



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου

**«Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και
προστασία του φυσικού περιβάλλοντος,
200 χρόνια μετά την Επανάσταση του '21»**

**Επιμέλεια Έκδοσης: Στέφανος Τσιάρας, Μαρίνα Χαβενετίδου,
Ιωάννης Σπανός, Θεοχάρης Ζάγκας,
Διονύσιος Γαϊτάνης, Ηλίας Κουλουκούρας**

Τρίκαλα, 3-6 Οκτωβρίου 2021

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΑΙΓΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ

ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ-ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΓΕΩΤΕΕ)

ΕΛΓΟ -ΔΗΜΗΤΡΑ (ΙΔΕ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΙΜΔΟ ΑΘΗΝΩΝ)

ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΑΠΘ)

ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΠΘ)

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΠΘ)

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΔΑΣΟΛΟΓΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ (ΠΕΔΔΥ)

ΧΟΡΗΓΟΙ

ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΣΤ' ΚΥΝΗΓΕΤΙΚΗ ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ (ΚΟΜΑΘ)

ISBN: 978-618-84551-2-2

20^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

«Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, 200 χρόνια μετά την Επανάσταση του '21»

3 - 6 Οκτωβρίου 2021
ΤΡΙΚΑΛΑ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΚΥΡΙΑΚΗ 3 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021			
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ		ΑΙΘΟΥΣΑ
17.00-18.30	ΕΓΓΡΑΦΗ ΣΥΝΕΔΡΩΝ		ΑΙΘΟΥΣΑ Α: Αίθουσα Πνευματικού Κέντρου του Δήμου Τρικαίων
18.30-19.00	ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΑ ΤΕΛΕΤΗ - ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΙ ΟΜΙΛΙΑ ΥΠΟΥΡΓΟΥ ΥΠΕΝ Κ. ΣΚΡΕΚΑ		
19.00-19.30	ΤΙΜΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΚΡΙΣΕΙΣ	Στέργιος Βέργος† Ομότιμος Καθηγητής ΤΕΙ Θεσσαλίας Παναγιώτης Στεφανίδης Ομότιμος Καθηγητής ΑΠΘ Παναγιώτης Πλατής τ. Διευθυντής Ερευνών ΙΔΕ Θεσσαλονίκης Θεόδωρος Οικονόμου Οικονομολόγος-Πολιτικός Επιστήμονας	
19.30-19.45	Μουσιάδου Σ.	ΤΑ ΔΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ	
19.45-20.00	Σπανός Ι.	ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	
20.00-20.15	Φραγκισκάκης Ν.	ΤΑ ΔΑΣΗ ΚΑΙ Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ 200 ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ '21	
20.30	ΔΕΞΙΩΣΗ		

ΑΙΘΟΥΣΑ Α: Αίθουσα Πνευματικού Κέντρου του Δήμου Τρικαίων

ΑΙΘΟΥΣΑ Β: Αίθουσα Δημοτικού Συμβουλίου του Δήμου Τρικαίων

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
9.00-11.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΑΣΩΝ – ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ»	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Καλαμποκίδης, Κ., Ξανθόπουλος Γ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
9.00-9.15	ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΕ ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΧΩΡΙΑ ΣΤΙΣ ΕΠΑΡΧΙΕΣ ΛΑΡΝΑΚΑΣ ΚΑΙ ΛΕΜΕΣΟΥ ΠΟΥ ΕΚΔΗΛΩΘΗΚΕ ΣΤΙΣ 3 ΙΟΥΛΙΟΥ 2021	Χριστοδούλου Α. (Προσκεκλημένος Ομιλητής)	A
9.15-9.30	Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΦΟΝΙΚΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΗΣ 23 ^{ης} ΙΟΥΛΙΟΥ 2018 ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ	Αθανασίου Μ., Ξανθόπουλος Γ.	A
9.30-9.45	ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΔΡΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΑ ΚΥΘΗΡΑ	Καούκης Κ., Ξανθόπουλος Γ., Αθανασίου Μ., Μάντακας Γ., Ξανθόπουλος Π., Νικηφοράκη Α., Σωφρονάς, Σ.	A
9.45-10.00	ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΠΟΥ ΟΔΗΓΗΣΑΝ ΣΤΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΕΤΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΤΗΣ 23 ^{ης} ΙΟΥΛΙΟΥ 2018	Κουλουκούρας, Η., Γκανάτσας, Π.	A
10.00-10.15	ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΠΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗ ΜΙΚΤΗ ΖΩΝΗ ΔΑΣΟΥΣ-ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Κουράκλη Π., Ζαρόβαλη Μ., Πεταλίδου Μ., Καλαϊτζή Σ.	A
10.15-10.30	ΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ & ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΜΑΙΝΑΛΟ	Κουρέτας Ι., Αθανασίου Μ.	A
10.30-10.45	ΔΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ & ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	Μπούρας Φ., Αθανασίου Μ., Λαγγούσης Α.	A
10.45-11.00	ΧΩΡΙΚΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	Παλαιολόγου Π., Καλαμποκίδης Κ., Γαλατσίδας Σ., Παπαλάμπρος Α., Γούναρης Ν.	A
11.00-11.15	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑ ΦΡΥΓΑΝΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΕΝΤΕΛΙΚΟΥ ΟΡΟΥΣ	Χριστακόπουλος Π., Τσουκλείδης Γ.	A
11.15-11.30	Συζήτηση		
11.30-12.00	Διάλειμμα		

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
9.00-11.00	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ «ΔΑΣΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ -ΔΑΣΙΚΗ ΑΝΑΨΥΧΗ- ΔΑΣΙΚΗ ΒΙΟΜΕΤΡΙΑ»	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Διαμαντοπούλου Μ., Τσιρούκης Α.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
9.00-9.15	Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΚΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΟΙΚΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ COVID-19	Γεωργιάς Α., Τσιτσώνη Θ., Ανδρεοπούλου Ζ., Τσακαλδήμη Μ., Κωστοπούλου Σ.	B
9.15-9.30	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΑΠΘ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ	Γκανάτσιος Χ., Μαρίνος Δ., Παπαθανασίου Β., Παυλίδης Β., Κάλφα Κ.	B
9.30-9.45	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΜΦΛΟΙΩΝ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΚΟΡΜΟΥ ΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ RFr (Random Forest Regression)	Διαμαντοπούλου Μ.	B
9.45-10.00	Η ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΝΕΕΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ	Καραδόντα Α., Παπαδόπουλος Ι.	B
10.00-10.15	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ – Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	Κόλλιας Ε., Καλαπόδης Ν., Αβραμίδου Ε., Κορακάκη Ε., Κακαράς Ι., Αλμπάνης Κ., Μάντακας Γ., Καρέτσος Γ., Τσαγκάρη Κ.	B
10.15-10.30	Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΕΕ FLEGT (2173/2005) ΚΑΙ ΞΥΛΕΙΑΣ (995/2010) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	Μόκα Γ., Αλεξίου Ε., Γκουντούφας Ε.	B
10.30-10.45	Η ΔΙΜΝΗ ΚΑΡΛΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	Τρακάλα Γ., Μαρτίνης Α., Ζάγκας Θ., Καρρής Γ., Τσιρούκης Α.	B
10.45-11.00	Συζήτηση		
11.00-11.30	Διάλειμμα		

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
12.00-13.45	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ “ΔΑΣΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ”	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Ράπτης Δ., Σπανός Ι.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
12.00-12.15	ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	Γρηγοριάδης Ν.	A
12.15-12.30	ΤΟ ΝΕΚΡΟ ΞΥΛΟ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΝΕΚΡΟ! Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΟΡΟΣΕΙΡΑΣ ΡΟΔΟΠΗΣ	Κεχαγιόγλου Σ., Τσιτσώνη Θ.	A
12.30-12.45	ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΑΣΟΚΑΛΥΨΗ ΣΤΙΣ ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΓΡΑΜΜΟΥ, 1945-2015	Κωνσταντίνου Σ., Αντωνιάδου Σ., Νικήσιανης Ν., Παλάσκας Δ., Νούσκα Π., Τσιάρας Δ., Πουλής Γ.	A
12.45-13.00	ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ <i>Choristoneura murinana</i> (Hübner) ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΛΑΤΗΣ ΣΤΗΝ ΓΚΙΩΝΑ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ	Πετράκης Π., Κουλελής Π., Φασούλη Β., Σολωμού Α.	A
13.00-13.15	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΟΜΗΣ (CCF) ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (<i>Pinus nigra</i> Arn.) ΣΤΗ ΔΡΑΜΑ	Ράπτης Δ., Καζάνα Β., Ιωαννίδου Φ., Τόλιος Κ., Καζακλής Α., Τσιτλακίδης Α., Μαναρίδης Μ.	A
13.15-13.30	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΦΕΛΛΟΦΟΡΟΥ ΔΡΥΟΣ (<i>Quercus suber</i>) ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ (ΛΟΥΤΡΑ ΘΕΡΜΗΣ-ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ), 18 ΕΤΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΦΥΤΕΥΣΗ	Σπανός Ι., Σαμαρά Θ., Σπανός Κ., Γαϊτάνης Δ., Καραμανώλη Α., Χαβαλές Ε.	A
13.30-13.45	Συζήτηση		
13:45-16.00	Διάλειμμα		

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
11.30-13.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ “ΔΑΣΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ”	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Παπασπυρόπουλος Κ., Τρίγκας, Μ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
11.30-11.45	ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΥΛΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ	Γεωργάκης Α., Διαμαντοπούλου Μ., Τρίγκας Μ.	B
11.45-12.00	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ	Καλούδης Σ., Πλατιά Ε., Παντέρα Α., Γαλανοπούλου Σ.	B
12.00-12.15	ΕΡΕΥΝΑ ΕΛΛΗΝΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΓΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΞΥΛΟΥ	Λιασκοπούλου Α., Παπαδόπουλος Ι., Τρίγκας Μ.	B
12.15-12.30	ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΥΠΟ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ: ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΤΑΙΡΙΚΗΣ ΛΟΓΟΔΟΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΠΤΗΝΟΠΑΝΙΔΑΣ	Ναζάκη Α., Παπασπυρόπουλος Κ.	B
12.30-12.45	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΠΕΡΤΟΥΛΙΟΥ	Τρίγκας Μ., Λαζαρίδου Δ.	B
12.45-13.00	ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	Τσουκαρέλλα Σ., Τρίγκας Μ., Ανδρεοπούλου Ζ.	B
13.00-13.30	Συζήτηση		
13:30-16.00	Διάλειμμα		

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
16.00-17.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Σαμαρά Θ., Τσιτσώνη Θ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
16.00-16.15	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΙΔΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	Σαμαρά Θ., Τσιάρας Σ., Τσιρούκης Α., Σπανός Ι.	A
16.15-16.30	ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ: ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ	Σιάφαλη Ε. Ζάγκα Θ., Δρόσος Β., Καραγιάννης Ε.	A
16.30-16.45	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	Τσαγκάρη Κ., Αβραμίδου Ε., Κοντογιάννη Α., Σολωμού Α., Προύτσος Ν., Κορακάκη Ε., Καρέτσος Γ., Κόντος Κ., Γεωργιάδης Χ.	A
16.45-17.00	Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ LIFE CLIVUT	Τσιτσώνη Θ., Κοντογιάννη Α., Γούναρης Ν., Σακελλαρίου Α., Ξανθοπούλου – Τσιτσώνη Β., Παπαγιαννοπούλου Δ., Σιώπη Μ.	A
17.00-17.30	Συζήτηση		
17.30-18.30	Αναρτημένες Παρουσιάσεις		

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
16.00-17.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Ανδρεοπούλου Ζ., Μελιάδης, Ι.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
16.00-16.15	Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΓΡΕΒΕΝΩΝ	Γκιουλέκα Α., Ανδρεοπούλου Ζ.	B
16.15-16.30	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΦΟΔΡΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΜΕΣΩ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥΣ	Ζευγώλη Ε., Ξανθόπουλος Γ., Ψομιάδης Ε., Παπανικολάου Ι.	B
16.30-16.45	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΙΑΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ	Μάρας Γ., Ανδρεοπούλου Ζ.	B
16.45-17.00	ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΤΟΠΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΟΥΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	Ποϊραζίδης Κ., Ξόφης Π., Κεφαλάς Γ., Χατζηλιάδης Ι., Πέττας Η., Παναγιωτοπούλου Μ.	B
17.00-17.15	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ «ΕΞΥΠΝΟΥ» ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ	Σιούτας Κ., Νινίκας Κ., Λαλλάς Ε., Νταλός Γ., Καραγεώργος Α.	B
17.15-17.30	Συζήτηση		
17.30-18.30	Αναρτημένες Παρουσιάσεις		

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
17.30-18.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "Αναρτημένες Παρουσιάσεις"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Τσιάρας Σ., Χαβενετίδου Μ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
Α/Α	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
1	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΓΛΥΚΕΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ, ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΜΒΑΣΗ CITES	Αλεξίου Ε., Κοκκινάκης Α.	Α
2	ΤΥΠΟΣ ΟΙΚΟΤΟΠΟΥ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ 9180 ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ	Αλντάνης Π., Φωτιάδης Γ.	Α
3	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΚΗΡΥΧΘΗΚΑΝ ΑΝΑΔΑΣΩΤΕΕΣ ΛΟΓΩ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	Βάκκα Ε., Πλένιου Μ., Κούτσιας Ν.	Α
4	ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΟΥΧΟΥΡΙΣΤΗ (<i>Strix aluco</i>) ΣΤΗΝ ΟΡΟΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	Βαλέτα Χ., Βασιλειάδης Ι., Αστάρης Χ.	Α
5	ΔΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ «ΗΠΙΑΣ» ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΔΣΚΗΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΔΗΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Βάσσιος Δ.	Α
6	ΜΕΤΑΠΥΡΙΚΗ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΩΣ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΑΣΟΠΥΡΟΣΒΕΣΗ	Γκουβάς Μ.	Α
7	ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ JUNIDRONE: ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΔΡΥΠΩΔΗ ΑΡΚΕΥΘΟ (<i>Juniperus drupacea</i> Labill.)	Δασκαλάκου Ε., Αβραμίδου Ε., Αποστολίδης Ε., Αποστολίδης Η., Ιωαννίδης Κ., Κορακάκη Ε., Μητσόπουλος Ι., Μπούτσιος Σ., Οικονομίδης Σ., Πάγκας Ν., Σολωμού Α., Θάνος Κ.	Α
8	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΔΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΤΩΝ ΚΑΡΠΙΝΙΚΙΩΝ, Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	Λεργιαδέ Δ., Μυρωνίδης Δ.	Α
9	ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ/ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΔΞΙΦΟΡΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΕΡΙΩΝ	Δομακίνης Χ., Τσιάρας Σ., Μπέρδος Σ.	Α

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
17.30-18.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "Αναρτημένες Παρουσιάσεις"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Τσιώρας Σ., Χαβενετίδου Μ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
Α/Α	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
10	ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΛΟΓΟ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΑΔΑΣ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΚΑΛΑΜΟΣ	Καρφάκης Θ.	Α
11	Η ΣΧΟΛΙΚΗ ΑΥΛΗ ΩΣ ΠΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ	Κατσινίκας Κ., Λαζαρίδου Β., Τζώρτζης Α., Ελευθεριάδης Α.	Α
12	ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ) «ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΕΝΟΣ ΠΡΟΑΝΑΓΓΕΛΘΕΝΤΟΣ ΘΑΝΑΤΟΥ»	Κοκκινάκης Α., Στοϊλας Β-Ο.	Α
13	ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΟΧΘΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ Ν. ΔΡΑΜΑΣ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	Κρικόπουλος Κ., Καλαϊτζής Κ., Ζαΐμης Γ., Ιακωβόγλου Β.	Α
14	Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΕΙΦΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ	Λαζαρίδου Β., Τζώρτζης Α., Πολύζος Ν., Κατσινίκας Κ.	Α
15	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΑ ΔΑΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΛΟΓΟΥ	Λιάκου Χ., Παπασπυρόπουλος Κ., Δημόπουλος, Π.	Α
16	ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ, ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΥΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ (<i>Cupressus sempervirens</i> L.) ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΝ	Πανταζή Κ., Παρασόγλου Σ., Γκανάτσας Π., Χαβενετίδου Μ., Τσιώρας Π.	Α
17	ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ «ΤΟ ΔΑΣΟΣ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΒΑΛΤΙΝΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ»	Παπαδούλη Α.	Α
18	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ GRANGER ΣΕ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	Παπασπυρόπουλος Κ., Κουγιουμτζής Δ.	Α

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΑ 4 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
17.30-18.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "Αναρτημένες Παρουσιάσεις"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Τσιάρας Σ., Χαβενετίδου Μ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
19	ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΟΙΚΟΤΟΠΟΥ 92Α0 ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΤΑΚΑ-GR2520002	Πλένιου Μ., Καρμίρης Η., Φωτάκης Δ., Δουλγέρης Χ., Ηλίας Α., Τσιουρλής Γ., Ξυστράκης Φ.	A
20	ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΤΗΣ ΚΟΥΜΑΡΙΑΣ (<i>Arbutus unedo</i>)	Πολίτη Δ.- Ε., Αραβανόπουλος Φ.	A
21	ΠΡΑΣΙΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΗΜΑΣΙΑ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ	Στεφανόπουλος Σ., Μουζοπούλου Ε.	A
22	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΔΕΝΔΡΟΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΘΝΙΚΟ ΔΡΥΜΟ ΠΙΝΔΟΥ (ΒΑΛΙΑ ΚΑΛΑΝΤΑ)	Τζατζάνη Ε.	A
23	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΑΝΩΤΑΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ	Τριανταφυλλίδου Ε., Τσιάρας Σ., Τσεκουρόπουλος Γ.	A
24	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ: ΟΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΣΟΣ	Τσιάρας Σ.	A
25	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 13 ΚΑΙ 15	Τσιουτσιουρήγας Δ., Τσιάρας Σ., Ράπτης Δ.	A
26	ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΑΔΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>Rhododendron luteum</i> ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	Φωτεινός Σ., Τουρβάς Ν., Αντωνιάδη Α., Φαρσάκογλου Α-Μ, Αραβανόπουλος Φ.	A
27	Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΠΛΑΣΜΕΝΟΥ ΠΑΡΑΛΙΑΚΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ Η ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ	Χατζίδου Μ., Τσιτσώνη Θ.	A

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
9.00-11.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Ζάγκας Θ., Σπανός Κ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
9.00-9.15	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΖΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΑΡΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ ΤΟΥ ΚΕΔΡΗΝΟΥ ΛΟΦΟΥ	Αμανατίδης Ε., Ζάγκας Θ.	A
9.15-9.30	ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΤΗΣ ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ	Ανδριανός Ι., Ζάγκας Θ.	A
9.30-9.45	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΧΟΥΣ ΔΕΚΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ ΣΤΟ ΣΤΗΘΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΗΣ ΘΕΙΑΣ ΜΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΣΕΙΡΑΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΤΗΣ	Απατσίδης, Α.	A
9.45-10.00	ΠΟΛΥΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟ ΣΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ	Κοντογιάννη Α., Σακελλαρίου Α., Τσιτσώνης Α., Φιλιάδης Δ., Χατζηδημητρίου Μ., Στυλιάδου Δ., Γούναρης Ν.	A
10.00-10.15	ΛΕΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΝΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΔΡΥΟΔΑΣΟΥΣ ΦΟΛΩΗΣ	Λάττας Π., Ποϊραζίδης Κ., Χασιλίδης Π., Τσάκωνα Α., Ζάγκας Θ.	A
10.15-10.30	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΗΝ Π.Ε. ΚΙΑΚΙΣ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΗΣ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΦΛΟΙΟΦΑΓΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ	Ουρούζη Α., Ζάγκας Θ.	A
10.30-10.45	ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΔΑΣΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ	Παπαδόπουλος Ιάκωβος	A
10.45-11.00	Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΥΛΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ	Σπανός Κ., Γαϊτάνης Δ.	A
11.00-11.15	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΕΛΑΤΗΣ-ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ	Σόρμπα Ε., Τσιτσώνη Θ., Μάνιος Ν.	A
11.15-11.30	Συζήτηση		
11.30-12.00	Διάλειμμα		

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
09.00-11.00	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΑ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Γιακουλάκη Μ. , Παντέρα Α.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
9.00-9.15	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΓΟΡΕΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ ΤΟΥ COVID-19 ΣΤΗΝ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΦΗ ΑΙΓΟΠΡΟΒΑΤΩΝ	Γιακουλάκη Μ., Κωνσταντίνη Ι., Τσιομπάνη Ε., Δαμαλής Ε.	B
9.15-9.30	ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΒΟΣΚΗΣΙΜΩΝ ΓΑΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΚΤΡΟΦΕΣ ΘΗΛΑΖΟΥΣΩΝ ΑΓΕΛΑΔΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΦΥΛΗΣ ΤΗΣ Α.Ε.Σ.Θ. (ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΚΗ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ)	Γουρδουβέλης Δ., Γιακουλάκη Μ., Ντότας Β., Καίμακάμης Ι.	B
9.30-9.45	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΜΙΚΡΩΝ ΜΗΡΥΚΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	Δαμαλής Ε., Γιακουλάκη Μ., Τσιομπάνη Ε.	B
9.45-10.00	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΚΟΠΑΛΙΩΝ ΒΟΟΕΙΔΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΑ ΜΗΡΥΚΑΣΤΙΚΑ: ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ	Μπακογιώργος Γ., Παντέρα Α.	B
10.00-10.15	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΛΙΒΑΔΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΔΑΣΟΛΙΒΑΔΑ ΑΡΚΕΥΘΟΥ ΚΑΙ ΔΡΥΟΣ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ	Τραϊανοπούλου Ι., Γιακουλάκη Μ., Καζόγλου Ι., Τσιομπάνη Ε., Βραχνάκης Μ., Φωτιάδης Γ.	B
10.15-10.30	ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΥΓΡΑ ΠΟΛΙΒΑΔΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΕΡΚΙΝΗΣ	Τσιομπάνη Ε., Γιακουλάκη Μ.	B
10.30-11.00	Συζήτηση		
11.00-11.30	Διάλειμμα		

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
12.00-14.00	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΑΓΡΙΑ ΖΩΗ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Αβτζής Δ., Μαρτίνης Α.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
12.00-12.15	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ	Καμπάση Α., Μαρτίνης Α., Μινώτου Χ.	A
12.15-12.30	ΔΕΝΔΡΑ ΚΑΙ ΔΑΣΗ ΔΡΥΟΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ ΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ	Λάππα, Β., Παπαδόπουλος, Ανδρ., Παντέρα, Α.	A
12.45-13.00	ΜΝΗΜΕΙΑΚΑ ΔΑΣΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΣΤΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ- Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	Μαρτίνης Α., Ποϊραζίδης Κ., Σκιαδαρέσης Α.Φ., Ζαχαρίου Π.	A
13.00-13.15	ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΩΝ ΑΙΩΝΟΒΙΩΝ ΠΛΑΤΑΝΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΕ ΜΝΗΜΕΙΑΚΑ ΔΕΝΔΡΑ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΚΗΡΥΞΗ ΤΟΥΣ ΩΣ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ	Σεργίνη Μ., Θανάσης Γ., Τσιτσώνη Θ.	A
13.15-13.30	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ <i>Neoleucopis kartliana</i> (Diptera, Chamaemyiidae)	Ελευθεριάδου Ν., Αβτζής Δ., Lubanga K.U., Lefoe G., Kwong M.R., Elms S., Smith D., Shaw R., Seehausen L., Kenis M., Καβαλλιεράτος Ν.	A
13.30-13.45	ΧΩΡΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΩΛΙΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ HIRUNDINIDAE ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ	Hargrave A.F., Μπίρτσας Π.	A
13.45-14.00	Συζήτηση		
14:00-16.00	Διάλειμμα		

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
11.30-12.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΥΛΟΧΡΗΣΤΙΚΗ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΞΥΛΟΥ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Παπαδόπουλος Αντώνιος, Σκαρβέλης Μ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
11.30-11.45	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΞΥΛΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	Προύτσος Ν., Σκαρβέλης Μ.	B
11.45-12.00	ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΞΥΛΕΙΑΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΜΕ ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ	Σκαρβέλης Μ., Νταλός Γ., Γουϊγούης Α., Αναστασοπούλου Μ., Μουσιλόπουλος Κ.	B
12.00-12.15	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΡΙΟΠΛΑΚΩΝ ΑΠΟ ΠΡΙΟΝΙΔΙ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΣΤΥΡΕΝΙΟ (EPS)	Φώτη Δ., Βουλγαρίδου Ε., Καραστεργίου Σ., Παπαδόπουλος Αντ.	B
12.15-12.30	Συζήτηση		

ΠΡΩΪΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
12.30-14.00	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Γκανάτσας Π., Θεοδορίδου Σ.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
12.30-12.45	ΓΝΩΣΕΙΣ, ΑΝΤΙΑΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΡΑΜΑΣ	Αληφραγκή Μ., Παπαδοπούλου Δ., Χατζηλεοντιάδου Σ.	B
12.45-13.00	Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	Ζάρρα Π., Λεοντής Δ., Ασπρίδης Γ., Παπαδόπουλος Ι., Κουκουμπλιάκος Ι.	B
13.00-13.15	Η ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΗΣ ΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΩΣ ΜΕΤΑΝΕΩΤΕΡΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ	Θεοδορίδου Σ., Ζάγκας Θ.	B
13.15-13.30	ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΑΙ ΜΑΘΗΤΩΝ	Τσακαλδήμη Μ., Σαλονικίδου Ε., Σεραφείμ Θ., Γκανάτσας Π.	B
13.30-13.45	ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ, ΔΑΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	Τσιούρη Σ.Α., Ζάγκας Δ.Θ.	B
13.45-14.00	Συζήτηση		
14.00-16.00	Διάλειμμα		

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
16.00-18.00	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ - ΕΛΑΦΟΛΟΓΙΑ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Παπαδόπουλος Ανδρέας, Παπαϊωάννου Αθανάσιος	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
16.00-16.15	Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΟΦΥΩΝ ΔΡΥΟΔΑΣΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΥΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΟΥΣ	Βλάχου Μ., Ζάγκας Θ.	A
16.15-16.30	ΠΟΣΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΝ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΟΥΝ ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΑΣΗ;	Γκανάτσας Π., Τζαμτζής Ι., Τσακαλδήμη Μ., Κατσαρός Δ., Καρυδόπουλος Θ., Πατάρης Α., Γεωργιάδου, Ε.	A
16.30-16.45	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΥΚΟΔΕΡΜΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΤΣΑ	Παπαδόπουλος Α., Παντέρα Α., Φωτιάδης Γ.	A
16.45-17.00	ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΥΛΟΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΒΕΒΑΗΜΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ PINUS BRUTIA ΣΤΟ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΤΟΥ ΣΕΙΧ ΣΟΥ	Ζαχαριάκη Ε., Παπαϊωάννου Α., Πιπνής Η.	A
17.00-17.15	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΔΥΟ ΣΠΑΝΙΩΝ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΥΚΛΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ ΕΝΟΣ ΟΡΕΙΝΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΕΛΑΤΗΣ	Μιχόπουλος Π., Κωστάκης Μ., Μπουρλέτσικας Α., Καούκης Κ., Πασιάς Ι., Γρηγοράτος Θ., Θωμαΐδης Ν., Σαμαρά Κ.	A
17.15-17.30	Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (<i>Castanea sativa</i> Mill.) ΣΤΗ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ	Παπαϊωάννου Ε., Πιπνής Η.	A
17.30-18.00	Συζήτηση		
18.00-19.00	Συνεδρίαση Μελών ΕΔΕ (Αίθουσα Α)		
20.00	ΔΕΞΙΩΣΗ		

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
16.00-17.30	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Δρόσος Β., Καραγιάννης Ε.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
16.00-16.15	ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	Κασαπίδης Ι., Σισμανίδης Ι., Δρόσος Κ.Β., Γιαννούλας Β., Καραγιάννης Ε.	Β
16.15-16.30	ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΟΡΕΙΝΗΣ ΔΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ Π.Ε. ΣΕΡΡΩΝ	Μανδάνα Β., Σαπουντζής Μ.	Β
16.30-16.45	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΡΑΣ ΜΙΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	Μαργιώρου, Σ., Σαπουντζής, Μ.	Β
16.45-17.00	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΛΙΟΥ ΠΕΡΙΑΣ	Παπαθανασίου Χ., Χριστοπούλου Α., Καούκης Κ., Ξανθόπουλος Γ.	Β
17.00-17.15	ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΑΣΙΚΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΑΠΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΚΟΠΙΑ	Τασιώνας Γ., Σιάφαλη Ε., Κουκούλος Ι., Λάζαρης Δ., Δρόσος Β.	Β
17.15-17.30	Συζήτηση		

ΑΠΟΓ/ΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ	ΤΡΙΤΗ 5 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
17.30-18.00	ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ "ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ-ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ"	ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ Γαϊτάνης Δ., Κουλουκούρας Η.	ΑΙΘΟΥΣΑ
ΩΡΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
17.30-17.40	Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΙΔΙΩΤΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΔΑΣΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΕΤΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΕΓΑΡΕΩΝ	Μησιάλης Κ.	Β
17:40-18:00	Συζήτηση Στρογγυλής Τράπεζας		

08.00-17.00	ΤΕΤΑΡΤΗ 6 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2021		
Εκδρομή Τρίκαλα-Περτούλι			

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Σπανός Ιωάννης Πρόεδρος ΕΔΕ

Ζάγκας Θεοχάρης Αντιπρόεδρος ΕΔΕ

Τσιάρας Στέφανος Γενικός Γραμματέας ΕΔΕ

Γαϊτάνης Διονύσιος Ταμίας ΕΔΕ

Κουλουκούρας Ηλίας Μέλος ΕΔΕ Υπεύθυνος Δημοσίων Σχέσεων ΕΔΕ

Χαβενετίδου Μαρίνα Γραμματέας Συνεδρίου, Επιμέλεια Έκδοσης Πρακτικών

Γκουντούφας Ευάγγελος Γενικός Διευθυντής ΥΠΠΝ

Οικονόμου Ιωάννης Αντιδήμαρχος Πρασίνου και Ποιότητας Ζωής Δήμου Τρικκαίων

Παπαδούλη Αικατερίνη Δασολόγος Δήμου Τρικκαίων

Τσιτσώνη Θέκλα Πρόεδρος Τμήματος Δασολογίας & Φ.Π. ΑΠΘ

Τσιρούκης Αχιλλέας Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Περιβάλλοντος ΠΘ

Τρίγκας Μάριος Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος ΔΕΞΥΣ ΠΘ

Παπαχρήστου Θωμάς Διευθυντής Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών

Σολωμού Αλεξάνδρα Εντεταλμένη Ερευνήτρια ΙΜΔΟ

Φτίκα Ζωή Γενική Διευθύντρια Διεύθυνσης Δασών ΑΔΚΣΕ

Μωϋσιάδου Σταυρούλα Διευθύντρια Δασών Τρικάλων

Αλεξίου Βασίλειος Δασάρχης Περτουλίου

Μάνιος Νικόλαος Δασολόγος Δασαρχείου Τρικάλων

Ζαχαρόπουλος Παναγιώτης Δασολόγος Δασαρχείου Καλαμπάκας

Μιχαλάκης Χρήστος Αντιπεριφερειάρχης ΠΕ Τρικάλων

Γιοβαννόπουλος Ρήγας Δασολόγος Εκπρόσωπος ΓΕΩΤΕΕ

Φραγκισκάκης Νικήτας Πρόεδρος ΔΣ ΠΕΔΔΥ

Στεργιάδου Αναστασία Αντιπρόεδρος Ταμείου Διοικήσεως & Διαχειρίσεως Πανεπιστημιακών Δασών

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ανδρεοπούλου Ζαχαρούλα

Γαϊτάνης Διονύσιος

Γιακουλάκη Μαρία

Ζάγκας Θεοχάρης

Καραγιάννης Ευάγγελος

Κουλελής Παναγιώτης

Κουλουκούρας Ηλίας

Μελιάδης Ιωάννης

Μητσόπουλος Ιωάννης

Μπλάνας Γεώργιος

Παντέρα Αναστασία

Παπαϊωάννου Αθανάσιος

Παπαχρήστου Θωμάς

Πλατής Παναγιώτης

Ράπτης Δημήτριος

Σαμαρά Θεανώ

Σπανός Ιωάννης

Σπανός Κωνσταντίνος

Τσαγκάρη Κωνσταντίνα

Τσιάρας Στέφανος

Τσιρούκης Αχιλλέας

Τσιτσώνη Θέκλα

Χαβενετίδου Μαρίνα

ΚΡΙΤΕΣ

Αβτζής Δημήτριος
Ανδρεοπούλου Ζαχαρούλα
Αραβανόπουλος Φίλιππος
Βραχνάκης Μιχαήλ
Γαϊτάνης Διονύσιος
Γιαννούλας Βασίλειος
Γκανάτσας Πέτρος
Γκανάτσιος Χαρίσιος
Γρηγοριάδης Σάββας
Δασκαλάκου Ευαγγελία
Δημητρακόπουλος Αλέξανδρος
Διαμαντοπούλου Μαρία
Ελευθεριάδου Ελένη
Ζάγκας Δημήτριος
Ζάγκας Θεοχάρης
Θεοδωρίδου Σοφία
Θεοδωρόπουλος Κωνσταντίνος
Ιακωβόγλου Βαλασία
Ιωάννου Κωνσταντίνος
Καζόγλου Ιωάννης
Κακούρος Πέτρος
Καλαμποκίδης Κωνσταντίνος
Καλούδης Σπυρίδων
Καρμίρης Ηλίας
Κουλελής Παναγιώτης
Κουλουκούρας Ηλίας
Λάττας Παναγιώτης
Μαντζανάς Κωνσταντίνος
Ματζίρης Ευάγγελος
Μαρτίνης Αριστοτέλης
Μελιάδης Ιωάννης
Μητσόπουλος Ιωάννης

Μπλάνας Γεώργιος
Μποντζώρλος Βασίλειος
Μυρωνίδης Δημήτριος
Ξανθόπουλος Γαβριήλ
Ουρούζη Αγγελική
Παντέρα Αναστασία
Παπαδόπουλος Ανδρέας
Παπαδόπουλος Αντώνιος
Παπαδόπουλος Ιωάννης
Παπαϊωάννου Αθανάσιος
Παπασπυρόπουλος Κωνσταντίνος
Παπαχρήστου Θωμάς
Πλατής Παναγιώτης
Ράπτης Δημήτριος
Σαμαρά Θεανώ
Σαπουντζής Μάριος
Σκαρβέλης Μιχαήλ
Σπανός Ιωάννης
Σπανός Κωνσταντίνος
Σπύρογλου Γαβριήλ
Στάθης Δημήτριος
Στεφανίδης Παναγιώτης
Τρίγκας Μάριος
Τσιάρας Στέφανος
Τσιρούκης Αχιλλέας
Τσιώρας Πέτρος
Τσουλφά Παρθένα
Φωτιάδης Γεώργιος
Χαβενετίδου Μαρίνα
Χατζηστάθης Θεοχάρης
Χριστακόπουλος Παύλος

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Χαβενετίδου Μαρίνα Δρ. Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος

Τζατζάνη Ελισάβετ Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος

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 συνάδελφοι και συναδέλφισσες, φοιτητές, κυρίες και κύριοι:

Εκ μέρους της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας και της Οργανωτικής Επιτροπής του 20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου σας καλωσορίζω στην όμορφη πόλη των Τρικάλων με το πλούσιο φυσικό περιβάλλον (ωραιότατα φυσικά δάση και τοπία με πλούσια βιοποικιλότητα) και πολιτισμικά Μνημεία Παγκόσμιας εμβέλειας (Μετέωρα, κλπ).

Η Ελληνική Δασολογική Εταιρεία (ΕΔΕ) είναι Επιστημονικό Σωματείο μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα (ΝΠΙΔ) 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 41 χρόνια από την ίδρυση της ΕΔΕ. Το 20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο με τίτλο «Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, 200 χρόνια μετά την Επανάσταση του '21», έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι εντάσσεται στο πλαίσιο του εορτασμού της επετείου των 200 ετών από τον σημαντικότερο σταθμό στη νεότερη Ελληνική ιστορία: την κήρυξη του Αγώνα για εθνική ανεξαρτησία που οδήγησε στη δημιουργία του πρώτου ανεξάρτητου εθνικού κράτους. Το 20ο ΠΔΣ, το οποίο θα διεξαχθεί με υβριδικό τρόπο λόγω των μέτρων προστασίας της δημόσιας υγείας από τον κίνδυνο διασποράς του COVID 19, αναμένεται να το παρακολουθήσουν περισσότεροι από 1.000 σύνεδροι. Η φετινή διοργάνωση αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς αφενός πραγματοποιείται στις δύσκολες και αντίξοες συνθήκες που έχει δημιουργήσει η πανδημία, αφετέρου διεξάγεται στον απόηχο των πρόσφατων καταστροφικών πυρκαγιών του Αυγούστου 2021.

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 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 πανδημία του κορωνοϊού.

Στο Συνέδριο αυτό θα τιμήσουμε τέσσερις αξιόλογους επιστήμονες (Δρ Στ. Βέργος, Δρ Π. Στεφανίδη, Δρ Π. Πλατή και κ. Θ. Οικονόμου) που βοήθησαν επί σειρά ετών τόσο την ΕΔΕ όσο και την Δασολογική Επιστήμη και τους ευχαριστώ θερμά για την πολύτιμη προσφορά τους.

Οργανωτικά, αξίζει να αναφερθεί ότι το 20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο έχει την τιμή να βρίσκεται υπό την αιγίδα του ΥΠΕΝ (Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας).

Στη διάρκεια των εργασιών του 20ου 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 συνδιοργανωτές, 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 20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο και σας εύχομαι υγεία και καλή διαμονή.

Χαιρετισμός του Περιφερειάρχη Θεσσαλίας

Δρ Κώστας Αγοραστός
Περιφερειάρχης Θεσσαλίας
Αναπληρωτής Καθηγητής
Πανεπιστημίου Μακεδονίας



Συγχαρητήρια στην Ελληνική Δασολογική Εταιρεία και τα δραστήρια μέλη της που εργάζονται συστηματικά και υπεύθυνα για τη διάδοση των δασολογικών γνώσεων, την αναγνώριση του μεγάλου κοινωνικού ρόλου των δασικών οικοσυστημάτων και της συμβολής του δάσους στην προστασία του περιβάλλοντος. Προστατεύοντας το περιβάλλον, προστατεύουμε τον άνθρωπο, προστατεύουμε την ίδια τη ζωή.

Η παγκόσμια υγειονομική κρίση του κορωνοϊού και οι πρόσφατες κρίσεις που αντιμετωπίσαμε στη Θεσσαλία από την εκδήλωση πρωτοφανών, ακραίων καιρικών φαινομένων μας οδηγούν να επαναξιολογήσουμε τη σχέση με το κοινό μας σπίτι, τη Γη. Έτσι ώστε την επόμενη μέρα του κορωνοϊού, να χτίσουμε τη βιωσιμότητα του αύριο, τη βιωσιμότητα του μέλλοντος. Και να προχωρήσουμε με ταχύτητα στο ευρωπαϊκό green deal για βιώσιμη, ανθεκτική, πράσινη ανάπτυξη και θέσεις εργασίας σε τομείς και έργα που προστατεύουν το περιβάλλον και το κλίμα. Η Θεσσαλία είναι μια Περιφέρεια με διακριτό πράσινο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, βραβευμένη με GREEN AWARD στην κατηγορία «Πρότυπες Περιβαλλοντικές Πολιτικές», η Περιφέρεια με τα περισσότερα μέτρα και δράσεις για την προφύλαξη της δημόσιας υγείας. Όλα τα έργα που σχεδιάζουμε και υλοποιούμε, γίνονται με σύμμαχο τη φύση και το περιβάλλον. Αντιμετωπίζουμε τη φύση ως σύμμαχο και όχι ως εχθρό και ακολουθούμε το δόγμα Build Back Better, δηλαδή έχουμε μια στρατηγική στόχευση ώστε να αντιμετωπίσουμε με τον καλύτερο τρόπο μελλοντικούς κινδύνους, που στο εξής εκδηλώνονται όλο και πιο συχνά, έντονα και απρόβλεπτα, λόγω της κλιματικής κρίσης.

Καλή επιτυχία στις εργασίες του συνεδρίου.

Χαιρετισμός του Δημάρχου Τρικκαίων

Δημήτρης Παπαστεργίου
Δήμαρχος Τρικκαίων
Πρόεδρος Κεντρικής Ένωσης
Δήμων Ελλάδας



Αγαπητές φίλες, αγαπητοί φίλοι,

Μια ουσιαστική και επιστημονική προσέγγιση στο ζήτημα του περιβάλλοντος προέρχεται από τους καθ' ύλη αρμόδιους. Οι δασολόγοι της χώρας, με τη διοργάνωση του 20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου βρίσκονται, όπως πάντα, δίπλα στην Πολιτεία και δίπλα στον Πολίτη. Γνωρίζουμε ότι οι γνώσεις, η εμπειρία, η εξειδίκευση των επιστημόνων δασολόγων, αποτελούν εργαλεία που βοηθούν, αφ' ενός στη σύνταξη προτάσεων προς τους συναρμόδιους φορείς, αφ' ετέρου στην προσφορά γνώσης στους πολίτες.

Η κοινή συνισταμένη όλων, η προστασία του περιβάλλοντος και δη των δασών, οφείλουμε να αποτελεί κοινό τόπο με βάση τα κάθε φορά συμπεράσματα των συνεδρίων, στα οποία εξειδικεύεται η υπάρχουσα γνώση και τίθενται νέα κριτήρια για τα επόμενα χρόνια.

Οι πρόσφατες καταστροφικές πυρκαγιές στη χώρα μας ανέδειξαν την ανάγκη, η επιστήμη να αποτελεί ουσιαστικό φορέα παροχής συμβουλών και υποδείξεων, που θα είναι απαραίτητες και χρήσιμες για τη λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων.

Η Αυτοδιοίκηση βρίσκεται πάντα δίπλα στις επιστήμες της δασολογίας και δασοπονίας, ενστερνίζεται τις υποδείξεις και προσπαθεί – στο μέτρο των αρμοδιοτήτων της – να βελτιώσει τις υπάρχουσες συνθήκες, με γνώμονα το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Είμαι σίγουρος ότι το συνέδριο, που με χαρά φιλοξενούμε στα Τρίκαλα, όχι μόνο θα επιτύχει τους στόχους που θέτει η οργανωτική επιτροπή, αλλά και θα αποτελέσει «οδηγό» για τη νέα εποχή στη μελέτη του δάσους από κάθε άποψη (περιβαλλοντική, βιολογική, τεχνική, οικονομική), με βάση την επιστημονική διαχείριση, την αποτελεσματική προστασία και την ορθολογική αξιοποίησή του.

Σε έναν νομό «πλούσιο» σε φυσικό περιβάλλον, είναι χρέος μας να συνεργαζόμαστε, προκειμένου να παραδώσουμε τη φύση σε ακόμη καλύτερο επίπεδο από αυτό που την παραλάβαμε.

Χαιρετισμός του Προέδρου του Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας

Δρ Σπυρίδων Μάμαλης
Πρόεδρος του Δ.Σ. του
Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας
(ΓΕΩΤ.Ε.Ε.)



Με μεγάλη χαρά συμμετέχω στις εργασίες του 20^{ου} Δασολογικού συνεδρίου με ένα θέμα το οποίο είναι στον πυρήνα της συζήτησης στη δημόσια σφαίρα αυτή τη στιγμή. Είναι αλήθεια πως μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές των τελευταίων ετών η συζήτηση για την αξία της διαχείρισης του δάσους και των ωφελειών που αυτό παράγει είναι πιο επίκαιρη από ποτέ. Τη συζήτηση αυτή την καθιστά επιτακτική η κλιματική κρίση την οποία βιώνουμε σήμερα, αλλά και οι επιπτώσεις της οι οποίες θα είναι ορατές σε όλους τους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής ζωής τα επόμενα χρόνια.

