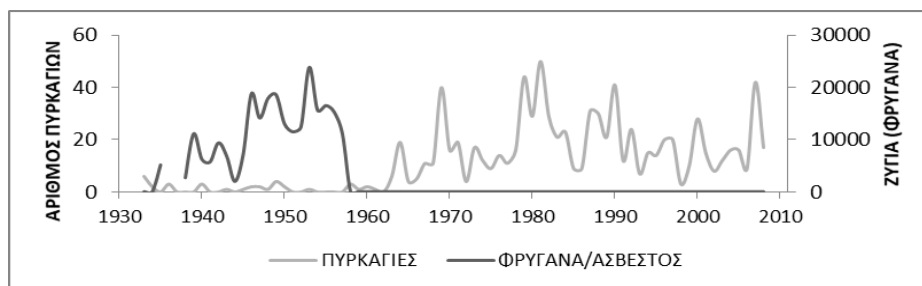


Σχήμα 7. Συνολική παραγωγή φρυγάνων (ασβέστη) για τα έτη 1937, 1946 και 1955, όπως προέκυψαν από την ανάλυση Kriging (GIS), όπου τα κέντρα παραγωγής, είναι διασκορπισμένα (Πηγή: Αρβανίτης 2011).

Figure 7. Total fuel-wood used for lime production for the years of 1937, 1946 and 1955 (Kriging analysis), where pick centres are diverse (Source: Arvanitis 2011).

Τα αρχαιακά δεδομένα δείχνουν επίσης μία ραγδαία αύξηση του αριθμού των δασικών πυρκαγιών μετά τη δεκαετία του 1970 που πιθανά να συνδέεται με την παύση παραγωγής ασβέστη από τα φρύγανα (σχήμα 8).

Αντίθετα πολλά δασικά οικοσυστήματα με το σταμάτημα της δασικής παραγωγής, σταδιακά και αργά ανακάμπτουν, όπως τα δάση σφενδάμου, όπου το ξύλο τους αποτελούσε σημαντική πηγή για τα καυσόξυλα (σχήμα 8).



Σχήμα 8. Αντιπαραβολή αριθμού πυρκαγιών με την συλλογή φρύγανων για ασβέστη (Πηγή: Αρβανίτης 2011)
Figure 8. Correlation of fire number with brushwood collection (Source: Arvanitis 2011)



Σχήμα 9. Το σφενδάμι σταδιακά επεκτείνεται και ανακάμπτει το δασικό οικοσύστημα, μετά από την εγκατάλειψη συλλογής καυσόξυλων στον Ψηλορείτη (Πηγή: Αρβανίτης 2023).

Figure 9. Maple species gradually expanded after decades of ceased firewood collection in Psiloritis Mountain (Source: Arvanitis 2023)

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι φυσικοί πόροι της Κρήτης και κατ' επέκταση τα δάση της έπαιξαν ένα διαφορετικό ρόλο στο πέρασμα των αιώνων, σημαντικό τόσο για την οικονομική ανάπτυξη όσο και για τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού. Οι Βυζαντινοί και οι Οθωμανοί τα εκμεταλλεύτηκαν λιγότερο από τους Άραβες και τους Ενετούς, πιθανά γιατί είχαν άλλες περιοχές που προμηθεύονταν ξυλεία και δασικά προϊόντα (Canavas 2009).

Τα στοιχεία των αρχείων της Δασικής Υπηρεσίας που τηρούνται στο νησί μετά την εγκαθίδρυση της, τουλάχιστον από το 1930 και μετά συστηματικά, δείχνουν ότι υπήρχε διαχείριση και παραγωγή δασικών προϊόντων στην Κρήτη τουλάχιστον μέχρι τη δεκαετία του 1970. Το κύριο δασικό προϊόν ήταν το ξυλοκάρβουνο και τα καυσόξυλα, ενώ η ξυλεία έπαιξε δευτερεύοντα ρόλο. Τα δεδομένα των αρχείων μας δείχνουν δύο χρονικά σημεία, σημαντικά για τα δάση του Ηρακλείου, την εγκατάλειψη της δασικής παραγωγής τη δεκαετία του 1970 και την ταυτόχρονη αύξηση των δασικών πυρκαγιών.

Η φυσική βλάστηση της Κρήτης είναι προσαρμοσμένη στις ανθρώπινες δραστηριότητες, τη βόσκηση και στις ιδιαίτερες ξηροθερμικές συνθήκες που επικρατούν στο νησί. Την προσαρμογή αυτή την απέκτησε πριν ακόμα ο άνθρωπος εγκατασταθεί στο νησί, αφού δεχόταν μεγάλη πίεση από τα χορτοφάγα είδη που υπήρχαν στο νησί, με πλήρη απουσία σαρκοφάγων. Τα φυτά της Κρήτης είδη εξελιγμένα και προσαρμοσμένα σε συνθήκες βόσκησης, μπόρεσαν να επιβιώσουν και να εξελιχθούν μετά την ανθρωπογενή επίδραση και διαμόρφωση του σημερινού κρητικού τοπίου κατά την περίοδο του Ολόκαινου (Rackham και Moody 1996). Τα φυτικά είδη είναι τα ίδια με αυτά που καταγράφονται σε παλυνολογικές έρευνες, με αρκετές όμως διαφορές στην κατανομή τους κατά τη διάρκεια της μακράς ανθρώπινης ιστορίας στο νησί (Bottema 1980, Atherden και Hall 1994, Atherden 2000, Ghosh κ.α. 2010).

Τα δάση στο Ηράκλειο αξιοποιούνταν σε μεγάλο βαθμό για καυσόξυλα μέχρι τη δεκαετία του 1960 και σε μικρότερο βαθμό τη δεκαετία του 1970. Οι περισσότεροι χωρικοί ασχολούνταν με τη συλλογή καυσόξυλων για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους και να αποκτήσουν ένα επιπλέον εισόδημα. Η εκμετάλλευση των δασικών οικοσυστημάτων για καυσόξυλα είχε επηρεάσει την

επέκταση και τη σύνθεση των δασών και σήμερα αρκετά είδη έχουν ανακάμψει, ιδιαίτερα το σφενδάμι (Σχήμα 9), παρά την έντονη υπερβόσκηση της περιοχής.

Σε χαμηλότερα υψόμετρα και στους πρόποδες των ορεινών όγκων, η χρήση των φρυγάνων για την παραγωγή ασβέστη κυριαρχεί κατά το πρόσφατο παρελθόν. Η πρακτική αυτής της διαχείρισης σταματάει εντελώς στα τέλη της δεκαετίας του 1950. Η διαχείριση βασιζόταν σε ένα κύκλο πλήρους απομάκρυνσης της θαμνώδους και φρυγανικής βλάστησης κάθε πέντε ή εννέα χρόνια από μια περιοχή, κάτι που επιβεβαιώθηκε τόσο από την χωρική ανάλυση όσο και από την προφορική ιστορία. Παρόμοια διαχείριση έχει εφαρμοστεί σε δάση στη βόρεια Μεσόγειο, όπου μέχρι το πρώτο μισό του περασμένου αιώνα ο κύκλος των υλοτομιών ήταν σχετικά σύντομος ή πολύ σύντομος (8-10 χρόνια) (Di Pasquale κ.α. 2004). Η πρακτική αυτή διαχείρισης των φρυγάνων και χαμηλών θάμνων στο Ηράκλειο έχει εγκαταλειφθεί πλήρως, ενώ πιθανά η αύξηση των δασικών πυρκαγιών μετά το 1960 (Σχήμα 8), να συνδέεται με την εγκατάλειψη της, αλλά και με την παύση διαχείρισης γενικά των δασών του Ηρακλείου.

Οι δασικοί πόροι της Κρήτης, που από πολλούς σήμερα θεωρούνται ανύπαρκτοι, ή αναρωτιούνται αν η Κρήτη έχει δάση, δεν ήταν πάντα παραγκωνισμένοι και μη παραγωγικοί. Οι διαφορετικές εποχές και η ζήτηση που υπήρχε τόσο για τη γενικότερη οικονομία ή τις ανάγκες του πληθυσμού, είχαν σαν αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ή μικρότερη εκμετάλλευσή τους. Όποια και αν ήταν η κεντρική κυβερνητική πολιτική στην Κρήτη κατά την ιστορική περίοδο, οι κάτοικοι του νησιού βασίζονταν στους δασικούς τους πόρους για την καθημερινή επιβίωσή τους. Τους παρείχαν ασφάλεια σε περιόδους ανάγκης και όταν οι συνθήκες ήταν δύσκολες. Τα δάση και ο δυσπρόσιτος ορεινός όγκος παρείχαν καταφύγιο και ένα επιπλέον εισόδημα, ενώ οι δασικοί πόροι διαχειρίστηκαν εντατικά για να καλύψουν τις απαραίτητες ανάγκες επιβίωσης.

Η προφορική ιστορία και η αρχαιακή έρευνα παρείχαν πληροφορίες σχετικά με τις χρήσεις των δασών τα τελευταία εκατό χρόνια, από την σκοπιά των αναγκών του τοπικού πληθυσμού αλλά και της επίσημης εκάστοτε κρατικής πολιτικής (Δασική Υπηρεσία). Παρόλο που οι Rackham και Moody (1996) παρατηρούν ότι τα δάση της Κρήτης είναι κρυμμένα και απομονωμένα, τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι αυτά παρείχαν την απαραίτητη καύσιμη ύλη και ξυλεία για την επιβίωση των παραδασόβιων πληθυσμών και ήταν ιδιαίτερα σημαντικά τουλάχιστον σε τοπικό επίπεδο.

Η περιβαλλοντική ιστορία και η δασική ιστορία της περιοχής της Κρήτης είναι ιδιαίτερα σημαντική για να κατανοήσουμε το περιβάλλον που έχει διαμορφωθεί σήμερα και να το διαχειριστούμε καλύτερα στο μέλλον. Η έρευνα πρέπει να συνεχιστεί στα ιστορικά αρχεία, όπως αυτά της Ενετικής και Οθωμανικής περιόδου, ώστε να κατανοήσουμε την αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος με τον άνθρωπο στο παρελθόν. Το αρχείο των δασικών Υπηρεσιών αποτελεί πηγή ιστορικών - περιβαλλοντικών πληροφοριών που μέχρι σήμερα έχει μείνει αναξιοποίητο και θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η μελέτη του για την δασική επιστήμη.

Οι παραδοσιακές διαχειριστικές πρακτικές του παρελθόντος που καταγράφονται από τη μελέτη της περιβαλλοντικής και δασικής ιστορίας μίας περιοχής, πρέπει να εξεταστούν, να αξιολογηθούν ενώ με την κατάλληλη πειραματική εφαρμογή μπορούν να εφαρμοστούν στη δασική πράξη. Η υιοθέτηση παραδοσιακών διαχειριστικών πρακτικών στα δασικά οικοσυστήματα, θα ωφελήσει τόσο το δάσος όσο και την κοινωνία. Για παράδειγμα, η πρακτική διαχείρισης των φρυγάνων για την παραγωγή ασβέστη όπου εφαρμοζόταν ένα σύστημα αποψίλωσης της βλάστησης κάθε έξι με εννέα χρόνια, θα μπορούσαν να υιοθετηθούν για τη μείωση του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών σήμερα.

Ευχαριστίες

Καταρχάς οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους συμμετέχοντες σε αυτή την έρευνα, ιδιαίτερα τους κατοίκους των χωριών που επισκέφθηκα και μοιράστηκαν μαζί μου την ιστορία τους, την ιστορία του τόπου τους. Στη συνέχεια το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ) και τη Διεύθυνση Δασών Ηρακλείου που με στήριξε όλα αυτά τα χρόνια.

Abstract

Forest production in 16th century till 20th century in Crete, depended on local population necessities and the needs for wood of the different ruler of the island. Empires needed less Cretan natural resources, whereas Arab occupation exploited more the island. 20th century archival information

(Forest Service) showed exploitation mostly for local needs, that included firewood and brushwood and less timber. As modern facilities and progress established on the island, exploitation of forest resources decreased.

Βιβλιογραφία

Atherden, M. and Hall, J.A., 1994. Holocene pollen diagrams from Greece. *Historical Biology*, 9(1), pp.117-130.

Atherden, M., 2000. Human impact on the vegetation of southern Greece and problems of palynological interpretation: a case study from Crete, pp. 62-78 in Halstead, P. and Frederick, C. (eds), *Landscape and land use in postglacial Greece.*: Sheffield A. Press: Sheffield. pp. 176.

Arvanitis, P. 2011. Traditional Forest management in Psiloritis, Crete [c. 1850 - 2011]: integrating archives, oral history and GIS. PhD thesis, University of Nottingham (available at: <https://eprints.nottingham.ac.uk/12324/>).

Bottema, S., 1980. Palynological investigations on Crete. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31(1-2), pp.193-217.

Canavas, C., 2009. Tracing Forest history in periods of military conflicts: Medieval Cretan Timber from the perspective of the Arab-Byzantine Rivalry, pp.99-106, in Saratsi, E. κ.α., (eds). *Woodland cultures in time and space tales from the past, messages for the future.* Embryo Publications: Athens. pp. 400.

Ghosn, D., Vogiatzakis, I.N., Kazakis, G., Dimitriou, E., Moussoulis, E., Maliaka V., and Zacharias, I., 2010. Ecological changes in the highest temporary pond of western Crete (Greece): past, present and future. *Hydrobiologia*, 648(1), pp.3-18.

Longhurst, R., 2010. Semi-structured Interviews and Focus Groups, pp.103-115, in Clifford, N., κ.α., *Key methods in geography.* Sage Publications: London. pp 568.

Longley, P., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D., 2005. *Geographical information systems and science.* J. Wiley and sons: West Sussex. pp. 404.

De Smith, M.J., Goodchild, M.F. and Longley, P., 2007. *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools,* Troubador Publishing. pp. 394.

Di Pasquale, G., Di Martino, P. and Mazzoleni, S., 2004. *Forest History in the Mediterranean Region.* In S. Mazzoleni κ.α., eds. *Recent dynamics of the Mediterranean vegetation and landscape.* West Sussex: John Wiley and Sons. pp. 306

Rackham, O. and Moody, J., 1996. *The Making of the Cretan Landscape,* Manchester University Press: Manchester. pp. 237.

Σπανάκης, Σ., 1940. Μνημεία της Κρητικής Ιστορίας (Zuanne Mocenigo Relazione 1589). Σφακιανός: Ηράκλειο. Σελ. 184.

Σπανάκης, Σ., 1958. Μνημεία της Κρητικής Ιστορίας (Relazione 1602 Letta in Pregadia 25 Giugno 1602 Σφακιανός: Ηράκλειο. Σελ. 159.

Σπανάκης, Σ., 1969. Μνημεία της Κρητικής Ιστορίας (Francesco Basilicata Realzione 1630). Σφακιανός: Ηράκλειο. Σελ. 221.

Σταυρινίδης, Ν., 1985. Μεταφράσεις Τουρκικών Ιστορικών Εγγράφων. Τόμος Ε. Βικελαία Δημοτική Βιβλιοθήκη: Ηράκλειο. Σελ. 271.

Σταυρινίδης, Ν., 1986α. Μεταφράσεις Τουρκικών Ιστορικών Εγγράφων. Τόμος Α. Βικελαία Δημοτική Βιβλιοθήκη: Ηράκλειο. Σελ. 455.

Σταυρινίδης, Ν., 1986β. Μεταφράσεις Τουρκικών Ιστορικών Εγγράφων. Τόμος Β. Βικελαία Δημοτική Βιβλιοθήκη: Ηράκλειο. Σελ. 478.

Σταυρινίδης, Ν., 1987. Μεταφράσεις Τουρκικών Ιστορικών Εγγράφων. Τόμος Γ. Βικελαία Δημοτική Βιβλιοθήκη: Ηράκλειο. Σελ. 477.

Valentine, G., 2005. Tell me about: using interviews as a research methodology, pp.110-127, in Flowerdew, R. and Martin, D., (eds), *Methods in human geography: a guide for students doing a research project.* Pearson Education: Essex. pp. 366.

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ KÖRPPEN: ΕΙΝΑΙ ΧΡΗΣΙΜΗ ΣΤΟΥΣ ΔΑΣΟΛΟΓΟΥΣ;

Γκουβάς, Μάρκος¹

¹climveget - ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ, Αργιθέας Ο.Τ.1-αδιέξοδο, 19002, Παιανία Αττικής, markosgk1@gmail.com

Περίληψη

Η κλιματική ταξινόμηση του Köppen ήταν και θα είναι σπουδαία και χρήσιμη, όχι μόνο εξαιτίας της απλότητας στην εφαρμογή της, αλλά και εξαιτίας της συσχέτισής της με τις φυτικές διαπλάσεις της Γης. Με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, εύκολα επιβεβαιώνεται το γεγονός αυτό, καταρρίπτοντας τις όποιες αντιρρήσεις έχουν κατά καιρούς διατυπωθεί χάρη στη λεπτομερή, δορυφορική χαρτογράφηση της βλάστησης και των χρήσεων γης σε ολόκληρο τον πλανήτη, καθώς και στην ύπαρξη ελεύθερα προσβάσιμων, διαδικτυακών εργαλείων, όπως το GoogleEarth. Έτσι, η κλιματική κατάταξη του Köppen και η αντιστοιχία των κλιμάτων της με τις κύριες φυτικές διαπλάσεις της Γης συνιστούν αναγκαία γνώση για τους δασολόγους, όπως και για όλους τους γεωτεχνικούς επιστήμονες και βιολόγους.

Λέξεις κλειδιά: κλιματικές κατατάξεις, Köppen, φυτικές διαπλάσεις

Εισαγωγή

Η κλιματική κατάταξη κατά Köppen, μαζί με εκείνη του Thornthwaite, συνιστούν τις δύο πιο ενδιαφέρουσες κλιματικές ταξινομήσεις, κατά την άποψη πολλών κλιματολόγων, μιας και παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι είναι απλή στην εφαρμογή της, χρησιμοποιώντας κλιματικά δεδομένα που είναι διαθέσιμα απ' όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς (Φλόκας 1990). Περιλαμβάνεται σε όλα τα γνωστά ελληνικά και ξένα συγγράμματα γενικής κλιματολογίας, όπως στη διδακτορική διατριβή του Καρρά (1973) και στα βιβλία των Trewartha & Horn (1980), Crichtfield (1983), Μαχαίρα και Μπαλαφούτη (1984) και Φλόκα (1990). Στο τελευταίο, που κάλυπτε τις ανάγκες του μαθήματος «Μετεωρολογία και κλιματολογία» της δασολογικής σχολής του ΑΠΘ στις δεκαετίες του 1980 και 1990, η αναφορά στην κατάταξη Köppen ήταν και η εκτενέστερη, με ασκήσεις, μάλιστα, για τους φοιτητές πάνω σε αυτήν. Αν, όμως, το ζητούμενο για τους δασολόγους από μια κλιματική ταξινόμηση είναι η σχέση των τύπων κλίματος με τη φυσική βλάστηση, πόσο μάλλον αυτό ισχύει για την συγκεκριμένη, που ως κριτήριο του προσδιορισμού του κλίματος μιας περιοχής, με βάση τη θερμοκρασία και τη βροχή, αποτέλεσε η φυσική βλάστηση (Φλόκας 1990). Δυστυχώς, σε κανένα από τα προαναφερόμενα συγγράμματα δεν υπάρχει μία πλήρης αντιστοιχία, έστω σε ένα συνοπτικό πίνακα, κάθε τύπου κλίματος με συγκεκριμένο τύπο βλάστησης. Αλλά, ούτε στο μάθημα της «Δασικής Οικολογίας (Γενικής δασοκομικής)» από το βιβλίο του Ντάφη (1986), υπήρχε η κάποια αναφορά στην κλιματική ταξινόμηση Köppen στο κεφάλαιο εκείνο, όπου περιγράφονταν οι κύριες φυτικές διαπλάσεις του πλανήτη μας. Μόνο με προσωπική αναζήτηση και καταφυγή στην σχετική εργασία του ίδιου του Köppen το 1918 (κάτι πολύ δύσκολο πριν την ελεύθερη διάθεσή της στο διαδίκτυο, σε μορφή pdf αρχείου) μπορεί κάποιος να βρει απαντήσεις στο πρόβλημα και να διαπιστώσει εάν η εν λόγω κλιματική ταξινόμηση είναι κατάλληλη για πρακτικές εφαρμογές (διαχείριση και προστασία οικοσυστημάτων και επιλογή κατάλληλων ξενικών ειδών για αναδασώσεις ή φυτείες).

Εάν δε προσπαθήσουμε να περιοριστούμε στον ελλαδικό χώρο, φυσικά και δεν μπορούμε να αναμένουμε μεγάλη ποικιλία κλιμάτων από μία ταξινόμηση πραγματοποιημένη για τη διάκριση των σημαντικότερων κλιματικών ζωνών ολόκληρης της Γης. Αποδεικνύεται εντούτοις, μέσα από τη μελέτη των Γκουβά και Σακελλαρίου (2011), η ύπαρξη 9 κλιματικών τύπων κατά Köppen (αντί

των μόλις τεσσάρων στη διατριβή του Καρρά (1973) και των 5-6στο βιβλίο του Φλόκα το 1990) με τη βοήθεια ενός πολύ μεγάλου αριθμού (>500) μετεωρολογικών σταθμών απ' όλη την Ελλάδα. Εκεί φαίνεται ξεκάθαρα η προτίμηση των ορεινών παραμεσογείων κωνοφόρων, της ψυχρότερης ζώνης των φυλλοβόλων πλατυφύλλων (οξυάς) και της ζώνης των ψυχροβίων κωνοφόρων για τους κλιματικούς τύπους χωρίς πολύ θερμό θέρος (Csb, Cfb, Dsb, Dsc και Dfc). Σε άλλη εργασία, ο Γκουβάς κ.ά. (2022) παρατηρούν πως επειδή η περιοριστική, για την εξάπλωση των εκτεταμένων ελληνικών δασών ελάτης, μαύρης πεύκης και οξιάς, μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι πολύ κοντά στην τιμή των 22 °C, φαίνεται ότι το κριτήριο του Köppen (Φλόκας 1990) για τη διάκριση του θέρους σε θερμό και πολύ θερμό είναι σημαντικό από οικολογικής σκοπιάς, τουλάχιστον για τη χώρα μας. Σχεδόν πλήρη επιβεβαίωση των ευρημάτων των Γκουβά και Σακελλαρίου (2011) έχουμε μετά από προσεκτικότερη παρατήρηση του πίνακα ποσοστιαίας κατανομής των κυρίαρχων ελληνικών δασικών διαπλάσεων σε 10 κλιματικές ζώνες κατά Köppen στην εργασία της Κρινά κ.ά. (2017).

Η μεθοδολογία των τελευταίων συγγραφέων θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία ως η πλέον κατάλληλη για τον σκοπό της, που δεν είναι άλλος από την απάντηση στο ερώτημα περί χρησιμότητας της κλιματικής ταξινόμησης του Köppen για τη δασολογική επιστήμη, μέσω διερεύνησης της σχέσης των κύριων φυτικών διαπλάσεων της Γης με τους τύπους της εν λόγω κατάταξης. Και τούτο, διότι κάτω από την επίδραση των κλιματικών παραγόντων και του εδάφους δημιουργούνται ορισμένες δασικές διαπλάσεις, που εξαπλώνονται πάνω στην επιφάνεια της γης από τον ισημερινό μέχρι τα πολικά δασοόρια, σε σχεδόν παράλληλες ζώνες, τις λεγόμενες «Δασικές Ζώνες» και των οποίων η σύνθεση σε δασοπονικά είδη, η φυσιγνωμία και η οικολογία εξαρτώνται κυρίως από τους κλιματικούς παράγοντες, εφόσον ο άνθρωπος δεν έχει επέμβει ως ρυθμιστής ή καταστροφέας τους (Ντάφης 1986).

Υλικά και Μέθοδοι

Για τη διεκπεραίωση της εργασίας καταλυτική ήταν η εύρεση στο διαδίκτυο δύο ελεύθερα διατιθέμενων χαρτών σε μορφή tiff:

- Για μεν τη βλάστηση, ο χάρτης «Global Land Cover of the year 2000» του Fritz κ.α. (2003), όπου πραγματοποιείται διάκριση, μεταξύ άλλων, αειθαλών και φυλλοβόλων δέντρων και θάμνων.
- Για δε την κλιματική ταξινόμηση του Köppen, ο χάρτης του Kottek κ.α. (2006).

Καθώς και στους δύο χάρτες οι τύποι κλίματος και βλάστησης παριστάνονται με διαφορετικά χρώματα, αρχικά πραγματοποιήθηκε ψηφιακή ανάλυση εικόνας με το πρόγραμμα 3D Field. Αποτέλεσμα της διαδικασίας ήταν ένας τεράστιος όγκος δεδομένων (προερχόμενων από κάποια εκατομμύρια pixels), πλήρως ακατόρθωτο να επεξεργαστεί σε φύλλο Excel. Λύση στο πρόβλημα δόθηκε με τη χρήση ενός πλέγματος σημείων, με πυκνότερη δυνατή διάσταση $0.1871^\circ \times 0.1871^\circ$, πάνω στους χάρτες, σε κάθε σημείο του οποίου αντιστοιχίστηκε ο τύπος του κλίματος και της βλάστησης (ως αριθμητική τιμή) των περιοχών με ίδιες συντεταγμένες. Από τα περίπου 400.000 σημεία του εν λόγω πλέγματος πάνω σε όλη τη Γη, που αντιστοιχούσαν σε ξηρά, αφαιρέθηκαν όσα «έπεφταν» πάνω σε λίμνες, ποτάμια, οικισμούς και αγροτικές εκτάσεις, οπότε βρέθηκαν μόλις 151.627 να αντιπροσωπεύουν επιφάνειες με φυσική βλάστηση.

Αλλά τα προβλήματα δεν σταμάτησαν εκεί. Παρά την πολύ καλή δουλειά για την παραγωγή των δύο εξεταζόμενων χαρτών, αυτοί δεν είναι απαλλαγμένοι σφαλμάτων. Οφθαλμοφανέστερο σφάλμα στον χάρτη του Fritz κ.α. (2003) αποτελεί η ένταξη της χαμηλής βλάστησης στην ανατολική Μεσόγειο και στη βόρειο Αφρική στην κατηγορία των φυλλοβόλων θαμνώνων (Shrub Cover, closed-open, deciduous), σε αντίθεση με τη δυτική Μεσόγειο όπου ορθώς εντάσσεται στα αειφύλλα πλατύφυλλα (Shrub cover, closed-open, evergreen). Στο δε χάρτη του Kottek κ.α. (2006), τα κλίματα Csa και Csb στη δυτική Σιέρα Μάδρε του Μεξικό και σε τμήμα της κεντρικής Ινδίας είναι, στην πραγματικότητα, Cwa και Cwb, αντίστοιχα. Σημαντικά βοηθήματα για την διόρθωση (πρωτίστως δε προς επιβεβαίωση) τύπων βλάστησης και κλίματος, αποτέλεσαν:

- Για τον μεν πρώτο χάρτη, ελεύθερα προσβάσιμα, διαδικτυακά εργαλεία, όπως Google Earth, Street View και (φωτογραφίες τοπίων) Panoramio, μαζί με μια πλούσια βιβλιογραφία, που είναι αδύνατο να παρατεθεί εδώ. Ενδεικτικά μόνο θα αναφερθούν κάποια συγγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν συχνότερα, όπως τα βιβλία του Walter (1985) και του Κατσάνου (1981), η εργασία του Defries κ.α. (2000) και ο χάρτης «World Natural Vegetation Map/Scale

1:75000000» του Kuchler (1953).

- Για δε το δεύτερο χάρτη, ο χάρτης του Peel κ.α. (2007) και, όπου υπήρχε κάποια αμφιβολία, δεδομένα μεμονωμένων μετεωρολογικών σταθμών από τα βιβλία των Trewartha and Horn (1980), Crichtfield (1983) και Pearse & Smith (1990), καθώς και από τις έγκυρες ιστοσελίδες www.weatherbase.com και www.climateemps.com.

Η όλη διαδικασία αποσκοπεί στο να εξεταστεί ποιος ή ποιοι τύποι βλάστησης των Fritz κ.α. (2003), κατόπιν αντιστοιχίας τους με τις κύριες φυτικές διαπλάσεις (κατά Hayek, αναφερόμενος από Μουλόπουλο 1965) κυριαρχούν σε κάθε κλιματικό τύπο του Köppen. Για λόγους συντομίας, οι κλιματικοί του τύποι (με συνδυασμό 3 λατινικών γραμμάτων) θα θεωρούνται γνωστοί. Ανευρίσκονται εύκολα, άλλωστε, σε οποιοδήποτε ελληνικό βιβλίο γενικής κλιματολογίας, αλλά και σε πολλές ιστοσελίδες στο διαδίκτυο, στο δε βιβλίο του Φλόκα (1990) παρουσιάζονται αναλυτικότερα. Υπενθυμίζεται, μόνο, πολύ συνοπτικά η διάκριση, με βάση καθαρώς φυσιογνωμικά κριτήρια, των δασικών διαπλάσεων της Γης στο βιβλίο του Ντάφη (1986), με την κατά Hayek (από Μουλόπουλο 1965) ή κατά Brockmann-Jerosch and Rübhel (από Pavari 1959) ονομασία αυτών σε παρένθεση:

1. Δάση από αείφυλλα πλατύφυλλα.
 - α) Τροπικά και υποτροπικά δάση σε περιοχές με εξισορροπημένο θερμό και υγρό κλίμα. (**Pluviisilvae** τα βροχερά δάση των τροπικών περιοχών και **Laurisilvae** (δαφνοειδή) εκείνα της υποτροπική και εύκρατης ζώνης).
 - β) Δάση από σκληρόφυλλα είδη σε περιοδικά ξηρές περιοχές με ήπιο χειμώνα (**Durisilvae**). Επειδή η σκληροφυλλία δεν συνιστά αποκλειστικό χαρακτηριστικό της μεσογειακής βλάστησης (Valiente-Banuet κ.α. 1998), έτερο, καλύτερο ίσως, χαρακτηριστικό της είναι τα δάση και οι θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων, που απαντώνται αμέσως βορειότερα (στο βόρειο ημισφαίριο) και νοτιότερα (στο νότιο) από τις τροπικές ερήμους.
2. Δάση από περιοδικώς φυλλοβολούντα πλατύφυλλα.
 - α) Ξηρόφυλλα δάση σε περιοδικά ξηρές τροπικές και υποτροπικές περιοχές (**Hiemisilvae**).
 - β) Θερινά δάση από δένδρα που φυλλοβολούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε περιοχές με υγρό εύκρατο κλίμα και ψυχρό χειμώνα (**Aestatisilvae**).
3. Δάση από ψυχρόβια κωνοφόρα σε περιοχές με εκπεφρασμένο δριμύ χειμώνα (**Aciculisilvae**).

Αποτελέσματα

Μετά από αντιπαράβολή των κλιματικών τύπων του Köppen με τις κατηγορίες του Global Land Cover Map 2000 (Fritz κ.α. 2003) προκύπτει ο Πίνακας 1, όπου κρίθηκε φρονιμότερο οι τελευταίες να μην μεταφραστούν στα ελληνικά. Από τον Πίνακα 1 απουσιάζει ένας εκ των 30 κλιματικών τύπων στο χάρτη Kottek κ.α. (2006). Είναι ο τύπος As (με τα μόλις 358 σημεία πλέγματος που του αντιστοιχούν), που δεν είχε νόημα να εξεταστεί ξεχωριστά του Aw, μιας και ο ίδιος ο Köppen (1936) γράφει πως εντός της τροπικής ζώνης είναι ασήμαντο για τον φυτικό κόσμο σε ποιους μήνες βρέχει ή όχι. Στον Πίνακα 1 είναι ολοφάνερη η επιτυχία του Köppen να καθορίσει τα κλίματα με συνθήκες που δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη δάσους, αλλά όπου υπάρχει βλάστηση, αυτή είναι ποώδης ή θαμνώδης. Πρόκειται τα κλίματα των αιώνιων χιόνων (EF), της τούνδρας (ET), της ερήμου (BWh και BWk) και της στέππας (BSh και BSk) με επιτυχία τουλάχιστον 90% για δεκάδες χιλιάδες σημεία στην επιφάνεια της Γης. Ακόμα και το 30% των εκτάσεων της κλιματικής ζώνης ET, που καλύπτονται με παγετώνες εντός της, έχει την εξήγησή του: Πρόκειται για τις περιοχές της τούντρας με τη μεγαλύτερη συσσώρευση χιονιού κατά τη διάρκεια του μακρού τους χειμώνα, χιόνι που αδυνατεί να λιώσει εντελώς μέσα στο βραχύ, δροσερό θέρος (ακτές Γροιλανδίας, νήσοι Καναδά βόρεια της Γης Μπάφιν, νησιά Σπιτςβέργης, βόρεια Νέα Ζέιλια, νότια παράλια Αλάσκας κ.ά.). Ως εκ τούτου, η οριογραμμή μεταξύ τούνδρας και παγωμένων κλιμάτων δεν συμπίπτει αναγκαστικά με την ισόθερμο των 0°C κατά τον θερμότερο μήνα, αλλά καθορίζεται, προφανώς, από κάποια μαθηματική σχέση μεταξύ του συνολικού ύψους κατακρημνισμάτων κατά τη διάρκεια των μηνών με θερμοκρασία < 0°C και της μέσης θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα.

Το ίδιο επιτυχημένος είναι ο καθορισμός, από τον Köppen, των βροχερών όλες τις εποχές (Af) και μουσωνικών (Am) τροπικών κλιμάτων, με περίπου 90% των χιλιάδων επιλεγμένων σημείων πλέγματος να συμπίπτουν με τα βροχερά δάση από αείφυλλα πλατύφυλλα των τροπικών περιοχών (Pluviisilvae). Η επιτυχία του οφείλεται οπωσδήποτε στο γεγονός ότι δεν είναι αίτιο μόνο ο

αριθμός των ξηρών μηνών (εκείνων με μέσο ύψος βροχής μικρότερο από 60 mm) για τη μετάβαση από τα αειθαλή (Pluviisilvae) στα φυλλοβόλα τροπικά δάση (Hiemisilvae), αλλά απαιτείται να συνυπολογιστεί το ετήσιο ύψος βροχής. Σχετικά δε με την συνθήκη, που πρέπει να πληρούται για να ανήκει μια περιοχή στα μουσωνικά και όχι στα ξηρά τροπικά κλίματα, Aw (δηλαδή το μέσο ετήσιο ύψος βροχής να είναι μεγαλύτερο κατά τουλάχιστον 25 φορές της διαφοράς της μέσης βροχόπτωσης του ξηρότερου μήνα από

Πίνακας 1. Ποσοστιαία κατανομή των κατηγοριών του Global Land CoverMap 2000 (Fritz κ.α., 2003) στους κλιματικούς τύπους του Köppen (κατά Kottek κ.α., 2006). Σκιαρομίζονται τα κελιά που χρήζουν προσοχής.
Table 1. Percentage distribution of Global Land Cover Map 2000 categories (Fritz κ.α., 2003) in Köppen climate types (according to Kottek κ.α., 2006). Cells that need attention are shaded.

		Κατηγορίες του Global Land Cover Map 2000											Άθροισμα ποσοστών	Σύνολο σημείων		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
		MosaicCropland/TreeCover/Othernaturalvegetation	Tree Cover, broadleaved evergreen	Tree Cover, broadleaved deciduous	Tree Cover, needle leaved evergreen	TreeCover,needleleaved deciduous	ShrubCover, closed-open	Sparse Herbaceous or sparse Shrub Cover	Herbaceous Cover, closed-open	BareAreas	Snow-Ice	Regularly flooded Shrub/Herbaceous Cover				
Κλιματικοί τύποι Köppen (Kottek κ.α. 2006)	1	Af	4	90				6							100	7812
	2	Am	4	89	1			3		4					100	5378
	3	Aw	7	33	29			23		7			1		100	10525
	4	BSh			10	1		39	22	23	3		1		100	6594
	5	Bsk			2	2		28	31	13	25				100	7394
	6	BWh						2	11	6	80				100	37552
	7	BWk						3	4	2	91				100	9176
	8	Cfa	2	8	23	31		8	2	24			2		100	3864
	9	Cfb	1	24	19	17		17	1	21					100	1705
	10	Cfc			4	4		46	23	15	5		2		100	93
	11	Csa		2	7	17		38	23	7	6				100	537
	12	Csb		4	2	67		11	16						100	853
	13	Csc							86	14					100	7
	14	Cwa	1	8	57	4		18	2	10					100	1361
	15	Cwb		13	27	29		14	3	14	1				100	633
	16	Dsa			3			6	74	14	3				100	35
	17	Dsb				28		28	5	38	1				100	280
	18	Dsc			18	18	23	15	16	9			1		100	1013
	19	Dsd			1		23	12	36	22	6				100	252
	20	Dfa			1			5	65	26	2				100	515
	21	Dfb			51	24	1	11	8	4			1		100	4377
	22	Dfc			9	36	26	9	15	3			2		100	16433
	23	Dfd			1		49	5	31	11	3				100	1682
	24	Dwa			42	10		7		41					100	149
	25	Dwb			70	4	7	2	2	14			1		100	746
	26	Dwc			4	9	72	2	5	9	1				100	1775
	27	Dwd					82	10		1	7				100	162
	28	ET						4	49	12	5	30			100	17389
	29	EF							2			98			100	12977

τα 100 mm), ενδεχόμενη τροποποίησή της, με σκοπό να μειωθεί το ποσοστό των τροπικών αειφύλλων πλατυφύλλων εντός της κλιματικής ζώνης Aw, ενέχει τον κίνδυνο αύξησης της έκτασης τροπικών φυλλοβόλων δασών εντός της Am, την στιγμή μάλιστα που είναι μόλις 1%. Συνεπώς καλύτερα είναι να μην υπάρξει η παραμικρή παρέμβαση των μαθηματικών τύπων του Köppen και απλά να αποδεχόμαστε την ύπαρξη των Hiemisilvae μόνον εντός της κλιματικής ζώνης Aw. Άλλωστε, οι θαμνώδεις εκτάσεις εντός της Aw εύκολα αποδεικνύεται ότι αποτελούνται από φυλλοβόλους, κατά την ξηρή περίοδο, είδη φυτών και, επειδή μαζί με τα φυλλοβόλα τροπικά δάση ξεπερνούν το 50% στον Πίνακα 1, δεν είναι λάθος να υποστηρίζεται ότι στις περιοχές κλίματος Aw η επικρατούσα φυτική διάπλαση είναι Hiemisilvae.

Συγκρίνοντας τον χάρτη με τις κύριες, κατά Köppen, κλιματικές περιοχές της Γης στο βιβλίο του Φλόκα (1990) με εκείνον της εξάπλωσης των φυσικών δασικών ζωνών στο βιβλίο του Ντάφη (1986) ή, ακόμα καλύτερα, με εκείνον της δυνητικής εξάπλωσης των ζωνών βλάστησης στην επιφάνεια της Γης στο βιβλίο του Walter (1985), εύκολα διαπιστώνεται συμφωνία με όσα προηγουμένως εγράφησαν. Διαπιστώνεται, δηλαδή, ταύτιση, σε σημαντικό βαθμό ως προς τον χώρο, των κλιμάτων Af και Am με τα δάση από αειφύλλα πλατύφυλλα και του κλίματος Aw με τα δάση από φυλλοβόλα πλατύφυλλα της τροπικής ζώνης. Το ίδιο ισχύει για τις ερήμους με τα κλίματα BWh και BWk, τις στέπες με τα BSh και BSk και για την τούνδρα με το ET. Απομένει, συνεπώς, να επαληθεύσουμε αν, βάσει των ίδιων χαρτών, στις περιοχές επικράτησης των κλιμάτων Cwa, Dfa, Dfb, Dwa και Dwb αναπτύσσονται δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων, σε εκείνες των Csa και Csb τα δάση από σκληρόφυλλα είδη, όπου Dfc, Dfd, Dwc και Dwd τα δάση ψυχροβίων κωνοφόρων, ενώ όπου Cfa και Cfb είτε δάση από φυλλοβόλα πλατύφυλλα είτε δάση δαφνοειδή.

Δεδομένου ότι όπου ευνοείται η ανάπτυξη δάσους, οι τοποθεσίες κατόπιν υποβάθμισής του θα καταλαμβάνονται από θαμνώδεις ή χορτολίβαδα, μέσω του Πίνακα 1 διαπιστώνουμε ότι πράγματι:

- Στις περιοχές με ξηρό, αλλά ήπιο χειμώνα (Cwa) κυριαρχούν φυλλοβόλους δάση κατά την ξηρή περίοδο (Hiemisilvae). Εξαιρέση, εκείνο το 8% των αειφύλλων πλατυφύλλων, που αφορά κυρίως δάση, μάλλον εξ' ανάγκης επικρατούντων (λόγω έντονης διάβρωσης), στους πρόποδες των Ιμαλαίων (BA Ινδία και βόρεια Βερμανία), εξαιτίας των εκεί υπερβολικά μεγάλων ποσοτήτων βροχής (>4000 mm ετησίως).
- Στις περιοχές με ξηρό τον χειμώνα ή με ισοκατανομή κατακρημνισμάτων όλο το χρόνο, αλλά με δριμύ χειμώνα και θερμό (Dwb, Dfb) ή πολύ θερμό θέρος (Dwa), επικρατούν δάση από φυλλοβόλα πλατύφυλλα κατά τη χειμερινή περίοδο (Aestatisilvae).
- Υπό ίδιο βροχομετρικό καθεστώς, αλλά με δροσερό θέρος (Dwc και Dfc) ή πολύ δριμύ χειμώνα (Dwd και Dfd) τη θέση τους καταλαμβάνουν τα δάση των ψυχροβίων κωνοφόρων (Aciculisilvae), που σχηματίζουν τη γνωστή ζώνη της Τάιγκα. Το ίδιο συμβαίνει και στις περιοχές με ίδιες θερμοκρασιακές συνθήκες, αλλά με ξηρή περίοδο το θέρος (Dsc, Dsd) που, όμως, δεν εμφανίζονται στον χάρτη του βιβλίου του Φλόκα (1990). Για την ακρίβεια, όπου ο χειμώνας είναι πολύ δριμύς (Dfd, Dwd και Dsd) αναπτύσσονται μόνο φυλλοβόλα κωνοφόρα από είδη λάρικας. Τα δε λιγοστά φυλλοβόλα δάση της ίδιας ζώνης συντίθενται, σχεδόν αποκλειστικά, από είδη σημύδας, λεύκης και ιτιάς.
- Στις περιοχές με ξηρό, αλλά και πολύ θερμό καλοκαίρι (Csa) κυριαρχούν αειθαλείς, θαμνώδεις σχηματισμοί και έπονται τα κωνοφόρα, όπως άλλωστε αναμενόταν για τόπους με μεσογειακό κλίμα. Τα κωνοφόρα πλέον επικρατούν εκεί, όπου το καλοκαίρι γίνεται δροσερότερο (Csb και Dsb).

Οι κλιματικοί τύποι που, εκ πρώτης όψεως, φαίνεται να έχουν πρόβλημα ως προς τα αναμενόμενα, είναι οι εξής:

- Cfb: Τα δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων, τα οποία θα έπρεπε να επικρατούν εκεί, περιορίζονται μόλις στο 19% της επιφάνειας της εν λόγω κλιματικής ζώνης. Το ποσοστό τους, όμως, αυτό πρέπει να μη θεωρείται αντιπροσωπευτικό, μιας και στο βόρειο ημισφαίριο σχεδόν όλες οι εκτάσεις, με θάμνους και χορτολίβαδα εντός της, είναι στην πραγματικότητα τα υποβαθμισμένα δάση φυλλοβόλων των Βρετανικών νήσων και της υπόλοιπης βορειοδυτικής Ευρώπης, το δε μεγαλύτερο ποσοστό από τα δάση κωνοφόρων της ίδιας ζώνης έχει προέλθει από τις γνωστές (Ντάφη, 1986), εκτεταμένες αναδασώσεις προ πολλών δεκαετιών στην Μεσευρώπη. Αναφορικά με το μεγάλο ποσοστό (24%) των αειφύλλων πλατυφύλλων δασών

εντός του ίδιου κλιματικού τύπου, αυτό απαντάται αποκλειστικά σε εκτάσεις της τροπικής ζώνης και του νοτίου ημισφαιρίου, όπως ήταν αναμενόμενο. Στην μεν πρώτη περίπτωση, πρόκειται για τα ορεινά τροπικά δάση, όπου απουσιάζουν τα γιγαντιαία δένδρα με τις ισχυρές, σανιδόμορφες ρίζες, ο αριθμός των ειδών της οικογένειας των ψυχανθών λιγοστεύει, είδη από τις οικογένειες Lauraceae, Rosaceae και Myrtaceae εμφανίζονται αφθονότερα, το ύψος των υψηλότερων δένδρων μειώνεται στα 20-40 μ., τα αναρριχώμενα είδη εμφανίζονται σπανιότερα, αλλά αυξάνει ο αριθμός των επιφύτων, σε σχέση με τα αειθαλή τροπικά δάση χαμηλότερων υψομέτρων (Ντάφης 1986). Τέτοια δάση, χαρακτηριστικό των οποίων είναι η εμφάνιση από δενδρόμορφες φτέρες και κωνοφόρα είδη του γένους *Podocarpus* (τα οποία δεν διακρίνονται από τα πλατύφυλλα στον χάρτη του Fritz κ.α. (2003), ανήκουν, συνηθέστερα, στον κλιματικό τύπο Cfb, ακριβώς λόγω του πολύ μικρού ετήσιου θερμομετρικού εύρους. Στη δε δεύτερη περίπτωση, πρόκειται, ως επί το πλείστον, για δάση ευκαλύπτου της ΝΑ Αυστραλίας και της Τασμανίας, καθώς και δάση αειθαλή ειδών του γένους *Nothofagus* σε Τασμανία, Νέα Ζηλανδία και Χιλή (Walter 1985).

- Cfa: Η κυριαρχία των κωνοφόρων στον Πίνακα 1 οφείλεται, πρωτίστως, στα εκτεταμένα δάση υποτροπικών ειδών πεύκης των νοτίων ΗΠΑ. Μεγέθυνση, ωστόσο, χειμερινών εικόνων «Google Earth» αποκαλύπτει μεγάλες συστάδες φυλλοβόλων δέντρων (*Fagus grandifolia*) ανάμεσα σε εκείνες των πεύκων, πέραν των πολλών εκτάσεων με πυκνές αναδασώσεις από πεύκα. Όμως, ακόμα και μέσα στις τελευταίες αποκαλύπτεται υπόροφος από φυλλοβόλα πλατύφυλλα με τη βοήθεια των φωτογραφιών «Street View». Συνεπώς, κυρίαρχη δασική διάπλαση στην εξεταζόμενη κλιματική ζώνη είναι όντως εκείνη των φυλλοβόλων πλατυφύλλων. Όσον αφορά το ποσοστό του 8% των αειθαλών πλατυφύλλων στον Πίνακα 1, πρόκειται, όπως άλλωστε αναμενόταν, για τα γνωστά ως «δαφνοειδή» δάση σε Ιαπωνία και Νότιο Κίνα, που περιγράφει στο βιβλίο του ο Ντάφης (1986), συν εκείνα σε νότια Βραζιλία, νότια Παραγουάη και σε ορεινά Μαδαγασκάρης, συν τα δάση ευκαλύπτου της ανατολικής Αυστραλίας.
- Dfa: Τα δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων, τα οποία θα έπρεπε να επικρατούν εκεί, περιορίζονται μόλις στο 1% της επιφάνειας της εν λόγω κλιματικής ζώνης. Προφανής λόγος είναι η υποβάθμιση της φυσικής βλάστησης για γεωργική εκμετάλλευση των εδαφών της, πιθανότατα, όμως και κάποια αδυναμία της μαθηματικής σχέσης του Köppen για τη διάκριση μεταξύ ξηρών κλιμάτων και κλιμάτων δάσους, που θα συζητηθεί παρακάτω.

Τέλος, για όσους κλιματικούς τύπους του Πίνακα 1 έχουν απομείνει χωρίς σχολιασμό, έχουμε να πούμε τα εξής:

- Cfc: Εδώ ανήκουν περιοχές με καθαρά ωκεάνιο κλίμα μεγάλων γεωγραφικών πλατών, όπου η έλλειψη δασών δεν οφείλεται σε δυσμενείς θερμοκρασιακές συνθήκες, αλλά στους ισχυρούς ή θυελλώδεις ανέμους, που πνέουν με μεγάλη συχνότητα όλο το χρόνο. Πρόκειται για φαινόμενο, που ο ίδιος ο Köppen (1920) έχει διαπιστώσει και επισημάνει. Τα ξυλώδη φυτά έχουν συνήθως θαμνώδη μορφή και στο νότιο ημισφαίριο αποτελούνται, βασικά, από είδη του γένους *Nothofagus* (όπως προκύπτει από πολυάριθμες εικόνες «Street View» και φωτογραφίες «Google Earth»). Λογικά το ίδιο πρέπει να συμβαίνει και στον κλιματικό τύπο Csc με την πολύ περιορισμένη γεωγραφική εξάπλωση στον χάρτη του Kottek κ.α. (2006) σε τμήματα των Άνδεων (όρια Χιλής και Αργεντινής) και σε πολύ ορεινές περιοχές της Μεσογείου και των δυτικών ΗΠΑ. Τύπος κλίματος, που με τα μόλις 7 σημεία πλέγματος στον Πίνακα 1 δεν επιτρέπει, κανονικά, την εξαγωγή οποιουδήποτε συμπεράσματος.
- Dsa: Ένας ακόμα σπάνιος τύπος κλίματος, με σποραδική εμφάνιση στην κεντρική Ασία, από την Περσία έως το Καζακστάν. Ο δριμύς χειμώνας, το πολύ θερμό και ξηρό θέρος μαζί με το μικρό ετήσιο ύψος βροχής (λόγω μεγάλης ηπειρωτικότητας) προφανώς δεν αφήνουν περιθώρια διάρκειας αυξητικής περιόδου ικανής για την ανάπτυξη δέντρων, δικαιολογώντας έτσι την κυριαρχία λιβαδικών τύπων βλάστησης, όπως παρατηρείται και στον Πίνακα 1.

Συζήτηση–Συμπεράσματα

Θαυμασμός, είναι ίσως το λιγότερο που νιώθει κάποιος διαβάζοντας όσα εγράφησαν, αναλογιζόμενος τον περιορισμένο αριθμό μετεωρολογικών σταθμών με ικανοποιητική διάρκεια λειτουργίας και τις δυσκολίες χαρτογράφησης της βλάστησης στις αρχές του 20ου αιώνα, όταν ο Köppen κατέληγε στην τελική διαμόρφωση της κλιματικής του ταξινόμησης. Στην πρώτη της,

μάλιστα, δημοσίευση από τον Köppen (1918) υπάρχει πίνακας, καθώς και σχολιασμός για το σε ποιες κλιματικές συνθήκες, κατάλληλες για την ευδοκίμηση χαρακτηριστικών φυτικών ειδών των σημαντικότερων τύπων βλάστησης του πλανήτη μας, αντιστοιχούν οι δικοί του κλιματικοί τύποι. Έτσι, για τους κλιματικούς τύπους Af και Am, η ονομασία των κυρίαρχων φυτοκοινοτήτων (με τις μεγαλύτερες πιθανότητες αποδοχής του ονόματός τους από τους χρήστες της κλιματικής ταξινόμησης) είναι «τροπικό βροχερό δάσος» για δε τους τύπους Aw, BSk και BWe είναι «σαβάνα», «στέπα» και «έρημος», αντίστοιχα. Ομοίως, τα αποκαλούμενα από τον Köppen (1901, 1918) «κλίματα δρυός» είναι τα Dfb και Dwb, «κλίματα οξιάς» τα Cfb, σημύδας τα Dfc, ελιάς τα Csa, των πολυάριθμων ειδών ερείκης του Ακρωτηρίου Καλής Ελπίδας τα Csb κ.ο.κ. Κατά συνέπεια, όποιος είχε στα χέρια του τις δύο σχετικές εργασίες του Köppen του 1901 και του 1918, είχε και τη δυνατότητα να γνωρίζει την αντιστοίχιση των κλιματικών ζωνών του Köppen με εκείνες της βλάστησης.

Στις δυσκολίες χαρτογράφησης της βλάστησης και στο αραιό δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών πριν από 115 χρόνια, πρέπει να αποδοθούν και οι όποιες αστοχίες της κλιματικής ταξινόμησης Köppen. Μία από αυτές, η σημαντικότερη ίσως, είναι η ακριβής γεωγραφική αποτύπωση της οριογραμμής μεταξύ ξηρών κλιμάτων (B) και κλιμάτων δάσους (A, C, D), πρόβλημα που σχετίζεται με την ύπαρξη των τριών διαφορετικών εξισώσεων υπολογισμού της ελάχιστης μέσης ετήσιας ποσότητας των κατακρημνισμάτων που απαιτούνται για την ανάπτυξη δάσους, ανάλογα με το εάν οι βροχοπτώσεις συγκεντρώνονται στο θερινό ή χειμερινό εξάμηνο του έτους ή κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλες τις εποχές του. Με χρήση, ωστόσο, της απλοποιημένης μορφής της εξίσωσης του Patton (1962), που ενοποιεί τις τρεις εξισώσεις του Köppen σε μία (κατάλληλα μετασχηματισμένη για εφαρμογή στο μετρικό σύστημα από την Belda κ.α. 2014):

$$R''=2.3T-0.64Pw+41$$

(όπου R μέσο ετήσιο κατώφλι βροχόπτωσης (cm) για τα B κλίματα, T η μέση ετήσια θερμοκρασία (°C) και Pw το ποσοστό (0-100%) της ετήσιας βροχόπτωσης που συγκεντρώθηκε στους έξι χειμερινούς μήνες, δηλαδή από Οκτώβριο έως Μάρτιο στο βόρειο ημισφαίριο), εύκολα αποδεικνύεται πως το πρόβλημα επιλύεται τουλάχιστον για τη χώρα μας (αφού αποκλείεται, έτσι, η προβληματική ύπαρξη των κλιμάτων BSh και BSk, που δίνουν οι εξισώσεις του Köppen για ορισμένες τοποθεσίες της ανατολικής ηπειρωτικής χώρας, σύμφωνα με τη μελέτη των Γκουβά και Σακελλαρίου 2011).

Όσα μέχρι στιγμής εκτέθηκαν δείχνουν ότι οι όποιες παρεμβάσεις για βελτίωση της κλιματικής κατάταξης Köppen οφείλουν να είναι πολύ προσεκτικές, έτσι ώστε όταν επιλύεται κάποιο πρόβλημά της, να μην προκύπτει νέο. Αλλά και έτσι να παραμείνει ως έχει, η εξέταση των κλιμάτων σε σχέση με τη βλάστηση της Γης σε πλανητική κλίμακα είναι όντως επιτυχής, καθώς τα σφάλματά της αφορούν σχετικά μικρές επιφάνειες, στα όρια των διαφόρων κλιματικών τύπων. Για να καταστεί τούτο πιο κατανοητό, ας δούμε τη σημασία κάποιων διαφορών της με την κλιματική ταξινόμηση Trewartha (Trewartha & Horn 1980), που, κατ' ουσίαν, αποτελεί μια παραλλαγή εκείνης του Köppen. Η κλιματική ταξινόμηση Trewartha έχει, μάλιστα, χρησιμοποιηθεί από τον FAO (2001) για την ανάπτυξη ενός Παγκόσμιου Οικολογικού Χάρτη (Global Ecological Zoning Map). Η κλιματική ταξινόμηση Trewartha δεν φαίνεται και τόσο κατάλληλη για τη διάκριση των αειθαλών τροπικών δασών από εκείνων των φυλλοβόλων, καθώς η μετάβαση από τη μια διάπλαση στην άλλη είναι συνάρτηση όχι μόνο της διάρκειας της ξηρής περιόδου, αλλά και του μέσου ετήσιου ύψους βροχής, όπως χαρακτηριστικότερα φαίνεται στο Σχήμα του Fig.37 στο βιβλίο του Walter (1985), που αφορά την σχέση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και της διάρκειας ξηρασίας με τη δασική βλάστηση στην Ινδία. Υπάρχουν κι άλλα παρόμοια παραδείγματα, μα για λόγους συντομίας θα αναφέρουμε μόνο το σημαντικότερο: Ως υποτροπικά κλίματα (Cs, Cw και Cf), κατά τους Trewartha & Horn (1980), δεν μπορούν να γίνονται αποδεκτά όσα έχουν λιγότερους από 8 μήνες με μέση θερμοκρασία άνω των 10°C. Έτσι, τα κλίματα με 4 έως 7 μήνες μέσης θερμοκρασίας >10°C τα καλούν εύκρατα (DokaiDc), χωρίς περαιτέρω διάκριση ανάλογα με τη κατανομή των κατακρημνισμάτων κατά τη διάρκεια του έτους. Μια τέτοια διάκριση κλιμάτων, ωστόσο, δεν βοηθάει στην κατανόηση του γιατί στις δυτικές ακτές της Β. Αμερικής με εύκρατο, ωκεάνιο (κατά Trewartha) κλίμα κυριαρχούν τα κωνοφόρα, σαν μια προς νότο επέκταση εκείνων της τσίγκας, ενώ σε όλη την κεντροδυτική Ευρώπη με ίδιο (Do, κατά Trewartha) κλίμα κυριαρχούν τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα. Αντιθέτως,

σύμφωνα με τη κατάταξη του Köppen βλέπουμε ότι τα μεν πρώτα δάση αναπτύσσονται σε κλίμα Csb, ενώ τα δεύτερα, στην Ευρώπη, σε κλίμα Cfb. Πιθανότερη εξήγηση του γεγονότος είναι ότι χωρίς κωνοφόρα δέντρα σε ένα περιβάλλον με έντονο ανάγλυφο και θερμοκρασιακές συνθήκες μη ευνοϊκές για την ευδοκίμηση των σκληρόφυλλων αειφύλλων πλατύφυλλων, πώς θα ήταν δυνατό η διάβρωση του εδάφους από τα έντονα χειμερινά κατακρημνίσματα να επέτρεπε την ανάπτυξη εκτεταμένων δασών από τα εν γένει απαιτητικότερα σε θρεπτικά στοιχεία (Ντάφης 1986) φυλλοβόλα πλατύφυλλα. Σύμφωνα, εξάλλου, με τους χάρτες του «Climate-Vegetation Atlas of North America» (Thompson κ.α. 1999), η χλωριδική σύνθεση των κωνοφόρων δασών στα κλίματα Csb και Dsb (*Abies bracteata*, *A. concolor*, *A. grandis*, *A. magnifica*, *A. procera*, *Picea breweriana*, *Larix occidentalis*) διαφέρει σαφώς εκείνης (με *Abies lasiocarpa*, *Picea glauca*, *P. mariana*, *Larix laricina*, *Betula* sp.) στα κλίματα τσίγκας, Dfc και Dwc, της Βορείου Αμερικής.

Και κάτι ακόμα. Αν η κλιματική ταξινόμηση του Köppen, έχει χρησιμοποιηθεί για προβλέψεις της διανομής των κλιματικών ζωνών της Γης για τα διάφορα σενάρια κλιματικών μεταβολών (π.χ. Beck κ.α. 2018), χάρη στην εύκολη εφαρμογή και εξεύρεση των απαραίτητων κλιματολογικών δεδομένων, πόσο μάλλον καταλληλότερη για τέτοιον σκοπό μπορεί να θεωρείται τώρα, που επαληθεύθηκε η ισχύς των σχέσεων κλίματος και βλάστησης, τις οποίες ο δημιουργός της είχε κατά νου πριν από 100 και πλέον χρόνια; Εδώ, όμως, υπάρχει μια παγίδα: Μετακίνηση των ορίων των κλιματικών ζωνών, δεν συνεπάγεται το ίδιο για τα όρια των δασικών ζωνών. Και τούτο, διότι, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αύξηση της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα, αύξηση ήδη πολύ σημαντική (+31%) από το 1960 έως σήμερα (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>), η οποία, βάσει όσων είναι γνωστά από τη φυσιολογία των φυτών (Καράταγλης 1990), δύναται, λογικά, να τροποποιήσει την καμπύλη του ρυθμού φωτοσύνθεσης συναρτήσει της θερμοκρασίας, αυξάνοντας το ρυθμό καθαρής αφομοίωσης, με διεύρυνση μάλιστα των θερμοκρασιακών της ορίων (σημεία τομής καμπυλών ρυθμών φωτοσύνθεσης και αναπνοής συναρτήσει της θερμοκρασίας) στα γνωστά, από το βιβλίο του Ντάφη (1986), σχετικά διαγράμματα. Αυτό σημαίνει ότι τα όλα φυτά σήμερα, πολύ δε περισσότερο στο μέλλον, μπορούν να αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες τόσο υψηλότερες, όσο και χαμηλότερες, απ' ότι πριν 60 χρόνια, οδηγώντας, κατά λογική συνέπεια, σε μείξη φυτικών ειδών και φυτοκοινοτήτων και όχι κατ' ανάγκη σε μετακίνησή τους προς τους γήινους πόλους ή προς μεγαλύτερα υψόμετρα, σε αντίθεση με τις κλιματικές ζώνες. Δεν μπορεί, για παράδειγμα, η – έστω σποραδική – σημερινή εμφάνιση της κεφαλληνιακής ελάτης σε υψόμετρα των 200 μ. σε Κυπαρίσσι Λακωνίας, Δαφνούσα Εύβοιας και Τιθορέα Φθιώτιδας (ενδεχομένως και αλλού) να οφείλεται μόνο στην σημαντική μείωση της έντασης της βόσκησης ή στον περιορισμό των πυρκαγιών. Όταν η ελάτη με δυσκολία αναπτυσσόταν στους δροσερούς και αρδευόμενους κήπους της Κηφισιάς στις αρχές του 20^{ου} αιώνα (Κοντός 1921), πώς είναι δυνατόν σήμερα, ακόμα και μέσα στην Αθήνα, να μην βλέπεται ούτε η ελάτη, ούτε η ερυθρελάτη, ούτε άλλα είδη ψυχρόβιων καλλωπιστικών δέντρων και θάμνων (αρκεί να μην στερούνται ποτίσματος). Υπάρχουν και άλλες σχετικές ενδείξεις, στις οποίες δεν μπορούμε να επεκταθούμε, ελπίζοντας, ωστόσο, ότι το θέμα θα αποτελέσει αντικείμενο μελέτης νέων ερευνητών.

Βάσει όλων των ανωτέρω, προκύπτει πως η κλιματική κατάταξη του Köppen βεβαίως και είναι χρήσιμη για τους δασολόγους, οπότε είναι απαραίτητο να διδάσκεται λεπτομερώς στα πλαίσια του μαθήματος της Γενικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, η δε σχέση της με τις Δασικές Διαπλάσεις του πλανήτη να εξετάζεται το ίδιο λεπτομερώς εντός του μαθήματος της Γενικής Δασοκομίας (Δασικής Οικολογίας). Το ίδιο χρήσιμη είναι, φυσικά, για όλους τους επιστημονικούς κλάδους, τους σχετικούς με τον χερσαίο φυτικό κόσμο (βιολογία, οικολογία, γεωπονία). Εν κατακλείδι, όταν ένας δασολόγος έχει εμπρός του είτε τον κλιματικό τύπο ενός μεμονωμένου μετεωρολογικού σταθμού, είτε μιας ολόκληρης γεωγραφικής περιοχής πάνω σε έναν κλιματικό χάρτη, αμέσως τότε πρέπει να αναμένει ως πιθανότερη μορφή βλάστησης εκείνη, που δίνεται συνοπτικά στον Πίνακα 2:

Πίνακας 2. Πιθανότερη μορφή δυνητικής βλάστησης για κάθε έναν από τους κύριους κλιματικούς τύπους του Köppen.
Table 2. Most likely potential vegetation formation for each of Köppen's main climate types.

			Πιθανότερη μορφή δυνητικής βλάστησης
Κλιματικοί τύποι κατά Köppen	1	Af	Τροπικά, βροχερά δάση από αειφυλλα πλατύφυλλα (Pluviisilvae)
	2	Am	
	3	Aw	Τροπικά δάση και σαβάνες από φυλλοβολούντα πλατύφυλλα κατά τη διάρκεια της ξηρής εποχής του έτους (Hiemisilvae). Στα δάση ευκαλύπτου της βόρειας Αυστραλίας , η φυλλοβολία παρατηρείται στους θάμνους του υπορόφου. Μεγάλη πιθανότητα και για Pluviisilvae, αλλά κοντά στα όρια με κλίματα Af και Am.
	4	BSh	Στέππα: Χορτολίβαδα ή αραιοί θαμνώνες πλατυφύλλων
	5	BSk	Στέππα: Χορτολίβαδα ή αραιοί θαμνώνες πλατυφύλλων κωνοφόρων (στο βόρειο ημισφαίριο) του γένους <i>Juniperus</i>
	6	BWh	Πραγματική έρημος με γυμνό έδαφος, καμιά φορά με αραιούς θάμνους. Η όποια ποώδης βλάστηση συντίθεται από τα λεγόμενα «εφημερόφυτα», που αναπτύσσονται για λίγες μόνο μέρες μετά από σπάνια, ισχυρή βροχόπτωση και, οπωσδήποτε, όχι κάθε έτος.
	7	BWk	
	8	Cfa	Ευρώπη και βόρεια Αμερική: δάση από φυλλοβόλα πλατύφυλλα (Aestatisilvae) Νήσοι Ατλαντικού, ανατολ. Ασία, νότια Αμερική και Αφρική: δαφνοειδή δάση (Laurisilvae) Αυστραλία: πυκνά και υψηλά δάση ευκαλύπτου
	9	Cfb	Βόρειο Ημισφαίριο: δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων (Aestatisilvae) Ορεινά τροπικής ζώνης: δάση από αειθαλή πλατύφυλλα, δενδρώδεις φτέρες και γυμνόσπερμα του γένους <i>Podocarpus (Pluviisilvae)</i> . Νότιο Ημισφαίριο: παρόμοια με τα προαναφερόμενα, βροχερά δάση ορέων της τροπικής ζώνης συν δάση από τα γένη <i>Eucalyptus, Nothofagus</i> κ.ά.
	10	Cfc	Χορτολίβαδα και θαμνολίβαδα (στο νότιο ημισφαίριο από είδη του γένους Nothofagus)
	11	Csa	Βόρειο Ημισφαίριο: δάση από αειθαλή, σκληρόφυλλα πλατύφυλλα είδη (Durisilvae) αμέσως βορειότερα από τις τροπικές ερήμους, συνηθέστερα θαμνώνες των ίδιων ειδών, συχνά ως υπόροφος κωνοφόρων των γενών <i>Pinus</i> και <i>Cypressus</i> . Νότιο Ημισφαίριο: δάση ή - συνηθέστερα - θαμνώνες (που αναπτύσσονται αμέσως νοτιότερα των τροπικών ερήμων) από αειθαλή, σκληρόφυλλα πλατύφυλλα είδη (Durisilvae), διαφορετικά εκείνων του Ολαρκτικού Χλωριδικού Βασιλείου (πχ από <i>Proteaceae</i> και άλλες οικογένειες φυτών), σε συνδυασμό δε με τα πολυάριθμα είδη του γένους <i>Erica</i> στη Ν. Αφρική και με δάση ευκαλύπτου στην Αυστραλία.
	12	Csb	Βόρειο Ημισφαίριο: δάση από κωνοφόρα (Aciculisilvae) των γενών <i>Abies, Pseudotsuga, Tsuga, Cedrus, Sequoia, Cupressus, Pinus</i> κ.ά. Νότιο Ημισφαίριο: Durisilvae όμοια εκείνων σε κλίμα Csa .
	13	Csc	Αλπικά χορτολίβαδα (:) και θαμνολίβαδα (:)
	14	Cwa	Φυλλοβολούντα δάση κατά την ξηρή περίοδο (Hiemisilvae), όπως σε κλίμα Aw . Εξαιρεση, τα Laurisilvae στους πρόποδες των Ιμαλαίων (BA Ινδία και βόρεια Βιρμανία).
	15	Cwb	Αφρική: Hiemisilvae , όπως σε κλίματα Aw και Cwa . κεντρική Κίνα: Aestatisilvae , όπως σε κλίμα Cfb . Νότια Κίνα: Laurisilvae , όπως σε κλίμα Cwa Ιμαλία και Μεξικό: δάση από κωνοφόρα (Aciculisilvae) των γενών <i>Abies, Pinus</i> κ.ά.
	16	Dsa	Λιβάδια με φυλλοβόλους θάμνους.
	17	Dsb	Aciculisilvae , όπως σε κλίμα Csb
	18	Dsc	Τάγκκα: Aciculisilvae , όπως σε κλίμα Dfc
	19	Dsd	Τάγκκα: φυλλοβόλα Aciculisilvae , όπως σε κλίμα Dfd
	20	Dfa	δάση από πλατύφυλλα είδη, φυλλοβολούντα κατά την ψυχρή περίοδο (Aestatisilvae)
	21	Dfb	
	22	Dfc	Τάγκκα: δάση από ψυχρόβια κωνοφόρα (Aciculisilvae) .
	23	Dfd	Τάγκκα: δάση από φυλλοβόλα ψυχρόβια κωνοφόρα (Larix sp.) .
	24	Dwa	Aestatisilvae , όπως σε κλίματα Df και Dfb
	25	Dwb	
	26	Dwc	Τάγκκα: φυλλοβόλα Aciculisilvae , όπως σε κλίμα Dfd
	27	Dwd	
	28	ET	Τούνδρα: άδενδρες εκτάσεις με ποώδη βλάστηση.

29	EF	Μόνιμη χιονοκάλυψη.
----	----	---------------------

Abstract

Köppen's climate classification was and will always be important and useful, not only due to its simplicity in application, but also because of its correlation with the Vegetation Formations of the Earth. With the methodology followed, this fact is easily confirmed, dispelling any objections that have been raised from time to time, thanks to the detailed nowadays, satellite mapping of vegetation and land uses across the planet, as well as the existence of freely accessible, online tools such as Google Earth. Thus, Köppen's climate classification and the correspondence of its climates with the Earth's main Vegetation Formations constitute essential knowledge for foresters, as well as all geotechnical scientists and biologists.

Βιβλιογραφία

- Beck, H. E. κ.α., 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Sci. Data*. 5:180214 doi: 10.1038/sdata.2018.214
- Belda, M., Holtanová, E., Halenka, T., and Kalvoná, J., 2014. Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. *ClimRes*, 59, 1-13.
- Γκουβάς, Μ., και Σακελλαρίου, Ν., 2011. Κλίμα και δασική βλάστηση της Ελλάδας. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης. Τεχνική Βιβλιοθήκη, μελέτη υπ' αριθ. 01/2011. Σελ. 238.
- Γκουβάς, Μ., Σαμαράς, Δ., και Θεοδωρόπουλος, Κ., 2022. Επίδραση της θερμοκρασίας του αέρα στα θερμοόρια και ψυχοόρια εξάπλωσης δασικών δέντρων και θάμνων στην Ελλάδα. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, Σειρά II, Τόμος 31, Τεύχος 1/2022: 28-39.
- Critchfield, H., 1983. *General Climatology*. Fourth edition, New Jersey. pp. 453
- DeFries, R. S., Hansen, M. C., Townshend, J. R. G., and Janetos, A. C., 2000. A new global 1-km dataset for percentage tree cover derived from remote sensing. *Global Change Biology*, 6, 247-254.
- FAO, 2001. Global ecological zoning for the global forest resources assessment 2000. Final Report, Forestry Department, Forest Resources Assessment - WP 56, Rome, 199 pages.
- Fritz, S., Bartholomé, E., Belward, A., Hartley, A., κ.α., 2003. Harmonisation, Mosaicing and Production of the «Global Land Cover 2000 Database»; Beta Version; European Commission, Joint Research Centre (JRC): Ispra, Italy, 41 pages, ISBN 92-894-6332-5.
- Καράταγλης, Σ. 1990. Μαθήματα φυσιολογίας φυτού. Θεσσαλονίκη. Σελ 242.
- Καρράς, Γ., 1973. Κλιματική ταξινόμηση της Ελλάδος κατά Thornthwaite. Διδακτορική διατριβή, Αθήνα. Σελ. 200.
- Κατσάνος, Α., 1981. Παγκόσμια δασική γεωγραφία. Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος. Αυτοτελείς Εκδόσεις της Διευθύνσεως Δασικών Ερευνών – Εφαρμογών και Εκπαιδεύσεως, αρ. 62. Αθήνα. Σελ. 872.
- Κοντός, Π., 1921. Ελληνική δασοκομία μετά στοιχείων δασικής διαχείρισεως. Φυσικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες. Αθήνα.
- Köppen, W. 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6(11. H), 593-611.
- Köppen, W.P., 1918. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 64, 193-203
- Köppen, W., 1920. Verhältnis der Baumgrenze zur Lufttemperatur. *Meteorologische Zeitschrift* 37, 39-42.
- Köppen, W., 1936. Das geographische System der Klimate, *Handbuch der Klimatologie*. Borntraeger, Berlin, Bd.1, Teil. C.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., and Rubel, F., 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated, *Meteorol. Zeitschr.*, 15(3), 259–263.
- Κρινά, Α., Κούτσιας, Ν., Πλένιου, Μ., Ξυστράκης, Ε., 2017. Κλιματική ταξινόμηση της Ελλάδας: Ενημέρωση - Μελλοντική εκτίμηση - σχέση με δασική βλάστηση. 18ο Πανελλήνιο δασολογικό συνέδριο της Ελληνικής Δασικής Εταιρείας, Έδεσσα, σελ. 1088-1095.
- Küchler, W., 1953. In Bayer, Herbert, ed., *World Geographic Atlas*, (pp. 32-33). Chicago, Illinois: Container Corporation of America.

Μαχαίρας, Π., και Μπαλαφούτης, Χ., 1984. Γενική κλιματολογία με στοιχεία μετεωρολογίας. University Studio Press. Θεσσαλονίκη. Σελ. 338.

Μουλόπουλος, Χ., 1965. Δασοκομική. Α' μέρος. Θεωρητική Δασοκομική (Δασική Οικολογία). Αυτοτελής Έκδοση (4η). Θεσσαλονίκη. Σελ. 431.

Ντάφης, Σ. 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 443.

Patton, C.P., 1962. A note on the classification of dry climate in the Köppen system. California Geographer, 3, 105-112.

Pavari, A., 1959. Forest influences. Unasylna, 13 (1), 12-23.

Pearse, E.A., and Smith, C.G., 1990. The world weather guide. Second edition. London: Hutchinson, Co (Publishers) Ltd. pp. 480.

Peel, M.C., Finlayson, B.L., and McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633–1644.

Thompson, R.S., Anderson, K.H., and Bartlein, P.J., 1999. Atlas of relations between climatic parameters and distributions of important trees and shrubs In North America. US Geological Survey Professional Paper 1650 A & B. <https://pubs.usgs.gov/pp/p1650-b/>

Trewartha, G.T., and Horn, L.H., 1980. An Introduction to Climate. Fifth Edition New York, McGraw-Hill Book Co. pp. 416

Valiente-Banuet, A., Flores-Hernandez, N., Verdú, M., and Dávila, P., 1998. The chaparral vegetation in Mexico under non mediterranean climate: the convergence and Madrean-Tethyan hypotheses reconsidered. *American Journal of Botany* 85 (10):1398–1408 DOI 10.2307/2446398

Φλόκας, Α., 1990. Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδ. Ζήτη, Θεσ/νίκη. Σελ. 465.

Walter, H., 1985. Vegetation of the earth and ecological systems of geo-biosphere. 3ded., Berlin: Springer-Verlag. pp. 320.

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΑΣΟ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Κλειδαρά Χριστίνα¹, Ανδρεοπούλου Ζαχαρούλα², Μιχαηλίδης Αναστάσιος³

¹ Εκπαιδευτρια Ενηλίκων - Π.Μ.Σ. στην «Αειφορική Διαχείριση Δασικών και Φυσικών Οικοσυστημάτων: Προστασία, Παραγωγή και Αξιοποίηση», Σχολή Γεωπονίας, Δασοπονίας & Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, chriskleid@gmail.com

² Καθηγήτρια, Δασική Πληροφορική & Τεχνολογίες Πράσινων Περιφερειακών Πολιτικών, Τομέας Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, e-mail: randreop@for.auth.gr

³ Καθηγητής, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας ΑΠΘ, e-mail: tassosm@agro.auth.gr

Περίληψη

Οι οικονομικές, επαγγελματικές και τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της εργασίας έχουν επιβάλει έναν τρόπο ζωής που επίκεντρο έχει την εξειδικευμένη εργασία. Η αύξηση της ανεργίας και η ανάπτυξη της τεχνολογίας προτάσσουν την ανάγκη απόκτησης ικανών γνώσεων. Η έλλειψη ελεύθερου χρόνου, οι επαγγελματικές και κοινωνικές υποχρεώσεις λειτουργούν ανασταλτικά στην απόκτηση ενός τίτλου σπουδών ή διπλώματος κατάρτισης, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση έρχεται να προσφέρει τη γνώση σε συνειδητοποιημένους εκπαιδευόμενους.

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην περίπτωση της αγροτικής εκπαίδευσης και στη συμβολή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης για να επιτευχθούν αρτιότερα οι στόχοι της, που αφορούν, την Πληροφόρηση, την Κατάρτιση και Συμβουλευτική, την Τεχνική υποστήριξη και την Ανατροφοδότηση των νέων αγροτών.

Λέξεις – κλειδιά: Εξ αποστάσεως εκπαίδευση, επαγγελματική κατάρτιση, αγροτική εκπαίδευση, περιβαλλοντική εκπαίδευση

Εισαγωγή

Η ηλεκτρονική μάθηση αναφέρεται συνήθως στην σκόπιμη χρήση της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών του διαδικτύου στη διδασκαλία και τη μάθηση. Ο όρος e-learning περιλαμβάνει πολλά περισσότερα από τη διαδικτυακή μάθηση, καθώς συνδέεται με την εικονική μάθηση, την κατανομημένη μάθηση, τη δικτυακή ή διαδικτυακή μάθηση. Περιλαμβάνει όλες τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται από άτομα ή ομάδες που εργάζονται online ή offline, ταυτόχρονα ή ασύγχρονα μέσω δικτυωμένων ή αυτόνομων υπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών (Chitra, Raj, 2018).

Οι νέες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών – ΤΠΕ (Information and Communication Technologies - ICTs) αναδεικνύονται ως καινοτόμα εργαλεία που μπορούν να προάγουν την βιώσιμη ανάπτυξη (Andreopoulou κ.α. 2013). Τα τελευταία χρόνια, ο ρόλος των Τ.Π.Ε. στην προστασία του περιβάλλοντος και στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής βρίσκεται στο επίκεντρο πολλών διεθνών συζητήσεων (Andreopoulou 2012). Ο όρος των Τ.Π.Ε. καλύπτει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, εφαρμογών, τεχνολογιών, εξοπλισμού και λογισμικών, αναγκαία για τη χρήση των εν λόγω τεχνολογιών και επιφέρουν σταδιακά επανάσταση στις κοινωνικές, πολιτιστικές και οικονομικές δομές, δημιουργώντας νέες συμπεριφορές ως προς τις πληροφορίες, τη γνώση, την επαγγελματική δραστηριότητα, κ.λπ. (E.E. 2007). Κύριος στόχος των Τ.Π.Ε. είναι να ενημερώνουν για επαγγελματικά θέματα, να παρέχουν πληροφόρηση, να διευκολύνουν την επικοινωνία και να βοηθούν στην αγορά κάποιου προϊόντος ή κάποιας υπηρεσίας (Hoffman κ.α. 2004). Τα ηλεκτρονικά δίκτυα υποκαθιστούν μέρος της χρησιμότητας των συμβατικών μέσων μεταφοράς (Βασιλείου 2005).

Από την άλλη μεριά, το περιβάλλον, η προστασία του καθώς και η διαχείριση του, ως σύνολο, έρχονται δυστυχώς σε δεύτερο πλάνο. Η συνεχόμενη υποστελέχωση των κρατικών υπηρεσιών και η μείωση των κρατικών κονδυλίων στον τομέα του περιβάλλοντος είναι γεγονός

καθώς η εποχή προτάσσει ως κύριο κριτήριο την αποδοτικότητα των επενδύσεων. Για το λόγο αυτό πρέπει να επενδύσουμε στην παιδεία του πληθυσμού, με στόχο την ενεργή συμμετοχή του στην προστασία του περιβάλλοντος και στη διαχείριση και βελτίωση του. Όλα αυτά θα σχεδιαστούν με γνώμονα την ενεργή συμμετοχή στην προσπάθεια για την προστασία του περιβάλλοντος, τη μείωση της υποβάθμισης του, μέσω του μηδενισμού παραμέτρων (ανεξέλεγκτη ρύπανση, μόλυνση, δασικών και άλλων πυρκαγιών, λανθασμένης τακτικής χειρισμών), την είσοδο νέων τακτικών αξιοποίησης του, αλλά και πολλών άλλων χαρακτηριστικών

Υλικά και Μέθοδοι

Προκειμένου να παρουσιαστεί ο βασικός σκοπός της εργασίας, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση, και έγινε εφαρμογή αυτών των θεωρητικών εννοιών σε ένα πολυμορφικό και διαδραστικό εκπαιδευτικό υλικό προκειμένου ο σπουδαστής να οδηγηθεί σε μια αυτόνομη και αυτορυθμιζόμενη μάθηση. Συγκεκριμένα, αναζητήθηκαν πρωτογενείς και δευτερογενείς πηγές σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή, τα δεδομένα των οποίων, αφού μελετήθηκαν, συσχετίστηκαν και ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες, στη συνέχεια αναλύθηκαν για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι πηγές προέκυψαν από βιβλία του πεδίου της ΕξΑΕ και ηλεκτρονικής μάθησης, από έρευνες και μελέτες δημοσιευμένες σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά και από υλικό που αντλήθηκε από τα διάφορα επιστημονικά συνέδρια

Η έννοια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης

Η έννοια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης εμφανίστηκε κατά τη δεκαετία του 1970, η οποία ονομάστηκε ως η δεκαετία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, ο κόσμος άρχισε να αντιλαμβάνεται ότι οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και η ευαισθητοποίηση για τις περιβαλλοντικές προκλήσεις θα μπορούσαν να διαδοθούν μόνο μέσω ενός μαζικού προγράμματος εκπαίδευσης για το περιβάλλον. Η έννοια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης προέκυψε από τη Διάσκεψη της Στοκχόλμης που διοργάνωσε το Ηνωμένο Έθνος το 1972.

Το 1977 διοργανώθηκε από την UNESCO και την UNEP στην Τιφλίδα μια Διακυβερνητική Διάσκεψη για την εξέταση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, η οποία κατέληξε στη επίσημη Διακήρυξη της Τιφλίδας. Οι βασικές εκπαιδευτικές αρχές που με βάση την διακήρυξη της Τιφλίδας οφείλουν να διέπουν τον σχεδιασμό προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι η «επίλυση προβλημάτων, συζήτηση, καθοδηγούμενη περιβαλλοντική ερμηνεία, αποσαφήνιση αξιών, προσομοίωση, περιπτώσιακή μελέτη, πειραματισμός, επισκόπηση, μελέτη πεδίου και καταγιγισμός αξιών» (Μιχαηλίδης, 2019: 29). Παράλληλα, ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης θεωρείται πως έχει αξία από την στιγμή που παρέχει το υπόβαθρο για την αξιολόγηση των μεθόδων και των μέσων που αξιοποιεί όπως επίσης και των στόχων που προωθεί. Για αυτό το λόγο η δημιουργία προγραμμάτων δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για ενήλικες οφείλει να λαμβάνει υπόψη ότι διαθέτει τα εργαλεία για την τακτική και συνεχή αξιολόγηση του διδακτικού περιεχομένου, των μέσων και των στόχων που προωθεί, τον εντοπισμό και την κάλυψη ενδεχόμενων κενών και ελλείψεων (Μιχαηλίδης 2019).

Περιβαλλοντική εκπαίδευση στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης ενηλίκων

Οι δάσο-περιβαλλοντικές επιστήμες είναι ένας τομέας που έχει προσελκύσει τα τελευταία χρόνια ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον από ενήλικες με ποικίλο επαγγελματικό, εκπαιδευτικό, κοινωνικό, οικονομικό και πολιτισμικό υπόβαθρο, οι οποίοι δε διαθέτουν τον χρόνο, τους πόρους αλλά και τα μέσα για να αποκτήσουν μια σχετική εκπαίδευση μέσα στο παραδοσιακό πλαίσιο ενός πανεπιστημίου ή άλλου εκπαιδευτικού ιδρύματος και που επιθυμούν να εξελίξουν τις επαγγελματικές τους δεξιότητες σε αυτό τον τομέα.

Παρατηρείται, λοιπόν, μια αυξανόμενη τάση αξιοποίησης των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή προγραμμάτων δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μέσα σε ηλεκτρονικά πολυμεσικά και αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα. Η σύνδεση των δύο πεδίων θεωρείται πως βελτιώνει σημαντικά τα μαθησιακά κίνητρα, ενισχύει την ευαισθητοποίηση των μαθητών για τις σύγχρονες περιβαλλοντικές προκλήσεις, διευκολύνει την πρόσβαση σε ένα σημαντικό σύνολο πληροφορίας και γνώσης και συμβάλλει στην πλήρωση των

στόχων που σχετίζονται με την αειφορία (Χαλκίδης κ.α. 2009, Makrakis & Kostoulas-Makrakis 2012).

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει αυξηθεί η ευαισθητοποίηση του κοινού για περιβαλλοντικά προβλήματα. Για την ανταπόκριση απέναντι σε αυτή την εξέλιξη υλοποιείται μια ευρύτερη προσπάθεια για την επέκταση της παροχής ενός εκπαιδευτικού πλαισίου με τα κατάλληλα μαθήματα σε αυτόν τον τομέα. Η ηλεκτρονική μάθηση και η εξ αποστάσεως εκπαίδευση γενικότερα, φέρνουν νέες διαστάσεις και σημαντικές καινοτομίες, οι οποίες γίνονται περισσότερο εμφανείς όταν πρόκειται για την εκπαίδευση ενηλίκων, σε σχέση με την παραδοσιακή τυπική εκπαίδευση (Κόμης 2004).

Μέσω της χρήσης νέων τεχνολογιών επικοινωνιών, η πρόσβαση σε αξιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα μπορεί να επεκταθεί σε μεγάλο κοινό σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές με τεράστια ευελιξία στο περιεχόμενο θεμάτων και να συμβάλλει στην παροχή εντυπωσιακά βελτιωμένων εκπαιδευτικών δυνατοτήτων. Διάφορες νέες τεχνικές κινητής επικοινωνίας κάνουν σημαντικές συνεισφορές σε αυτό το κομμάτι. Σήμερα το μέλλον για το κόστος μετάδοσης της εκπαίδευσης είναι πολλά υποσχόμενο. Εν ολίγοις, το μειωμένο κόστος της τεχνολογίας θα μπορούσε να προσφέρει μεγάλο αριθμό εκπαιδευτικών υπηρεσιών, μέσω της μεθόδου της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, σε όλο και περισσότερα άτομα (Sharma 1997).

Τα οφέλη από τη σύνδεση της εξ αποστάσεως μεθόδου με τη δάσο-περιβαλλοντική εκπαίδευση

Η ηλεκτρονική μάθηση αυξάνει το κίνητρο για μάθηση για περιβαλλοντικά ζητήματα εάν το μάθημα ηλεκτρονικής μάθησης για το περιβάλλον επιτρέπει νέους τρόπους διερεύνησης και επίλυσης περιβαλλοντικών προβλημάτων με διαδραστικό τρόπο (Eneroth, 2000). Εκτός αυτού, οι βασικές αρχές της συνεργατικής και συνεργατικής μάθησης, η μάθηση βάσει προβλημάτων είναι μια άλλη εποικοδομητική διαδικασία που προωθεί την κατανόηση των κοινωνικών και συμφραζομένων παραγόντων (Tham & Werner 2005).

Η εισαγωγή των εξ αποστάσεως μεθόδων μάθησης στην δάσο-περιβαλλοντική εκπαίδευση προσφέρει επίσης το πλεονέκτημα της συνεχούς πρόσβασης στη μάθηση ανεξάρτητα από εξωτερικούς παράγοντες που μπορεί να λειτουργούν ως εμπόδιο. Επιπρόσθετα, θεωρείται ότι η εξ αποστάσεως εκπαίδευση λειτουργεί συμπληρωματικά ως προς τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, καθιστώντας πιο πλούσιο το θεματικό τους περιεχόμενο, πιο ευέλικτη τη διαθεματική τους προσέγγιση και υλοποιώντας καινοτόμους μαθησιακούς τρόπους. Οι μέθοδοι της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης έχουν τη δυνατότητα να διευκολύνουν τα άτομα στην κατανόηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, να ενισχύσουν το γνωστικό τους περιβαλλοντικό υπόβαθρο και κατ' επέκταση να προωθήσουν στάσεις και δράσεις με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος (Βενιέρη, 2011).

Επιπλέον, κάτι που αξίζει να σημειωθεί, η ηλεκτρονική μάθηση έχει τη δυνατότητα μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που απορρέουν μέσα από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (για παράδειγμα, γίνεται λόγος για πιθανή εξοικονόμηση πόρων υλικών όπως είναι το έντυπο υλικό, η ενέργεια που δαπανάται για τη λειτουργία των αιθουσών διδασκαλίας, κ.α.). Με άλλα λόγια, η ηλεκτρονική εξ αποστάσεως εκπαίδευση εκφράζει έμπρακτα την προοπτική για μια περισσότερο βιώσιμη κοινωνία (Eneroth 2000).

Υφιστάμενες προκλήσεις

Η ουσία μιας ποιοτικής εκπαίδευσης στα δάσο-περιβαλλοντικά ζητήματα είναι να διασφαλιστεί ότι οι μαθησιακοί στόχοι επιτυγχάνονται αποτελεσματικά, χωρίς να θυσιάζονται τα πρότυπα, οι αξίες και τα ιδανικά που σχετίζονται με την βιωσιμότητα και την προστασία του περιβάλλοντος (Tham και Werner 2005). Ως εκ τούτου, η διαδικασία αξιολόγησης θεωρείται ως μια αναγκαία συνθήκη για τον έλεγχο του κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί στόχοι και τα μαθησιακά αποτελέσματα έχουν επιτευχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό. Τα κρίσιμα αυτά στοιχεία διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο για τις ικανότητες που κάθε πρόγραμμα ηλεκτρονικής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης ενηλίκων στους τομείς της δασοκομίας και του περιβάλλοντος οφείλει να αναπτύσσει στους εκπαιδευόμενους. Μια αποτελεσματική μετάβαση στον κόσμο της ηλεκτρονικής περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι εφικτή εάν ληφθούν υπόψη όλα τα παραπάνω δεδομένα (Schramm κ.α. 2004).

Οι διεθνείς τάσεις στη δασοκομία, οι τελευταίες εξελίξεις στις ΤΠΕ, η παγκοσμιοποίηση και η διεθνοποίηση αναγκάζουν τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης να προσαρμόσουν τα προγράμματα σπουδών τους και να επανεξετάσουν τις δεξιότητες και τις γνώσεις που θέλουν να μεταδώσουν στους μαθητές τους. Η δασική εκπαίδευση θα πρέπει να εξοπλίσει τους σημερινούς αποφοίτους με μια εις βάθος κατανόηση των δασών και των φυσικών πόρων, του περίπλοκου φυσικού περιβάλλοντος, των κοινωνικών και οικονομικών απαιτήσεων για τη γη και τους φυσικούς πόρους και τις ανθρώπινες προσπάθειες διαχείρισής τους. Οι απόφοιτοι της δασοκομίας πρέπει να μπορούν να λειτουργούν ως στρατηγικοί στοχαστές με ποικίλες δεξιότητες σε διεθνές επίπεδο. Η διά βίου μάθηση και η κατάρτιση στην εργασία είναι συνεπώς ζωτικής σημασίας. Σε αυτό το πλαίσιο, οι ΤΠΕ προσφέρουν ευελιξία και ελευθερία από τον προγραμματισμό και τους χωρικούς περιορισμούς της συμβατικής εκπαίδευσης που λάμβανε χώρα μέσα στα πλαίσια μιας τυπικής τάξης (UNDP, 2001).