Δυστυχώς η σημασία του δάσους έχει διαχρονικά υποβαθμιστεί με τα αποτελέσματα να είναι ορατά σε όλους τους τομείς. Αποτελεί επιτακτική ανάγκη να τονισθεί άμεσα, πέραν των άλλων ωφελειών του, η οικονομική σημασία του δάσους και να αυξηθούν οι δραστηριότητες οι οποίες συνδέονται με αυτό. Προς την κατεύθυνση αυτή, θα πρέπει να αυξηθεί η συνεισφορά του δάσους και των προϊόντων του στο ΑΕΠ της χώρας όχι μόνο στην παραγωγή ξυλείας και ενέργειας, αλλά και στην επέκταση σε εδάφιμα προϊόντα, αλλά και σε δραστηριότητες εκπαίδευσης και αναψυχής. Ταυτόχρονα όμως θα πρέπει να τονιστεί η συμβολή του δάσους στην προστασία του περιβάλλοντος και της αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης καθώς και στην προστασία της βιοποικιλότητας. Επιβάλλεται να αναδειχθεί ο ρόλος στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών καθώς και στην ενίσχυση της ενιαίας υγείας σε ψυχοσωματικό επίπεδο. Κατά αυτό τον τρόπο το δάσος θα αποτελέσει και στο μέλλον το έναν πόλο ανάπτυξης και αναπόφευκτα η προστασία και ανάδειξη του θα είναι πάντα επίκαιρη στη δημόσια συζήτηση. Το σημερινό συνέδριο αναμφισβήτητα θα συμβάλλει σε αυτή την προσπάθεια. Άλλωστε, οι θεματικές του αναδεικνύουν το ρόλο του δάσους καθώς και τη συμβολή της επιστημονικής κοινότητας προς την κατεύθυνση αυτή. Το υψηλό επίπεδο των συμμετεχόντων ερευνητών, μαζί με την κατάθεση της συσσωρευμένης και πολύτιμης εμπειρίας των επιστημόνων που είναι στην πρώτη γραμμή του δάσους, αποτελούν εγγύηση για την επιτυχία του συνεδρίου, που διαχρονικά μας έχει δώσει πολύτιμα συμπεράσματα για τη χάραξη πολιτικών για το δάσος και το περιβάλλον.

Το ΓΕΩΤ.Ε.Ε. στέκεται αρωγός στις προσπάθειες της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρίας, την οποία και συγχαίρω για τη διοργάνωση του συνεδρίου και εύχομαι, μαζί με τους επιστήμονες μέλη της, να συνεχίσει να προωθεί πολιτικές για τη βιώσιμη ανάπτυξη στον τόπο μας.

Καλή επιτυχία.

**Χαιρετισμός του Διευθυντή του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών
του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού – Δήμητρα**

Δρ Θωμάς Παπαχρήστου
Διευθυντής του Ινστιτούτου
Δασικών Ερευνών του Ελληνικού
Γεωργικού Οργανισμού – Δήμητρα,
Διευθυντής Ερευνών



Αξιότιμοι σύνεδροι,

Με ιδιαίτερη χαρά απευθύνω χαιρετισμό στην εναρκτήρια συνεδρίαση του 20^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρίας και με την ευκαιρία αυτή συγχαίρω την Οργανωτική Επιτροπή για τη θεματολογία του Συνεδρίου και την άψογη διοργάνωση. Ο Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – Δήμητρα (ΕΛΓΟ) δια των δύο Ινστιτούτων Δασικής Έρευνας (Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ) και Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων (ΙΜΔΟ), που είναι συνδιοργανωτής αυτής της εκδήλωσης, έχει την ευθύνη της ανάληψης και διεξαγωγής έρευνας με σκοπό την ανάπτυξη τεχνολογίας και τεχνογνωσίας για την επίλυση προβλημάτων της Ελληνικής Δασοπονίας και γενικότερα της υπαίθρου, του φυσικού περιβάλλοντος και των πόρων τους. Η φιλοσοφία και η στρατηγική του Ιδρύματός μας βασίζεται στην πεποίθηση ότι η ανάπτυξη της υπαίθρου παίζει έναν σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Η ανάπτυξη της υπαίθρου είναι στενά συνδεδεμένη με τα δάση και τις δασικές εκτάσεις.

Είναι γνωστό και θα επαναληφθεί ενδεχομένως και κατά το συνέδριο ότι το δάσος είναι ένας φυσικός ανανεώσιμος πόρος, πολλαπλών χρήσεων για τον άνθρωπο. Θα ακουστούν επίσης λέξεις και εκφράσεις όπως «βιοποικιλότητα», «αειφορία», «προστασία σπάνιων φυτικών και ζωικών ειδών», «ανόρθωση υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων», λέξεις οικείες κάποτε μόνο στους ειδικούς, γνωστές πλέον και στο ευρύ κοινό και χρησιμοποιούμενες κατά κόρο. Αρκετές φορές, μάλιστα, στο όνομα αυτών των λέξεων διατυπώνονται απόψεις για υπερπροστασία του δάσους και των άλλων παραγόντων που το συνθέτουν, δηλαδή του δασικού οικοσυστήματος.

Όλα αυτά που επιθυμεί η σύγχρονη κοινωνία είναι δυνατό να εξασφαλιστούν με την ορθολογική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων που διέπεται από την αρχή της αειφορίας, δηλαδή την παραγωγή προϊόντων (π.χ. τεχνικό ξύλο, νερό, βοσκίσιμη ύλη, ρητίνη, ζωικά προϊόντα, καυσόξυλα, μέλι κτλ.) και υπηρεσιών (π.χ. προστασία από διαβρωτικά φαινόμενα, αναψυχή, αισθητική του τοπίου, διατήρηση βιοποικιλότητας κτλ.) στο διηνεκές. Η επίτευξη των παραπάνω στόχων απαιτεί μελέτη και ανάλυση όλων των παραγόντων ενός οικοσυστήματος και συνεκτίμησή τους σε κάθε διαχειριστικό σχεδιασμό. Η έρευνα είναι ίσως το μοναδικό μέσο για την επίτευξη ορθολογικής επιστημονικής διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων, αφού αποτέλεσμά της είναι η νέα γνώση και τεχνολογία. Το πολυκλαδικό Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών του ΕΛΓΟ πραγματοποιεί εφαρμοσμένη έρευνα υψηλού επιπέδου σε όλα τα αντικείμενα της δασολογικής επιστήμης, η οποία στοχεύει στην ορθολογική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων και στη λελογισμένη χρήση των φυσικών ανανεώσιμων πόρων. Η μελλοντική πρόκληση για τη δασική έρευνα είναι πολύπλοκη και απαιτητική. Η έρευνα πρέπει να ανοίγει «νέους δρόμους» αξιοποίησης και διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων που θα διασφαλίζει την ακεραιότητά και υγεία τους και παράλληλα να προτείνει τρόπους ανάπτυξης των υποβαθμισμένων περιοχών με χαμηλή ή οριακή παραγωγικότητα.

Ελπίζουμε ότι όσοι χαράζουν την εθνική πολιτική θα αντιληφθούν ότι δεν νοείται δασική ανάπτυξη, διατήρηση των δασικών οικοσυστημάτων και αξιοποίηση των πόρων τους χωρίς έρευνα και καινοτομία. Ιδιαίτερα, θα πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια να αξιοποιηθεί όλο το ερευνητικό δυναμικό της χώρας αποτελεσματικότερα και τα ερευνητικά επιτεύγματα που είναι «προϊόν» πολλών ετών και μεγάλης προσπάθειας να αποβούν ο μοχλός ανάπτυξης της χώρας μας. Οι Ερευνητές των Ινστιτούτων Δασικής Έρευνας που έχουμε ως αποστολή μας όχι μόνο τη διεξαγωγή έρευνας αλλά και την εφαρμογή των αποτελεσμάτων της σε τοπικό και εθνικό επίπεδο θα μπορούσαμε να συμβάλλουμε προς αυτήν την

κατεύθυνση και δηλώνουμε παρόντες σε κάθε προσπάθεια της Πολιτείας για ορθολογική διαχείριση των δασών και δασικών εκτάσεων και βιώσιμη ανάπτυξή τους.

Κλείνοντας, εκφράζω τις ολόθερμες ευχές μου για την επιτυχή έκβαση του 20^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρίας.

Χαιρετισμός της Προέδρου του Τμήματος Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ

Δρ Θέκλα Κ. Τσιτσώνη

Καθηγήτρια

Πρόεδρος του Τμήματος Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Τα δασικά οικοσυστήματα αποτέλεσαν και αποτελούν την κιβωτό βιοποικιλότητας του πλανήτη, προφέρουν πληθώρα άυλων και υλικών αγαθών, διασφαλίζουν και προστατεύουν τη ζωή, τους εδαφικούς και υδάτινους πόρους, προάγουν την οικονομία σε εθνικό και τοπικό επίπεδο, ρυθμίζουν το κλίμα και μετριάζουν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Ιδιαίτερος τα δασικά οικοσυστήματα της χώρας μας αποτελούν ένα από τα θερμά σημεία βιοποικιλότητας του πλανήτη, λόγω του υψηλού ενδημισμού, της ποικιλοτήτάς τους σε είδη χλωρίδας και πανίδας, αλλά και της υψηλής γενετικής ποικιλότητας εντός των ειδών. Όλα αυτά τα καθιστούν εξαιρετικά πολύτιμο και σημαντικό πόρο σε εθνικό, ευρωπαϊκό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο.

Τα δάση της χώρας μας όμως συνδέονται στενά και πολύπλευρα με ένδοξες ιστορικές περιόδους αυτού του τόπου, και ιδιαίτερα με την Εθνεγερσία του 1821. Απέτελεσαν ορμητήρια των αγώνων, καταφύγια για την προστασία της ζωής και κάστρα της ελευθερίας. Λειτουργήσαν σαν απόρθητο φρούριο στις πιέσεις για εξισλαμισμό και διασφάλισαν τη συνέχιση της πλούσιας παράδοσης, της γλώσσας, των ηθών και των εθίμων μας. Στον δύσκολο προσπελάσιμο ορεινό δασικό χώρο αναπτύχθηκαν πολλές ελεύθερες Κοινότητες που συνέβαλαν τα μέγιστα στην Εθνεγερσία του 1821. Ο σκλαβωμένος λαός συγκινούνταν ιδιαίτερα από το ανέβασμα στα βουνά και στα δάση, στην ελεύθερη ζωή, γι' αυτό και υπάρχουν πολλά χαρακτηριστικά δημοτικά τραγούδια, αλλά και ποιήματα, που συσχετίζουν αυτά με τη ζωή των αρματολών και των κλεφτών καθώς και τους αγώνες τους για την Πατρίδα και τη λευτεριά.

Αυτό που σήμερα ονομάζουμε 'Ελληνική Δασοπονία' και 'Ελληνική Δασολογική Εκπαίδευση', είναι η μετεξέλιξη της χρήσης και διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων της χώρας μας από τα χρόνια της Επανάστασης, έως σήμερα, 200 χρόνια μετά, ώστε αυτή η αποκτηθείσα γνώση και εμπειρία να αποτελέσει εφόδιο στην επιτυχή αντιμετώπιση των προκλήσεων του μέλλοντος, σε ένα ταχέως μεταβαλλόμενο φυσικό περιβάλλον.

Δυστυχώς το φετινό καλοκαίρι βιβλική καταστροφή έπληξε τη χώρα μας, δημιουργώντας σε όλους και όλες ιδιαίτερη οδύνη. Πολλές και σε διαφορετικές περιοχές εκδηλώθηκαν πυρκαγιές ιδιαίτερα καταστροφικές, ανεξέλεγκτες, μεγάλης διάρκειας και έντασης και σε περιόδους καύσωνα. Η χώρα μας βρίσκεται σε πύρινο κλοιό, εκατοντάδες κάτοικοι χρειάστηκε να μετακινηθούν σε ασφαλές μέρος και ευτυχώς μέχρι σήμερα δεν υπήρξαν ανθρώπινες απώλειες. Η καταστροφή όμως χιλιάδων στρεμμάτων δασών και δασικών εκτάσεων δημιουργεί τεράστιες απώλειες στη βιοποικιλότητα. Ζώα, πουλιά, έντομα, ερπετά καίγονται ζωντανά διότι δεν έχουν περιθώριο μετακίνησης και κανείς δεν οργανώνει εκκένωση για αυτά ώστε να σωθούν. Επιπλέον, κάποια που ενδεχομένως θα σωθούν θα αντιμετωπίσουν σύντομα το φάσμα της πείνας και της έλλειψης καταφυγίων. Η τροφική τους αλυσίδα έχει καταστραφεί και θα πάρει πολλά χρόνια για να επανέλθει. Φυτά σπάνια ή και πιο κοινά που απαιτούν συγκεκριμένο περιβάλλον για να αυξηθούν δεν μπορούν πια να επιβιώσουν και εξαφανίζονται. Η Ελλάδα, χώρα της βιοποικιλότητας, έχει χάσει, και ίσως οριστικά, κάτι ακόμη. Αυτό το γεγονός αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα όταν καίγονται προστατευόμενες περιοχές, ανεκτίμητης οικολογικής και περιβαλλοντικής αξίας και ιδιαίτερης φυσικής ομορφιάς.

Η Ελλάδα ως μεσογειακή χώρα πλήττεται από αρχαιότατων χρόνων από πυρκαγιές, οι οποίες αποτελούν μέρος των φυσικών διεργασιών των οικοσυστημάτων της. Η συχνότητα όμως και η έκταση των πυρκαγιών, που συνεχώς αυξάνονται, δημιουργούν τεράστια προβλήματα που θα επηρεάσουν την οικολογική ισορροπία της χώρας μας κάνοντας σύντομα αισθητή την αλλαγή του κλίματος. Τα κύματα καύσωνα και οι περίοδοι ξηρασίας που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή σε συνδυασμό με τις αλλαγές στη χρήση γης, την εγκατάλειψη της υπαίθρου και την έλλειψη διαχείρισης των δασικών εκτάσεων, έχουν καταστήσει τα δάση πιο εύφλεκτα, οδηγώντας σε όλο και μεγαλύτερες και πιο ανεξέλεγκτες πυρκαγιές που φτάνουν και καταστρέφουν παρακείμενους οικισμούς και χωριά.

Δημιουργείται έτσι με τις πυρκαγιές ένας "φαύλος κύκλος" καθώς τα δάση είναι τεράστιες αποθηκευτικές δεξαμενές άνθρακα και όταν καίγονται, μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα

εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα. Με τις πυρκαγιές προβλέπεται πως η ατμοσφαιρική ρύπανση θα αυξηθεί κατά 15 έως 20 % με ρύπους που θα επιβαρύνουν ακόμη περισσότερο την ανθρώπινη υγεία. Οι ρύποι, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, δεν θα απορροφώνται, ούτε θα «φιλτράρονται» και έτσι οι συνθήκες θα αλλάξουν, η θερμοκρασία θα αυξηθεί και το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα γίνει πιο έντονο.

Υπάρχει τρόπος να σταματήσουν οι Πυρκαγιές; Όχι, αλλά θα πρέπει να γίνει προσπάθεια να περιοριστεί το φαινόμενο με την εμπλοκή ολόκληρης της κοινωνίας. Εάν η ευαισθητοποίηση των πολιτών είναι το ένα ζητούμενο το άλλο είναι η αλλαγή στρατηγικής από την πολιτεία. Η πρόληψη επιτέλους πρέπει να γίνει πράξη. Όσο για την ευαισθητοποίηση των πολιτών, ως προς την συμπεριφορά τους προς το περιβάλλον, χρειάζεται κατάλληλη παιδεία για την ανάπτυξη ενός συστήματος βιο-ηθικής, που να βασίζεται σε νέες επιστημονικές γνώσεις και ηθικές αρχές.

Η πυρκαγιά όταν σβήνει συχνά ξεχνιέται αλλά τα προβλήματα της μένουν πίσω για πολλά χρόνια. Μετά την πυρκαγιά πρέπει να οργανωθούν μέτρα αποκατάστασης. Συχνά εκείνα που οργανώνονται αφορούν μόνο στην αντιπλημμυρική δράση. Σπανίως υπάρχουν μέτρα στήριξης της βιοποικιλότητας και της σταδιακής επαναφοράς της. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ειδικά για τα σπάνια φυτά δεν υπάρχουν βοτανικοί κήποι που να τα προστατεύουν, *ex situ*, ούτε στις προστατευόμενες περιοχές, ώστε να μπορούν να αναπαραχθούν και να χρησιμοποιηθούν στην αποκατάσταση του οικοσυστήματος. Ο δασικός πλούτος της χώρας που ήταν ήδη σε απειλούμενη κατάσταση λόγω των καταπατήσεων, έχει μειωθεί κατά μεγάλο ποσοστό και από τις πυρκαγιές. Πρέπει άμεσα να οργανωθεί μακροπρόθεσμο σχέδιο αντιπυρικής προστασίας αλλά και προστασίας της βιοποικιλότητας.

Η ανασυγκρότηση των δασικών υπηρεσιών είναι ουσιαστικό προαπαιτούμενο για την πρόληψη των πυρκαγιών και την αιφορική διαχείριση των δασών. Τμήμα των κονδυλίων που διατίθενται στην καταστολή των πυρκαγιών και στην αποκατάσταση των ζημιών μπορούν να στελεχώσουν πλήρως τις δασικές υπηρεσίες, οι οποίες είναι οι μόνες που μπορούν αποτελεσματικά να συμβάλλουν στην πρόληψη.

Η Δασοπονία είναι ένας επιστημονικός κλάδος με κοινωνικό πρόσωπο και θα πρέπει να αξιοποιηθεί όχι μόνο από τους πολιτικούς και τους παράγοντες της τοπικής αυτοδιοίκησης αλλά και από τις τοπικές κοινωνίες. Θα πρέπει να δρομολογηθεί μια συνεργασία μεταξύ τους με στόχο την αιφόρο ανάπτυξη.

Ο κλάδος της Δασολογίας και του Φυσικού Περιβάλλοντος είναι αυτός που μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη αυτού του στόχου. Θα πρέπει να συνεργαστούμε όλοι μαζί τα εκπαιδευτικά και ερευνητικά ιδρύματα, οι Δασικές Υπηρεσίες καθώς και οι ελεύθεροι επαγγελματίες.

Η δασική Εκπαίδευση και Έρευνα στέκεται πάντα αρωγός στην Πολιτεία όποτε και όπου χρειαστεί.

Οι Δασολόγοι – Περιβαλλοντολόγοι του Τμήματος μας στελέχωσαν και στελεχώνουν τον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα και συντελούν, με την αιφορική διαχείριση, στην προστασία και αξιοποίηση των χερσαίων φυσικών οικοσυστημάτων της χώρας μας.

Το Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, είναι ένα από τα παλαιότερα Τμήματα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, το οποίο ιδρύθηκε το 1917 στην Αθήνα και το 1927 μεταφέρθηκε στη Θεσσαλονίκη για να αποτελέσει μία από τις πρώτες εκπαιδευτικές μονάδες του νεοσύστατου Πανεπιστημίου

Το Τμήμα μας με το αξιόλογο επιστημονικό δυναμικό που διαθέτει, βελτιώνει διαρκώς τις υποδομές του και εκπληρώνει το έργο του με πραγματική ευαισθησία για το φυσικό περιβάλλον, την ποιότητα ζωής και την αιφορία των παραγωγικών πηγών της Χώρας μας. Με την κλιματική αλλαγή, τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και την εντεινόμενη αστικοποίηση, που υποβαθμίζουν το φυσικό περιβάλλον, η επιβίωση του πλανήτη μας απαιτεί έντονη και επιστημονικά τεκμηριωμένη παγκόσμια μέριμνα και αντιμετώπιση, πράγμα που καθιστά το επάγγελμα - λειτούργημα της/του Δασολόγου-Περιβαλλοντολόγου πλέον πολύ επίκαιρο.

Η εκπαίδευση των φοιτητριών και των φοιτητών μας είναι συνδυασμός βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας, προσαρμοσμένης στις σημερινές ανάγκες και τάσεις της επιστήμης με στόχο να αγαπήσουν μέσα από τις σπουδές τους τη Δασολογική Επιστήμη και με τη βοήθεια των γνώσεων που θα αποκτήσουν να ανταποκριθούν στις σύγχρονες προκλήσεις της Ελληνικής Δασοπονίας και να συμβάλουν στη εξέλιξή της.

Χαιρετισμός του Προέδρου του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Δρ Ιωάννης Παπαδόπουλος
Πρόεδρος του Τμήματος Δασολογίας,
Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Καθηγητής



Αγαπητοί σύνεδροι και φίλοι,

Με ιδιαίτερη χαρά, εκ μέρους του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού της Σχολής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, χαιρετίζω τη διεξαγωγή του 20^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου στην όμορφη πόλη των Τρικάλων.

Αξίζουν, πραγματικά, συγχαρητήρια για την πρωτοβουλία αυτή τόσο στην Ελληνική Δασολογική Εταιρεία όσο και στους υπόλοιπους συν-διοργανωτές, στις αρχές του τόπου μας, στη Δημοτική Αρχή και στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, που με θέρμη υποδέχονται και στηρίζουν το συνέδριό μας! Οι δασολόγοι πρωτοπορούν και πάλι, καθώς είναι ένα από τα ελάχιστα συνέδρια που γίνονται με φυσική παρουσία των συνέδρων, σεβόμενοι απόλυτα τα υγειονομικά πρωτόκολλα που επικρατούν, δίνοντας μία νότα αισιοδοξίας και θετικής προοπτικής για το μέλλον!

Μέσα στα τελευταία 2 χρόνια, από την πραγματοποίηση του προηγούμενου αντίστοιχου Συνεδρίου στην πόλη του Λιτοχώρου, βιώσαμε την πρωτόγνωρη υγειονομική κρίση της πανδημίας της COVID-19 με τους μεγάλους περιορισμούς στην οικονομική και προσωπική μας ζωή, αλλά βιώσαμε και μεγάλες φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές κλπ). Όμως όλοι όσοι είμαστε εδώ θα πρέπει να αισθανόμαστε τυχεροί και ευτυχείς γιατί είμαστε υγιείς, ζούμε το παρόν και δημιουργούμε το μέλλον. Το μέλλον που στηρίζεται –μεταξύ άλλων- στην προστασία, πολυλειτουργική διαχείριση και ανάπτυξη των δασών και του φυσικού περιβάλλοντος.

Η σημασία του φετινού συνεδρίου, πέραν του αφιερώματος στον εορτασμό των 200 χρόνων μετά την Επανάσταση του '21, έρχεται μόλις δύο μήνες μετά τις τελευταίες καταστροφικές πυρκαγιές του Αυγούστου, που με τόση μανία αλλά και αισθήματα βαθιάς θλίψης, είδαμε να καταστρέφουν τα πανέμορφα ελληνικά δάση και το μοναδικό φυσικό περιβάλλον και ιδιαίτερα αυτό της Βορείου Ευβοίας, αφήνοντας έντονα χαραγμένες τις πληγές τους επάνω στην ελληνική φύση, την συνείδηση και την ψυχή της ελληνικής κοινωνίας! Για ακόμη μία φορά αναδείχθηκε, μέσα από το αποτέλεσμα της αντιμετώπισης του καταστροφικού αυτού γεγονότος, η σημασία της Δασολογικής Επιστήμης και ο ρόλος που μπορεί και πρέπει να παίξει η Δασική Υπηρεσία για την ουσιαστική πλαισίωση του τριγώνου πρόληψη, καταστολή των δασικών πυρκαγιών, και αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος στη χώρα μας. Είμαι σίγουρος πως και το φετινό μας συνέδριο θα αναδείξει ακόμη περισσότερο αυτόν το ρόλο και σημασία της έρευνας και της επιστήμης μας στην προστασία του φυσικού μας περιβάλλοντος, ώστε να έχουμε βιώσιμη ανάπτυξη και κοινωνική ευημερία.

Ήδη το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, αλλά και συνάδελφοι από άλλα Τμήματα, έχουν αναλάβει ενεργό εθελοντικό ρόλο και πρωτοβουλίες για την επόμενη μέρα των φετινών δασικών πυρκαγιών, με τη γνώση, το εξειδικευμένο προσωπικό, τις τεχνολογικές και άλλες εφαρμογές που διαθέτουν, τη συμβολή των φοιτητών του, στην προσπάθεια για μία ουσιαστική, άμεση και με όραμα αποκατάσταση των πληγεισών περιοχών και την ανασυγκρότηση του φυσικού περιβάλλοντος.

Μετά τις πρόσφατες καταστροφές ήδη η Πολιτεία έχει αναλάβει σημαντικές δράσεις για την αναδιοργάνωση της Δασικής Υπηρεσίας με την υπαγωγή της στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, τη σύσταση Ειδικής Μονάδας Δασικών Επιχειρήσεων για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, την πρόσληψη αρκετών δασολόγων και δασικών υπαλλήλων, αλλά και την ανάδειξη του

σημαντικού ρόλου αυτής στην Ελληνική Κοινωνία. Αυτή την περίοδο υπάρχει ένα διάχυτο αίσθημα συγκρατημένης αισιοδοξίας για κάτι καλύτερο για τον δασικό κλάδο.

Η συμβολή όλων μας θεωρώ ότι είναι καθοριστική και απαιτείται ενεργός συμμετοχή και διαρκής προσπάθεια.

Στο Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, προσπαθούμε μέσα από το όραμά μας, να έχουμε ουσιαστική συμβολή στην έρευνα, στην παραγωγή γνώσης και στην εκπαίδευση, καθώς και να αποτελέσουμε ένα θεμελιώδη κρίκο δυναμικής διασύνδεσης με την αλυσίδα αξίας των δασών, του φυσικού περιβάλλοντος, της βιομηχανίας ξύλου-επίπλου και της κοινωνίας για βιώσιμη ανάπτυξη και κοινωνική ευημερία. Αντίστοιχες προσπάθειες πιστεύω ότι γίνονται από όλους τους συμμετέχοντες στο Συνέδριο αυτό και θα πρέπει να είμαστε υπερήφανοι και να δημιουργούμε το μέλλον το δικό μας και των παιδιών μας.

Με ένα αίσθημα αισιοδοξίας και με ένα χαμόγελο για το αύριο του τόπου μας, παρά τις όποιες αντιξοότητες, χαιρετίζω τις εργασίες του 20^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου και εύχομαι ολόψυχα καλή επιτυχία!

Χαιρετισμός του Προέδρου του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Δρ Ευθύμιος Προβίδας
Αναπληρωτής Καθηγητής
Πρόεδρος του Τμήματος Περιβάλλοντος
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αγαπητέ κ. Πρόεδρε, αγαπητά μέλη της ΕΔΕ, αγαπητές συναδέλφισσες και συνάδελφοι, κυρίες και κύριοι σύνεδροι,

Εκ μέρους του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Σας ευχαριστούμε θερμά για την ευγενική σας πρόσκληση να συμμετάσχουμε στις εργασίες του 20^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου και να απευθύνουμε έναν σύντομο εναρκτήριο χαιρετισμό.

Στις μέρες μας που τα δάση μας αποδεκατίζονται το ένα μετά το άλλο και παραδίδονται στο έλεος των κακόβουλων εμπρηστών, της συστηματικής λεηλασίας και καταστροφής της φύσης στο βωμό του κέρδους και των προσωπικών επιδιώξεων, τώρα που οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής φαίνονται περισσότερο ορατές από ποτέ, τώρα που παρατηρούμε την σημαντική βιοποικιλότητα της πατρίδας μας να συρρικνώνεται και απειλείται, είναι ανάγκη να ενωθούμε όλοι μαζί, ώστε οι προσπάθειές μας να γίνουν περισσότερο συντονισμένες και αποτελεσματικές. Είναι καιρός νομίζω, να πάρουμε τις απαραίτητες αποφάσεις για την προστασία των μοναδικών δασικών οικοσυστημάτων της χώρας μας, τόσο άμεσα, όσο και έμμεσα, για κοινωνικούς και οικονομικούς σκοπούς στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αειφορικής διαχείρισής τους και της πολυλειτουργικότητάς τους.

Τα δασικά οικοσυστήματα αποτελούσαν πάντα ένα σημαντικό τομέα των διεθνών πολιτικών για το περιβάλλον, ωστόσο, η σημασία τους αναδείχθηκε ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Οι κύριοι λόγοι που συνετέλεσαν σε αυτό είναι η συμβολή τους στην ανάσχεση της κλιματικής αλλαγής, αλλά και η αναγνώριση του ρόλου τους στην παροχή πληθώρας οικοσυστηματικών υπηρεσιών όπως η διατροφή, η επάρκεια και η ποιότητα των υδάτων, η αναψυχή, ο τουρισμός, η θήρα καθώς και την πολυτιμότερη συμβολή του δάσους στην αντιμετώπιση της προστασίας των οικισμών από διαβρώσεις και πλημμύρες.

Η αξία όμως των δασών διαφαίνεται και από έναν ακόμα σπουδαίο ρόλο, καθότι μπορούν να δράσουν ως ρυθμιστές του φαινομένου του θερμοκηπίου, με τη δυνατότητά τους να απορροφούν CO₂ από την ατμόσφαιρα. Οι βιολογικές διεργασίες και η λειτουργία του οικοσυστήματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις αλλαγές του ατμοσφαιρικού αέρα, τη θερμοκρασία του εδάφους, τη συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού CO₂ και την ξηρασία.

Κατά συνέπεια, η προστασία των δασικών οικοσυστημάτων αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της διαχείρισής τους και της βελτιστοποίησης των οικοσυστηματικών τους υπηρεσιών.

Επίσης, η ανάδειξη του πολλαπλού ρόλου του δάσους για την οικονομική ανάπτυξη της χώρας και την επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής, αποτελεί σημείο αναφοράς τόσο για την επιστημονική κοινότητα που εσείς εκπροσωπείτε, όσο και για τους ασκούντες πολιτική. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι πρωταρχική ανάγκη η χάραξη Εθνικής Δασικής Στρατηγικής και Πολιτικής, καθώς και η κατάρτιση ενός Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης και Προστασίας των Δασών. Ενός σχεδίου, που θα έχει στον πυρήνα του την αρχή της αειφορίας, και θα παρέχει στο κοινωνικό σύνολο, πλούσια τα περιβαλλοντικά του οφέλη.

Σήμερα, σε μια εποχή όπου οι ανθρωπογενείς και χωροταξικές παρεμβάσεις έχουν δημιουργήσει ευάλωτα οικοσυστήματα και έχουν μειώσει την ικανότητα των δασικών οικοσυστημάτων να προσαρμόζονται στις μεταβολές αυτές, ο ρόλος της επιστήμης της Δασοπονίας αποκτά ιδιαίτερη αξία και καθίσταται επίκαιρος.

Το Τμήμα Περιβάλλοντος του Π.Θ., το οποίο διακονούμε, έχει βασικό του άξονα στο πρόγραμμα σπουδών του την διαχείριση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος της χώρας μας και είναι απόλυτα εναρμονισμένο με τις δικές σας επιστημονικές ανησυχίες για το αύριο αυτού του πλανήτη, ενώ, είμαστε αρωγοί σε κάθε προσπάθεια αντιμετώπισης των σύγχρονων περιβαλλοντικών θεμάτων.

Εκφράζοντας τις καλύτερες ευχές όλων μας για την επιτυχία αυτού του Συνεδρίου, ευελπιστούμε παράλληλα, τα αποτελέσματα του 20^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου να ευαισθητοποιήσουν τόσο την κοινωνία, όσο και τους θεσμικούς φορείς, αναφορικά με την αξία των δασών και των δασικών οικοσυστημάτων, και την προστασία γενικότερα του φυσικού μας περιβάλλοντος, που αποτελεί την

παρακαταθήκη μας για τις μελλοντικές γενεές, σε μια καλύτερη ποιότητα ζωής και περιβαλλοντικών στόχων.

Σας ευχαριστούμε θερμά.

Χαιρετισμός του Προέδρου της Πανελληνίας Ένωσης Δασολόγων Δημοσίων Υπάλληλων (ΠΕΛΔΥ)

Δρ Νικήτας Φραγκισκάκης

Αξιότιμε κ. Πρόεδρε της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας,
Αγαπητοί Συνάδελφοι

Ευχαριστώ για την τιμή να παραστώ στο Συνεδριό σας, ένα Συνέδριο με θεματολογία πρωτότυπη και ομιλητές υψηλού επιπέδου.

Το 20ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ γίνεται στη χρονική συγκύρια όπου η κλιματική αλλαγή, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι πυρκαγιές, η ερημοποίηση, οι σοβαρές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα από την καταστροφή των δασών, προκαλούν έντονο προβληματισμό στην Ελληνική Κοινωνία, καθιστώντας αναγκαία την κινητοποίηση για να ληφθούν εξειδικευμένα μέτρα πολιτικής για την προστασία των δασών, για τη διατήρηση και σταθερότητά τους και για την αυξημένη συμβολή τους στο περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα και στην ποιότητα ζωής των πολιτών.

Η ανάπτυξη και η προστασία των δασών είναι συνδεδεμένη με τη Δασική Υπηρεσία η οποία είναι κρατική δομή που διαχειρίζεται τα δασικά οικοσυστήματα σύμφωνα με το άρθρο 24 του Συντάγματος και τον ν. 998/1979.

Η πρόσφατη εξέλιξη που αφορά την κάθετη διάρθρωση με το ΥΠΠΕΝ την κρίνουμε απολύτως θετική που δικαιώνει τις προσπάθειες και το διαχρονικό αίτημα της Π.Ε.Δ.Δ.Υ. προκειμένου να εξασφαλίζεται η ενιαία και αδιαίρετη λειτουργία του Τομέα, η ενιαία εφαρμογή δασικής πολιτικής και να αποφεύγεται η διάθλαση της Δασικής Πολίτικης από τα διαφορετικά διοικητικά σχήματα.

Η Δασική Υπηρεσία προστατεύει το Δασικό και Αγροτικό Περιβάλλον, το οποίο καλύπτει ποσοστό 95% της Ελληνικής Επικράτειας. Ωστόσο η σημερινή της κατάσταση, με την τραγική υποστελέχωση και τη μη επαρκή χρηματοδότηση για την υλοποίηση των δράσεων της, επιβάλουν άμεσα τη στελέχωση της (συνολικά 1800 υπαλλήλους) με Δασολόγους – Δασοπόνους – Δασοφύλακες - Διοικητικούς και την οικονομική της αυτοτέλεια, προκειμένου να έχει ουσιαστικό αποτέλεσμα η κάθετη διάρθρωση με προοπτική την καθιέρωση του ενιαίου φορέα Δασοπροστασίας.

Με τη νέα πραγματικότητα που διαμορφώθηκε με την κάθετη διάρθρωση σηματοδοτείται μια νέα αφετηρία που βάζει τέλος στη στασιμότητα στον Τομέα. Καθίσταται πλέον επιτακτική η ανάγκη για εκείνες τις νομοθετικές και διοικητικές ρυθμίσεις της Κυβέρνησης που είναι ικανές να οδηγήσουν τη Δασική Υπηρεσία έξω από το τέλμα που την είχε ρίξει η πολιτική απραξία και απαξίωση και να οδηγηθεί στον εκσυγχρονισμό και στην αποτελεσματική λειτουργία της.

Εύχομαι καλή επιτυχία στις εργασίες του Συνεδριού σας.

Χαιρετισμός της Προέδρου της Ένωσης Ελλήνων Δασοπόνων Δημοσίων Υπαλλήλων

M.Sc Αντιγόνη Καραδόντα

Αξιότιμοι προσκεκλημένοι, Κυρίες και Κύριοι Σύεδροι, αγαπητοί συνάδελφοι και συναδέλφισσες, μέλη της Ε.Δ.Ε:

Αποτελεί τιμή για την Ένωση Ελλήνων Δασοπόνων Δημοσίων Υπαλλήλων, το να απευθύνει χαιρετισμό για πρώτη φορά σε συνέδριο της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. Είναι γεγονός αναμφισβήτητο ότι τα συνέδρια της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας αποτελούν ένα σημαντικό θεσμό στο δασικό γίγνεσθαι, ένα σημαντικό βήμα και πεδίο διάχυσης τόσο της γνώσης όσο και της καινοτόμου πληροφορίας. Και σε αυτό το όλοι μας, χωρίς διαχωρισμούς και αγκυλώσεις του παρελθόντος, ο καθένας από την πλευρά του μπορεί να συνεισφέρει ενισχύοντας τους κοινούς μας σκοπούς.

Το 20ο Δασολογικό Συνέδριο διεξάγεται υπό το βάρος μιας συνεχιζόμενης υγειονομικής κρίσης αλλά κυρίως υπό τη σκιά των καταστροφικών πυρκαγιών του περασμένου Αυγούστου, όπου αποτεφρώθηκαν πάνω από 1,3 εκ. στρέμματα δασικών εν γένει και παραγωγικών εκτάσεων. Πρόκειται για μια από τις μεγαλύτερες απώλειες δασικού περιβάλλοντος μετά το 2007, με ανυπολόγιστες συνέπειες τόσο για τη βιοποικιλότητα της χώρας και τα παραγόμενα προϊόντα (διατιμημένα και αδιατιμητα) όσο και σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο.

Η χρονιά αυτή συμπίπτει ακόμη με τα 200 χρόνια από την ίδρυση του Ελληνικού κράτους και με σχεδόν 190 από την ίδρυση της Δασικής Υπηρεσίας. Μιας από τις πιο σημαντικές Υπηρεσίες του σύγχρονου Ελληνικού Κράτους, η οποία διαχρονικά στάθηκε αρωγός στην ανασυγκρότηση της ελληνικής υπαίθρου, συνέβαλε στο ΑΕΠ της χώρας και στήριξε την ελληνική κοινωνία και πολιτεία σε όλες τις δύσκολες στιγμές. Παρήγαγε τεχνογνωσία, γνώση και κυρίως εμπειρία απορρέουσα από τη δασική επιστήμη και πρακτική.

Παρόλα αυτά, οι ακολουθούμενες πολιτικές των τελευταίων δεκαετιών που οδήγησαν στην απαξίωση της Δασικής Υπηρεσίας συνεχίζονται. Ενώ από τη μία πλευρά οι δασικές υπηρεσίες της χώρας μεταφέρονται μετά από είκοσι τρία (23) χρόνια στο φυσικό τους χώρο, αυτού του Υπουργείου Περιβάλλοντος, από την άλλη συστήνονται νέα Υπουργεία και δομές που στην ουσία διατηρούν και ενισχύουν τον αντιεπιστημονικό διαχωρισμό πρόληψης και καταστολής δασικών πυρκαγιών. Σε αυτό προστίθεται και η μεταφορά της αρμοδιότητας της αποκατάστασης των δασικών εκτάσεων στο νεοσύστατο Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας. Τα αποτελέσματά αυτής της προσέγγισης έχουν αποδειχθεί ήδη τραγικά. Η εξειδικευμένη γνώση και εμπειρία της δασικής υπηρεσίας είναι αναγκαία σε όλα τα στάδια που αφορούν τις δασικές πυρκαγιές, ήτοι την πρόληψη, την κατάσβεση και την αποκατάσταση, όπως απαραίτητη νοείται και η συνεργασία με τους δασόβιους και παραδασόβιους πληθυσμούς.

Στην εποχή όπου οι συνέπειες της κλιματικής κρίσης είναι προφανείς, η συνέργεια μεταξύ των διαδικασιών διαχείρισης του δασικού περιβάλλοντος και η πολιτική προστασία δεν διαχωρίζονται. Η αναγκαία όμως σύνδεσή τους και συνεργασία δεν επιτυγχάνεται με τον συνεχή κατακερματισμό των αρμοδιοτήτων και τον συνεχώς μειούμενο ρόλο της πολιτείας, ως θεματοφύλακα του δημόσιου συμφέροντος. Στο όνομα της «αποτελεσματικότητας» και της «έκτακτης ανάγκης» δεν νοείται να παραγκωνίζονται οι δασικές Υπηρεσίες απεμπολώντας ακόμη και δικαιώματα του Δημοσίου στις δημόσιες δασικές εκτάσεις.

Το φυσικό μας περιβάλλον και ειδικότερα το δασικό, είναι ένα ανεκτίμητο κεφάλαιο για τη χώρα που έχουμε την υποχρέωση να το προστατέψουμε και να το διατηρήσουμε ώστε να αποτελέσει ένα αγαθό προσβάσιμο σε όλους. Από αυτό εξαρτάται η επιβίωση και το μέλλον μας και θα το υπερασπιζόμαστε παντού και πάντα. Σε αυτή την προσπάθεια έχουμε ισχυρό σύμμαχο την επιστήμη, η οποία μπορεί να μας καθοδηγήσει, όπως ήδη συμβαίνει με την υγειονομική και την κλιματική κρίση. Για να μπορούν όμως οι επιστημονικές υποδείξεις να γίνουν πράξη προς όφελος όλων, απαιτούνται γενναίες αποφάσεις για την εφαρμογή των οποίων η συμβολή όλων μας είναι αναγκαία.

Όλοι εμείς οι δασοπονούντες οφείλουμε να αφουγκραστούμε τις σύγχρονες απαιτήσεις, να συγκεράσουμε τη διοικητική, δασοπονική, τεχνολογική και νομική επιστήμη ώστε να συντελέσουμε στην επαναδημιουργία μιας νέας σύγχρονης δυνατής Υπηρεσίας, που θα μπορεί να ανταπεξέλθει στις σύγχρονες προκλήσεις και θα αποτελέσει τον θεματοφύλακα του φυσικού κεφαλαίου της χώρας μας.

Καλή επιτυχία στις εργασίες του Συνεδρίου!!!

**Χαιρετισμός του Προέδρου του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος
και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης**

Δρ Γεώργιος Τσαντόπουλος
Καθηγητής

Πρόεδρος του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος
και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης

Φίλες και φίλοι,

Αγαπητές συναδέλφισσες και συνάδελφοι,

Είναι για μένα ιδιαίτερη χαρά και τιμή να απευθύνω χαιρετισμό στο 20ό Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο που διοργανώνει για ακόμη μία χρονιά η Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Η Ελληνική Δασοπονία βρίσκεται μπροστά στις μεγάλες προκλήσεις της ιστορίας της. Οι πρόσφατες καταστροφές στη χώρα μας έρχονται να μας υπενθυμίσουν ότι οφείλουμε ως κοινωνία αφενός μεν να έχουμε σεβασμό στο περιβάλλον, αφετέρου δε να προετοιμαζόμαστε συστηματικά για το μέλλον. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ορατές, και στο άμεσο μέλλον θα βιώνουμε στη χώρα μας όλο και συχνότερα μεγάλες περιόδους ξηρασίας και παρατεταμένους καύσωνες αλλά και σφοδρές βροχοπτώσεις, φαινόμενα που θα εντείνουν την εμφάνιση δασικών πυρκαγιών και πλημμυρών με καταστροφικές συνέπειες.

Η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των πολιτών αποτελεί επένδυση για το μέλλον, και η πολιτεία θα πρέπει να ενσωματώσει στην περιβαλλοντική της πολιτική την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση τόσο των εμπλεκόμενων φορέων όσο και των πολιτών. Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην πρόληψη, προστασία και αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, στην προστασία των ενδιαιτημάτων, την προστασία της βιοποικιλότητας, τον εθελοντισμό κ.ά. Η ενσωμάτωση αυτών των θεματικών στην εκπαίδευση όλων των βαθμίδων είναι βέβαιο ότι θα αποδώσει προστιθέμενη αξία και θα συμβάλει θετικά στην οικοδόμηση περιβαλλοντικής συνείδησης και αισθήματος ατομικής και κοινωνικής ευθύνης. Το 20ό Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο πιστεύω ότι είναι ένα βήμα για σοβαρό επιστημονικό διάλογο και εξαγωγή συμπερασμάτων, που μπορούν να βοηθήσουν τόσο την πολιτεία όσο και τους πολίτες στο φλέγον αυτό ζήτημα.