Περιβαλλοντικός εγγραμματισμός και εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Στη διεθνή βιβλιογραφία το τελευταίο διάστημα έχει διαμορφωθεί ένας όρος, ο οποίος αναφέρεται στην ανάγκη να αποκτήσουν τα άτομα μια ουσιαστική περιβαλλοντική παιδεία, η οποία θα έχει στο επίκεντρο της τις μελλοντικές συνέπειες που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο «περιβαλλοντικός εγγραμματισμός» (environmental literacy) λοιπόν συνδέεται με την μόρφωση του ατόμου πάνω στον τρόπο λειτουργούν τα φυσικά αλλά και κοινωνικό-πολιτικά οικοσυστήματα και την αξιοποίηση αυτής της μόρφωσης για την λήψη αποφάσεων που θα συμβάλλουν σε βιώσιμα μοντέλα ανάπτυξης (White, 2006).

Για να γίνει εφικτή όμως μια τέτοια ανάπτυξη, η οποία να εκτείνεται στο κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό, πολιτισμικό και περιβαλλοντικό φάσμα της δημόσιας και ιδιωτικής ζωής, χρειάζεται μια εκπαίδευση που να μπορεί να απευθύνεται στους ανθρώπους, ανεξαρτήτως γεωγραφικών και χρονικών περιορισμών. Δεδομένου του χαρακτήρα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αυτή η μορφή εκπαίδευση δύναται να συμβάλλει στην προώθηση της δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, και κατ' επέκταση στην συνειδητοποίηση της σημασίας της και στην πρακτική εφαρμογή των αρχών της. Υπό αυτό το πρίσμα, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση, για τα προγράμματα δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ανά τον κόσμο «δεν είναι μόνο κοινωνικά και ηθικά απαραίτητη, αλλά αποτελεί και οικονομική αναγκαιότητα» (Ξυδιάς & Μανούσου 2012).

Για να γίνει καλύτερα κατανοητός ο ρόλος της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε αυτή τη διαδικασία, αξίζει να αναφερθεί ότι φέρει τα πλεονεκτήματα της υπέρβασης σημαντικών εμποδίων που εντοπίζονται στην παραδοσιακή διδασκαλία. Τα εμπόδια αυτά έχουν να κάνουν με: α) το γεγονός ότι η διδασκαλία συντελείται σε έναν συγκεκριμένο χώρο. Συνεπώς, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να μελετούν από οπουδήποτε επιθυμούν, αρκεί να έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο, και β) στο ότι υπάρχει καθορισμένος χρόνος διδασκαλίας, ενώ η μέθοδος της μάθησης από απόσταση δίνει την ευκαιρία και σε άτομα που πρότερα ήταν αποκλεισμένα, να αποκτήσουν πρόσβαση σε ένα σημαντικό σύνολο δάσο-περιβαλλοντικής γνώσης, να διευρύνουν τις δεξιότητες τους και ενδεχομένως να καλύψουν ένα κενό που αφορά την υιοθέτηση μιας βιώσιμης κουλτούρας (Ξυδιάς & Μανούσου 2012)

Η κατάσταση στην Ελλάδα

Στον αγροτικό χώρο η διάκριση ανάμεσα στην εκπαίδευση και την κατάρτιση δεν είναι σαφής και συνήθως ο όρος «γεωργική εκπαίδευση» συμπεριλαμβάνει και την «κατάρτιση». Μια οριοθέτηση των όρων υπάρχει στο Ν.3369/2005. Ως "δια βίου εκπαίδευση" ορίζεται κάθε μαθησιακή διαδικασία, συμπεριλαμβανόμενης της εμπειρικής μάθησης, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου, με σκοπό την απόκτηση ή τη βελτίωση γενικών και επιστημονικών γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων τόσο για τη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης προσωπικότητας όσο και για την πρόσβαση στην απασχόληση.

Στην Ελλάδα, όπως πολλοί τομείς, έτσι και αυτός της δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης χρειάστηκε να υπάρξει η πίεση διεθνών οργανισμών για την εισαγωγή της στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πολιτικής του ελληνικού κράτους. Η αρχή έγινε το 1977 με την δημιουργία μιας ομάδας εργασίας που είχε την ευθύνη για τον σχεδιασμό τέτοιων εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Πράγματι, το 1982 προκύπτουν τα πρώτα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Παράλληλα, ο σχετικός νόμος που θεσπίστηκε (Ν. 1982/90) ενίσχυσε σημαντικά το έργο αυτό

καθώς άνοιξε το δρόμο για την έλευση των Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) αλλάζοντας το πρόσωπο της μέχρι πρότινος εκπαιδευτικής πραγματικότητας (Μιχαηλίδης, 2019).

Τα κέντρα αυτά, τα οποία αργότερα μετονομάστηκαν σε Κέντρα δια βίου Μάθησης για το Περιβάλλον και την Αειφορία διέυρναν τους ορίζοντες της δημιουργίας προγραμμάτων τυπικής περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, εντάσσοντας την εκπαίδευση ενηλίκων (αλλά και ανηλίκων). Η λειτουργία αυτών των κέντρων αποτέλεσε ένα σημαντικό πυρήνα για την κάλυψη των αναγκών στην περιβαλλοντική εκπαίδευση των ενηλίκων, καθώς αποτέλεσαν ένα συμπληρωματικό πλαίσιο μάθησης στο οποίο αλληλοεπιδρούσαν ένα σύνολο από ποικίλους ανθρώπους και φορείς, εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτές (Μιχαηλίδης, 2019).

Τα κέντρα αυτά μετεξελίσσονται και αναπόφευκτα είναι εξαρτημένα στις ευρύτερες αλλαγές του κοινωνικό-πολιτικού και οικονομικού περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργούν, τόσο σε εθνικό όσο και σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει εμφανής η ανάγκη να εμπλουτίσουν τα προγράμματα που αφορούν την περιβαλλοντική εκπαίδευση ενηλίκων ώστε να ενισχυθεί και να επιταχυνθεί η προώθηση μιας οικολογικής συνείδησης στους ανθρώπους και να εμπλουτιστεί το γνωστικό τους επίπεδο αναφορικά με τα προβλήματα και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ανθρώπινες κοινωνίες σχετικά με το περιβάλλον. Σε θεσμικό επίπεδο, τα Κέντρα δια βίου Μάθησης για το Περιβάλλον και την Αειφορία ανήκουν στο Ίδρυμα Νεολαίας και δια βίου Μάθησης, το οποίο βρίσκεται υπό την εποπτεία του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων (Μιχαηλίδης, 2019).

Στην Ελλάδα οι κύριοι φορείς οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την παροχή γεωργικής εκπαίδευσης, είναι το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, το Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, ο Οργανισμός Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και κατάρτισης, τα Κέντρα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης, ο Οργανισμός Απασχόλησης Εργατικού Δυναμικού και η Π.Α.Σ.Ε.Γ.Ε.Σ μέσα από το Ο.Γ.Ε.Ε.Κ.Α. «ΔΗΜΗΤΡΑ», Αμερικανική Γεωργική Σχολή Θεσσαλονίκης

Φορείς εξ αποστάσεως δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ενηλίκων

Όπως υποδεικνύεται σε μια από τις λιγότες μελέτες για τους φορείς της δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μέσω μεθόδων εξ αποστάσεως και ηλεκτρονικής μάθησης, οι ευρωπαϊκές πολιτικές ακολουθούνται με ικανοποιητικό ρυθμό. Το Ελληνικό Σχολικό Δίκτυο, το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, αλλά και προγράμματα επαγγελματικής κατάρτισης τριτοβάθμιων ιδρυμάτων και προγράμματα δημόσιων φορέων είναι από τους βασικούς φορείς που προωθούν το έργο της ηλεκτρονικής και εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Μεταξύ αυτών, ξεχωρίζουν οι σύγχρονες υποδομές ηλεκτρονικής μάθησης που διαθέτουν το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), το Εθνικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΠΑ) και το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΟΠΑ) (Kirkenidis & Andreopoulou 2015).

Όπως σημειώνεται, υπάρχει μια σημαντική αύξηση της χρήσης των εφαρμογών Διαδικτύου από τους φορείς και τα ιδρύματα που παρέχουν την εκπαίδευση και πολλοί που παρακολουθούν εξ αποστάσεως μαθήματα πάνω στη Δασοκομία έχουν εμπειρία με το Διαδίκτυο και τις νέες τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας. Ωστόσο, χρειάζεται να γίνει περαιτέρω πρόοδος ώστε να συμβαδίζει η Ελλάδα με τις χώρες της Ευρώπης όπου τα πράγματα είναι πιο εξελιγμένα (Kirkenidis & Andreopoulou 2015).

Παρά τις υφιστάμενες δυσκολίες, θεωρείται πως ο χώρος της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα έχει τη δυναμική να εξελιχθεί περισσότερο χάρη στον διεπιστημονικό και διαθεματικό χαρακτήρα των διδακτικών της αντικειμένων. Με άλλα λόγια, δάσο-περιβαλλοντική εκπαίδευση ενηλίκων παρέχει ένα γόνιμο πεδίο αλληλεπίδρασης ποικίλων τομέων που προέρχονται από το χώρο των ανθρωπολογικών, οικολογικών, οικονομικών, τεχνολογικών, κοινωνικών, νομικών και πολιτισμικών επιστημών. Για αυτό το λόγο, η αποτελεσματική εφαρμογή της στο πλαίσιο της διδασκαλίας ενηλίκων απαιτεί το σχεδιασμό προγραμμάτων που να απαντούν στον πολυδιάστατο χαρακτήρα του γνωστικού της πεδίου (Μιχαηλίδης, 2019).

Η δάσο-περιβαλλοντική εκπαίδευση στην Ελλάδα αποτελεί έναν μεταβαλλόμενο και δυναμικό χώρο που αλληλοσχετίζεται με ποικίλες επιστήμες για την επίτευξη των κεντρικών της στόχων. Οι στόχοι αυτοί συνδέονται με την διαμόρφωση πολιτών με περιβαλλοντική και οικολογική παιδεία και συνείδηση, την οικοδόμηση σχετικών στάσεων και συμπεριφορών, την ανάπτυξη δεξιοτήτων στο χώρο της δασοκομίας, της δασοπονίας και της επιστήμης του

περιβάλλοντος και την βαθύτερη επιμόρφωση των ανθρώπων ώστε μέσω της περιβαλλοντικής συνειδητοποίησης να μπορούνε μέσω μιας κριτικής ευαισθητοποίησης να προσεγγίζουν τις περιβαλλοντικές προκλήσεις (Μιχαηλίδης, 2019).

Στην παρούσα φάση, στον ελλαδικό χώρο υπάρχουν τα εν λόγω προγράμματα τα οποία γεφυρώνουν την απόσταση μεταξύ εξ αποστάσεως και δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης παρέχουν επίσης επιμορφωτικά προγράμματα τα οποία απευθύνονται σε εκπαιδευτικούς που αντιλαμβάνονται την ανάγκη να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους και τις δεξιότητες τους πάνω στο σχεδιασμό προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο σχολείο τους. Σκοπός του προγράμματος είναι παρέχει στους εκπαιδευτικούς τα κατάλληλα εφόδια όχι μόνο για την οργάνωση τέτοιων προγραμμάτων αλλά και για να μπορέσουν να μεταλαμπαδεύσουν στους μαθητές το περιβαλλοντικό ήθος και την αίσθηση της περιβαλλοντικής ευθύνης (Βασάλα, Γεωργιάδου, 2006).

Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια ένας αριθμός σημαντικών παραγόντων ασκεί επίδραση στον τρόπο που διεξάγεται η εκπαίδευση ενηλίκων. Οι παράγοντες αυτοί αφορούν τις νέες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνίας (ΤΠΕ), τη ζήτηση για νέες ικανότητες, τον αυξημένο ανταγωνισμό και βέβαια τις εξελίξεις που επιτελούνται στον τομέα της δια βίου μάθησης. Οι γρήγορες εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας έχουν οδηγήσει στην εμφάνιση νέων προτύπων μάθησης και εκπαίδευσης, τα οποία έχουν εδραιώσει περαιτέρω την έννοια της ατομικής εκπαίδευσης, όπου ο μαθητής συνεχίζει τη μάθησή του ανάλογα με τον ελεύθερο του χρόνο, τις ικανότητες τους και σύμφωνα με τις προηγούμενες εμπειρίες του. Η ηλεκτρονική μάθηση είναι ένα από αυτά τα εξελισσόμενα πρότυπα της λεγόμενης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης γενικά και της εκπαίδευσης που βασίζεται στον υπολογιστή ειδικότερα.

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στη δασοκομία-δασοπονία και το περιβάλλον είναι πιθανό να βιώσει μια σημαντική ανάπτυξη ως ένα μέσο συμπλήρωσης και ενίσχυσης της παραδοσιακής μάθησης. Αυτό σημαίνει, ότι πολύ πιθανόν και η παραδοσιακή μορφή των διαλέξεων-εργαστηρίων που αποτέλεσε το σήμα κατατεθέν της δάσο-περιβαλλοντικής εκπαίδευσης τον περασμένο αιώνα δε θα είναι η ίδια τον επόμενο αιώνα. Παρόλο που η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορεί να μην λειτουργεί για όλους τους μαθητές, το εύρος των εφαρμογών για τη διαδικτυακή μάθηση (τόσο διαδικτυακά μόνο όσο και υβριδικά μαθήματα) θα προσφέρει ευκαιρίες σε ανθρώπους που δεν εξυπηρετούνται από το τρέχον μοντέλο και θα τους παρέχει τα οφέλη της ευελιξίας στον προγραμματισμό, την τοποθεσία και το κόστος.

Abstract

Economic, professional and technological developments in the field of work have imposed a lifestyle centered on skilled work. The increase in unemployment and the development of technology promote the need to acquire competent knowledge. The lack of free time, professional and social obligations act as a barrier to obtaining a degree or training diploma, distance education comes to offer knowledge to conscious learners.

This paper focuses on the case of agricultural education and the contribution of distance education to better achieve its goals, which concern Information, Training and Counseling, Technical support and Feedback of young farmers.

Βιβλιογραφία

Andreopoulou Z., Samathrakis V., Louca S., Vlachopoulou M.(2013). *E-innovation for sustainable development of rural resources during global economic crisis*. IGI Global. USA.

Andreopoulou, Z. (2012). Green Informatics: ICT for Green and Sustainability. *Journal of Agricultural Informatics*, Vol. 3, No. 2, pp. 1-8.

Βασάλα, Π. & Γεωργιάδου, Π. (2006). Εξ αποστάσεως επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. 2^ο Συνέδριο Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αθήνα, 15-17 Δεκεμβρίου.

Βενιέρη, Α. 2011. *E-learning για την περιβαλλοντική εκπαίδευση και στρατηγικές συνεργατικής μάθησης*, Μεταπτυχιακή Εργασία. ΠΜΣ «Πληροφορική», Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς.

Chitra, A. P. Raj, M. A. 2018. E-learning. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3(Suppl. 1), S11-S13.

Eneroth, C. (2000), "E-learning for environment. Improving e-learning as a tool for cleaner production education", Licentiate Dissertation, Lund University, Lund.

Kirkenidis, I. V. Andreopoulou, S. Z. 2015. E-Learning and the aspect of students in forestry and environmental issues. *Journal of Agricultural Informatics*, Vol. 6, No. 1, 80-87.

Κυρκενίδης, Ι 2016. Σχεδιασμός και μελέτη παραμετροποιημένου συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning) στο διαδίκτυο στα πλαίσια προστασίας δασογεωργικών οικοσυστημάτων. Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ

Κόμης, Β., 2004. *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Makrakis, V. Kostoulas-Makrakis, N. (2012). Course curricular design and development of the M.Sc. programme in the field of ICT in Education for Sustainable Development. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 14(2), 5–40.

Μιχαηλίδης, Μ. Δ. 2019. Περιβαλλοντική εκπαίδευση ενηλίκων: Μια κριτική επισκόπηση των προγραμμάτων εκπαίδευσης με θέμα το νερό, τη διαχείριση και την κατανάλωση του. Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο: Πάτρα.

Ξυδιάς, Ι. Μανούσου, Ε. 2012. Η δυναμική εξέλιξη και οι προοπτικές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία στο 6ο συνέδριο της ΠΕΕΚΠΕ: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία στην Σημερινή Πραγματικότητα. Η εμπειρία του Ελληνικού Εκπαιδευτικού Συστήματος που πραγματοποιήθηκε στη Θεσσαλονίκη 20 Νοεμβρίου-2 Δεκεμβρίου 2012

Schramm, R.M., Wagner, R.J. Werner, J.M. 2004. Student perceptions of the effectiveness of web-based courses, Pamphlet distributed by Distance Education Report.

Sharma, M. 1997. Environmental education through distance education. *Educational Resources Information Center (ERIC)*. USA.

Tham, C.M. Werner, J.M. 2005. Designing and evaluating e-learning in higher education: a review and recommendations. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, Vol. 11 No. 2, pp. 15-25.

Χαλκίδης, Α. Μανδρίκας, Α. Τζήκου, Ζ. Ευθυβούλου, Χ. & Νομικού, Χ. 2009. Σχεδιάζοντας ιστοεξερευνησεις για τη διδασκαλία θεμάτων από τις Περιβαλλοντικές Επιστήμες. Τρία παραδείγματα. *Πρακτικά 1ου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, Βόλος 24-26/4/2009.

United Nations Development Programme (UNDP). 2001. *Human Development Report 2001 – Making new technologies work for human development*. New York, USA and Oxford, UK, Oxford University Press.

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΠΟΛΙΤΗ

Λαζαρίδου¹, Βασιλική; Κατσινίκας, Δημήτριος²; Λουκέρης³, Διονύσιος; Κατσινίκας, Κωνσταντίνος¹

Περίληψη

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών/τριών για την υιοθέτηση θετικών στάσεων έναντι των περιβαλλοντικών ζητημάτων, ενισχύοντας τις γνώσεις τους και τις ικανότητές τους προς τη διαμόρφωση της ταυτότητας του ενεργού πολίτη, είναι και η περιβαλλοντική εκπαίδευση. Στην παρούσα μελέτη μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση διερευνούμε τους τρόπους με τους οποίους έχει επιχειρηθεί να εισαχθεί η περιβαλλοντική εκπαίδευση στη σχολική καθημερινότητα. Τα συμπεράσματα της έρευνας, αναδεικνύουν τις δυσκολίες που έχουν εντοπισθεί για την εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο πρόγραμμα του σχολείου, αλλά και τις δυνατότητες που υπάρχουν για την περαιτέρω βελτίωση του τρόπου εισαγωγής της στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λέξεις-Κλειδιά: Περιβαλλοντική εκπαίδευση, ενεργός πολίτης, υπαίθρια εκπαίδευση, ποιότητα ζωής

Εισαγωγή

Όλες οι συζητήσεις και οι πρακτικές της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στηρίζονται σε έξι παραδειγματικές αντιλήψεις του περιβάλλοντος, η επιρροή των οποίων γίνεται αντιληπτή στις παιδαγωγικές προσεγγίσεις και πρακτικές που έχουν προταθεί ή υιοθετηθεί από εκπαιδευτικούς και συγγραφείς. Παρά το γεγονός ότι αυτές οι αντιλήψεις συνιστούν τον πυρήνα μιας συγκεκριμένης κοινωνικής αναπαράστασης, ωστόσο είναι στη βάση τους συμπληρωματικές και μπορούν να συνυπάρχουν, να συνδυάζονται, και εντοπίζονται σε πολλές και διαφορετικές συζητήσεις και πρακτικές της σύγχρονης περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Μια ολιστική διεργασία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης θα πρέπει ιδανικά να λαμβάνει υπόψη και τις έξι αυτές αντιλήψεις του περιβάλλοντος, είτε ως σύνολο μέσα από προσεκτικά εννοχρησιμοποιούμενες παρεμβάσεις, είτε ως μια ολοκληρωμένη παιδαγωγική προσέγγιση (Sauvé 1992, Λουκέρης 2000).

Η πρώτη αντίληψη, δηλαδή το περιβάλλον ως φύση αφορά στο αρχικό, «καθαρό» περιβάλλον, από το οποίο οι άνθρωποι έχουν απομακρυνθεί και με το οποίο πρέπει να ξαναμάθουν να σχετίζονται και να αλληλοεπιδρούν, ώστε να εμπλουτίσουν την ποιότητας της ζωής τους («*qualité d'être*»). Ορισμένοι θεωρούν την φύση ως έναν ναό που θα πρέπει να τον θαυμάζουν, να τον σέβονται, ενώ για άλλους είναι μια μήτρα με την οποία θα πρέπει να «ενωθούμε» ώστε να μπορέσουμε να ξαναγεννηθούμε. Για να μπορέσει να επιτευχθεί η κατάλληλη αλληλεπίδραση με τη φύση είναι απαραίτητη μια πειραματική προσέγγιση («*πώς λειτουργεί η φύση*») (Cohen 1989)

Κατά τη δεύτερη αντίληψη, το περιβάλλον ως ένας πόρος προς διαχείριση, το περιβάλλον συνιστά μια συλλογική βιοφυσική κληρονομιά που διατηρεί την ποιότητα της ζωής. Ωστόσο, οι περιορισμένοι πόροι του συνεχώς σπαταλούνται και επιδεινώνονται και η διαχείριση τους πρέπει να γίνεται με βάση τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και της δίκαιης κατανομής. Αυτή η αντίληψη του περιβάλλοντος ως πόρου συνιστά και τον σκοπό της βιώσιμης ανάπτυξης του (WCED 1988). Ορισμένες από τις διδακτικές και μαθησιακές στρατηγικές της αντίληψης αυτής αφορούν κι αυτές που σχετίζονται με την ερμηνεία των πόρων ή της κληρονομιάς σε μουσεία και πάρκα και τις ορθές χρήσεις αυτών, όπως και ο περιβαλλοντικός έλεγχος για την κατανάλωση της ενέργειας ή τη διαχείριση των αποβλήτων (Baczala 1992, Panneton 1994).

Η τρίτη αντίληψη θεωρεί το περιβάλλον ως ένα πρόβλημα προς επίλυση. Αυτή η αντίληψη αναφέρεται στο βιοφυσικό περιβάλλον που συνιστά το υποστηρικτικό σύστημα της ζωής και το οποίο κινδυνεύει λόγω της ρύπανσης και της υποβάθμισης του. Αφορά συνήθως ρεαλιστικές εκπαιδευτικές

στρατηγικές και προσεγγίσεις για την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητας και την αποκατάστασή του (Hungerford κ.α. 1992).

Η τέταρτη αντίληψη, το περιβάλλον ως τόπος διαβίωσης, αναφέρεται στο περιβάλλον της καθημερινότητας του ατόμου, στο σπίτι, την εργασία, το σχολείο, τη κοινότητα, το οποίο χαρακτηρίζεται από τα ανθρώπινα, κοινωνικοπολιτισμικά, τεχνολογικά και ιστορικά στοιχεία. Αφορά το περιβάλλον στο οποίο διαβιούμε και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να μάθουμε να το εκτιμούμε και να το φροντίζουμε. Η αντίληψη αυτή συσχετίζει την περιβαλλοντική εκπαίδευση με την ανάπτυξη της θεωρίας της καθημερινής ζωής του Vernot (1989), έχοντας ως παιδαγωγικό σκοπό τη διεργασία μεταμόρφωσης του κάθε ατόμου ώστε να μπορέσει με τη σειρά του να μεταμορφώσει το δικό του περιβάλλον. Αντίστοιχα, ο Orr (1992) υποστηρίζει μια εκπαίδευση επανένταξης, μέσα από την οποία ευνοείται η τέχνη της αρμονικής διαβίωσης εντός του χώρου μας.

Η πέμπτη αντίληψη, το περιβάλλον ως βίοςφαιρα, σχετίζεται με τις έννοιες του περιβάλλοντος όπως είναι το «Διαστημόπλοιο Γη» (Fuller 1969), ο «πεπερασμένος κόσμος» (Jacquard 1991), η «Γη-Πατρίδα» (Morin & Kern 1993) και ο αυτορρυθμιζόμενος οργανισμός της «ΓΑΙΑΣ» (Lovelock 1986). Το περιβάλλον συνιστά το αντικείμενο μιας πλανητικής συνείδησης, μέσα σε ένα κόσμο με στενή αλληλεξάρτηση των έμβιων όντων και αντικειμένων και με απαραίτητη την ύπαρξη μιας αλληλεγγύης μεταξύ όλων των ατόμων. Αυτή η έννοια του περιβάλλοντος αναδείχθηκε από το Παγκόσμιο εκπαιδευτικό κίνημα των Pike και Selby (1990) ή το εκπαιδευτικό κίνημα της Γης (CIDA, IDRC). Τα κινήματα αυτά αποσκοπούσαν στην ανάπτυξη μιας κατανόησης του πολυδιάστατου κόσμου και την ενίσχυση της αποτελεσματικής συμμετοχής στη διαχείριση και αντιμετώπιση καιρίων ζητημάτων. Κάποιες από τις διδακτικές και μαθησιακές στρατηγικές που χρησιμοποιούνται αφορούν τις μελέτες περίπτωσης που εφαρμόζονται για παγκόσμια ζητήματα ή τον έλεγχο των παραγόμενων καταναλωτικών αγαθών σε διάφορα μέρη του κόσμου (Sauvé 1992).

Τέλος, η έκτη αντίληψη, το περιβάλλον ως κοινοτικό έργο, αναφέρεται στο περιβάλλον της ανθρώπινης συλλογικότητας, ένα μέρος κοινής διαβίωσης με πολιτικό ενδιαφέρον και ως επίκεντρο κριτικής ανάλυσης. Το περιβάλλον αυτό απαιτεί την ύπαρξη αλληλεγγύης, δημοκρατίας και συλλογικής συμμετοχής με σκοπό την εξέλιξη της κοινότητας. Στην αντίληψη αυτή στηρίχτηκε η «κοινωνικά κρίσιμη περιβαλλοντική εκπαίδευση» των Robottom και Hart (1993), καθώς και τα χαρακτηριστικά της «βασικής περιβαλλοντικής εκπαίδευσης» των O'Donoghue και McNaught (1991) και Ruiz (1994). Στην ίδια γραμμή, ο Starr κ.α. (1988) προτείνουν ένα παιδαγωγικό μοντέλο για τη διεργασία έρευνας και δράσης για την επίλυση των προβλημάτων της κοινότητας. Αντίστοιχα, η στρατηγική του Φόρουμ Περιβαλλοντικών Ζητημάτων (Environmental Issue Forum's strategy) (NAAEE 1993) συνιστά ένα κάλεσμα για τους πολίτες, ως μέλη μιας κοινότητας, για τη μελέτη και συζήτηση συγκεκριμένων προβλημάτων, ώστε να καταστούν ικανοί να αναγνωρίζουν τα στοιχεία συναίνεσης τα οποία θα οδηγήσουν στον εντοπισμό, την επιλογή και την εφαρμογή των κατάλληλων λύσεων.

Υλικά και μέθοδοι

Αξιοποιώντας τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία και κυρίως τα διεθνή επιστημονικά περιοδικά και χρησιμοποιώντας ως μέθοδο τη βιβλιογραφική ανασκόπηση μέσα από ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων και ειδικότερα αυτών Google scholar και το Researchgate, με χρήση λέξεων-κλειδιών environmental education, outdoor education, quality of life, προσπαθήσαμε να διερευνήσουμε τον τρόπο της συμβολής της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην ανάπτυξη του ενεργού πολίτη. Συγκεκριμένα, αναζητήθηκαν άρθρα, δημοσιεύσεις και πρακτικά συνεδρίων σε διεθνείς βάσεις δεδομένων, σε συνδυασμό με την εμπειρία και τις έρευνες και εργασίες των συγγραφέων.

Τα κριτήρια που ακολουθήθηκαν για την επιλογή του υλικού ήταν: α) Η γλώσσα δημοσίευσης. Επιλέχθηκαν άρθρα/βιβλία δημοσιευμένα στην αγγλική και ελληνική γλώσσα. β) Η επιλογή των άρθρων/βιβλίων προερχόταν από διεθνή επιστημονικά περιοδικά και βιβλία διεθνούς αναγνώρισης. γ) Δεν συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα εκείνα τα κείμενα που απαιτούνταν οικονομική συνδρομή για την ανάκτησή τους. Κατά συνέπεια η έρευνα περιορίζεται ως προς αυτό το σημείο.

Αποτελέσματα

Υπάρχουν πολλές συζητήσεις σε σχέση με την αντιστοιχία ή μη μεταξύ της ρητορικής και της υλοποίησης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, καθώς όπως φαίνεται συνιστά ένα δύσκολο, πολυπαραγοντικό και περίπλοκο ζήτημα.

Σύμφωνα με τον Stevenson (1987), υπάρχουν μια σειρά από σημαντικές αντιφάσεις μεταξύ της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και της ίδιας της εκπαίδευσης. Όπως περιγράφει, η ρητορική της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης “επικεντρώνεται στη βελτίωση της ποιότητας ζωής όλης της ανθρωπότητας στον πλανήτη μας βρίσκοντας τρόπους για να διασφαλίσει ότι κανένα έθνος δεν θα πρέπει να αναπτυχθεί εις βάρος άλλου έθνους και ότι η κατανάλωση κανενός ατόμου δεν θα πρέπει να αυξηθεί εις βάρος άλλων ατόμων” (Stevenson 1987).

Οι περιορισμοί που υπάρχουν μεταξύ της θεωρίας και της πρακτικής της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: α) περιορισμοί που υπάρχουν στο υποστηρικτικό υλικό μάθησης, β) περιορισμοί που σχετίζονται με την υποστήριξη της ενεργούς περιβαλλοντικής μάθησης και γ) περιορισμοί της συνάφειας και του περιεχομένου της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Στην πρώτη κατηγορία, διαπιστώνεται έλλειψη καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας από την πλευρά των εκπαιδευτικών, απουσία πόρων, τόσο οικονομικών, όσο και εκπαιδευτικών, έλλειψη επαρκούς υποστήριξης, καθώς και σχεδιασμός της εκπαιδευτικής περιβαλλοντικής πολιτικής, από άτομα που δεν έχουν ουσιαστική εμπειρία στις εκπαιδευτικές δομές. (Hasasn & Ismail 2011, Khan 2015, Waite & Passy 2016, Spence κ.α. 2013).

Στη δεύτερη κατηγορία, οι περιορισμοί που σχετίζονται με την υποστήριξη ενεργούς εκπαιδευτικής πολιτικής, έχουν να κάνουν με τις ελλειπείς γνώσεις των εκπαιδευτικών, τις στάσεις και πεποιθήσεις τους και την υποστήριξη της διδασκαλίας τους από το σχολείο και το εκπαιδευτικό σύστημα σε σχέση με την περιβαλλοντική εκπαίδευση. (Stamou 2004, Dhull & Verma 2017, Molosiwa 2010, Kincy κ.α. 2016).

Στην τρίτη κατηγορία, διαπιστώνεται ένας από τους σημαντικούς περιορισμούς μεταξύ της θεωρίας και της πρακτικής της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, και που είναι το βάθος της κάλυψης ή η πρωταρχική θέση της διδασκαλίας της σε ένα αντικείμενο του προγράμματος σπουδών. Σύμφωνα με την πολιτική και τις κατευθυντήριες γραμμές της περιβαλλοντικής διδασκαλίας και μάθησης, η περιβαλλοντική εκπαίδευση συνιστά μια διεπιστημονική και ολιστική προσέγγιση. Ωστόσο, στην πραγματικότητα, υπάρχει μια έντονη έμφαση στην οριοθέτηση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης εντός ενός επιστημονικού τομέα. (Palmer 1998, Blatt 2015, Ruether 2018).

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν τις πολλές δυσκολίες που συναντά η εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο σχολικό πρόγραμμα, είτε ως ανεξάρτητο γνωστικό αντικείμενο, είτε ως αντικείμενο που ενσωματώνεται διεπιστημονικά στα υπόλοιπα μαθήματα, δυσκολίες που αποτελούν κοινό τόπο σε διαφορετικές χώρες και διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα. Η απουσία των κατάλληλων γνώσεων και δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών σε περιβαλλοντικά ζητήματα, τόσο στις βασικές τους σπουδές, όσο και στο πλαίσιο επιμορφωτικών προγραμμάτων, αποτελούν ένα καίριο ζήτημα που αναδεικνύει την ανάγκη για μία αναδιαμορφωμένη εκπαιδευτική πολιτική σε θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. (Desjean-Perrotta, Moseley και Cantu 2008, Kim και Fortner 2006, Zak και Munson 2008). Στην κατεύθυνση αυτή προτείνεται ένας ανασχεδιασμός που θα συμπεριλαμβάνει, μεταξύ άλλων: α) την αναθεώρηση των προπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών των σχολών, των οποίων οι απόφοιτοι οδηγούνται στην εκπαίδευση, με τη συστηματική εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, έτσι ώστε οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί να διαθέτουν ένα πλαίσιο δεξιοτήτων, ικανοτήτων και γνώσεων για να μπορούν να ανταποκριθούν στους πολυποικίλους ρόλους που θα κληθούν να αναλάβουν στην εκπαίδευση, β) τη δημιουργία ενός σταθερού πλαισίου συνεχούς και συστηματικής κατάρτισης και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών που ήδη υπηρετούν στις διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης σε θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, με στόχο την υιοθέτηση και εφαρμογή νέων διδακτικών πρακτικών που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, γ) την εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μέσα από πρακτικές βιωσιμότητας σε όλους τους τύπους των σχολικών μονάδων και τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, υιοθετώντας τις κατάλληλες μεθόδους που θα ανταποκρίνονται στα διαφορετικά πολιτισμικά υπόβαθρα και ανάγκες όλων των μαθητών, ιδιαίτερα δε στους τύπους μονάδων ειδικής αγωγής όπου και έχουν εντοπιστεί επιπλέον δυσκολίες που σχετίζονται με τα προβλήματα μετακίνησης, κινητικότητας και υγείας των παιδιών (Κατσινίκας κ.α 2021, Κατσινίκας και Προφήτης 2023). και δ) την υιοθέτηση και εφαρμογή διαδικασιών αξιολόγησης με στόχο τη συστηματική παρακολούθηση της εφαρμογής και ανάπτυξης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στις σχολικές

μονάδες, την ανατροφοδότηση, τον αναστοχασμό, τον επανασχεδιασμό και την περαιτέρω βελτίωσή της. (Clark 2013).

Σε παρακαλώ, να προσέξεις γενικότερα την μορφολογική διαμόρφωση όλης της εργασίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Επίσης, φρόντισε για την καλύτερη διατύπωση των εννοιών και αν χρειάζεται σε μικρότερες προτάσεις.

Βιβλιογραφία

Baczala, K. 1992. *Environmental audit. Toward a school policy for environmental education*. Wolverhampton University, West Midlands: North American Association for Environmental Education.

Blatt, E. N. 2015. An investigation of the goals for an environmental science course: Teacher and student perspectives. *Environmental Education Research*, 21(5), 710-733. doi:10.1080/13504622.2014.918935.

Clark, K.E. 2013. Ecological Intelligence and Sustainability Education in Special Education. Sustainability Education. *MULTICULTURAL EDUCATION*, 38-45.

Cohen, M. 1989. *Connecting with nature, creating moments that let earth teach*. Eugene, Oregon: Michael Cohen, World Peace University.

Desjean-Perrotta, B., Moseley, C., & Cantu, L. E. (2008). Preservice teacher's perceptions of the environment: Does ethnicity or dominant residential experience matter? *The Journal of Environmental Education*, 39 (2), 21-31.

Dhull, P., & Verma, G. 2017. Environmental education in teacher education and challenges. *International Journal of Academic Research and Development*, 2(5), 84-87.

Fuller, B. 1969. *Operating Manual For Spaceship Earth*. Carbondale: Southern Illinois University Press.

Hassan, A., & Ismail, M. 2011. The infusion of environmental education (EE) in chemistry teaching and student's awareness and attitudes towards environment in Malaysia. *Procedia- Social and Behavioural sciences*, 15, 3404 – 3409.

Hungerford, H., Lintherland, R. A., Peyton R. B., Ramsey J. M., & Volk T. L. 1996. *Investigating and evaluating environmental issues and actions: Skill development program* (Teacher Ed.). Champaign, IL: Stipes Publishing, L.L.C.

Jacquard, A. 1991. *Voici le temps d'un monde fini*. Paris: Seuil.

Κατσινίκας, Κ., Λαζαρίδου, Β., Τζώρτζης, Α., Ελευθεριάδης, Α. 2021. Η σχολική αυλή ως πεδίο δράσης Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες μέσω της χρήσης κατάλληλων φυτικών ειδών, στο: Τσιάρας, Στ., Χαβενετίδου, Μ., Σπανός, Ι., Ζάγκας, Θ., Γαϊτάνης, Δ., Κουλουκούρας, Η. (επιμ.). *Πρακτικά 20ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Σύγχρονες Προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος*, 200 χρόνια μετά την Επανάσταση του 21, Τρίκαλα 3-6 Οκτωβρίου 2021, σελ.780-787. <https://www.forestry.gr/assets/images/20praktika-2.pdf>

Κατσινίκας, Κ., Προφήτης, Στ. 2023. Η εισαγωγή της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολικό πρόγραμμα, στο: Ανδρεοπούλου, Ζ. Γήτας, Ι., Διαμαντοπούλου, Μ., Νάνος, Ν. Ταμπάκης, Σ. (επιμ.) *Σχεδιασμός και ανάπτυξη φυσικών πόρων*, Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ., σ.136-147.

Khan, S. 2015. Environmental education: An Indian perspective. *Res J Chem Sci.*, 5(1), 1-6.

Kim, C., & Fortner, R. W. 2006. Issue-specific barriers to addressing environmental issues in the classroom: An exploratory study. *J. Environ. Educ.*, 37 (3), 15-22.

Kincy, K., Furhman, N.E., Navarro, M., & Knauff, D. (2016). Predicting teacher likelihood to use school gardens: A case study. *Appl. Environ. Educ. Commun.*, 15(2), 138-149.

Λουκέρης, Δ. 2000. *Το μάθημα της Μελέτης του Περιβάλλοντος υπό το πρίσμα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*. Διδακτορική διατριβή, ΕΚΠΑ, Φιλοσοφική Σχολή, Τμήμα ΦΠΨ. Αθήνα.

Lovelock, J. 1986. Gaia: the world as a living organism. *New Scientist*, 18, (12), 25-28.

Molosiva, A. 2010. The extent to which teachers infuse and integrate emerging issues in some selected subjects at senior secondary level schools in Botswana. *Procedia Social and Behavioural Sciences*, 9, 943-947.

Morin, E. & Kern, B. 1993. *Terre-Patrie*. Paris: Seuil.

- NAAEE. 2004. *Guidelines for the Preparation & Professional Development of Environmental Educators*. NAAEE Publications and Membership Office, Rock 92 Spring: GA.
- O' Donoghue, R.B. & McNaught, C. 1991. Environmental education: The development of a curriculum through “grass-roots” reconstructive action. *Int. J. Sci. Educ*, 13(4), 391-404.
- Orr, D. 1992. *Ecological literacy, education and the transition to a postmodern world*. New York: State of New York Press.
- Palmer, J. A. 1998. *Environmental education in the 21st century: theory, Practice, Progress and Promise*. London: Routledge.
- Panneton, F. 1994. *Formation relative à l' environnement: Design de formation d'un module de formation en gestion environnementale intégrée à l' intention des décideurs de la PME*. Rapport de recherche, Maîtrise en sciences de l'environnement sous la direction de Lucie Sauvé, Université du Québec à Montréal.
- Pike G. & Selby, D. 1990. *Global teacher, global learner*. Toronto: Hodder and Stoughton.
- Robottom, I. & Hart, P. 1993. *Research in Environmental Education*. Geelong, Australia: Deakin University Press.
- Ruether, S. 2018. *Barriers to Teachers' Use of Environmentally-Based Education in Outdoor Classrooms*. Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Education Walden University.
- Ruiz, J. R. 1994. Grass-roots education and the environmental dimension of development. *Environmental Training, Newsletter of the Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean*, 5(11), 10-13.
- Sauvé, L. 1992. Environmental Education and Sustainable Development: A Further Appraisal. *Canadian Journal of Environmental Education*, 1, 7-34.
- Stapp, W. 1969. The concept of environmental education. *Journal of Environmental Education* 1 (1), 33-35.
- Spence, E., Wright, T., & Castleden, H. 2013. Present, absent, or tardy? A study of barriers, bridges, and beliefs concerning environmental education among a cohort of sixth grade teachers in nova scotia. *Appl. Environ. Educ. Commun.*, 12(3), 197-206.
- Stamou, M. 2007. *Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: an exploration of their environmental knowledge and images of nature*. Wiley Periodicals, Inc. *Sci Ed.*, 91, 244- 259.
- Stevenson, R. B. 1987. Schooling and environmental sustainability education: From discourses of policy and practice to discourses of professional learning. *Environmental Education Research*, 13 (2), 265 – 283.
- Vernot, A. 1989. Construcción de la nueva pedagogía, *Ecológica*, 3, 13-15.
- Waite, S., & Pratt, N. 2016. Theoretical perspectives on learning outside the classroom: relationships between learning and place. *Children Learning Outside the Classroom*, 1-34.
- WCED. 1988. *Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press, Oxford, England.
- Zak, K. M., & Munson, B. H. 2008. An exploratory study of elementary preservice teachers' understanding of ecology using concept maps. *The Journal of Environmental Education*, 39 (3), 32-46.

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

**Η ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ
ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ - Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ
ΜΕΤΑΠΥΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.**

Μπαλιούσης, Ευάγγελος

Διόνυσος Αττικής, Γορτυνίας 2, 14569, ebaliousis@sch.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η βιοποικιλότητα καμένων εκτάσεων στον Κάλαμο και στον Βαρνάβα της ΒΑ Αττικής μετά την πυρκαγιά που εκδηλώθηκε τον Αύγουστο του 2017. Η φυσική αναγέννηση τόσο της *Pinus halepensis* Mill. όσο και των υπολοίπων ειδών που διαμορφώνουν τη φυσιογνωμία της βλάστησης της περιοχής κρίνεται ικανοποιητική. Το γεγονός αποδίδεται κυρίως στις καλές κλιματοεδαφικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Καταγράφηκαν μεταξύ άλλων 218 φυτικά taxa και δεκάδες είδη πουλιών. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων υπογραμμίζουν τον έντονο Μεσογειακό χαρακτήρα της περιοχής. Το μεταπυρικό τοπίο προσφέρεται για την ανάπτυξη πλήθους εκπαιδευτικών δράσεων και προγραμμάτων που ως βασικό τους χαρακτηριστικό έχουν την διεπιστημονική και διαθεματική προσέγγιση.

Λέξεις κλειδιά: Πυρκαγιές, βιοποικιλότητα, φυσική αναγέννηση, Αττική, εκπαίδευση.

Εισαγωγή

Η Βορειοανατολική Αττική παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη μελέτη φαινομένων σχετικών με την πυροοικολογία διότι έχει πληγεί με ιδιαίτερα υψηλή συχνότητα από πυρκαγιές και θεωρείται ως μία από τις πιο πυρόπληκτες περιοχές της Ελλάδας. Σημαντικός αριθμός φυτοκοινοτήτων που απαντώνται σε αυτή την περιοχή μπορούν να χαρακτηριστούν ως μεταπυρικές. Πολυάριθμες είναι οι σχετικές έρευνες στον ελληνικό χώρο που αφορούν τη δυναμική της βλάστησης και τη μεταπυρική αναγέννηση και διαδοχή τόσο σε φρυγανικά οικοσυστήματα (Αριανούτσου 1979) όσο και σε άλλους τύπους βλάστησης κυρίως σε δάση διαφόρων ειδών Πεύκης (Τσιτσώνη 1991, Δασκαλάκου 1996, Βέρροιος 2002, Καζάνης 2005, Χριστοπούλου 2014). Αφορμή για την παρούσα μελέτη αποτέλεσε η μεγάλη πυρκαγιά που εκδηλώθηκε στις 13 Αυγούστου 2017 και έπληξε κυρίως τις περιοχές του Καλάμου και του Βαρνάβα. Σύμφωνα με στοιχεία του Πυροσβεστικού Σώματος (fireservice.gr) η πυρκαγιά έπληξε περιοχή συνολικής έκτασης 20500 στρεμμάτων (5000 στρέμματα δάση, 15000 στρέμματα δασική έκταση και 500 στρέμματα γεωργικών εκτάσεων).

Στο δυτικό τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής, κυρίως στον άξονα Καπανδριτίου-Καλάμου επικρατούν μεταλλικοί σχηματισμοί ενώ στο ανατολικό, κυρίως προς την περιοχή του Βαρνάβα συναντάμε μεταμορφωμένα πετρώματα, κυρίως σχιστόλιθους και μάρμαρα (Λόζιος 1993). Η εξεταζόμενη περιοχή βρίσκεται βόρεια του Πεντελικού όρους, μιας άλλης πυρόπληκτης περιοχής της Αττικής, η οποία έχει μελετηθεί διεξοδικά (Μπαλιούσης 2011).

Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με το πώς επηρεάζουν η συχνότητα και η ένταση των πυρκαγιών τη χλωριδική ποικιλότητα, την παρουσία ενδημικών και σπάνιων φυτικών taxa και την ταχύτητα ανάκαμψης των οικοσυστημάτων σε συνδυασμό με άλλους οικολογικούς παράγοντες όπως το κλίμα, το γεωλογικό υπόστρωμα, οι εδαφικές συνθήκες, οι ανθρωπογενείς επιδράσεις κ.ά. Ειδικότερα δόθηκε έμφαση στην καταγραφή της μεταπυρικής συμπεριφοράς του συνόλου των φυτικών taxa που συμμετέχουν στη σύνθεση των μονάδων βλάστησης που διακρίθηκαν στην περιοχή και στο πώς ανταποκρίνονται σε περιπτώσεις διαδοχικών πυρκαγιών ανάμεσα στις οποίες μεσολαβεί μικρό σχετικά χρονικό διάστημα. Καταβλήθηκε προσπάθεια η μελέτη να συμπεριλάβει τις περισσότερες μονάδες βλάστησης που διακρίθηκαν στην περιοχή από τα κατώτερα έως τα ανώτερα τμήματά της. Στη μελέτη περιλαμβάνεται και η καταγραφή της ορνιθοπανίδας της περιοχής. Απώτερος σκοπός είναι η

αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης που έχει αποκτηθεί στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού και δράσεων που αφορούν όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Υλικά και μέθοδοι

Πραγματοποιήθηκε πολυήμερη εργασία πεδίου κυρίως κατά τα έτη 2018 και 2019. Για την καταγραφή φυτοκοινωνιολογικών δεδομένων ακολουθήθηκε η φυτοκοινωνιολογική μέθοδος Braun-Blanquet (1964). Καταγραφές πραγματοποιήθηκαν σε διάφορους τύπους οικοτόπων έτσι ώστε να αποκτηθεί πληρέστερη εικόνα της βιοποικιλότητας και της μεταπυρικής συμπεριφοράς του συνόλου σχεδόν των φυτικών taxa που φύονται στην εξεταζόμενη περιοχή. Η εκτίμηση της επίδρασης της συχνότητας ήταν εφικτή κυρίως σε τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής στον Βαρνάβα όπου επιπλέον είχε πληγεί σχετικά πρόσφατα από τη μεγάλη πυρκαγιά του 2009. Σε θέσεις όπου η ένταση της πυρκαγιάς ήταν μικρή επηρεάστηκε κυρίως το κατώτερο τμήμα της βλάστησης. Η πλειονότητα των ειδών που συγκροτούσαν τον θαμνώδη και δενδρώδη όροφο παρέμειναν ζωντανά. Θέσεις με μεγάλη ένταση πυρκαγιάς χαρακτηρίζονται από την ολοσχερή καταστροφή της βλάστησης από την οποία έχουν απομείνει μόνο τα μεγάλων διαστάσεων ξυλώδη τμήματα. Ανάμεσα σε αυτές τις ακραίες καταστάσεις διακρίθηκαν και αρκετές ενδιάμεσες οι οποίες χαρακτηρίζονται, λιγότερο ή περισσότερο, από την παρουσία νεκρών φύλλων κυρίως του είδους *Pinus halepensis*. Πραγματοποιήθηκε παρατήρηση και καταγραφή της ορνιθοπανίδας της περιοχής. Για τον προσδιορισμό των πουλιών χρησιμοποιήθηκε ο οδηγός «Τα πουλιά της Ελλάδας της Κύπρου & της Ευρώπης» (Svensson κ.α. 2015). Πραγματοποιήθηκε επίσης, καταγραφή πλήθους βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων. Η ονοματολογία των φυτικών taxa όπως και οι χωρολογικές ενότητες που χρησιμοποιήθηκαν στη χλωριδική ανάλυση είναι σύμφωνα με τους Dimopoulos κ.α. (2013). Η εφαρμογή της γνώσης που αποκτήθηκε από την παρούσα αλλά και από προηγούμενες έρευνες έγινε σε εκπαιδευτικές δράσεις που συμμετείχαν μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και σε επιμορφωτικά σεμινάρια που απευθύνονταν σε εκπαιδευτικούς.

Αποτελέσματα

Στις καμένες περιοχές που εξετάστηκαν καταγράφηκε η μεταπυρική συμπεριφορά 218 φυτικών taxa σε δειγματοληπτικές επιφάνειες με ποικίλα χαρακτηριστικά. Ανάμεσα σε αυτά καταγράφηκαν και ελληνικά ενδημικά όπως τα ακόλουθα: *Centaurea raphanina* Sm. subsp. *mixta* (DC.) Runemark, *Crepis neglecta* L. subsp. *graeca* (Vierh.) Rech. f., *Scorzonera crocifolia* Sm., *Erysimum graecum* Boiss. & Heldr., *Silene pentelica* Boiss., *Onobrychis ebenoides* Boiss. & Spruner. Οι πλουσιότερες σε αριθμό taxa οικογένειες είναι κατά σειρά: *Fabaceae* (50), *Asteraceae* (27), *Poaceae* (15), *Lamiaceae* (11), *Brassicaceae* (9), *Apiaceae* (8), *Caryophyllaceae* (8), *Rubiaceae* (7) και *Cistaceae* (6).

Από την ανάλυση του χωρολογικού φάσματος (Πίνακας 1) προκύπτει ότι η μεσογειακή χωρολογική ομάδα υπερέχει σαφώς όλων των άλλων με ποσοστό 69,3 %. Τα στοιχεία αυτά υπογραμμίζουν τον έντονο μεσογειακό χαρακτήρα της περιοχής. Το ποσοστό των ελληνικών ενδημικών είναι σχετικά μικρό (2,7 %). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στον τύπο των οικοτόπων που εξετάστηκαν (π.χ. απουσίαζαν απόκρημνοι ασβεστολιθικοί βράχοι που ως γνωστό φιλοξενούν σημαντικό αριθμό ελληνικών ενδημικών taxa) και στο γεγονός ότι η περιοχή έχει χαμηλό κατά κανόνα υψόμετρο.

Η ένταση της πυρκαγιάς σε μεγάλο τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί από μικρή έως μέτρια ειδικότερα στην περιοχή μεταξύ Καπανδριτίου και Καλάμου. Στην προαναφερόμενη περιοχή έχουν επιβιώσει και μικρές συστάδες ή μεμονωμένα άτομα *Pinus halepensis*.

Στο δυτικό τμήμα της καμένης περιοχής επικρατούν καλές εδαφικές συνθήκες που ευνοούσαν την ανάπτυξη πυκνών δασικών σχηματισμών *Pinus halepensis* και πυκνής Μακκίας. Οι συνθήκες αυτές ευνοούν την ταχεία επανάκαμψη των οικοσυστημάτων μετά την πυρκαγιά. Αντίθετα στην περιοχή του Βαρνάβα υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλία ποιότητας τόπων και συχνά τα εδάφη είναι αβαθή. Σε θέσεις με εντονότερη διάβρωση εμφανίζεται συχνά στην επιφάνεια το μητρικό πέτρωμα.

Ανατολικά του οικισμού του Καλάμου στην ευρύτερη περιοχή της Αγκώνας ο θαμνώδης όροφος χαρακτηρίζεται από τα εξής taxa: *Quercus coccifera* L., *Arbutus unedo* L., *Olea europaea* L. subsp. *europaea*, *Pistacia lentiscus* L. και *Pistacia terebinthus* L. subsp. *terebinthus*. Στην

περιοχή μεταξύ Καπανδριτίου και Καλάμου ο θαμνώδης όροφος συγκροτείται από *Arbutus unedo*, *Arbutus andrachne* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Pistacia terebinthus* subsp. *terebinthus*, *Pistacia lentiscus*, *Crataegus monogyna* Jacq. και *Quercus coccifera*. Στην περιοχή του Βαρνάβα κυριαρχεί απόλυτα η *Quercus coccifera*. Ακολουθούν με μικρότερη συχνότητα και πληθοκάλυψη τα εξής taxa: *Arbutus unedo*, *Arbutus andrachne*, *Olea europaea* subsp. *europaea*, *Pistacia terebinthus* subsp. *terebinthus* και *Erica arborea* L. Το τελευταίο είδος αποκλειστικά σε σχιστολιθικό υπόστρωμα. Σε θέσεις με υψηλότερη υγρασία απαντάται και η *Quercus ilex* L.

Όλα τα προαναφερόμενα taxa που συμμετέχουν στη σύνθεση του θαμνώδη ορόφου σε όλη την εξεταζόμενη περιοχή αναβλάστησαν έντονα μετά την πυρκαγιά και ιδιαίτερα κατά το πρώτο μεταπυρικό έτος. Έτσι, στο δεύτερο μεταπυρικό έτος είχαν ανακτήσει σημαντικό ποσοστό της αρχικής τους βιομάζας.

Σημαντική πληθοκάλυψη και συχνότητα στην εξεταζόμενη περιοχή έχουν και taxa της οικογένειας *Cistaceae* και ειδικότερα τα *Cistus creticus* L. s.l. και *Cistus salvifolius* L..

Ο ποώδης όροφος των μεταπυρικών φυτοκοινοτήτων που αναπτύσσονται στην περιοχή είναι συχνά ιδιαίτερα πλούσιος σε αριθμό taxa. Ανάμεσα στα πιο χαρακτηριστικά αναφέρονται ενδεικτικά τα εξής: *Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv., *Fumaria petteri* Rchb. subsp. *petteri*, *Anagallis arvensis* L., *Convolvulus elegantissimus* Mill., *Hypochaeris achyrophorus* L., *Crepis neglecta* L. subsp. *graeca* (Vierh.) Rech. f., *Aira elegans* Roem. & Schult., *Poa bulbosa* L., *Alkanna tinctoria* Tausch subsp. *tinctoria*. Κατά τόπους πολύ συχνή είναι η παρουσία των *Lotus ornithopodioides* L., *Allium subhirsutum* L. subsp. *subhirsutum*, *Bupleurum trichopodium* Boiss. & Spruner, *Trifolium stellatum* L., *Trifolium arvense* L., *Trifolium campestre* Schreb. και *Trifolium boissieri* Guss. Σε πρώην πυκνά δάση *Pinus halepensis* εντυπωσιακή είναι συχνά η παρουσία των taxa *Geranium purpureum* Vill. και *Crepis fraasii* Sch. Bip. subsp. *fraasii*. Περιστασιακά και σε σχιστολιθικό υπόστρωμα εμφανίζεται και το ελληνικό ενδημικό *Silene pentelica* Boiss.

Οι μεγαλύτερες τιμές χλωριδικής ποικιλότητας καταγράφηκαν σε καμένους ανοικτούς θαμνώνες και οι μικρότερες σε καμένα πυκνά δάση *Pinus halepensis*. Στα καμένα δάση *Pinus halepensis* ο δείκτης φυσικής αναγέννησης δηλαδή ο μέσος αριθμός νεαρών ατόμων ανά τετραγωνικό μέτρο κυμαίνεται από 1 έως 20. Εντυπωσιακή ήταν η φυσική αναγέννηση σε περιοχές με ήπια σχετικά ένταση πυρκαγιάς όπου το έδαφος καλύπτονταν από αρκετές ξερές πευκοβελόνες.

Πίνακας 1. Χωρολογικό φάσμα της χλωρίδας της εξεταζόμενης περιοχής.

Table 1. Chorological spectrum of the flora of the investigated area.

Χωρολογική ενότητα	Αριθμός taxa	%	% όλων των taxa της Ελλάδας (Dimopoulos & al. 2013)
1. Widespread taxa	51	23.4	24.5
European (Eu)	0	0	4.3
European-SW Asian (EA)	25	11.4	9.9
Euro-Siberian (ES)	1	0.5	3.5
Paleotemperate (Pt)	15	6.9	2.0
Circumtemperate (Ct)	3	1.4	1.0
Irano-Turanian (IT)	0	0	0.2
Saharo-Sindian (SS)	0	0	0.2
Subtropical-Tropical (ST)	1	0.5	0.6
(Circum-)Boreal (Bo)	0	0	0.8
Arctic-Alpine (AA)	0	0	0.4
Cosmopolitan (Co)	6	2.7	1.5
2. Mediterranean taxa	151	69.3	33.1
E Mediterranean (EM)	18	8.2	9.2
Mediterranean (Me)	100	45.9	14.3
Mediterranean-Atlantic (MA)	2	0.9	1.0
Mediterranean-European (ME)	16	7.4	5.1
Mediterranean-SW Asian (MS)	15	6.9	3.5
3. Balkan taxa	7	3.2	16.4
Balkan (Bk)	1	0.5	9.8
Balkan-Italian (BI)	3	1.4	1.8
Balkan-C European (BC)	0	0	1.3
Balkan-Anatolian (BA)	3	1.4	3.5
4. Endemic taxa	6	2.7	22.2

5. Alien taxa	3	1.4	3.8
---------------	---	-----	-----

Στην περιοχή έρευνας καταγράφηκαν και δεκάδες είδη πουλιών ειδικότερα σε περιοχές που γειτνιάζουν με οικισμούς. Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής: *Buteo buteo*, *Falco tinnunculus*, *Fringilla coelebs*, *Turdus merula*, *Erithacus rubecula*, *Sylvia melanocephala* κ.ά. Σημαντική είναι και η παρουσία των κορακοειδών *Pica pica*, *Corvus cornix* και *Garrulus glandarius*.

Η γειτνίαση της περιοχής με το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της Ελλάδας και η εύκολη προσβασιμότητά της την καθιστούν ιδανικό πεδίο υλοποίησης εκπαιδευτικών δράσεων βιωματικού χαρακτήρα. Ως γνωστό η βιωματική αποτελεί μάθηση υψηλής αξίας. Οι εκπαιδευόμενοι μέσω της ανάπτυξης δράσεων σε μεταπτυχιακά τοπία ή εκπαιδευτικών προγραμμάτων που έχουν ως θεματολογία τις πυρκαγιές επιδιώκεται:

- Να διαπιστώσουν ότι η ποικιλομορφία αποτελεί βασικό στοιχείο των οργανισμών και των οικοσυστημάτων.
- Να παρατηρήσουν τη φυσική αναγέννηση ενός καμένου οικοσυστήματος και τους μηχανισμούς με τους οποίους αυτή επιτυγχάνεται. Εν γένει να γνωρίσουν τους προσαρμοστικούς μηχανισμούς που διαθέτουν οι οργανισμοί σε μεσογειακά οικοσυστήματα.
- Να διαπιστώσουν ότι τα οικοσυστήματα που περιβάλλουν το πολεοδομικό συγκρότημα των Αθηνών έχουν ιδιαίτερα υψηλή βιοποικιλότητα εκτός από αισθητική αξία.
- Να διαπιστώσουν ότι υπό προϋποθέσεις τα φυσικά οικοσυστήματα έχουν τη δυνατότητα να επανακάμψουν-αναγεννηθούν μετά από μια πυρκαγιά χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και χωρίς οικονομικό κόστος.
- Να διαπιστώσουν στο πεδίο τη γεωλογική ποικιλότητα της Αττικής.
- Να εξοικειωθούν με την έρευνα πεδίου και τη συγκέντρωση στοιχείων μέσα από μετρήσεις που διεξάγονται σε αυτό.
- Να ανακαλύψουν ορισμένες από τις εφαρμογές και τη χρησιμότητα των Μαθηματικών της Χημείας και της Γεωλογίας στην επιστήμη της Βιολογίας και την αξία της διεπιστημονικής προσέγγισης ενός θέματος.
- Να θεωρούν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας ως βασική αρχή και αναπόσπαστο τμήμα κάθε μελλοντικού αναπτυξιακού σχεδίου που αφορά την περιοχή τους αλλά και ευρύτερα τη χώρα τους.
- Να αντιληφθούν την ποικιλότητα μέσα στους οργανισμούς που ανήκουν στο ίδιο είδος και ορισμένα από τα πρότυπα που την περιγράφουν.
- Να αντιληφθούν τη σημασία κοινών αείφυλλων σκληρόφυλλων φυτικών ειδών όπως το πουρνάρι, στη διαμόρφωση της φυσιογνωμίας των μεσογειακών οικοσυστημάτων αλλά και για τον άνθρωπο (αισθητική αναβάθμιση, προσφορά οξυγόνου).
- Να αναπτύξουν περιβαλλοντική συνείδηση.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Σε θέσεις όπου η ένταση της πυρκαγιάς ήταν σχετικά μικρή έως μέτρια η αναγέννηση της *Pinus halepensis* είναι καλύτερη και συχνά εντυπωσιακή συγκριτικά με περιοχές που επλήγησαν με μεγάλη ένταση. Το σύνολο των taxa που συγκροτούσαν τον θαμνώδη όροφο αναβλάστησαν έντονα μετά την πυρκαγιά. Πλήθος ειδών συγκροτούν τον ποώδη όροφο. Επομένως, από τα έως τώρα δεδομένα η φυσική αναγέννηση είναι ικανοποιητική, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί και στις ευνοϊκές κλιματοεδαφικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτή την περιοχή της Αττικής. Αυτό ισχύει και στην περίπτωση του Βαρνάβα με εξαίρεση ορισμένα τμήματα της περιοχής αυτής όπου η συχνότητα των πυρκαγιών είναι μεγαλύτερη. Στην τελευταία περίπτωση η φυσική αναγέννηση της *Pinus halepensis* έχει επηρεαστεί αρνητικά χωρίς όμως αυτό να έχει ευρείας έκτασης συνέπειες στην αρχική φυσιογνωμία της βλάστησης. Για το λόγο αυτό δεν χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση στη διαδικασία αυτή. Σύντομα αναμένεται να αποκατασταθεί η αρχική φυσιογνωμία της βλάστησης στο σύνολο σχεδόν της περιοχής που εξετάστηκε.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της χλωρίδας υπογραμμίζουν τον έντονο μεσογειακό χαρακτήρα της εξεταζόμενης περιοχής γεγονός που σχετίζεται με τους προσαρμοστικούς μηχανισμούς που διαθέτουν τα μεσογειακά γεωστοιχεία προκειμένου να ανταπεξέρχονται στο

φαινόμενο της πυρκαγιάς. Ο ρόλος της φωτιάς στην εξέλιξη της βλάστησης της Μεσογείου έχει επισημανθεί από τον Naveh (1991).

Μέσω της ανάπτυξης δράσεων σε μεταπυρικά τοπία ή εκπαιδευτικών προγραμμάτων που έχουν ως θεματολογία τις πυρκαγιές επιτυγχάνεται πλήθος παιδαγωγικών και εκπαιδευτικών στόχων. Επιτυγχάνεται μεταξύ άλλων η σύνδεση με το πρόγραμμα σπουδών διαφόρων γνωστικών αντικειμένων όπως της Βιολογίας, της Χημείας, της Φυσικής, της Γεωλογίας, των Μαθηματικών κ.ά. όπως και με το πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημιακών Τμημάτων που εξετάζουν σχετικά θέματα. Η βασική προσέγγιση της γνώσης είναι διεπιστημονική-διαθεματική.

Abstract

This paper examines the biodiversity of burned areas in Kalamos and Varnavas of NE Attica after the fire that occurred in August 2017. The natural regeneration of the species that shape the vegetation of the area is considered very successful. The fact is mainly attributed to the wetter bioclimate and to the good soil conditions that prevail in this area of Attiki. Among others, 218 plant taxa and dozens of bird species were recorded. The results of the floristic analysis underline the strong Mediterranean character of the examined area. The post-fire landscape is ideal for development and implementation of educational activities and programs whose main feature is the interdisciplinary approach.

Βιβλιογραφία

- Αριανούτσου, Μ., 1979. Βιολογική δραστηριότητα μετά από φωτιά σε φρυγανικό οικοσύστημα. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Βέρροιος, Γ., 2002. Φυτοκοινωνιολογική προσέγγιση της μεταπυρικής διαδοχής της βλάστησης σε δάση χαλεπίου πεύκης της Βόρειας και Δυτικής Πελοποννήσου. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Braun – Blanquet, J., 1964. Pflanzen soziologie. 3 Auflage. Springer Verlag. Wien.
- Δασκαλάκου, Ε., 1996. Οικοφυσιολογία της μεταπυρικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*). Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Dimopoulos, P., Raus, Th., Bergmeier, E., Constantinidis, Th., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A. & Tzanoudakis, D., (eds) 2013: Vascular plants of Greece: An annotated checklist. – Berlin: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem; Athens: Hellenic Botanical Society. [Englera 31].
- Καζάνης, Δ., 2005. Μεταπυρική διαδοχή δασών *Pinus halepensis* Mill.: πρότυπα δυναμικής της βλάστησης. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Λόζιος, Σ., 1993. Τεκτονική ανάλυση μεταμορφωμένων σχηματισμών βορειοανατολικής Αττικής. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Μπαλιούσης, Ε., 2011. Η γλωρίδα και η βλάστηση του όρους Πεντελικού (Ανατολική Αττική). Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Naveh, Z., 1991. The role of fire in Mediterranean vegetation. *Botanika Chronika* 10: 385-405.
- Svensson, L., Mullarney, K. & Zetterström, D., 2015. Τα πουλιά της Ελλάδας της Κύπρου & της Ευρώπης. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία. Σελ. 444.
- Τσιτσώνη, Θ., 1991. Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση χαλεπίου πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Χριστοπούλου, Α., 2014. Διερεύνηση της ιστορικής παρουσίας της φωτιάς και πρότυπα χωρικής μεταπυρικής αναγέννησης σε δασικά οικοσυστήματα *Pinus nigra* J. F. Arnold του όρους Ταΰγету. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδας. Ανοιχτά δεδομένα/Αρχείο Συμβάντων/Δασικές Πυρκαγιές 2017. Published at <https://www.fireservice.gr/el> [προσπελάστηκε 22 June 2023].

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΙΤΑΜΟΥ (*Taxus baccata*) ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΒΕΛΟΝΩΝ

Νάσκα, Ανίσα Αλεξάνδρα¹; Αραβανόπουλος, Φίλιππος¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Βελτίωσης Δασικών Ειδών e-mail: aravanop@auth.gr

Περίληψη

Η γενετική παρακολούθηση είναι πρακτική ζωτικής σημασίας καθώς συμβάλλει στη προστασία των γενετικών πόρων που έχει καταστεί σημαντική λόγω της κλιματικής αλλαγής. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εφαρμογή της γενετικής παρακολούθησης με τη χρήση μορφομετρικών γνωρισμάτων μεγέθους και σχήματος των βελονών στον ίταμο (*Taxus baccata*), η εκτίμηση του δραστικού μεγέθους πληθυσμού και η αξιολόγηση της φυσικής αναγέννησης κατά δυο χρονικές περιόδους (2016, 2020). Μελετήθηκαν 26 άτομα ίταμου μεταξύ ετών αξιολόγησης και μεταξύ αρρένων και θηλέων ατόμων για κάθε έτος χωριστά. Διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των ετών 2016 και 2020 παρουσιάζεται σημαντική μεταβολή της επιφάνειας των βελονών, ενώ η μορφομετρική παραλλακτικότητα και η φαινοτυπική πλαστικότητα παραμένουν υψηλές. Η κατάσταση της φυσικής αναγέννησης παρουσιάζει σαφή βελτίωση το 2020 σε σχέση με το 2016, ενώ το δραστικό μέγεθος πληθυσμού είναι ικανοποιητικό. Γενικά ο πληθυσμός βρίσκεται σε καλή κατάσταση και δεν αναμένεται να αντιμετωπίσει προβλήματα στο άμεσο μέλλον με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης.

Λέξεις κλειδιά: *ImageJ*, μορφομετρία, προστασία γενετικών πόρων

Εισαγωγή

Η γενετική παρακολούθηση είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την προστασία των γενετικών πόρων σε ένα οικοσύστημα, ειδικά σε μία εποχή που η κλιματική αλλαγή οδήγησε και συνεχίζει να οδηγεί σε ραγδαίες αλλαγές στη βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων σε πλανητικό επίπεδο. Ως Γενετική Παρακολούθηση (ΓΠ) ορίζεται η ποσοτικοποίηση των χρονικών μεταβολών της ποικιλότητας του γονιδιώματος, καθώς και των μορφομετρικών και δημογραφικών παραμέτρων ενός πληθυσμού.

Ο στόχος της ΓΠ είναι η διατήρηση επαρκούς γενετικής ποικιλότητας και κατ' επέκταση ενός ισχυρού δυναμικού προσαρμοστικότητας και εξέλιξης των ειδών (Aravanopoulos 2011, 2016). Αυτό επιτυγχάνεται με την καταγραφή των γενετικών παραμέτρων των πληθυσμών των δασικών οικοσυστημάτων, η οποία δίνει τη δυνατότητα έγκαιρης αντίληψης αρνητικώς επιδρώντων παραγόντων, πολύ προτού αυτοί προκαλέσουν εμφανείς δυσμενείς αλλαγές στην βιοποικιλότητα. Πρόκειται τόσο για ένα προγνωστικό εργαλείο της υγιούς κατάστασης ενός πληθυσμού, όσο και για ένα εργαλείο συνεισφοράς στις στρατηγικές αύξησης της γενετικής ποικιλότητας σε φυσικούς πληθυσμούς.

Η σύγχρονη αντίληψη της ΓΠ βασίζεται στη θεωρία της οικολογίας γονιδίων και σε δύο βασικές συνθήκες (Aravanopoulos 2011):

1. Η γενετική παρακολούθηση θα πρέπει να εφαρμόζεται στα είδη των φυτών με μεγάλη βιολογική και οικονομική σημασία, αρχής γενομένης από τα οικολογικά κυρίαρχα είδη με σκοπό την πρόληψη και ακολουθούν τα σπάνια ή απειλούμενα είδη με σκοπό την αποκατάσταση.
2. Θα πρέπει να εφαρμόζεται κατά προτεραιότητα στα πλαίσια μονάδων διατήρησης γονιδίων επιλεγμένων ειδών στη λογική ενός σχεδίου δυναμικής διατήρησης γενετικών πόρων.

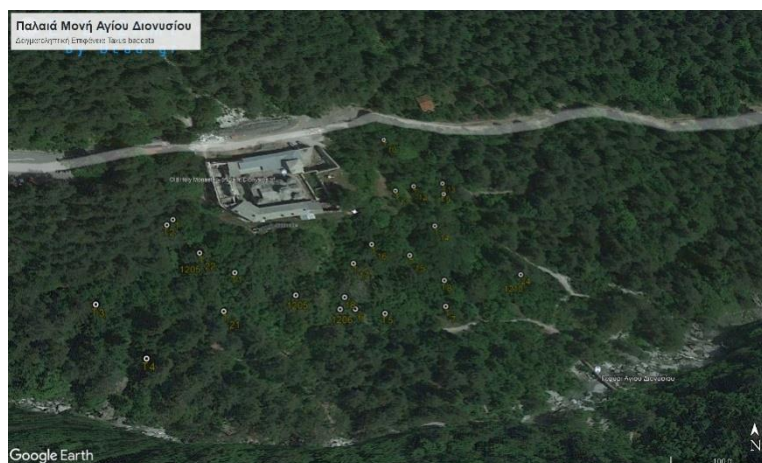
Η εφαρμογή της γενετικής παρακολούθησης σε πανευρωπαϊκό επίπεδο υποστηρίχθηκε από το 2010 από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Δασικών Γενετικών Πόρων (EUFORGEN), όπου και καθιερώθηκαν οι βασικές αρχές της (Aravanopoulos κ.α. 2015, Alia κ.α. 2021). Την περίοδο 2014-2020 το ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο LIFEGENMON, χρησιμοποιήθηκε ως απόδειξη επί της αρχής της θεωρίας και ως ένα πρόγραμμα εφαρμογής και αξιολόγησης μεθόδων γενετικής παρακολούθησης καθώς και σύνταξης σαφών κατευθυντηρίων οδηγιών για την παρακολούθηση των δασικών ειδών. Οι πρωτεύοντες στόχοι της παρούσας μελέτης είναι:

- I. Η σύγκριση των μορφομετρικών παραμέτρων των βελονών του ίταμου που κατεγράφησαν τα έτη 2016 και 2020.
- II. Η εκτίμηση της τιμής του δραστικού μέγεθος πληθυσμού.
- III. Η καταγραφή της φυσικής αναγέννησης (αρτιφύτρων και φυταρίων) στην περιοχή δειγματοληψίας, με σκοπό την αξιολόγηση της παρουσίας φυσικής αναγέννησης κατά τις δυο χρονικές περιόδους ετών 2016 και 2020
- IV. Η εκτίμηση των διαφορών των μορφομετρικών παραμέτρων μεταξύ αρρένων και θηλέων για το έτος 2016 και το έτος 2020 .

Υλικά και Μέθοδοι

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, μελετήθηκε ο πληθυσμός στην τοποθεσία της Παλαιάς Μονής του Αγίου Διονυσίου εμβαδού ~40.000 τ.μ, στην περιοχή του φαραγγιού του Ενιπέα, της ευρύτερης περιοχής του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου. Βρίσκεται εντός δικτύου Natura 2000 (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) με κωδικό GR1250001ΕΖΔ-ZEΠ «Όρος Όλυμπος».



Σχήμα 1. Δειγματοληπτικά σημεία περιοχής Παλαιάς Μονής Αγίου Διονυσίου (περιοχή Ολύμπου)
Figure 1. Sample points in the wider area of the Old Monastery of Saint Dionysius (Olympus area)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία βελονών από ώριμα κυρίαρχα ή συγκυρίαρχα άτομα του είδους *T. baccata*. Η ηλικία των δένδρων δεν μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια μέσω της χρήσης τυμπανιδίων στον ίταμο, ωστόσο αναφέρεται η ύπαρξη του τουλάχιστον από την ίδρυση της Μονής τον 16^ο αιώνα. Έγινε καταγραφή της επιφάνειας δειγματοληψίας και της θέσης της με βάση τα στοιχεία από μέτρηση με GPS έτους 2016 η οποία επεκτάθηκε ανατολικά κατά ~ 1 km έως το σπήλαιο Αγ. Διονυσίου για την καταγραφή του φύλου στον πληθυσμό του ίταμου. Η δειγματοληψία ήταν τυχαία με κάλυψη όλης της επιφάνειας με τον περιορισμό της ελάχιστης απόστασης 30 m μεταξύ ατόμων για να αποφευχθεί η δειγματοληψία συγγενικών ατόμων. Συνολικά το δείγμα αποτελείται από 26 άτομα, από το καθένα από τα οποία ελήφθησαν κλαδίσκοι (περιμετρικά του δέντρου) από τους οποίους στην συνέχεια απομονώθηκαν

10 βελόνες ανά άτομο. Στα πλαίσια του ελέγχου των κλιματολογικών χαρακτηριστικών και μεταβολών της περιοχής της πειραματικής επιφάνειας, χρησιμοποιήθηκαν τα κλιματολογικά δεδομένα των ετών 1975 έως 2002 από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη, που συντάχθηκε στα πλαίσια του Ειδικού Σχεδίου Διαχείρισης της περιοχής Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, ενώ για την περίοδο 2016 έως 2020 τα δεδομένα από την βάση δεδομένων του meteo.gr. Και στις δύο περιπτώσεις τα δεδομένα για την ανάλυση του κλιματολογικών συνθηκών προέρχονται από τον ίδιο μετεωρολογικό σταθμό.

ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

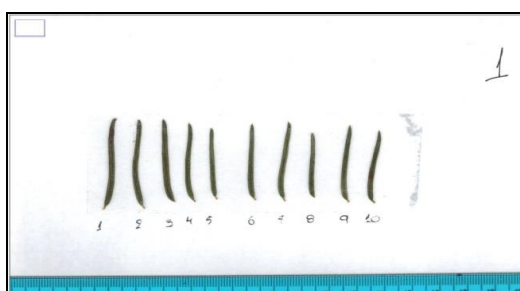
Για την ανάλυση των μορφολογικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκαν 25 άτομα (250 δείγματα βελονών-10 βελόνες ανά άτομο) ίταμου για την περίοδο δειγματοληψίας του 2016 και τα προαναφερθέντα 26 άτομα (260 δείγματα βελονών) ίταμου για την περίοδο του 2020. Χρησιμοποιήθηκαν μορφομετρικά χαρακτηριστικά και παράμετροι που καθιερώθηκαν βιβλιογραφικά στο παρελθόν για την ανάλυση διαφόρων φυτικών ειδών (UPOV 2004, Aravanopoulos 2005, Aravanopoulos 2010, Stojnic 2016, Blazakis κ.α., 2017, Koubouris κ.α. 2018). Μετρήθηκαν τέσσερα (4) μορφομετρικά χαρακτηριστικά καθώς και τέσσερις (4) δείκτες, που αποτελούν λόγους των τιμών των ανωτέρω μορφομετρικών γνωρισμάτων. Οι μορφολογικές παράμετροι ήταν:

1. Μήκος ελάσματος (lamina length - LL): η κάθετη απόσταση από τη βάση του φύλλου (βελόνας) έως τη κορυφή
2. Πλάτος ελάσματος (lamina width - LW): η οριζόντια απόσταση στο πιο φαρδύ/πλατύ σημείο του φύλλου
3. Μήκος μίσχου (petiole length - PL)
4. Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος του αυτού (distance from leaf base to leaf maximum width – BW)

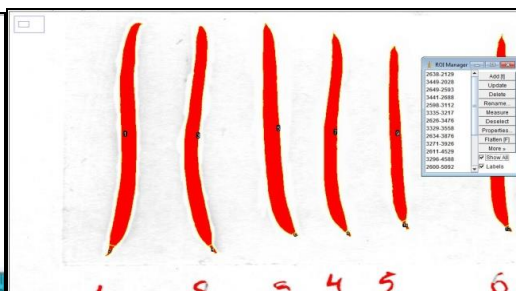
Ομοίως και οι λόγοι τους:

1. Μήκος ελάσματος/πλάτος ελάσματος (leaf length/leaf width (LL/LW))
2. Μήκος ελάσματος/μήκος μίσχου (leaf length/petiole length (LL/PL))
3. Μήκος ελάσματος/απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (leaf length/distance from leaf base to leaf widest point (LL/BW))
4. Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος/μήκος μίσχου (distance from leaf base to the leaf widest point/petiole length (BW/PL))

Πραγματοποιήθηκε σάρωση των βελονών σε ομάδες των 10 βελονιών ανά φυτό σε σαρωτή με υψηλή ανάλυση και οι εικόνες αναλύθηκαν με τη χρήση του λογισμικού ανάλυσης εικόνας ImageJ, προκειμένου να εξαχθούν οι τιμές των μορφομετρικών χαρακτηριστικών (Abramoff κ.α. 2005, Glozer, 2008, Maloof, 2013, Blazakis κ.α., 2017, Abdelkader κ.α. 2019). Ανακτήθηκαν δεδομένα (σαρωμένες εικόνες) δειγμάτων από το αρχείο του Εργαστηρίου Δασικής Γενετικής & Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τα οποία είχαν συλλεχθεί από την ίδια περιοχή το 2016, προς σύγκριση και εκτίμηση των μορφολογικών μεταβολών των βελονών του ίταμου σε βάθος τεσσάρων ετών.



Σχήμα 2. Αρχική εικόνα προς επεξεργασία
Figure 2. Initial image for analysis



Σχήμα 3. Στιγμιότυπο ανάλυσης σαρωμένης εικόνας με το λογισμικό ImageJ
Figure 3. Image analysis snapshot with ImageJ software

Επηλέγησαν οι παράμετροι “Height”, “Width”, “Ferret” και “Area” του ImageJ για να περιγράψουν τα LL, LW, PL και το εμβαδόν του φύλλου αντίστοιχα (Maloof 2013, Abdelkader κ.α. 2019). Αρχικά πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των κατανομών των τιμών των μορφολογικών παραμέτρων με τις διαδικασίες Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk για τις δυο περιόδους. Για τη σύγκριση ζευγών παραμέτρων που πληρούν κριτήρια κανονικής κατανομής χρησιμοποιήθηκε η δοκιμή t. Για τη σύγκριση παραμέτρων που δεν είχαν κανονική κατανομή (ακόμη και κατόπιν μετατροπών των δεδομένων), χρησιμοποιήθηκε η δοκιμή Kruskal-Wallis με όριο στατιστικής σημαντικότητας $p < 0.05$. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ανάλυσης δεδομένων IBM SPSS v.28.

ΔΡΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Καταγράφηκε το φύλο των ατόμων. Υπολογίστηκε το δραστικό μέγεθος πληθυσμού τόσο για τα άτομα του 2016 όσο και για τα άτομα του 2020 με βάση την αναλογία αρρένων και θηλέων σύμφωνα με το μαθηματικό μοντέλο του Wright (1931).

$$N_e = 4N_f * N_m / (N_f + N_m)$$

Όπου N_f και N_m είναι ο αριθμός των αρρένων και θηλέων γονέων της επόμενης γενεάς.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ

Καταγράφηκε η παρουσία και το μέγεθος της φυσικής αναγέννησης στη συνολική έκταση του πληθυσμού. Η καταγραφή της φυσικής αναγέννησης έγινε σε επίπεδο συστάδας (βασικό επίπεδο γενετικής παρακολούθησης) (Kavaliauskas κ.α., 2020). Αναλυτικότερα, η καταγραφή έγινε εμπειρικά με οπτική αξιολόγηση σε όλη τη συστάδα από δυο ανεξάρτητους παρατηρητές. Η παρουσία φυσικής αναγέννησης κατηγοριοποιείται ως εξής:

1. Απουσία φυσικής αναγέννησης
2. Φυσική αναγέννηση σπάνια
3. Φυσική αναγέννηση λίγη
4. Φυσική αναγέννηση ικανοποιητική
5. Φυσική αναγέννηση πλούσια

Επίσης ανακτήθηκαν δεδομένα φυσικής αναγέννησης από τα δεδομένα δειγματοληψίας του έτους 2016.

Αποτελέσματα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ 2016 ΚΑΙ 2020.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά για τις περιόδους 2016 και 2020
Table 1. Descriptive statistics of data for the years 2016 and 2020

	Μέσος όρος (cm)		Συντελεστής παραλλακτικότητας %	
	2016	2020	2016	2020
LL-μήκος ελάσματος (cm)	2,07502	2,3379	14,79171	19,89666
LW-πλάτος ελάσματος (cm)	0,3875676	0,260701	36,95717	23,8047
BW-βάση ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (cm)	0,6432	0,7339	35,67957	43,49639
PL-μήκος μίσχου (cm)	0,1895865	0,129008	24,57274	24,81862
LL/LW	5,845236	9,2761183	28,03998	23,92064
LL/PL	11,61687	19,118895	29,05211	29,67439
LL/BW	3,6432965	3,9984546	38,03292	60,61677
BW/PL	3,6156109	5,9854419	45,66969	50,36206

Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά των δεδομένων της περιμέτρου (cm) των φύλλων για τις περιόδους 2016 και 2020 με τη χρήση του ImageJ

Table 2. Descriptive statistics of leaf circumference for the years 2016 and 2020 with the use of ImageJ

Περιγραφικά Στατιστικά				
	N	Μέσος όρος (cm)	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής παραλλακτικότητας %
LFA2020 (cm)	260	364,611746	96,171921	26,37653
LFA2016 (cm)	250	408,990252	84,933992	20,76675

Οι μέσοι όροι των μορφολογικών παραμέτρων και των λόγων αυτών για τα δείγματα του έτους 2016 εμφανίζουν σημαντική στατιστική διαφορά έναντι των μέσων όρων των μορφολογικών παραμέτρων και των λόγων αυτών για τα δείγματα έτους 2020. Για το έτος 2020 παρουσιάζεται αύξηση του μέσου όρου του LL και του BW, ενώ παρουσιάζεται μείωση των μέσων όρων του LW και του PL. Από την σύγκριση του συντελεστή παραλλακτικότητας για όλες τις μορφολογικές παραμέτρους και τους λόγους αυτών, για τις δύο περιόδους δειγματοληψίας, σημειώνεται αύξηση κατά το έτος 2020, που εντοπίζεται στο LL, BW, στο PL, και στους λόγους LL/PL, LL/BW και BW/PL.

Πίνακας 3. Έλεγχος Kruskal-Wallis για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά μεταξύ των δυο δειγματοληψιών του 2016 και 2020 με τη χρήση ImageJ

Table 3. Kruskal-Wallis test for the morphological characteristics of the two samplings of 2016 and 2020 with the use of ImageJ

	Παράμετρος	Τιμή δοκιμής Kruskal-Wallis	Πιθανότητα
1	Μήκος βελόνας (LL)	0,000	P<0,05
2	Πλάτος ελάσματος (LW)	0,000	P<0,05
3	Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (BW)	0,002	P<0,05
4	Μήκος μίσχου (PL)	0,000	P<0,05
5	Μήκος ελάσματος/πλάτος ελάσματος (LL/LW)	0,000	P<0,05
6	Μήκος ελάσματος/μήκος μίσχου (LL/PL)	0,000	P<0,05
7	Μήκος ελάσματος/απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (LL/BW)	0,616	p>0,05
8	Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος/μήκος (BW/PL)	0,000	P<0,05

Παρατηρούμε ότι μόνο για τον λόγο LL/BW διατηρείται η μηδενική υπόθεση (οι τιμές του έτους 2016 και 2020 δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΡΡΕΝΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΘΗΛΕΩΝ ΑΤΟΜΩΝ - ΕΤΟΥΣ 2020

Για τον συγκριτικό έλεγχο των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των αρρένων και των θήλεων ατόμων για τη δειγματοληψία του 2020 χρησιμοποιήθηκε το t-test ανεξαρτήτων δειγμάτων για τις παραμέτρους LL και BW και η δοκιμασία Kruskal-Wallis για τις υπόλοιπες παραμέτρους. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους κατωτέρω πίνακες.

Πίνακας 4. Έλεγχος *t* για τη σύγκριση αρρένων vs θήλεων για τα χαρακτηριστικά LL και BW για την περίοδο 2020
Table 4. Independent samples *t*-test of male vs female trees for the characteristics LL and BW of the year 2020

t-Test Ανεξαρτήτων Δειγμάτων			
	Παράμετρος	Τιμή δοκιμής <i>t</i> -test	Πιθανότητα
1	Μήκος βελόνας (LL)	0,915	p>0,05
2	Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (BW)	0,652	p>0,05

Πίνακας 5. Έλεγχος *Kruskal Wallis* για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά LW, PL, LL/LW, LL/PL, LL/BW και BW/PL για την περίοδο 2020 μεταξύ αρρένων και θηλέων ατόμων

Table 5. *Kruskal-Wallis* test for the evaluation of the ratios 2020 LW, PL, LL/LW, LL/PL, LL/BW and BW/PL

	Παράμετρος	Τιμή δοκιμής <i>Kruskal Wallis</i>	Πιθανότητα
1	Πλάτος ελάσματος (LW)	0,931	p>0,05
2	Μήκος ελάσματος (PL)	0,214	p>0,05
3	Μήκος ελάσματος/πλάτος ελάσματος (LL/LW)	0,852	p>0,05
4	Μήκος ελάσματος/μήκος μίσχου (LL/PL)	0,899	p>0,05
5	Μήκος ελάσματος/απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (LL/BW)	0,109	p>0,05
6	Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος/μήκος (BW/PL)	0,140	p>0,05

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΡΡΕΝΩΝ ENANTI ΘΗΛΕΩΝ ΑΤΟΜΩΝ - ΕΤΟΥΣ 2016

Για τον συγκριτικό έλεγχο των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των αρρένων και των θηλέων ατόμων για τη δειγματοληψία του 2016 χρησιμοποιήθηκε το *t*-test ανεξαρτήτων δειγμάτων για την παράμετρο LL/LW και η δοκιμασία *Kruskal-Wallis* για τις υπόλοιπες παραμέτρους. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους κατωτέρω πίνακες.

Πίνακας 6. Έλεγχος *t* για τον λόγο LL/LW για την περίοδο 2016 μεταξύ αρρένων και θηλέων
Table 6. Independent samples *t*-test to compare male vs female ratio LL/LW, for the year 2016

t-Test Ανεξαρτήτων Δειγμάτων			
	Παράμετρος	Τιμή δοκιμής <i>t</i> -test	Πιθανότητα
1	Μήκος ελάσματος/ πλάτος ελάσματος (LL/LW)	0,982	p>0,05

Πίνακας 7. Έλεγχος *Kruskal Wallis* για όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά εκτός του λόγου LL/LW για την περίοδο 2016 μεταξύ αρρένων και θηλέων

Table 7. *Kruskal-Wallis* test to compare males vs females for the evaluation of all the morphological characteristics of 2016 except the LL/LW ratio of the sampling

	Παράμετρος	Τιμή δοκιμής <i>Kruskal-Wallis</i>	Πιθανότητα
1	Μήκος βελόνας (LL)	0,000	P<0,05
2	Πλάτος ελάσματος (LW)	0,302	P>0,05
3	Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (BW)	0,004	P<0,05
4	Μήκος μίσχου (PL)	0,071	P<0,05
6	Μήκος ελάσματος/μήκος μίσχου (LL/PL)	0,002	P<0,05
7	Μήκος ελάσματος/απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος αυτού (LL/BW)	0,110	p>0,05
8	Η απόσταση από τη βάση του ελάσματος μέχρι το μέγιστο πλάτος/μήκος (BW/PL)	0,003	P<0,05

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Τα αποτελέσματα σχετικά με το δραστικό μέγεθος πληθυσμού παρουσιάζονται στον Πιν. 8.

Πίνακας 8. Αποτελέσματα δραστικού μεγέθους πληθυσμού για τις δειγματοληπτικές περιόδους 2016 και 2020
Table 8. Results of effective population size during sampling years of 2016 and 2020

Χρονολογία	Αρσενικά άτομα	Θηλυκά άτομα	Σύνολο	N_E
2016	14	11	25	$24.64 \approx 25$
2020	112	59	171	$154.6 \approx 155$

Για το έτος δειγματοληψίας 2016 χρησιμοποιήθηκαν 25 άτομα στα όρια της επιφάνειας της δειγματοληψίας του 2016 εμβαδού ~ 4 Ha και το δραστικό μέγεθος πληθυσμού βρέθηκε $N_E=25$ άτομα (Πιν. 8). Για το έτος δειγματοληψίας 2020 εκτός της επιφάνειας δειγματοληψίας του 2016 εμβαδού ~ 4 Ha, μελετήθηκε ο πληθυσμός ίταμου της ευρύτερης περιοχής του Αγίου Διονυσίου (με συμπερίληψη και του υποπληθυσμού μέχρι το σπηλαίο του Αγίου Διονυσίου), συνολικού εμβαδού ~7 Ha. Το δραστικό μέγεθος, πληθυσμού βρέθηκε $N_E=155$ άτομα (Πιν. 8) και είναι ικανοποιητικό για την αποφυγή της γενετικής εκτροπής και της ομομειξίας. Η διαφορά στο μέγεθος του δραστικού πληθυσμού και στην αναλογία του φύλου μεταξύ των δύο ετών οφείλεται στην αύξηση του απογραφικού μεγέθους κατά το 2020. Σημειώνεται ότι με βάση την 1^η μέτρηση αντιστοιχούν 6 άτομα δραστικού πληθυσμού στο εκτάριο, ενώ στη 2^η πληρέστερη μέτρηση 22 άτομα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ

Τα αποτελέσματα της φυσικής αναγέννησης παρουσιάζονται στον Πιν. 9.

Πιν. 9. Καταγραφή φυσικής αναγέννησης για τις δειγματοληπτικές περιόδους 2016 και 2020
Table 9. Recording of natural regeneration for sampling years 2016 and 2020

Χρονολογία	Κατηγορίες φυσικής αναγέννησης				
	1	2	3	4	5
2016	X				
2020				X	

Κατά την δειγματοληψία του έτους 2020 εντοπίστηκαν αρτίφυτρα και φυτάρια ίταμου και η φυσική αναγέννηση στο σύνολο της συστάδας καταγράφηκε ως ικανοποιητική (Πίν. 9). Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει σαφή βελτίωση της κατάστασης της φυσικής αναγέννησης σε σχέση με την εκτίμηση του έτους 2016 στη οποία είχε καταγραφεί απουσία φυσικής αναγέννησης (Πιν. 9).