Οι επιτυχίες των προηγούμενων συνεδρίων είναι αδιαμφισβήτητες και συνέβαλαν καταλυτικά στη ανάπτυξη της δασολογικής έρευνας. Σίγουρα η άρτια διοργάνωση και το επιστημονικό πρόγραμμα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχία ενός συνεδρίου, όμως η δική σας ενεργή συμμετοχή θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας για την επιτυχία του συνεδρίου. Εστιάζοντας στους στόχους του 20ού Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, πιστεύω ότι θα είναι εξίσου επιτυχημένο με τα αντίστοιχα των προηγούμενων ετών, γι' αυτό σας καλώ να συμμετάσχετε ενεργά.

Θέλω να απευθύνω τα θερμά μου συγχαρητήρια στην οργανωτική επιτροπή του συνεδρίου, και σας προτρέπω να «καλλιεργήσουμε» όλοι μαζί το χωράφι της γνώσης. Εύχομαι καλή επιτυχία στις εργασίες του συνεδρίου.

**Χαιρετισμός της Αναπληρώτριας Προέδρου του Τμήματος Δασολογίας
και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ)**

Δρ Αναστασία Παντέρα

Καθηγήτρια

Αναπληρώτρια Πρόεδρος του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος
του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Εκ μέρους του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών χαιρετίζουμε την έναρξη του 20^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου που γίνεται στην όμορφη πόλη των Τρικάλων. Συγχαίρουμε τον Πρόεδρο και τα μέλη του Διοικητικού Συμβουλίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας και την οργανωτική επιτροπή για τη διοργάνωση του Συνεδρίου, παρόλες τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουμε με την πανδημία, αλλά και τις συναδέλφισσες και συναδέλφους που από το 1980 στηρίζουν την Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, δίνοντας τη δυνατότητα έκφρασης, συζήτησης και προβληματισμού σε θέματα σχετικά με τη δασολογική επιστήμη.

Ο κλάδος μας, τόσο σημαντικός αλλά ταυτόχρονα και τόσο παραμελημένος από την πολιτεία, καλείται να ανταποκριθεί στα πολλαπλά προβλήματα των δασικών οικοσυστημάτων και του φυσικού περιβάλλοντος γενικότερα, καθώς και στις τεχνολογικές προκλήσεις της εποχής μας, συνδυάζοντας τη σοφία του παρελθόντος με τα σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία. Η ελληνική δασοπονία, με τον πολύ σημαντικό περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό της ρόλο, για άλλη μία φορά θα πρέπει να αποδείξει την αξία της στην πολιτεία. Δυστυχώς αυτό γίνεται μετά από μεγάλες καταστροφές που είχαμε πάλι από τις πρόσφατες δασικές πυρκαγιές και οι οποίες έγιναν η αφορμή γι' αυτή τη συζήτηση. Όμως όπως έχουμε δει και από προηγούμενα έτη, η όλη βούληση για άσκηση μιας ορθολογικής δασοπονίας, που λαμβάνει υπόψη τα διαφορά περιβαλλοντικά προβλήματα με έμφαση την κλιματική κρίση, εξαντλείται σύντομα μετά τις καταστροφές. Είναι επιτέλους ανάγκη η πολιτεία αντί να σπαταλά τεράστια ποσά για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, των πλημμυρών και άλλων φυσικών καταστροφών που οφείλονται σε ακραία καιρικά φαινόμενα να χρηματοδοτήσει σε μεγάλο βαθμό την πρόληψη των δασών μέσα από τη δασική διαχείριση. Εμείς ως Δασολόγοι – Περιβαλλοντολόγοι γνωρίζουμε την αξία της διαχείρισης των δασών και το ρόλο που αυτή έχει στην προστασία των δασών και στην προσαρμογή των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή. Βέβαια αυτό δεν μπορεί να γίνει με μια αποσκελετωμένη Δασική Υπηρεσία και ελλιπές επιστημονικό προσωπικό και χωρίς την απαραίτητη χρηματοδότηση της διαχείρισης των δασών.

Συναδέλφισσες και συναδέλφοι, θα πρέπει να αποδείξουμε την αξία μας και να υποστηρίξουμε το ρόλο μας. Οι πολυεπίπεδες και πολύπλευρες γνώσεις μας είναι αναντικατάστατες για τη διαχείριση των δασών, δασικών εκτάσεων και φυσικού περιβάλλοντος γενικότερα και θα πρέπει να αναδειχθούν μέσα από τις επιστημονικές μας δράσεις με μια ενιαία και δυνατή φωνή μέσα από τα Τμήματα Δασολογίας, τα Ινστιτούτα Δασικών Ερευνών, τη Δασική Υπηρεσία και τους ιδιώτες συναδέλφους. Σε αυτό ιδιαίτερο ρόλο έχει να παίζει ως φορέας η Ελληνική Δασολογική Εταιρεία και τα συνέδρια που διοργανώνει. Τα αποτελέσματα αλλά και τα πορίσματα του 20^{ου} Δασολογικού Συνεδρίου με θέμα: «Σύγχρονες προκλήσεις του δάσους στην Ελληνική Δασοπονία και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, 200 χρόνια μετά της Επανάσταση του '21» ας αποτελέσουν μια νέα αρχή για την επανάσταση της ελληνικής δασοπονίας με την έμπρακτη καθιέρωση της δασικής διαχείρισης ως ένα από τα βασικά εργαλεία αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης.

Με αυτά τα λίγα λόγια θα ήθελα να συγχαρώ πάλι τους διοργανωτές του συνεδρίου και να ευχηθώ καλή επιτυχία στις εργασίες του.

**Χαιρετισμός του Προέδρου του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος
του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδας**

Δρ Αντώνιος Παπαδόπουλος

Καθηγητής

Πρόεδρος του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος
του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδας

Αγαπητές φίλες και αγαπητοί φίλοι, κυρίες και κύριοι σύνεδροι,

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Ελληνική Δασολογική Εταιρεία για την πρόσκληση να απευθύνω χαιρετισμό στο 20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο εκ μέρους του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδας.

Το Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο αποτελεί σταθμό στην Επιστήμη της Δασολογίας και του Φυσικού Περιβάλλοντος, καθώς παρουσιάζονται σε αυτό ανά διετία οι σημαντικότερες εξελίξεις στον κλάδο μας μέσα από δημοσιεύσεις. Παράλληλα δίνεται η ευκαιρία για ανταλλαγή απόψεων ανάμεσα σε φορείς και εκπροσώπους της Δασολογικής Επιστήμης προάγοντας την εξωστρέφεια και τις ευκαιρίες για συνεργασία που τόσο απαραίτητες είναι στις μέρες μας.

Το 20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο έχει έναν ιδιαίτερο συμβολικό χαρακτήρα, καθώς διεξάγεται 200 χρόνια μετά το σημαντικότερο γεγονός της σύγχρονης ιστορίας του τόπου, την Επανάσταση του 1821 που οδήγησε στη δημιουργία του πρώτου ανεξάρτητου εθνικού κράτους.

Η πρόσφατη παγκόσμια πανδημία Covid 19 έχει προκαλέσει πολλές αλλαγές σε πολλά επίπεδα. Το 20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο είναι το πρώτο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο που θα διεξαχθεί με υβριδικό τρόπο εξαιτίας των μέτρων προστασίας για τη διασφάλιση της δημόσιας υγείας και είναι μία πρόκληση τόσο για τους διοργανωτές όσο και για τους συμμετέχοντες.

Ο ρόλος των δασών στις ημέρες είναι ιδιαίτερα σημαντικός και η προστασία τους κρίνεται επιβεβλημένη. Οι πρόσφατες καταστροφικές πυρκαγιές του Αυγούστου 2021 ανέδειξαν για μία ακόμη φορά την ανάγκη επένδυσης στην πρόληψη και όχι στην καταστολή.

Τα συμπεράσματα του 20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου αναμένεται να συμβάλουν στην περαιτέρω ανάπτυξη της δασολογικής έρευνας και να αποτελέσουν το έναυσμα για κινήσεις από τη μεριά της Πολιτείας.

Εύχομαι καλή επιτυχία στις εργασίες του 20ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου.

Χαιρετισμός του πρώην Υπουργού Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

Βαγγέλης Αποστόλου
πρώην Υπουργός Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
Βουλευτής Εύβοιας ΣΥΡΙΖΑ

Αγαπητοί συνάδελφοι, κυρίες και κύριοι σύνεδροι,
σας ευχαριστώ για την πρόσκληση.

Η συγκυρία για μένα είναι πολύ δύσκολη. Έχοντας γεννηθεί και μεγαλώσει σε ένα από τα ορεινά χωριά της Β. Εύβοιας βίωσα πρόσφατα την ολοκληρωτική του καταστροφή.

Στον προφορικό μου χαιρετισμό θα αναφερθώ ιδιαίτερα σε όλες τις παραμέτρους που συνέβαλλαν στην καταστροφή, στη δυνατότητα της περιοχής για την αποκατάσταση του δασικού περιβάλλοντος και στον τρόπο οργάνωσης της δασοπυρόσβεσης.

Αυτό όμως που πρωτίστως πρέπει να αναδείξει το σημερινό σας συνέδριο είναι, πως σε μια περίοδο που η κλιματική αλλαγή έχει ανέβει ψηλά στην περιβαλλοντική ατζέντα, τα δασικά οικοσυστήματα, ακόμη και σε περιοχές που πλήττονται από μεγάλες πυρκαγιές όπως η χώρα μας, παραμένουν εκτός ενδιαφέροντος.

Καλή επιτυχία στις εργασίες σας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεντρικές Ομιλίες	Σελ.
ΤΑ ΔΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ Μωϋσιάδου Σ.	51
ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Σπανός Ι.	54
ΤΑ ΔΑΣΗ ΚΑΙ Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ 200 ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ '21 Φραγκισκάκης Ν.	62

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές	Σελ.
ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΕ ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΧΩΡΙΑ ΣΤΙΣ ΕΠΑΡΧΙΕΣ ΛΑΡΝΑΚΑΣ ΚΑΙ ΛΕΜΕΣΟΥ ΠΟΥ ΕΓΙΝΕ ΣΤΙΣ 3 ΙΟΥΛΙΟΥ 2021 Χριστοδούλου Α.	63
Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΦΟΝΙΚΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΗΣ 23ης ΙΟΥΛΙΟΥ 2018 ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ Αθανασίου Μ., Ξανθόπουλος Γ.	64
ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΔΡΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΑ ΚΥΘΗΡΑ Καούκης Κ., Ξανθόπουλος Γ., Αθανασίου Μ., Μάντακας Γ., Ξανθόπουλος Π., Νικηφοράκη Α., Σωφρονάς, Σ.	73
ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΠΟΥ ΟΔΗΓΗΣΑΝ ΣΤΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΕΤΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΤΗΣ 23ης ΙΟΥΛΙΟΥ 2018 Κουλουκούρας, Η., Γκανάτσας, Π.	84
ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΠΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗ ΜΙΚΤΗ ΖΩΝΗ ΔΑΣΟΥΣ- ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Κουράκλη Π., Ζαρόβαλη Μ., Πεταλίδου Μ., Καλαϊτζή Σ.	94
ΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΜΑΙΝΑΛΟ Κουρέτας Ι., Αθανασίου Μ.	102
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ Μπούρας Φ., Αθανασίου Μ., Λαγγούσης Α.	111
ΧΩΡΙΚΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ Παλαιολόγου Π., Καλαμποκίδης Κ., Γαλατσίδας Σ., Παπαλάμπρος Α., Γούναρης Ν.	119
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑ ΦΡΥΓΑΝΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΕΝΤΕΛΙΚΟΥ ΟΡΟΥΣ Χριστακόπουλος Π., Τσουκλειδής Γ.	129

Θεματική Ενότητα: Δασική Πολιτική -Δασική Αναψυχή-Δασική Βιομετρία	Σελ.
Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΚΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΟΙΚΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ COVID-19 Γεωργιάδης Α., Τσιτσώνη Θ., Ανδρεοπούλου Ζ., Τσακαλδήμη Μ., Κωστοπούλου Σ.	138
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΑΠΘ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ Γκανάτσιος Χ., Μαρίνος Δ., Παπαθανασίου Β. Παυλίδης Β., Κάλφα Κ.	145
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΜΦΛΟΙΩΝ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΚΟΡΜΟΥ ΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ RFR (RANDOM FOREST REGRESSION) Διαμαντοπούλου Μ.	155
Η ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΝΕΕΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ Καραδόντα Α., Παπαδόπουλος Ι.	164
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ – Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ Κόλλιας Ε., Καλαπόδης Ν., Αβραμίδου Ε., Κορακάκη Ε., Κακαράς Ι., Αλμπάνης Κ., Μάντακας Γ., Καρέτσος Γ., Τσαγκάρη Κ.	173
Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΕΕ FLEGT (2173/2005) ΚΑΙ ΕΥΛΕΙΑΣ (995/2010) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ Μόκα Γ., Αλεξίου Ε., Γκουντούφας Ε.	180
Η ΔΙΜΝΗ ΚΑΡΛΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Τρακάλα Γ., Μαρτίνης Α., Ζάγκας Θ., Καρρής Γ., Τσιρούκης Α.	190

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικολογία	Σελ.
ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ Γρηγοριάδης Ν.	198
ΤΟ ΝΕΚΡΟ ΞΥΛΟ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΝΕΚΡΟ! Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΟΡΟΣΕΙΡΑΣ ΡΟΔΟΠΗΣ Κεχαγιόγλου Σ., Τσιτσώνη Θ.	205
ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΑΣΟΚΑΛΥΨΗ ΣΤΙΣ ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΓΡΑΜΜΟΥ, 1945-2015 Κωνσταντίνου Σ., Αντωνιάδου Σ., Νικήσιανης Ν., Παλάσκας Δ., Νούσκα Π., Τσιάρας Δ., Πουλής Γ.	216
ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ <i>Choristoneura murinana</i> (Hübner) ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΛΑΤΗΣ ΣΤΗΝ ΓΚΙΩΝΑ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ Πετράκης Π., Κουλελής Π., Φασούλη Β., Σολωμού Α.	226
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΟΜΗΣ (CCF) ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (<i>Pinus nigra</i> Arn.) ΣΤΗ ΔΡΑΜΑ Ράπτης Δ., Καζάνα Β., Ιωαννίδου Φ., Τόλιος Κ., Καζακλής Α., Τσιτλακίδης Α., Μαναρίδης Μ.	229
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΦΕΛΛΟΦΟΡΟΥ ΔΡΥΟΣ (<i>Quercus suber</i>) ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ (ΛΟΥΤΡΑ ΘΕΡΜΗΣ-ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ), 18 ΕΤΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΦΥΤΕΥΣΗ Σπανός Ι., Σαμαρά Θ., Σπανός Κ., Γαϊτάνης Δ., Καραμανώλη Α., Χαβαλές Ε.	236

Θεματική Ενότητα: Δασική Οικονομική	Σελ.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΥΛΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ Γεωργάκης Α., Διαμαντοπούλου Μ., Τρίγκας Μ.	247
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ Καλούδης Σ., Πλατιά Ε., Παντέρα Α., Γαλανοπούλου Σ.	258
ΕΡΕΥΝΑ ΕΛΛΗΝΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΓΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΥΛΟΥ Λιασκοπούλου Α., Παπαδόπουλος Ι., Τρίγκας Μ.	266
ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΥΠΟ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ: ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΤΑΙΡΙΚΗΣ ΛΟΓΟΔΟΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΠΤΗΝΟΠΑΝΙΔΑΣ Ναζάκη Α., Παπασπυρόπουλος Κ.	274
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΠΕΡΤΟΥΛΙΟΥ Τρίγκας Μ., Λαζαρίδου Δ.	282
ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ Τσουκαρέλλα Σ., Τρίγκας Μ., Ανδρεοπούλου Ζ.	290

Θεματική Ενότητα: Αστικό Πράσινο	Σελ.
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΙΔΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ Σαμαρά Θ., Τσιάρας Σ., Τσιρούκης Α., Σπανός Ι.	298
ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ: ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ Σιάφαλη Ε., Ζάγκα Θ., Δρόσος Β., Καραγιάννης Ε.	303
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ Τσαγκάρη Κ., Αβραμίδου Ε., Κοντογιάννη Α., Σολωμού Α., Προύτσος Ν., Κορακάκη Ε., Καρέτσος Γ., Κόντος Κ., Γεωργιάδης Χ.	314
Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ LIFE CLIVUT Τσιτσώνη Θ., Κοντογιάννη Α., Γούναρης Ν., Σακελλαρίου Α., Ξανθοπούλου – Τσιτσώνη Β., Παπαγιαννοπούλου Δ., Σιώπη Μ.	321

Θεματική Ενότητα: Νέες Τεχνολογίες	Σελ.
Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΓΡΕΒΕΝΩΝ Γκιουλέκα Α., Ανδρεοπούλου Ζ.	327
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΦΟΔΡΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΜΕΣΩ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥΣ Ζευγώλη Ε., Ξανθόπουλος Γ., Ψωμιάδης Ε., Παπανικολάου Ι.	333
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΙΑΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ Μάρας Γ., Ανδρεοπούλου Ζ.	345
ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΤΟΠΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΟΥΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ Ποϊραζίδης Κ., Ξόφης Π., Κεφαλάς Γ., Χατζηλιάδης Ι., Πέττας Η., Παναγιωτοπούλου Μ.	355
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ «ΕΞΥΠΝΟΥ» ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ Σιούτας Κ., Νινίκας Κ., Λαλλάς Ε., Νταλός Γ., Καραγεώργος Α.	366

Θεματική Ενότητα: Δασοκομία	Σελ.
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΖΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΑΡΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ ΤΟΥ ΚΕΔΡΗΝΟΥ ΛΟΦΟΥ Αμανατίδης Ε., Ζάγκας Θ.	374
ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΤΗΣ ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ Ανδριανός Ι., Ζάγκας Θ.	383
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΧΟΥΣ ΔΕΚΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ ΣΤΟ ΣΤΗΘΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΗΣ ΟΞΙΑΣ ΜΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΣΕΙΡΑΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΤΗΣ Απατσιδής, Α.	390
ΠΟΛΥΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΟ ΣΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ Κοντογιάννη Α., Σακελλαρίου Α., Τσιτσώνης Α., Φιλιάδης Δ., Χατζηδημητρίου Μ., Στυλιάδου Δ., Γούναρης Ν.	397
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΝΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΔΡΥΟΔΑΣΟΥΣ ΦΟΛΩΗΣ Λάττας Π., Ποϊραζίδης Κ., Χασιλίδης Π., Τσάκωνα Α., Ζάγκας Θ.	405
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΗΝ Π.Ε. ΚΙΑΚΙΣ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΗΣ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΦΛΟΙΟΦΑΓΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ Ουρούζη Α., Ζάγκας Θ.	416
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΔΑΣΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ Παπαδόπουλος Ιάκωβος	425
Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΥΛΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ Σπανός Κ., Γαϊτάνης Δ.	433
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΕΛΑΤΗΣ-ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ Σύρμα Ε., Τσιτσώνη Θ., Μάνιος Ν.	440

Θεματική Ενότητα: Λιβαδοπονία	Σελ.
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΓΟΡΕΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ ΤΟΥ COVID-19 ΣΤΗΝ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΦΗ ΑΙΓΟΠΡΟΒΑΤΩΝ Γιακουλάκη Μ., Κωνσταντίνη Ι., Τσιομπάνη Ε., Δαμαλής Ε.	448
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΒΟΣΚΗΣΙΜΩΝ ΓΑΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΚΤΡΟΦΕΣ ΘΗΛΑΖΟΥΣΩΝ ΑΓΕΛΑΔΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΦΥΛΗΣ ΤΗΣ Α.Ε.Σ.Θ. (ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΚΗ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ) Γουρδουβέλης Δ., Γιακουλάκη Μ., Ντότας Β., Καϊμακάμης Ι.	457
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΜΙΚΡΩΝ ΜΗΡΥΚΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ Δαμαλής Ε., Γιακουλάκη Μ., Τσιομπάνη Ε.	465
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΚΟΠΑΔΙΩΝ ΒΟΟΕΙΔΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΑ ΜΗΡΥΚΑΣΤΙΚΑ: ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ Μπακογιώργος Γ., Παντέρα Α.	473
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΛΙΒΑΔΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΔΑΣΟΛΙΒΑΔΑ ΑΡΚΕΥΘΟΥ ΚΑΙ ΔΡΥΟΣ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ Τραϊανοπούλου Ι., Γιακουλάκη Μ., Καζόγλου Ι., Τσιομπάνη Ε., Βραχνάκης Μ., Φωτιάδης Γ.	481
ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΥΓΡΑ ΠΟΟΛΙΒΑΔΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΕΡΚΙΝΗΣ Τσιομπάνη Ε., Γιακουλάκη Μ.	489

Θεματική Ενότητα: Φυσικό Περιβάλλον-Άγρια Ζωή	Σελ.
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ Καμπάση Α., Μαρτίνης Α., Μινώτου Χ.	497
ΔΕΝΔΡΑ ΚΑΙ ΔΑΣΗ ΔΡΥΟΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ ΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ Λάππα, Β., Παπαδόπουλος, Α., Παντέρα, Α.	505
ΜΝΗΜΕΙΑΚΑ ΔΑΣΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΣΤΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ – Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ Μαρτίνης Α., Ποϊραζίδης Κ., Σκιαδαρέσης Α.Φ., Ζαχαρίου Π.	512
ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΩΝ ΑΙΩΝΟΒΙΩΝ ΠΛΑΤΑΝΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΕ ΜΝΗΜΕΙΑΚΑ ΔΕΝΔΡΑ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΚΗΡΥΞΗ ΤΟΥΣ ΩΣ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ Σεργίνη Μ., Θανάσης Γ., Τσιτσώνη Θ.	521
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ <i>Neoleucopis kartliana</i> (DIPTERA, CHAMAEMYIIDAE) Ελευθεριάδου Ν., Αβτζής Δ., Lubanga K. U., Lefoe G., Kwong M. R., Elms S., Smith D., Shaw R., Seehausen L., Kenis M., Καβαλλιεράτος Ν.	529
ΧΩΡΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΩΛΙΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ HIRUNDINIDAE ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ Hargrave A.F., Μπίρτσας, Π.	534

Θεματική Ενότητα: Υλοχρηστική-Τεχνολογία Ξύλου	Σελ.
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΞΥΛΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ Προύτσος Ν., Σκαρβέλης Μ.	542
ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΞΥΛΕΙΑΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΜΕ ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ Σκαρβέλης Μ., Νταλός Γ., Γουϊγούης Α., Αναστασοπούλου Μ., Μουσιλόπουλος Κ.	548
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΡΙΟΠΛΑΚΩΝ ΑΠΟ ΠΡΙΟΝΙΔΙ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΣΤΥΡΕΝΙΟ (EPS) Φώτη Δ., Βουλγαρίδου Ε., Καραστεργίου Σ., Παπαδόπουλος Αντ.	559

Θεματική Ενότητα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση	Σελ.
ΓΝΩΣΕΙΣ, ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΡΑΜΑΣ Αληφραγκή Μ., Παπαδοπούλου Δ., Χατζηλεοντιάδου Σ.	568
Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ Ζάρρα Π., Λεοντής Δ., Ασπρίδης Γ., Παπαδόπουλος Ι., Κουκουμπλιάκος Ι.	576
Η ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΗΣ ΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΩΣ ΜΕΤΑΝΕΩΤΕΡΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ Θεοδωρίδου Σ., Ζάγκας Θ.	585
ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΜΑΘΗΤΩΝ Τσακαλδήμη Μ., Σαλονικίδου Ε., Σεραφείμ Θ., Γκανάτσας Π.	594
ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ, ΔΑΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ Τσιούρη Σ.Α., Ζάγκας Δ.Θ.	605

Θεματική Ενότητα: Κλιματική Αλλαγή-Εδαφολογία	Σελ.
Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΟΦΥΩΝ ΔΡΥΟΔΑΣΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΥΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΟΥΣ Βλάχου Μ., Ζάγκας Θ.	613
ΠΟΣΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΝ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΟΥΝ ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΑΣΗ; Γκανάτσας Π., Τζαμτζής Ι., Τσακαλδήμη Μ., Κατσαρός Δ., Καρυδόπουλος Θ., Πατάρης Α., Γεωργιάδου, Ε.	624
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΟΣ – ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΥΚΟΔΕΡΜΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΤΣΑ Παπαδόπουλος Ανδρ., Παντέρα Α., Φωτιάδης Γ.	634
ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΥΛΟΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ <i>Pinus brutia</i> ΣΤΟ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΤΟΥ ΣΕΙΧ ΣΟΥ Ζαχαριάκη Ε., Παπαϊωάννου Α., Πιπινής Η.	641
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΔΥΟ ΣΠΑΝΙΩΝ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΥΚΛΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΕΝΟΣ ΟΡΕΙΝΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΕΛΑΤΗΣ Μιχόπουλος Π., Κωστάκης Μ., Μπουρλέτσικας Α., Καούκης Κ., Πασιάς Ι., Γρηγοράτος Θ., Θωμαΐδης Ν., Σαμαρά Κ.	650
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (<i>Castanea sativa</i> Mill.) ΣΤΗ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ Παπαϊωάννου Ε., Πιπινής Η.	657

Θεματική Ενότητα: Υδρολογία-Υδρονομικά και Δασοτεχνικά Έργα	Σελ.
ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ Κασαπίδης Ι., Σισμανίδης Ι., Δρόσος Κ.Β., Γιαννούλας Β., Καραγιάννης Ε.	664
ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΟΡΕΙΝΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ Π.Ε. ΣΕΡΡΩΝ Μανδάνα Β., Σαπουντζής Μ.	673
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΡΑΣ ΜΙΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ Μαργιώρου, Σ., Σαπουντζής, Μ.	682
ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΔΙΟΥ ΠΕΡΙΑΣ Παπαθανασίου Χ., Χριστοπούλου Α., Καούκης Κ., Ξανθόπουλος Γ.	688
ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΑΣΙΚΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΑΠΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΚΟΠΙΑ Τασιώνας Γ., Σιάφαλη Ε., Κουκούλος Ι., Λάζαρης Δ., Δρόσος Β.	698

Θεματική Ενότητα: Ειδική Συνεδρία-Περιλήψεις	Σελ.
Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΙΔΙΩΤΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΔΑΣΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΕΤΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΕΓΑΡΕΩΝ Μησιάλης Κ.	709

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις	Σελ.
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΓΛΥΚΕΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ, ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΜΒΑΣΗ CITES Αλεξίου Ε., Κοκκινάκης Α.	714
ΤΥΠΟΣ ΟΙΚΟΤΟΠΟΥ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ 9180 ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ Αλντάνης Π., Φωτιάδης Γ.	721
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΚΗΡΥΧΘΗΚΑΝ ΑΝΑΔΑΣΩΤΕΕΣ ΛΟΓΩ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ Βάκκα Ε., Πλένιου Μ., Κούτσιας Ν.	725
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΟΥΧΟΥΡΙΣΤΗ (<i>Strix aluco</i>) ΣΤΗΝ ΟΡΟΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ Βαλέτα Χ., Βασιλειάδης Ι., Αστάρας Χ.	730
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ «ΗΠΙΑΣ» ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΑΣΚΗΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΔΗΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Βάσσιος Δ.	738
ΜΕΤΑΠΥΡΙΚΗ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΩΣ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΑΣΟΠΥΡΟΣΒΕΣΗ Γκουβάς Μ.	744
ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ JUNIDRONE:ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΗ ΕΠΙΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΔΡΥΠΩΔΗ ΑΡΚΕΥΘΟ (<i>Juniperus drupacea Labill.</i>) Δασκαλάκου Ε., Αβραμίδου Ε., Αποστολίδης Ε., Αποστολίδης Η., Ιωαννίδης Κ., Κορακάκη Ε., Μητσόπουλος Ι., Μπούτσιος Σ., Οικονομίδης Σ., Πάγκας Ν., Σολωμού Α., Θάνος Κ.	753
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΤΩΝ ΚΑΡΠΙΝΙΚΙΩΝ, Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ Δεργιαδέ Α., Μυρωνίδης Δ.	759
ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ/ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΕΡΙΩΝ Δομακίνης Χ., Τσιάρας Σ., Μπέρδος Σ.	765

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις	Σελ.
ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΛΟΓΟ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΚΑΛΑΜΟΣ Καρφάκης Θ.	772
Η ΣΧΟΛΙΚΗ ΑΥΛΗ ΩΣ ΠΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ Κατσινίκας Κ., Λαζαρίδου Β., Τζώρτζης Α., Ελευθεριάδης Α.	780
ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ) Ή «ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΕΝΟΣ ΠΡΟΑΝΑΓΓΕΛΘΕΝΤΟΣ ΘΑΝΑΤΟΥ» Κοκκινάκης Α., Στοΐλας Β-Ο.	788
ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΟΧΘΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ Ν. ΔΡΑΜΑΣ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ Κρικόπουλος Κ., Καλαϊτζής Κ., Ζαΐμης Γ., Ιακωβόγλου Β.	794
Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΕΙΦΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ Λαζαρίδου Β., Τζώρτζης Α., Πολύζος Ν., Κατσινίκας Κ.	802
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΑ ΔΑΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΛΟΓΟΥ Λιάκου Χ., Παπασπυρόπουλος Κ., Δημόπουλος, Π.	810
ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ, ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ (<i>Cupressus sempervirens</i> L.) ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΝ Πανταζή Κ., Παρασόγλου Σ., Γκανάτσας Π., Χαβενετίδου Μ., Τσιώρας Π.	818
ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ «ΤΟ ΔΑΣΟΣ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΒΑΛΤΙΝΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ» Παπαδούλη Α.	826
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ GRANGER ΣΕ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Παπασπυρόπουλος Κ., Κουγιουμτζής Α.	833

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις	Σελ.
ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΟΙΚΟΤΟΠΟΥ 92Α0 ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΤΑΚΑ-GR2520002 Πλένιου Μ., Καρμίρης Η., Φωτάκης Δ., Δουλγέρης Χ., Ηλίας Α., Τσιουρλής Γ., Ξυστράκης Φ.	841
ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΤΗΣ ΚΟΥΜΑΡΙΑΣ (<i>Arbutus unedo</i>) Πολίτη Δ.- Ε., Αραβανόπουλος Φ.	846
ΠΡΑΣΙΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΗΜΑΣΙΑ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ Στεφανόπουλος Σ., Μουζοπούλου Ε.	851
ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΔΕΝΔΡΟΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΘΝΙΚΟ ΔΡΥΜΟ ΠΙΝΔΟΥ (ΒΑΛΙΑ ΚΑΛΝΤΑ) Τζατζάνη Ε.	858
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΑΝΩΤΑΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ Τριανταφυλλίδου Ε., Τσιάρας Σ., Τσεκουρόπουλος Γ.	865
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ: ΟΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΣΟΣ Τσιάρας Σ.	872
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 13 ΚΑΙ 15 Τσιουτσιουρήγας Δ., Τσιάρας Σ., Ράπτης Δ.	880
ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΑΔΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>Rhododendron luteum</i> ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ Φωτσινός Σ., Τουρβάς Ν., Αντωνιάδη Α., Φαρσάκογλου Α-Μ, Αραβανόπουλος Φ.	886
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΠΛΑΣΜΕΝΟΥ ΠΑΡΑΛΙΑΚΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ Η ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ Χατζίδου Μ., Τσιτσώνη Θ.	892

Κεντρικές Ομιλίες

ΤΑ ΔΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ

Σταυρούλα Μωϋσιάδου

Διευθύντρια Δασών Τρικάλων

Η Περιφερειακή Ενότητα Τρικάλων έχει έκταση 3.385.156 στρέμματα. και πληθυσμό 156.585 κατοίκους (Απογραφή του 2011). Από τη παραπάνω έκταση σύμφωνα με τα προσωρινά στοιχεία του δασικού χάρτη 2.473.187 στρεμ είναι δασικού χαρακτήρα εκτάσεις , 761.067 στρεμ είναι αγροτικές εκτάσεις και 150.902 στρεμ οικισμοί.

Η ΠΕ Τρικάλων από άποψη δασοκάλυψης (52% περίπου δάση και οι δασικές εκτάσεις) κατατάσσεται σε σχετικά υψηλή θέση στη χώρα.

Η υφιστάμενη κατάσταση από άποψη χρήσεων γης είναι : Δάση 41,6% , Δασικές εκτάσεις 10,4% ,βοσκότοποι 19,6%, γεωργικές καλλιέργειες 26,1%, οικισμοί 15,5% και άγωνα 1,8%

Από άποψη ιδιοκτησίας τα δάση διακρίνονται σε Δημόσια 43,7%, κοινοτικά 24,1% , Μοναστηριακά 0,8%, Διακατεχόμενα 21,2%, Συνδιακατεχόμενα 0,4%, Συνιδιόκτητα 3,7%, Ιδιωτικά 4,8% και Ανταλλάξιμα 1,3%.

Η σύνθεση των δασοπονικών ειδών στα δάση και στις δασικές εκτάσεις είναι : Ελάτη 535.740 στρεμ, Δρυς 511.210 στρεμ, αείφυλλα πλατύφυλλα 406. 820 στρεμ, Μαύρη Πεύκη 156.040, οξυά 117.530 στρεμ, πλάτανος 34.160, Λευκόδερμος πεύκη 7.780, Καστανιά 4.480, και Χαλέπιος πεύκη 2.290 στρεμ.

Προστασία Δασών

Στην ΠΕ Τρικάλων έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενες περιοχές οι εξής:

- ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΣ (Κατηγορία ΕΖΔ, Κωδικός:GR1440001, Έκταση:20094.10 Ha)
- ΚΕΡΚΕΤΙΟ ΟΡΟΣ (ΚΟΖΙΑΚΑΣ) (Κατηγορία ΕΖΔ, Κωδικός:GR1440002, Έκταση:50431.17 Ha)
- ΑΝΤΙΧΑΣΙΑ ΟΡΗ και ΜΕΤΕΩΡΑ- ΣΠΗΛΑΙΟ ΜΕΛΙΣΣΟΤΡΥΠΑ - (Κατηγορία ΕΖΔ –πΤΚΣ, Κωδικός:GR1440003, Έκταση:61001,02 Ha)
- ΑΝΤΙΧΑΣΙΑ ΟΡΗ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ (Κατηγορία ΖΕΠ, Κωδικός:GR1440005, Έκταση:72047,1 Ha)
- ΚΟΡΥΦΕΣ ΟΡΟΥΣ ΚΟΖΙΑΚΑ (Κατηγορία ΖΕΠ, Κωδικός:GR1440006, Έκταση:19726.47 Ha) και
- Τμήμα του ΟΡΟΣ ΛΑΚΜΟΣ (ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ) Κωδικός:GR2130007 Κατηγορία ΕΖΔ – ΖΕΠ 20123,52 Ha

Εκτός από την περιοχή του ΟΡΟΣ ΛΑΚΜΟΣ (ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ) για την οποία έχουν οριστεί με Π.Δ οι ζώνες προστασίας , ο καθορισμός χρήσεων, όρων και περιορισμού δόμησης , στις άλλες περιοχές δεν έχουν εκδοθεί Π.Δ .

Για όλες τις παραπάνω εκτάσεις αρμόδιος φορέας διαχείρισης έχει οριστεί ο Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Τζουμέρκων, κοιλάδας Αχελώου, Αγράφων και Μετεώρων.

Αισθητικά δάση Λόφος Αηλιάς- Κάστρο Τρικάλων έτος κήρυξης 1979 με έκταση 280 στρέμματα. Η έκταση αυτή από το 2004 έχει παραχωρηθεί κατά χρήση ως άλσος στο Δήμο Τρικκαίων.

Διατηρητέα Μνημεία της φύσης

Η Φτελιά της Αηδόνας Έτος κήρυξης 1981 Βρίσκεται στην πλατεία του χωριού .

Δάσος Βαλτινού Παναγιάς του Δήμου Τρικκαίων έκτασης 27 στέμματα περίπου έτος κήρυξης 2020 Επικρατέστερο είδος Φράξος (*Fraxinus angustifolia*)

Διαχείριση Δασών

Η διαχείριση των δασών γίνεται βάσει εγκεκριμένων διαχειριστικών μελετών και πινάκων υλοτομίας. Ειδικά για τα δημόσια δάση οι μελέτες συντάσσονται από τα Δασαρχεία τα τελευταία όμως χρόνια λόγω μείωσης προσωπικού επιλέγεται η μέθοδος η λήψη των στοιχείων υπαίθρου να ανατίθεται εργολαβικά.

Η εκμετάλλευση των δημοσίων δασών γίνεται κυρίως με το Π.Δ 126/86 «παραχώρηση συστάδων στους δασικούς συνεταιρισμούς» και δευτερευόντως με τα άρθρα 134 και 137 του Ν.Δ 86/69. Στη ΠΕ Τρικάλων δραστηριοποιούνται 21 συνεταιρισμοί με 528 μέλη.

Η μέση ετήσια παραγωγή στα δημόσια δάση είναι για τα κωνοφόρα 20.000 κ.μ από τα οποία 16.000 κ.μ είναι τεχνικό ξύλο και για τα πλατύφυλλα 8.000 κ.μ από τα οποία 3.000 κμ είναι τεχνικό ξύλο. Η παραγωγή στα μη δημόσια δάση αντίστοιχα είναι για μεν τα κωνοφόρα 11.000κμ από τα οποία 7.500 κ.μ είναι τεχνικό ξύλο και 30.000 κ.μ πλατύφυλλα από τα οποία 26000 κ.μ είναι καυσόξυλα.

Στα πλαίσια της προστασίας και διαχείρισης της άγριας πανίδας λειτουργούν εννέα καταφύγια άγριας ζωής με συνολική έκταση 169.944 στρέμματα, επτά (7) περιοχές απαγόρευσης κυνηγιού περιορισμένου χρόνου (πέντε έτη με δυνατότητα ανανέωσης) με συνολική έκταση περίπου 31.000 στρέμματα και η Ελεγχόμενη Κυνηγετική περιοχή Κόζιακα με συνολική έκταση 483.000 στρέμματα.

Η Ελεγχόμενη Κυνηγετική περιοχή Κόζιακα ετησίως έχει μέση επισκεψιμότητα 1000 ατόμων Τα είδη που θηρεύονται είναι λαγός, αγριόχοιρος, ζαρκάδι, ελάφι, κρητικός αίγαγρος, φασιανός, μπεκάτσα και ορεινή πέρδικα. Βρίσκεται σε εξέλιξη η κατασκευή πρότυπου κρατικού εκτροφείου πτερωτών θηραμάτων με έμφαση στην ελληνική πεδινή πέρδικα (*Perdix perdix*), το Ευρωπαϊκό ορτύκι (*Coturnix coturnix*) και την ορεινή πέρδικα προερχόμενη από τοπικούς πληθυσμούς (*Alectoris graeca*).

Ακόμη στη θέση Κουκουφλί του δασικού Συμπλέγματος Ασπροποτάμου λειτουργεί Πεστροφογεννητικός σταθμός με μέση ετήσια παραγωγή 40.000 ιχθύδια έστροφας τα οποία διατίθενται για των εμπλουτισμό των τοπικών ρεμάτων αλλά και άλλων ρεμάτων εκτός Π. Ε Τρικάλων.

Τα δάση της περιοχής μας κινδυνεύουν περισσότερο από την υπερβόσκηση και τις λαθροϋλοτομίες και λιγότερο από τις πυρκαγιές επειδή βρίσκονται σε ζώνη χαμηλής επικινδυνότητας.

Έργα

Η Κρατική Βιομηχανία ξύλου Καλαμπάκας παράγει ξυλοκατασκευές (λυόμενα, κιόσκια, παγκάκια, τραπεζόπαγκοι, κλπ) που διατίθενται σε όλη την Ελλάδα. Τα τελευταία χρόνια η λειτουργία της βρίσκεται σε αναστολή επειδή η περιοχή εντάχθηκε στο σχέδιο πόλης και γίνονται προσπάθειες τροποποίησής του ώστε να χαρακτηριστεί ως βιομηχανική-βιοτεχνική χαμηλής όχλησης και σε συνεργασία με το Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας να ενταχθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία του.

Το δασικό οδικό δίκτυο της ΠΕ Τρικάλων ανέρχεται σε 1.400 χλμ από τα οποία τα μισά περίπου είναι σε δημόσια δάση και δασικές εκτάσεις και κάθε χρόνο με τις διαθέσιμες πιστώσεις συντηρούνται από την δασική υπηρεσία περίπου 150 χιλιόμετρα.

Οι δασικές υπηρεσίες της Π.Ε Τρικάλων έχουν παράδοση σε έργα Διευθέτησης χειμάρρων. Στην προηγούμενη προγραμματική περίοδο ΠΑΑ 2007-2013 η υπηρεσία ενέταξε στο Μέτρο 226.2 έργα ύψους 2.250.000€ και προέβη στη διευθέτηση 2.130 μ κοίτης με κατασκευή 62 φραγμάτων 14 ουδών και φύτευση 13.500 φυταρίων. Επί πλέον στο Μέτρο 125.Β δασική οδοποιία προέβη στη Βελτίωση δρόμου συνολικής δαπάνης 1.682.000 € περίπου και πραγματοποίησε ασφαλτόστρωση σε μήκος 5.727 μέτρα, αναδάσωση σε 15 στρέμματα και κατασκευή 18 νέων οχετών, 14 επέκταση παλαιών και 3 τοίχων αντιστήριξης.

Η παράδοση αυτή συνεχίζεται και στη Νέα προγραμματική περίοδο με ένταξη έργων διευθέτησης χειμάρρων προϋπολογισμού περίπου 5.000.000€.

Ιδιαίτερο πρόβλημα στη περιοχή μας αποτελεί η ξήρανση των πλατάνων από το παθογόνο οργανισμό *Ceratocystis Fimbriata* f. *Sp Platani* Walter που προκαλεί την ασθένεια του μεταχρωματικού έλκους Πλατάνου. Γίνονται μεγάλες προσπάθειες περιορισμού της εξάπλωσής του εφαρμόζοντας τα μέτρα και τις οδηγίες που καθορίζονται στο ισχύον νομοθετικό πλαίσιο.

Ένα έργο που βρίσκεται σε εξέλιξη και η ολοκλήρωσή του θα συμβάλει ουσιαστικά στην αποτελεσματική προστασία, διαχείριση και προγραμματισμό των δράσεων σε δάση και δασικές εκτάσεις είναι η ολοκλήρωση των δασικών χαρτών της Π.Ε Τρικάλων. Η κύρωση των δασικών χαρτών σε συνδυασμό με το δασολόγιο (επίλυση ιδιοκτησιακού) θα μειώσει τις προστριβές της υπηρεσίας με τους πολίτες και θα βοηθήσει στην καλύτερη αξιοποίηση του δασικού πλούτου της περιοχής μας.

Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική μείωση του προσωπικού σε όλες τις βαθμίδες (δασολόγοι, δασοπόνοι, δασοφύλακες). Η μη ανανέωσή του σε συνδυασμό με τις περιορισμένες

πιστώσεις δυσχεραίνουν το έργο των δασικών υπηρεσιών και παρά τις φιλότιμες προσπάθειες του προσωπικού το αποτέλεσμα υπολείπεται του επιθυμητού.

Τα δασικά οικοσυστήματα με τις πολλαπλές λειτουργίες τους (παραγωγικές, περιβαλλοντικές, κοινωνικοπολιτιστικές), την αειφορική διαχείριση τους και την εφαρμογή δασοπονίας πολλαπλών σκοπών έχουν την δυνατότητα να παρέχουν άριστα προϊόντα και υπηρεσίες στους πολίτες.

Η προσπάθεια όλων θα πρέπει να είναι σ' αυτήν την κατεύθυνση. Σας ευχαριστώ.

Κεντρικές Ομιλίες

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Δρ Ιωάννης Σπανός

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

Δάση και Περιβάλλον

Το δάσος είναι ένα πολύτιμο και πολυσύνθετο οικολογικό σύστημα που διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στην οικολογική προστασία του περιβάλλοντος. Το δάσος μαζί με πολλά 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, ιδιαίτερα σήμερα που ολόκληρος ο πλανήτης και η χώρα μας πλήττεται βάνουσα από την πανδημία του κορωνοϊού.

Δασικά Οικοσυστήματα της Γής

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

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

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 χρόνο, 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

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

Δασικά οικοσυστήματα της Ευρώπης (Ζώνες εξάπλωσης των δασών)

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

Κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις

Τον Νοέμβριο του 2021 θα γίνει 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 σε συνδυασμό με την τελευταία επιδημία (Covid-19) σήμερα η παγκόσμια οικονομία να 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 φθοριοϋδα 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 φθοριοϋδα αέρια: έχουν τεράστια θερμοαντική 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.



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

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

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.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και συμβολή τους στο περιβάλλον

Σήμερα, η ανθρωπότητα καλείται να σταματήσει και να περιορίσει τις κύριες αιτίες της κλιματικής αλλαγής και του "φαινομένου του θερμοκηπίου" με τον περιορισμό των ορυκτών και υγρών καυσίμων (άνθρακας, λιγνίτης, πετρέλαιο) και την στρόφη σε εναλλακτικές και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) που δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον (υδροηλεκτρικά έργα, γεωθερμική, αιολική και ηλιακή ενέργεια, βιοενέργεια).

Οι ΑΠΕ, χωρίζονται σε πέντε κατηγορίες:

βιοενέργεια: είναι η ενέργεια που προέρχεται από την αξιοποίηση της βιομάζας και της οργανικής ύλης, που προέρχεται από ζώντα ή αποσυνθεμένα (χούμος) φυτικά ή ζωικά υπολείμματα.

γεωθερμική ενέργεια: είναι η φυσική ενέργεια που προέρχεται από την θερμότητα που υπάρχει στο εσωτερικό της γης από την λάβα του εσωτερικού της γης και θεωρείται διαρκής και απεριόριστη διότι αξιοποιείται συνεχόμενα για όλο το 24ωρο, και για όλες τις ημέρες του έτους

υδροηλεκτρική ενέργεια: είναι η ενέργεια που προέρχεται από την αξιοποίηση της κίνησης του νερού που προέρχεται από τους φυσικούς υδατικούς πόρους (ποτάμια, λίμνες, θάλασσες). Τα υδροηλεκτρικά έργα (αποταμιευτές, φράγματα, κ.α.) και κατά συνέπεια η υδροηλεκτρική ενέργεια διακατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό της Παγκόσμιας και Ευρωπαϊκής συμμετοχής στις ΑΠΕ.

αιολική ενέργεια: είναι η ενέργεια που προέρχεται από την κίνηση των ανέμων.

ηλιακή ενέργεια: είναι η ενέργεια που προέρχεται από την ακτινοβολία του ήλιου. Η κύρια αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η μετατροπή της σε θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Ιδιαίτερα σήμερα, η δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια γίνεται με τα «φωτοβολταϊκά» συστήματα, τα οποία καθημερινά αυξάνονται και εκσυγχρονίζονται.

Βιώσιμη ανάπτυξη και αειφορική διαχείριση των δασών και της αγροτικής οικονομίας

Ο όρος «βιώσιμη ανάπτυξη» είναι ένας σύγχρονος όρος που προήλθε από την λέξη «αειφορία», που επί δεκαετίες χρησιμοποιούν οι δασολόγοι και περιβαλλοντολόγοι. Η έννοια «αειφορία των καρπώσεων» σημαίνει ότι πρέπει να υλοτομείται τόσο ξύλο, όσο παράγεται κάθε έτος, ώστε να δυνάμεθα στο διηνεκές να εκμεταλλευόμαστε το δάσος. Το ξύλο (και γενικότερα η βιομάζα) είναι η μόνη ανανεώσιμη μορφή ενέργειας σε ολόκληρο τον πλανήτη, διότι παράγεται από την ηλιακή ενέργεια (με το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης), σε αντίθεση με άλλα ορυκτά υλικά που προβλέπονται να εξαντληθούν μελλοντικά (πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο, μεταλλεύματα, κ.α.).

Η «βιώσιμη ανάπτυξη» είναι συναφής με τον όρο «αειφόρος ανάπτυξη». Η αειφορία σημαίνει ότι μία δραστηριότητα, για παράδειγμα καλλιέργεια δημητριακών, καπνού, αμπελοργία, ποικίλων γεωργικών προϊόντων, ίδρυση γεωργικής ή κτηνοτροφικής επιχείρησης (τυροκομείο, παστερίωση γάλακτος, κ.α.) για να διατηρείται στο διηνεκές πρέπει να είναι βιώσιμη, δηλαδή να περισσεύει κάποιο κέδρος ή ελάχιστο οικονομικό όφελος (μεροκάματο) στο φυσικό πρόσωπο ή επιχείρηση.

Οι κύριοι τομείς της βιώσιμης ανάπτυξης της υπαίθρου και της αγροτικής οικονομίας της χώρας μας είναι η δασοπονία, η γεωργία, η κτηνοτροφία, η μελισσοκομία και η αλιεία.

Δασοπονία: το δάσος παράγει (εκτός του ξύλου) και πλείστα προϊόντα ιδιαίτερης οικολογικής και οικονομικής αξίας (καθαρό νερό, κάστανα, μέλι, ρητίνη, φαρμακευτικά φυτά, κλπ), αλλά ο ρόλος του για αισθητική, αναψυχή, προστασία από πλημύρες, διατήρηση βιοποικιλότητας, οικότουρισμός, κ.ά. είναι τεράστιος. Η αξιοποίηση των προϊόντων του δάσους και η διατήρηση της αειφορίας θα δημιουργήσει πολλές θέσεις εργασίας στον παραδοσώβιο τοπικό πληθυσμό, ιδιαίτερα σήμερα που ο πλανήτης και η χώρα μας πλήττεται από την οικονομική κρίση και την τελευταία πανδημία (Covid-19). Στην χώρα μας σήμερα τα δάση υποβαθμίζονται, οι Δασικές Υπηρεσίες στερούνται σε προσωπικό και υλικοτεχνική υποδομή και δυστυχώς η Πολιτεία είναι υπεύθυνη για την υποβάθμιση των δασών και του φυσικού περιβάλλοντος διότι δεν έχει ολοκληρωμένο σχέδιο προστασίας και αναβάθμισης των δασών. Δεν έχει συνταχθεί το Δασολόγιο (όπως προβλέπεται και από το Σύνταγμα), το Εθνικό Κτηματολόγιο δεν έχει ολοκληρωθεί και γενικότερα δεν υπάρχει συντονισμός για την προστασία και αναβάθμιση των δασών μεταξύ των Κρατικών Φορέων. Για παράδειγμα η κατάσβεση των πυρκαγιών ανήκει στην Πυροσβεστική, ενώ η πρόληψη και αποκατάσταση ανήκει στην Δασική Υπηρεσία. Επίσης, οι Δασικές Υπηρεσίες υπάγονται στις Αποκεντρωμένες Διοικήσεις (που ανήκουν στο Υπουργείο Εσωτερικών), ενώ τα Δάση υπάγονται σε άλλο Υπουργείο (Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος) με συνέπεια να υπάρχει έλλειμμα συντονισμού και να μην έχουμε κοινή Δασική Πολιτική. Πρόσφατα και ύστερα από τις μεγάλες και καταστροφικές πυρκαγιές του Αυγούστου 2021, η Πολιτεία εξαναγκάστηκε να επαναφέρει όλες τις Δασικές Υπηρεσίες υπό την Αιγίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ).



Γεωργία: πρέπει να αλλάξει η πολιτική των μονοκαλλιεργειών (σιτηρά, καπνά, κλπ) και να αξιοποιηθούν βιολογικές καλλιέργειες, όπως αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, παραγωγή οσπρίων, αμπελοργαία, λαχανοκομία, σπορά με λιβαδικά φυτά για ζωοτροφές, δεντροκαλλιέργειες και ενεργειακά φυτά.

Κτηνοτροφία: Η κτηνοτροφία, είναι η παραδοσιακή ασχολία σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, αλλά το κόστος είναι υψηλό (ιδίως για την σταβλισμένη κτηνοτροφία) λόγω των υψηλών τιμών των ζωοτροφών και τις χαμηλές επιδοτήσεις. Η παραδοσιακή και κοπαδιαστή βόσκηση των ζώων (αιγοπροβάτων) πρέπει να αλλάξει, να εκπονηθούν και να αξιοποιηθούν τα σχέδια βελτίωσης των βοσκοτόπων και να στραφούμε στην ελεγχόμενη βόσκηση με αξιοποίηση των ντόπιων λιβαδικών φυσικών πόρων και ζωοτροφών.

Μελισσοκομία: Η μελισσοκομία είναι μία από τις κύριες δραστηριότητες της υπαίθρου, διότι το μέλι της χώρας μας είναι άριστης ποιότητας (και τα λοιπά προϊόντα της μέλισσας όπως κεριά, βασιλικός πολτός, πρόπολη, κλπ) και θεωρείται ως το κύριο Εθνικό μας προϊόν (μαζί με το λάδι και το κρασί). Η μελισσοκομία είναι μία ασχολία που ενδείκνυται για όλες σχεδόν τις περιοχές της χώρας μας. Εάν οργανωθεί σωστά και πιστοποιηθούν τα προϊόντα της μέλισσας, θα επιφέρει τα ανάλογα κέρδη τους μελισσοκόμους και γενικότερα στην Εθνική οικονομία.

Αλιεία: Η αλιεία προσφέρει τα μέγιστα στην Εθνική οικονομία, διότι οι θάλασσες της χώρας μας καλύπτουν χιλιάδες χιλιόμετρα με τεράστια ποσότητα και ποιότητα θαλάσσιων οργανισμών (ψάρια, μαλάκια, κλπ). Επίσης, οι λίμνες και ποταμοί της Ελλάδας συνεισφέρουν στην αλιεία (και σε πολλές περιοχές σε συνδυασμό με τον οικοτουρισμό).

Δίκτυο Φύση 2000-Οικότοποι της Ελλάδας

Το δίκτυο Φύση (NATURA 2000) είναι ένα Ευρωπαϊκό δίκτυο προστασίας φυτικών περιοχών με πλούσια βιοποικιλότητα ή επηρεαζόμενα 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 χερσολίβαδα, 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, λαθρούλοτομίες, 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).

Ορισμός του δάσους και της δασικής έκτασης βάσει του άρθρου 24 του Ελληνικού Συντάγματος

Η έννοια του δάσους και των δασικών εκτάσεων κατά το Σύνταγμα (άρθρο 24) ορίζεται ως ακολούθως:

1. Ως δάσος ή δασικό οικοσύστημα νοείται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό πάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους, τα οποία, μαζί με την εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν μέσω της αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλοεπίδρασής τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές).

2. Δασική έκταση υπάρχει όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης, είναι αραιά.

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

Τα δάση της χώρας μας ανήκουν στα Μεσογειακά οικοσυστήματα, τα οποία από αρχαιοτάτων χρόνων κατοικήθηκαν και επηρεάστηκαν από διαδεχόμενες φυλές και πολιτισμούς, και υποβαθμίστηκαν από ανθρωπογενή εκμετάλλευση. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος καταστροφής των δασών της χώρας μας, ιδιαίτερα στις τελευταίες δεκαετίες, υπήρξε από τις δασικές πυρκαγιές. Η καταστροφή των δασών μας που επιδεινώθηκε τα τελευταία 23 χρόνια οφείλεται σε άστοχες πολιτικές, όταν σε μία νύκτα η Δασοπυρόσβεση (το 1998) μεταφέρθηκε από την Δασική Υπηρεσία στην Πυροσβεστική. Τα τελευταία χρόνια υπήρξαν τεράστιες δασικές πυρκαγιές σε περιουσίες και θύματα (Πελοπόννησος 2007, Μάτι 2019, κλπ) και ιδιαίτερα πρόσφατα (Αύγουστος 2021) που μόνο σε μία εβδομάδα κάηκαν πάνω από 1.000.000 στρέμματα σε ολόκληρη την Ελληνική Επικράτεια (Αττική, Εύβοια, Πελοπόννησος, Βόρεια Ελλάδα, κλπ). Δυστυχώς οι μεγάλες πυρκαγιές οφείλονται κυρίως σε εμπρησμούς που εξυπηρετούν δόλιους στόχους (πολιτική αστάθεια, οικοπεδοποίηση, αλλαγή χρήσης γης, κλπ.). Το τίμημα που πληρώνει σήμερα η χώρα μας είναι οδυνηρό, διότι τα τελευταία έτη 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 στην Εθνική μας οικονομία.

Η αιφροδική διαχείριση των δασών εξαρτάται άμεσα από την δασοπροστασία. Είναι αδύνατη η ύπαρξη δάσους, εάν δεν προστατευθεί από τους κινδύνους, και κυρίως από την πυρκαγιά. Η διατήρηση των δασών μας και η προστασία αυτών από τις πυρκαγιές στηρίζεται στο παρακάτω τρίπτυχο:

- πρόληψη
- κατάσβεση
- αποκατάσταση

Όλες οι ενέργειες για τις δασικές πυρκαγιές είναι ισχυρά συνδεδεμένες μεταξύ τους στο παραπάνω τρίπτυχο: πρόληψη-κατάσβεση-αποκατάσταση. Η πρόληψη της δασικής πυρκαγιάς εξαρτάται από τη σωστή οργάνωση της αντιπυρικής προστασίας, την έγκαιρη εντόπιση και πρόσβαση στο χώρο πυρκαγιάς, και την άμεση επέμβαση, πριν η φωτιά λάβει ανεξέλεγκτες διαστάσεις. Είναι αδύνατο να γίνει κατάσβεση δασικής πυρκαγιάς, εάν δεν προληφθούν τα απαραίτητα μέτρα πρόληψης. Τόσο τα προληπτικά μέτρα, όσο και τα κατασταλτικά και μέτρα αποκατάστασης, πρέπει να γίνονται από τον ίδιο Φορέα Προστασία Δασών. Σήμερα, τα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης των δασικών πυρκαγιών εμπίπτουν στην αρμοδιότητα της Δασικής Υπηρεσίας, ενώ τα κατασταλτικά μέτρα (κατάσβεση) από το 1998 ανήκουν στην αρμοδιότητα της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας. Δυστυχώς, σήμερα στην χώρα μας, το αντιπυρικό σχέδιο πρόληψης πυρκαγιών συντάσσεται από την Δασική Υπηρεσία, ενώ το σχέδιο καταστολής (κατάσβεσης) δασικών πυρκαγιών από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα στα τελευταία 23 έτη να έχουμε τεράστιες και μη ελεγχόμενες δασικές πυρκαγιές με πολλά θύματα, οικολογικές ζημιές, πλημμύρες και καταστροφές περιουσιών.



Προτάσεις προστασίας και αναβάθμισης των Ελληνικών Δασών

- Νέα Εθνική Στρατηγική για τα δάση.
- Αναδιοργάνωση της Δασικής Υπηρεσίας.
- 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).

Κεντρικές Ομιλίες

**ΤΑ ΔΑΣΗ ΚΑΙ Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ
200 ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ '21**

Δρ Νικήτας Φραγκισκάκης

Γενικός Δ/ντής Δασών Μακεδονίας-Θράκης

Η Ελληνική Δασοπονία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το ιδιαίτερο ιστορικό πλαίσιο, τον χρόνο και τον τρόπο προσάρτησης κάθε περιοχής στο Ελληνικό κράτος. Ιδιαίτερη επίδραση στην εξελικτική της πορεία έχουν οι νομοθετικές ρυθμίσεις αναφορικά με το ιδιοκτησιακό καθεστώς των δασικών οικοσυστημάτων. Από την ίδρυση του Νεοελληνικού κράτους, η Δασική Υπηρεσία, που ιδρύθηκε το 1836 και φέτος συμπληρώνει 185 χρόνια ζωής, ήταν, είναι η αρμόδια υπηρεσία προστασίας, διαχείρισης και ανάπτυξης των δασών και των δασικών εκτάσεων. Η αειφόρος διαχείριση των δασών που συνίστανται στην διατήρηση-ανάπτυξη του πολυλειτουργικού τους ρόλου, με την παροχή πολλαπλών αγαθών και υπηρεσιών, κατά τρόπο ισόρροπο, με παράλληλη εξασφάλιση της προστασίας και της ανάπτυξης των δασών αποτελεί αυτοσκοπό της Δασικής Υπηρεσίας.

Από το Διάταγμα 17 της 29.11.1836 με το οποίο θεσπίστηκε το περίφημο τεκμήριο κυριότητας του Δημοσίου στα δάση, μέχρι και σήμερα, η ανάγκη προστασίας των δασών και του δασικού περιβάλλοντος, ισορροπεί με τις ανθρώπινες ανάγκες για οικονομική, περιβαλλοντική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη και ευημερία, για τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών ζωής. Στο πλαίσιο της παρούσας κατάστασης της Ελληνικής Δασοπονίας, η ανάγκη εφαρμογής πλαισίου ενεργειών προστασίας των δασικών οικοσυστημάτων, της βιοποικιλότητας τους και της διατήρησης των υφιστάμενων δασικών πόρων, είναι επιβεβλημένη, με στόχο την αειφορική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΕ ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΧΩΡΙΑ ΤΩΝ ΕΠΑΡΧΙΩΝ ΛΑΡΝΑΚΑΣ ΚΑΙ ΛΕΜΕΣΟΥ, ΠΟΥ ΕΚΔΗΛΩΘΗΚΕ ΣΤΙΣ 3 ΙΟΥΛΙΟΥ 2021

Χριστοδούλου, Αλέξανδρος

πρώην Διευθυντής Τμήματος Δασών Κύπρου, 2102 Λευκωσία - Κύπρος, c.alexandros@cytanet.com.cy

Περίληψη

Η πυρκαγιά που εκδηλώθηκε στις 3 Ιουλίου, 2021 αποτελεί την καταστροφικότερη πυρκαγιά στην Κύπρο μετά από εκείνες που έγιναν κατά την τουρκική εισβολή, το 1974. Η πυρκαγιά κατέκαυσε έκταση 45 km². Επέφερε τεράστια οικολογική καταστροφή με συνέπειες να καεί μεγάλη ιδιωτική γεωργική γη, 80 κατοικίες. Η περίμετρος της πυρκαγιάς ανέρχεται σε 77 km και υπολογίζεται ότι η αξία των ζημιών ανέρχεται σε €64.000.000. Άρχισαν ήδη οι εργασίες των αντιδιαβρωτικών/αντιπλημμυρικών έργων. Ετοιμάστηκε σχετική μελέτη για αποκατάσταση της καείσας περιοχής, ιδιαίτερα μέσα στο κρατικό δάσος και στη χαλίτικη κρατική γη. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται προς το Διευθυντή και το προσωπικό του Τμήματος Δασών. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στους Λειτουργούς του Τμήματος Δασών κ.κ. Δρ. Ανδρέα Χρίστου, Πρώτο Συντηρητή Δασών (Βοηθός Διευθυντής) και στον κ. Γιώργο Κωνσταντίνου, Δασικό Λειτουργό 1^{ης} Τάξης. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στην Ελληνική Δασολογική Εταιρία και ιδιαίτερα στον Πρόεδρό της ΕΔΕ Δρ. Γιάννη Σπανό.

Λέξεις κλειδιά: Αρακαπάς, πυρκαγιά, καμένη έκταση, αντιδιάβρωση, αποκατάσταση.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΦΟΝΙΚΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΤΗΣ 23^{ης} ΙΟΥΛΙΟΥ 2018 ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ

Αθανασίου, Μιλτιάδης¹; Ξανθόπουλος, Γαβριήλ²

¹Wildfire Management Consulting and Training,

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

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 11528, Αθήνα, gxnrct@fria.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά η χωρική εξάπλωση καθώς και ποσοτικά χαρακτηριστικά της δεύτερης έως σήμερα, πιο θανατηφόρας δασικής πυρκαγιάς του 21^{ου} αιώνα διεθνώς και χειρότερης καταστροφής τέτοιου τύπου για την Ελλάδα, που ξέσπασε στην Πεντέλη στις 23 Ιουλίου 2018. Καθοδηγήθηκε προς την ανατολική ακτή της Αττικής από θυελλώδη άνεμο, προκάλεσε 102 θανάτους, περισσότερους από 150 τραυματισμούς ανθρώπων, ολική καταστροφή ή σοβαρές ζημιές σε περισσότερες από 1.650 κατοικίες και έκαψε 1.431 ha αγροδασικής έκτασης και ζωνών μίξης δασών-οικισμών. Τεκμηριώθηκε λεπτομερώς η συμπεριφορά της και αναδομήθηκε η χωρο-χρονική της εξέλιξη, αξιοποιώντας κυρίως πρωτογενές φωτογραφικό και μαγνητοσκοπημένο υλικό και συνεντεύξεις αυτοπτών μαρτύρων. Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν στην αποτελεσματική ενημέρωση των πολιτών σε θέματα αυτοπροστασίας και να συμβάλλουν στην εκπόνηση αντιπυρικών σχεδίων.

Λέξεις κλειδιά: Συμπεριφορά δασικής πυρκαγιάς, Θάνατοι από πυρκαγιά, Δυστύχημα, Αττική.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές ήταν παρούσες διαχρονικά στο Μεσογειακό περιβάλλον της Αττικής, συχνά λαμβάνοντας μεγάλες διαστάσεις, όπως η μεγάλη πυρκαγιά της Πεντέλης της 27^{ης} Ιουλίου 1887 επί Χαριλάου Τρικούπη, όμως σπανίως υπήρχαν καταστροφές πέρα από τη βλάστηση και το έδαφος (Ξανθόπουλος και Caballero 2007). Εντυπωσιακή εξαίρεση αποτελεί η καταστροφή της περιοχής του βασιλικού κτήματος Τατοΐου το 1916, από πυρκαγιά που έκαψε περί τα 30.000 στρέμματα, κόστισε 20 ανθρώπινες ζωές τραυματίζοντας ή θέτοντας σε κίνδυνο εκατοντάδες άλλες, περιλαμβανομένης εκείνης του βασιλιά, και κατέστρεψε τα θερινά ανάκτορα. Το δάσος εκείνο ήταν ίσως το μοναδικό εκείνη την εποχή στην Αττική όπου δεν γινόταν απόληψη καυσόξυλων από τον πληθυσμό (Xanthopoulos 1988).

Με την αύξηση του πληθυσμού στην Αττική και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, από τη δεκαετία του 1970 άρχισε η ανάπτυξη περιοχών μίξης δασών-οικισμών που αύξησε την επικινδυνότητα των δασικών πυρκαγιών. Οι πυρκαγιές στις περιοχές αυτές πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980, με πιο εμβληματική την πυρκαγιά της 4^{ης} Αυγούστου 1981 στα βόρεια προάστια της Αθήνας (Νέα Ερυθραία, Κηφισιά, Μελίσσια, Μαρούσι) και συνέχισαν με αυξανόμενη συχνότητα αλλά και δυναμικό καταστροφής κατά τις επόμενες δεκαετίες (Xanthopoulos κ.α. 2002, Xanthopoulos 2002, Xanthopoulos 2008, Ξανθόπουλος και Αθανασίου 2013, Ξανθόπουλος 2016, Ξανθόπουλος κ.α. 2018, Xanthopoulos και Athanasiou. 2018, 2019). Τραγική κορύφωση αυτής της τάσης αποτέλεσε η δασική πυρκαγιά της 23^{ης} Ιουλίου 2018 στην ανατολική Αττική, που αφαιρέσε 102 ζωές ανθρώπων, προκάλεσε τραυματισμούς και καταστροφές στον Νέο Βουτζά, την Προβάλινθο, το Μάτι, τον Νέο Πόντο, τα Σκουφέικα και το βόρειο τμήμα της Ραφήνας και είναι μέχρι σήμερα, η δεύτερη πιο φονική δασική πυρκαγιά του 21^{ου} αιώνα. Η πρώτη περίπτωση αφορά σε πυρκαγιές που έλαβαν χώρα στις 7 Φεβρουαρίου 2009 στη Βικτώρια της Αυστραλίας, προκαλώντας το θάνατο 173 ανθρώπων (2009 Victorian Bushfires Royal Commission και Teague 2010).

Στην παρούσα εργασία, τεκμηριώνεται και αναλύεται η συμπεριφορά της καταστροφικής πυρκαγιάς της 23^{ης} Ιουλίου 2018 με στόχο να αναδειχθεί η καίρια σημασία της γρήγορης ενημέρωσης όλων των επιπέδων διοίκησης για το δυναμικό της καταστροφής ως συνέχεια της δυνατότητας εκτίμησής του,

από τους πρώτους ανταποκριτές και τους συντονιστές στο επιχειρησιακό θέατρο, συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών καθώς και στην αποτελεσματική προστασία των πολιτών.

Υλικά και Μέθοδοι

Από τις πρώτες πρωινές ώρες της 24^{ης} Ιουλίου 2018, καθώς η πυρκαγιά έκαιγε ακόμη το βορειοδυτικό τμήμα της τελικά καμένης έκτασης (Σχήμα 1), ξεκίνησε η συστηματική συλλογή δεδομένων. Οι εργασίες πεδίου περιλάμβαναν περισσότερες από δέκα (10) επισκέψεις στην περιοχή, εκατοντάδες στάσεις και, μεταξύ άλλων, την επί τόπου προσεκτική παρατήρηση των χαρακτηριστικών του τοπίου (τοπογραφίας και βλάστησης) για την λεπτομερή τεκμηρίωση της εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς. Αξιοποιήθηκε πρωτογενές φωτογραφικό και μαγνητοσκοπημένο υλικό και συνεντεύξεις μεγάλης σπουδαιότητας (των οποίων η εγκυρότητα επιβεβαιώθηκε από την προσεκτική και συστηματική διασταύρωση των δεδομένων). Μεγάλο μέρος της επεξεργασίας, της ανάλυσης και των υπολογισμών, έγινε με τη χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ), όπως ο υπολογισμός των πραγματικών αποστάσεων στην επιφάνεια του εδάφους [Slength (m), N=90] με βάση τις οποίες υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες 90 τιμές του ρυθμού εξάπλωσης της πυρκαγιάς [Rate of Spread (ROS) ($m \cdot min^{-1}$)] (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Οι τιμές του ROS ($m \cdot min^{-1}$) και του Slength (m) των διανυσμάτων του σχήματος 1 τα οποία αναπαριστούν τις διευθύνσεις διάδοσης της δασικής πυρκαγιάς

Table 1. ROS ($m \cdot min^{-1}$) and Slength (m) values of the wildfire spread vectors (see Figure 1)

id	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	Slength (m)		Id	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	Slength (m)		Id	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	Slength (m)
1	24	49,6		31	39	196,8		61	73	708,7
2	34	97,3		32	63	126,2		62	110	330,3
3	13	48,3		33	101	402,4		63	24	284,0
4	25	220,6		34	42	678,9		64	48	580,3
5	7	69,1		35	130	259,8		65	69	207,6
6	6	72,8		36	42	309,4		66	37	295,6
7	32	761,5		37	58	287,7		67	22	109,0
8	31	340,9		38	114	227,9		68	17	121,5
9	102	307,2		39	21	109,8		69	17	66,2
10	14	100,2		40	30	810,0		70	22	194,2
11	24	171,0		41	38	1513,6		71	8	189,9
12	15	146,5		42	91	365,1		72	21	332,3
13	114	341,1		43	38	2216,7		73	27	228,9
14	93	653,4		44	45	895,1		74	30	347,0
15	66	464,7		45	13	469,1		75	12	454,0
16	18	442,4		46	11	87,0		76	33	398,2
17	26	413,4		47	9	138,1		77	21	253,9
18	19	464,1		48	28	283,9		78	19	225,5
19	14	270,3		49	13	131,8		79	6	327,6
20	77	689,6		50	8	411,9		80	9	529,5
21	79	710,3		51	18	534,8		81	8	123,2
22	49	487,2		52	61	787,6		82	22	262,5
23	23	67,7		53	56	724,1		83	9	580,0
24	39	192,9		54	23	458,2		84	3	173,5
25	58	289,0		55	14	332,3		85	11	132,7

26	53	480,5		56	6	86,3		86	7	493,3
27	40	427,9		57	41	411,7		87	26	154,1
28	32	334,8		58	39	511,8		88	9	187,5
29	43	145,2		59	31	619,4		89	2	100,2
30	35	442,6		60	22	503,0		90	10	196,2

Υπολογίστηκαν τα βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των SLength και ROS (Πίνακας 2) και δημιουργήθηκαν λεπτομερείς χάρτες με τις διευθύνσεις και τις ισόχρονες γραμμές διάδοσης της πυρκαγιάς (Σχήματα 1 & 4). Επίσης, υπολογίστηκαν η περίμετρος της πυρκαγιάς (m) και το εμβαδόν της καμένης έκτασης (ha) για δεδομένα χρονικά βήματα (Πίνακας 3) και από τη διαδοχική συσχέτισή τους με χρονικά διαστήματα από την έναρξη της πυρκαγιάς (min), προέκυψε ο υπολογισμός των ρυθμών αύξησής τους (Σχήματα 2 & 3). Στον Πίνακα 3 περιλαμβάνονται η ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου από μετρήσεις μετεωρολογικών σταθμών (Μ.Σ.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ε.Α.Α.).

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της ανωτέρω μεθοδολογίας παρουσιάζονται στους Πίνακες 1, 2 και 3 και τα Σχήματα 1, 2 και 3. Οι τιμές του ROS ($m \cdot min^{-1}$) στον Πίνακα 1 (N=90) είναι πολύ υψηλές. Για 19 εγγραφές, είναι $ROS > 50$, για 57 εγγραφές είναι $10 \leq ROS < 50$, για 12 εγγραφές είναι $5 < ROS < 10$ και μόλις σε 2 περιπτώσεις μετρήθηκε $ROS < 5 m \cdot min^{-1}$. Επίσης, οι τιμές ROS των εγγραφών (id) 9, 13, 14 15 οι οποίες αφορούν σε εξάπλωση της πυρκαγιάς δυτικά του Νέου Βουτζά και οι τιμές των εγγραφών (id) 33, 38, 62, 42, 35 που αφορούν σε εξάπλωση της πυρκαγιάς κυρίως στην περιοχή νότια των οδών Ισμήνης και Κρανής Ακτής και δυτικά της οδού Κύπρου, είναι εξαιρετικά υψηλές (Σχήμα 1 και Πίνακας 1).

Πίνακας 2. Βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των παραμέτρων: ROS και SLength.

Table 2. Descriptive statistics of ROS and SLength

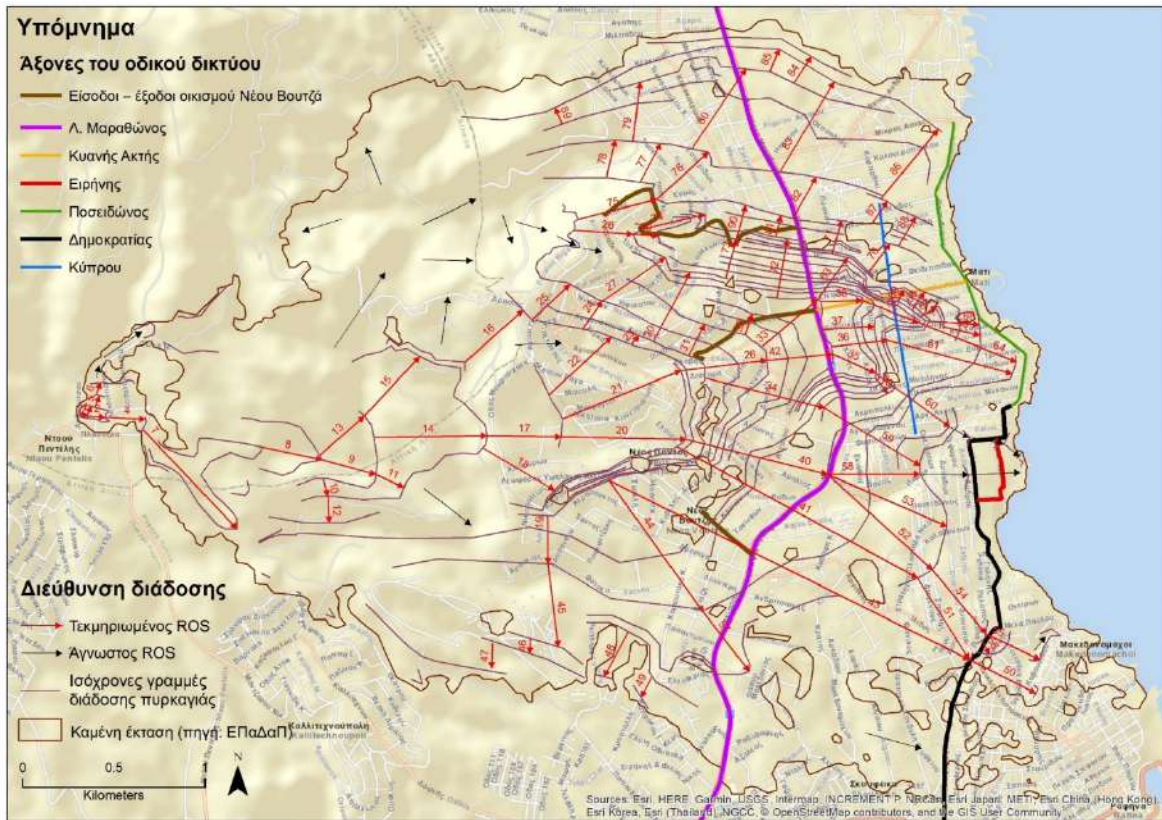
	ROS ($m \cdot min^{-1}$)	SLength (m)		ROS ($m \cdot min^{-1}$)	SLength (m)
Μέση τιμή (Mean)	35	368,7	Ελάχιστη τιμή (min)	2	48,3
Τυπικό σφάλμα μέσου (S.E.)	3	32,7	Μέγιστη τιμή (max)	130	2.216,7
Διάμεσος (Median)	26	308,3	N	90	90
Τυπική απόκλιση (S.D.)	29	309,9			

Πίνακας 3. Αύξηση της περιμέτρου της δασικής πυρκαγιάς, του εμβαδού της καμένης έκτασης και η ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου

Table 3. Wildfire perimeter and burned area growth, wind speed and direction.

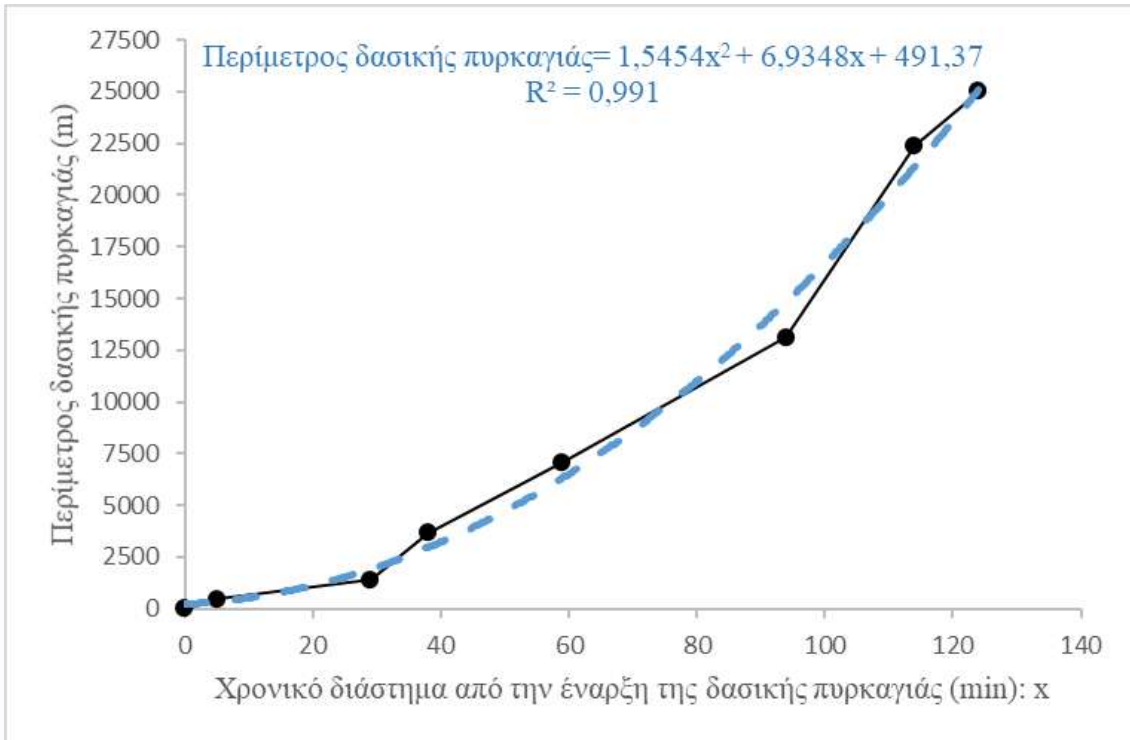
Ωρα	Χρονικό διάστημα από την έναρξη της δασικής πυρκαγιάς (min)	Περίμετρος δασικής πυρκαγιάς (m)	Εμβαδόν καμένης έκτασης (ha)	Σημειώσεις	Πεντέλη Ταχύτητα ανέμου/ριπές, $km \cdot h^{-1}$ (διεύθυνση)	Ραφήνα Ταχύτητα ανέμου/ριπές, $km \cdot h^{-1}$ (διεύθυνση)
6:46	5	451	1	Το πρώτο σπίτι στις φλόγες	52/84 (ΔΒΔ)	27/48 (Δ)
7:10	29	1.397	8	Εξάπλωση προς τα ΝΑ & τα κατάντη	50/81 (ΔΒΔ)	32/58 (ΔΝΔ)
7:19	38	3.657	19	2 δάκτυλοι (προς τα Α & ΝΑ)	55/79 (ΔΒΔ)	29/58 (ΔΒΔ)
7:40	59	7.093	122	Προσεγγίζοντας το Λύρειο Ίδρυμα & τον Νέο Βουτζά	34/52 (ΔΒΔ)	24/42 (ΔΒΔ)
8:15	94	13.116	406	Προσεγγίζοντας τη Λ. Μαραθώνος	38/57 (ΔΒΔ)	28/53 (ΔΒΔ)
8:35	114	22.367	736	Προσεγγίζοντας την ακτή	47/72 (ΔΒΔ)	28/56 (Δ)
8:45	124	25.019	859	Εξάπλωση προς τα ΝΑ	52/77 (ΔΒΔ)	27/52 (Δ)

Από το 38^ο min μετά την έναρξη της πυρκαγιάς (στις 17:19) έως το 59^ο min (στις 17:40), το εμβαδόν της καμένης έκτασης εξαπλασιάστηκε (από 19 σε 122 ha) και η περίμετρος σχεδόν διπλασιάστηκε (από 3.657 σε 7.093 m) (Πίνακας 3).



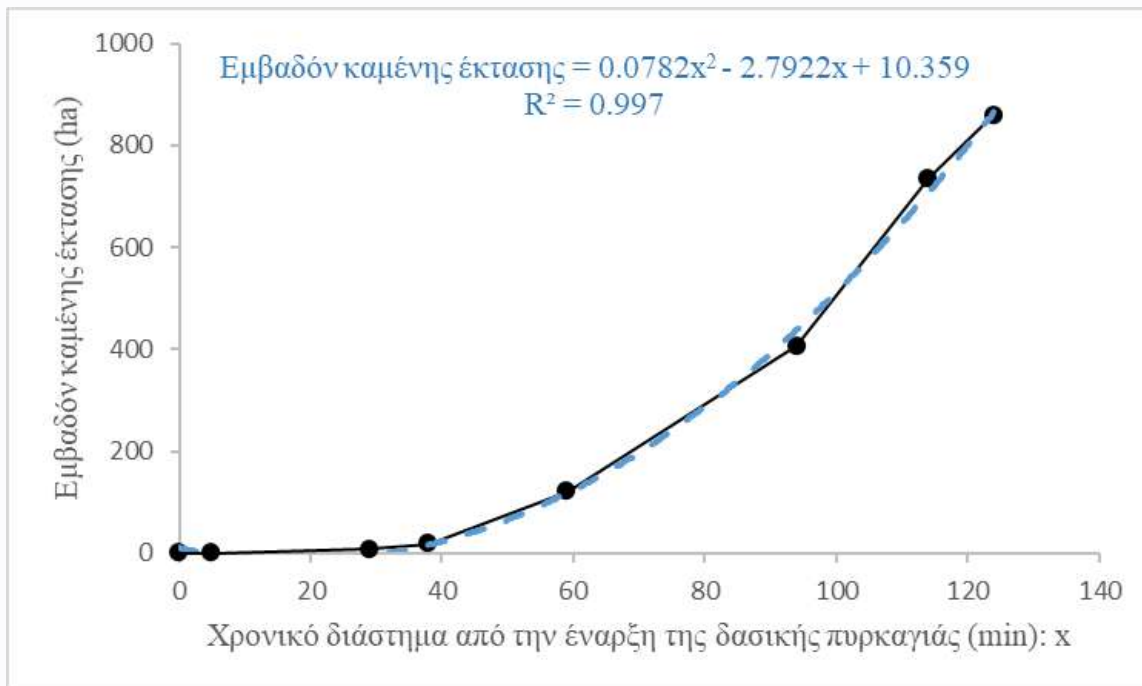
Σχήμα 1. Οπτικοποίηση των κύριων διευθύνσεων και των ισόχρονων γραμμών διάδοσης της πυρκαγιάς. Ο εκάστοτε αριθμός ταυτότητας (id), συνδέει το διάλυσμα με την αντίστοιχη εγγραφή του πίνακα 1. Οι εισοδοί - έξοδοι του οικισμού Νέου Βουτζά, από νότο προς βορρά είναι οι οδοί: Χρυσοστόμου Σμύρνης, Ισμήνης και Ρήγα Φεραίου. Η καμένη έκταση προέρχεται από την Υπηρεσία Χαρτογράφησης Καμένων Εκτάσεων (NOFFI-OBAM) του Εθνικού Παρατηρητηρίου Δασικών Πυρκαγιών (ΕΠαΔαΠ).

Figure 1. Wildfire spread visualization through vectors and isochrones. Vectors' id numbers may be utilized to spot the ROS and Slength values in the correspondent record of Table 1. The three brown lines are the Neos Voutzas settlement entrances/exits (Chrysostomou Smyrnis, Isminis and Riga Feraiou, from south to north). Burned area source: National Observatory of Forest Fires, Burned Area Mapping Service (NOFFI-OBAM).



Σχήμα 2. Συσχέτιση των τιμών της περιμέτρου (m) και του χρονικού διαστήματος από την έναρξη της δασικής πυρκαγιάς (min) που παρουσιάζονται στον πίνακα 3 και το πολυώνυμο 2^ο βαθμού που περιγράφει το ρυθμό αύξησής της.

Figure 2. Correlation of “wildfire perimeter” (m) and “elapsed time from the wildfire eruption” (min) values resulted in a second order polynomial equation that describes the wildfire perimeter growth rate.



Σχήμα 3. Συσχέτιση των τιμών του εμβαδού της καμένης έκτασης (ha) και του χρονικού διαστήματος από την έναρξη της δασικής πυρκαγιάς (min) που παρουσιάζονται στον πίνακα 3 και το πολυώνυμο 2^ο βαθμού που περιγράφει το ρυθμό αύξησής του.

Figure 3. Correlation of “burned area” (ha) and “elapsed time from the wildfire eruption” (min) values, resulted in a second order polynomial equation that describes the burned area growth rate.