Συζήτηση

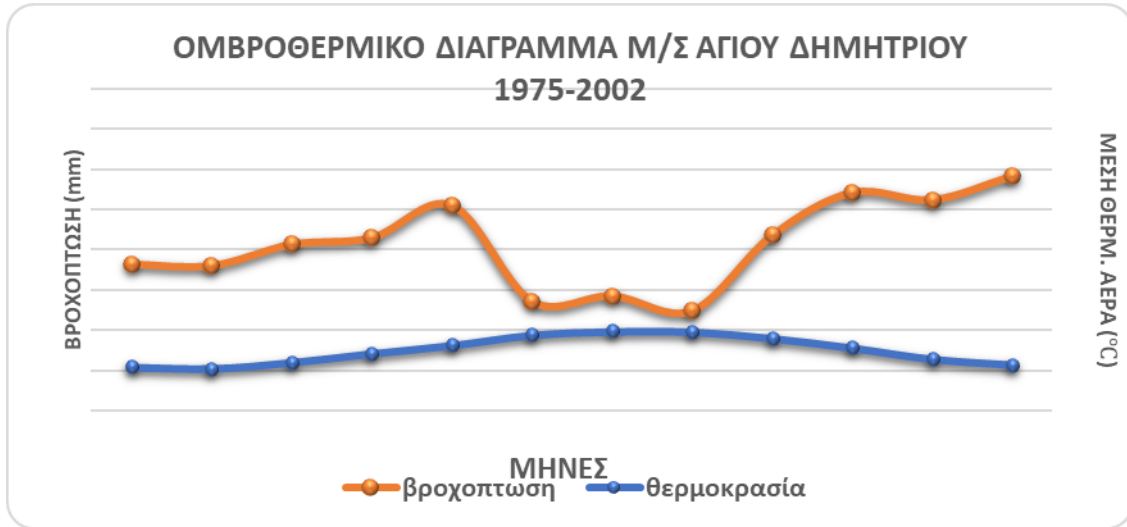
Οι μορφομετρικές παράμετροι των φύλλων έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διερεύνηση παραλλακτικότητας και διαφοροποίησης πληθυσμών κατά κόρον στο παρελθόν και η χρήση τους συνεχίζεται μέχρι και σήμερα (Blazakis κ.α. 2017, Politi & Aravanopoulos 2022). Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η μεταβολή μορφομετρικών παραμέτρων των βελονών ενός πληθυσμού ίταμου στο πλαίσιο εφαρμογής γενετικής παρακολούθησης, σε δύο χρονικά σημεία (2016 και 2020).

Για την κάθε δειγματοληπτική περίοδο εξετάστηκαν τέσσερις ποσοτικές παράμετροι μεγέθους (LL, LW, PL και BW) και οι τέσσερις λόγοι αυτών, οι οποίοι προσδιορίζουν χαρακτηριστικά του σχήματος των βελονών (LL/LW, LL/PL, LL/BW και BW/PL) (Dickinson κ.α. 1987, Aravanopoulos 2005). Οι τιμές των παραμέτρων μεγέθους και σχήματος βελονών (πλην του λόγου LL/BW) έχουν μεταβληθεί σημαντικά στη 2^η μέτρηση, καθώς παρουσιάζεται αύξηση του μήκους αλλά μείωση του πλάτους και ελάττωση της συνολικής επιφάνειας των βελονών. Επιπλέον διαπιστώθηκε ελάττωση του μήκους του μίσχου. Για τις μεταβολές μετά από ένα διάστημα ~4.5 ετών, μπορεί να επέδρασαν διάφοροι παράγοντες. Τέτοιες μεταβολές μπορεί να οφείλονται είτε στην φαινοτυπική πλαστικότητα είτε στο φαινόμενο της τοπικής προσαρμογής (Garate-Escamilla κ.α., 2017). Η φαινοτυπική πλαστικότητα σχετίζεται με αλλαγές στο φαινότυπο εξαιτίας της επίδρασης διαφόρων παραγόντων (περιβαλλοντικών/κλιματικών) στην έκφραση του γενοτύπου. Η

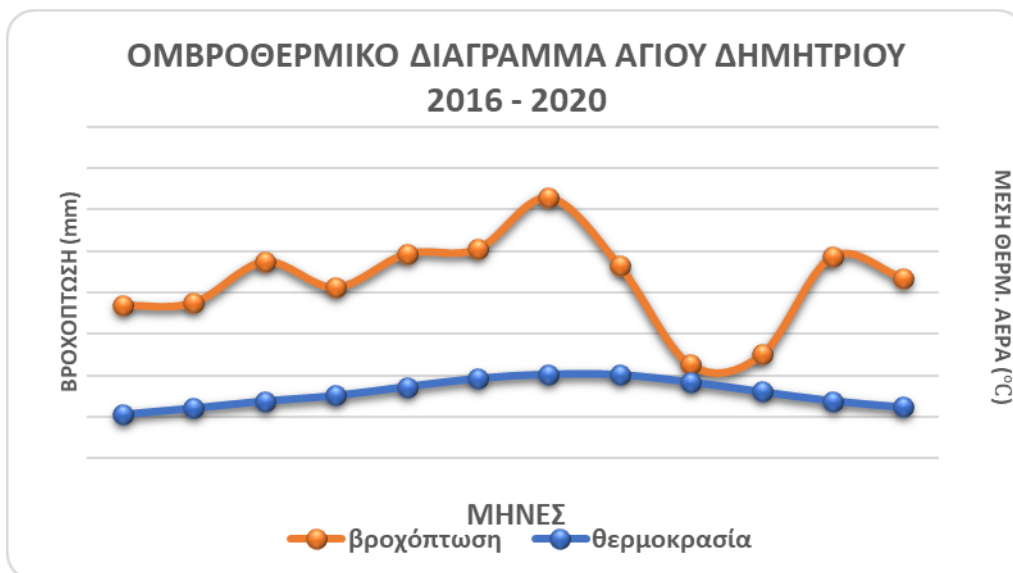
τοπική προσαρμογή από την άλλη πλευρά αναφέρεται ουσιαστικά σε αλλαγές του γενοτύπου, που δίνουν ένα προσαρμοστικό πλεονέκτημα στον πληθυσμό (Des Roches κ.α., 2018, Reich κ.α., 2016). Στην προκειμένη περίπτωση ταχείες σχετικά μεταβολές στα ίδια άτομα του ίδιου πληθυσμού είναι πολύ πιο πιθανό να μη σχετίζονται με μεταλλάξεις αλλά με τη φαινοτυπική πλαστικότητα.

Γενικά, για κάθε μορφομετρικό χαρακτηριστικό των βελονών, η αύξηση της τιμής συνδέεται με αύξηση του CV% και αντιστρόφως. Οι μορφομετρικές μεταβολές που παρατηρήθηκαν υποδεικνύουν τη σημαντική φαινοτυπική πλαστικότητα του ίταμου. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Wyka κ.α. (2008) ότι στα φυτά του ίταμου και ιδίως στα νεαρότερα, είναι δυνατόν να επάγονται από διάφορους παράγοντες μεγάλες αλλαγές στη δομή των βελονών. Οι μεταβολές αυτές παρατηρούνται και σε άλλα κωνοφόρα (*Abies alba*, *Picea abies*) και πλατύφυλλα (*Fagus sylvatica* και *Acer pseudoplatanus*), στον ίταμο όμως είναι εντονότερες και εμφανέστερες (Wyka κ.α. 2007). Οι μεταβολές των μορφολογικών χαρακτηριστικών των βελονών του ίταμου πιθανότατα οφείλονται σε περιβαλλοντικούς και κλιματικούς παράγοντες, που αποδεδειγμένα ενεργοποιούν μηχανισμούς φαινοτυπικής πλαστικότητας. Οι Wyka κ.α. (2008) μελέτησαν την προσαρμογή διαφόρων φαινοτυπικών χαρακτηριστικών των βελονών του *T. baccata* (μακροσκοπικών, μικροσκοπικών, βιοχημικών και μεταβολικών) σε μεταβαλλόμενες συνθήκες ηλιακής έκθεσης και παρατήρησαν μεταβολή του μήκους των νέων βελονών αναλόγως των συνθηκών φωτισμού. Έχουν επίσης παρατηρηθεί και φαινοτυπικές διαφορές μεταξύ φυτών διαφορετικών πληθυσμών που συσχετίστηκαν ισχυρότερα με τη γεωγραφική απομόνωση παρά με άλλους παράγοντες όπως η έκθεση στο φως ή οι κλιματικές συνθήκες (Tumpra κ.α. 2022). Επίσης, οι Stefanović και συν. (Stefanović κ.α. 2017) διαπίστωσαν ότι το μέγεθος των βελονών ενός πληθυσμού και η ανάπτυξη των φυτών ίταμου συσχετίζεται θετικά με συνθήκες αυξημένης υγρασίας και με ουδέτερα ή αλκαλικά εδάφη με καλή στράγγιση των υδάτων.

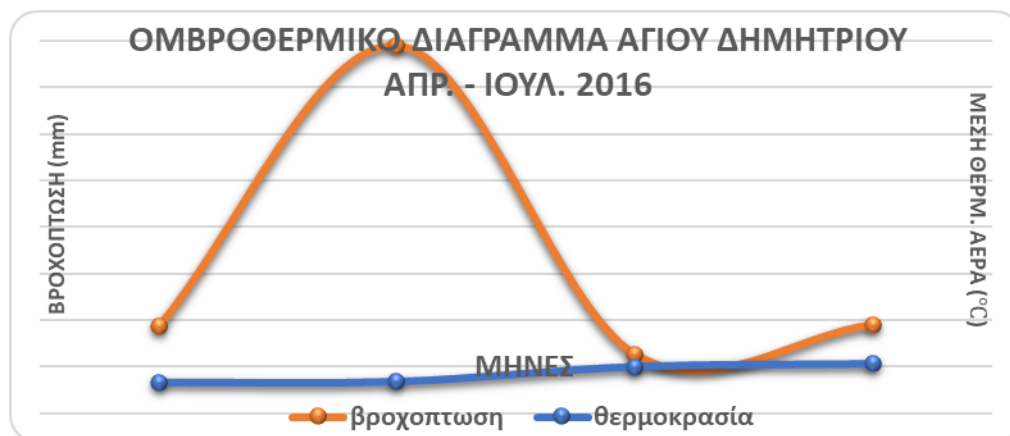
Πολλαπλοί περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορεί να επιδρούν και να οδηγούν σε μεταβολές ενός μορφολογικού χαρακτηριστικού. Η βαρύτητα επίδρασης του κάθε παράγοντα μεταβάλλεται ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες σε τοπικό επίπεδο πιθανώς ανάλογα με τη φαινοτυπική πλαστικότητα του κάθε πληθυσμού. Οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στο πληθυσμό του Ολύμπου αν και δε μπορούν να αποδοθούν με ακρίβεια σε ένα ή περισσότερα αίτια, εντούτοις βάσει της παρούσας βιβλιογραφίας φαίνεται ότι προκλήθηκαν από τη δράση μεταβαλλόμενων καιρικών συνθηκών. Συγκριμένα, από τα ομβροθερμικά διαγράμματα της περιόδου 1975-2002 (Σχ. 4) και από το ομβροθερμικό διάγραμμα των ετών 2016 – 2020 (Σχ. 5), καθώς και από τα δεδομένα του σταθμού του Αγίου Δημητρίου (Σχ. 6. 4/2016-7/2016, τα μόνα διαθέσιμα πριν τη δειγματοληψία του 2016), παρατηρείται ότι η ξηροθερμική περίοδος μετακινήθηκε προς το Σεπτέμβριο και οριακά στον Οκτώβριο, ενώ έχει βραχυνθεί σε σχέση με την προηγούμενη που εντοπιζόταν κατά τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες. Επίσης ότι οι μέσες θερμοκρασίες είναι σαφώς αυξημένες την περίοδο 2016 – 2020 με εξαίρεση τον μήνα Ιανουάριο, όπως και η συνολική βροχόπτωση με σημαντική αύξηση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο με Αύγουστο), αλλά ελάττωση κατά τους μήνες από Σεπτέμβριο μέχρι και το Δεκέμβριο. Επίσης από τα περιορισμένα δεδομένα του Σχήματος 6, επίσης παρατηρείται ότι οι θερμοκρασίες και για αυτό το διάστημα είναι αυξημένες σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες της περιόδου 1975 – 2002.



Σχήμα 4. Ομβροθερμικό διάγραμμα Bagnouls – Gausson περιοχής Αγίου Δημητρίου Πιερίας περιόδου 1975 – 2002.
Figure 4. Ombrothermic diagram Bagnouls – Gausson of the area of Saint Demetrius of Pieria from 1975 to 2002.



Σχήμα 5. Ομβροθερμικό διάγραμμα Bagnouls – Gausson περιοχής Αγίου Δημητρίου Πιερίας περιόδου 2016 – 2020
Figure 5. Ombrothermic diagram Bagnouls – Gausson of the area of Saint Demetrius of Pieria from 2016 to 2020



Σχήμα 6. Ομβροθερμικό διάγραμμα Bagnouls – Gaussen περιοχής Αγίου Δημητρίου Πιερίας περιόδου Απριλίου – Ιουλίου 2016

Figure 6. Ombrothermic diagram Bagnouls – Gaussen of the area of Saint Demetrius of Pieria from April 2016 to July 2016

Όσον αφορά τη σύγκριση των φύλων διαπιστώθηκε ότι το 2020 δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ αρρένων και θηλέων ατόμων σε όλες τις μορφολογικές παραμέτρους. Εν τούτοις το 2016 διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αρρένων και θηλέων ατόμων στις παραμέτρους LL, BW και στους λόγους LL/PL και BW/PL, οι οποίες ήταν αυξημένες στα θήλεα σε σχέση με τα αρρένα άτομα. Τα ευρήματα αυτά είναι συμβατά με αντίστοιχα βιβλιογραφικά δεδομένα. Είναι γνωστό ότι τα αρρένα άτομα του ίταμου είναι ψηλότερα και μεγαλύτερα σε διάμετρο (Cedro και Iszkuilo 2011), ενώ τα θήλεα χαρακτηρίζονται από βελόνες μακρύτερες, μεγαλύτερες σε επιφάνεια και με μεγαλύτερη πυκνότητα στομάτων (Iszkuilo κ.α., 2009). Οι Stefanovic κ.α. το 2017 μελετώντας διαφορετικούς πληθυσμούς ίταμου, διαπίστωσαν ότι οι βελόνες των θηλέων ατόμων ήταν μεγαλύτερες σε όλο το εύρος των μορφομετρικών χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν σε σχέση με εκείνες των αρρένων. Οι διαφορές αυτές συσχετίστηκαν ευθέως με βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής (βλ. Σχ. 4-6 και συζήτηση παραπάνω), καθώς όταν οι κλιματικές συνθήκες είναι ιδανικές τότε παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση του μεγέθους των βελονών των θηλέων έναντι των αρρένων. Σε αντίθετη περίπτωση οι διαφορές αυτές αμβλύνονται. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και σε μία μελέτη που αφορούσε την ανάπτυξη δίοικων φυτών (ίταμος και άρκευθος), όπου παρατηρήθηκε ότι ευνοϊκότερες συνθήκες ανάπτυξης οδηγούν σε εντονότερες διαφορές μεταξύ των χαρακτηριστικών αρρένων και θηλέων ατόμων (Nowak κ.α. 2021).

Πιστεύεται ότι ευνοϊκότερες συνθήκες ανάπτυξης του ίταμου οδηγούν σε ανάδειξη της διαφοροποίησης των χαρακτηριστικών των δύο φύλων. Αυτό πιθανολογείται ότι οφείλεται σε μηχανισμούς που εκτρέπουν τουλάχιστον στα θηλυκά περισσότερους πόρους για ανάπτυξη σε ευνοϊκές συνθήκες. Η μεγαλύτερη επιφάνεια των βελονών στα θηλυκά μπορεί να σχετίζεται με πολλούς παράγοντες όπως η αυξημένη φωτοσυνθετική ικανότητα των θηλυκών (Dawson and Bliss 1989; Dawson και Ehleringer 1993) και η αυξημένη ευαισθησία των θηλυκών έναντι των αρσενικών στις μεταβολές των επιπέδων φωτισμού (Robakowski κ.α. 2018). Η παρουσία επάρκειας θρεπτικών συστατικών του εδάφους πιστεύεται πως συμβάλλει στην ανάδειξη των διαφορών μεταξύ αρσενικών και θηλυκών, μία θεωρία όχι απόλυτα ξεκάθαρη, καθώς σε ορισμένες μελέτες οι διαφορές στην ποιότητα του εδάφους δεν έδειξαν αντίστοιχες διαφορές στα μορφομετρικά χαρακτηριστικά αρρένων και θηλέων ατόμων του ίταμου (Nowak κ.α. 2021). Πάντως φαίνεται πως τα θήλεα άτομα του είδους *T. baccata* έχουν την ικανότητα να αξιοποιούν πιο αποτελεσματικά τους υπάρχοντες πόρους όταν αυτοί είναι διαθέσιμοι σε ένα δασικό οικοσύστημα (Vessella κ.α. 2015).

Η αμβλυνση των διαφορών της μορφολογίας αρρένων και θηλέων ατόμων το 2020 σε σχέση με το 2016 πιθανότατα οφείλονται στις κλιματολογικές συνθήκες και συγκεκριμένα στη διαφανόμενη μείωση της ξηροθερμικής περιόδου όπως αυτή καταγράφεται από τα ομβροθερμικά διαγράμματα των δύο περιόδων (1975-2002 και 2016-2020, Σχ.4, 5). Αυτή η μείωση μάλλον ισχύει και για την περίοδο ανάπτυξης των βελονών της πρώτης δειγματοληψίας (2012-2016), έναντι της

περιόδου ανάπτυξης των βελονών της δεύτερης δειγματοληψίας (2016-2020). Εντούτοις λόγω του κενού στην καταγραφή των κλιματικών παραμέτρων μεταξύ 2002 και 2016 και τη διαθεσιμότητα πολύ περιορισμένων δεδομένων την περίοδο πριν την πρώτη δειγματοληψία (4/2016-7/2016, Σχ. 6), χρειάζεται περαιτέρω μελέτη ενδεχομένως με αναγωγές από παγκόσμιες βάσεις δεδομένων εφόσον η ακρίβεια τους είναι επαρκής για να τεκμηριωθούν απόλυτα τα συγκεκριμένα ευρήματα.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκαν οι φαινοτυπικές μεταβολές στη μορφομετρία των φύλλων του πληθυσμού του ίταμου στον Όλυμπο και διαπιστώθηκε ότι αυτές είναι στην πλειονότητά τους σημαντικές, παρουσιάζεται σημαντική μείωση της επιφάνειας των βελονών και η μορφομετρική παραλλακτικότητα και η φαινοτυπική πλαστικότητα παραμένουν υψηλές. Βρέθηκε επίσης ικανοποιητικό δραστικό μέγεθος πληθυσμού και αξιόλογη φυσική αναγέννηση. Γενικά ο πληθυσμός βρίσκεται σε καλή κατάσταση και δεν αναμένεται να αντιμετωπίσει προβλήματα στο άμεσο μέλλον, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Επιβάλλεται η συνέχιση της βιοπαρακολούθησης σε διαφορετικούς πληθυσμούς ίταμου για να αξιολογηθεί τόσο η κατάσταση διατήρησης των ενδημικών πληθυσμών όσο και η αξία των μορφομετρικών παραμέτρων (ιδιαίτερα των λόγων που είναι απαλλαγμένοι από μονάδες μέτρησης) στη γενετική παρακολούθηση φυσικών πληθυσμών. Η ανάλυση των μορφομετρικών γνωρισμάτων με τη χρήση του λογισμικού ImageJ, αποτελεί ένα ωφέλιμο εργαλείο για την εφαρμογή της παρακολούθησης σε δασικούς πληθυσμούς με χρήση μορφομετρικών γνωρισμάτων στην πράξη, αφενός λόγω της εξαιρετικής ακρίβειας μέτρησης σε μια ψηφιοποιημένη εικόνα, αφετέρου λόγω του χαμηλού κόστους, εξοικονόμησης χρόνου, χωρίς την ανάγκη για επιπλέον δαπανηρό βοηθητικό εξοπλισμό και δαπάνες αναλωσίμων.

Abstract

Genetic monitoring of forest tree species is a proven essential strategy in the effort to preserve natural resources in local, national, and global level, especially under the emerging problems of global climate change. The aim of this study was to monitor a *T. baccata* population using needle morphometric parameters using relevant data of 2016 and 2020. We also evaluated morphometric differences between female and male individuals, for the same years. Moreover, we evaluated effective population size and natural regeneration. It was found that there were no statistically significant differences in needle area reduction and morphological diversity, while natural regeneration appeared improved. Overall, this monitoring temporal assessment has shown that this valuable population remains stable and in good condition and is not expected to face problems in the immediate future according to these results.

Βιβλιογραφία

- Abdelkader M.M.M., Suliman A., Puchkov M., Loktionova E., 2019. Applying a digital method for measuring leaf area index of tomato plants. *Advances in Intelligent Systems Research*, volume 167, pp 5-8.
- Abramoff, M. D., Paulo J. Magalhães, and Sunanda J. Ram. 2005. Image Processing with ImageJ Part II. *Biophotonics International* 11(7):36-43.
- Alia R, Aravanopoulos FA, Bakkebo-Fjellstad K, Bozzano M, Fady B, Farsakoglou AM, Gonzalez-Martinez SG, Heinze B, Kandemir G, Koziol C, Kraigher H, Lefevre F, Rusanen M, Scotti I, Westergren M & F Wolter 2021. *Forest Genetic Resources Strategy For Europe*, EUFORGEN, European Forest Institute, Barcelona, 80 pp.
- Aravanopoulos F.A. 2005, Phenotypic Variation and Population Relationships of Chestnut (*Castanea sativa*) in Greece, Revealed by Multivariate Analysis of Leaf Morphometrics. *ISHS Acta Horticulturae* 693: III International Chestnut Congress, DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.693.28
- Aravanopoulos F.A. 2010. Contribution of leaf morphometrics in the study of genetic entries in *Salix L.* *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(5): 1320- 1328 (Sep 2010) ISSN 0975-928X

Aravanopoulos F.A. 2010. Clonal identification based on quantitative, codominant, and dominant marker data: a comparative analysis of selected willow (*Salix L.*) clones. *International Journal of Forest Research*, Article ID 906310, 8 pp., Doi:10.1155/2010/906310

Aravanopoulos F. A. 2011. Genetic monitoring in natural perennial plant populations. *Botany* 89: 75–81.

Aravanopoulos F. A., Tollefsrud M. M., Graudal L., Koskela J., Kätzel R., Soto A., Nagy L., Pilipovic A., Zhelev P., Bozic G., κ.α. 2015. Development of Genetic Monitoring Methods for Genetic Conservation Units of Forest Trees in Europe. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN). Bioversity International, Rome, Italy.

Aravanopoulos F. A. 2016. Conservation and monitoring of tree genetic resources in temperate forests. *Current Forestry Reports* 2: 119-129.

Blazakis, Konstantinos N., Maria Kosma, George Kostelenos, Luciana Baldoni, Marina Bufacchi, and Panagiotis Kalaitzis. 2017. “Description of Olive Morphological Parameters by Using Open Access Software.” *Plant Methods* 13(1):1–15.

Cedro A, Iszkuło G 2011. Do females differ from males of European yew (*Taxus baccata L.*) in dendrochronological analysis? *Tree Ring Res* 67:3–11

Dawson T.E. and L.C. Bliss 1989. Patterns of water use and the tissue water relations in the dioecious shrub, *Salix arctica*: the physiological basis for habitat partitioning between the sexes. *Oecologia*,79(3),332-43.

Dawson T. E and J.R.Ehleringer 1993. Gender-Specific Physiology, Carbon Isotope Discrimination, and Habitat Distribution in Boxelder, *Acer Negundo*. *Ecology*,74(3),798-815.

Des Roches S., Post D. M., Turley N. E., Bailey J. K., Hendry A. P., Kinnison M. T., Palkovacs E.P. 2018. The ecological importance of intraspecific variation. *Nature Ecology & Evolution*, 2(1), 57–64. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0402-5>

Dickinson, T.A., W.H. Parker, and R.E. Strauss 1987. Another approach to leaf shape comparisons. *Taxon* 36: 1-20

El Chami M. 2019. Genetic and Morphological Characterization of Cretan Chestnut. Chania, Greece

Gárate-Escamilla H., Hampe A., Vizcaíno-Palomar N., Matthew Robson T., Benito Garzón M. 2019. Range-wide variation in local adaptation and phenotypic plasticity of fitness-related traits in *Fagus sylvatica* and their implications under climate change. *Global Ecology & Biogeography*, 28(9), 1336-1350 <https://doi.org/10.1111/geb.12936>

Glozer, K. 2008. Protocol for leaf image analysis–surface area. <http://ucanr.edu/sites/fruittree/files/49325.pdf> Google Scholar

International Union for the Protection of new Varieties of plants (UPOV) 2004. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. TG/16/8

Iszkuło, G, Jasin´ska AK, Giertych MJ, Boratyn´ski A 2009. Do secondary sexual dimorphism and female intolerance to drought influence the sex ratio and extinction risk of *Taxus baccata*? *Plant Ecol* 200:229–240

Kavaliauskas, D., Fussi, B., Aravanopoulos, F.A., Alizoti, P., Westergren, M., Bajc, M., Damjanic, R., Dovc, N., Malliarou, M., Avramidou, E., Ballian, D., Bekiaroglou, P., Bozic, G., Breznikar, A, Chasilidis P, Farsakoglou AM, Finzgar D, Ganopoulos I, Kiourtsis F, Konnert M, Šibanic N, Tourvas N, & H Kraigher, H. 2020. Fieldwork for Forest Genetic Monitoring. *In*: Bajc M, Aravanopoulos FA, Westergren M, Fussi B, Kavaliauskas D, Alizoti P, Kiourtsis F & H Kraigher (eds) 2020. Manual for Forest Genetic Monitoring. *Silva Slovenica Publishing Centre, Ljubljana*, 332 pp., pp. 47-66.

Koubouris, G., Bouranis, D., Vogiatzis, E., Abdolhossein, R.N., Giday, H., Tsaniklidis, G., Ligoxigakis, K. L., Blazakis, K., Kalaitzis, P., Fanourakis. D. 2018. Leaf area estimation by considering leaf dimensions in olive tree. *Scientia Horticulturae* 240, pp.440-44

Maloof, J.N., Nozue, K., Mumbach, M.R., Palmer, C.M. 2013. LeafJ: An ImageJ plug in for semi- automated leaf shape measurement. *Journal of Visualized Experiments* 71: e50028.

Minervini, M., Giuffrida, M.V., Perata, P., Tsaftaris, S.A. 2017. Phenotiki: an open software and hardware platform for affordable and easy image-based phenotyping of rosette-shaped plants. *Plant J.* 90(1):204–16

Mello, J.M., Scolforo, H.F., Raimundo, M.R., Scolforo, J.R.S., Oliveira, A.D. and Filho, A.C.F. 2015. Estimating precision of systematic sampling in forest inventories. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 39:15-22

Nowak, K., Giertych, M.J., Pers-Kamczyc, E., Thomas, P.A., Iszkuło, G. 2021. Rich but not poor conditions determine sex-specific differences in growth rate of juvenile dioecious plants. *Journal of Plant Research* 134:947–962

Politi, D.E & F.A., Aravanopoulos 2022. Diversity of leaf morphometric parameters in natural Greek populations of *Arbutus unedo*. *Folia Oecologica* 49(2) doi: 10.2478/foecol-2022-0013

Reich, P. B., Sendall, K. M., Stefanski, A., Wei, X., Rich, R. L., & Montgomery, R. A. 2016. Boreal and temperate trees show strong acclimation of respiration to warming. *Nature*, 531, 633–636. <https://doi.org/10.1038/nature1714>

Robakowski, P., Kamczyc, P.E., Ratajczak, E., Peter, A.T., Ye, Z.P., Rabska, M. and Iszkulo, G. 2018. Photochemistry and Antioxidative Capacity of Female and Male *Taxus baccata* L. Acclimated to Different Nutritional Environments. *Frontiers in Plant Science*, 9 (748),1-13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00742>

Stefanovic, M., Nikolic, B., Matic, R., Popovic, Z., Vidakovic, V., Bojovic, S. 2017. Exploration of sexual dimorphism of *Taxus baccata* L. needles in natural populations. *Trees*. 31:1697–1710, DOI 10.1007/s00468-017-1579-6

Stojnić, S, Pekeč, S, Kebert, M, Pilipović, A, Stojanović, D, Stojanović, M, Rlović, S. 2016. Drought Effects on Physiology and Biochemistry of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) and Hornbeam (*Carpinus betulus* L.) Saplings Grown in Urban Area of Novi Sad, Serbia. *South-east Eur for* 7 (1): 57-63. DOI: <https://doi.org/10.15177/see-for.16-03>

Tumpa, K., Liber, Z., Šatović, Z., Medak, J., Idžojić, M., Vidaković, A., Vukelić, J., Šapić, I., Nikl, P., Poljak, I. 2022. High Level of Phenotypic Differentiation of Common Yew (*Taxus baccata* L.) Populations in the North-Western Part of the Balkan Peninsula. *Forests*. 13, 78.

Vessella, F., Salis, A., Scirè, M. κ.α. 2015. Natural regeneration and gender-specific spatial pattern of *Taxus baccata* in an old-growth population in Foresta Umbra. *Dendrobiology*,73,75–90.

Wyka, TP, Robakowski, P, Zytowskiak, R. 2007. Leaf acclimation to contrasting irradiance in juvenile evergreen and deciduous trees. *Tree Physiol* 27:1293–1306

Wyka, TP, Robakowski, P, Zytowskiak, R. 2008. Leaf age as a factor in anatomical and physiological acclimative responses of *Taxus baccata* L. needles to contrasting irradiance environments. *Photosynthesis* (2008) 95:87–99, DOI 10.1007/s11120-007-9238-1

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΔΑΣΙΚΩΝ
ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Παπάζογλου, Αικατερίνη¹ ; Δημητρακόπουλος, Αλέξανδρος¹

¹Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Ταχ. Θυρίς 228, Πανεπιστημιούπολη, 54640 Θεσσαλονίκη, papazogla@for.auth.gr

Περίληψη

Η επιτυχής πρόγνωση του κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών αποτελεί εχέγγυο για την πρόληψη και επιτυχή καταστολή τους, καθώς και την ετοιμότητα του δασοπυροσβεστικού οργανισμού (προκαταστολή). Η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες, σε συνδυασμό με την ταχύτητα του πνέοντος ανέμου, αποτελούν ίσως τους σημαντικότερους μετεωρολογικούς παράγοντες που καθορίζουν την πιθανότητα έναρξης και την εξέλιξη των δασικών πυρκαγιών. Στην παρούσα εργασία δοκιμάστηκαν οι δείκτες Keetch and Byram και Fosberg. Επίσης δοκιμάστηκε και ο συνδυασμός των δύο δεικτών, σύμφωνα με τον Goodrick. Σκοπός ήταν η ανάλυση ευαισθησίας των δεικτών σε διάφορες μετεωρολογικές παραμέτρους. Προτείνεται ο συνδυασμός των δεικτών του Keetch and Byram και Fosberg για βέλτιστη ανταπόκριση της επικινδυνότητας έναρξης δασικών πυρκαγιών σε συνθήκες ξηρασίας.

Λέξεις κλειδιά: *Keetch & Byram, Fosberg, Goodrick, πυρο-μετεωρολογία, κίνδυνος έναρξης δασικών πυρκαγιών.*

Εισαγωγή

Για τη διαχείριση οποιασδήποτε φυσικής καταστροφής, απαιτείται η λήψη προληπτικών μέτρων για την επιτυχή αντιμετώπιση της.

Πολλές χώρες έχουν αναπτύξει συστήματα εκτίμησης κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών (Viegas κ.α. 1999). Με τη χρήση αυτών, είναι δυνατό να προσδιοριστούν οι περιοχές υψηλού κινδύνου έτσι ώστε οι υπηρεσίες πολιτικής προστασίας να λάβουν τα κατάλληλα προκατασταλτικά μέτρα (Deeming κ.α. 1977, Vasilakos κ.α. 2007).

Τα συστήματα εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιών εμπεριέχουν συνήθως σταθερές και μεταβλητές παραμέτρους του πυρικού περιβάλλοντος, οι οποίες καθορίζουν την ευκολία ανάφλεξης, την ταχύτητα εξάπλωσης, τη δυσκολία καταστολής και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς (Merrill & Alex&er 1987). Οι μεταβλητές παράμετροι των συστημάτων βασίζονται κυρίως σε μετεωρολογικά δεδομένα που λαμβάνονται από μετεωρολογικούς σταθμούς σε πραγματικό χρόνο (Carlson & Burgan, 2003). Για την εκτίμηση του κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες μετεωρολογικές παράμετροι είναι: η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, η ταχύτητα και η ένταση του ανέμου, η βροχόπτωση και η εξατμισιοδιαπνοή (Taylor & Alexer 2006).

Η χρήση εμπειρικών μετεωρολογικών δεικτών για την εκτίμηση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιών και η μακροχρόνια εφαρμογή τους σε πραγματικές συνθήκες επιτρέπουν την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την αξιοπιστία τους και καθιστούν δυνατή την τροποποίησή τους για την βελτίωση της λειτουργικότητάς τους (Cruz & Alexer 2020, Sharples & McRae 2021). Τα συστήματα εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιάς διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εφαρμογή και συγκριτική αξιολόγηση τριών δεικτών εκτίμησης κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών και η αναπροσαρμογή τους στις ελληνικές συνθήκες παρατεταμένης ξηρασίας. Το πεδίο εφαρμογής ήταν η πόλη της Θεσσαλονίκης.

Υλικά και Μέθοδοι

3.1. Δείκτης Keetch & Byram

Ο δείκτης Keetch & Byram (KBDI) αναπτύχθηκε στις νότιες ΗΠΑ με στόχο την εκτίμηση της ξηρασίας στο ανώτερο οργανικό στρώμα του εδάφους, λαμβάνοντας υπόψιν τις επιπτώσεις των

βροχοπτώσεων και της εξατμισοδιαπνοής (Keetch & Byram 1968). Αν και ο δείκτης αυτός αρχικά αναπτύχθηκε για την εκτίμηση της ξηρασίας, ωστόσο χρησιμοποιείται συχνά και ως δείκτης πυροεπικινδυνότητας γιατί θεωρείται ότι αντικατοπτρίζει αξιόπιστα την περιεχόμενη υγρασία της ξηρής καύσιμης ύλης.

Η έναρξη υπολογισμού του δείκτη (από την τιμή 0) αρχίζει όταν το ανώτερο στρώμα του εδάφους είναι κορεσμένο με νερό μετά από μια περίοδο άφθονων βροχοπτώσεων (150 – 203 mm βροχής σε περίοδο μίας εβδομάδας). Έπειτα η πρώτη τιμή ορίζεται σε μηδέν (Keetch & Byram 1968).

Ο δείκτης KBDI σε τιμές του μετρικού συστήματος (S.I.), υπολογίζεται με τις εξισώσεις 1 και 2 :

$$dQ = \frac{(203,2 - Q)(0,968 e^{0,08757T+1,5552} - 8,30) \Delta t}{1 + 10,88 e^{-0,001736R}} 10^{-3} \quad (1)$$

$$KBDIt = KBDIt - 1 + dQ \quad (2)$$

dQ: ο δείκτης ξηρασίας (draught Factor),

Q: η τιμή του δείκτη KBDI της προηγούμενης ημέρας μειωμένη κατά την ημερήσια βροχόπτωση, εκφραζόμενη σε mm,

T: η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία, εκφραζόμενη σε °C,

R: η μέση ετήσια βροχόπτωση, εκφραζόμενη σε mm (Θεσσαλονίκη: 444,5)

Δt: το βήμα της υπολογιστικής διαδικασίας, συνήθως μία μέρα.

Η αξιολόγηση των τιμών του δείκτη, με χρωματική παλέτα διαχωρισμού των κλάσεων, όπως παρουσιάζονται και στον Πίνακα 1 και με μετατροπή αναλογίας των τιμών σε αντιστοιχία των αποτελεσμάτων του δείκτη σε μετρικό σύστημα, ορίζονται ως εξής:

Πίνακας 1. Κλάσεις επικινδυνότητας του KBDI στο μετρικό σύστημα.
Table 1. KBDI hazard classes in the metric system.

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΝΑΡΞΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	ΤΙΜΕΣ KBDI
Χαμηλός	0-38,10
Μέτριος	38,10-76,20
Υψηλός	76,20-127
Πολύ υψηλός	127-177,80
Εξαιρετικά υψηλός	177,80-203,80

Η μετατροπή των κλάσεων επικινδυνότητας του δείκτη KBDI από τις αρχικές στο αγγλοσαξωνικό σύστημα στις αντίστοιχες του μετρικού συστήματος (S.I.), έγινε με την απλή μέθοδο των τριών στα ανάλογα ποσά, με μέγιστες τιμές για τον KBDI το 800 στο αγγλοσαξωνικό και το 203 στο μετρικό σύστημα. Οι αρχικές κλάσεις επικινδυνότητας επιλέχθηκαν από τους Janis, Johnson και Forthun (2002).

3.2. Δείκτης Fosberg

Ο δείκτης πυροεπικινδυνότητας Fosberg (FFWI) αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1970 για να συμπληρώσει το Εθνικό Σύστημα Αξιολόγησης Κινδύνου Πυρκαγιάς (NFDRS) των ΗΠΑ (Fosberg 1978; Goodrick 2002), αλλά έχει χρησιμοποιηθεί πιο πρόσφατα για την εκτίμηση κινδύνου πυρκαγιάς σε τοποθεσίες όπως οι Βορειοδυτικές πολιτείες των ΗΠΑ (Mass κ.α. 2003) αλλά και η Βόρεια Ελλάδα (Kambezidis & Kalliamprakos 2016). Το FFWI χρησιμοποιείται επίσης αδιάλειπτα για ερευνητικούς σκοπούς στη βόρεια Ελλάδα από το 2021 (Dimitrakopoulos κ.α. 2011). Οι μεγαλύτερες τιμές του FFWI συνδέονται με μεγάλα μήκη φλόγας και χαμηλή υγρασία λεπτής, ξηρής καύσιμης ύλης.

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιείται η μετρική μορφή του δείκτη (Sharples, 2022), όπως παρουσιάζεται στις εξισώσεις 3,4,5,6,7:

$$FFWI = 2.069863 \eta \sqrt{2.589975 + U^2} \quad (3)$$

$$\eta = 1 - 2(m/30) + 1.5(m/30)^2 - 0.5(m/30)^3 \quad (4)$$

$$m = 0.03229 + 0.26258 H - 0.00104 H T c \quad H < 10\% \quad (5)$$

$$m = 1.75440 + 0.16011 H - 0.02661 H T_c \quad 11\% \leq H \leq 50\% \quad (6)$$

$$m = 21.0606 + 0.005565 H^2 - 0.00063 H T_c - 0.49440 H \quad H > 51\% \quad (7)$$

Όπου:

T_c : η θερμοκρασία, εκφρασμένη σε °C,

H : η σχετική υγρασία εκφρασμένη σε % και

U : η ταχύτητα του ανέμου, εκφρασμένη σε km/h.

η : συντελεστής απόσβεσης υγρασίας

Η αξιολόγηση των τιμών του δείκτη, με χρωματική παλέτα διαχωρισμού των κλάσεων, όπως παρουσιάζονται και στους πίνακες, ορίζονται ως εξής:

Πίνακας 2. Κλάσεις επικινδυνότητας του δείκτη Fosberg.

Table 2. Fosberg index risk classes.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΝΑΡΞΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	ΤΙΜΕΣ FFWI
Πολύ χαμηλός	<5,2
Χαμηλός	5,2 - 11,2
Μέτριος	11,2 - 21,3
Υψηλός	21,3 - 38
Πολύ υψηλός	38 - 50
Εξαιρετικά υψηλός	>= 50

Δείκτης Goodrick

Ο Goodrick (2002), βασιζόμενος σε εμπειρικά δεδομένα, συνδύασε τον δείκτη Fosberg με τον δείκτη Keetch & Byram, με στόχο να συμπεριλάβει τις επιπτώσεις της παρατεταμένης ξηρασίας στη περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης και, τελικά, στην πυροεπικινδυνότητα. Στη συνάρτηση του Goodrick οι δύο δείκτες εφαρμόζονται στη μετρική τους μορφή (Sharples 2022).

Ο τύπος του Goodrick (2002) εφαρμόζεται όπως στη συνάρτηση 8 :

$$mFFWI = (0.000031K^2 + 0.72) * FFWI \quad (8)$$

Όπου,

K : ο δείκτης Keech & Byram και

FFWI: ο δείκτης Fosberg.

Οι κλάσεις επικινδυνότητας του δείκτη FFWI είναι ίδιες με αυτές του δείκτη Fosberg, αφού ουσιαστικά αποτελούν τροποποίηση των τιμών του Fosberg για παρατεταμένη ξηρασία.

Αποτελέσματα

Αφού συλλέχθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου, ημερήσια βροχόπτωση, μέση ετήσια βροχόπτωση) και υπολογίστηκαν οι τιμές των δεικτών ξηρασίας Keetch & Byram, Fosberg και Goodrick (mFFWI) στο μετρικό σύστημα για το διάστημα από 1 Μαρτίου 2022 έως 31 Δεκεμβρίου 2022, από τον Μετεωρολογικό σταθμό της Καλαμαριάς - Θεσσαλονίκης, στη συνέχεια έγινε η κατανομή τους σε κλάσεις επικινδυνότητας έναρξης δασικών πυρκαγιών.

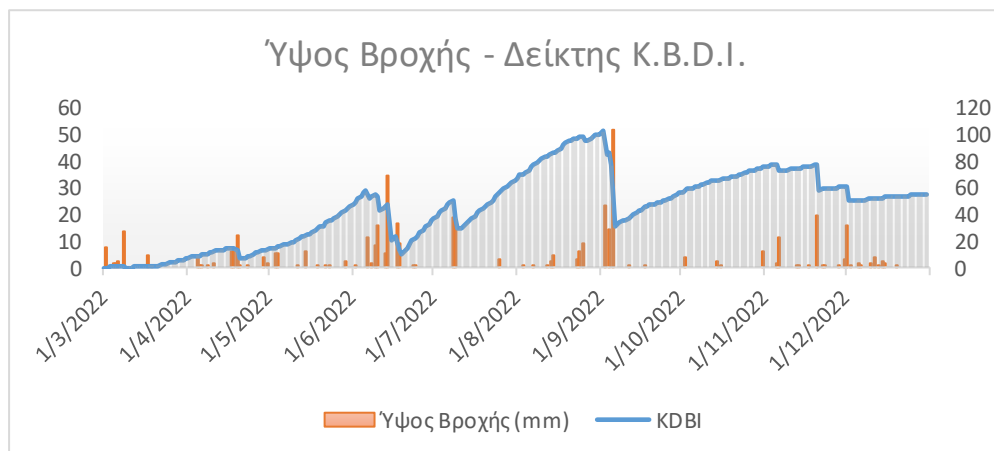
Οι μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεων κατά την περίοδο των μετρήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Ασυνήθιστο γεγονός είναι οι υψηλές τιμές βροχοπτώσεων κατά τους μήνες Ιούνιο (102,8 mm) και Σεπτέμβριο (90,6 mm). Η ημέρα με τα περισσότερα χιλιοστά βροχής ήταν η 5η Σεπτεμβρίου, όπου μετρήθηκαν 51,6 mm βροχής και η αμέσως επόμενη η 14η Ιουνίου με 34,2 mm.

Πίνακας 3. Μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεων (mm).
Table 3. Monthly rainfall values (mm).

Μήνας	Ύψος Βροχής (mm)
Μάρτιος	31,8
Απρίλιος	36
Μάιος	20,2
Ιούνιος	102,8
Ιούλιος	36,4
Αύγουστος	26,4
Σεπτέμβριος	90,6
Οκτώβριος	12,4
Νοέμβριος	38,6
Δεκέμβριος	27,2

Ο

δείκτης KBDI παρουσιάζει μεγάλες αυξομειώσεις καθ' όλη τη χρονική περίοδο των μετρήσεων, γεγονός που οφείλεται στις μεγάλες περιόδους ξηρασίας σε συνδυασμό με τις απότομες βροχοπτώσεις σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1. Πιο συγκεκριμένα ο δείκτης κυμάνθηκε από 0 που ήταν η αρχική τιμή του στις 1 Μαρτίου έως 102 στις 2 Σεπτεμβρίου. Η χαμηλότερη επικινδυνότητα παρουσιάστηκε κυρίως τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο, Οκτώβριο και Δεκέμβριο (95% των τιμών του δείκτη στην κατώτερη βαθμίδα σε σχέση με 58% στην ίδια βαθμίδα τους υπόλοιπους μήνες). Υψηλή επικινδυνότητα παρατηρήθηκε σε ποσοστό 12% του συνόλου των ημερών (25 ημέρες τον Αύγουστο, 5 ημέρες τον Σεπτέμβριο και 7 ημέρες τον Νοέμβριο). Η σχετικά χαμηλή επικινδυνότητα κατά τους θερινούς μήνες (υψηλή σε ποσοστό μόνο 25% κατά το διάστημα Ιουνίου – Σεπτεμβρίου), οφείλεται στις ασυνήθιστα υψηλές βροχοπτώσεις κατά αυτούς τους μήνες (Ιούνιος 102 mm, Σεπτέμβριος 90 mm). Η ασυνήθιστα υψηλή επικινδυνότητα που παρατηρήθηκε κατά τον μήνα Νοέμβριο (65% του συνόλου των ημερών του) οφείλεται στην παρατεταμένη ξηρασία που επικράτησε κατά την περίοδο 5 Σεπτεμβρίου – 31 Οκτωβρίου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1. Γενικά, οι τιμές του δείκτη παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία στη διακύμανση των βροχοπτώσεων και μικρότερη στην παρατεταμένη ξηρασία.