Με βάση τις εξισώσεις των σχημάτων 2 & 3, αν υπήρχε ξηρά με βλάστηση στα ανατολικά (και όχι το όριο της ακτής) και οι συνθήκες παρέμεναν παρόμοιες, τότε στα 150 min από την έναρξη της πυρκαγιάς, η περίμετρος και το εμβαδόν της καμένης έκτασης θα ήταν της τάξης των 36.303 m και

1.351 ha, αντίστοιχα. Στην Πεντέλη, στις 15:10, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα ήταν 34°C και 28%, στις 16:40 ήταν 31 °C και 34% οπότε η τιμή της περιεχόμενης υγρασίας στα λεπτά νεκρά δασικά καύσιμα (FDFMC) εκτιμάται ίση με 5%, περίπου. Στην Ραφήνα, στις 17:00, ήταν 35 °C και 25% και στις 18:30 ήταν 33 °C και 28% οπότε η FDFMC εκτιμάται ίση με 6%, περίπου.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ο ROS δεν είναι το μοναδικό χαρακτηριστικό με βάση το οποίο μπορεί να εκτιμηθεί και να περιγραφεί η δυσκολία δασοπυρόσβεσης. Μία δασική πυρκαγιά που εξαπλώνεται με σχετικά χαμηλό ROS δεν είναι βέβαιο ότι καταστέλλεται εύκολα γιατί μπορεί άλλα ποσοτικά και ποιοτικά της χαρακτηριστικά να εμποδίζουν την αποτελεσματική δασοπυρόσβεση. Από την άλλη πλευρά, μία πυρκαγιά μπορεί να εξαπλωθεί με εντυπωσιακά υψηλό ROS σε λεπτά καύσιμα (π.χ. ξερά χόρτα), χωρίς όμως να απειλήσει σοβαρά ανθρώπους ή να προκαλέσει σημαντικές καταστροφές, αν φυσικά δεν υπάρχουν σημαντικές αδυναμίες στις κατασκευές και αν δεν λάβουν χώρα λανθασμένες συμπεριφορές από τους παρευρισκόμενους.

Η εξέλιξη της πυρκαγιάς έχει συνοπτικά περιγραφεί στις εργασίες των Ξανθόπουλος κ.α. (2018) και Xanthopoulos και Athanasiou (2019). Διαδόθηκε με εντυπωσιακά υψηλό ρυθμό εξάπλωσης προς τα κατάντη της ανατολικής πλαγιάς του Νέου Βουτζά (id 42, Σχήμα 1 & Πίνακας 1), υπερπήδησε τη λεωφόρο Μαραθώνος στις 18:18 (με ανατολική διεύθυνση εξάπλωσης) και στα ανατολικά αυτής πλέον, η διεύθυνση εξάπλωσής της μετατράπηκε κυρίως σε νοτιοανατολική ενώ κάποιοι δάκτυλοί της εξαπλώθηκαν και ως ανεξάρτητη πυρκαγιά κόμης (Αθανασίου 2019).

Το βόρειο τμήμα του οικισμού «Μάτι», σαρώθηκε κυρίως από τον ΒΑ ώμο της πυρκαγιάς ενώ ο δάκτυλος που εξήλθε της ρεματιάς που συνιστά το βόρειο όριο του Νέου Βουτζά, εξαπλώθηκε προς την Προβάλινθο και είτε συνάντησε – στα ανατολικά της - τις φλόγες του ΒΑ ώμου είτε ήδη καμένες περιοχές. Η επίδραση του ανέμου ήταν καθοριστική, όχι μόνο στην πολύ σημαντική αλλαγή στη διεύθυνση εξάπλωσης της πυρκαγιάς στα ανατολικά της Μαραθώνος αλλά και στην ευρύτερη περιοχή βορειοδυτικά και δυτικά της οδού Ειρήνης. Άνεμοι καναλισμού (gap winds) επίπεδοι ή κεκλιμένοι (Κωλέτσης 2010) εκδηλώθηκαν κατά τόπους, σε όλη την καμένη έκταση, επίσης. Επιπλέον, όχι μόνο οι «επιταχύνσεις» αλλά και οι «επιβραδύνσεις» στη διάδοση των φλογών (Πίνακας 1 & Σχήμα 1) σε συνδυασμό με τον πυκνό καπνό και την έλλειψη ορατότητας, δημιούργησαν κατά τόπους συνθήκες μιας πυρκαγιάς που εξαπλωνόταν «ακανόνιστα» και με «μη συμβατικό τρόπο».

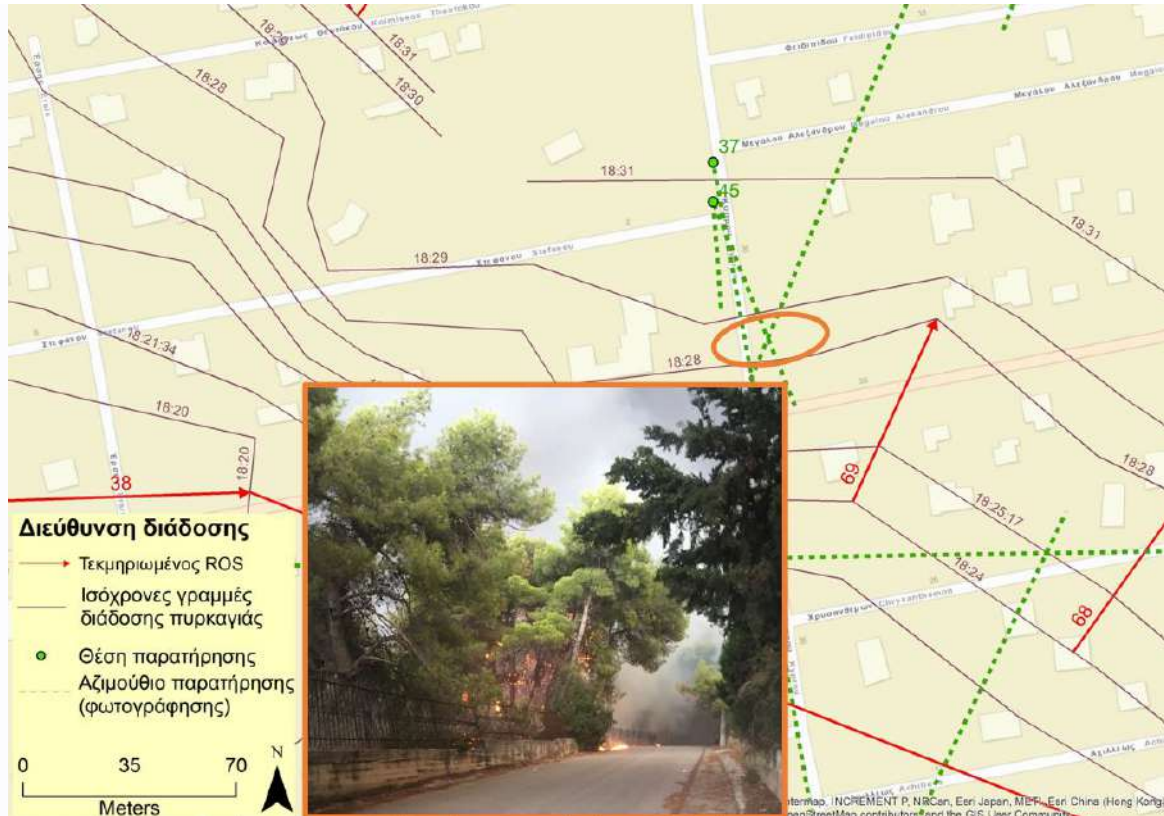
Από την καταγραφή της συμπεριφοράς της δασικής πυρκαγιάς στο πεδίο, τεκμηριώθηκε ότι ακόμη και οι μικρές αλλαγές στη διεύθυνση του ισχυρού ή/και θυελλώδους ανέμου, καθόρισαν ποιες από τις ζωντανές βελόνες, ακόμη και της ίδιας κόμης, θα καίγονταν και ποιες όχι. Χωρίς την επίδραση του ανέμου, οι ζωντανές βελόνες δεν καίγονταν (Σχήμα 4) και σε πολλές περιπτώσεις, υπήρξε «αυτοκατάσβεση». Η υψηλή περιεχόμενη υγρασία της ζωντανής επιφανειακής και εναέριας βλάστησης που έχει περιγραφεί από τους Xanthopoulos και Athanasiou (2019), η ετερογένειά της στις ζώνες μίξης δασών οικισμών όπου εξαπλώθηκε η πυρκαγιά και το ταχύτατο πέρασμα καυτών αερίων και καπνού σε συγκεκριμένες διευθύνσεις, εξηγούν το γιατί κάποια τμήματά της δεν καταναλώθηκαν από τη φωτιά (π.χ. στην Αργυρά Ακτή, Σχήμα 5) είτε νεκρώθηκαν είτε όχι. Επιπλέον, οι αλλαγές στη διεύθυνση του ανέμου, κατά τόπους καθόρισαν τη «γραμμή που χώριζε την επιβίωση από τον θάνατο», των ανθρώπων που βρέθηκαν εκτεθειμένοι στις συνθήκες που είχε δημιουργήσει η πυρκαγιά.

Η περιεχόμενη υγρασία της βλάστησης που κάηκε, οι τύποι της, τα κατά τόπους εκτιμώμενα φορτία διαθέσιμης προς καύση βιομάζας πρόκειται να αποτελέσουν αντικείμενα μελλοντικών εργασιών όπως και τα μήκη φλόγας που καταγράφηκαν, οι περίμετροι της πυρκαγιάς, στα χρονικά διαστήματα του Πίνακα 3 καθώς και τα χαρακτηριστικά των ζωνών μίξης δασών οικισμών (Wildland Urban Interface: WUI) και μίξης αγροτικών περιοχών οικισμών (Rural Urban Interface: RUI) οι οποίες σαρώθηκαν από την πυρκαγιά, μαζί με χαρακτηριστικές περιπτώσεις μη έγκαιρης και μη ασφαλούς απομάκρυνσης από ανθεκτικές στη δασική πυρκαγιά οικίες, με τραγικά αποτελέσματα.

Ο μεγάλος αριθμός των θυμάτων και οι θέσεις όπου οι περισσότεροι άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους, εξηγούνται σε κάποιο βαθμό, από:

- α) το ό,τι αποφάσεις για απομάκρυνση από κτίρια ελήφθησαν με σημαντική καθυστέρηση,
- β) τη μη γνώση του οδικού δικτύου της περιοχής από τους περαστικούς,
- γ) την αντικειμενικά αργή μετακίνηση ηλικιωμένων ανθρώπων και μικρών παιδιών,

- δ) τις συνθήκες μειωμένης ή μηδενικής ορατότητας οι οποίες είχαν δημιουργηθεί από τον πυκνό καπνό και τα καυτά αέρια που καθοδηγούνταν από θυελλώδη άνεμο και «ταξίδευαν» πολύ πιο γρήγορα από τις φλόγες φθάνοντας έως και την επιφάνεια του εδάφους,
- ε) την έλλειψη βασικών γνώσεων για την προστασία από τις δασικές πυρκαγιές,
- στ) τη μη έγκαιρη ενημέρωση των πολιτών για την απειλή, και
- ζ) τη σύγκριση της μέσης ταχύτητας βαδίσματος ενός υγιούς ανθρώπου (περί τα 80 m/min) με τις υψηλές τιμές του ROS (Πίνακας 1).



Σχήμα 4. Φωτογράφιση της περιοχής που περικλείεται από την πορτοκαλί έλλειψη (τμήμα της βόρειας πλευράς της πυρκαγιάς, ανατολικά της Μαραθώνος), στις 18:28 από τη θέση 45 (πηγή: Δημήτρης Βακρινός). Οι ζωντανές βελόνες των πεύκων δεν καίγονται χωρίς την επίδραση του ανέμου. Βλέπε, επίσης, διευθύνσεις και ισόχρονες γραμμές διάδοσης της πυρκαγιάς.

Figure 4. A photo taken by a citizen (Dimitris Vakrinós) from point 45, at 18:28, shows a segment of the north flank of the fire, east of Marathonos Av. The live pine needles do not burn without the influence of wind. Also notice the wildfire spread vectors and isochrones.



Σχήμα 5. Ανάμεσα στις οδούς Αργυράς Ακτής, Πανορμιτών Τήνου και Δημοκρατίας, πολλά δένδρα πεύκης και αρκετοί καλλωπιστικοί θάμνοι σε φράχτες αυλών, δεν κάηκαν ούτε νεκρόθηκαν. (α: Από την ακτή προς τα δυτικά, β: Στην οδό Πανορμιτών Τήνου, κοιτώντας δυτικά, γ: Στην οδό Πανορμιτών Τήνου, κοιτώντας ανατολικά. Λήψη στις 24/07/2018, από τον πρώτο συγγραφέα).

Figure 5. Between Argyras Aktis (Silver Coast), Panormiton Tinou, and Dimokratias streets, a few pine trees and ornamental shrubs in yards and fences were neither burned nor scorched. (a: Standing at the coast and looking westwards, b: In Panormiton Tinou street, looking westwards, c: In Panormiton Tinou street, looking eastwards. Photos taken on July 24, 2018, by the first author).

Τα ευρήματά της παρούσας εργασίας, για τη συμπεριφορά της δασικής πυρκαγιάς και την εξάπλωσή της, μπορούν να:

- α) προκαλέσουν προσαρμογές και αναθεωρήσεις σχεδίων αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών.
- β) δείξουν ότι η αύξηση της ανθεκτικότητας σπιτιών και οικισμών στις δασικές πυρκαγιές είναι απαραίτητη και συνδέεται λειτουργικά με την προστασία των πολιτών και την μείωση της έκθεσής τους στην απειλή που προέρχεται από τις δασικές πυρκαγιές. Δηλαδή, όταν δεν υπάρχει χρόνος για οργανωμένη, έγκαιρη και ασφαλή απομάκρυνση των πολιτών, τότε η μοναδική λύση είναι η καταφυγή τους σε ανθεκτικές κατασκευές, που πρέπει όμως να είναι προετοιμασμένες για να είναι ασφαλείς.
- γ) βοηθήσουν ουσιαστικά στην αποφυγή εξαγωγής βιαστικών και επιπόλαιων συμπερασμάτων και παραπλανητικών απλουστεύσεων κατά τις προσπάθειες ερμηνείας του δυστυχήματος και των τραγικών περιστατικών καθώς και κατά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της δασοπυρόσβεσης, για τη βελτίωσή της.
- δ) αξιοποιηθούν στην αποτελεσματική ενημέρωση των πολιτών η οποία μέχρι σήμερα στην Ελλάδα, δεν έχει ούτε τη θέση ούτε τον χώρο που χρειάζεται στον στρατηγικό σχεδιασμό και τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών.
- ε) αξιοποιηθούν για την αξιολόγηση της ακρίβειας των προβλέψεων των υπάρχοντων συστημάτων προσομοίωσης χωρικής εξάπλωσης και συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών, σε ακραίες συνθήκες.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον κ. Γιώργο Νικολακάκη και τον κ. Ηλία Τζηρίτη για τη βοήθεια που παρείχαν στον πρώτο συγγραφέα κατά τις εργασίες πεδίου καθώς και όλους εκείνους οι οποίοι είτε παρείχαν σημαντικό πρωτογενές φωτογραφικό και μαγνητοσκοπημένο υλικό είτε παραχώρησαν αξιόπιστες και μεγάλης σπουδαιότητας συνεντεύξεις, υποστηρίζοντας σημαντικά την ισχυρή τεκμηρίωση της συμπεριφοράς και της χωρικής εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς.

Abstract

The deadliest wildfire in Greece so far, and the second one worldwide for the 21st century, erupted on 23 July 2018, in the Northeastern Attica, Greece and set a new record for fire fatalities in the country. It was fanned by strong westerly winds, killed 102 people, injured more than 150, and burned more than 1,650 homes along with 1,431 hectares of agro-forestry vegetation and urbanized land. By utilizing photographs and video footage of numerous witnesses as well as interviews with residents, the wildfire behaviour was documented, and its spread was reconstructed. The findings that came out of the analysis of a huge amount of data, may support or lead to improvements, regarding fire plans, awareness raising, citizen education, home preparation and community's resilience. Furthermore, they may help avoid misconceptions as for the factors that led to disaster or for the firefighting effectiveness evaluation attempts.

Βιβλιογραφία

2009 Victorian Bushfires Royal Commission and Teague, B. 2010. 2009 Victorian Bushfires Royal Commission: final report 2009 Victorian Bushfires Royal Commission [Melbourne] <http://www.royalcommission.vic.gov.au/Commission-Reports>.

Αθανασίου, Μ., 2019. Πυρκαγιές κόμης σε Μεσογειακά πευκοδάση στην Ελλάδα: Σύγκριση της παρατηρηθείσας συμπεριφοράς με τις προβλέψεις του CFIS και μια εμπειρική προσέγγιση της πρόβλεψης της συμπεριφοράς τους. Πρακτικά του 19^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 29 Σεπτεμβρίου - 2 Οκτωβρίου 2019, Λιτόχωρο Πιερίας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 279-292.

Κωλέτσας, Ι., 2010. Μελέτη θυελλωδών ανέμων σε περιοχές της Ελλάδας με έντονο ορεινό ανάγλυφο. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 253 σελ.

Xanthopoulos, G., 1988. Greek forest fires and property damage: A brief history. Proceedings – Symposium and Workshop on “Protecting People and Homes from Wildfires in the Interior West”, October 6-8, 1987, Missoula, Montana, USA. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-251: 199-200.

Xanthopoulos, G., Labris, C. and Golfinos, C., 2002. The June 4, 2001 fire in the wildland urban interface areas of Northern Attica: Evolution, firefighting problems and damages. 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: 19-28.

Xanthopoulos, G., 2002. The forest fires of 1995 and 1998 on Penteli Mountain. Proceedings of the International Workshop on “Improving Dispatching for Forest Fire Control”. December 6- 8, 2001. Chania, Crete, Greece. G. Xanthopoulos, editor. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania, Crete, Greece: 85 – 94.

Ξανθόπουλος, Γ. και Caballero, D. 2007. Πυρκαγιές στη ζώνη μίξης δασών-οικισμών: μαθήματα από πρόσφατες καταστροφές. στο βιβλίο «Το αύριο εν κινδύνω: Φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές στην Ευρώπη και την Ελλάδα». Σαπουντζάκη Κ., επιμέλεια έκδοσης. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα: 131-156.

Xanthopoulos, G., 2008. Parallel lines. *Wildfire*. 17(1):8-20.

Ξανθόπουλος, Γ. και Αθανασίου, Μ., 2013. Η εξέλιξη της πυρκαγιάς της ΒΑ Αττικής της 21-24 Αυγούστου 2009 και η αντιμετώπισή της. Πρακτικά του 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 6-9 Οκτωβρίου 2013, Θεσσαλονίκη. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 73-83.

Ξανθόπουλος, Γ., 2016. Οι δασικές πυρκαγιές, η διαχείρισή τους στην Ελλάδα και το αποτύπωμά της στην Αττική. *Γεωγραφίες* 27: 72-88.

Ξανθόπουλος, Γ., Αθανασίου, Μ. και Καούκης, Κ., 2018. Η τραγωδία της 23ης Ιουλίου 2018 στην Ανατολική Αττική και τα διδάγματά της. Τριμηνιαία Έκδοση του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού ΔΗΜΗΤΡΑ, Ιούλιος – Αύγουστος – Σεπτέμβριος 2018, 23: 4-7.

Xanthopoulos, G. and Athanasiou, M., 2018. The fires of Mount Hymettus near Athens Greece (1996-2017): History and fire behavior characteristics. In proceedings of the 8th International Conference on Forest Fire Research: Advances in Forest Fire Research, 9-16 November 2018, Coimbra, Portugal. D. G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 122, full text on CD (p. 661-669), https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_73.

Xanthopoulos, G. and Athanasiou, M., 2019. A tale of two fires and a seaside tragedy. *Wildfire*, April 2019, Vol. 28.2: 18-21.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΔΡΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΑ ΚΥΘΗΡΑ

**Καούκης Κωνσταντίνος¹; Ξανθόπουλος Γαβριήλ¹; Αθανασίου Μιλτιάδης²;
Μάντακας Γεώργιος¹; Ξανθόπουλος Παναγιώτης¹; Νικηφοράκη Αλέξια²;
Σωφρονάς Σταύρος¹**

¹Ελληνικός Αγροτικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ» Ινστιτούτο Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος 11528 Αθήνα, Ιλίσια, Τηλ: 210 7793142, kako@fria.gr, gxnrte@fria.gr, mage@fria.gr, panosxant@hotmail.com, sofronass@gmail.com

²Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης, Νίκης 20, 105 57 Αθήνα, info@m-athanasiou.gr, alexia.nikiforaki@gmail.com

Περίληψη

Οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα δύσκολο πρόβλημα για την χώρα μας. Το νησί των Κυθέρων όπου μία σημαντική δασική πυρκαγιά έλαβε χώρα το 2017, δεν αποτελεί εξαίρεση. Με αφορμή αυτό το γεγονός, ξεκίνησε το 2019 ένα έργο για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών στο νησί με κινητοποίηση και των κατοίκων και με χρηματοδότηση από το Πράσινο Ταμείο. Οι δράσεις του έργου που περιγράφονται στην παρούσα εργασία ήταν ποικίλες αποτελούμενες από ένα επιστημονικό μέρος και από κοινωνικές δράσεις με τη συμμετοχή εθελοντών. Μεταξύ αυτών είναι η αποτύπωση και ανάλυση του προβλήματος των δασικών πυρκαγιών στο νησί, η αναγνώριση της των τύπων βλάστησης και η δημιουργία χάρτη καύσιμης ύλης, η αξιολόγηση, με τη βοήθεια των εθελοντών, του κινδύνου καταστροφής 610 κτισμάτων σε τρεις οικισμούς και η προσφορά προτάσεων προς τους ιδιοκτήτες για τη βελτίωση της ασφάλειάς τους, κλπ., καθώς και η ενημέρωση μαθητών, κατοίκων αλλά και στελεχών φορέων για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών.

Λέξεις κλειδιά: Πρόληψη Δασικών Πυρκαγιών, Εθελοντές, Οικισμοί, Αντιπυρικός σχεδιασμός.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές στη χώρα μας αποτελούν ένα σημαντικό φυσικό κίνδυνο που απασχολεί την κοινωνία και την επικαιρότητα κάθε καλοκαίρι. Μάλιστα, ενώ κατά μέσο όρο δεν παρατηρείται αύξηση της καμένης έκτασης, κατά τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει μια σαφής τάση αύξησης των καταστροφών. Για μια σειρά από λόγους (αυξημένος μετεωρολογικός κίνδυνος που αποδίδεται στην αλλαγή κλίματος, αύξηση της ποσότητας και συνέχειας της βιομάζας λόγω μειωμένης διαχείρισης των δασών αλλά και της υπαίθρου γενικότερα, αδυναμίες στη μεθοδολογία αντιμετώπισης, κλπ.) η αντιμετώπιση των πυρκαγιών γίνεται δυσκολότερη και η καταστροφικότητά τους μεγαλώνει. Μάλιστα, στη χώρα μας υπάρχει μια ιδιαιτερότητα που κάνει το πρόβλημα μεγαλύτερο από ότι στις άλλες Μεσογειακές χώρες. Η ιδιαιτερότητα αυτή είναι η ύπαρξη περισσότερων από 200 κατοικημένα νησιά όπου υπάρχουν μικρές ή και καθόλου δασοπυροσβεστικές δυνάμεις. Εκεί αν μια πυρκαγιά ξεφύγει την αρχική προσβολή από τις περιορισμένες αυτές δυνάμεις, μπορεί να λάβει γρήγορα διαστάσεις και να απειλήσει περιουσίες ή και ανθρώπους καθώς η άφιξη ενισχύσεων καθυστερεί σε σχέση με τις δυνατότητες που υπάρχουν στην ηπειρωτική χώρα. Έτσι, η μεγάλη σημασία της πρόληψης που είναι δεδομένη για όλη τη χώρα, γίνεται ακόμη μεγαλύτερη στη νησιωτική Ελλάδα ώστε να μειωθεί η πιθανότητα καταστροφών.

Τα παραπάνω ισχύουν ακόμη παραπάνω για το νησί των Κυθέρων που βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τις μεγάλες βάσεις εναέριων δασοπυροσβεστικών μέσων (Ελευσίνα, Ανδραβίδα και τελευταία Τρίπολη) και συνδέεται με περιορισμένα ακτοπλοϊκά δρομολόγια με τη Λακωνία (Νεάπολη, Γύθειο). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το νησί να έχει βιώσει αρκετές σημαντικές πυρκαγιές κατά την τελευταία εικοσαετία με πιο πρόσφατη την πυρκαγιά που ξεκίνησε την 4η Αυγούστου 2017 και έκαψε 24.710 στρέμματα, δηλαδή το 11.3% του νησιού. Στην πορεία εκτός από την οικολογική καταστροφή έθεσε σε κίνδυνο κατοικίες και υποδομές περιλαμβανομένης της ιστορικής μονής της Παναγίας Μυρτιώτισσας.

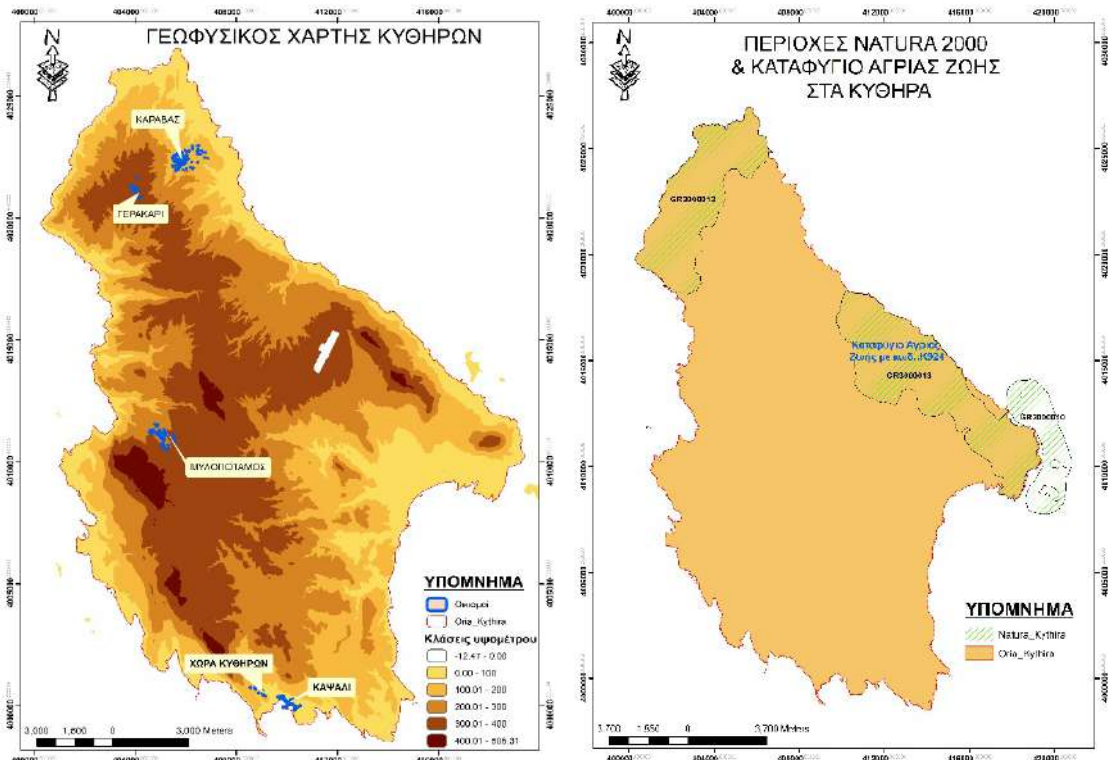
Με αφορμή την πυρκαγιά του 2017 και αναγνωρίζοντας την ανάγκη για καλύτερη πρόληψη στα Κύθηρα, ως παράδειγμα και για άλλα νησιά και περιοχές της Ελλάδας, η Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης (ΕΕΠΦ) και το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων (ΙΜΔΟ) του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού «ΔΗΜΗΤΡΑ», εκπόνησαν και υπέβαλαν μία πρόταση προς το Πράσινο Ταμείο του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας για ένα έργο με τίτλο «Καινοτόμα δράση για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών στα Κύθηρα με την κινητοποίηση και συνεργασία του πληθυσμού, πιλοτικά σε 3 οικισμούς». Το έργο εγκρίθηκε προς χρηματοδότηση και άρχισε να υλοποιείται τον Απρίλιο του 2019.

Στην παρούσα εργασία γίνεται παρουσίαση της φιλοσοφίας και των δράσεων του έργου με έμφαση στα καινοτόμα στοιχεία του και συζητούνται τα αποτελέσματα, οι προκλήσεις και οι δυσκολίες που αντιμετώπιστηκαν.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή Μελέτης

Το νησί των Κυθήρων βρίσκεται στην νότια Ελλάδα, ανάμεσα στην Πελοπόννησο και την Κρήτη, στο σημείο που το Ιόνιο, το Αιγαίο και το Κρητικό πέλαγος συναντώνται. Παλαιότερα ήταν γνωστό και με την ενετική ονομασία Τσιρίγο. Το νησί έχει μήκος 29 χιλιόμετρα και πλάτος 18 χιλιόμετρα και η συνολική του έκταση είναι 277,746 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η ακτογραμμή του φτάνει τα 90 χιλιόμετρα, περίπου. Τα Κύθηρα μπορούν να χαρακτηρισθούν ορεινά (Σχήμα 1), με δύο κύριες οροσειρές, μια στα ανατολικά και μια δυτικά, ανάμεσα στις οποίες υπάρχει ένα ομαλό οροπέδιο. Αυτές οι δύο οροσειρές διακλαδίζονται σε μικρότερα βουνά, ενώ ανάμεσά τους υπάρχουν βαθιά φαράγγια. Ρεματιές με πολύ νερό υπάρχουν κοντά στον Μυλοπόταμο, στον Καραβά και στα Μητάτα, ενώ οι άλλες περιοχές βασίζονται για την ύδρευση σε πηγάδια. Στο Μυλόποταμο υπάρχουν καταρράκτες και το νερό χρησιμοποιείται για να κινεί νερόμυλους, ενώ εκεί είναι το πιο εύφορο τμήμα του νησιού.



Σχήμα 1. Γεωφυσικός χάρτης και χάρτης με τις προστατευόμενες περιοχές στα Κύθηρα
Figure 1. Geophysical map and map of protected areas in Kythira

Γεωγραφικά τα Κύθηρα ανήκουν στα Επτάνησα και ενσωματώθηκαν μαζί τους με την Ελλάδα το 1867. Είναι το 15^ο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και έχει 64 κοινότητες. Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ο πληθυσμός του νησιού ανέρχεται στους 3.956 κατοίκους.

Το κλίμα των Κυθήρων όπως αναφέρεται από τους Τσαγκάρη και Προύτσος (2018), κατατάσσεται κατά Κορρεν στο Csa: δηλαδή θαλάσσιο με διακριτό ξηρό και πολύ θερμό θέρος ($pH < 30$ mm και $T_{H>22} > 22$ °C). Από τη βιοκλιματική διερεύνηση, προκύπτει ότι η επικρατούσα βλάστηση στο νησί αντιστοιχεί στις θερμομεσογειακές διαπλάσεις της Ανατολικής Μεσογείου. Η περιοχή υπάγεται στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με θερμό χειμώνα, εμφανίζοντας δύο μεσογειακούς ορόφους, τον έντονο και τον ασθενή θερμομεσογειακό.

Σήμερα ο δήμος Κυθήρων περιλαμβάνει ολόκληρο το νησί και υπάγεται στην Περιφερειακή Ενότητα Νήσων της περιφέρειας Αττικής. Η μη-ιδιωτική περιουσία στα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα δεν ανήκει στο δημόσιο, αλλά στην Εγχώριο Περιουσία Κυθήρων και Αντικυθήρων. Η Εγχώριος Περιουσία Κυθήρων και Αντικυθήρων είναι ένας θεσμός που χρονολογείται από την Αγγλοκρατία. Στην περιουσία της Εγχώριου Περιουσίας στην οποία ανήκουν όλες οι εκτάσεις των Κυθήρων, των Αντικυθήρων και των κοντινών νησίδων που δεν ανήκουν σε ιδιώτες, περιλαμβάνονται τα προσκυνήματα τριών μοναστηριών των Κυθήρων, τα αγαθά που ορίζονται ως κοινόχρηστα, όπως ο αιγιαλός, οι δρόμοι και οι πλατείες, καθώς επίσης τα οχυρωματικά έργα (κάστρα) των Βενετών και εγκαταλελειμμένα κτίρια που ανήκαν σε ιδιώτες. Επίσης περιουσία της Εγχώριου Περιουσίας είναι οι Αλυκές των Κυθήρων.

Στο νησί των Κυθήρων συναντώνται περιοχές που ανήκουν στο Δίκτυο Natura 2000 (GR3000010, GR3000013). Ακόμη, υπάρχει μια περιοχή η οποία είναι χαρακτηρισμένη ως Καταφύγιο Άγριας Ζωής (KAZ) με κωδικό: K924 (Σχήμα 1).

Μεθοδολογία

Το έργο με τίτλο «Καινοτόμα δράση για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών στα Κύθηρα με την κινητοποίηση και συνεργασία του πληθυσμού, πιλοτικά σε 3 οικισμούς» είχε σαν στόχο την ενημέρωση και κινητοποίηση του πληθυσμού των Κυθήρων για τις δασικές πυρκαγιές με στόχο την καλύτερη πρόληψη, τη μείωση πιθανών καταστροφών και τη βελτίωση της ασφάλειας, μέσω αξιολόγησης του προβλήματος, ως συμβολή στον ευρύτερο αντιτυρικό σχεδιασμό του νησιού, και πιλοτικής εφαρμογής τοπικών δράσεων σε τρεις επιλεγμένες περιοχές-οικισμούς του νησιού. Ειδικότερα ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα για την υλοποίησή του.

Μελέτη του ιστορικού και των παραμέτρων των δασικών πυρκαγιών στα Κύθηρα.,

Αυτό επιτεύχθηκε ερευνώντας τις καταγεγραμμένες πυρκαγιές της τελευταίας πεντηκονταετίας, αναζητώντας στοιχεία από δημοσιεύματα στα μέσα μαζικής ενημέρωσης, αλλά και από την ανάλυση των στατιστικών των δασικών πυρκαγιών της δασικής και της πυροσβεστικής υπηρεσίας για την τελευταία εικοσαετία.

Αναγνώριση και περιγραφή της καύσιμης ύλης στο νησί των Κυθήρων.

Για την υλοποίηση αυτού του μέρους του έργου, πραγματοποιήθηκαν εργασίες πεδίου σε όλο το νησί από την ομάδα μελέτης για την αναγνώριση των τύπων δασικής καύσιμης ύλης για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς της δασικής πυρκαγιάς (ένταση πυρκαγιάς, μήκος φλόγας, ταχύτητα εξάπλωσης) με βάση το μαθηματικό μοντέλο του Rothermel (1972). Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί ως δεδομένα εισόδου για την πρόβλεψη της ταχύτητας διάδοσης της πυρκαγιάς, την ταχύτητα του ανέμου, την κλίση του εδάφους, την υγρασία της καύσιμης ύλης και ένα «μοντέλο καύσιμης ύλης» (fuel model) (M.K.Y.). Συγκεκριμένα, αναγνωρίστηκαν, καταγράφηκαν και ταξινομήθηκαν σε κλάσεις οι πιο σημαντικοί τύποι δασικής και αγροδασικής καύσιμης ύλης (βλάστησης) στα Κύθηρα και αντιστοιχίστηκαν με υπάρχοντα αντιπροσωπευτικά Ελληνικά Μοντέλα Καύσιμης Ύλης (M.K.Y.) (Δημητρακόπουλος κ.α. 2001, Dimitrakopoulos 2002), τα οποία μάλιστα έχουν αξιολογηθεί στην πράξη σε πραγματικές πυρκαγιές το Ελληνικό χώρο (Αθανασίου και Ξανθόπουλος 2015). Επίσης, δημιουργήθηκαν δύο νέα M.K.Y. για τα Κύθηρα σύμφωνα με τη μεθοδολογία που πρότειναν οι Xanthopoulos και Manasi 2002, για να περιγράψουν καταστάσεις βλάστησης οι οποίες δεν μπορούσαν να αντιπροσωπευτούν επαρκώς από τα υφιστάμενα ελληνικά M.K.Y.

Δημιουργία χάρτη της δασικής καύσιμης ύλης για το νησί των Κυθήρων.

Η δημιουργία του χάρτη βασίστηκε στους τύπους καύσιμης ύλης που αναγνωρίστηκαν κατά το προηγούμενο βήμα και την αντιστοίχιση με M.K.Y. που ακολούθησε. Δόθηκε έμφαση στην ακριβή αποτύπωση των ορίων μεταξύ των διαφορετικών τύπων βλάστησης καθώς και στην καταγραφή των ειδών, της διάταξης, του ύψους και της δομής της βλάστησης, με τελικό στόχο τη δημιουργία χάρτη M.K.Y. της περιοχής μελέτης ο οποίος να ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Συγκεκριμένα,

πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες επισκέψεις κατά τις οποίες έγιναν παρατηρήσεις του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος καθώς και καταγραφή των χαρακτηριστικών της δασικής και αγροτικής βλάστησης. Η αποκτηθείσα στο πεδίο πληροφορία, επέτρεψε τη δημιουργία ενημερωμένου χάρτη βλάστησης και χάρτη Μ.Κ.Υ. μεγάλης χαρτογραφικής κλίμακας και ακρίβειας, η οποία πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ ή GIS). Αρχικά, αξιοποιήθηκε ο αναρτημένος χάρτης της Δασικής Υπηρεσίας για την αναγνώριση των ορίων των εκτάσεων που διέπονται από τη δασική νομοθεσία (κατηγορία Δ). Στη συνέχεια έγινε φωτοερμηνευτικά ψηφιοποίηση των δασών, δασικών εκτάσεων που ακολουθήθηκε από περαιτέρω διαχωρισμό με κριτήριο τα εκάστοτε αντιπροσωπευτικά Μ.Κ.Υ. (δηλαδή τα κατάλληλα για την περιγραφή της βλάστησης) και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα πολύγωνα. Ομοίως, ψηφιοποιήθηκαν και οι αγροτικές και λουπές εκτάσεις με βάση τις ιδιότητες της επιφανειακής καύσιμης ύλης τους. Τμήματα που δεν είχαν χαρακτηριστεί στον αναρτημένο δασικό χάρτη, ψηφιοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ως πληροφορία τις δορυφορικές εικόνες του Google Earth, αλλά και το παρεχόμενο οπτικό υλικό του δασικού χάρτη στο Κτηματολόγιο (<https://gis.ktimanet.gr/wms/forestfinal/default.aspx>). Στη συνέχεια έγινε έλεγχος και επιβεβαίωση με βάση τις φωτογραφίες που είχαν συλλεγεί στο πεδίο, καθώς και με αυτοψία τυχαίων σημείων στο νησί.

Κινητοποίηση και συνεργασία του πληθυσμού σε τρεις επιλεγμένους οικισμούς

Από την αρχική μελέτη των πυρκαγιών στο νησί, τις επιτόπιες παρατηρήσεις κατά τις πρώτες επισκέψεις αλλά και μετά από συζητήσεις με φορείς και κατοίκους επιλέχθηκαν τρεις οικισμοί ως χώροι εφαρμογής και επίδειξης για το έργο. Οι οικισμοί αυτοί είναι η Χώρα Κυθήρων και το Καναάλι στο νότιο τμήμα του νησιού, ο Μυλοπόταμος στο κέντρο και ο Καραβάς και το Γερακάρι στο βόρειο τμήμα. Σε αυτούς του οικισμούς διοργανώθηκαν εκδηλώσεις για τον πληθυσμό με ομιλίες ενημέρωσης και συζήτηση για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Δόθηκε έμφαση στη κατανόηση της σημασίας που έχουν οι πυρκαγιές για το φυσικό περιβάλλον και τι κίνδυνο συνεπάγονται για τη ζωή και την περιουσία των ιδίων, αλλά και την ευμάρεια του νησιού. Από αυτές τις εκδηλώσεις προέκυψαν ομάδες εθελοντών που υποστήριξαν τη συνέχεια του έργου. Παράλληλα, σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν ομιλίες και δράσεις για τους μαθητές τόσο των δημοτικών σχολείων όσο και του Γυμνασίου και Λυκείου των Κυθήρων.

Αξιολόγηση της επικινδυνότητας μεμονωμένων κτισμάτων στους τρεις οικισμούς

Το τελευταίο βήμα για την ολοκλήρωση του έργου περιλάμβανε την αξιολόγηση μεμονωμένων κτισμάτων. Συγκεκριμένα, καταγράφηκαν σε ειδικές φόρμες τα χαρακτηριστικά 704 κτισμάτων στους τρεις επιλεγμένους οικισμούς, από τις εθελοντικές ομάδες των κατοίκων του νησιού. Οι φόρμες που χρησιμοποιήθηκαν είχαν δημιουργηθεί στο πλαίσιο προηγούμενου ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου με τον τίτλο INCA (Τσαγκάρη κ.α. 2013). Τελικά, έγινε αξιολόγηση του κινδύνου καταστροφής από δασική πυρκαγιά 610 κτισμάτων καθώς τα υπόλοιπα αναγνωρίστηκε ότι ήταν εγκαταλελειμμένα ή οι φόρμες τους είχαν σοβαρές ελλείψεις.

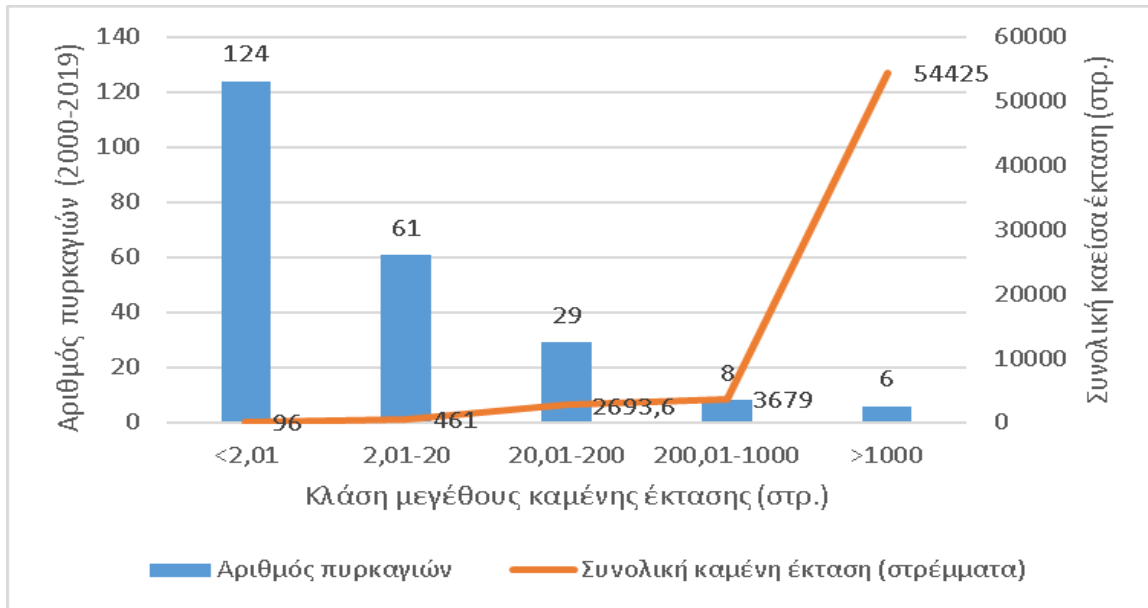
Για την εκτίμηση του κινδύνου καταστροφής ενός κτίσματος καταγράφηκαν η υπάρχουσα και γειτνιάζουσα βλάστηση (ποσότητα, πυκνότητα, εγγύτητα), η κατάσταση του οικήματος από πλευράς ανθεκτικότητας των δομικών του στοιχείων στη φωτιά (ξύλο, μέταλλο, σοβάς – μπετόν, πλαστικό, ελενίτ), τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και η κατάσταση του οδικού δικτύου πέριξ του κτίσματος (πυκνότητα, ποιότητα και πλάτος δρόμου, κλίση, ύπαρξη διεξόδου ανάγκης). Από τα παραπάνω προέκυψε μια εκτίμηση του κινδύνου του κάθε σπιτιού, επιτρέποντας τη δημιουργία προτάσεων για τις αναγκαίες εκ μέρους του κάθε ιδιοκτήτη ενέργειες για βελτίωση της ασφάλειας το σπίτι του (βελτιώσεις δομικών στοιχείων, καθαρισμοί, εξοπλισμός) αλλά και τις πιθανές αντιδράσεις του σε περίπτωση πυρκαγιάς (αντιμετώπιση, διαφυγή).

Αποτελέσματα

Ιστορικό και παράμετροι των δασικών πυρκαγιών στα Κύθηρα

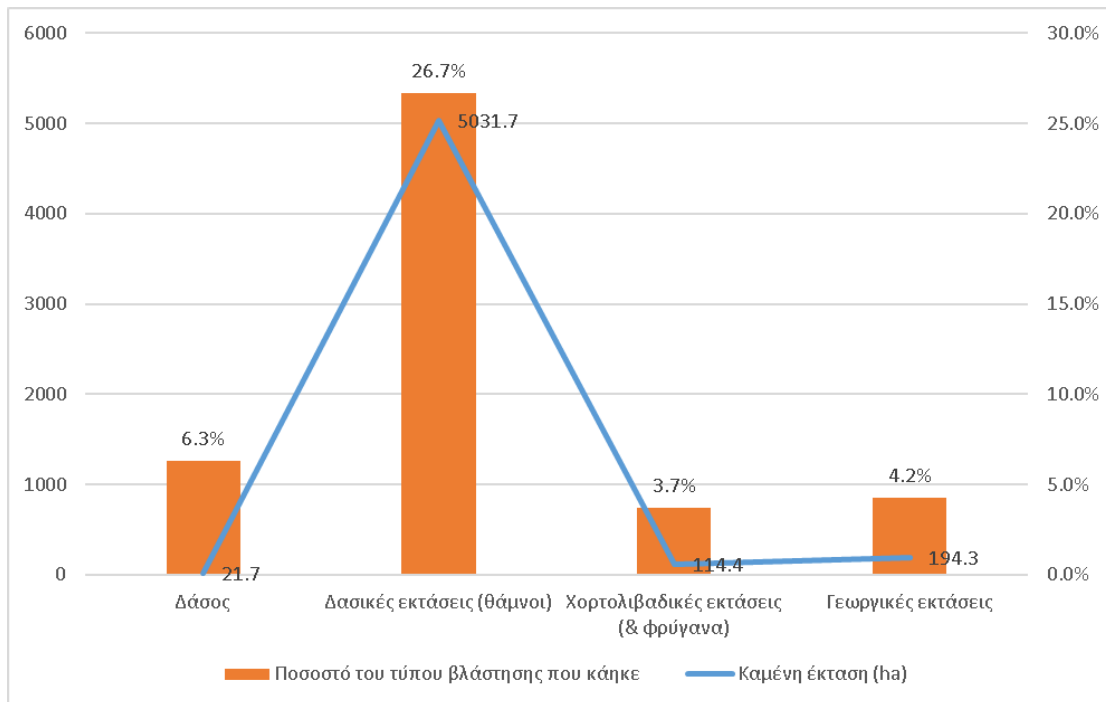
Κατά την επεξεργασία των δεδομένων για τις δασικές πυρκαγιές στο νησί, από τα αρχεία του Πυροσβεστικού Σώματος (Π.Σ.), προέκυψε ότι κατά την εικοσαετία 2000-2019 κάηκαν συνολικά 61.355 στρέμματα από 228 τουλάχιστον πυρκαγιές. Μία μόνο από αυτές αφορούσε στο νησί των Αντικυθήρων (29/11/2012), η οποία έκαψε 10 στρέμματα δασικής έκτασης. Η μέση καμένη έκταση ανά πυρκαγιά ανήλθε στο 269,10 στρέμματα όμως η κατανομή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς η μεγαλύτερη καμένη έκταση προέρχεται από ένα πολύ μικρό αριθμό πυρκαγιών. Για να γίνει αυτή η

κατανομή περισσότερο αντιληπτή, οι πυρκαγιές διαχωρίστηκαν με βάση την καμένη έκταση σε πέντε (5) κλάσεις καμένης έκτασης, με την πρώτη κλάση έως 2 στρέμματα και ακολούθως έως 20, 200, 1000 και >1000 στρέμματα. Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η κατανομή των πυρκαγιών σε σχέση με το μέγεθος της καμένης έκτασης και αναδεικνύεται η σημασία των λίγων μεγάλων περιστατικών.

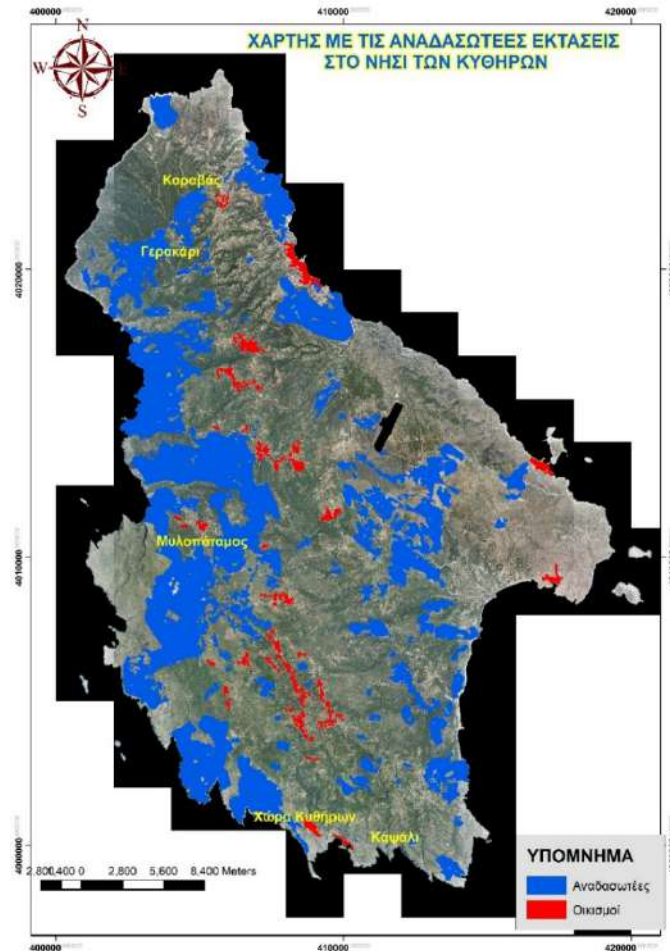


Σχήμα 2. Κατανομή του αριθμού των πυρκαγιών της περιόδου 2000-2019 στα Κύθηρα σε κλάσεις μεγέθους και της συνολικής καμένης έκτασης ανά κλάση μεγέθους.
 Figure 2. Distribution of the number of fires of the period 2000-2019 in Kythira in size classes and the total burned area per size class.

Η καμένη έκταση σε εκτάρια ανά τύπο βλάστησης καθώς και το ποσοστό αυτής ως προς τη συνολική κάλυψη του τύπου, για 220 πυρκαγιές με πλήρη στοιχεία, παρουσιάζεται στο σχήμα 3. Δεν περιλαμβάνονται οι καμένες εκτάσεις σε σκουπιδότοπους.



Σχήμα 3. Η καμένη έκταση ανά τύπο βλάστησης στα Κύθηρα (2000-2019) και ποσοστό αυτής ως προς τη συνολική κάλυψη του τύπου (N=220 πυρκαγιές με πλήρη στοιχεία).
 Figure 3. Burned area per vegetation type in Kythira (2000-2019) and burned percent of the total coverage of that type (N = 220 fires with complete data).



Σχήμα 4. Αναδασωτέες εκτάσεις στα Κύθηρα 1980-2018 (>20 στρέμματα)
 Figure 4. Reforestable areas in Kythira 1980-2018 (> 20 acres)

Από τις κηρύξεις των αναδασωτέων εκτάσεων στο νησί, αναδείχθηκαν οι περιοχές που δέχονται την μεγαλύτερη πίεση από τις αγροδασικές πυρκαγιές. Οι αναδασωτέες εκτάσεις προέρχονται από τον κυρωμένο δασικό χάρτη του νησιού και αφορούν την περίοδο 1977-2018. Η χωρική κατανομή των αναδασωτέων εκτάσεων στο νησί των Κυθήρων, όπως αυτές παρουσιάζονται στον αναρτημένο δασικό χάρτη της Δασικής Υπηρεσίας, παρουσιάζεται στο σχήμα 4. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χωρική κατανομή έγινε αφαιρώντας από τον αναρτημένο χάρτη τις εκτάσεις που ήταν μικρότερες των 20 στρεμμάτων, με την παραδοχή ότι αυτές αφορούσαν εκτάσεις από εκχέρσωση και όχι από πυρκαγιά, καθώς η ακριβής πληροφορία δεν ήταν διαθέσιμη.

Αναγνώριση και περιγραφή της καύσιμης ύλης στο νησί των Κυθήρων.

Η επικρατούσα βλάστηση στο νησί των Κυθήρων περιλαμβάνει κυρίως θαμνώδεις, φρυγανικές καθώς και καλλιεργήσιμες εκτάσεις (δενδροκομικές ή μη). Μία μικρή σχετικά έκταση στο βόρειο μέρος του νησιού, κοντά στον οικισμό Γερακάρι, καλύπτεται από υψηλό δάσος που έχει προέλθει από αναδασώσεις, με κύριο είδος την χαλέπιο πεύκη (*Pinus halepensis*) (Σχήμα 5). Γενικά η βλάστηση δημιουργεί ένα μωσαϊκό δασικής και αγροδασικής βλάστησης, αποτελούμενη κυρίως από αστοιβίδα (*Sarcopoterium spinosum*), ασπάλαθο (*Calycotome villosa*), αφάνα ή χινοπόδι (*Genista acanthoclada*), θυμάρι (*Coridothymus capitatus*), λαδανιά (κυρίως *Cistus creticus*), πουρνάρι (*Quercus coccifera*), σχίνο (*Pistacia lentiscus*), ρέικι (*Erica manipuliflora* και *Erica arborea*), κουμαριά (*Arbutus unedo*), φοινικική άρκευθο (*Juniperus phoenicea*), χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*), κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*), ελιά (*Olea europaea*) κ.α..



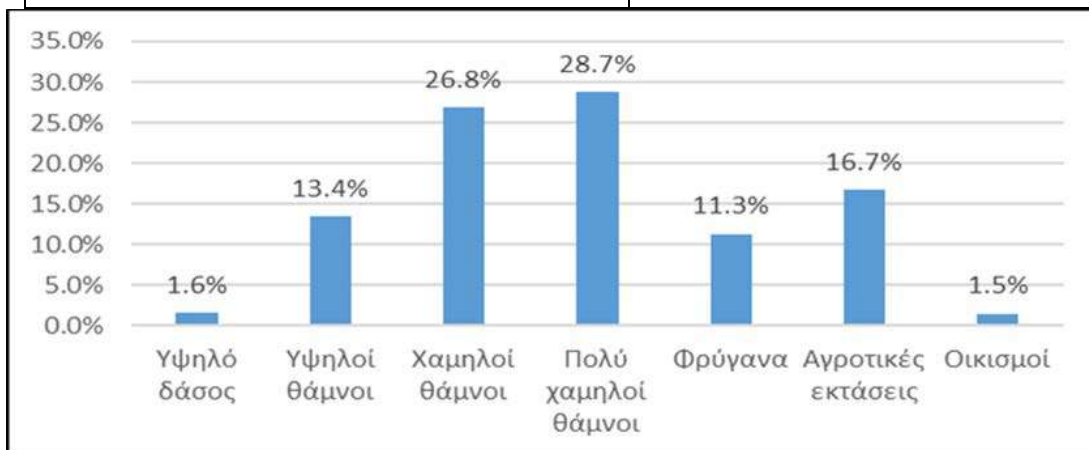
Σχήμα 5. Ψηλό δάσος κοντά στο Γερακάρι (A) αποτελούμενο από Χαλεπίου πεύκη σε μίξη με ευκάλυπτο δίπλα σε αείφυλλα πλατύφυλλα (B) βορειοδυτικά του οικισμού Γερακάρι.

Figure 5. High forest near Gerakari (A) consisting of Aleppo pine mixed with eucalyptus next to evergreen broadleaves (B) northwest of Gerakari settlement

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι ευρείες κλάσεις βλάστησης που αναγνωρίστηκαν από τις εργασίες πεδίου και τα Μ.Κ.Υ. με τα οποία επιλέχτηκε να αντιστοιχιστούν για την εκπροσώπησή τους ως προς την πρόβλεψη συμπεριφοράς πυρκαγιάς. Επισημαίνεται ότι είναι δυνατή η περαιτέρω λεπτομερέστερη αντιστοίχιση τύπων βλάστησης - Μ.Κ.Υ. από έμπειρους χρήστες όταν επικεντρωθούν και κάνουν αναγνώριση σε συγκεκριμένες περιοχές.

Πίνακας 1. Οι κλάσεις της καύσιμης ύλης και τα αντιπροσωπευτικά Μ.Κ.Υ.
Table 1. The fuel classes and the representative M.K.Y.

Κλάση της καύσιμης ύλης	Μ.Κ.Υ.
α. Υψηλό δάσος	Υψηλά μακί (ύψος 1,5 έως 3,0 m)
β. Υψηλοί θάμνοι (μέσο ύψος > 1,5 m)	Υψηλά μακί (ύψος 1,5 έως 3,0 m)
γ. Χαμηλοί θάμνοι (μέσο ύψος 0,8 – 1,5 m)	Χαμηλά μακί (ύψος έως 1,5 m)
δ. Πολύ χαμηλοί θάμνοι (μέσο ύψος < 0,8 m)	Το τοπικό Μ.Κ.Υ. ΚΥΘ1
ε. Φρύγανα (μέσο ύψος < 0,5 m)	Αστοιβίδα
στ. Αγροτικές εκτάσεις (χόρτα)	Μεσογειακά χορτολίβαδα



Σχήμα 6. Ποσοστιαία κατανομή των κλάσεων βλάστησης
Figure 6. Percentage distribution of vegetation classes

Στο επόμενο στάδιο χαρτογραφήθηκε και αποτυπώθηκε η καύσιμη ύλη σχεδόν στο σύνολο του νησιού. Χρησιμοποιώντας τις κλάσεις βλάστησης και την αντιστοίχιση με τα Μοντέλα Καύσιμης Ύλης (Μ.Κ.Υ.) ολοκληρώθηκε η αποτύπωση για το νησί. Η ποσοστιαία κατανομή της καύσιμης ύλης για το νησί των Κυθίων εμφανίζεται στο σχήμα 6.

Αξιολόγηση της επικινδυνότητας μεμονωμένων κτισμάτων στους τρεις οικισμούς.

Τα δεδομένα από τις φόρμες για τα κτίσματα που συμπλήρωσαν οι εθελοντές (Σχήμα 7) εισήχθησαν σε λογισμικό MS Excel όπου και έγινε υπολογισμός δεικτών επικινδυνότητας όπως περιγράφεται από τους Τσαγκάρη κ.α. (2013). Ο Συνολικός Δείκτης Κινδύνου Καταστροφής Κτίσματος (Κ) προέκυψε ως γινόμενο των επί μέρους Δεικτών «Κινδύνου από τα χαρακτηριστικά πυρκαγιάς» (Α) και «Τρωτότητας κτίσματος» (Τ), πολλαπλασιαζόμενο επί ένα συντελεστή που προσαρμόζει την τελική τιμή του Κ στο πεδίο τιμών 0-100: $K=A \cdot T \cdot 0.0458$.

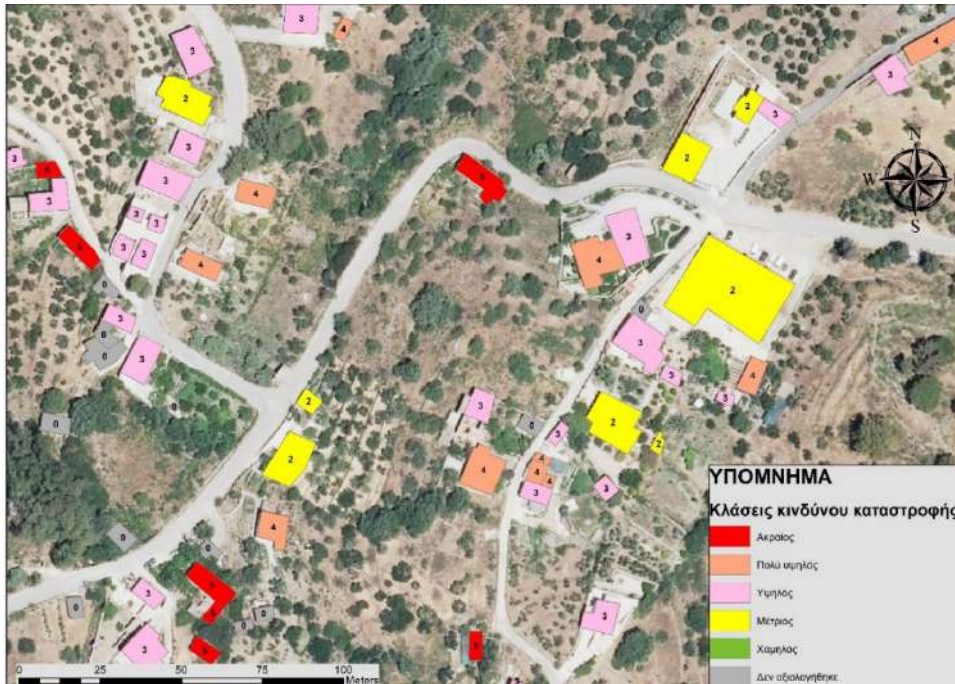
The form contains various assessment criteria such as: 'Α1. Κατομή επιφανείας κοντά στην κατοικία', 'Α2. Υπάρχει κόμη υψηλών δένδρων (αναρριχή)', 'Α3. Σε τι ύψος ξεκινάει τα κλαδιά των δένδρων από το έδαφος (εάν υπάρχουν)', 'Α4. Πόσο είναι η μικρότερη απόσταση της βλάστησης από την κατοικία', 'Β. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ', 'Γ. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ', 'Δ. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΥΚΟΛΙΑΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΔΙΑΦΥΓΗΣ', 'Ε. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ', 'Ζ. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ'. Each criterion has a 'Μία επιλογή' (One choice) or 'Όσα ισχύουν' (All that apply) column.

Σχήμα 7: Φόρμα συλλογής δεδομένων για την αξιολόγηση κινδύνου καταστροφής κτισμάτων από δασική πυρκαγιά
Figure 7: Data collection form for evaluation of the risk of destruction of structures by a forest fire

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του κινδύνου καταστροφής των 610 κτισμάτων στους τρεις οικισμούς, παρουσιάζονται περιληπτικά στον Πίνακα 3. Περαιτέρω, ο δείκτης Κ για όλα τα κτίρια παρουσιάστηκε σε χάρτη ώστε να είναι εύκολη για τις αρχές η εποπτική αξιολόγηση προτεραιοτήτων προστασίας σε περίπτωση πυρκαγιάς (Σχήμα 8).

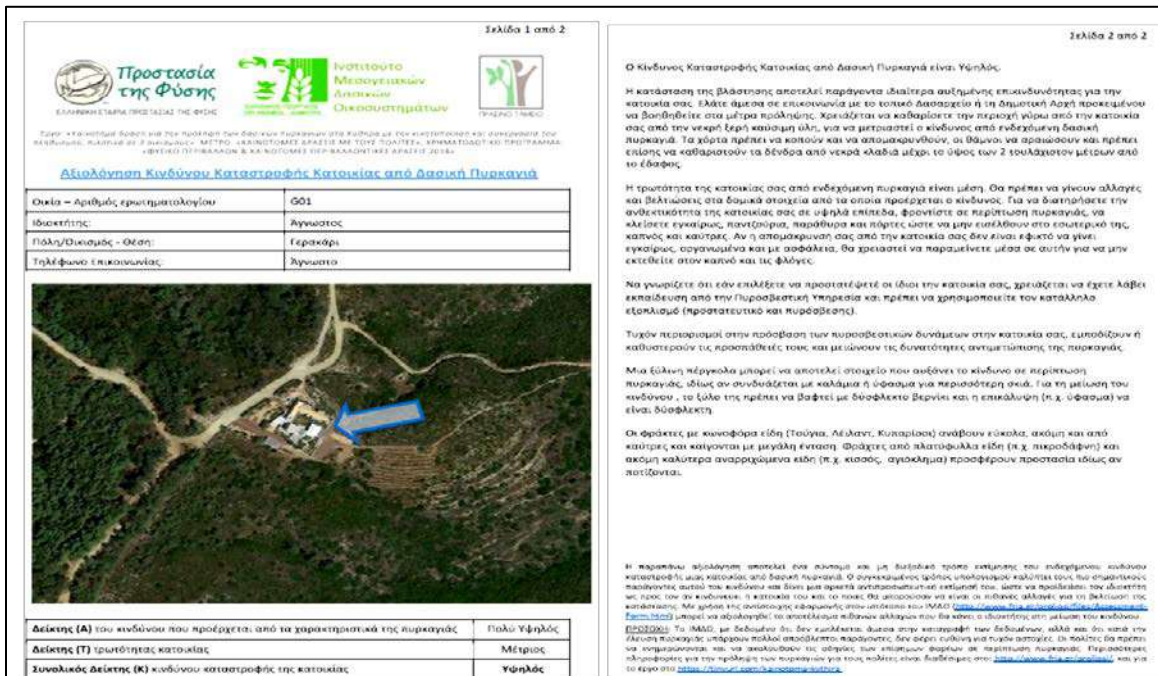
Πίνακας 3. Αξιολόγηση Κινδύνου Καταστροφής Κτισμάτων από Δασική Πυρκαγιά
Table 3. Risk Assessment Disaster Housing of Forest Fire

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	Ακραίος (5)	Πολύ υψηλός (4)	Υψηλός (3)	Μέτριος (2)	Χαμηλός (1)	Αξιολογήθηκαν
Καραβάς	24	86	122	25	5	262
Γερακάρι	3	12	21	12	3	51
Μυλοπόταμος	11	9	53	50	37	160
Χώρα Κυθήρων	0	5	3	3	1	12
Καψάλι	4	9	38	34	40	125
ΣΥΝΟΛΟ	42	121	237	124	86	610



Σχήμα 8: Αποτύπωση της επικινδυνότητας καταστροφής κτηρίων από δασική πυρκαγιά σε τμήμα του οικισμού Καραβά
 Figure 8: Presentation on a map of the risk of destruction of structures by a forest fire in part of the Karavas settlement

Μετά την αξιολόγηση του κινδύνου καταστροφής για κάθε κτίριο τα αποτελέσματα γνωστοποιήθηκαν προσωπικά σε κάθε ένα ιδιοκτήτη μέσω της φόρμας Αξιολόγησης Κινδύνου Καταστροφής Κτίσματος από Δασική Πυρκαγιά (Σχήμα 9), έτσι ώστε ο καθένας να γνωρίζει σε ποια κλάση επικινδυνότητας εμπίπτει το κτίσμα του, καθώς και σε ποιες ενέργειες ενδεχόμενα θα πρέπει να προβεί, ώστε να μειώσει την επικινδυνότητα γι' αυτό, βελτιώνοντας, κατ' επέκταση την προσωπική και οικογενειακή του ασφάλεια στην περίπτωση πυρκαγιάς.



Σχήμα 9: Αξιολόγηση Κινδύνου Καταστροφής Κτίσματος από Δασική Πυρκαγιά
 Figure 9: Risk Assessment Disaster Housing of Forest Fire

Επιπλέον των ανωτέρω ο χάρτης καύσιμης ύλης που δημιουργήθηκε για τα Κύθηρα αξιοποιήθηκε σε σειρά προσομοιώσεων εξάπλωσης πυρκαγιάς ιδίως περίξ των 3 οικισμών. Αυτές οι προσομοιώσεις

στη συνέχεια συνδυάστηκαν με την αποτύπωση της επικινδυνότητας καταστροφής των κτισμάτων, και με επιπλέον στοιχεία που προέκυψαν από αναλύσεις με Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) (οδικό δίκτυο, σημεία ασφάλειας, σημεία ιδιαίτερου κινδύνου λόγω συνδυασμού τοπογραφίας και βλάστησης) αποτελώντας έναν προκατασταλτικό σχεδιασμό για τις συγκεκριμένες περιοχές.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Το έργο όπως αναφέρθηκε υλοποιήθηκε στη νήσο Κύθηρα και περιελάμβανε ένα επιστημονικό μέρος και ένα μέρος συνεργασίας με τους κατοίκους. Το επιστημονικό μέρος του έργου αποτύπωσε και ανέλυσε το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών στο νησί προσφέροντας βαθύτερη γνώση και ποσοτικοποίηση πολλών παραμέτρων του κινδύνου, αποτελώντας πλέον ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των αρχών για την πρόληψη αλλά και καταστολή των πυρκαγιών. Από την άλλη, η κοινωνική προσέγγιση στην πρόληψη, είχε ιδιαίτερα μεγάλη αξία καθώς έγινε με την βοήθεια ομάδων εθελοντών κατοίκων του νησιού οι οποίες δημιουργήθηκαν κατά τις συναντήσεις που διοργανώθηκαν στο πλαίσιο του έργου και εκπαιδεύτηκαν από την επιστημονική ομάδα του ΙΜΔΟ και της ΕΕΠΦ. Η εμπλοκή αυτών στην αξιολόγηση των κτισμάτων, αλλά και σε άλλες δράσεις (αναδάσωση, καθαρισμοί καύσιμης ύλης) σε συνδυασμό με τη διάδοση γνώσης κατά τη διάρκεια ομιλιών σε διάφορα μέρη του νησιού, περιλαμβανομένων ενημερωτικών εκδηλώσεων σε μαθητές όλων των βαθμίδων αλλά και συναντήσεων/ενημερώσεων φορέων και επιχειρηματιών, οπωσδήποτε κινητοποίησαν ένα σημαντικό τμήμα του πληθυσμού, σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές και την πρόληψή τους.

Η έλευση του Covid-19, οπωσδήποτε επηρέασε τον χρονοισμό του έργου το χρονοδιάγραμμα του οποίου χρειάστηκε να παραταθεί. Παράλληλα, η μη δυνατότητα κίνησης προς το νησί των Κυθέρων (από Αθήνα αλλά και το εξωτερικό) επηρέασε πρακτικά στοιχεία όπως οργάνωση εκδηλώσεων, βελτίωση ασφάλειας κτισμάτων βάσει των προτάσεων στις φόρμες, κλπ.. Χωρίς την παρουσία των στελεχών των δύο φορέων κατά τη διάρκεια των περιόδων καραντίνας, στον ρόλο του συντονισμού και έμπνευσης των εθελοντικών ομάδων, σε κάποιες περιπτώσεις, μείωσε τη συνοχή τους και τον ρυθμό των δράσεων. Αυτό ανέδειξε τη σημασία που θα είχε η συνεχής παρουσία και συντονισμός από τοπικούς κατάλληλα εκπαιδευμένους συντονιστές. Μια τέτοια επένδυση στην πρόληψη θα μπορούσε να εξοικονομήσει πολύ μεγάλα ποσά στην καταστολή. Σε ένα χώρο όπως τα Κύθηρα, με τις ιδιαιτερότητες του προβλήματος των δασικών πυρκαγιών σε αυτό, η μακροχρόνια συμβολή των κατοίκων στην πρόληψη μπορεί να αποτελέσει τον ακρογωνιαίο λίθο για την ασφάλειά τους και την αποφυγή καταστροφών.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία έγινε στο πλαίσιο του έργου «Καινοτόμα δράση για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών στα Κύθηρα με την κινητοποίηση και συνεργασία του πληθυσμού, πιλοτικά σε 3 οικισμούς» που χρηματοδοτήθηκε μέσω του μέτρου «Καινοτόμες Δράσεις με τους Πολίτες» στον άξονα: «Καινοτόμες Δράσεις» του χρηματοδοτικού προγράμματος: «Φυσικό Περιβάλλον & Καινοτόμες Περιβαλλοντικές Δράσεις 2018» του Πράσινου Ταμείου, το οποίο ευχαριστούμε. Επίσης ευχαριστούμε θερμά τον προϊστάμενο του τοπικού κλιμακίου του Πυροσβεστικού Σώματος Επιπυραγό κ. Σπυρίδωνα Φουντουλάκη για την αμέριστη βοήθεια που πρόσφερε για την υλοποίηση του έργου, αλλά και τους υπευθύνους και τα μέλη των ομάδων εθελοντών κατοίκων, για τη συμβολή τους στις δράσεις που περιγράφηκαν. Ιδιαίτερα αξιοσημείωτη ήταν επίσης η συμβολή της εκπαιδευτικής κοινότητας στο νησί η οποία βοήθησε στη μεταφορά του μηνύματος της πρόληψης στους μαθητές. Τέλος, ευχαριστούμε τον Μίλτο Γκλέτσο, στέλεχος της ΕΕΠΦ, για το συντονισμό του έργου σε επίπεδο διοικητικής και οικονομικής στήριξης.

Abstract

Forest fires are a difficult problem for our country. The island of Kythera, where a significant forest fire took place in 2017, is no exception. That forest fire inspired a project, funded by the Green Fund, that was launched in 2019, aiming to improve fire prevention on the island by mobilizing the residents, with funding from the Green Fund. The project activities described in this paper consisted both of a scientific part and of social activities with the participation of volunteers. Among them are documentation and analysis of the problem of forest fires on the island, identification of vegetation types and creation of a fuel map. Additionally, teams of volunteers carried out assessments of the risk of destruction of 610

houses in three settlements, providing suggestions and ideas to the owners on how to improve their safety, etc.. Furthermore, a series of lectures and events disseminated the message of fire prevention to students, residents and personnel of the local authorities.

Βιβλιογραφία

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

Rothermel, R. C., 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. USDA For. Serv. Res. Pap. INT 115. 40 p.

Xanthopoulos, G. and Manasi, M., 2002. A practical methodology for the development of shrub fuel models for fire behavior prediction. In Proc. 4th Int. Conf. on Forest Fire Research. November 18-23, 2002. Luso-Coimbra, Portugal (on CD) – Abstract p.124.

Αθανασίου, Μ. και Ξανθόπουλος, Γ., 2015. Δασικές Πυρκαγιές σε Μεσογειακούς Θαμνώνες, Φρύγανα και Χορτολίβαδα στην Ελλάδα: Σύγκριση της Παρατηρηθείσας Συμπεριφοράς Πυρκαγιάς με τις Προβλέψεις του Behaviorplus. Πρακτικά του 17ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Αργοστόλι Κεφαλονιάς, 4-7 Οκτωβρίου 2015. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Σελ 175-183.

Αθανασίου, Μ., Ξανθόπουλος, Γ., Μαρτίνης, Α., Φούκης, Θ. και Γαϊτάνη, Σ., 2017. Δημιουργία Μοντέλου Καύσιμης Ύλης για τη λαδανιά (*Cistus spp.*) στην Ελλάδα. Πρακτικά του 18ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου & International Workshop, 8-11 Οκτωβρίου 2017, Έδεσσα Πέλλας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Σελ. 698-705.

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

Τσαγκάρη, Κ., Ξανθόπουλος, Γ., Ρούσσοι, Α., Δασκαλάκου, Ε., Σαπουντζάκη, Κ. και Καλογήρου, Σ., 2013. Εκτίμηση κινδύνου καταστροφής κατοικιών από δασικές πυρκαγιές στη ζώνη μίξης Δασών – Οικισμών: Μια προσέγγιση με τη βοήθεια εθελοντών. Σελ. 106-114. Στα πρακτικά του 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου & Annual Meeting of Prosilva Europe, 6-9(13) Οκτωβρίου 2013, Θεσσαλονίκη.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΠΟΥ ΟΔΗΓΗΣΑΝ ΣΤΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΕΤΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΤΗΣ 23^{ης} ΙΟΥΛΙΟΥ 2018

Κουλουκούρας, Ηλίας; Γκανάτσας, Πέτρος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, iliaskoul@windowslive.com, pgana@for.auth.gr

Περίληψη

Η πυρκαγιά της 23 Ιουλίου 2018 στα Γεράνεια Όρη και οι πλημμύρες που ακολούθησαν το επόμενο έτος, στις 25 Νοεμβρίου 2019 είχαν ιδιαίτερα έντονα χαρακτηριστικά. Αυτά τα καιρικά φαινόμενα με τα ακραία χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με το γεωλογικό υπόθεμα και το έντονο ανάγλυφο της περιοχής, οδήγησαν σε εκτεταμένες καταστροφές, παρόλο τα αντιδιαβρωτικά έργα. Αυτά δεν ήταν αρκετά για να μετριάσουν την ένταση, ενώ εμφανής ήταν η έλλειψη των αντιπλημμυρικών έργων που δεν πρόλαβαν να γίνουν. Αποτέλεσμα ήταν η φυσική αναγέννηση που είχε κάνει την εμφάνισή της να παρασυρθεί μαζί με το γόνιμο επιφανειακό έδαφος, το οποίο μαζί με τις σγκωδέστερες φερτές ύλες και τους καμένους κορμούς να συγκεντρωθούν με ορμή στα πεδινά εδάφη και να οδηγήσουν σε πρωτοφανείς πλημμύρες και καταστροφές. Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια ανάλυσης των αιτιών που συνέβαλαν στη επιδείνωση των καταστροφών και τι μπορούσε να αλλάξει στο σχεδιασμό της αποκατάστασης.

Λέξεις κλειδιά: Γεράνεια Όρη, πυρκαγιά, πλημμύρα, αντιδιαβρωτικά έργα, Κινέτα.

Εισαγωγή

Την περιοχή των Γερανείων Ορέων, από την πλευρά της Κινέτας του Δήμου Μεγαρέων, έπληξε δασική πυρκαγιά στις 23 Ιουλίου 2018. Η πυρκαγιά ξεκίνησε στις 12.03 μ.μ. και διήρκεσε πάνω από ένα 24ώρο. Οι πλημμύρες που ακολούθησαν ξεκίνησαν το βράδυ της 24^{ης} Νοεμβρίου και συνεχίστηκαν έως τις πρώτες πρωινές ώρες της 25^{ης} Νοεμβρίου 2019. Η ραγδαιότητα των βροχοπτώσεων σε λίγες ώρες οδήγησε σε έντονη υδατοστερεοπαροχή, ιδιαίτερα στη λεκάνη του ρέματος Πίκα, η οποία είναι η μεγαλύτερη υδρολογική λεκάνη της περιοχής και συγκεντρώνει τις απορροές των ρεμάτων από τις νότιες πλαγιές των Γερανείων Ορέων.

Η Διεύθυνση Αναδασώσεων Αττικής την ίδια χρονιά της πυρκαγιάς συνέταξε μελέτες αντιπλημμυρικών και αντιδιαβρωτικών έργων. Το 2019 ξεκίνησαν και ολοκληρώθηκαν τα αντιδιαβρωτικά έργα (κορμοδέματα, κορμοφράγματα) σε τμήματα των καμένων περιοχών. Τα αντιπλημμυρικά έργα (φράγματα από συρματοπλεκτα κιβώτια Sarsanetti και φράγματα βάρους από σκυρόδεμα) δεν εκτελέστηκαν, και μετά τις πλημμύρες του 2019 προκηρύχθηκαν ξανά οι μελέτες από την Περιφέρεια Αττικής, συμπεριλαμβάνοντας και τα πεδινά τμήματα της περιοχής. Μέχρι στιγμής δεν έχουν ξεκινήσει να εκτελούνται κάποια έργα.

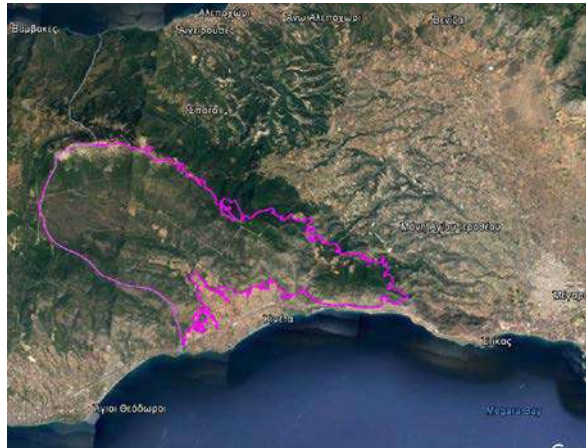
Μια πρώτη ανάλυση για τις αιτίες του πλημμυρικού φαινομένου στην περιοχή, δημοσιεύτηκε από την επιστημονική ομάδα του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Σχολή Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος (Lekkas κ.α. 2019). Σύμφωνα με τους συγγραφείς, τα πρωτοφανή καιρικά φαινόμενα, σε συνδυασμό με την ολοσχερή καταστροφή της βλάστησης, το έντονο ανάγλυφο με απότομες πλαγιές και κλίσεις, ήταν αναμενόμενο να οδηγήσουν σε μεγάλες καταστροφές.

Για την εξαγωγή ακριβών, επιστημονικά τεκμηριωμένων, συμπερασμάτων απαιτείται επιτόπια παρατήρηση και αποτίμηση των αποτελεσμάτων των επεμβάσεων οι οποίες έλαβαν χώρα, ώστε να αναλυθούν τα χαρακτηριστικά στα οποία πρέπει να γίνονται αυτές οι επεμβάσεις μετά τις πυρκαγιές.

Η σημασία τους έγκειται στη γνώση που θα αποκομίσουμε, ώστε στις επόμενες περιπτώσεις να γίνει ταυτόχρονα ένας πιο στοχευμένος σχεδιασμός και μια έγκαιρη εκτέλεση έργων.

Υλικά και Μέθοδοι

Αρχικά συγκεντρώθηκαν όλες οι πληροφορίες σχετικά με τα γεγονότα της εποχής, όπως επίσημες ανακοινώσεις σχετικών φορέων, ιστοσελίδων, αντίστοιχων εργασιών, άρθρων και μελετών που αφορούν την περιοχή. Μέσω του συστήματος «Copernicus Emergency Management Service – Mapping» έχει γίνει η καταγραφή των καμένων περιοχών, η οποία αποτυπώνεται στην Εικόνα 1. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν επανειλημμένες επισκέψεις στην περιοχή τα επόμενα δύο έτη μετά την πυρκαγιά. Κατά τη διάρκεια των επισκέψεων επιβεβαιώθηκαν με GPS χειρός οι διάφορες χωρικές πληροφορίες σχετικά με τις καμένες εκτάσεις και τα αντιδιαβρωτικά έργα που εκτελέστηκαν και τα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 1. Καταγραφή καμένων περιοχών μέσω συστήματος "Copernicus Emergency Management Service - Mapping"
Picture 1. Recording of burned areas through the system "Copernicus Emergency Management Service - Mapping"

Λήφθηκε επίσης πλούσιο φωτογραφικό υλικό που αποτύπωνε τη μεταπυρική κατάσταση. Συντάχθηκε ο χάρτης πετρωμάτων με βάση την ανάλυση του γεωλογικού χάρτη των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας λεκανών απορροής υδατικών διαμερισμάτων Αττικής. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των κλίσεων των καμένων εκτάσεων με βάση τα στοιχεία που υπάρχουν στη μελέτη αντιπλημμυρικών έργων (Διεύθυνση Αναδασώσεων Αττικής 2018). Επίσης, συγκεντρώθηκαν αναλυτικά στοιχεία σχετικά με τα έργα που εκτελέστηκαν και τη χωρική κατανομή τους στην έκταση των καμένων εκτάσεων. Η αναγέννηση του δάσους εντοπίστηκε με φωτογραφική απεικόνιση την επόμενη χρονιά μετά την πυρκαγιά (καλοκαίρι 2019, πριν τις πλημμύρες). Τα χαρακτηριστικά της καταιγίδας της 25^{ης} Νοεμβρίου 2019 προσδιορίστηκαν από μετρήσεις σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, όπως αναφέρονται σε σχετική μελέτη του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τέλος για την αποτύπωση της καταστροφής από τις πλημμύρες της σφοδρής κακοκαιρίας «Γηρυόνης» χρησιμοποιήθηκαν δημοσιευμένες δορυφορικές εικόνες της Δυτικής Αττικής και Ανατολικής Κορινθίας από τον ευρωπαϊκό δορυφόρο Sentinel-2, που λήφθηκαν τη Δευτέρα 25/11/2019 και δημοσιεύθηκαν στην ιστοσελίδα «meteo.gr».

Αποτελέσματα

Χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς

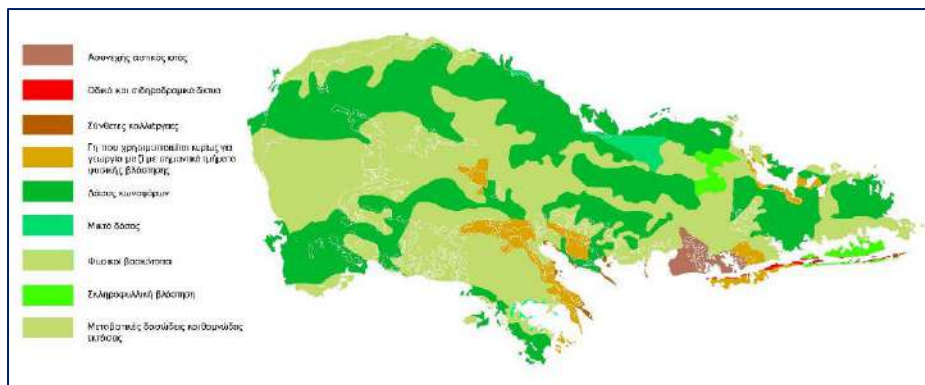
Η πυρκαγιά ξεκίνησε το μεσημέρι της 23 Ιουλίου 2018. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία, η πυρκαγιά ξέσπασε στις 12:03 σε δασική περιοχή ψηλά στα Γεράνια Όρη πάνω από την περιοχή της Κινέτας. Λόγω της μεγάλης ταχύτητας των ανέμων, κατέβαινε με ταχύτητα προς τους οικισμούς, οι οποίοι εκκενώθηκαν άμεσα. Η φωτιά πέρασε πάνω από την Εθνική Οδό Αθηνών - Κορίνθου και σταμάτησε στη θάλασσα. Σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών οι άνεμοι στην περιοχή ήταν δυτικής κατεύθυνσης και έπνεαν στον Ισθμό Κορίνθου με 101 km/h, στην Ελευσίνα με 84 km/h και στους Αγίους Θεοδώρους με 76 km/h. Παράλληλα οι υψηλές θερμοκρασίες (39°C) και ξηρές αέριες μάζες συνέβαλαν στην ταχύτερη εξάπλωση της πυρκαγιάς. Όπως προκύπτει από τα στοιχεία της δορυφορικής υπηρεσίας Copernicus Emergency Management Service (EMS) της ΕΕ, βάσει των στοιχείων του ευρωπαϊκού πληροφοριακού συστήματος για τις δασικές πυρκαγιές – EFFIS, η συνολική καμένη έκταση στην περιοχή ανάντη της Κινέτας ανέρχεται σε 56.133 στρ. εκ των οποίων 53.157 στρ. δασών και δασικών εκτάσεων και 2.976 στρ. οικιστικών περιοχών.

Οικοσυστήματα που επλήγησαν από την πυρκαγιά

Η περιοχή που κάηκε στο μεγαλύτερο μέρος της εντάσσεται χλωριδικά στην Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia ilicis*, Παραλιακή, λοφώδης και υποορεινή περιοχή). Μικρό τμήμα της προς τα βόρεια ανήκει στη ζώνη δασών Οξιάς-Ελάτης και ορεινών παραμεσόγειων κωνοφόρων (*Fagetalia*). Κύριο δασοπονικό είδος του καμένου δάσους ήταν η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis*), σε μείξη με σκληρόφυλλα πλατύφυλλα (κυρίως πουρνάρι και σχίνο). Παρουσιάζει τη μορφή του τυπικού πευκοδάσους της Αττικής με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων από πουρνάρι, κουμαριά, σχίνο, φυλλίκι κλπ. (Διεύθυνση Αναδάσωσης Αττικής, 2018). Σύμφωνα με το χάρτη κάλυψης γης του Corine, διαπιστώνεται ότι οι δύο μεγάλες κατηγορίες κάλυψης γης είναι τα δάση κωνοφόρων (χαλέπιος πεύκη) με 22.860 στρ. και οι μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις με 25.848 στρ. (Πίνακας 1, Εικόνα 2). Η πυρκαγιά έκαψε μέρος της περιοχής Natura 2000 (Τόπος Κοινοτικής Σημασίας με κωδικό GR2530005, «Ορη Γεράνεια») και του Καταφυγίου Άγριας Ζωής «περιοχή Γερανείων Δήμου Μεγάρων».