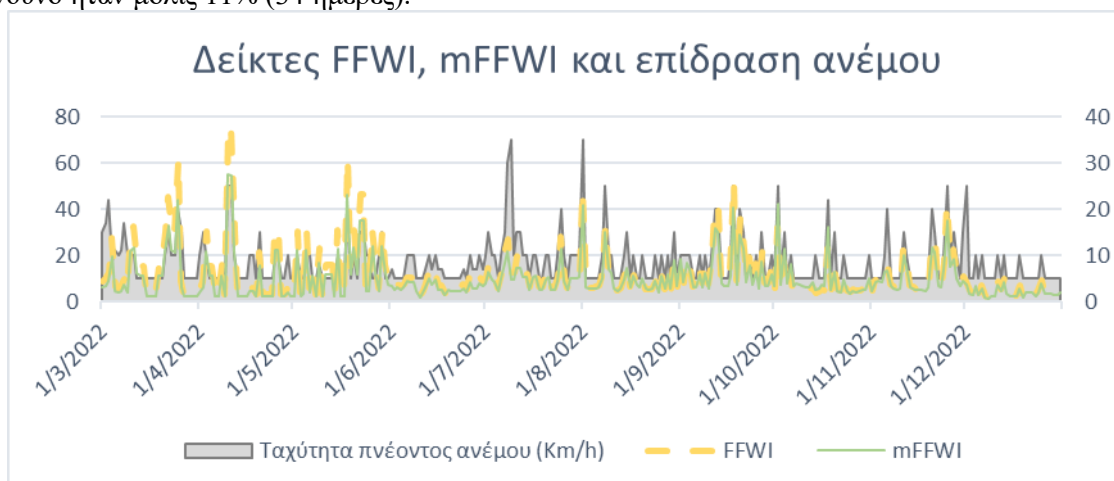
Σχήμα 1. Τιμές δείκτη KBDI και χιλιοστά βροχοπτώσεων κατά τη χρονική περίοδο 1/3/2022 – 31/12/2022.
Figure 1. KBDI index values and millimeters of rainfall during the time period 1/3/2022 – 31/12/2022.

Ο δείκτης FFWI παρουσιάζει μεγάλες ημερήσιες διακυμάνσεις των τιμών του, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2 παρακάτω. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη σημειώθηκε στις 8 Δεκεμβρίου (1,22),

ενώ η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη εμφανίζεται στις 10 Απριλίου (75,923). Η τιμή αυτή οφείλεται στην σχετικά υψηλή ταχύτητα του ανέμου (25 km/h ή 4 BF). Ο δείκτης FFWI παρουσιάζει την μεγαλύτερη ευαισθησία στις διακυμάνσεις της έντασης του πνέοντος ανέμου. Αυτό καθίσταται προφανές και από το γεγονός ότι, με σχεδόν ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας αέρα, η τιμή του δείκτη στις 10 Απριλίου (25 km/h ή 4 BF) ήταν 75,923, ενώ στις 26 Μαΐου (5 km/h ή 1,5 BF) μόνο 31,231. Γενικά, οι υψηλότερες τιμές (επικινδυνότητα υψηλή έως εξαιρετικά υψηλή) του δείκτη FFWI παρουσιάστηκαν κατά τους εαρινούς μήνες (Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο) σε ποσοστό 27% του συνόλου των ημερών, ενώ κατά τους θερινούς μήνες (Ιούνιος έως και Σεπτέμβριος) ήταν μόνο 8%.

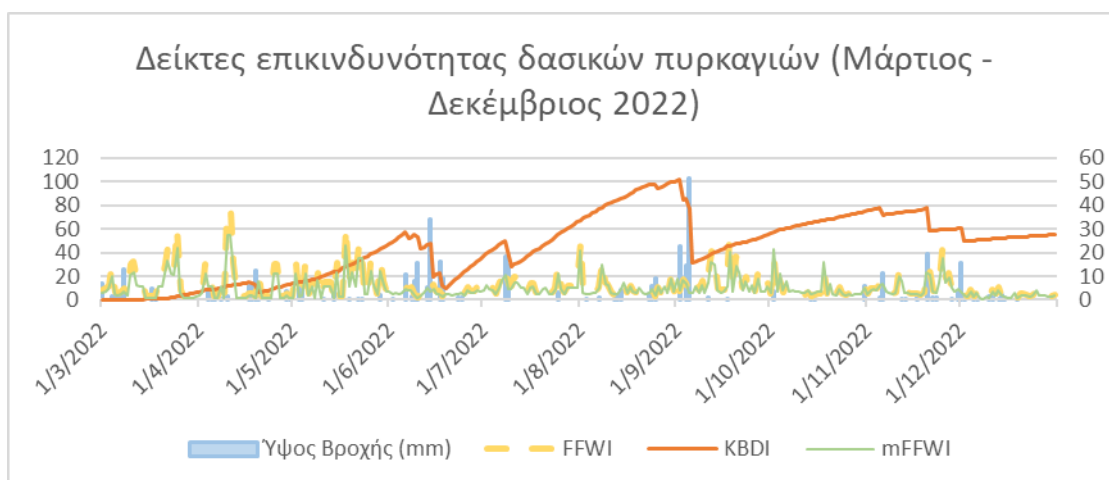
Οι τιμές του δείκτη mFFWI παρουσίασαν γενικά μικρές διαφορές σε σχέση με τις τιμές του δείκτη FFWI. Κατά κανόνα, παρατηρήθηκε ότι στις χαμηλές και μέτριες κλάσεις επικινδυνότητας οι τιμές του mFFWI ήταν λίγο χαμηλότερες από τις τιμές του FFWI. Αντίθετα, στις υψηλές κλάσεις επικινδυνότητας οι τιμές του mFFWI ήταν υψηλότερες από τις αντίστοιχες του FFWI. Οι υψηλότερες τιμές (επικινδυνότητα υψηλή έως εξαιρετικά υψηλή) του δείκτη mFFWI παρουσιάστηκαν κατά τους εαρινούς μήνες (Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο) σε ποσοστό 21% του συνόλου των ημερών, ενώ κατά τους θερινούς μήνες (Ιούνιος έως και Σεπτέμβριος) ήταν μόνο 7,3%. Αυτό οφείλεται στους ισχυρούς ανέμους που έπνεαν κατά την εαρινή περίοδο.

Κατά την μελετηθείσα περίοδο σύμφωνα με τον δείκτη mFFWI, οι ημέρες χαμηλής επικινδυνότητας ήταν περίπου 75% του συνόλου ενώ οι ημέρες με υψηλό έως εξαιρετικά υψηλό κίνδυνο ήταν μόλις 11% (34 ημέρες).



Σχήμα 2. Τιμές δεικτών FFWI και mFFWI ταχύτητα πνέοντος ανέμου (km/h) κατά τη χρονική περίοδο 1/3/2022 – 31/12/2022.

Figure 2. Values of FFWI and mFFWI wind speed indicators (km/h) during the time period 1/3/2022 – 31/12/2022.



Σχήμα 3. Δείκτες επικινδυνότητας δασικών πυρκαγιών κατά KBDI, FFWI & mFFWI (Μάρτιος – Δεκέμβριος 2022).

Figure 3. Forest Fire Risk Indices by KBDI, FFWI & mFFWI (March – December 2022).

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Όσον αφορά τα μετεωρολογικά δεδομένα (από 1 Μαρτίου 2022 έως 31 Δεκεμβρίου 2022, Θεσσαλονίκη) παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα μεγάλες βροχοπτώσεις τους θερινούς μήνες, ιδίως τον μήνα Ιούνιο με 102 mm βροχής. Κατά το τετράμηνο Ιουνίου – Σεπτεμβρίου, που θεωρείται περίοδος παρατεταμένης ανομβρίας, σημειώθηκαν 256,2 mm βροχής ενώ τους υπόλοιπους μήνες το σύνολο των βροχοπτώσεων ήταν μόλις 166,2 mm. Το γεγονός αυτό επηρέασε καθοριστικά την πορεία του δείκτη KBDI. Ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν ισχυρές περιόδους ξηρασίας τους θερινούς μήνες, ενώ οι μέγιστες θερμοκρασίες κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με το μέσο όρο. Η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία δεν υπερέβη τους 36 °C. Τους φθινοπωρινούς μήνες η θερμοκρασία κυμάνθηκε σε υψηλότερες τιμές σε σχέση με τις αναμενόμενες, ενώ παρατηρήθηκαν και οι περισσότερες ημέρες συνεχόμενης ξηρασίας, γεγονός που εξηγεί τις υψηλές τιμές του δείκτη KBDI, κατά το μήνα Νοέμβριο.

Ο πίνακας 4 παρουσιάζει την ποσοστιαία κατανομή όλων των τιμών των δεικτών ανά κλάση επικινδυνότητας. Παρατηρούμε ότι τα ποσοστά είναι περίπου ίδια για την χαμηλή και μέτρια επικινδυνότητα (85-88%) αθροιστικά, καθώς και για την υψηλή επικινδυνότητα (περίπου 10-12%). Αντίθετα, διαφέρουν στον πολύ υψηλό και εξαιρετικά υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς.

Πίνακας 4. Ποσοστά των τιμών των KBDI, FFWI, και mFFWI κατά κλάσεις επικινδυνότητας.
Table 4. Percentages of KBDI, FFWI, and mFFWI values by risk classes.

Αξιολόγηση	KBDI (%)	FFWI (%)	m FFWI (%)
Χαμηλή	58,17	66,01	74,18
Μέτρια	29,74	20,26	14,71
Υψηλή	12,09	10,46	9,15
Πολύ Υψηλή	0,00	1,63	1,31
Εξαιρετικά Υψηλή	0,00	1,63	0,65

Η διακύμανση των τιμών του δείκτη KBDI έδειξαν μεγάλη ευαισθησία στην αυξομείωση των βροχοπτώσεων και σχετικά μικρότερη στις μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες. Ο δείκτης σχεδόν μηδενίστηκε στα μέσα Ιουνίου εξαιτίας υψηλών βροχοπτώσεων, ενώ μέχρι τις αρχές Αυγούστου είχε επανακτήσει υψηλές τιμές επικινδυνότητας. Η παρατεταμένη ανομβρία κατά τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο αντικατοπτρίστηκε στις υψηλές τιμές του δείκτη κατά τον μήνα Νοέμβριο.

Ο δείκτης FFWI (Fosberg) ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητος στη μεταβολή της ταχύτητας του πνέοντος ανέμου, αλλά όχι στις βροχοπτώσεις. Έτσι, παρουσίασε υψηλές τιμές την άνοιξη (ισχυροί άνεμοι) όπου, λόγω της υψηλής υγρασίας της ξηρής καύσιμης ύλης, η πιθανότητα ανάφλεξης είναι χαμηλή. Ο εμπειρικός δείκτης mFFWI (Goodrick), που αποτελεί συνδυασμό των δεικτών FFWI και KBDI, μετρίασε λίγο τις ακραίες (υψηλότερες και χαμηλότερες) τιμές του FFWI. Ωστόσο, η χρήση του είναι τοπική καθώς βασίζεται στη στατιστική συσχέτιση με στοιχεία πυρκαγιών μιας συγκεκριμένης περιοχής.

Η παρούσα μελέτη αφορά τις μετρήσεις ενός μόνο έτους. Η ανάλυση μιας χρονοσειράς μετρήσεων περισσότερων ετών είναι απαραίτητη για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Επίσης, για ενισχυμένη αξιοπιστία, οι κλάσεις επικινδυνότητας των δεικτών θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τη συχνότητα των πυρκαγιών ανά κλάση σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Δοθέντος ότι η πιθανότητα ανάφλεξης της δασικής καύσιμης ύλης εξαρτάται κυρίως από την περιεχόμενη υγρασία της και ότι η εξάπλωση μιας πυρκαγιάς εξαρτάται κυρίως από την ένταση του πνέοντος ανέμου, ο συνδυασμός του δείκτη ξηρασίας KBDI με τον δείκτη FFWI θα μπορούσε να αποτελέσει το αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

Abstract

Reliable prediction of forest fire risk is a requirement for the judicial planning of prevention, pre-suppression, and control of forest fires. High temperatures combined with strong winds are perhaps the most important meteorological factors that determine forest fire danger and behavior.

In the present study, the Keetch & Byram and Fosberg fire risk indices were evaluated with field measurements. A combination of the two indexes, to account for prolonged drought periods, was also tested in order to determine the goodness of fit. The combination of the two indexes, KBDI and Fosberg, may give better results in the Mediterranean climates of prolonged drought and strong summer winds.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μέρος του έργου ΤΖΕΔΚ-02617 “Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών με Τεχνολογίες ΙοΤ” (MAESTRO), στα πλαίσια της δράσης εθνικής εμβέλειας «ΕΡΕΥΝΩ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ, Β΄ΚΥΚΛΟΣ», ΕΠΑνεΚ ΕΥΔΕΕΤΑΚ, ΕΣΠΑ.

Βιβλιογραφία

Alexander, M. E., 1990. Computer calculation of the Keetch-Byram Drought Index-programmers beware. *Fire Management Notes*, 51(4), 23-25.

Carlson, J. D., & Burgan, R. E., 2003. Review of users' needs in operational fire danger estimation: the Oklahoma example. *Int. J. Remote Sens.*, 24(8), 1601-1620.

Cruz, M.G., Alexander, M.E., Fernandes, P.M., Kilinc, M., Sil, Á., 2020. Evaluating the 10% wind speed rule of thumb for estimating a wildfire's forward rate of spread against an extensive independent set of observations. *Environ Model Softw.*133, 104818

Dimitrakopoulos, A. P., Bemmerzouk, A. M., & Mitsopoulos, I. D., 2011. Evaluation of the Canadian fire weather index system in an eastern Mediterranean environment. *Meteorol. Appl.*, 18(1), 83-93.

Fosberg, M. A., 1978. Weather in wildland fire management: the fire weather index. US For Serv Reprints of articles by FS employees.

Goodrick, S. L., 2002. Modification of the Fosberg fire weather index to include drought. *Int. J. Wildland Fire*, 11(4), 205-211.

Janis, M. J., Johnson, M. B. & Forthun, G., 2002. Near-real time mapping of Keetch-Byram drought index in the south-eastern United States. *Int. J. Wildland Fire* 11, 281-289.

Kambezidis, H. D., & Kalliampakos, G. K., 2016. Fire-risk assessment in northern Greece using a modified Fosberg Fire-Weather Index that includes forest coverage. *International Journal of Atmospheric Sciences*, 2016.

Keetch, J. J., & Byram, G. M., 1968. A drought index for forest fire control (Vol. 38). US Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station.

Mass, C. F., Albright, M., Ovens, D., Steed, R., MacIver, M., Gruit, E., Eckel, T., Lamb, B., Vaughan, J., Westrick, K., Storck, P., Colman, B., Hill, C., Maykut, N., Gilroy, M., Ferguson, A. S., Yetter, J., Sierchio, M. J., Bowman, C., Stendert, R., Wilson, R. & Brown, W., 2003. Regional environmental prediction over the Pacific Northwest. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84(10), 1353-1366.

Merrill, D. F., & Alexander, M. E., 1987. Glossary of forest fire management terms. Canadian Committee on Forest Fire Management, National Research Council of Canada: Ottawa, ON, Canada.

Sharples, J. J., 2022. A note on fire weather indices. *Int. J. Wildland Fire*, 31(7), 728-734.

Sharples JJ, McRae RHD, 2021 Assessing the potential for pyrocumulonimbus occurrence using simple fire weather indices. In ‘MODSIM2021, 24th International Congress on Modelling and Simulation’. (Eds RW Vervoort, AA Voinov, JP Evans, L Marshall) December 2021, pp. 386–392. (Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand).

Taylor, S. W., & Alexander, M. E., 2006. Science, technology, and human factors in fire danger rating: the Canadian experience. *Int. J. Wildland Fire*, 15(1), 121-135.

Vasilakos, C., Kalabokidis, K., Hatzopoulos, J., Kallos, G., & Matsinos, Y., 2007. Integrating new methods and tools in fire danger rating. *Int. J. Wildland Fire*, 16(3), 306-316.

Viegas, D. X., Bovio, G., Ferreira, A., Nosenzo, A., & Sol, B., 1999. Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe. *Int. J. Wildland Fire*, 9(4), 235-246.

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΚΑΤΑΚΤΗΤΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *SOLANUM ELAEAGNIFOLIUM*: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Προφήτης, Στέφανος¹; Μπλάνης, Ηλίας²; Φωτιάδης, Γεώργιος²

¹ NCC ΕΠΕ, 15231 Χαλάνδρι, sprofitis@n2c.gr

² Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Επιστήμης των Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 36100 Καρπενήσι, iliasblanis4718@gmail.com, gefotiadis@aau.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνώνται λιβαδικά οικοσυστήματα (εγκαταλειμμένες καλλιέργειες και ξηρά λιβάδια-βοσκότοποι) που εμφανίζεται το χωροκατακτητικό είδος *Solanum elaeagnifolium* στην Περιφερειακή Ενότητα Θεσσαλονίκης. Η έρευνα βασίστηκε σε 15 δειγματοληπτικές επιφάνειες που έγιναν Απρίλιο και Μάιο του 2023. Από τα προσωρινά αποτελέσματα φαίνεται ότι το *Solanum elaeagnifolium* εξαπλώνεται σε λιβάδια όπου κυριαρχούν θερόφυτα, ετήσια είδη. Μάλιστα τα περισσότερα ταχα είναι διαγνωστικά κλάσεων διαταραχόφιλης και νιτρόφιλης βλάστησης, όπως είναι οι κλάσεις *Artemisietea vulgaris*, *Chenopodietea* και *Paraveretea rhoeadis*. Οι τύποι βλάστησης που εμφανίζεται το είδος ενδιαφέροντος είναι δυο (φαίνεται ότι ο ένας σχετίζεται περισσότερο με την εκτατική κτηνοτροφία, ενώ ο δεύτερος με την εγκατάλειψη της γεωργίας) και κυριαρχούνται από Μεσογειακά και Ευρωπαϊκά είδη.

Λέξεις-κλειδιά: λιβαδικά οικοσυστήματα, βόσκηση, ξενικά είδη, χωροκατακτητικότητα

Εισαγωγή

Το *Solanum elaeagnifolium* Cav., ή κοινώς «γερμανός», ανήκει στην οικογένεια Solanaceae και είναι πολυετές, εαρινό δικότυλο φυτό. Η φυσική εξάπλωση του είδους, είναι από τη νότιο-κεντρική Αμερική και συγκεκριμένα στο βορειοανατολικό Μεξικό, στις νοτιοδυτικές ΗΠΑ και πιθανώς στην Αργεντινή (Broyd κ.α. 1984, Uludag κ.α. 2016). Το είδος μεταφέρθηκε ακούσια μέσα σε προϊόντα εδάφους (Uludag κ.α. 2016) και σήμερα, βρίσκεται σε όλο τον κόσμο και έχει χαρακτηριστεί ως επιβλαβές εισβλητικό είδος (Karmezi κ.α. 2022).

Στην Ελλάδα, εντοπίστηκε αρχικά το 1927 στη Θεσσαλονίκη και εμφανίζεται πλέον, σε όλη την Ελλάδα, στα πρανή των δρόμων, σε ημιφυσικά οικοσυστήματα (καλλιέργειες και βοσκότοποι) και σε λιβάδια (Krigas & Kokkini 2004, Krigas κ.α. 2021). Σύμφωνα με τους Krigas κ.α. (2021) τις τελευταίες δεκαετίες, οι πληθυσμοί του *S. elaeagnifolium* έχουν αυξηθεί κατά 1750% και ειδικότερα σε περιβάλλοντα με υψηλότερες μέγιστες θερμοκρασίες και βροχοπτώσεις το καλοκαίρι και χαμηλές βροχοπτώσεις τον χειμώνα, καθώς και σε διαταραγμένα εδάφη που σχετίζονται με γεωργικές δραστηριότητες, οικισμούς και οδικά δίκτυα, κυρίως σε χαμηλά υψόμετρα. Κατά την έρευνα των Formozis κ.α. (2021) αποδείχθηκε ότι το *S. elaeagnifolium* δεν μπορεί να ευδοκιμήσει σε δάση παρά μόνο στα πρανή τους, όπου λαμβάνει ικανοποιητική ηλιακή ακτινοβολία.

Η γρήγορη και ευρεία εξάπλωσή του οφείλεται στις παρακάτω ιδιότητές του: α) έχει ισχυρό και βαθύ ριζικό σύστημα, που αναπτύσσεται γρήγορα, β) παράγει πολλούς καρπούς, γ) έχει έντονη ριζοβλαστική ικανότητα, δ) πολλαπλασιάζεται και αγενώς με μεγάλη επιτυχία, ε) έχει μεγάλη αντοχή στη ρύπανση, στ) ευδοκιμεί σε κάθε τύπο εδάφους από αμμώδες έως αργιλώδες και ζ) εκκρίνει τοξικές ουσίες (σολανίνη), που έχουν ως αποτέλεσμα την παρεμπόδιση ανάπτυξης άλλων φυτικών ειδών (Krigas & Kokkini 2004, Uludag κ.α. 2016). Όλες οι παραπάνω ιδιότητες το καθιστούν ως ένα ιδιαίτερα επικίνδυνο φυτό για την αυτοφυή χλωρίδα της Ελλάδας, καθώς μπορεί να απειλήσει τη βιοποικιλότητα και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων απελευθερώνοντας φυσικούς αναστολείς και καθιστώντας τα γειτονικά φυτά ευάλωτα σε παθογόνα, μειώνοντας την αξία των γαιών που εισβάλλει και επιπλέον είναι τοξικό για τα ζώα (Mekki 2007, Stanton κ.α. 2009, Kashfi & Lagopodi 2011, Brunel 2011, Uludag κ.α. 2016).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν τα ενδιαιτήματα του χωροκατακτητικού είδους *S. elaeagnifolium*, σε μη αστικά περιβάλλοντα.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε λιβαδικές εκτάσεις (εγκαταλειμμένες καλλιέργειες και ξηρά λιβάδια-βοσκότοποι) της Περιφερειακής Ενότητας Θεσσαλονίκης και ειδικότερα στον Πεντάλοφο.

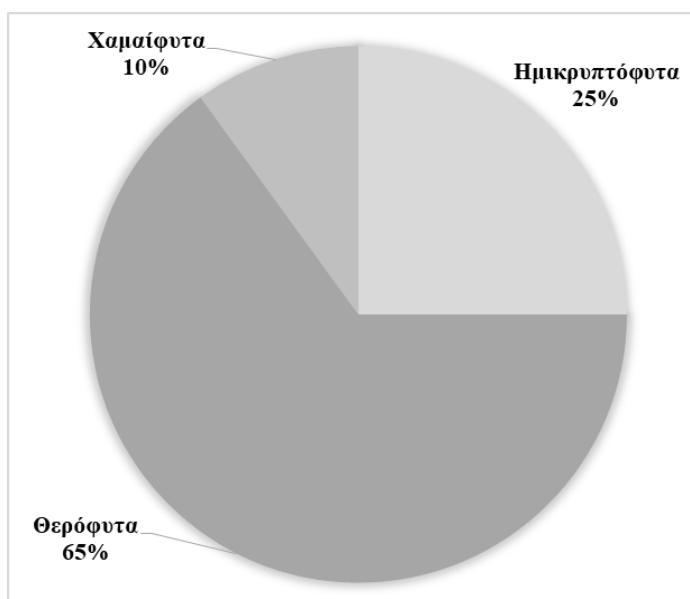
Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής της Περιφερειακής Ενότητας Θεσσαλονίκης χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό, με κάποια ηπειρωτικά χαρακτηριστικά. Η ξηροθερμική περίοδος διαρκεί 5 μήνες, από τα μέσα Μαΐου μέχρι το τέλος Σεπτεμβρίου. Οι χιονοπτώσεις δεν είναι πολύ συχνές, αλλά συνήθως εκδηλώνονται κατά την περίοδο Δεκεμβρίου-Φεβρουαρίου που είναι και το τρίμηνο με παγετούς. Το ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται περίπου στα 450 mm κατά μέσο όρο και συγκεκριμένα το έτος 2022, η βροχόπτωση ανήλθε, σύμφωνα με τον μετεωρολογικό σταθμό του Κορδελιού, στα 452,6 mm. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 15,8°C. Η μέση ελάχιστη και η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 13,7°C και 22,5°C αντίστοιχα (Κρίγκας 2004).

Οι δειγματοληψίες βλάστησης πραγματοποιήθηκαν την περίοδο Απριλίου – Μαΐου του 2023, πριν την κατανάλωση της βλάστησης από κτηνοτροφικά ζώα. Συνολικά έγιναν 15 δειγματοληψίες σε ποολίβαδα, πολλά από τα οποία ήταν και παλαιές εγκαταλειμμένες καλλιέργειες. Οι ενεργές γεωργικές καλλιέργειες αποκλείστηκαν. Κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια είχε έκταση 4 m², όπου καταγράφηκαν τα φυτικά είδη και η πληθοκάλυψή τους με την προσαρμοσμένη 9βάθμια κλίμακα του Braun Blanquet (Dierschke 1994). Η ονοματολογία, η βιοτική μορφή και η χωρολογία των taxa βασίστηκε στο σύγγραμμα των Dimopoulos κ.α. (2013), όπως αυτό επικαιροποιείται στο <https://portal.cybertaxonomy.org/flora-greece/intro>. Για τη διάκριση των taxa ως διαγνωστικά σε φυτοκοινωνιολογικές κλάσεις χρησιμοποιήθηκε η εργασία των Mucina κ.α. (2016).

Για κάθε θέση εμφάνισης καταγράφηκαν οι συντεταγμένες, το υψόμετρο και οι τυχόν ανθρωπογενείς επεμβάσεις.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Το *Solanum elaeagnifolium* φαίνεται ότι απαντάται σε ποολίβαδα, με την κυριαρχία θερόφυτων ειδών (Σχήμα 1), που συνήθως σχετίζονται με ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Μάλιστα φαίνεται ότι τα περισσότερα είδη είναι διαγνωστικά κλάσεων που αντιπροσωπεύουν διαταραχόφιλες ή νιτρόφιλες φυτοκοινωνίες, όπως οι Artemisietea vulgaris, Chenopodietae και Paraveretea rhoeadis (Πίνακας 1). Αυτό υποδεικνύει ότι το *S. elaeagnifolium* έχει, τουλάχιστον προς το παρόν, έντονη προτίμηση σε διαταραγμένα εδάφη, όπως άλλωστε είναι και πολλά άλλα ξενικά χωροκατακτητικά είδη όπως το *Ailanthus altissima* (Fraggakis κ.α. 2009). Αυτά έρχονται σε απόλυτη συμφωνία με τα αποτελέσματα που βρήκαν και οι Krigas κ.α. (2021) για την εξάπλωση και τα ενδιαιτήματα του είδους ενδιαφέροντος.



Σχήμα 1. Βιοτικό φάσμα των taxa που εμφανίζονται μαζί με το *Solanum elaeagnifolium*
Figure 1. Life Form spectrum of the taxa found with *Solanum elaeagnifolium*

Πίνακας 1. Τύποι βλάστησης που εμφανίζεται το *Solanum elaeagnifolium*. Στον Πίνακα εμφανίζονται τα είδη με τη μεγαλύτερη πληθοκάλυψη.

Table 1. Vegetation types where *Solanum elaeagnifolium* found. In the Table only the taxa with high abundance appears.

A/A Φυτοληψίας			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Χωρολ ^α	Βιοτ ^β	Κλάση ^γ	1			2α			2β								
Υψόμετρο			169	201	185	198	208	226	268	387	298	289	423	479	186	224	284
Alien	H	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	2a	2a	+	2a	1	+	1	2a	2a	2a	+	+	2a	2a	2a
E-SWA	T	K-C	<i>Cerastium semidecandrum</i>	1	1	2m	1										
E-SWA	T	Av	<i>Crepis setosa</i>	2b	+	1		+									
E-S	T	Ch	<i>Alyssum simplex</i>	1	+	+											
EM	H		<i>Erodium absinthoides</i>	1	+	+	1										
E-SWA	T	Ch	<i>Valerianella locusta</i>	1	1		1	+									
M-	T	Pb															
SWA			<i>Bellardia latifolia</i>	+		1	1										
Med	T		<i>Biscutella didyma</i>	1	1	+	+	r		+							
			<i>Cirsium</i> sp.	1	+		1										
Med	Ch		<i>Helianthemum nummularium</i>	1		1	1	1									
Med	T		<i>Hippocrepis unisiliquosa</i>	1	+	1		+									
E-SWA	T	Pr	<i>Sherardia arvensis</i>	1		2a	1	+				+					
E-SWA	T	F-B	<i>Arenaria leptoclados</i>						1	1	1	1	2a	1			
Med	T		<i>Helianthemum aegyptiacum</i>						1	1	+		1				
B-CE	H	F-B	<i>Achillea clypeolata</i>						1						+		
Med	H	F-B	<i>Achnatherum bromoides</i>						1	+	+	1	1				
M-	Ch	F-B															
SWA			<i>Convolvulus cantabrica</i>						2a			2a				1	
Cosmo	T	Pr	<i>Matricaria recutita</i>						1		1	2a	+				
Cosmo	T	Ch	<i>Rostraria cristata</i>						1	2b		1					
Med	H		<i>Convolvulus althaeoides</i>						1		2a		1				
Med	T	K-C	<i>Vulpia myuros</i>						+			1	1				
Med	T	Ch	<i>Tordylium apulum</i>									+					
E-SWA	H	Av	<i>Medicago sativa</i>							1	+				2a	1	
Med	T		<i>Petrorrhagia dubia</i>								+	1	1				
M-	T	Ch															
SWA			<i>Aegilops triuncialis</i>						1	1	1	1	+	3	2b		1
E-S	H	Pb	<i>Lolium perenne</i>						1	+	1			2a	2b		2a
Pal	T		<i>Bromus tectorum</i>						1		+	1			+		
Med-E	H	Av	<i>Chondrilla juncea</i>							1	1		1			2a	1
E-SWA	T	Pb	<i>Trifolium scabrum</i>							1	+	1	1		1		
Med	T		<i>Trifolium stellatum</i>						1	1		1	1		1		
E-SWA	T	Ch	<i>Torilis nodosa</i>												2b		1
E-SWA	T	Pr	<i>Sinapis alba</i>											+		1	
Med	T	Av	<i>Notobasis syriaca</i>													1	1
Med	T		<i>Crambe hispanica</i>											+	1		+
M-	T	Ch															
SWA			<i>Avena sterilis</i>	1	2a	2a	2a	1	+	2a	2a			+			
E-SWA	T	Ch	<i>Crepis sancta</i>	2a	1	2a	2a	1		+	+	+					
Pal	H		<i>Dactylis glomerata</i>		2b			1	+			+		+	2a		
E-SWA	H	F-B	<i>Eryngium campestre</i>			1		1		2a		2a	2a	1		1	
Pal	Ch		<i>Medicago minima</i>		1	1	+	1	+	1	2a	1	1	1	+		1
Med	T		<i>Onobrychis aequidentata</i>		1			+	1	1	1	+	1	+	+		
Med	Ch		<i>Teucrium capitatum</i>		1	2b	2a	1	2a	1		1		1			

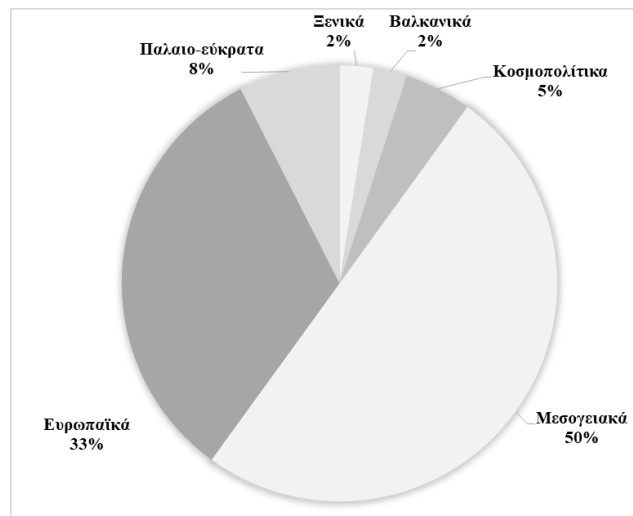
α Συντημήσεις χωρολογίας ειδών: E-SWA: Ευρώπη-Νοτιοδυτική Ασία, E-S: Ευρώ-Σιβηρικό, EM: Ανατολικομεσογειακό, M-SWA: Μεσογειακό-Νοτιοδυτικοασιάτικο, Med: Μεσογειακό, B-CE: Βαλκανικό-κεντροευρωπαϊκό, Cosmo: κοσμοπολίτικο, Pal: παλαιοέγκρατο, Med-E: Μεσογειακό-Ευρωπαϊκό

β Συντημήσεις βιοτικής μορφής: T: Θερόφυτο, H: Ημικρυπτόφυτο, Ch: Χαμαίφυτο

γ Συντημήσεις φυτοκοινωνιολογικών κλάσεων: K-C: Koelerio-Corynephoretea canescentis, Av: Artemisietea vulgaris, Ch: Chenopodietea, Pb: Poetea bulbosae, Pr: Papaveretea rhoeadis, F-B: Festuco-Brometea.

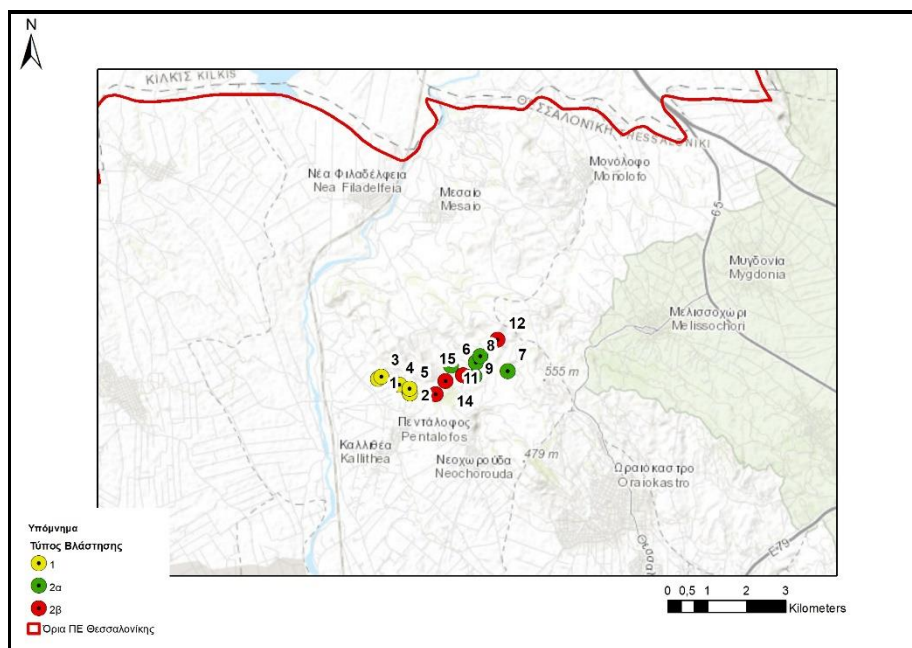
Σε ότι αφορά τη χωρολογική προέλευση των ειδών, φαίνεται ότι κυριαρχούν τα Μεσογειακά (με 50%) και ακολουθούν τα Ευρωπαϊκά (με 33%) (Σχήμα 2). Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς τα οικοσυστήματα που απαντά το είδος ενδιαφέροντος είναι σε χαμηλά υψόμετρα (0-600m), όπου απαντούν συνήθως μεσογειακά στοιχεία και σε διαταραγμένα εδάφη όπου συνήθως απαντούν

κοινά είδη σε ευρωπαϊκό και κοσμοπολίτικο επίπεδο. Πρέπει να τονιστεί ότι δεν βρέθηκαν ελληνικά ενδημικά taxa, ενώ τα βαλκανικά είναι μόλις 2%, ποσοστό ίδιο με αυτό που έχουν τα ξενικά είδη που απαντώνται στις δειγματοληπτικές επιφάνειες.



Σχήμα 2. Χωρολογικό φάσμα των taxa που εμφανίζονται μαζί με το *Solanum elaeagnifolium*
Figure 2. Chorological spectrum of the taxa found with *Solanum elaeagnifolium*

Από τον Πίνακα 1 φαίνεται ότι το *S. elaeagnifolium* απαντάει σε δυο τύπους βλάστησης, από τους οποίους ο πρώτος (ο 1 στον Πίνακα 1) σχετίζεται μάλλον περισσότερο με την εκτατική κτηνοτροφία, ενώ ο δεύτερος (ο 2α και 2β στον Πίνακα 1) με την εγκατάλειψη της γεωργίας (εγκαταλειμμένοι αγροί) και παράλληλα την εκτατική κτηνοτροφία (Πίνακας 1, Σχήμα 3). Μάλιστα στον πρώτο τύπο βλάστησης απαντώνται είδη που είναι μη επιθυμητά από τα αγροτικά ζώα (π.χ. *Alyssum minus*, *Sherardia arvensis*, *Cerastium semidecandrum*), ενώ στο δεύτερο τύπο βλάστησης απαντώνται είδη που είναι συνήθως καλλιεργήσιμα σε λειμώνες (π.χ. *Medicago sativa*) ή για παραγωγή προϊόντων (*Sinapis alba*). Μικρή διαφοροποίηση υπάρχει και στη χωρολογία των taxa που εμφανίζονται στους δυο τύπους βλάστησης: στον πρώτο εμφανίζονται περισσότερα ευρωπαϊκά taxa, ενώ στον δεύτερο μεσογειακά taxa. Στον δεύτερο τύπο βλάστησης φαίνεται και η διάκριση δυο υποτύπων βλάστησης, που μάλλον σχετίζεται με την πρότερη κατάστασή τους (ο πρώτος υποτύπος – ο 2α στον Πίνακα 1 – ήταν μάλλον για κάποιο χρονικό διάστημα λειμώνας, ενώ ο δεύτερος – ο 2β στον Πίνακα 1 – αγροτική καλλιέργεια) και με την ένταση της βόσκησης (μεγαλύτερη στον δεύτερο υποτύπο βλάστησης).



Σχήμα 3. Δειγματοληπτικές επιφάνειες ανά τύπο βλάστησης
Figure 3. Sample plots per vegetation type

Συμπεράσματα

Από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν φαίνεται ότι το *S. elaeagnifolium* εξαπλώνεται σε λιβάδια όπου κυριαρχούν θερόφυτα, ετήσια είδη. Μάλιστα τα περισσότερα taxa είναι διαγνωστικά κλάσεων διαταραχόφιλης και νιτρόφιλης βλάστησης, όπως είναι οι κλάσεις *Artemisietea vulgaris*, *Chenopodietea* και *Papaveretea rhoeadis*. Οι τύποι βλάστησης που εμφανίζεται το είδος ενδιαφέροντος είναι δυο όπου φαίνεται ότι ο ένας σχετίζεται περισσότερο με την εκτατική κτηνοτροφία, ενώ ο δεύτερος με την εγκατάλειψη της γεωργίας και κυριαρχούνται από Μεσογειακά και Ευρωπαϊκά είδη.

Abstract

In this paper, grassland ecosystems (abandoned crops and dry pastures) where the invasive species *Solanum elaeagnifolium* occurs in the Prefecture of Thessaloniki are investigated. The research was based on 15 sampling plots carried out between April and May 2023. From the provisional results it appears that *Solanum elaeagnifolium* is spreading in grasslands dominated by herbaceous, annual species. In fact, most taxa are diagnostic of classes of synanthropic and nitrophilous vegetation, such as *Artemisietea vulgaris*, *Chenopodietea* and *Papaveretea rhoeadis*. The vegetation types, that the species of interest appears in, are two, one related to extensive animal husbandry and the other of the abandonment of agriculture and dominated by Mediterranean and European species.

Βιβλιογραφία

- Boyd, J.W., Murray, D.S., Tyrl, R.J., 1984. Silverleaf nightshade, *Solanum elaeagnifolium*, origin, distribution, and relation to man. *Economic botany*, 38, 210-217.
- Braun-Blanquet, J., 1951. *Pflanzensoziologische Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, 2 Auflage, Wien, pp. 631.
- Braun-Blanquet, J., 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer Verlag, 3 Auflage, Wien, pp. 865.
- Brunel, S., 2011. Pest risk analysis for *Solanum elaeagnifolium* and international management measures proposed. *EPPO bulletin*, 41(2), 232-242.
- Dierschke, H., 1994. *Pflanzensoziologie-Grundlagen und Methoden*. Ulmer, Stuttgart, 683 pp.
- Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., Tzanoudakis, D., 2013. *Vascular Plants of Greece. An annotated checklist*. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem & Hellenic Botanical Society, Berlin & Athens.

- Formozis, G., Tsakalidimi, M., Ganatsas, P., 2021. Are Mediterranean forest ecosystems under the threat of invasive species *Solanum elaeagnifolium*?. iForest - Biogeosciences and Forestry, 14: 236-241.
- Fraggakis, I., Kyriazopoulos, A., Fotiadis, G., 2009. Behaviour and spreading of invasive species *Ailanthus altissima* in urban habitats of continental Greece. In 52th International Symposium of IAVS: Vegetation Processes and Human Impact in a Changing World, 30 May-4 June 2009, Chania, Greece: 161.
- Karmezi, M., Krigas, N., Argyropoulou, M.D., 2022. The Invasion and Long Naturalization of *Solanum elaeagnifolium* affects the Soil Nematode Community: Evidence from a Comparative Study. Agronomy 12 (10), 2346. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102346>.
- Kashefi, J., Lagopodi, A., 2011). New pathogens of *Solanum elaeagnifolium* investigated as possible biocontrol agents of the weed in Greece. In Proceedings of the Environmental Weeds and Invasive Plants, 3rd International Symposium of Environmental Weeds and Invasive Plants, Ascona, Switzerland (pp. 2-7).
- Κρίγκας, Ν. 2004. Χλωρίδα και ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή της Θεσσαλονίκης: βιολογική προσέγγιση και ιστορική σύνδεση. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 376.
- Krigas, N., Kokkini, S., 2004. A survey of the alien vascular flora of the urban and suburban area of Thessaloniki, N Greece. Willdenowia 34: 81-99.
- Krigas, N., Tsiafouli, M. A., Katsoulis, G., Votsi, N. E., van Kleunen, M., 2021. Investigating the invasion pattern of the alien plant *Solanum elaeagnifolium* Cav. (silverleaf nightshade): Environmental and human-induced drivers. Plants, 10(4): 805.
- Mekki, M., 2007. Biology, distribution and impacts of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). EPPO bulletin, 37(1): 114-118.
- Stanton, R., Heap, J., Carter, R., Wu, H., 2009. *Solanum elaeagnifolium* Cav. In The Biology of Australian Weeds, 3: 1-35.
- Uludag, A., Gbehounou, G., Kashefi, J., Bouhache, M., Bon, M.C., Bell, C., & Lagopodi, A.L. 2016. Review of the current situation for *Solanum elaeagnifolium* in the Mediterranean Basin. EPPO Bulletin, 46(1): 139-147.
- www.emy.gr [Ανάκτηση 20/6/2023]
- www.meteo.gr [Ανάκτηση 20/6/2023]
- <https://portal.cybertaxonomy.org/flora-greece/intro> [Ανάκτηση 24/6/2023]

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΛΕΙΔΑΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΙΧΘΥΩΝ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΩΣ
ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ & ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Στόϊλας, Βασίλης-Ορέστης; Κοκκινάκης, Κ. Αντώνιος; Ανδρεοπούλου, Ζαχαρούλα

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τ.Θ. 241, 54124 Θεσσαλονίκη, e-mail: akokkin@for.auth.gr

Περίληψη

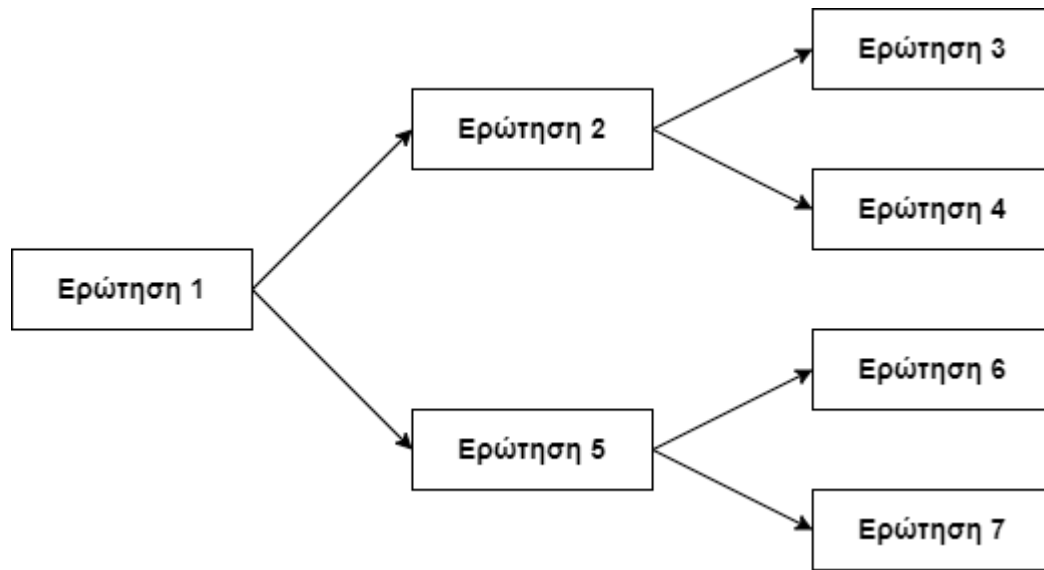
Οι κλειδες προσδιορισμού ειδών αποτελούν ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται από πολλές επιστήμες στην αναγνώριση των ειδών με βάση τα εξωτερικά χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα. Στην εργασία αυτή αναπτύσσεται μια διαδικτυακή εφαρμογή για τον προσδιορισμό των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας, ως εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων στο πεδίο ή στο εργαστήριο. Η εφαρμογή περιλαμβάνει το σύνολο των 162 ειδών ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας. Η κλειδαδιαμορφώθηκε με βιβλιογραφική υποστήριξη μετά από απαραίτητες τροποποιήσεις, σύμφωνα τις πλέον πρόσφατες ταξινομικές αλλαγές. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που παρέχει είναι η κάλυψη ενός κενού στη βιβλιογραφία, αλλά και η ευκολία και οι πολλές δυνατότητες στην αναζήτηση πληροφοριών από το διαδίκτυο. Η εφαρμογή μπορεί να αξιοποιηθεί στη λήψη ασφαλών αποφάσεων σε θέματα έρευνας και εκπαίδευσης στην οικολογία και την ιχθυοπανίδα των εσωτερικών υδάτων.