Πίνακας 1. Κάλυψη γης κατά Corine Land Cover 2018
Table 1. Land cover by Corine Land Cover 2018

ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ ΚΑΤΑ CORINE		ΕΚΤΑΣΗ (στρμ.)	ΠΟΣΟΣΤΟ
Κατηγορία	Κωδικός		
Ασυνεχής αστικός ιστός	112	812,0	1,5%
Οδικά - Σιδηροδρομικά δίκτυα	122	150,0	0,3%
Σύνθετες καλλιέργειες	242	170,6	0,3%
Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης	243	3319,0	5,9%
Δάσος κωνοφόρων	312	22860,0	40,9%
Μεικτό δάσος	313	1191,3	2,1%
Φυσικοί βοσκότοποι	321	81,0	0,1%
Σκληροφυλλική βλάστηση	323	1420,0	2,5%
Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις	324	25848,0	46,3%
ΣΥΝΟΛΟ		55851,9	100%



Εικόνα 2. Χάρτης κάλυψης γης κατά Corine Land Cover 2018
Picture 2. Land cover map according to Corine Land Cover 2018.



Εικόνα 3. Γεωλογικός Χάρτης περιοχής (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2017)
 Picture 3. Geological Map of the area (Special Secretariat for Water, Ministry of Environment and Energy, 2017)

Γεωλογικές και εδαφολογικές συνθήκες

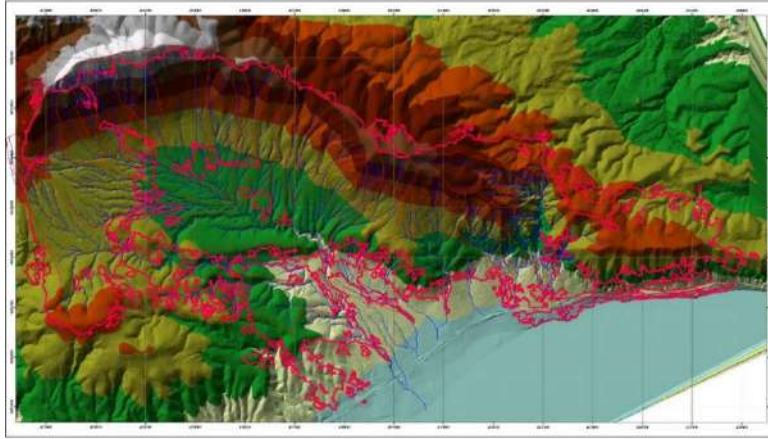
Γεωλογικά η περιοχή μελέτης ανήκει στην Υποπελαγονική ζώνη. Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της Υποπελαγονικής ζώνης είναι οι μεγάλες οφιολιθικές μάζες και η συνοδευούσα σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Με βάση τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, τη μεγαλύτερη έκταση στις καμένες εκτάσεις (Εικόνα 3) καταλαμβάνουν οι ασβεστόλιθοι, δολομίτες (με σχιστόλιθους), σε ποσοστό 52,1% και με 35,9%, από κορήματα και ιζηματογενείς σχηματισμούς.

Πίνακας 2. Κατανομή γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής
 Table 2. Distribution of geological formations of the area

Γεωλογικοί σχηματισμοί	Έκταση (στρμ.)	Ποσοστό (%)
Ιζηματογενείς σχηματισμοί Πλειστόκαινου	7200	12,9
Ασβεστόλιθοι, δολομίτες (με σχιστόλιθους)	29100	52,1
Κώνοι κορημάτων, κορήματα & ριπίδια Πλειστόκαινου	12850	23,0
Κώνοι κορημάτων, κορήματα & ριπίδια σύγχρονα	1400	2,5
Σύγχρονες προσχώσεις, αλλουβιακές αποθέσεις, υλικά αναβαθμίδων, μανδύες αποσάρθρωσης, παράκτιες αποθέσεις	4100	7,3
Ιζηματογενείς σχηματισμοί Νεογενούς και Πλειοπλειστοκαίνου	1200	2,2
ΣΥΝΟΛΟ	55850	100

Ορειογραφική διαμόρφωση - ανάγλυφο

Διαπιστώθηκε αρχικά ότι όσο αυξάνει το υψόμετρο και πλησιάζουμε στην κορυφογραμμή των Γερανείων Ορέων, τόσο οι κλίσεις αυξάνονται, με συνέπεια το ανάγλυφο της περιοχής να γίνεται απότομο και δύσβατο (Εικόνα 4). Ο ορεινός όγκος των Γερανείων υψώνεται στο βορειοδυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου Αττικής. Το ανάγλυφο είναι πολυπόκιλο και σε ποσοστό άνω του 50% της όλης επιφάνειας επικρατούν εγκάρσιες κλίσεις 60% και άνω, κυρίως στα βόρεια, ενώ νοτιότερα εμφανίζονται ηπιότερες κλίσεις. Ένας μεγάλος αριθμός ρεμάτων μικρής και μεγάλης διαδρομής διασχίζει την καμένη έκταση σε όλη την επιφάνεια και εξαιτίας των ισχυρών κλίσεων καταλήγει σε δυο μεγάλα ρέματα της περιοχής. Οι κλίσεις αποτυπώνονται στο σχετικό χάρτη κλίσεων (Εικόνα 4). Τα υψόμετρα ποικίλουν από 1000 μέτρα (θέση Αέρας) ως 30 μ (περιοχή Πανόραμα).



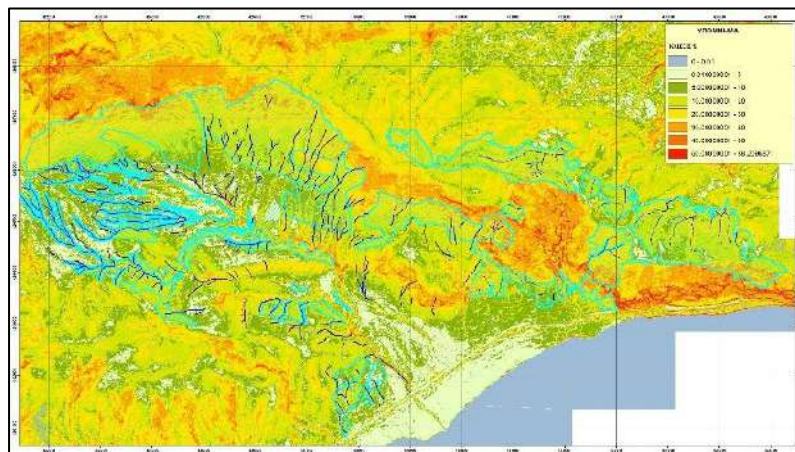
Εικόνα 4. Χάρτης κλίσεων των καμένων εκτάσεων.
Picture 4. Slope inclination map

Έργα που εκτελέστηκαν μετά την πυρκαγιά

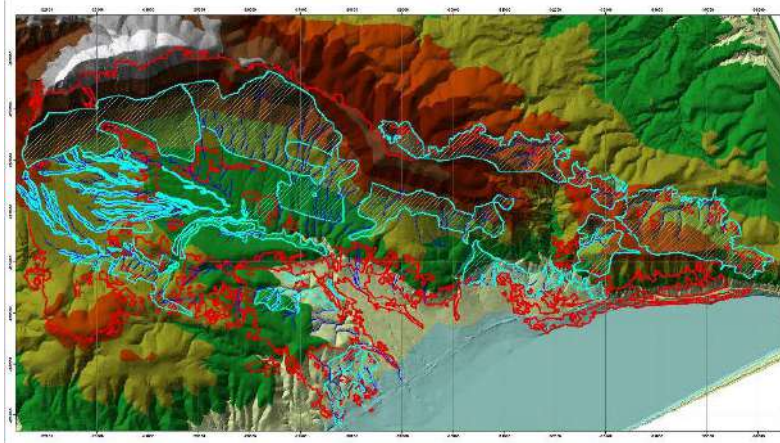
Τα έργα ήταν μόνο αντιδιαβρωτικά και αφορούν κορμοδέματα και κορμοφράγματα από τους καμένους κορμούς της περιοχής, παράλληλα με τις ισουψείς. Οι επεμβάσεις όπως περιγράφονται στη μελέτη αντιδιαβρωτικών έργων χωρίστηκαν ανά λεκάνη απορροής χειμάρρου – περιοχή και ήταν πέντε (Χάρτες 6 και 7). Περιγράφονται συνοπτικά ως εξής:

1. Περιοχή 1 – (Καβαλάρη – Κινέτα).
2. Περιοχή 2 – (Τρύπια Σπηλιά – Καλογήρων).
3. Περιοχή 3 – (Καστράκι).
4. Περιοχή 4 – (Καλιακούδα - Ζάστανα).
5. Περιοχή 5 – (Πίκα).

Η καμένη έκταση καλύπτονταν από νεαρές συστάδες χαλεπίου πεύκης, οι οποίες βρίσκονταν στο κυρίως στάδιο των χονδρών κορμιδιών.

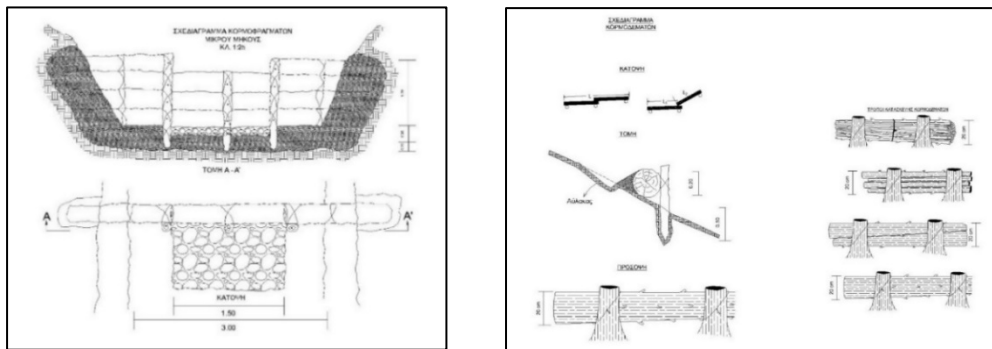


Εικόνα 5. Χάρτης περιοχών επέμβασης
Picture 5. Intervention areas map



Εικόνα 6. Χάρτης περιοχών επέμβασης
Picture 6. Intervention areas map

Έγινε κατασκευή κορμοδεμάτων με ξυλεία που υλοτομήθηκε στην ίδια επιφάνεια επέμβασης και η κατασκευή μεγάλου αριθμού κορμοφραγμάτων σε μικροχαράδρες και μικρούς χειμάρρους (Εικόνα 7). Τα προτεινόμενα έργα κατασκευάστηκαν σε εδάφη με κλίση μεγαλύτερη του 10%. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των κορμοδεμάτων ή κορμοπλεγμάτων είναι 8,0 μέτρα στις κλίσεις 30–50% και 6,0 μέτρα για κλίσεις μεγαλύτερες. Ο αριθμός των έργων που εκτελέστηκαν περιορίστηκε από το διαθέσιμο προϋπολογισμό των έργων.



Εικόνα 7. Σχέδια κατασκευών κορμοδεμάτων και κορμοφραγμάτων
Picture 7. Construction Drawings log erosion barriers (LEBs) and log check dams

Μεταπυρική αναγέννηση του δάσους

Η χαλέπιος πεύκη ανήκει στα πυράντοχα είδη και έχει αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στην πυρκαγιά. Διατηρεί ένα μέρος από τους κώνους που παράγει κάθε χρόνο κλειστούς για 5-10 χρόνια αλλά με φυτρώσιμους σπόρους. Οι κώνοι ανοίγουν αφού θερμανθούν στους 70° – 80° C. Οι σπόροι πέφτοντας σε γυμνό μετά την πυρκαγιά έδαφος, φυτρώνουν και τα αρτίφυτα εξελίσσονται γρήγορα χωρίς τον ανταγωνισμό της υπόλοιπης βλάστησης. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι κώνοι δεν ανοίγουν κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς, αλλά 24-48 ώρες μετά το σβήσιμο της. Επίσης δε φυτρώνουν με την πρώτη βροχή αλλά μόνο το φθινόπωρο. (Ντάφης, 1986).

Στην Κινέτα η φυσική αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης εμφανίστηκε το επόμενο έτος της πυρκαγιάς, με φυτάρια ύψους 5-10 εκατοστών και με πυκνότητα αρκετή κατά θέσεις (Εικόνα 8). Μέχρι τότε δεν είχαν εμφανιστεί έντονα πλημμυρικά φαινόμενα, ώστε να χαθεί το πολύτιμο γόνιμο έδαφος και να παρασύρει μαζί του την αναγέννηση. Ακόμα και το φθινόπωρο του 2019, σε έργα που είχαν κατασκευαστεί στην αρχή της εργολαβίας, η αναγέννηση είχε αναπτυχθεί σε διάφορα σημεία και κυρίως πίσω από τα κορμοδέματα που συγκρατούσαν το έδαφος.



Εικόνα 8. Άποψη της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης στην περιοχή πριν τις πλημμύρες.
Picture 8. View of the Aleppo pine 's regeneration in the area before the floods

Χαρακτηριστικά της καταιγίδας

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση για το Κλίμα της Ελλάδας το έτος 2019, μέχρι το Νοέμβριο ήταν μια χρονιά ξηρή (Marmara κ.α. 2019). Όμως το Νοέμβριο του 2019, η παρατεταμένη ξηρασία έλαβε τέλος και η μέση βροχόπτωση που καταγράφηκε ήταν περίπου 150 mm, υπολογιζόμενη στο 160% της συνηθισμένης καταμέτρησης του Νοεμβρίου. Σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών το 2019 ήταν μια χρονιά με ισχυρά καιρικά φαινόμενα, ο αριθμός των καταγεγραμμένων καιρικών γεγονότων ήταν περίπου 40% αυξημένος από το μέσο όρο της 20ετίας 2000-2019, μέρος αυτού αφορούσε ισχυρές βροχές/πλημμύρες (65%) με μεγαλύτερη εμφάνιση κυρίως Ιανουάριο και Νοέμβριο (Παπαγιαννάκη και Λαγουβάρδος 2020). Η εκτίμηση του ύψους βροχής της καταιγίδας την 25η Νοεμβρίου από σημειακές μετρήσεις σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, εκτιμάται ότι κατά θέσεις υπερέβη τα 110 mm και πιθανόν μεγαλύτερη στα ορεινά. Το σύνολο της καταιγίδας ξεπέρασε τα 200 mm κατά θέσεις σε διάστημα περίπου 10 ωρών, με πιθανότητα αυξημένων τιμών στα μεγαλύτερα υψόμετρα (Lekkas κ.α. 2019).

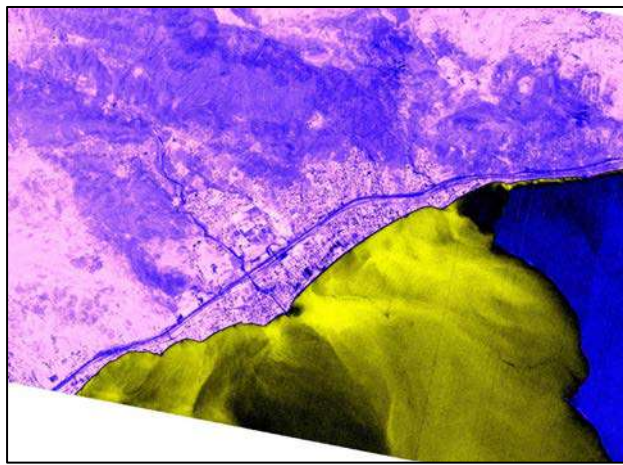
Ζημιές που προκλήθηκαν από την καταιγίδα

Οι ζημιές ήταν ιδιαίτερα σημαντικές και αφορούσαν σε πλημμυρισμένα σπίτια, μεταφέρθηκαν τόνοι λάσπης και πολίτες εγκλωβίστηκαν. Κύριο πρόβλημα ήταν η καταστροφή βασικών υποδομών στην περιοχή, πολλές επιχειρήσεις καταστράφηκαν όπως και αυτοκίνητα, κτήρια κλπ., ευτυχώς δεν υπήρξαν ανθρώπινα θύματα. Η Εθνική Οδός Αθηνών Κορίνθου είχε κλείσει προσωρινά εξαιτίας των συσσωρευμένων υδάτων. Την περιοχή της Κινέτας φωτογράφησε ο ευρωπαϊκός δορυφόρος Sentinel-2, ο οποίος πέρασε τη Δευτέρα (25/11) πάνω από την Ελλάδα, μετά το πέρασμα της κακοκαιρίας «Γηρυόνης». Η αλλαγή του χρώματος της επιφάνειας της θάλασσας προέρχεται από τις απορροές των χειμάρρων στην περιοχή, ενώ διακρίνονται και οι καμένες εκτάσεις στην Κινέτα από τη μεγάλη πυρκαγιά του Ιουλίου του 2018 (Εικόνα 9). Τα ιζήματα και η λάσπη που μεταφέρθηκε από τις έντονες βροχές, εκτείνεται σε απόσταση 14 χιλιομέτρων από την ακτή, στον Κόλπο των Μεγάρων.



Εικόνα 9. Κινέτα: Ο δορυφόρος Sentinel-2 αποτύπωσε το πέρασμα του «Γηρυόνη» (Εθνικό Μετεωροσκοπείο Αθηνών)
Picture 9. Kineta: The satellite Sentinel-2 captured over "Geryones" (National Meteorological Observatory of Athens)

Τα πλημμυρικά φαινόμενα, μεταξύ άλλων και ολίσθηση ολόκληρης πλαγιάς, προκάλεσαν τεράστιες ζημιές, και σημαντικές ποσότητες γόνιμου επιφανειακού εδάφους κατέληξαν στη θάλασσα, όπως φαίνεται και στις δορυφορικές εικόνες (Εικόνες 9 και 10). Η πυρκαγιά του 2018 αύξησε πάρα πολύ τα φερτά υλικά (καμένοι κορμοί, ογκόλιθοι κ.ά.) που δημιούργησαν αυτά τα φαινόμενα, κλείνοντας το ρέμα σε κρίσιμες διατομές, κυρίως γύρω από τη γέφυρα της Εθνικής Οδού (Lekkas et al, 2019). Όσον αφορά στην εκτίμηση του εδαφικού υλικού που παρασύρθηκε στη θάλασσα, αν και δεν υπάρχουν ακριβείς μετρήσεις, με βάση ερευνητικά δεδομένα σχετικής βιβλιογραφίας, ο συνολικός όγκος των υλικών μόνο από το ρέμα της Πίκας, η λεκάνη της οποίας έχει εμβαδό 28,8 km², με το μεγαλύτερο μέρος καμένο, εκτιμάται σε 221.800 m³. Η εκτίμηση βασίζεται σε δεδομένα από παρόμοιες συνθήκες, στην περιοχή της Σιθωνίας μετά την πυρκαγιά στις 15 Αυγούστου 1985, όπου μετά από μετρήσεις υπολογίστηκε ότι το πάχος του αποκομισμένου εδάφους κυμάνθηκε από 1,60cm μέχρι 4,81cm (Καΐκης κ.α. 1986, Στεφανίδης και Κωτούλας 1992). Επίσης, οι Στεφανίδης και Κωτούλας (1992) μετά την πυρκαγιά Θάσου 1989 στη λεκάνη του χειμάρρου Καλλιράχης, ανέφεραν μετά από ραγδαία βροχόπτωση διάβρωση του εδάφους 7,7 mm/km². (Στεφανίδης 2009)



Εικόνα 10. Επεξεργασμένη δορυφορική φωτογραφία από τις 09.00 πμ της 25ης Νοεμβρίου που απεικονίζει με κίτρινο χρώμα τα αιωρούμενα φερτά υλικά στο θαλάσσιο χώρο ΝΑ της Κινέτας. (Lekkas et al, 2019)
 Picture 10. Edited satellite photo from 09.00 am on November 25, depicting in yellow the floating materials in the sea area SE of Kineta. (Lekkas κ.α. 2019).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από την επιτόπια παρατήρηση διαπιστώθηκε ότι η προϋπάρχουσα βλάστηση έχει σχεδόν καταστραφεί ολοκληρωτικά με την πυρκαγιά του Ιουλίου του 2018. Αποτέλεσμα είναι να μην επιτελεί το ρόλο της και να μειώνεται η απορρόφηση των κατακρημνισμάτων στο έδαφος μέσω της κομοστέγης και της συγκράτηση υγρασίας από τα φυτικά υπολείμματα. Επίσης, δεν επιτελεί το ρόλο της συγκράτησης του εδάφους και της υποβοήθησης της διείσδυσης του νερού σε αυτό, τη γενικότερη διατήρηση του μικροκλίματος της περιοχής κλπ. (Μπαλούτσος κ.α. 2001).

Κομβικό φαίνεται να είναι το γεγονός ότι μέσα στα προτεινόμενα και εφαρμοζόμενα έργα δεν ήταν οι άμεσες φυτεύσεις, διότι το προϋπάρχον οικοσύστημα αποτελούνταν κατά κύριο λόγο από χαλέπιο πεύκη, η οποία συνήθως αναγεννάται φυσικά μετά την πυρκαγιά. Η φυσική αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης όπως φωτογραφικά τεκμηριώνεται, εγκαταστάθηκε τον πρώτο χρόνο μετά τη δασική πυρκαγιά, όπου υπήρχαν οι κατάλληλες προϋποθέσεις. Δυστυχώς, αν λάβουμε υπόψιν το γεωλογικό υπόθεμα της περιοχής και την ένταση των χειμαρρικών φαινομένων που ακολούθησαν, η πιθανότητα περαιτέρω επιτυχημένης εγκατάστασης ήταν μικρή.

Στα ασβεστολιθικά και δολομιτικά πετρώματα με σχιστόλιθους εμφανίζονται πολύ έντονα τα φαινόμενα των αποσαθρώσεων και κατακρημνίσεων με αποτέλεσμα τα υλικά να είναι ογκώδη. Επίσης, εμφανίζεται σημαντική επιφανειακή διάβρωση με συνέπεια να παρασύρεται το λεπτόκοκκο υλικό των πλαγιών. Με τους διάφορους ιζηματογενείς σχηματισμούς και κώνους κορημάτων επιτείνονται οι διαβρώσεις και οι γεωκατακρημνίσεις με λεπτά υλικά (Στεφανίδης 2004). Σε συνδυασμό με την υψηλή ραγδιότητα των κατακρημνισμάτων, η οποία έδωσε μεγάλες παροχές, υπήρξαν πολύ έντονα φαινόμενα διαβρώσεων, και αποσαθρώσεις με ταυτόχρονη μεταφορά ιδιαίτερα υψηλού

υδατοστερεοπαροχικού φορτίου μαζί με τους καμένους κορμούς, οι οποίοι έφραζαν διάφορα σημεία στα κατάντι, δημιουργώντας έτσι έντονα πλημμυρικά φαινόμενα.

Τα έργα που ακολούθησαν μετά την πυρκαγιά, παρά την έγκαιρη σύνταξη των μελετών, λόγω της γραφειοκρατίας των διαγωνιστικών διαδικασιών, ολοκληρώθηκαν, τα μεν αντιδιαβρωτικά έργα (κορμοδέματα, κορμοφράγματα) την επόμενη χρονιά το Νοέμβριο, τα δε αντιπλημμυρικά δεν πρόλαβαν να προκηρυχτούν, με αποτέλεσμα να έχουμε πλημμυρικά φαινόμενα και η εφαρμογή των μελετών να μην είναι εφικτή. Όπως προαναφέραμε, επιπρόσθετα έπρεπε να υπάρξουν και έργα αναδασώσεων - φυτεύσεων αμέσως μετά την πυρκαγιά λόγω των χειμαρρικών φαινομένων που εμφανίζουν τα πετρώματα της περιοχής (ασβεστολιθικά), τα οποία δεν ενδείκνυνται η τεχνική των κορμοδεμάτων, όπως το ίδιο ισχύει σε περιοχές με κλίσεις μεγαλύτερη του 70%.

Από την αντιπαράβολή του χάρτη κλίσεων με το χάρτη επεμβάσεων, μπορούμε να κρίνουμε αν οι περιοχές επέμβασης ήταν οι πιο ενδεδειγμένες για να γίνουν τα αντιδιαβρωτικά έργα (κορμοδέματα). Σε μεγάλο βαθμό ακολουθήθηκαν οι μέσες κλίσεις και προτάθηκαν στις περισσότερες περιοχές. Ο Στεφανίδης (2009) προτείνει να μην κατασκευάζονται τέτοια έργα σε μικρές κλίσεις και να δίνεται μεγάλη προσοχή στις αποστάσεις των γραμμών μεταξύ των κορμοσειρών. Ένας λόγος που επιλέχθηκαν κάποια σημεία με χαμηλότερα υψόμετρα και μικρές κλίσεις, ήταν ότι βρίσκονταν πάνω από οικιστικές περιοχές. Έγινε συνδυασμός με κορμοφράγματα, ώστε να αλληλοεπιδρούν και να μειώνουν τις συνέπειες της πυρκαγιάς. Ιδιαίτερη σημασία φαίνεται να αποκτούν τα κορμοφράγματα, τα οποία εάν η κατασκευή τους γίνει σωστά και σε όλο το μήκος τους, θα συνεισφέρουν ιδιαίτερα στη μείωση των φερτών υλών μέσω του υδρογραφικού δικτύου.

Επίσης, η Πίκα αποτελεί τη μεγαλύτερη λεκάνη της καμένης έκτασης, με το εμβαδόν της να περιλαμβάνεται στο μεγαλύτερο μέρος της καμένης περιοχής. Λόγω της διαμόρφωσης του υδρογραφικού δικτύου τα περισσότερα έργα που προτεινόταν ανήκαν στην κατηγορία των αντιπλημμυρικών έργων (φράγματα βάρους), τα οποία όμως δεν κατασκευάστηκαν. Αυτός είναι και ένας πρόσθετος βασικός λόγος των όσων ακολούθησαν την ισχυρή καταιγίδα της 23^{ης} Νοεμβρίου 2019. Τα αντιδιαβρωτικά έργα από μόνα τους δεν ήταν ικανά να αντιμετωπίσουν τέτοια ισχυρά φαινόμενα και παρόλα αυτά επιτέλεσαν το έργο τους και επιπλέον έμειναν στη θέση τους, όπως ξεκάθαρα φαίνεται στις φωτογραφίες και τα βίντεο της εποχής που κατέγραψαν από ψηλά.

Κατά τους Μπαλούτσο κ.α. (2001) η κάθε λεκάνη απορροής έχει δικά της χαρακτηριστικά και επικρατούν ειδικές συνθήκες, οπότε πρέπει οι δασοτεχνικοί της περιοχής να επιλέγουν εκείνες τις τεχνικές που ανταποκρίνονται περισσότερο στην υπό εξέταση λεκάνη. Πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στην σωστή κατασκευή, να δίνεται βαρύτητα σε θέσεις που συνεισφέρουν στη δημιουργία της πλημμυρικής απορροής, δηλαδή εκατέρωθεν και κατά μήκος των υδατοτορευμάτων και εκείνων κοντά στο στόμιο της λεκάνης, οι καλούμενες «θέσεις τροφοδοσίας», όπως και εκτάσεις με ιδιαίτερη σημασία όπως πάνω από αστικό ιστό ανεξαρτήτως κλίσεων, κλπ.

Βασική αιτία του προβλήματος είναι η μη ολοκληρωμένη πολύπλευρη αντιμετώπιση των αιτιών. Η υψηλή ραγδαιότητα της καταιγίδας, η οποία ξεπέρασε κατά τόπους τα 200 mm βροχής, δίνει το μέγεθος και την ένταση του φαινομένου, από τα πιο πρωτοφανή και ακραία που πιθανόν να οφείλεται στην κλιματική αλλαγή. Βάσει των προβλέψεων του Αστεροσκοπείου Αθηνών, εκτιμάται ότι την περίοδο 2021-2100, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τα δασικά οικοσυστήματα. Σε ό,τι αφορά μάλιστα την Ελλάδα, οι θερμές ημέρες θα αυξηθούν 50-100%. Επίσης, προβλέπεται οι υψηλότερες θερμοκρασίες και οι συχνότερες περιόδους ξηρασίας οδηγούν σε μεγαλύτερο αριθμό ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς, γεγονός που εξηγεί μέρος των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στους κινδύνους ανεξέλεγκτης πυρκαγιάς (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020). Οι Lekkas κ.α. (2019) αναφέρουν ως βασικούς παράγοντες που συνέβαλαν στα ισχυρά πλημμυρικά φαινόμενα, την έντονη βροχόπτωση-ραγδαιότητα, τη γεωμορφολογία της περιοχής, καθώς και το γεωλογικό υπόβαθρο από ασβεστόλιθους και νεογενείς αποθέσεις το οποίο εμφανίζει αποσαθρώσεις, οπότε μεγάλες ποσότητες φερτών υλικών να καταλήγουν στις πεδινές κοίτες.

Με τη μορφή του υδρογραφικού δικτύου χαρακτηρισμένη ως «παράλληλη επιμήκης», το νερό που απορρέει στην κεντρική κοίτη συγκεντρώνεται στα χαμηλά της με γρήγορο ρυθμό και οδηγεί στη θάλασσα. Αλλά αυτός δεν είναι ο μόνος παράγοντας, καθώς εμφανίζονται διάφορες στενώσεις στα χαμηλότερα υψόμετρα, με τους καμένους κορμούς να παρασέρνονται και να εντείνουν το πρόβλημα. Τέλος σχετικά με την αποτελεσματικότητα των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων, ο καθοριστικός παράγοντας της αποτελεσματικότητάς τους είναι η ταχύτητα ολοκλήρωσής τους πριν από

τις φθινοπωρινές βροχές. Ταυτόχρονα, σε περιπτώσεις αναμενόμενων έντονων διαβρωτικών φαινομένων, λόγω κλίσεων, γεωλογικού υποθέματος κλπ., η άμεση αποκατάσταση του καμένου δάσους με τεχνητή αναδάσωση είναι επιβεβλημένη όπου χρειάζεται συμπληρωματικά, καθώς μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην προστασία των εδαφών.

Abstract

The fire of July 23, 2018, in the Geraneia Mountains and the floods, followed on November 25, 2019, had particularly strong characteristics. These extreme weather conditions, combined with the geological background and the intense relief of the area, have led to extensive disaster, despite the anti-corrosion works. These were not enough to alleviate the intensity, while the lack of flood defense that did not take place was obvious. The result was the regeneration that had grown up, to drift along with the fertile surface soil, which together with the bulkier materials and burnt trunks were rapidly gathered in lowlands and led to unprecedented floods and disasters. In this paper, an attempt is made to analyze the causes which contributed to the deterioration of the disaster and what could change in the recovery plan.

Βιβλιογραφία

Lekkas, E., Spyrou N-I., Filis, Ch., Diakakis, M., Vassilakis, E., Katsetsiadou A-N., Milios D., Arianoutsou, M., Faragitakis, G.P., Christopoulou, A. and Antoniou, V., 2019. The November 25, 2019 Kineta (Western Attica) Flood. Newsletter of Environmental, Disaster and Crises Management Strategies, 14, Non-periodic publication of the Post-graduate Studies, Program "Environmental Disasters & Crises Management Strategies" of the National & Kapodistrian University of Athens, ISSN 2653-9454

Marmara A., Chatziapostolou, E. and Karatarakis, N., 2019. Annual Bulletin on the Climate in Greece 2019, Hellenic National Meteorological Service, Climate, Environment and Meteorological Observations Division, Department of Climatology

Διεύθυνση Αναδάσωσης Αττικής, 2018. Αντιδιαβρωτικά – Αντιπλημμυρικά έργα Καμένων εκτάσεων Γερανείων Ορέων 2018, Δήμου Μεγαρέων. Δασοτεχνική Μελέτη. Αθήνα. Σελ. 1-99.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2017. Γεωλογικός Χάρτης. Σχέδια διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας λεκανών απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων Αττικής, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και Νήσων Αιγίου.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020. Πρόληψη των ανεξέλεγκτων πυρκαγιών βάσει χειρσαίων λύσεων - Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος (Ομάδα Εμπειρογνομόνων). Λουξεμβούργο: Υπηρεσία Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2021. ISBN 978-92-76-28761-2 doi:10.2779/816448 KH-02-21-029-EL-N. Σελ. 15-16

Καϊκης, Μ., Παυλίδης, Θ. και Στεφανίδης, Π., 1986: Η διάβρωση σαν συνέπεια πυρκαγιάς. Ανάπτυξη από τα Πρακτικά του Γ' Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας Αθήνα 26-28 Μαΐου 1986.σελ. 169-183.

Μπαλούτσος, Γ., Οικονόμου, Α. και Καούκης, Κ., 2001. Ο κίνδυνος πλημμύρας σε λεκάνες απορροής μετά από πυρκαγιά. Ανάλυση του προβλήματος και άμεσα μέτρα μείωσης των επιπτώσεων. Πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων, 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας. Σελ. 80-86.

Ντάφης, Σ., 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη. Σελ. 214-215.

Παπαγιαννάκη, Κ. και Λαγουβάρδος, Κ., 2020. «Το 2019 ήταν μια χρονιά με ισχυρά καιρικά φαινόμενα, τα οποία προκάλεσαν μεγάλο αριθμό θυμάτων και σημαντικές καταστροφές.» Βάση έντονων καιρικών γεγονότων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών/meteo.gr. Διαθέσιμο διαδικτυακά σε: <<https://www.meteo.gr/>> (Πρόσβαση 30/06/2021)

Στεφανίδης, Π., 2004. Ορεινή Υδρονομική Ι (Διευθετήσεις Ορεινών Υδάτων Ι). Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 85-88.

Στεφανίδης, Π., 2009. Τα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα μετά από δασικές πυρκαγιές: Μύθος ή πραγματικότητα; Στα Πρακτικά του 14ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, με τίτλο «Οικολογική και Κοινωνική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών, Προστασία φυσικού περιβάλλοντος», 1-4 Νοεμβρίου 2009, Πάτρα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Σελ. 745-756.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΠΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗ ΜΙΚΤΗ ΖΩΝΗ ΔΑΣΟΥΣ-ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

**Κουράκλη, Περιστέρα¹; Ζαρόβαλη, Μαρία²;
Πεταλίδου, Μαρία¹; Καλαϊτζή, Σουλτάνα¹**

¹Δασαρχείο Θεσσαλονίκης Τμήμα Εκτέλεσης Δασοτεχνικών Έργων, Θεσσαλονίκη, 26^{ης} Οκτωβρίου 38-40, ΤΚ54627, pkourakli@damt.gov.gr, mpetalidou@damt.gov.gr, tkalaitzi@damt.gov.gr

²Διεύθυνση Δασών Θεσσαλονίκης Τμήμα Προγραμματισμού και Μελετών, Καλαμαριά, Ναυαρίνου 28- Δημ. Καραολή, ΤΚ 55131, mzaroval@damt.gov.gr

Περίληψη

Οι μελέτες αντιπυρικής προστασίας δασικών οικοσυστημάτων συντάσσονται σύμφωνα με τις θεσμοθετημένες προδιαγραφές, που στοχεύουν στη δημιουργία κατάλληλων προληπτικών συνθηκών σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς, καθώς και στη δημιουργία κατάλληλων κατασταλτικών μέσων και συνθηκών. Για τη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού, δεν έχουν θεσπιστεί αντίστοιχες προδιαγραφές σχεδίων αντιπυρικής προστασίας. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν ο εντοπισμός των κατάλληλων εφαρμοστικών εργαλείων για την πρόληψη και προκαταστολή δασικής πυρκαγιάς βάσει των αρχών της Επιστήμης στη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού στο Περιαστικό Δάσος Θεσσαλονίκης. Τα εργαλεία περιελάμβαναν ειδικούς δασοκομικούς χειρισμούς, τεχνικό έργο και δράσεις επικοινωνίας σε επιλεγμένες θέσεις βάσει γεωχωρικών κριτηρίων. Η μεθοδολογία της εργασίας μπορεί να αποτελέσει έναυσμα ανάπτυξης αντίστοιχων προδιαγραφών μελετών για τη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού.

Λέξεις κλειδιά: Δασικές πυρκαγιές, προκαταστολή, δασοκομικοί χειρισμοί, Δασαρχείο Θεσσαλονίκης.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές ήταν πάντα ένα κοινό φαινόμενο που έπληττε τα δασικά οικοσυστήματα της μεσογειακής ζώνης. Παλιότερα, οι πυρκαγιές ήταν περισσότερες, αλλά ήταν ηπιότερες. Τα τελευταία χρόνια, οι δασικές πυρκαγιές γίνονται εντονότερες και επιθετικότερες σε ένταση και έκταση και ως εκ τούτου σε απώλειες ζώων, περιουσιών και οικοσυστημάτων (FAO 2006).

Η μη ύπαρξη εθνικού πολεοδομικού σχεδιασμού στη χώρα μας και άλλες αιτίες όπως η διανομές κληροτεμαχίων του ΥΠΑΑΤ και η αυξημένη ζήτηση για κατοικία, οδήγησε στην ανάπτυξη οικιστικών συνόλων εντός δασών και δασικών εκτάσεων, αλλά και πλησίον των ορίων αυτών (μικτές ζώνες δάσους-οικιστικού ιστού, Wild and Urban Interface-WUI). Από την άλλη μεριά και ειδικά στην ορεινή ζώνη, η εγκατάλειψη της υπαίθρου, είχε ως αποτέλεσμα την πυκνώση των δασών και την ομοιομορφία του τοπίου σε βάρος των διάκενων και των ποολίβαδων (Chouvardas κ.α. 2013)

Η ανάγκη για δημιουργία κοινωνιών προσαρμοσμένων στις δασικές πυρκαγιές (Forest fire-Adapted Communities) είναι πιο επιτακτική από ποτέ, γεγονός που επιβεβαιώθηκε και από τις δασικές πυρκαγιές του 2021, που έκαψαν ήδη πάνω από 1εκ. στρέμματα δάσους με συνέπειες στις τοπικές κοινωνίες, στις οικοσυστημικές λειτουργίες και στην τοπική και κατά συνέπεια στην εθνική οικονομία. Προσαρμοσμένες κοινωνίες σε δασικές πυρκαγιές προκύπτουν μόνο μέσα από την εφαρμογή των αρχών της Δασικής Επιστήμης, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες και τη συνεργασία μεταξύ δημοσίων φορέων και μεταξύ δημοσίων φορέων και ιδιωτών (Biro 2009).

Στις ΗΠΑ, το Πανεπιστήμιο του Κολοράντο έχει αναπτύξει αναλυτικές οδηγίες για την προστασία οικημάτων σε δάση, οι οποίες έχουν υιοθετηθεί από το Εθνικό Ινστιτούτο για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία των ΗΠΑ. Σύμφωνα με αυτές, περίξ κάθε οικήματος, θα πρέπει να αναπτύσσονται 3 ζώνες, των οποίων το πλάτος θα καθορίζεται από την κλίση, την κατωφέρεια ή ανωφέρεια, καθώς και τη δασική βλάστηση που φιλοξενεί. Η Ζώνη 1 (Αμυντικός Χώρος/Defensible Space) είναι η περιοχή χωρίς υψηλή (δενδρώδη) βλάστηση, ενώ η Ζώνη 3 είναι η παραδοσιακή περιοχή δασοκομικών δραστηριοτήτων. Η Ζώνη 2 είναι η ενδιάμεση ζώνη όπου έχουμε μετάβαση από τη Ζώνη 1 στη Ζώνη

3, με σταδιακή πύκνωση και ανύψωση της βλάστησης, ενώ ιδεατά έχει πλάτος περίπου 100feet (30,48m) (Dennis 1992).

Στην Ελλάδα, δεν έχουν αναπτυχθεί τεχνικές προδιαγραφές σχεδίων αντιπυρικής προστασίας που να αφορούν στη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού. Αντίθετα για τα δασικά οικοσυστήματα οι προδιαγραφές αυτές επικαιροποιήθηκαν προσφάτως και συγκεκριμένα με την Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΠΔ/61247/2789/26-06-2020 (ΑΔΑ: ΩΖ3Π4653Π8-ΘΚ0) «Επικαιροποίηση των Τεχνικών Προδιαγραφών κατάρτισης μελετών Σχεδίων Αντιπυρικής Προστασίας και καθορισμός του τρόπου υπολογισμού του κόστους σύνταξης αυτών», λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής. Έχουν δε ως σκοπό την πρόταση μέτρων προς αποφυγή συμβάντων δασικών πυρκαγιών ή σε περίπτωση εκδήλωσης αυτών, την επιβράδυνση της δασικής πυρκαγιάς με χειρισμούς που στοχεύουν στη μείωση της καύσιμης ύλης και στην αξιοποίηση εργαλείων επίγειας καταπολέμησης της. Οι προδιαγραφές περιλαμβάνουν και διαδικασία δημόσιας διαβούλευσης, διαδικασία που έχει αποδειχθεί ότι είναι επωφελής για την υλοποίηση του βέλτιστου σχεδιασμού αντιπυρικής προστασίας στη μικτή ζώνη (Τσαγκάρη κ.α. 2013). Τέτοια Σχέδια έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες περιοχές, πχ. στη Χαλκιδική (Παπαδόπουλος 2011) και στη Ροδόπη (Δήμος Κομοτηνής 2014).

Στο πλαίσιο προκαταστολής δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, εφαρμόζεται το «Γενικό Σχέδιο Αντιμετώπισης Εκτάκτων Αναγκών εξαιτίας Δασικών Πυρκαγιών/“ΙΟΛΑΟΣ”» (ΑΔΑ: ΩΠ8Α46ΜΤΑΒ-ΥΤΧ), το οποίο περιλαμβάνει οριζόντιο αντιπυρικό σχεδιασμό μεταξύ διαφορετικών δημόσιων φορέων, εντούτοις δεν εξειδικεύεται στη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού και το «Σχέδιο Δράσεων Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων λόγω δασικών πυρκαγιών» (ΑΔΑ: ΩΞΧΦ465ΧΘ7-ΣΚΗ) περιλαμβάνει πρόληψη, προκαταστολή και καταστολή δασικών πυρκαγιών, αλλά οι οδηγίες που δίνονται για τη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού είναι με τη μορφή γενικών αρχών και διαδικασιών, οπότε δεν υπάρχει εξειδίκευση και δεν είναι άμεσα εφαρμόσιμες.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εντοπιστούν τα κατάλληλα εφαρμοστικά εργαλεία για την πρόληψη και προκαταστολή μιας δασικής πυρκαγιάς βάση των αρχών της Επιστήμης στη μικτή ζώνη δάσους οικιστικού ιστού σε συγκεκριμένες περιοχές του Περιαστικού Δάσους Θεσσαλονίκης (ΠΔΘ) (όρια και εντός στην περιοχή του Ελαιορέματος Πανοράματος).

Υλικά και Μέθοδοι

Η περιοχή έρευνας χωροθετείται εντός του ΠΔΘ και συγκεκριμένα στη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού σε επαφή με ευαίσθητες (σε κίνδυνο πυρκαγιάς) περιοχές-κρίσιμα σημεία, καθώς και εντός ΠΔΘ στη περιοχή Ελαιορέματος Πανοράματος (που κείται βορείως της οδού Αγράμπελης Πανοράματος, κληροτεμαχίων διανομών του ΥΠΑΑΤ, έτους 1931, Αγρόκτημα Πανοράματος και που υπάρχουν διάσπαρτα κτήρια). Το ΠΔΘ καταλαμβάνει συνολική έκταση περίπου 30.252 στρ., βρίσκεται στα όρια και βορείως του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και εξαπλώνεται στην ανατολική πλευρά του όρους Χορτιάτη. Ως δημόσιο δάσος, διαχειρίζεται και προστατεύεται αποκλειστικά από τη Δασική Υπηρεσία Θεσσαλονίκης, στην περιοχή ευθύνης του Δασαρχείου Θεσσαλονίκης. Έχει δε ανακηρυχθεί «*Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους*» με την υπ. αριθμ.Γ/1834/37917/28-6-1984 (ΦΕΚ 549 Β/1984) απόφαση του Υπουργείου Πολιτισμού και Επιστημών, και είναι κηρυγμένο ως “Αναδασωτέα Έκταση” με μια σειρά υπουργικών και νομαρχιακών αποφάσεων ήδη από το 1921. Το ΠΔΘ αποτελεί τεχνητό δάσος με κύρια κάλυψη από κωνοφόρα δένδρα (κυρίως Τραχεία και Χαλέπιο Πεύκη και Κυπαρίσσι).