Λέξεις κλειδιά: Ιχθυοπανίδα εσωτερικών υδάτων, κλειδα προσδιορισμού, διαδικτυακή εφαρμογή, εργαλείο υποστήριξης & λήψης αποφάσεων

Εισαγωγή

Τα ψάρια είναι τα πιο πολυάριθμα είδη σπονδυλωτών, καθώς σήμερα υπάρχουν πάνω από 33.000 είδη (Froese και Pauly 2023). Από αυτά, το 43% ζουν στα εσωτερικά νερά είτε σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους είτε για ένα μέρος αυτής. Τα οικοσυστήματα των εσωτερικών υδάτων, ενώ καταλαμβάνουν μόλις 0,8% της επιφάνειας της γης και μόλις το 0,02% του υδάτινου όγκου της, όπου μπορεί να φιλοξενήσει υδρόβια ζωή, περιέχουν έναν δυσανάλογα μεγάλο αριθμό ειδών ψαριών, ο οποίος αυξάνεται και τροποποιείται συνεχώς (Dawson 2012, Nelson κ.α. 2016). Η ιχθυοπανίδα των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλότητα και υψηλό βαθμό ενδημισμού. Αποτελείται από 162 καταγεγραμμένα είδη, από οποία τα 137 είναι ιθαγενή, τα 47 ενδημικά ενώ 14 απαντώνται σε ορισμένα διασυννοριακά ύδατα με τις βαλκανικές χώρες (Barbieri κ.α. 2015, 2017).

Στην σύγχρονη εποχή που χαρακτηρίζεται από ραγδαίες εξελίξεις, η δυνατότητα ορθής αναγνώρισης ειδών με τόσο πλούσια βιοποικιλότητα, όπως αυτή των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων, έχει ιδιαίτερη σημασία. Η διαθεσιμότητα αξιόπιστων μέσων για την αναγνώριση των ειδών κρίνεται αναγκαία σε διάφορες περιπτώσεις, όπως στην έρευνα, στην εκπαίδευση ή στον σχεδιασμό πολιτικών για την διατήρηση των ειδών. Στο πλαίσιο της επιστήμης της ταξινομίας, η οποία αποτελεί μέρος της ευρύτερης επιστήμης της συστηματικής, έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι και εργαλεία για την αναγνώριση των οργανισμών (Fischer 2013). Οι κλειδες προσδιορισμού, οι οποίες αποτελούν θεμελιώδη εργαλεία διάφορων επιστημόνων όπως βιολόγων, ιχθυολόγων, δασολόγων, βοτανολόγων κλπ. αλλά και υπεύθυνων χάραξης και εφαρμογής πολιτικών, χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση του είδους ενός οργανισμού (Nixon κ.α., 1997). Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μορφή κλειδας προσδιορισμού είναι η 'διχοτομική κλειδα', κατά την οποία, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, κάθε βήμα της διαδικασίας αναγνώρισης χωρίζεται σε δύο επιλογές (Hagedorn κ.α. 2010).



Σχήμα 1. Ενδεικτικό παράδειγμα διχοτομικής κλείδας (τροποποιημένο από Hagedorn κ.α. 2010).
Figure 1. An illustrative example of a dichotomous key (modified from Hagedorn κ.α. 2010)

Σήμερα υπάρχουν πολυάριθμες κλείδες προσδιορισμού ιχθύων, οι οποίες μπορεί να είναι σε έντυπη ή ψηφιακή μορφή και συνήθως καλύπτουν την ιχθυοπανίδα που ζει εντός συγκεκριμένων γεωγραφικών ορίων. Οι κλείδες σε έντυπη μορφή είναι οι συνηθέστερες, ωστόσο τα τελευταία χρόνια άρχισαν να αναπτύσσονται όλο και περισσότερες ψηφιακές. Ενώ υπάρχει μία πληθώρα από έντυπο υλικό και διαδικτυακές εφαρμογές με κλείδες προσδιορισμού των ιχθύων, το διαθέσιμο υλικό για την ιχθυοπανίδα των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας είναι περιορισμένο και στην πλειοψηφία του δεν είναι επικαιροποιημένο με τις πιο πρόσφατες αλλαγές της ταξινομικής κατηγοριοποίησης των ιχθύων, εξαιτίας των πολλών εξελίξεων των τελευταίων ετών (Vavalidis κ.α. 2019).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάπτυξη μιας κλείδας για τον προσδιορισμό των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας ως διαδικτυακή εφαρμογή, για να αξιοποιηθεί ως εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Ειδικότερα, η εφαρμογή περιλαμβάνει έγκυρες και εύχρηστες τμηματικές κλείδες προσδιορισμού με τα 162 γνωστά είδη των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της ελληνικής επικράτειας, πλούσιο πληροφοριακό υλικό για όλα τα είδη και σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία.

Υλικά και μέθοδοι

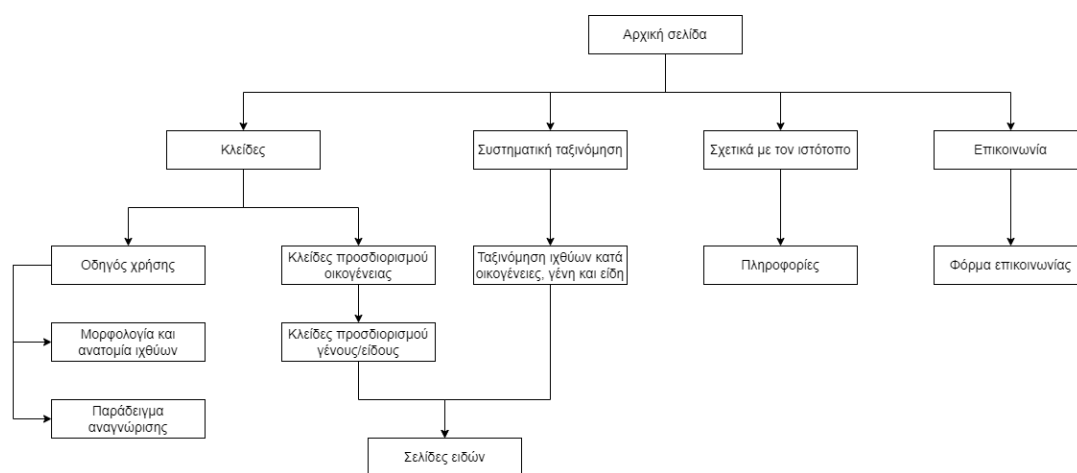
Συλλογή δεδομένων και κατασκευή της κλείδας προσδιορισμού

Για την κατασκευή των κλειδών προσδιορισμού, σε πρώτη φάση δημιουργήθηκε μία λίστα με τα είδη όλων των ειδών των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας με βάση τις πιο πρόσφατες μελέτες (Barbieri κ.α. 2015, 2017) και έγινε αναζήτηση για τις πιο πρόσφατες ταξινομικές αλλαγές (Fricke κ.α. 2023, Froese και Pauly 2023). Στη συνέχεια, έγινε εκτενής βιβλιογραφική αναζήτηση για την κατασκευή της διχοτομικής κλείδας (Morrow 1980, Eccles 1992, Παπαχρήστου κ.α. 1997, Muus 1999, Yamamoto και Tagawa 2000, Murakami κ.α. 2001, Hosoya 2002, Maurakis και Economidis 2003, Salpietro κ.α. 2004, Kalous κ.α. 2007, Kottelat και Freyhof 2007, Bogorodsky κ.α. 2010, Renaud και Economidis 2010, Freyhof κ.α. 2014, Barbieri κ.α. 2015, Güçlü και Küçük 2015, Barbieri κ.α. 2017, Παγώνης 2020, Froese και Pauly 2023). Για την οργάνωση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel. Για την ανάπτυξη του πληροφοριακού υλικού (πληροφορίες ανά είδος και οδηγίες χρήσης της κλείδας) που θα περιλαμβάνεται στην διαδικτυακή εφαρμογή, αντλήθηκαν πληροφορίες από τον ιστότοπο Fish Base (Froese και Pauly, 2023) καθώς και από διάφορα συγγράμματα (Νεοφύτου 1997, Οικονομίδης 1997, Κασπίρης 2000, Μίνος 2010).

Σχεδιασμός και ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής

Η διαδικτυακή εφαρμογή σχεδιάστηκε με βάση συγκεκριμένες κατευθυντήριες οδηγίες (Nielsen 2000, Lynch και Horton 2016) έτσι ώστε να είναι εύχρηστη και λειτουργική για τον τελικό χρήστη.

Η δομή της εφαρμογής παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Ειδικότερα, αποτελείται από :α) τις κλείδες προσδιορισμού οι οποίες χωρίζονται σε κλείδες οικογενειών, γένους και είδους, μαζί με έναν οδηγό χρήσης που περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες μορφολογίας των ιχθύων και ένα παράδειγμα χρήσης, β) την συστηματική ταξινόμηση των ιχθύων, γ) πληροφορίες σχετικά με την διαδικτυακή εφαρμογή και δ) μία φόρμα επικοινωνίας. Τέλος, υπάρχουν οι σελίδες των ειδών οι οποίες περιλαμβάνουν αναλυτικές πληροφορίες για το κάθε είδος. Ο χρήστης μπορεί να οδηγηθεί σε αυτές από την κλείδα προσδιορισμού με τη διενέργεια αναγνώρισης είτε από τη σελίδα συστηματικής ταξινόμησης επιλέγοντας το επιθυμητό είδος. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με την πλατφόρμα GoogleSites.



Σχήμα 2. Δομή της διαδικτυακής εφαρμογής.
Figure 2. Structure of the web application.

Αποτελέσματα

Αρχική σελίδα και μενού πλοήγησης της εφαρμογής

Όταν ο χρήστης ανοίγει την διαδικτυακή εφαρμογή, εμφανίζεται σε αυτόν η αρχική σελίδα (Σχήμα 3). Το άνω τμήμα της σελίδας περιλαμβάνει την μπάρα πλοήγησης, από όπου ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στις διάφορες λειτουργίες της εφαρμογής. Η μπάρα πλοήγησης είναι πάντα ορατή, ανεξάρτητα από την σελίδα στην οποία βρίσκεται ο χρήστης. Του προσφέρει την δυνατότητα να μεταβεί στη σελίδα του επιθυμητού είδους με διάφορους τρόπους, π.χ. μέσω της διαδικασίας αναγνώρισης, μέσω της σελίδας της συστηματικής ταξινόμησης ή μέσω αναζήτησης πληκτρολογώντας το όνομα του είδους στην ενσωματωμένη μηχανή αναζήτησης (πρώτο εικονίδιο από τα δεξιά στην μπάρα πλοήγησης με σχήμα μεγεθυντικού φακού).

Η αρχική σελίδα περιλαμβάνει σύντομες οδηγίες για τη χρήση της εφαρμογής, έτσι ώστε να προσφέρει μία γρήγορη εξοικείωση στον χρήστη.

Κλείδες προσδιορισμού

Οι κλείδες προσδιορισμού απαρτίζονται από δύο μέρη: Τις κλείδες οικογενειών και τις κλείδες γένους/είδους. Ο χρήστης επιλέγοντας την επιλογή «Κλείδες» από το μενού πλοήγησης, μεταβαίνει στις κλείδες οικογενειών και στη συνέχεια αφού προσδιορίσει την οικογένεια του υπό μελέτη ατόμου, έχει τη δυνατότητα να προχωρήσει στις κλείδες για τον προσδιορισμό του γένους ή και του είδους του υπό μελέτη ατόμου.

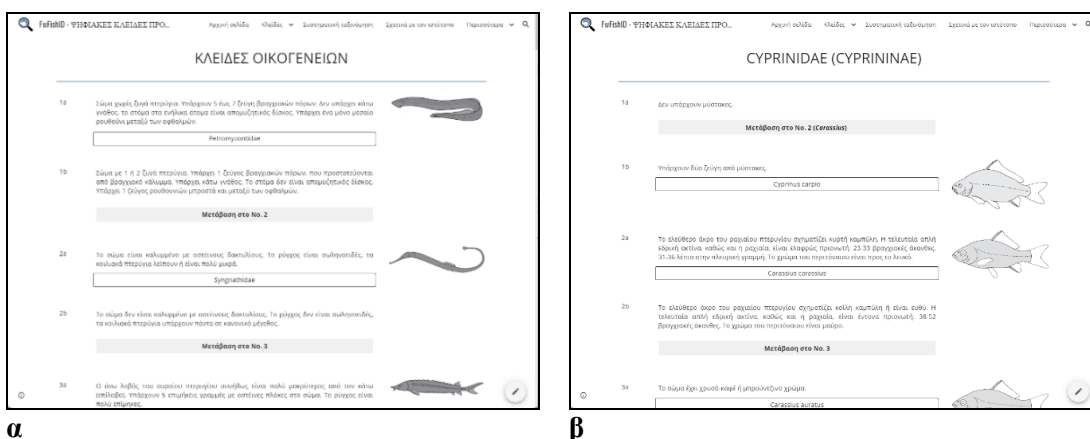
Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, οι κλείδες οικογένειας και γένους/είδους αποτελούνται από μία σειρά αριθμημένων βημάτων. Κάθε βήμα χωρίζεται σε δύο επιλογές (π.χ. το πρώτο βήμα χωρίζεται σε 1α και 1β και ούτω καθεξής) και κάθε επιλογή περιέχει μία σύντομη περιγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών που οδηγεί είτε στο επόμενο βήμα είτε στην επιθυμητή οικογένεια, το επιθυμητό γένος/είδος. Δίπλα από τις επιλογές των τελικών βημάτων αναγνώρισης, υπάρχει ένα εικονογραφημένο σχέδιο (Barbieri κ.α. 2015) που αντιστοιχεί στο άτομο της εκάστοτε οικογένειας/γένους/είδους που γίνεται αναφορά.



Σχήμα 3. Η αρχική οθόνη της διαδικτυακής εφαρμογής.
Figure 3. The 'screen home' of the web application.

Η διαδικασία της αναγνώρισης μπορεί να διαφέρει σημαντικά από είδος σε είδος, καθώς λόγω της σύνθεσης της δομής των κλειδών προσδιορισμού, σε ορισμένα είδη ενδέχεται να υπάρχει μεγάλος αριθμός βημάτων προκειμένου να ολοκληρωθεί η αναγνώρισή τους.

Στην ίδια ενότητα της εφαρμογής υπάρχει ενσωματωμένος ένας οδηγός χρήσης, ο οποίος είναι διαθέσιμος επιλέγοντας την επιλογή «Κλειδες» από την μπάρα πλοήγησης. Ο κύριος σκοπός του οδηγού χρήσης είναι να λειτουργεί ως ένα βοήθημα για την ορθή και αποτελεσματική χρήση των κλειδών προσδιορισμού της διαδικτυακής εφαρμογής. Επειδή η εφαρμογή μπορεί να απευθύνεται και σε χρήστες που δεν είναι ήδη εξοικειωμένοι με τη διαδικασία της αναγνώρισης των ιχθύων, θεωρήθηκε απαραίτητο να ενσωματωθεί ένας πλήρης οδηγός χρήσης στην συγκεκριμένη ενότητα της εφαρμογής.



α β
Σχήμα 4. α) Οι κλειδες οικογενειών και β) Οι κλειδες γένους/είδους της οικογένειας Cyprinidae και υποοικογένειας Cyprininae.

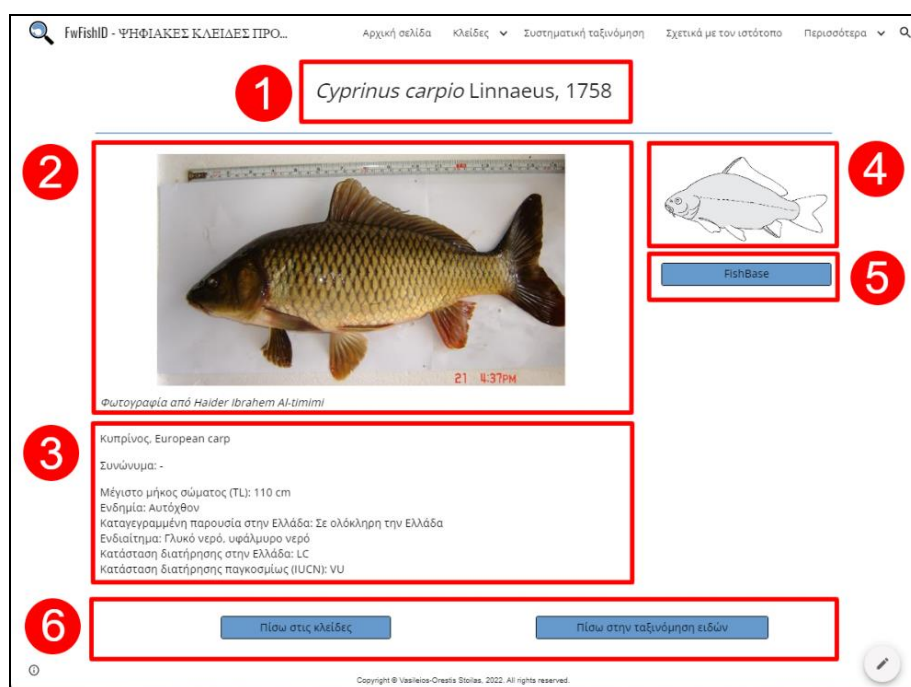
Figure 4. a) Family keys, and b) Genus/species keys of the family Cyprinidae and subfamily Cyprininae

Στον οδηγό περιλαμβάνονται βασικές πληροφορίες για τη διαδικασία της αναγνώρισης, πληροφορίες για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει ο χρήστης, καθώς και ένα αναλυτικό παράδειγμα για την χρήση των κλειδών προσδιορισμού.

Σελίδες είδους

Η σελίδες είδους είναι ο τελικός προορισμός της διαδικασίας της αναγνώρισης των ιχθύων, καθώς περιέχουν όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για το υπό μελέτη είδος ψαριού. Στο Σχήμα 5

απεικονίζονται όλες οι πληροφορίες που εμφανίζονται σε μία σελίδα είδους. Ειδικότερα, ο τίτλος της σελίδας είναι η επιστημονική ονομασία του είδους (1). Από κάτω υπάρχει μία φωτογραφία του είδους (2), ακολουθούμενη από αναλυτικές πληροφορίες (3), δηλαδή κοινή ονομασία στα Ελληνικά και στα Αγγλικά, συνώνυμες επιστημονικές ονομασίες εφόσον υπάρχουν (οι οποίες μπορεί να είναι παλιότερες ή σε μεταβατικό στάδιο), μέγιστο μήκος σώματος (TL), ενδημία, καταγεγραμμένη παρουσία στην Ελλάδα, ενδιαίτημα, και κατάσταση διατήρησης στην Ελλάδα και σε διεθνές επίπεδο. Ακριβώς από δίπλα υπάρχει ένα εικονογραφημένο σχέδιο (4) και ένα κουμπί το οποίο οδηγεί στην αντίστοιχη ιστοσελίδα του είδους στη διαδικτυακή πύλη FishBase (5), δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα να αναζητήσει περισσότερες πληροφορίες για το είδος, εφόσον το επιθυμεί. Στο κάτω μέρος της σελίδας υπάρχουν κουμπιά πλοήγησης (6) που επιτρέπουν στον χρήστη να μεταβεί στην προηγούμενη σελίδα με τις κλειδές ή στη σελίδα της συστηματικής ταξινόμησης.



Σχήμα 5. Η σελίδα του είδους *Cyprinus carpio*.
Figure 5. The *Cyprinus carpio* species page.

Σελίδα συστηματικής ταξινόμησης

Η σελίδα της συστηματικής ταξινόμησης αποτελεί ακόμα ένα σημαντικό μέρος της διαδικτυακής εφαρμογής, καθώς περιλαμβάνει έναν πλήρη κατάλογο με όλα τα είδη της ιχθυοπανίδας των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας, ταξινομημένα κατά οικογένεια, υποοικογένεια (όπου υπάρχει), γένος και είδος. Ειδικότερα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6, στη σελίδα υπάρχει μία πλήρης λίστα από τις οικογένειες, ταξινομημένες κατά τους Fricke κ.α. (2023). Κάθε πλαίσιο οικογένειας λειτουργεί ως αναπτυσσόμενη λίστα και, εφόσον ο χρήστης κάνει κλικ σε αυτήν, αναπτύσσεται η λίστα με τα είδη. Κάνοντας κλικ σε ένα είδος, ο χρήστης οδηγείται στην αντίστοιχη σελίδα του είδους.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Σε αυτήν την εργασία έγινε σχεδιασμός και ανάπτυξη μίας ολοκληρωμένης διαδικτυακής εφαρμογής αναγνώρισης των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων στο πεδίο ή στο εργαστήριο. Η εφαρμογή περιλαμβάνει το σύνολο των 162 ειδών ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας.



Σχήμα 6. Η σελίδα της συστηματικής ταξινόμησης των οικογενειών των ιχθύων
Figure 6. The page of the systematic classification of fish families

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι οι δυνατότητες πλοήγησης και αναζήτησης πληροφοριών, καθώς και η ευκολία πρόσβασης από οποιαδήποτε συσκευή διαθέτει σύνδεση στο διαδίκτυο. Η εφαρμογή μπορεί να αξιοποιηθεί από οποιονδήποτε ασχολείται με θέματα που αφορούν τη λήψη ασφαλών αποφάσεων σε θέματα έρευνας και εκπαίδευσης στην οικολογία και την ιχθυοπανίδα των εσωτερικών υδάτων.

Abstract

Species identification keys are a tool used by many sciences to identify species based on their external characteristics. In this paper, an online application is developed for the identification of the fish species of the inland waters of Greece, as a decision support tool in the field or in the laboratory. The application includes all 162 species of fish species identified in the inland waters of Greece. The key was compiled with bibliographic support after necessary modifications, according to the most recent taxonomic changes. The main advantages it provides are filling a gap in the literature, but also the ease and many possibilities in searching for information from the internet. The application can be used to appoint safe decisions in matters of research and education in the ecology and fish fauna of inland waters.

Βιβλιογραφία

Barbieri, R., Vukić, J., Šanda, R., Kapakos, Y., Zogaris, S. 2017. *Alburnoides economou*, a new species of spirlin from Central Greece and redescription of *Alburnoides thessalicus* (Actinopterygii: Cyprinidae). *Biologia*, 72(9), 1075–1088.

Barbieri, R., Zogaris, S., Kalogianni, E., Stoumboudi, M.T., Chatzinikolaou, Y., Giakoumi, S., Kapakos, Y., Kommatas, D., Koutsikos, N., Tachos, V., Vardakas, L., Economou, A.N. 2015. Freshwater fishes and lampreys of Greece: An annotated checklist. Monographs on Marine Sciences No. 8. Hellenic Centre for Marine Research.

Bogorodsky, S., Kovačić, M., Ozen, O., Bilecenoglu, M. 2010. Records of two uncommon goby species (*Millerigobius macrocephalus*, *Zebrus zebrus*) from the Aegean Sea, *Acta Adriatica* 51(2):217-222

Dawson, M. 2012. Species richness, habitable volume, and species densities in freshwater, the sea, and on land. *Frontiers of Biogeography*, 4, 105–116. <https://doi.org/10.21425/F54312675>

Eccles, D. H. 1992. Field guide to the freshwater fishes of Tanzania. FAO.

Fischer, J. 2013. Fish identification tools for biodiversity and fisheries assessments: Review and guidance for decision-makers. FAO.

- Freyhof, J., Kärst, H., & Geiger, M. 2014. *Valencia robertae*, a new killifish from southern Greece (Cyprinodontiformes: Valenciidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 24, 289–298.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Van Der Laan, R. 2023. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, species, references. <https://researcharchive.calacademy.org/>
- Froese, R. & Pauly, D. 2023. Fish Base. <https://www.fishbase.se>
- Güçlü, S. & Küçük, F. 2015. The Ichthyofauna of Gediz River (Turkey): Taxonomic and Zoogeographic Features. *Annual Research & Review in Biology*, 6(3), 202–214. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/14889>
- Hagedorn, G., Rambold, G., & Martellos, S. 2010. Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems. *Proceedings of the International Congress*. Publisher: Edizioni Università di Trieste, ISBN: 9788883032950
- Hosoya, K. 2002. Cyprinidae. In: T. Nakabo (Ed.), *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*, English edition II (pp. 253–254). Tokai University Press.
- Kalous, L., Šlechtová, V., Bohlen, J., Petrýl, M., Švátora, M. (2007). First European record of *Carassius langsdorfi* from the Elbe Basin. *Journal of Fish Biology*, 70, 132–138. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2006.01290.x>
- Κασπίρης, Π. 2000. Τα ψάρια της Ελλάδος (κλείδες προσδιορισμού). Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Kottelat, M., & Freyhof, J. 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland., Freyhof, Berlin, Germany. ISBN: 978-2-8399-0298-4. 646
- Lynch, P.J., & Horton, S. 2016. *Web Style Guide, 4th Edition: Foundations of User Experience Design*. Yale University Press.
- Maurakis, E., & Economidis, P. S. 2003. Identification Key to Fishes in Fresh Waters of Greece. *Virginia Journal of Science*, 54(3). <https://doi.org/10.25778/57hq-ac78>
- Μίνος, Γ. 2010. Βιολογία και Συστηματική Ιχθύων (Μέρος Ι)—Σημειώσεις Μαθήματος. Α.Τ.Ε.Ι.Θ.
- Morrow, J.E. 1980. *The Freshwater Fishes of Alaska*. Alaska Northwest Publishing Company.
- Murakami, M., Matsuba, C., Fujitani, H. 2001. The maternal origins of the triploid ginbuna (*Carassius auratus langsdorfi*): Phylogenetic relationships within the *C. auratus* taxa by partial mitochondrial D-loop sequencing. *Genes & Genetic Systems*, 76(1), 25–32.
- Muus, B.J. (1999). *Freshwater fish*. Scandinavian Fishing Yearbook.
- Nelson, J.S., Grande, T C., & Wilson, M.V. H. 2016. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Νεοφύτου, Χ. Ν. 1997. *Ιχθυολογία*. University Studio Press.
- Nielsen, J. 2000. *Designing web usability: The practice of simplicity*. New Riders Publishing.
- Nixon, S., Rees, Y., Gunby, J., Lack, T. 1997. *European freshwater monitoring network design*. European environment agency.
- Οικονομίδης, Π. Σ. 1997. *Ιχθυολογία. Πανεπιστημιακά συγγράμματα ΑΠΘ*.
- Παγώνης, Κ. 2020. Κλείδες προσδιορισμού των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων της Ελλάδας [Πτυχιακή εργασία]. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Παπαχρήστου, Χ., Τσοπουρίδου, Ο., Μπαρμπαδήμου, Ε. 1997. *Κλείδες προσδιορισμού των ιχθύων των γλυκών υδάτων* [Πτυχιακή εργασία]. Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.
- Renaud, C.B., Economidis, P.S. 2010. *Eudontomyzon graecus*, a new nonparasitic lamprey species from Greece (Petromyzontiformes: Petromyzontidae). *Zootaxa*, 2477(1), 37–48.
- Salpietro, L.C., Costanzo, M., Genovese, L., Dupont, S., Costa, M. 2004. The use of the preorbital bone as a suitable method to identify Italian species of Mulletts (Perciformes: Mugilidae). *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 25. <https://doi.org/10.21426/B6110059>
- Valavidis, T., Zogaris, S., Economou, A.N., Kallimanis, A.S., & Bobori, D.C. 2019. Changes in Fish Taxonomy Affect Freshwater Biogeographical Regionalisations: Insights from Greece. *Water*, 11(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/w11091743>
- Yamamoto, M.N., & Tagawa, A.W. 2000. *Hawaii's Native & Exotic Freshwater Animals*. Mutual Publishing.

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

**ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΧΛΩΡΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΗΣ
ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ
ΕΝΑΡΞΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ**

Χατζίδου, Μαρία¹ ; Δημητρακόπουλος, Αλέξανδρος¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τ.θ. 228, Πανεπιστημιούπολη 54640, mchatzidou@for.auth.gr

Περίληψη

Η περιεκτικότητα σε υγρασία της δασικής καύσιμης ύλης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην συμπεριφορά της πυρκαγιάς καθώς επηρεάζει τη ανάφλεξη των καυσίμων υλικών, την εξάπλωση και θερμική ένταση μιας δασικής πυρκαγιάς. Τα μοντέλα πρόβλεψης της περιεχόμενης υγρασίας της λεπτής ξηρής καύσιμης ύλης που βασίζονται σε μετεωρολογικές παραμέτρους αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση του κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών. Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στον Φοίνικα Θεσσαλονίκης και επικεντρώθηκε στον υπολογισμό του ποσοστού της περιεχόμενης υγρασίας της δασικής καύσιμης ύλης με την μέθοδο της ζύγισης χλωρού και ξηρού βάρους και στην αξιολόγηση μοντέλων πρόβλεψης της περιεκτικότητας σε υγρασία της καύσιμης ύλης. Υπολογίστηκαν και συγκρίθηκαν επτά μοντέλα με τα αποτελέσματα να δείχνουν μικρές διαφορές μεταξύ τους.

***Λέξεις-κλειδιά:** Λεπτή ξηρή καύσιμη ύλη, περιεχόμενη υγρασία καύσιμης ύλης, μοντέλα πρόβλεψης περιεχόμενης υγρασίας καύσιμης ύλης δασικές πυρκαγιές*

Εισαγωγή

Η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών αποτελεί πρωταρχικό στόχο της αντιπυρικής προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος. Ο στόχος αυτός επιδιώκεται μέσα από την κατανόηση και την μελέτη των παραγόντων που άμεσα ή έμμεσα επηρεάζουν την έναρξη των δασικών πυρκαγιών. Η πιθανότητα εμφάνισης και ανάπτυξης δασικών πυρκαγιών εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των καυσίμων υλικών με τα διάφορα μετεωρολογικά στοιχεία (Sharples κ.α. 2009). Όπως περιγράφει ο Zohar (1988), οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την εξάπλωση της πυρκαγιάς είναι η βιομάζα καύσιμου υλικού που υπάρχει διαθέσιμη, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και, τέλος, η αποτελεσματικότητα κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς.

Καθώς η υγρασία που περιέχεται σε ένα συγκεκριμένο είδος καύσιμου υλικού αποτελεί μια σύνθετη συνάρτηση των περιβαλλοντικών συνθηκών που το περιβάλλουν, οποιαδήποτε μεταβολή στο περιβάλλον γύρω από την καύσιμη ύλη μπορεί να επηρεάσει και την περιεκτικότητά του σε υγρασία (Simard 1968). Σε αντίθεση με την υγρασία της ζωντανής βιομάζας, η υγρασία της νεκρής καύσιμης ύλης εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από τις καιρικές συνθήκες (Burgan 1979) και για το λόγο αυτό η υγρασία τους μεταβάλλεται με γρήγορο ρυθμό κατά τη διάρκεια της ημέρας, προκαλώντας σημαντικές αλλαγές στα επίπεδα ευφλεκτότητας της (Sharples κ.α. 2021).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως στην προδιαγεγραμμένη καύση, απαιτούνται προβλέψεις συμπεριφοράς πυρκαγιάς σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που αποκλείει αυτόματα τη βαρυμετρική μέθοδο υπολογισμού της υγρασίας της ξηρής καύσιμης ύλης, για την οποία απαιτούνται τουλάχιστον 24 ώρες πριν ληφθούν τα αποτελέσματα (Catchpole 2001). Η ανάγκη επίτευξης ορθών εκτιμήσεων της περιεκτικότητας σε υγρασία των ξηρών καυσίμων αναγνωρίζεται γενικά ως βασική προϋπόθεση, τόσο για την πρόβλεψη συμπεριφοράς, όσο και της εκτίμησης του κινδύνου μιας πυρκαγιάς (Pook and Gill 1993, Fan&He 2021)

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η μέτρηση της μεταβολής της περιεχόμενης υγρασίας της λεπτής ξηρής δασικής καύσιμης ύλης (ξηρές πευκοβελόνες χαλεπίου πεύκης, στην περιοχή του Φοίνικα Θεσσαλονίκης) και η αξιολόγηση των κυριότερων μοντέλων εκτίμησης της.

Υλικά και Μέθοδοι

Για την διεξαγωγή της έρευνας έγιναν δειγματοληψίες λεπτής ξηρής δασικής καύσιμης ύλης και πιο συγκεκριμένα, ξερές πευκοβελόνες χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*). Περιοχή της δειγματοληψίας ήταν ο δασοβοτανικός κήπος των Πανεπιστημιακών εγκαταστάσεων του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ο οποίος βρίσκεται στην ανατολική Θεσσαλονίκη, στην περιοχή του συνοικισμού Φοίνικα του Δήμου Καλαμαριάς.

Η διαδικασία της συλλογής των δεδομένων διήρκησε από τον Ιούλιο έως και τον Δεκέμβριο του 2022. Η συχνότητα με την οποία λάμβαναν χώρα οι δειγματοληψίες ήταν εβδομαδιαία. Κάθε δείγμα μετά από την συλλογή του αποθηκεύεται σε χάρτινη σακούλα. Στην συνέχεια τα δείγματα μεταφέρονται στο εργαστήριο για να ζυγιστούν σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας για να υπολογιστεί και να καταγραφεί το χλωρό τους βάρος. Έπειτα τοποθετούνται σε αλουμινένια σκεύη και τοποθετούνται στον φούρνο όπου και παραμένουν για τουλάχιστον 48 ώρες στους 105 °C, μέχρι σταθερού βάρους. Μετά από το πέρας αυτού του χρονικού διαστήματος, τα δείγματα βγαίνουν από τον φούρνο και ζυγίζονται πάλι στην ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας για να υπολογιστεί το ξηρό βάρος τους. Για τον υπολογισμό της περιεχόμενης υγρασίας των δειγμάτων χρησιμοποιούνται οι τιμές των χλωρών και ξηρών βαρών των δειγμάτων της με την παρακάτω εξίσωση (1):

$$m = \frac{m_w - m_d}{m_d} * 100 \quad (1)$$

Όπου m είναι η περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης εκφραζόμενη ως ποσοστό ξηρού βάρους του δείγματος, m_w είναι το χλωρό βάρος του δείγματος και m_d το ξηρό βάρος του δείγματος σε γραμμάρια. Παράλληλα μετρήθηκαν η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας κατά το χρονικό διάστημα που διήρκησε η δειγματοληψία με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή των μοντέλων πρόβλεψης. Στον πίνακα (1) παρουσιάζονται συνοπτικά οι εξισώσεις των μοντέλων πρόβλεψης της περιεχόμενης υγρασίας της λεπτής ξηρής καύσιμης ύλης που εφαρμόστηκαν.

Πίνακας 14. Εξισώσεις μοντέλων πρόβλεψης περιεχόμενης υγρασίας λεπτής ξηρής καύσιμης ύλης
Table 1. Equations of prediction models for fine fuel moisture content

ΜΟΝΤΕΛΑ	ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ
Simard (1968)	$E = 0,03 + 0,2626 * H - 0,00104 * H * T, \quad \text{όταν } H < 10$ $E = 1,76 + 0,1601 * H - 0,0266 * T, \quad \text{όταν } 10 \leq H < 50$ $E = 21,06 - 0,4944 * H + 0,005565 * H^2 - 0,00063 * H * T, \quad \text{όταν } H \geq 50$ <p>$E = \text{EMC} = \text{Equilibrium Moisture Content} = \eta \text{ υγρασία ισοροπίας της καύσιμης ύλης με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, } H = \text{σχετική υγρασία } \% \text{ και } T = \text{θερμοκρασία } C^\circ.$</p>
Anderson κ.α. (1978)	$E_d = 1,651 * H^{0,493} + 0,00197 * e^{0,092 * H} + 0,101(23,9 - T)$ <p>$E_d = \text{περιεκτικότητα σε υγρασία ισοροπίας κατά την εξατμηση του νερού από την καύσιμη ύλη } (\%), H \text{ είναι η σχετική υγρασία } (\%) \text{ και } T \text{ η θερμοκρασία } C^\circ.$</p>
Nelson (1984)	$E = 10(7 - \ln((273,15 + T) * \ln * \frac{100}{H}))$ <p>$E = \text{EMC} = \text{Equilibrium Moisture Content} = \eta \text{ υγρασία ισοροπίας της καύσιμης ύλης με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, } H \text{ είναι η σχετική υγρασία } \% \text{ και } T \text{ η θερμοκρασία } C^\circ.$</p>

Van Wagner and Pickett (1985)	$E_d = 0,942 * H^{0,679} + 0,000499 * e^{0,1 * H} + 0,18 * (21,1 - T) * (1 - e^{-0,115 * H})$ <p>E_d = περιεκτικότητα σε υγρασία ισορροπίας κατά την εξατμηση του νερού από την καύσιμη ύλη (%), H = σχετική υγρασία % και T = θερμοκρασία C °</p>
Viney (1991)	$m = 5,658 + 0,04651 * H + 3,151 * 10^{-4} * H^3 * T^{-1} - 0,1854 * T^{0,77}$ <p>m = η περιεχόμενη υγρασία του καυσίμου, H = σχετική υγρασία % και T = θερμοκρασία C °</p>
Sharples κ.α. (2008)	$FMI = 10 + 0,25 * H - 0,25 * T$ <p>FMI = δείκτη υγρασίας καύσιμης ύλης, H = σχετική υγρασία % και T = θερμοκρασία C °</p>
Βακσιός etal. (2017)	$E_d = 1,598 * H^{0,495} + 12,786 * e^{\frac{H - 100}{13,312}} + 0,18 * (21,1 - T) * (1 - e^{-0,115 * H})$ <p>E_d = περιεκτικότητα σε υγρασία ισορροπίας κατά την εξατμηση του νερού από την καύσιμη ύλη (%), H = σχετική υγρασία % και T = θερμοκρασία C °</p>

Οι εκτιμήσεις της περιεχομένης υγρασίας που προέβλεπαν οι δείκτες υπολογίστηκαν με την χρήση του λογισμικού EXCEL. Η συσχέτιση των μοντέλων με τις πραγματικές τιμές της περιεχόμενης υγρασίας εκτιμήθηκε υπολογίζοντας τον συντελεστή συσχέτισης (ρ) και τον συντελεστή προσδιορισμού (R^2) με τη χρήση του προγράμματος στατιστικών αναλύσεων SPSS. Η προσαρμογή των μοντέλων πρόβλεψης αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας το μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και τη ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE), καθώς είναι σκόπιμο να ποσοτικοποιηθεί το σφάλμα ως προς τις μονάδες της μεταβλητής. Επιπλέον, υπολογίστηκε ο συντελεστής απόδοσης (E) και ο δείκτης συμφωνίας (d). Στον πίνακα (2) παρουσιάζονται οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του κάθε μέτρου καλής προσαρμογής.

Πίνακας 15. Εξισώσεις μέτρων καλής προσαρμογής
Table 2. Goodness-of-fit measures equations

ΜΕΤΡΑ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
MAE (μέσο απόλυτο σφάλμα)	$mae = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)}{N}$
RMSE (ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος)	$rmse = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{N}}$
E (συντελεστής απόδοσης)	$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2}$
d (δείκτης συμφωνίας)	$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P}) + (O_i - \bar{O})^2}$

Όπου :

O = πραγματικές τιμές

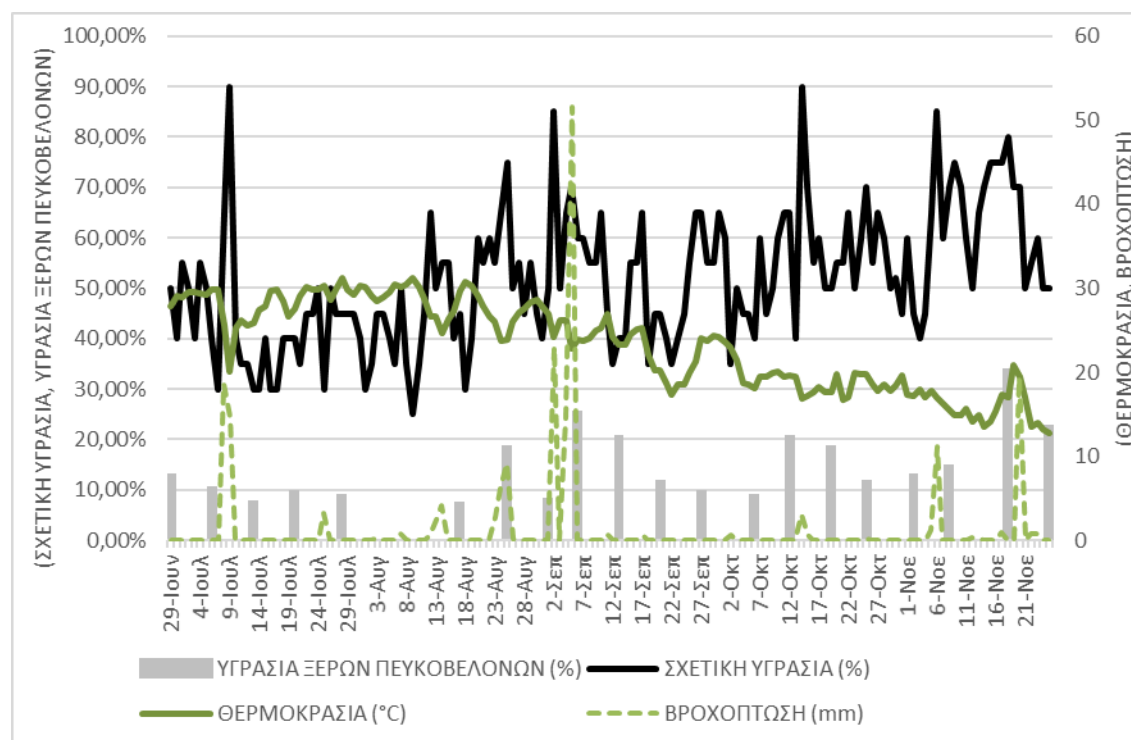
P = υπολογισθείσες τιμές

N = ο αριθμός των παρατηρήσεων

Οι Nash και Sutcliffe (1970) όρισαν τον συντελεστή απόδοσης (E) που κυμαίνεται από μείον άπειρο έως 1. Όταν ο δείκτης απόδοσης ισούται με 1 οδηγούμαστε σε τέλεια αντιστοίχιση του μοντέλου με τα παρατηρούμενα δεδομένα. Όταν $E=0$, υποδηλώνει ότι οι προβλέψεις του μοντέλου είναι τόσο ακριβείς όσο ο μέσος όρος των παρατηρούμενων δεδομένων, ενώ όταν $E<0$, δείχνει ότι ο παρατηρούμενος μέσος όρος είναι καλύτερος προγνωστικός δείκτης από το μοντέλο. Στην ουσία ο συντελεστής απόδοσης είναι ο λόγος του μέσου τετραγωνικού σφάλματος προς τη διακύμανση των παρατηρούμενων δεδομένων. Ωστόσο, λόγω των τετραγωνικών διαφορών, ο συντελεστής απόδοσης είναι υπερβολικά ευαίσθητος στις ακραίες τιμές. Ο δείκτης συμφωνίας (d) κυμαίνεται από 0,0 έως 1,0, με υψηλότερο τιμές που υποδεικνύουν καλύτερη συμφωνία μεταξύ του μοντέλου και των παρατηρήσεων. Σύμφωνα με τους Legates & McCabe (1999) μια πλήρης αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου θα περιλάμβανε τουλάχιστον ένα μέτρο «καλής προσαρμογής» (π.χ. E ή d) και τουλάχιστον ένα μέτρο σφάλματος (π.χ. RMSE ή MAE).

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας της καύσιμης ύλης που συλλέχθηκαν από την διαδικασία της δειγματοληψίας με την χρήση της μεθόδου ζύγισης και ξήρανσης, καθώς και τα μετεωρολογικά δεδομένα κατά την αντίστοιχη ημερομηνία απεικονίζονται παραστατικά στο διάγραμμα (1).



Σχήμα 1. Περιεχόμενη υγρασία ξηρών πευκοβελόνων σε συνάρτηση με τα μετεωρολογικά δεδομένα
Figure 1. Fuel moisture content of dry pine needles in relation to meteorological data

Για τα δεδομένα της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του αέρα καθώς και της περιεχόμενης υγρασίας της καύσιμης ύλης, αφού ελέγχθηκε η υπόθεση κανονικότητας, έγινε ανάλυση συσχέτισης και βρέθηκε ο συντελεστής συσχέτισης των τριών αυτών μεταβλητών. Για τις μεταβλητές “Περιεχόμενη υγρασία” και “Σχετική υγρασία” ο δείκτης συσχέτισης ήταν 0,580. Η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών “Θερμοκρασία” και “Περιεχόμενη υγρασία” είναι αρνητική με τιμή -0,664. Ακόμη, υπολογίστηκαν οι δείκτες του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) και η

ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα μοντέλα καθώς και ο δείκτης συμφωνίας και ο συντελεστής απόδοσης όπως φαίνεται στον πίνακα (3). Οι συντελεστές συσχέτισης για όλα τα μοντέλα βρέθηκαν στατιστικά σημαντικοί ($p = 0,01$).

Πίνακας 16. Αποτελέσματα μέτρων καλής προσαρμογής μοντέλων πρόβλεψης περιεχόμενης υγρασίας λεπτής καύσιμης ύλης

Table 3. Results of measures of goodness-of-fit of fuel moisture prediction models

ΜΟΝΤΕΛΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ (R^2)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)	ΜΕΣΟ ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (MAE)	ΡΙΖΑ ΜΕΣΟΥ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ (RMSE)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (E)	ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ (d)
Simard (1968)	0,552	0,743	4,48	6,28	0,319	0,565
Anderson κ.α. (1978)	0,547	0,739	4,41	5,95	0,349	0,638
Nelson (1984)	0,478	0,691	6,01	6,75	0,471	0,733
Van Wagner and Pickett (1985)	0,549	0,741	4,22	5,37	0,163	0,718
Viney (1991)	0,508	0,713	5,53	7,40	-0,004	0,644
Sharples κ.α. (2008)	0,539	0,734	5,55	6,29	0,272	0,737
Bakdici κ.α. (2017)	0,552	0,743	4,43	6,34	0,214	0,552

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η κατηγορία της ξηρής λεπτής δασικής καύσιμης ύλης ή αλλιώς καύσιμα μιάς ώρας, με διάμετρο 0 - 0,64 cm, στην οποία ανήκουν και οι ξερές πευκοβελόνες, ανταποκρίνεται με πολύ ταχείς ρυθμούς στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό ήταν προφανές από το γεγονός πως η περιεχόμενη υγρασία της λεπτής ξηρής καύσιμης ύλης δεν επηρεάστηκε από τις βροχοπτώσεις που έλαβαν χώρα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς η θερμοκρασία παρέμενε σε υψηλά επίπεδα και η σχετική υγρασία σε χαμηλά, γεγονός που συνέβαλε στην γρήγορη εξάτμιση της περιεχόμενης υγρασίας των καυσίμων. Ωστόσο οι βροχοπτώσεις δεν παύουν να αποτελούν ένα καθοριστικό παράγοντα που συμβάλει στις μεταβολές που συμβαίνουν στην υγρασία της καύσιμης ύλης.

Από την προσπάθεια που έγινε για εκτίμηση της περιεχόμενης υγρασίας των καυσίμων με την βοήθεια επτά διαφορετικών μοντέλων γίνεται αντιληπτό πως καθένα από αυτά μπορεί να συμβάλει στην πρόβλεψη κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς καθώς παρέχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Τα εμπειρικά μοντέλα που μελετήθηκαν στην παρούσα έρευνα φαίνεται πως παρείχαν ικανοποιητικές προβλέψεις καθώς προσεγγίζουν τις μετρήσεις της περιεχόμενης υγρασίας που προέκυψαν από τις δειγματοληψίες, ιδιαίτερα όταν τα καύσιμα υλικά δεν επηρεάζονται από τη βροχή. Τα μοντέλα δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όπως έδειξαν οι παράγοντες καλής προσαρμογής και οι συντελεστές συσχέτισης που υπολογίστηκαν.

Όλα τα μοντέλα έδωσαν ακριβείς προβλέψεις σε σχέση με τις πραγματικές τιμές της περιεχόμενης υγρασίας της καύσιμης ύλης. Οι συντελεστές συσχέτισης για όλα τα μοντέλα βρέθηκαν στατιστικά σημαντικοί ($p = 0,01$). Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη τιμή του

συντελεστή συσχέτισης αντιστοιχεί στα μοντέλα του Simard (1968) και του Sharples κ.α. (2017) με $\rho = 0,743$. Η μικρότερη συσχέτιση βρέθηκε για το μοντέλο πρόβλεψης του Nelson με τιμή $\rho = 0,691$, που και αυτή όμως είναι στατιστικά σημαντική. Γενικότερα, ανάμεσα σε όλα τα μοντέλα παρατηρούνται μικρές διαφορές όσον αφορά τις τιμές του συντελεστή συσχέτισης και συντελεστή προσδιορισμού.

Όσον αφορά τα μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και την ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) οι χαμηλότερες τιμές βρέθηκαν για τα μοντέλα του Anderson (1978) και Van Wagner & Pickett (1985). Τα μεγαλύτερα σφάλματα υπολογίστηκαν για το μοντέλο του Nelson (1984) και του Viney (1991). Ωστόσο και σε αυτούς τους δυο δείκτες καλής προσαρμογής τα μοντέλα δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές.

Σχετικά με τον συντελεστή απόδοσης (E) και τον δείκτη συμφωνίας (d) που υπολογίστηκαν με σκοπό να προσδιοριστεί η προσαρμογή των μοντέλων στις παρατηρούμενες μετρήσεις, τα μοντέλα παρουσίασαν καλή προσαρμογή γενικά και μικρές διαφορές μεταξύ τους. Το μοντέλο του Nelson (1984) είχε την καλύτερη τιμή όσον αφορά τον συντελεστή απόδοσης (E), ενώ για τον δείκτη συμφωνίας (d) το μοντέλο του Sharples κ.α. (2008) ήταν αυτό που έδωσε την τιμή που πλησίαζε περισσότερο στην τιμή 1, η οποία υποδηλώνει και την καλύτερη αντιστοίχιση με τις πραγματικές τιμές. Συνεπώς, όπως έδειξαν οι δείκτες καλής προσαρμογής και οι συντελεστές συσχέτισης, οι προβλέψεις των μοντέλων δεν απέχουν σε σημαντικό βαθμό από τις τιμές των πραγματικών μετρήσεων.

Αναφορικά με τις δυο κλιματικές παραμέτρους, την σχετική υγρασία και την θερμοκρασία του αέρα, η θερμοκρασία επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό την περιεχόμενη υγρασία της καύσιμης ύλης, έχοντας ωστόσο αρνητική συσχέτιση με $\rho = -0,664$ και επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Η σχετική υγρασία έχει θετική συσχέτιση με $\rho = 0,580$ και επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Και για τις δυο κλιματικές παραμέτρους τα αποτελέσματα θεωρούνται στατιστικά σημαντικά.

Συμπερασματικά, τα μοντέλα πρόβλεψης της υγρασίας της λεπτής ξηρής καύσιμης ύλης αποτελούν μια αξιόπιστη εφαρμογή που προσφέρει γρήγορα αποτελέσματα. Προτείνεται η περαιτέρω ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης που να περιλαμβάνουν περισσότερες κλιματικές παραμέτρους όπως για παράδειγμα η ταχύτητα του ανέμου, οι βροχοπτώσεις, η ένταση και η διάρκεια της ηλιακής ακτινοβολίας και η υγρασία του εδάφους, καθώς είναι παράγοντες που επηρεάζουν την διακύμανση της περιεχόμενης υγρασίας της ξερής καύσιμης ύλης. Ακόμη, χρήσιμη θα ήταν η ανάπτυξη μοντέλων που να αφορούν τον Ελλαδικό χώρο, καθώς όλα τα μοντέλα που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη έχουν αναπτυχθεί σε άλλες χώρες όπου οι σχέσεις μεταξύ καιρού και υγρασίας καυσίμου ενδεχόμενα να διαφέρουν.

Abstract

Forest fuel moisture content plays an important role in fire behavior as it affects the ignitability of fuels and controls forest fire spread and intensity. Fuel moisture prediction models based on meteorological parameters, such as air temperature and relative humidity, play an important role in forest fire risk assessment. The present research focused on the assessment of fine dry fuel moisture content with existing fuel moisture models. All seven moisture prediction models tested, gave similar results.

Βιβλιογραφία

Anderson, H. E., Schuette, R. D., & Mutch, R. W., 1978. Timelag and equilibrium moisture content of ponderosa pine needles (Vol. 202). Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.

Bakšić, N., Bakšić, D., & Jazbec, A., 2017. Hourly fine fuel moisture model for *Pinus halepensis* (Mill.) litter. *Agricultural and Forest Meteorology*, 243, 93-99.

Burgan, R. E., 1979. Estimating live fuel moisture for the 1978 national fire danger rating system (Vol. 226). Intermountain Forest and Range Experiment Station, Forest Service, US Department of Agriculture.

Catchpole, E. A., Catchpole, W. R., Viney, N. R., McCaw, W. L., & Marsden-Smedley, J. B., 2001. Estimating fuel response time and predicting fuel moisture content from field data. *Int. J. Wildland Fire*, 10(2), 215-222.

Fan, C., & He, B., 2021. A Physics-Guided Deep Learning Model for 10-h Dead Fuel Moisture Content Estimation. *Forests*, 12(7), 933.

Nelson Jr, R. M., 1984. A method for describing equilibrium moisture content of forest fuels. *Can. J. For. Res.*, 14(4), 597-600.

Pook, E. W., Gill, A. M., 1993. Variation of live and dead fine fuel moisture in *Pinus radiata* plantations of the Australian-Capital-Territory. *Int. J. Wildland Fire*, 3(3), 155-168.

Sharples, J. J., Lewis, S. C., Perkins-Kirkpatrick, S. E., 2021. Modulating influence of drought on the synergy between heatwaves and dead fine fuel moisture content of bushfire fuels in the Southeast Australian region. *Weather and Climate Extremes*, 31, 100300.

Sharples, J. J., McRae, R. H., Weber, R. O., & Gill, A. M., 2009. A simple index for assessing fire danger rating. *Environmental Modelling & Software*, 24(6), 764-774.

Simard, A. J. 1968. The Moisture Content of Forest Fuels 3: Moisture Content Variations of Fast Responding Fuels Below the Fibre Saturation Point. Chalk River, ON, Canada: Forest Fire Research Institute.

Van Wagner, C. E., Pickett, T. L., 1985. Equations and FORTRAN program for the Canadian forest fire weather index system (Vol. 33).

Viney, N. R., 1991. A review of fine fuel moisture modelling. *Int. J. Wildland Fire*, 1(4), 215-234.

Zohar, Y., Weinstein, A., Goldman, A., & Genizi, A., 1988. Fire behaviour in conifer plantations in Israel. *Forest Mediterranean*, 10(2), 423-426.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ημερομηνία	Simard	Anderson	Nelson	Van Wagner and Pickett	Viney	Sharples	Bakicić	Περιεχόμενη υγρασία δειγματοληψιών
29-Ιουν	9,0	11,2	16,6	12,3	7,0	15,6	9,9	12,50%
6-Ιουλ	9,3	9,6	13,7	10,0	5,7	12,5	8,4	10%
13-Ιουλ	7,1	8,7	11,1	8,7	5,1	11,0	7,8	7,14%
20-Ιουλ	9,4	9,9	13,8	10,4	5,9	13,1	8,8	9,09%
28-Ιουλ	10,4	10,2	15,1	10,7	6,0	13,5	8,7	8,33%
9-Αυγ	5,8	7,4	9,6	6,7	4,4	8,5	6,1	3%
17-Αυγ	10,4	10,3	15,1	11,0	6,2	13,8	9,0	7%
25-Αυγ	14,7	15,8	25,5	18,1	12,6	22,8	13,0	18%
1-Σεπ	11,7	11,2	16,6	12,4	7,1	15,8	10,0	7,69%
6-Σεπ	11,1	12,9	19,8	14,9	9,2	19,0	11,6	25,00%
13-Σεπ	11,9	11,6	16,7	13,1	7,6	16,7	10,7	20%
20-Σεπ	10,9	11,3	15,4	12,7	7,3	16,2	10,7	11,11%
27-Σεπ	12,0	13,7	21,5	15,8	10,1	20,3	12,1	9,09%
6-Οκτ	9,8	10,8	14,1	12,1	6,9	15,5	10,5	8,33%
12-Οκτ	12,2	14,1	21,6	16,6	11,3	21,4	12,9	20,00%
19-Οκτ	12,2	12,2	16,9	14,1	8,5	18,1	11,7	18,18%
25-Οκτ	13,4	15,1	23,5	17,7	12,6	22,6	13,3	11,11%
2-Νοε	11,0	11,6	15,5	13,2	7,8	17,0	11,2	12,50%
8-Νοε	13,6	15,5	23,7	18,4	14,4	23,6	14,1	14,29%
18-Νοε	16,8	18,1	28,3	20,7	17,2	25,8	14,7	33,33%
25-Νοε	12,5	12,7	17,1	15,0	9,7	19,3	12,6	22,22%

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

ΖΩΝΕΣ ΜΙΞΗΣ ΔΑΣΩΝ –ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΝΟΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Χρυσάφη, Ειρήνη¹; Μαλλίνης Γιώργος²; Ιωάννης Μητσόπουλος^{3,4}

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Θεσσαλονίκη 541 24, irene.chrysafis@gmail.com

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Θεσσαλονίκη 541 24, gmallin@topo.auth.gr

³Όργανισμός Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής, Αθήνα 11525, i.mitsopoulos@necca.gov.gr

⁴Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη 541 24, imits@for.auth.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή μιας μεθοδολογίας πολλαπλής κλίμακας για την αποτύπωση, οριοθέτηση και απογραφή των ζωνών μίξης δασών – οικισμών σε τέσσερις νομούς της Κεντρικής Μακεδονίας (Πέλλα, Κιλκίς, Σέρρες και Θεσσαλονίκη) με τη χρήση και ανάλυση ελεύθερων γεωχωρικών δεδομένων, σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αναμένεται να συνεισφέρουν στην ολοκληρωμένη αξιολόγηση διακινδύνευσης πυρκαγιάς σε αυτές τις περιοχές. Η συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση προτείνεται ως βοηθητικό εργαλείο λήψης αποφάσεων από τους υπεύθυνους της διαχείρισης δασικών πυρκαγιών με στόχο την πρόληψη και ετοιμότητα αντιμετώπισης πυρκαγιών στα συγκεκριμένα ιδιαίτερα περιβάλλοντα. Παράλληλα, η εφαρμογή της προσέγγισης μπορεί να επεκταθεί σε εθνικό επίπεδο.

Λέξεις κλειδιά: Δασικές πυρκαγιές, ελεύθερα γεωχωρικά δεδομένα, χαρτογράφηση

Εισαγωγή

Η αυξημένη ανθρώπινη δραστηριότητα, η αστική επέκταση, η εγκατάλειψη της αγροτικής παραγωγής, ο κατακερματισμός των δασικών εκτάσεων (Salvati, Sateriano & Bajocco 2013), οι αλλαγές κάλυψης γης/χρήσεων γης και η κλιματική αλλαγή επηρεάζουν τα αγαθά, τις υπηρεσίες, τη διαχείριση των φυσικών πόρων (Macie & Hermansen 2002), αλλά και την εμφάνιση δασικών πυρκαγιών. Οι πυρκαγιές στις ζώνες μίξης δασών-οικισμών (Wildland-Urban Interface -WUI) αποτελούν ένα παγκόσμιο πρόβλημα, το οποίο ενδέχεται να επιδεινωθεί ακόμη περισσότερο στο μέλλον, λόγω της κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό με τις αλλαγές των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων (Jolly κ.α. 2015).

Οι ζώνες μίξης δασών-οικισμών (Wildland-Urban Interface -WUI) στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Μεσογείου αποτελούν ιδιαίτερα περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από σύνθετη χωρική δομή με πολλά αλληλένδετα ζητήματα κοινωνικοοικονομικής φύσης, φυσικών πόρων και πυρκαγιών. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχουν διατυπωθεί διάφοροι ορισμοί για τις περιοχές αυτές (Carroue κ.α. 2002, Brunet, Ferras & Théry 2003, Vince κ.α. 2005, Sande Silva κ.α. 2010). Οι δύο συνιστώσες που χρησιμοποιούνται κυρίως για τον ορισμό τους είναι η ανθρώπινη παρουσία σε συνδυασμό με τη φυσική βλάστηση (Carlson κ.α. 2022).

Στις περισσότερες Μεσογειακές χώρες, η ανθρώπινη συνιστώσα του κινδύνου πυρκαγιάς είναι κρίσιμη, δεδομένου ότι ο άνθρωπος είναι ο κύριος παράγοντας έναρξης πυρκαγιάς, ιδιαίτερα στις περιοχές μίξης δασικών και αστικών περιοχών οι οποίες χαρακτηρίζονται από ανάπτυξη μεσογειακού τύπου βλάστηση. Επιπλέον, η αύξηση των κατοικιών στις περιοχές μίξης αυξάνει τις πιθανότητες έναρξης πυρκαγιών καθώς και τον αριθμό των κατοικιών που κινδυνεύουν (Lampin κ.α. 2007). Από πολλές απόψεις, οι ζώνες μίξης φυσικής βλάστησης και αστικών περιοχών είναι

ένα τεχνητό περιβάλλον όπου υποδομές και βλάστηση βρίσκονται σε ένα τοπίο όπου η αντιμετώπιση της συμπεριφορά της πυρκαγιάς απαιτεί ειδικούς χειρισμούς από δασολόγους και δασοπροσβέστες (Radeloff κ.α. 2005). Κατά συνέπεια, ένα συγκεκριμένο σύνολο προβλημάτων προκύπτει ως συνέργεια και αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο χρήσεων γης με σημαντικότερη τη συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών. Πλέον, "μεγάλες πυρκαγιές", ορίζονται όχι μόνο από το μέγεθος και την ένταση, αλλά και από τις έντονες κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις τους στις περιοχές αυτές (Stephens κ.α. 2014), με επακόλουθο σοβαρές περιβαλλοντικές συνέπειες.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο προσδιορισμός, η ταξινόμηση και η χαρτογράφηση περιοχών μίξης δασών- κατοικιών είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των προτύπων τρωτότητας στον κίνδυνο πυρκαγιάς και για την εκτίμηση του κόστους των ζημιών από τις πυρκαγιές για τις τοπικές κοινότητες (Lowell κ.α. 2009), καθώς επίσης μπορεί να υποστηρίξει μια αποτελεσματική πολιτική διαχείρισης πυρκαγιών, μειώνοντας τον κίνδυνο και το σχετικό οικονομικό κόστος.

Βάση της βιβλιογραφίας, διαφορετικές προσεγγίσεις χαρτογράφησης των περιοχών αυτών έχουν εφαρμοστεί χρησιμοποιώντας διαφορετικούς συνδυασμούς αστικών χαρακτηριστικών και χαρακτηριστικών βλάστησης στο τοπίο (Radeloff κ.α. 2005, Lampin κ.α. 2007, Lampin-Maillet κ.α. 2010, McCaffrey κ.α. 2011, Bar-Massada κ.α. 2013, Carlson κ.α. 2022). Ωστόσο, οι τρέχουσες ευρωπαϊκές προσεγγίσεις για τη χαρτογράφηση και ταξινόμηση των ζωνών μίξης δασών οικισμών έχουν κοινό χαρακτηριστικό ότι αναλύουν τα χαρακτηριστικά του τοπίου που καθορίζονται από τον αστικό ιστό ως πυκνότητα κατοικιών και άλλων υποδομών ή πληθυσμιακή πυκνότητα και τη φυσική βλάστηση, που εκτιμάται στις περισσότερες περιπτώσεις με την εφαρμογή γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και τηλεπισκοπικών δεδομένων.

Ο κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή μιας μεθοδολογίας πολλαπλής κλίμακας για την αποτύπωση και απογραφή των περιοχών μίξης δασών – οικισμών με τη χρήση ελεύθερων γεωχωρικών δεδομένων, με δυνατότητα εφαρμογής σε εθνικό επίπεδο. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε α) χαρτογράφηση των ζωνών μίξης δασών-οικισμών σε μικρή κλίμακα και β) διάκριση και χαρτογράφηση της μίξης δασών-κατοικιών σε μεγάλη κλίμακα εντός τεσσάρων νομών της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τέσσερις νομούς της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (Πέλλα, Κιλκίς, Σέρρες και Θεσσαλονίκη). Σε γεωμορφολογικό επίπεδο, η περιοχή μελέτης έχει έναν έντονα ορεινό χαρακτήρα. Εντός των ορίων της βρίσκονται κάποια από τα υψηλότερα όρη της Ελλάδας, όπως ο Χορτιάτης και ο Βερτίσκοκ στη Θεσσαλονίκη, τα Κερδύλια (Θεσσαλονίκη, Σέρρες), τα όρη Βροντούς στις Σέρρες, η οροσειρά Κερκίνη (Κιλκίς, Σέρρες), ο Βόρας, το Πίνοβο, η Τζένα στην Πέλλα και το Πάικο (Πέλλα, Κιλκίς). Ο μεγάλος αριθμός δήμων και οικισμών της περιοχής αυξάνει τον κίνδυνο από τις δασικές πυρκαγιές και τις επιπτώσεις που αυτές μπορούν να έχουν, ενώ δυσχεραίνει και το σχεδιασμό για την αποτελεσματική διαχείρισή τους.

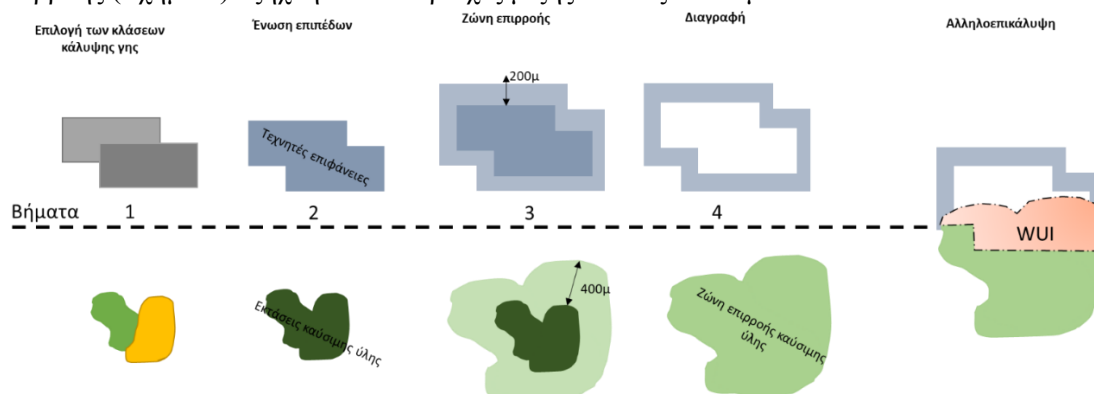
Δεδομένα

Για τους σκοπούς της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα κτηρίων από τη βάση ανοικτών δεδομένων Open Street Map (OSM), αδειοδοτημένα υπό την Open Data Commons Open Database License (ODbL) από το Ίδρυμα Open Street Map (OSMF). Ως κύρια πηγή πληροφοριών κάλυψης/χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε η χαρτογράφηση CORINEL and Cover (CLC), του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (Copernicus Programme 2020). Συγκεκριμένα, στη παρούσα μελέτη λήφθηκαν υπόψη τεχνητές επιφάνειες, ετερογενείς γεωργικές περιοχές, δάση και ημι-φυσικές περιοχές. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα Υψηλής Ανάλυσης (EU High Resolution Layers - HRL) του ευρωπαϊκού προγράμματος παρατήρησης γης Copernicus και συγκεκριμένα το προϊόν Πυκνότητας Κάλυψης Δέντρων (Tree Cover Density), το οποίο παρέχει πληροφορίες για τη σχετική κάλυψη από την κόμη των δένδρων ανά εικονοστοιχείο με χωρική ανάλυση 10 μέτρων.

Μεθοδολογία

Σε 1ο στάδιο, για τη χαρτογράφηση των ζωνών μίξης δασών-κατοικιών σε επίπεδο Περιφερειακής Ενότητας (ΠΕ) (μικρής κλίμακας), ακολουθήθηκε η μεθοδολογία των Mitsopoulos κ.α. (2020) η οποία και επικαιροποιήθηκε με τα πλέον πρόσφατα γεωχωρικά δεδομένα, ώστε να αποτυπωθεί η τρέχουσα κατάσταση.

Για τη χαρτογράφηση των περιοχών μίξης δάσους- οικισμών, ορίστηκε μια σταθερή περιμετρική ζώνη επιρροής 400 μέτρων από τη δασική καύσιμη ύλη και μια περιμετρική ζώνη επιρροής 200 μέτρων από τεχνητές επιφάνειες (Σχήμα 1). Αυτές οι ζώνες δημιουργήθηκαν από την επιλογή των κλάσεων κάλυψης γης CORINE (Τεχνητές επιφάνειες: CLC-111, CLC-112, CLC-121, CLC-122, CLC-131, CLC-132, CLC-133, CLC-141, CLC-142 και Εκτάσεις καύσιμης ύλης: CLC-311, CLC-312, CLC-313, CLC-323, CLC-324, CLC-243, CLC-244). Από την αλληλοεπικάλυψη των ζωνών επιρροής (Σχήμα 1) εξήχθησαν οι περιοχές μίξης δάσους- οικισμών.



Σχήμα 1. Γραφική αναπαράσταση της ανάλυσης για τη δημιουργία του χάρτη περιοχών μίξης δάσους-οικισμών. Πηγή: (Modugno κ.α., 2016). Ίδια επεξεργασία

Figure 1. Graphical representation of the analysis to create the Wildland Urban Interface (WUI) map. Grateful for Modugno κ.α. (2016) original work

Στο δεύτερο στάδιο ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε διάκριση και χαρτογράφηση επιμέρους κατηγοριών μίξης δασών-κατοικιών σύμφωνα με την προσέγγιση των Lampin-Maillet κ.α. (2009). Το σχήμα της ταξινόμησης, για την υλοποίηση του εν λόγω σταδίου, έλαβε υπόψη τον αριθμό των κτιρίων (OSM) και την απόσταση μεταξύ τους. Έτσι διαμορφώθηκαν τρεις κύριες κατηγορίες, σύμφωνα με τους κανόνες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1:

1. Τα μεμονωμένα κτήρια (Isolated dwellings - ID)
2. Τα διάσπαρτα κτήρια (Scattered dwellings - SD)
3. Τα συγκεντρωμένα κτήρια (Clustered dwellings - CD)

Στην κατηγορία συγκεντρωμένα κτήρια (Clustered dwellings - CD), καθορίστηκαν επιπλέον δύο υποκατηγορίες:

- i. Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια (Dense Clustered Dwellings - DCD)
- ii. Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια (Very Dense Clustered Dwellings - VDCD)

Η επεξεργασία δημιούργησε ζώνες με διαφορετικές διαμέτρους (50 μέτρα και 15 μέτρα), οι επικαλυπτόμενες ζώνες συγχωνεύθηκαν και τα κτήρια εντός κάθε ζώνης καταμετρήθηκαν για τη διαφοροποίηση των τύπων κτηρίων σύμφωνα με τους κανόνες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

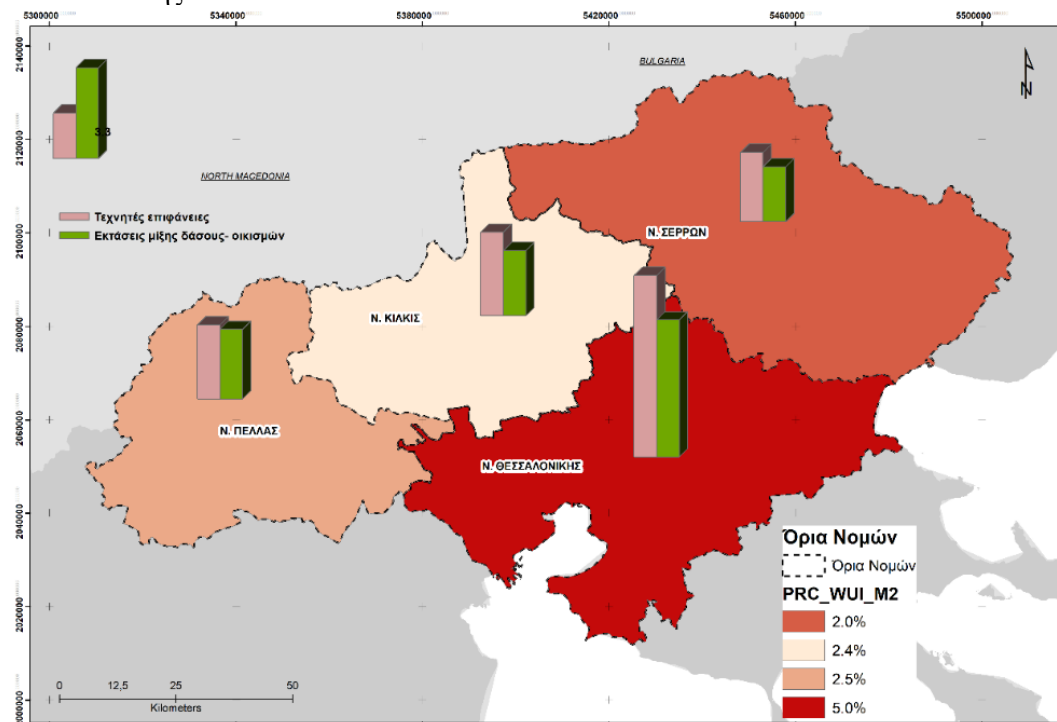
Τέλος, ακολουθώντας τη μεθοδολογία των D'Este κ.α. (2021), πραγματοποιήθηκε διασταύρωση των επιπέδων των κτηρίων και του χάρτη κατανομής δασοκάλυψης. Ο συνδυασμός των τριών κατηγοριών κτηρίων (μεμονωμένα, διάσπαρτα και συγκεντρωμένα) με τις τρεις κατηγορίες κάλυψης των δέντρων: χαμηλή (LowDensity - LD), μεσαία (MediumDensity - MD) και υψηλή (HighDensity - HD) οδήγησε στις ακόλουθες 9 κατηγορίες WUI (Πίνακας 1). Στην κατηγορία συγκεντρωμένα κτήρια (CD), καθορίστηκαν επίσης άλλες έξι ακόμα υποκατηγορίες (Πίνακας 1).

Πίνακας 17. Χαρακτηριστικά των κατηγοριών κτηρίων
Table 1. Attributes of building classes

Κατηγορίες μίξης δασών-κατοικιών - WUI	Αριθμός κτηρίων	Απόσταση μεταξύ κτηρίων (μ.)	Ποσοστό δασοκάλυψης (%)
ID_LD - Μεμονωμένα κτήρια και χαμηλή δενδροκάλυψη	1-3	<100	0-20
ID_MD - Μεμονωμένα κτήρια και μεσαία δενδροκάλυψη -	1-3	<100	20-50
ID_HD - Μεμονωμένα κτήρια και υψηλή δενδροκάλυψη	1-3	<100	>50
SD_LD - Διάσπαρτα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	4-49	<100	0-20
SD_MD - Διάσπαρτα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων-	4-49	<100	20-50
SD_HD - Διάσπαρτα κτήρια και υψηλή δενδροκάλυψη	4-49	<100	>50
CD_LD- Συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	>=50	<100	0-20
CD_MD -Συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	>=50	<100	20-50
CD_HD- Συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	>=50	<100	>50
DCD_LD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	<=10	<30	0-20
DCD_MD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	<=10	<30	20-50
DCD_HD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	<=10	<30	>50
VDCD_LD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	>10	<30	0-20
VDCD_MD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	>10	<30	20-50
VDCD_HD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	>10	<30	>50

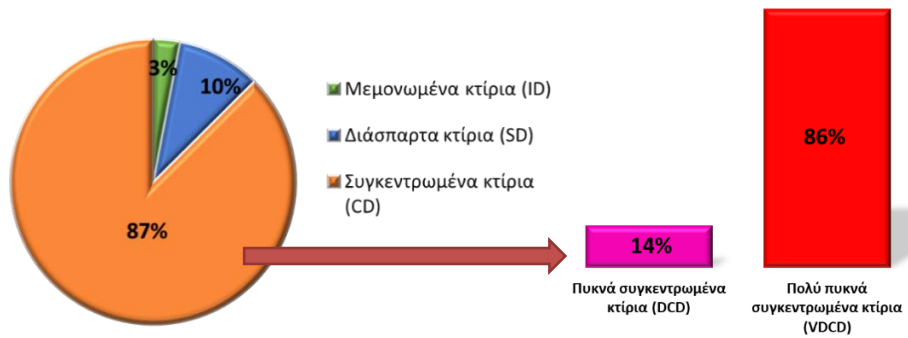
Αποτελέσματα

Με βάση το πρώτο στάδιο ανάλυσης, προέκυψε ο χάρτης ποσοστών έκτασης WUI της περιοχής μελέτης σε επίπεδο ΠΕ (Εικόνα 1), με το μεγαλύτερο ποσοστό WUI να εμφανίζεται στο νομό Θεσσαλονίκης.



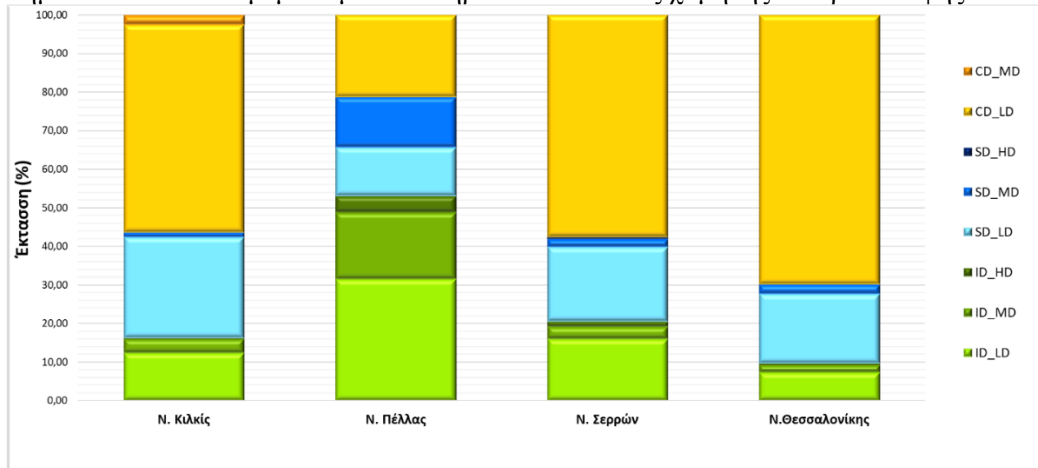
Εικόνα 7. Ποσοστά έκτασης περιοχών μίξης δάσους- οικισμών σε σχέση με την συνολική έκταση των νομών
Picture 1. Percentage of Wildland Urban Interface areas in relation to the total area of the prefectures

Τα αποτελέσματα του 2ου σταδίου ανάλυσης (Σχήμα 2) έδειξαν ότι το 87% του συνόλου των κτηρίων στους τέσσερις νομούς ανήκουν στην κατηγορία συγκεντρωμένα κτίρια (CD), το 10% στα διάσπαρτα κτήρια (SD) και μόλις το 3% σε μεμονωμένα κτήρια (ID) (Σχήμα 3). Από τα συγκεντρωμένα κτήρια (CD) το 14% ανήκει σε πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια (DCD) και το 86% σε πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια (VDCD).



Σχήμα 2. Αριθμός κτηρίων ανά κατηγορία
Figure 2. Number of buildings per class

Στο Σχήμα 3 εμφανίζονται τα ποσοστά εκτάσεων κατηγοριών κτηρίων ανά νομό, όπου παρατηρείται σημαντικό ποσοστό κάλυψης από συγκεντρωμένα κτήρια σε χαμηλή κάλυψη δέντρων, ιδιαίτερα στο Ν. Θεσσαλονίκης. Στην περιοχή του Ν. Κιλκίς ένα ποσοστό συγκεντρωμένων κτηρίων εμφανίζεται σε μεσαία κάλυψη δέντρων, ενώ ο Ν. Πέλλας παρουσιάζει σημαντικό ποσοστό μεμονωμένων κτηρίων σε εκτάσεις χαμηλής δενδροκάλυψης.



Σχήμα 3. Ποσοστά εκτάσεων κατηγοριών κτηρίων ανά νομό
Figure 3. Percentage of area per building classes per prefecture

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι εκτάσεις κάθε κατηγορίας κτηρίων σε εκτάρια, για τους τέσσερις νομούς. Συνολικά 7.642,41 εκτάρια χαρακτηρίζονται ως περιοχές μίξης δασών-κατοικιών από τα οποία 1.942,73 εκτάρια καταλαμβάνονται από πυκνά και πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια.

Πίνακας 18. Εκτάσεις σε εκτάρια (ha) κατηγοριών περιοχών μίξης δασών- κατοικιών για του τέσσερις νομούς
Table 2. Areas of Wildland Urban Interface categories for the four municipalities

Κατηγορίες περιοχών μίξης δασών-κατοικιών - WUI	Ν. Κιλκίς	Ν. Πέλλας	Ν. Σερρών	Ν. Θεσ/νίκης	Εύνολο
ID_LD - Μεμονωμένα κτήρια και χαμηλή δενδροκάλυψη	119,79	76,77	315,23	328,89	840,68
ID_MD - Μεμονωμένα κτήρια και μεσαία δενδροκάλυψη -	34,79	42,32	63,34	91,42	231,87
ID_HD - Μεμονωμένα κτήρια και υψηλή δενδροκάλυψη	2,16	10,21	24,95	13,27	50,59
SD_LD - Διάσπαρτα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	252,39	30,88	380,20	810,65	1474,12
SD_MD - Διάσπαρτα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων-	11,73	31,81	41,14	105,35	190,03
SD_HD - Διάσπαρτα κτήρια και υψηλή δενδροκάλυψη	0,00	0,00	8,77	0,00	8,77
CD_LD- Συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	519,32	51,89	1130,97	3120,98	4823,16
CD_MD - Συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	23,19	0,00	0,00	0,00	23,19

CD_HD - Συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολα	963,38	243,88	1.964,59	4.470,56	7.642,41
DCD_LD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	89,47	5,58	133,07	325,22	553,34
DCD_MD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	1,62	0,00	1,76	23,67	27,05
DCD_HD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	0,00	0,00	0,00	2,94	2,94
VDCD_LD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	153,94	18,34	413,05	1326,09	1911,42
VDCD_MD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	0,00	0,00	0,00	1,31	1,31
VDCD_HD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολα	155,56	18,34	414,81	1354,02	1942,73

Ο Πίνακας 3 εμφανίζει τον αριθμό κτιρίων ανά κατηγορία. Συνολικά 38.941 κτήρια ανήκουν στις 9 κατηγορίες περιοχών μίξης δασών-κατοικιών, ενώ 34.052 ανήκουν στις τάξεις πυκνά -πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια. Η περιοχή της Θεσσαλονίκης και η περιοχή Σερρών εμφανίζουν τα περισσότερα κτήρια σε αυτές τις περιοχές, ενώ χαρακτηριστική είναι η υψηλή συγκέντρωση τους σε περιοχές χαμηλής δασοκάλυψης. Επίσης μόνο στην περιοχή Σερρών εμφανίζονται διάσπαρτα κτήρια σε εκτάσεις υψηλής δασοκάλυψης.

Πίνακας 19. Αριθμός κτηρίων ανά κατηγορία περιοχής μίξης δασών- κατοικιών για τον τέσσερις νομούς
Table 3. Number of buildings by Wildland Urban Interface categories for the four municipalities

Κατηγορίες περιοχών μίξης δασών-κατοικιών - WUI	N. Κιλκίς	N. Πέλλας	N. Σερρών	N. Θεσ/νίκης	Σύνολο
ID_LD - Μεμονωμένα κτήρια και χαμηλή δασοκάλυψη	117	80	294	370	861
ID_MD - Μεμονωμένα κτήρια και μεσαία δασοκάλυψη	36	47	65	109	257
ID_HD - Μεμονωμένα κτήρια και υψηλή δασοκάλυψη	2	11	26	15	54
SD_LD - Διάσπαρτα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	548	110	762	1820	3240
SD_MD - Διάσπαρτα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	22	94	96	245	457
SD_HD - Διάσπαρτα κτήρια και υψηλή δασοκάλυψη	0	0	20	0	20
CD_LD - Συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	2.579	214	5.525	25.681	33.999
CD_MD - Συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	53	0	0	0	53
CD_HD - Συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	0	0	0	0	0
Σύνολα	3.357	556	6.788	28.240	38.941
DCD_LD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	642	37	947	2.775	4.401
DCD_MD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	12	0	12	187	211
DCD_HD - Πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	0	0	0	20	20
VDCD_LD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και χαμηλή κάλυψη δέντρων	1.978	177	4.566	22.687	29.408
VDCD_MD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και μεσαία κάλυψη δέντρων	0	0	0	12	12
VDCD_HD - Πολύ πυκνά συγκεντρωμένα κτήρια και υψηλή κάλυψη δέντρων	0	0	0	0	0
Σύνολα	2.632	214	5.525	25.681	34.052

Η Εικόνα 2 παρουσιάζει παραδείγματα περιοχών μίξης δασών- κατοικιών στο Ν. Κιλκίς.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι περιοχές μίξης δασών-κατοικιών συνθέτουν μια ιδιαίτερη ζώνη όπου η ανθρώπινη δραστηριότητα και η φυσική βλάστηση αλληλοεπιδρούν δημιουργώντας ένα πολύπλοκο σύνολο ζητημάτων όσον αφορά τη διαχείριση πυρκαγιών. Στη παρούσα εργασία χαρτογραφήθηκαν

περιοχές μίξης δασών-κατοικιών και πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση των υψηλού ενδιαφέροντος/κινδύνου κτηρίων με βάση κριτηρίων απόστασης και πυκνότητας σε τέσσερις νομούς της Κεντρικής Μακεδονίας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό, ότι η εν λόγω προσέγγιση στηρίζεται σε ανοικτά δεδομένα σε ευρωπαϊκό επίπεδο, καθιστώντας δυνατή την εφαρμογή της και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας αλλά και τη συστηματική επικύρωση της χαρτογράφησης περιοχών μίξης δασών-κατοικιών. Η παρούσα έρευνα αποτελεί ένα βήμα προς τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ της συγκεκριμένης χωρικής οργάνωσης των περιοχών WUI και της επικινδυνότητας πυρκαγιάς. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί ως βοηθητικό εργαλείο λήψης αποφάσεων από τους υπεύθυνους της διαχείρισης δασικών πυρκαγιών με στόχο την πρόληψη και ετοιμότητα αντιμετώπισης πυρκαγιών στα συγκεκριμένα περιβάλλοντα.



Εικόνα 8. Περιοχή μίξης δασών- κατοικιών (Ν.Κιλκίς)
Picture 2. Wildland Urban Interface in the municipality of Kilkis

Abstract

The aim of this study is the development and implementation of a multi-scale methodology for the mapping and inventory of Wildland Urban Interface in four prefectures of Central Macedonia (Pella, Kilkis, Serres and Thessaloniki) analyzing free geospatial data in a Geographic Information Systems environment. The present research is a step towards fire risk assessment on Wildland Urban Interface. This methodological approach is proposed as a tool to support decision making for wildfires and wildland fire management in order to improve fire prevention, preparedness and response in these environments. The implementation of this approach could be also extended to national level.

Βιβλιογραφία

Bar-Massada, A., Stewart, S.I., Hammer, R.B., Mockrin, M.H., Radeloff, V.C. 2013. Using structure locations as a basis for mapping the wildland urban interface, *J. Environ. Manage.* Elsevier Ltd, 128, pp. 540–547. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.06.021.

Brunet, R., Ferras, R. and Théry, H. 2003. *Les mots de la géographie*. 3th edn. Paris, Montpellier: La documentation française.

Carlson, A.R., Helmers, D.P., Hawbaker, T.J., Mockrin, M.H., Radeloff, V.C. 2022. The wildland–urban interface in the United States based on 125 million building locations, *Ecol. Appl.*,

32(5), pp. 1–18. doi: 10.1002/eap.2597.

Carroue, L., Claval, P., Di Meo, G., Miossec, A., Renard, J., Simon, L., Veyret, Y. 2002. *Limites et discontinuité en géographie. Dossiers des images économiques du monde, Edition SEDES.*

Copernicus Programme 2020. *Europe's eyes on Earth – Land Monitoring Service: CORINE Land Cover.*

D'Este, M., Giannico, V., Laforteza, R., Sanesi, G., Elia, M. 2021. The wildland-urban interface map of Italy: A nationwide dataset for wildfire risk management, *Data in Brief*. Elsevier Inc., 38. doi: 10.1016/j.dib.2021.107427.

Jolly, W.M., Cochrane, M.A., Freeborn, P.H., Holden, Z.A., Brown, T.J., Williamson, G.J., Bowman, D.M.J.S. 2015. Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013', *Nature Communications*, 6(1), p. 7537. doi: 10.1038/ncomms8537.

Lampin-Maillet, C., Jappiot, M., Long, M., Morge, D., Ferrier, J.-P. 2009. Characterization and mapping of dwelling types for forest fire prevention', *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(3), pp. 224–232. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2008.07.003>.

Lampin-Maillet, C., Jappiot, M., Long, M., Bouillon, C., Morge, D., Ferrier, J.-P. 2010. 'Mapping wildland-urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France', *Journal of Environ. Manage.*, 91(3), pp. 732–741. doi: 10.1016/j.jenvman.2009.10.001.

Lampin, C., Long, M., Jappiot, M., Morge, D., Bouillon, C., Mantzavelas, A., Apostolopoulou, I., Lazaridou, T., Partozis, T., Topaloudis, T., Galiana, L., Herrero, G., Solana, J.L. 2007. 'Method to characterize and map wildland urban interface. Part 1 - State of the art on the methods to characterize and map wildland urban interfaces. Project Fire Paradox'.

Lowell, K., Shamir, R., Siqueira, A., White, J., O'Connor, A., Butcher, G., Garvey, M., Niven, M., 2009. Assessing the capabilities of geospatial data to map built structures and evaluate their bushfire threat', *Int. J. Wildland Fire*, 18(8), p. 1010. doi: 10.1071/WF08077.

Macie, E. A. and Hermansen, L. 2002. *Human influences on Forest Ecosystems: The Southern Wildland-Urban Interface Assessment.*

McCaffrey, S.M., Stidham, M., Toman, E., Shindler, B., 2011. Outreach Programs, Peer Pressure, and Common Sense: What Motivates Homeowners to Mitigate Wildfire Risk?', *Environ. Manage.*, 48(3), pp. 475–488. doi: 10.1007/s00267-011-9704-6.

Mitsopoulos, I., Mallinis, G., Dimitrakopoulos, A., Xanthopoulos, G., Eftychidis, G., Goldammer, J.G.. 2020. Vulnerability of peri-urban and residential areas to landscape fires in Greece: Evidence by wildland-urban interface data, *Data in Brief*, 31, p. 106025. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106025>.

Modugno, S., Balzter, H., Cole, B., Borrelli, P., 2016. Mapping regional patterns of large forest fires in Wildland-Urban Interface areas in Europe', *J. Environ. Manage.*, 172, pp. 112–126. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.02.013.

Radeloff, A.V.C., Hammer, R.B., Stewart, S.I., Fried, J.S., Holcomb, S.S., McKeefry, F., 2005. *The Wildland-Urban Interface in the United States* Published by: Wiley on behalf of the Ecological Society of America Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/4543395> Ecological Society of America and Wiley are collaborating with JSTOR to digitize , pres', *Ecol. Appl.*, 15(3), pp. 799–805.

Salvati, L., Sateriano, A. and Bajocco, S.(2013. To grow or to sprawl? Land Cover Relationships in a Mediterranean City Region and implications for land use management, *Cities*, 30, pp. 113–121. doi: 10.1016/j.cities.2012.01.007.

Sande Silva, J., Rego, F., Fernandes, P., Rigolot, E., 2010. Towards Integrated Fire Management - Outcomes of the European Project Fire Paradox, *European Forest Institute Research Report*, (May 2014), p. 244.

Stephens, S.L., Burrows, N., Buyantuyev, A., Gray, R.W., Keane, R.E., Kubian, R., Liu, S., Seijo, F., Shu, L., Tolhurst, K.G., van Wagendonk, J.W., 2014. Temperate and boreal forest megafires: characteristics and challenges, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(2), pp. 115–122. doi: 10.1890/120332.

Vince, S., Duryea, M., Macie, E., Hermansen, L., 2005. *Forests at the wildland-urban interface: conservation and management.* Boca Raton: CRC Press.