Για την επίτευξη του σκοπού της έρευνας, η μεθοδολογία περιελάμβανε τις ακόλουθες φάσεις:

I. Αναλυτική γενική περιγραφή της περιοχής από χαρτογραφικά δεδομένα πρωταρχικά του ΠΔΘ και ειδικότερα της μικτής ζώνης δάσους-οικιστικού ιστού, περιμετρικά του ευρύτερου πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και δευτερευόντως της περιοχής Ελαιορέματος εντός του ΠΔΘ. Επιπλέον, αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης στη ζώνη αυτή τόσο από πλευράς συνθηκών κάλυψης από δασική βλάστηση, όσο και από πλευράς γειτνίασης με όμορους οικισμούς και υφιστάμενες υποδομές (σχολεία, κατασκηνώσεις, δίκτυα Ο.Κ.Ω., μοναστήρια, θέατρα, ξενοδοχεία, γηροκομεία, κοιμητήρια, χώροι δασικής αναψυχής κλπ) στην περιοχή μελέτης που χρήζουν προστασίας σε περίπτωση εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς.

II. Επιτόπιες παρατηρήσεις και καταγραφές, διενέργεια αυτοψιών από κλιμάκια της Δασικής Υπηρεσίας. Χρήσιμα στοιχεία αντλήθηκαν και από την εγκεκριμένη “Διαχειριστική Μελέτη Περιαστικού Δάσους Θεσσαλονίκης περιόδου 2019-2028”,

III. Επιλογή κατάλληλων ειδικών παρεμβάσεων αντιπυρικής προστασίας στη μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού, καθώς και στην περιοχή Ελαιορέματος Πανοράματος.

IV. Επιλογή των περιοχών εκείνων όπου θα εφαρμοστούν οι ειδικές παρεμβάσεις, βάσει αντικειμενικών και επιστημονικών κριτηρίων. Η ακριβής χωροθέτηση των περιοχών αυτών προέκυψε με τη βοήθεια Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), ορθοφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων, ώστε να διασφαλιστεί ότι οι προτάσεις θα στηρίζονταν σε αντικειμενικά και επιστημονικά κριτήρια.

V. Ολοκλήρωση σχεδιασμού για την αντιπυρική προστασία της μικτής ζώνης και διαδικασία έκθεσης αυτού σε Δημόσια Διαβούλευση, με τη συμμετοχή φορέων από διαφορετικούς χώρους. Οι φορείς αυτοί εξέφρασαν αρμοδίως απόψεις επί του θέματος, συμβάλλοντας στη τελική διαμόρφωση του πλαισίου καθορισμού μέτρων πρόληψης-προκαταστολής έναντι δασικών πυρκαγιών.

VI. Καθορισμός ολοκληρωμένου πλαισίου συστηματικών και οργανωμένων δράσεων/ενεργειών και ενδεικνυόμενων παρεμβάσεων κατά χώρα, με βάση τα αποτελέσματα των προηγούμενων φάσεων και σύμφωνα με τις Προδιαγραφές Σχεδίων Αντιπυρικής Προστασίας. Το πλαίσιο αυτό ολοκληρώνεται με προμέτρηση εργασιών και χρήση των επίσημων τιμολογίων για τη σύνταξη προϋπολογισμού υλοποίησής τους. Περιλαμβάνει ακόμη καταγραφή προτεινόμενων πηγών χρηματοδότησης, ενσωμάτωση της ανατροφοδότησης κατά τη διαδικασία Δημόσιας Διαβούλευσης, αρμοδίως καταρτισμένο Φάκελο και Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας (ΦΑΥ-ΣΑΥ), καθώς και παράθεση στοιχείων αυτοψιών-φωτογραφιών.

Αποτελέσματα

Από τη διερεύνηση της **αναλυτικής περιγραφής του ΠΔΘ** προέκυψε ότι η περιοχή χαρακτηρίζεται κυρίως από μέτριου βάθους εδάφη (48,9%), βαθιά (>30 εκ.) εδάφη (24,3%) και αβαθή εδάφη (26,8%). Ο βιοκλιματικός όροφος είναι ύψυγρος με χειμώνα ψυχρό. Στο ΠΔΘ κυριαρχούν οι δασοσκεπείς εκτάσεις, οι οποίες καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος αυτού (55,8%). Οι δασοσκεπείς εκτάσεις καλύπτονται από τραχεία πεύκη, χαλέπιο πεύκη και κυπαρίσσι αριζόνας, οι οποίες προήλθαν από τεχνητή αναδάσωση αρχομένη την δεκαετία του 1920 (με πρωτοβουλία αρχικά καθηγητών της Δασολογικής Σχολής ΑΠΘ), ενώ οι μερικώς δασοσκεπείς και οι θαμνοσκεπείς εκτάσεις καταλαμβάνονται από αείφυλλα πλατύφυλλα (22,1%). Στο ΠΔΘ υπάρχουν αναγνωρισμένες ιδιωτικές εκτάσεις που αντιστοιχούν στο 11,9% του συνόλου του.

Μετά τη γεωχωρική αναγνώριση των παραπάνω στοιχείων και τις εργασίες υπαίθρου, εντοπίστηκαν οι **περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος** (περιοχές που είναι πιο ευάλωτες σε δασικές πυρκαγιές ή περιοχές που χρήζουν ιδιαίτερης προστασίας, οι οποίες έχουν άμεση γειτνίαση με το ΠΔΘ (μικτή ζώνη δάσους-οικιστικού ιστού) ή εντός ΠΔΘ (περιοχή Ελαιορέματος). Οι περιοχές αυτές επιβεβαιώθηκαν στη συνέχεια με εργασίες γραφείου στα GIS με επικάλυψη ορθοφωτοχαρτών, καθώς και με δορυφορικές εικόνες στο Google Earth.

Στη περιοχή του ΠΔΘ οι περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος περιλαμβάνουν: ιδιοκτησίες που φέρουν κατοικίες, σχολεία, ιερούς ναούς, ιερά μονή, αθλητικές εγκαταστάσεις, θέατρα, ξενοδοχείο, στρατόπεδα, ζωολογικό κήπο, κατασκήνωση, εγκαταστάσεις ΑΔΜΗΕ, κεραιές κινητής τηλεφωνίας, δεξαμενές υδροδότησης, χώρους δασικής αναψυχής με άμεση γειτνίαση με τον οικιστικό ιστό και το Σταθμό Δασοπροστασίας ΠΔΘ.

Μετά την επιλογή των περιοχών ειδικού ενδιαφέροντος, αναπτύχθηκε μια ζώνη επιρροής (buffer zone) πλάτους 60μ με κατεύθυνση από τις περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος και προς το δάσος, η οποία ονομάστηκε **“Προτεινόμενη ευρύτερη ζώνη εφαρμογής μέτρων αντιπυρικής προστασίας”**. Αφού αναλύθηκε το ιστορικό των δασικών πυρκαγιών του ΠΔΘ, η πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς και η ένταση του μετώπου μιας πιθανής δασικής πυρκαγιάς, διαμορφώθηκε ο **«Χάρτης Εκτίμησης της Απειλής»** για τις περιοχές αποκλειστικά εντός ΠΔΘ, ακολουθώντας τις προδιαγραφές της προαναφερόμενης ΥΑ. Στο **«Χάρτη Εκτίμησης της Απειλής»** ενσωματώθηκαν τα επιπλέον δεδομένα, οπότε στην **“Προτεινόμενη ευρύτερη ζώνη εφαρμογής μέτρων αντιπυρικής προστασίας”** επιλέχθηκαν οι θέσεις που φέρουν βλάστηση κωνοφόρων δέντρων (θέσεις με μεγαλύτερη πιθανότητα εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς) και αποκλείστηκαν οι θέσεις εκτός ΠΔΘ, καθώς και οι ιδιωτικές εκτάσεις (δεδομένου ότι η Δασική Υπηρεσία δεν έχει αρμοδιότητα εφαρμογής δασοκομικών χειρισμών εντός αυτών).

Η ζώνη που προέκυψε ονομάστηκε **«Προτεινόμενη ζώνη εφαρμογής μέτρων αντιπυρικής προστασίας σε κωνοφόρα εντός ΠΔΘ**, η οποία έχει πλάτος ως 60μ. Η ζώνη δεν περιελάμβανε τις

θέσεις που φιλοξενούν φυλλοβόλα είδη ή υδροχαρή βλάστηση, καθώς και τις διάσπαρτες ιδιοκτησίες εντός του ΠΔΘ.

Σε αυτή τη ζώνη, η δενδρώδης βλάστηση κωνοφόρων -υψηλής ευφλεκτότητας και καυσιμότητας- είναι κυρίαρχη, γεγονός που σημαίνει ότι σε περίπτωση έναρξης πυρκαγιάς, δυσχεραίνεται η κατάσβεσή της. Η εφαρμογή ειδικών δασοκομικών μέτρων αποτελεί σε -τέτοιας σύνθεσης- δάση κρίσιμο παράγοντα για την βελτίωση της πυρασφαλιστικής δομής του δάσους. Και τούτο διότι όπως έχει αποδειχθεί, η ύπαρξη μόνον αντιπυρικών δρόμων και ζωνών δεν μπορεί να αποτρέψει την εξάπλωση της πυρκαγιάς. Στην πρόσφατη δασική πυρκαγιά της Κορινθίας του 2021, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες ήταν ακραίες, η δασική πυρκαγιά διαπέρασε το μεγάλο Ρέμα Σουρέα (πλάτος 50, λιθώνας, χωρίς βλάστηση) σε 6 λεπτά της ώρας (Καλλίρης 2021). Παρόμοιος χρόνος διαπιστώθηκε και στη δασική πυρκαγιά του ΠΔΘ το 1997 κατά τη διάσχιση της Περιφερειακής Οδού σημειακά.

Η ζώνη πλάτους 60μ. διαχωρίστηκε στη συνέχεια σε δύο υποζώνες. Η πρώτη υποζώνη έχει άμεση γειτνίαση με τον οικιστικό ιστό και αναφέρεται ως **“Προτεινόμενη Ψιλή Ζώνη”** με πλάτος έως 10μ. και εμβαδό όχι περισσότερο από 142,226 στρ. (0,47% του συνόλου του ΠΔΘ). Η δεύτερη (υπόλοιπη) υποζώνη αναφερόμενη ως **“Προτεινόμενη Στεγασμένη Ζώνη”** με πλάτος έως 50 μ. και εμβαδόν όχι περισσότερο από 996,12 στρ. (3,29% του συνόλου του ΠΔΘ).

Στις περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος, οι οποίες ήταν πιο εσωτερικά στο ΠΔΘ αλλά είχαν γειτνίαση με το όριο της μικτής ζώνης δάσους - οικιστικού ιστού, δε δημιουργήθηκε **“Προτεινόμενη Ψιλή Ζώνη”** γιατί κρίθηκε κατά τις αυτοψίες ότι η **“Προτεινόμενη Στεγασμένη Ζώνη”** παρείχε ικανοποιητική αντιπυρική προστασία, δεδομένου ότι περιβάλλονται ήδη από αντιπυρικό δίκτυο δασικών δρόμων και λωρίδων του ΠΔΘ. Τα πλάτη των υποζωνών επιλέχθηκαν βάση του μέσου όρου του ύψους των κωνοφόρων δέντρων στη μικτή ζώνη δάσους - οικιστικού ιστού, ο οποίος δεν ξεπερνά τα 10μ.

Στις δύο αυτές υποζώνες προτάθηκε η εφαρμογή διαφορετικών ειδικών δασοκομικών επεμβάσεων, όπως αντίστοιχα προβλέπουν η προαναφερόμενη ΥΑ, αλλά και οι οδηγίες του Πανεπιστημίου του Κολοράντο (Dennis 1992). Συγκεκριμένα, **προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις:**

1. *Αποψιλωτική Υλοτομία ιστάμενων κωνοφόρων* (αποκλειστικά στην **«Προτεινόμενη Ψιλή Ζώνη»**).
2. *Υλοτομία ξηρών ιστάμενων ατόμων και απομάκρυνση κατακείμενων ατόμων* στα όρια οικισμών και περιφερειακά των σημείων ενδιαφέροντος.
3. *Αποκλάδωση υλοτομημένων κορμών και τεμαχισμός στο υλοτόμιο προϊόντων υλοτομιών πάχους άνω των 12 εκατ. σε μήκος 1,20-1,30μ.* Τα προϊόντα υλοτομίας θα μεταφέρονται με ζώα μεταφοράς και θα στοιβάζονται σε παρακείμενους δασικούς δρόμους, αντιπυρικές ζώνες και σε πρόσφορα σημεία εντός του δάσους και δύνανται να διατεθούν με δημοπρασία.
4. *Καθαρισμός υπορόφου από εύφλεκτα θαμνώδη είδη και αποκλάδωση των κωνοφόρων του ανωρόφου, μέχρι του 1/3του ύψους τους, με ελάχιστο ύψος αποκλάδωσης τα 2 μέτρα* (αποκλειστικά στην **«Προτεινόμενη Στεγασμένη Ζώνη»**). Για τον καθαρισμό θα λαμβάνονται υπόψη τα γεωμετρικά στοιχεία κάθε θέσης, ώστε αυτή ανάλογα με το πλάτος της και τη θέση της στο χώρο (κατά μήκος πλαγιών, ράχων κλπ.) να προσφέρει τα μέγιστα στην αντιπυρική προστασία του δάσους. Ειδικά σε θέσεις με αξονικές κλίσεις άνω του 10% θα πρέπει να δίνεται προσοχή, ώστε τα όμβρια ύδατα να οδηγούνται σε παρακείμενα ρέματα ή μισγάγγιες. Τα υπολείμματα καθαρισμού και κλαδεύσεων θα μεταφέρονται δια χειρός σε μέση απόσταση μεταφοράς 50μ., σε παρακείμενους δασικούς δρόμους, αντιπυρικές ζώνες και σε πρόσφορα σημεία εντός του δάσους και θα στοιβάζονται. Αυτά δύνανται να θρυμματιστούν από θρυμματιστικά μηχανήματα (αυτοκινούμενα ή ρυμουλκούμενα) τα οποία θα προσεγγίζουν όσο το δυνατόν περισσότερο τις ως άνω θέσεις. Τα προϊόντα του θρυμματισμού θα διασκορπίζονται μέσα στο δάσος και όχι στο κατάστρωμα των δρόμων ή στις τάφρους αυτών.

Επειδή οι ειδικές δασοκομικές επεμβάσεις μεταβάλλουν τη δομή του δάσους στις θέσεις όπου θα εφαρμοστούν, προτείνεται οι εργασίες να πραγματοποιηθούν εκτός περιόδου αναπαραγωγής ζώων (μέσα Μαρτίου - μέσα Ιουνίου). Επίσης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι καιρικές συνθήκες κατά το χρόνο των εργασιών, ειδικά όταν υλοποιούνται εντός αντιπυρικής περιόδου. Ημέρες όπου υπάρχει ισχυρή πιθανότητα εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς δε θα πρέπει να διενεργούνται εργασίες.

Στην παρούσα εργασία δεν προτάθηκαν **επεμβάσεις τεχνικής φύσεως** για την αντιπυρική προστασία της μικτής ζώνης, παρά μόνο δασοκομικές επεμβάσεις. Ο λόγος είναι ότι το ΠΔΘ φέρει πολλά και διαφορετικά τεχνικά έργα, τα οποία συντηρούνται ετησίως και θεωρούνται πέρα του δέοντος ικανοποιητικά. Γενικά ο σχεδιασμός των υφιστάμενων υποδομών είναι τέτοιος ώστε με την έγκαιρη

αναγγελία έναρξης πυρκαγιάς και με την κατάλληλη διασπορά των επίγειων δυνάμεων καταστολής δασικής πυρκαγιάς, να υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης σε οποιοδήποτε σημείο του ΠΔΘ σε χρόνο που δεν θα υπερβαίνει τα 10-15', έτσι ώστε η φωτιά να αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά πριν πάρει διαστάσεις. Αναλυτικά οι υφιστάμενες υποδομές αντιπυρικής προστασίας στο ΠΔΘ, περιλαμβάνουν:

- Εκτεταμένο δίκτυο αντιπυρικών δρόμων και ζωνών με έκταση περίπου το 5% του συνόλου του ΠΔΘ, ποσοστό που υποδηλώνει ιδιαίτερα πολύ υψηλή πυκνότητα δικτύου (χωρίς να συνυπολογίζονται πλήθος προσβάσιμων αγροτοδασικών δρόμων που υπάρχουν εντός αυτού).
- Δίκτυο υδατοδεξαμενών που καλύπτει τις ανάγκες του ΠΔΘ κατά 135% και εκτεταμένο δίκτυο 68 υδροστομιών, καλύπτοντας και την περιοχή πλησίον οικιών του Ελαιορέματος.
- Δύο μόνιμα πυροφυλάκια, ενώ κατά τους θερινούς μήνες λειτουργούν επιπλέον κινητά πυροφυλάκια από τη Δασική Υπηρεσία, τη Πυροσβεστική Υπηρεσία, καθώς και από εθελοντικές ομάδες.
- Ολοκληρωμένη σήμανση δρόμων και μονοπατιών θα εγκατασταθεί μέσα στον επόμενο χρόνο με τη στήριξη του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης (Μέτρο 8: «ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ», Υπομέτρο 8.3: «Πρόληψη ζημιών σε δάση εξαιτίας δασικών πυρκαγιών, φυσικών καταστροφών και καταστροφικών συμβάντων»)

Κατασκευή τεχνητής λίμνης για υδροληψία εναέριων μέσων πυρόσβεσης δεν κρίθηκε απαραίτητη, δεδομένου ότι το ΠΔΘ είναι πλησίον του Θερμαϊκού Κόλπου και δύνανται τα εναέρια μέσα να ανεφοδιάζονται με νερό από τη θάλασσα.

Στην **περιοχή Ελαιορέματος**, λόγω της διάσπαρτης χωροθέτησης κατοικιών εντός δασικής και αναδασωτέας έκτασης με κάλυψη από κωνοφόρα κυρίως δασικά είδη, υψηλής ευφλεκτότητας και καυσιμότητας, κρίσιμο θέμα αποτελεί το θέμα εξασφάλισης διόδων πρόσβασης/διαφυγής. Αυτές οι δίοδοι διαφυγής δύνανται να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς στην περιοχή, τόσο κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων καταστολής αυτών από τις επίγειες δυνάμεις, όσο και για την ασφαλή διαφυγή των κατοίκων προς ασφαλείς θέσεις σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το θέμα αυτό έχει απασχολήσει τις εμπλεκόμενες Υπηρεσίες (Δασική Υπηρεσία, Πυροσβεστική Υπηρεσία, ΟΤΑ) επανειλημμένως, και το έχουν αναδείξει και οι κάτοικοι της περιοχής.

Κατά τα τελευταία έτη, διενεργήθηκε σειρά αυτοψιών των Δασικών Υπηρεσιών στην περιοχή του Ελαιορέματος, καθώς και κοινών αυτοψιών των Δασικών Υπηρεσιών με κλιμάκια της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας και του Δήμου Πυλαίας - Χορτιάτη. Από τους επιτόπιους ελέγχους κρίθηκε ότι, η περιοχή που κείται νοτίως του -διατρέχοντος (με κατεύθυνση Α-Δ) την περιοχή-υδατορέματος εμφανίζεται ως περισσότερο εκτεθειμένη σε δασική πυρκαγιά σε σχέση με την περιοχή που κείται βορείως του υδατορέματος. Ο βασικός λόγος αυτής της διαφοροποίησης αποτελεί το γεγονός ότι νοτίως του υδατορέματος η περιοχή παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό δασοκάλυψης και φέρει διάσπαρτες λιγότερες κατοικίες, σε σχέση με την περιοχή βορείως αυτού, όπου η περιοχή χαρακτηρίζεται από ηπιότερες κλίσεις, με διάσπαρτες γεωργικές καλλιέργειες και περισσότερες κατοικίες. Κατ' επέκταση, στο ως άνω βόρειο τμήμα υφίστανται περισσότεροι αγροτικοί δρόμοι και υπάρχουν εναλλακτικές δίοδοι διαφυγής για τους κατοίκους. Αντίθετα, στο νότιο τμήμα του υδατορέματος, υπάρχει μόνο μία δίοδος διαφυγής (δασική και αγροτική οδός) από νότια του υδατορέματος και προς τον οικισμό του Πανοράματος, η οποία όμως είναι λειτουργική σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς μόνον κατά το ήμισυ αυτής (εξαιτίας της άρνησης των κατοίκων να αποδώσουν τμήμα από την ιδιοκτησία τους στην οδό). Ωστόσο, αιτήματα των κατοίκων τα τελευταία χρόνια σχετίζονται μόνο με την ανάπτυξη δεύτερης -εναλλακτικής δίοδου διαφυγής τους (δηλαδή από την περιοχή νότια τους υδατορέματος προς την περιοχή βόρεια του υδατορέματος) σε περίπτωση που το μέτωπο της δασικής πυρκαγιάς καταστήσει απρόσιτη την μοναδική δίοδο διαφυγής (π.χ. αν το μέτωπο να κινηθεί από νότο προς βορρά).

Κατά τις κοινές διενεργηθείσες αυτοψίες των ανωτέρω Υπηρεσιών, καθώς και εκπροσώπων κατοίκων για το θέμα αυτό, και αφού λήφθηκαν υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής (ανάγλυφο, δασοκάλυψη, υδρολογία, γεωλογία, ιδιοκτησιακό καθεστώς, διασπορά κατοικιών, πιθανή πορεία δασικής πυρκαγιάς, καθεστώς προστασίας της κηρυγμένης αναδασωτέας έκτασης, υφιστάμενο δίκτυο δασικών και αγροτικών οδών) εξετάστηκαν διάφορες εναλλακτικές προτάσεις ανάπτυξης διόδων διαφυγής κατοίκων σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς και κατέληξαν σε μία πιθανή χάραξη. Η χάραξη αυτή θα έχει ως αφητηρία κατάλληλη θέση πλησίον υφιστάμενων κατοικιών νοτίως του υδατορέματος και η οποία θα καταλήγει στην πλησιέστερη αγροτική οδό διαμέσου του υδατορέματος. Η διάσχιση του υδατορέματος δύνανται να εξασφαλιστεί με όδευση ή κατασκευή τεχνικού έργου, η

οποία θα διασταυρώνει εγκάρσια την κοίτη και θα χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως δίοδος διαφυγής - πεζή - ατόμων και μόνον για λόγους έκτακτης ανάγκης και όχι π.χ. σαν μονοπάτι αναψυχής. Για την ανάπτυξη αυτής της δίοδου διαφυγής, θα πρέπει τουλάχιστον:

1. Να υλοποιηθεί βάση των τεχνικών προδιαγραφών της Δασικής Οδοποιίας, όπως ισχύουν με τη 126386/1730/10-6-1966 Απόφαση Υπουργού Γεωργίας, όπως τροποποιήθηκε με τη 41287/2281/22-5-1973 διαταγή και 92833/4679/1-12-1997 Απόφαση Δασικής Υπηρεσίας
2. Να εξασφαλιστεί η συναίνεση των ιδιοκτητών των μη δημοσίων εκτάσεων από τις οποίες η οδός τυχόν διέλθει και αφού προηγουμένως διευκρινιστεί ο τύπος, η θέση και η διαδικασία κατασκευής του κατάλληλου τεχνικού για την διάσχιση του υδατορέματος.
3. Να οριοθετηθεί η κοίτη του υδατορέματος, μετά από αίτηση του ιδιοκτήτη του υδατορέματος (ΟΑΘ-νυν ΕΥΑΘ)
4. Να διασαφηνιστεί ο τύπος του κατάλληλου τεχνικού έργου και οι λεπτομέρειες κατασκευής του για τη διάσχιση της κοίτης του υδατορέματος.
5. Να εξασφαλιστεί η περιβαλλοντική αδειοδότηση ή απαλλαγή του έργου.

Πέρα από πιθανές τεχνικές και δασοκομικές επεμβάσεις, εξετάστηκαν εργαλεία ευαισθητοποίησης και διαπαιδαγώγησης των ανθρώπων που χρησιμοποιούν τη μικτή ζώνη δάσους – οικιστικού ιστού.

Για την καλύτερη αποτελεσματικότητα, εντοπίστηκαν οι εξής ομάδες στόχοι και προτάθηκαν οι ακόλουθες δράσεις/ ομάδα στόχου:

1. **άνθρωποι που σχετίζονται ήδη άμεσα με το δάσος** (πχ. κάτοικοι ή επιχειρηματίες περιμετρικά του ΠΔΘ, αγρότες, συστηματικοί επισκέπτες, κλπ). Κρίνεται σημαντική η επικοινωνία των ανθρώπων αυτών με τη Δασική Υπηρεσία (είτε μέσω ηλεκτρονικής ή τηλεφωνικής επικοινωνίας, είτε μέσω προσωπικής επαφής, δηλαδή εργασίες υπαίθρου, περιπολίες, κλπ. Αυτή η δράση υλοποιείται ήδη.

2. **μαθητές που παρακολουθούν το Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης του Δασαρχείου Θεσσαλονίκης για το δάσος.** Το πρόγραμμα αυτό είναι δωρεάν και περιλαμβάνει ήδη δράσεις που στοχεύουν στην πυρασφάλεια του δάσους. Θα ήταν δε χρήσιμο να ενισχυθεί και με δράσεις που μπορούν να λάβουν ατομικά οι πολίτες για την πυρασφάλεια της μικτής ζώνης δάσους-οικιστικού ιστού.

3. **γενικό κοινό.** Για αυτή την ομάδα στόχο προτάθηκε να αναπτυχθεί ειδικό θεματικό επικοινωνιακό υλικό (σύντομο βίντεο, ψηφιακές αφίσστες, δελτία τύπου) που θα είναι διαθέσιμο μέσω διαδικτύου, των τοπικών ΜΜΕ και κατά τη διάρκεια της Διεθνούς Έκθεσης Θεσσαλονίκης (ΔΕΘ).

4. **δήμοι.** Οι όμοροι Δήμοι οφείλουν να επενδύσουν περισσότερους πόρους προκειμένου να απομακρύνονται παράνομες αποθέσεις στερεών αποβλήτων (μπάζα και λοιπά απορρίμματα) και να ενισχυθούν θέσεις που δέχονται συχνά απορρίμματα με ειδική σήμανση. Επίσης, κάδοι απορριμμάτων που δεν μπορούν να διαχειριστούν τακτικά και συστηματικά, είναι προτιμότερο να απομακρυνθούν.

5. **επιστήμονες** προκειμένου να διαδοθούν ο σκοπός, η μεθοδολογία και τα ειδικά μέτρα αντιπυρικής προστασίας σε ένα πιο εξειδικευμένο κοινό.

Ο αρχικός σχεδιασμός της αντιπυρικής προστασίας της μικτής ζώνης δάσους-οικιστικού ιστού, ετέθη στη συνέχεια με συνοπτική περίληψη αυτού σε δημόσια διαβούλευση. Αυτή διεξήχθη ηλεκτρονικά με 17 φορείς που αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς χώρους (Δημόσιες Υπηρεσίες, ΟΤΑ, επιστημονικοί φορείς και περιβαλλοντικές οργανώσεις του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης), προκειμένου να διατυπώσουν απόψεις επί της προτεινόμενης μεθοδολογίας και μέτρων του σχεδιασμού. Από αυτούς, στη διαβούλευση συμμετείχαν ενεργά μόνο πέντε φορείς. Θεωρούμε ότι οι υπόλοιποι φορείς συμφώνησαν με τη μεθοδολογία και τα προτεινόμενα μέτρα, δεδομένης της μη υποβολής σχολίων και απόψεών τους. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των ανατροφοδοτήσεων προς τη Δασική Υπηρεσία ήταν ότι οι ανταποκρινόμενοι φορείς συμφώνησαν με τον αρχικό σχεδιασμό, ενώ οι προτάσεις τους στην πλειονότητά τους ενσωματώθηκαν στον τελικό σχεδιασμό.

Ο προϋπολογισμός της υλοποίησης των προτεινόμενων ειδικών δασοκομικών παρεμβάσεων ανέρχεται σε 391.640,35€ και προτείνεται να υλοποιηθεί ανά διαχειριστικό τμήμα του ΠΔΘ, εφόσον δεν εξασφαλιστεί ολόκληρη η δαπάνη εξαρχής. Πιθανές πηγές χρηματοδότησης αποτελούν το Πράσινο Ταμείο, το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων, οι πιστώσεις στους ΟΤΑ μέσω ΥΠΕΣ για κάλυψη δράσεων προστασίας δασικών οικοσυστημάτων ή άλλων δράσεων, καθώς και το Αυτόνομο Πρόγραμμα Πολιτικής Προστασίας.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει έναν οδικό χάρτη για την ανάπτυξη ειδικών επεμβάσεων για την αντιπυρική προστασία της μικτής ζώνης δάσους – οικιστικού ιστού. Η μικτή ζώνη έχει ιδιαιτερότητες που θα πρέπει να στοιχειοθετούνται αντικειμενικά μέσα από ακριβή δεδομένα (γεωχωρικά, ορθοφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες) και εργασίες υπαίθρου. Στο ΠΔΘ η μικτή ζώνη δάσους – οικιστικού ιστού οριοθετήθηκε και καταγράφηκε σε πλάτος 60μ από τις περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος (περιοχές που είναι πιο ευάλωτες σε δασικές πυρκαγιές ή περιοχές που είναι ιδιαίτερης αξίας) και διαχωρίστηκε εντός ΠΔΘ σε δυο υποζώνες συνολικής έκτασης 1.138 στρ.: **“Προτεινόμενη Ψιλή Ζώνη”** με πλάτος έως 10μ. και **“Προτεινόμενη Στεγασμένη Ζώνη”** με πλάτος έως 50 μ. Το σύνολο των δυο υποζωνών δεν ξεπερνά το 3,8% του συνόλου του ΠΔΘ, επομένως επεμβάσεις σε μια μικρή περιοχή είναι δυνατόν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο σύνολο του δάσους και των όμορων οικισμών.

Να σημειωθεί, όμως, ότι καταγράφηκε και οριοθετήθηκε η μικτή ζώνης δάσους- οικιστικού ιστού τόσο εντός, όσο και εκτός ΠΔΘ (*«Προτεινόμενη ευρύτερη ζώνη εφαρμογής μέτρων αντιπυρικής προστασίας»*). Η συνολική της έκταση της είναι ίση με 2.005 στρ. Επομένως υπάρχει μια έκταση εκτός ΠΔΘ με συνολική έκταση 867 στρ., η οποία κρίνεται απαραίτητο να διερευνηθεί το ισχύον ιδιοκτησιακό καθεστώς της και στη συνέχεια να ενημερωθούν οι συγκεκριμένοι ιδιοκτήτες ανά θέση (δημόσιο, δήμοι, ιδιώτες ή, άλλοι φορείς) για τις δικές τους ενέργειες, δεδομένου ότι οφείλουν αντίστοιχα να προβούν στη λήψη των κατάλληλων αντίστοιχων επεμβάσεων επί ιδιοκτησιών τους.

Δεν προτάθηκαν παρεμβάσεις τεχνικής φύσεως στα όρια του ΠΔΘ με τον οικιστικό ιστό διότι ο δάσος είναι ευρύτερα άρτια θωρακισμένο με τεχνικά έργα πρόληψης και προκαταστολής (δρόμοι, αντιπυρικές λωρίδες, υδατοδεξαμενές, υδροστόμια, κλπ.), ιδιαίτερα μετά τη μεγάλη δασική πυρκαγιά του 1997. Προτάθηκε, όμως, η κατασκευή μια μικρής εναλλακτικής διόδου διαφυγής των κατοίκων από την περιοχή νότια του υδατορέματος στην περιοχή βόρεια του υδατορέματος στο Ελαιόρεμα Πανοράματος. Γενικά, όμως, κρίνονται ως απαραίτητα τα ειδικά τεχνικά έργα πυρασφάλειας στη μικτή ζώνη, ώστε να είναι πιο άμεση η καταστολή από τα επίγεια μέσα σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς.

Επιπρόσθετα, προτάθηκαν και εργαλεία επικοινωνίας και ευαισθητοποίησης γιατί αρκετές δασικές πυρκαγιές οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα. Τα εργαλεία επικοινωνίας θέλουν καλή προετοιμασία και διαφοροποιήσεις, γιατί στοχεύουν σε ανομοιογενές σε ηλικία, μόρφωση και ενδιαφέροντα κοινό. Επίσης, δεν είναι απαραίτητο να είναι νέα εργαλεία, θα μπορούσαν να είναι και υφιστάμενα εργαλεία με κατάλληλη υποστήριξη.

Η συνεργασία των Δασικών Υπηρεσιών με άλλες Δημόσιες Υπηρεσίες και σχετικούς τοπικούς φορείς, προσδίδει προστιθέμενη αξία στη πυρασφάλεια μιας περιοχής. Η διαβούλευση του σχεδιασμού ήταν και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη ώστε να επιτευχθεί συναίνεση, αλλά και επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος με τους λιγότερους κατά το δυνατόν πόρους.

Τέλος, προτείνεται η παρούσα εργασία να λειτουργήσει ως κίνητρο για την ανάπτυξη παρόμοιων σχεδιασμών σε μικτές ζώνες δάσους- οικιστικού ιστού σε άλλες περιοχές, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν στην ελληνική νομοθεσία και στην ελληνική δασική πράξη θεσμοθετημένες προδιαγραφές αντιπυρικής προστασίας συγκεκριμένα για τη μικτή ζώνη δάσους - οικιστικού ιστού.

Abstract

Studies on forest fire risk protection are developed accordingly to the official standards which are aiming to create suitable precautional conditions when fire occurs and to develop suitable repressive means and conditions. For the Wildland Urban Interface-WUI, there are no official standards. The purpose of this study was to identify the appropriate science-based tools for forest fire precaution and prevention for this zone with reference to the Urban Forest of Thessaloniki, northern Greece. The tools included specialized forestry interventions, forest passage construction and use of communication means in selected locations of the Urban Forest of Thessaloniki based on geospatial criteria. The methodology of this study can initiate dialogue on the development of standards for forest fire risk protection studies at the Wildland Urban Interface.

Βιβλιογραφία

Birot, Y., 2009. Η ζωή μας με τις δασικές πυρκαγιές: Η άποψη της επιστήμης, Joensuu Φιλανδία: Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Δασών. pp. 90.

Chouvardas, D. κ.α., 2013. Diachronic evolution of land use/ cover changes in pastoral landscapes of Greece. In: Vrahnakis M., Kyriazopoulos A.P., Chouvardas D. and G. Fotiadis (eds) DryGrasslands of Europe: Grazing and Ecosystem Services ed. Greece: Hellenic Range and Pasture Society. pp. 277-282.

Dennis, F. C., 1992. Creating fire safe zones around your forested homesite, Colorado USA: Central States Center for Agricultural Safety and Health (NASD).pp. 4.

FAO, 2006. Fire management: voluntary guidelines. Principles and strategic actions. Fire Management Working Paper 17., Rome Italy: FAO. pp. 74.

Δήμος Κομοτηνής 2014. Επιδεικτικές εφαρμογές δασοκομικών χειρισμών της βλάστησης με σκοπό την αντιπυρική προστασία στο Δάσος Νυμφαίας, Κομοτηνή, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δήμος Κομοτηνής. Σελ. 24.

Καλλίρης, Π., 2021. Οριστική μελέτη αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων καμένων εκτάσεων δασικού χαρακτήρα στην περιοχή του οικισμού Σχίνου της ΤΚ Πισίων του Δήμου Λουτρακίου – Περαχώρας – Αγίων Θεοδώρων ΠΕ Κορινθίας από την πυρκαγιά της 19ης Μαΐου 2021, Κόρινθος: Διεύθυνση Δασών ΠΕ Κορινθίας. Σελ. 115.

Παπαδόπουλος Σ. 2011. Κατασκευή στεγασμένων ζωνών εκατέρωθεν δασικών δρόμων και ζωνών στο Σύμπλεγμα Δημοσίων Δασών Σιθωνίας και στο Δημόσιο Δάσος Πολυγύρου του Δασαρχείου Πολυγύρου. Πολύγυρος, Δασαρχείο Πολυγύρου. Σελ. 67.

Τσαγκάρη Κ. κ.α., 2013. Εκτίμηση κινδύνου καταστροφής κατοικιών από δασικές πυρκαγιές στη ζώνη μίξης Δασών-Οικισμών. Μια προσέγγιση με τη βοήθεια εθελοντών". 16^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Θεσσαλονίκη, 6/9-10-2013. Σελ. 106-114.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΜΑΙΝΑΛΟ

Κουρέτας, Ιωάννης¹; Αθανασίου, Μιλτιάδης²

¹Λ. Ζέρβα 42, 22200 Μεγαλόπολη Αρκαδίας, ikoyr@hotmail.gr

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

Περίληψη

Μελετήθηκαν 76 δασικές πυρκαγιές (N=76) οι οποίες προκλήθηκαν από κεραυνούς στο όρος Μαίναλο Αρκαδίας και περίξ αυτού, σε χρονικό διάστημα 23 ετών (1998 έως 2020), από τον Μάιο έως και τον Νοέμβριο κάθε έτους. Προέκυψαν δυνητικά χρήσιμα συμπεράσματα για τη συχνότητα και το υψόμετρο (Eiv) εμφάνισής τους, τις καμένες εκτάσεις (BuA), τις συντεταγμένες των θέσεων των κεραυνικών πληγμάτων, την ώρα εντοπισμού-αναγγελίας των πυρκαγιών (Fdt) και τη χρονική καθυστέρηση μεταξύ της εκδήλωσης πυρκαγιάς από κεραυνό και του εντοπισμού της (hold overtime). Βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, η συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών που προκαλούνται από κεραυνούς, είναι αυξημένη τον Αύγουστο και τον Ιούλιο, οι περισσότερες έχουν εκδηλωθεί στο νότιο τμήμα του Μαινάλου και εντοπίστηκαν τις απογευματινές ώρες.

Λέξεις κλειδιά: Δασικές πυρκαγιές, Φυσικά αίτια, Κεραυνοί, Καταιγίδα, Μαίναλο.

Εισαγωγή

Από τα φυσικά αίτια πρόκλησης δασικών πυρκαγιών, α) κεραυνοί, β) ηφαιστεια και γ) σπίθες από πτώσεις βράχων (Pyne 2001), το (α) είναι το πλέον σημαντικό παγκοσμίως (Pyne κ.α. 1996, Scott κ.α. 2014) και το (γ) εξαιρετικά σπάνιο. Ως κεραυνός ορίζεται η γρήγορη και μαζική μετακίνηση ηλεκτρικών φορτίων μεταξύ νέφους και εδάφους (cloud to ground lightning: CGL) και το ρεύμα επιστροφής είναι το ορατό, στο ανθρώπινο μάτι, στάδιο εκδήλωσης του φαινομένου.

Στα ορεινά δάση κωνοφόρων, οι πυρκαγιές προκαλούνται συνήθως από κεραυνούς κατά τις θερινές ξηρές καταιγίδες (Reineking κ.α. 2010, Αριανούτσου - Φαραγγιτάκη και Καζάνης 2012) οι οποίες συνοδεύονται από ασθενή ανοδικά ρεύματα και υψηλά νέφη (Perez-Invernon κ.α. 2021), εμφανίζονται κυρίως τις απογευματινές ώρες σε περιοχές με χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία, οπότε κάποια ποσότητα υετού εξατμίζεται και δεν φτάνει στο έδαφος. Στην Ελλάδα τους θερινούς μήνες, καταιγίδες αστάθειας διαμορφώνουν τις τοπικές μετεωρολογικές συνθήκες πάνω από ορεινές περιοχές και ενίοτε συνοδεύονται από χιλιάδες ηλεκτρικές εκκενώσεις, ισχυρούς ή θυελλώδεις ανέμους, χαλάζι και ύψη βροχής της τάξης των 40 mm/h και πλέον (Μαζαράκης 2010). Η ανάλυση της χωρικής κατανομής του φαινομένου έχει δείξει ότι η κεντρική Πελοπόννησος περιλαμβάνεται στις περιοχές με πολύ υψηλή «σχετική πυκνότητα ηλεκτρικών εκκενώσεων» (Mazarakis κ.α. 2008). Ο όρος αυτός (αλλιώς “relative flash density”), ορίζεται ως ο λόγος της μέσης πυκνότητας (αριθμός εκκενώσεων ανά km² ανά περίοδο) για τη συγκεκριμένη περιοχή και το χρονικό διάστημα μελέτης, προς την ολική πυκνότητα (συνολικός αριθμός εκκενώσεων όλης της περιοχής μελέτης διά το εμβαδό της) η οποία αναφέρεται στο ίδιο χρονικό διάστημα (Μαζαράκης 2010). Γενικά, το μεγαλύτερο ποσοστό των ηλεκτρικών εκκενώσεων λαμβάνουν χώρα μέσα στο ίδιο νέφος (intra-cloud lightning) ή μεταξύ νεφών (cloud to cloud lightning) και δεν φτάνουν στο έδαφος ενώ δεν είναι γνωστό πόσοι από τους κεραυνούς (CGL) τελικά προκαλούν ανάφλεξη της βλάστησης και πόσοι όχι. Όμως η πιθανότητα εμφάνισής τους τροποποιεί την πιθανότητα πρόκλησης πυρκαγιάς άρα και τον κίνδυνο πυρκαγιάς σε μια περιοχή, προς το χειρότερο.

Ο κεραυνός είτε σε ιστάμενο (ζωντανό ή νεκρό) δέντρο είτε σε πεσμένο κορμό, αρχικά προκαλεί την υποβόσκουσα καύση (smoldering) της νεκρής οργανικής ύλης (που είναι ατελής καύση, δηλαδή «σιγοκαίει») γύρω από τη βάση του δέντρου (Ogilvie 1989) ή του πεσμένου κορμού και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα εμφανίζεται η γυμνή φλόγα. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του κεραυνού και της εκδήλωσης της γυμνής φλόγας δηλαδή της ανάφλεξης (ignition), ποικίλει. Σύμφωνα με τους Nash και Johnson (1996), Anderson (2002), Pineda και Rigo (2017) και Schultz κ.α. (2019), η

φάση της υποβόσκουσας καύσης συνήθως διαρκεί από μία έως τρεις μέρες, πριν μετατραπεί σε τέλεια καύση ενώ οι Wotton και Martell (2005) σημειώνουν περιπτώσεις με διάρκεια έως και μερικές εβδομάδες. Αφού η φλόγα εκδηλωθεί, μετά από κάποιο μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα που συνήθως δεν είναι γνωστό με μεγάλη ακρίβεια, η φωτιά αρχίζει να εξαπλώνεται στην επιφανειακή βλάστηση. Κάποια στιγμή, η δασική πυρκαγιά γίνεται αντιληπτή, στις περισσότερες περιπτώσεις από τον καπνό αλλά και κάποιες άλλες αρχικά από την οσμή του καπνού μέσω της όσφρησης και κατόπιν οπτικά. Εντοπίζεται από κάποιον κάτοικο, περαστικό, ή παρατηρητή από πυροφυλάκιο και ακολουθεί η αναγγελία της. Μερικές από τις πυρκαγιές που προκαλούνται από κεραυνό, εντοπίζονται από αεροσκάφη. Συνήθως, η στιγμή της ανάφλεξης προηγείται αρκετά της στιγμής του εντοπισμού (detection) της πυρκαγιάς και το μεταξύ τους χρονικό διάστημα καλείται “χρονική καθυστέρηση” (holdover time) (Wotton και Martell 2005, Moris κ.α. 2020). Υπάρχουν βεβαίως και περιπτώσεις που ο κεραυνός γίνεται άμεσα αντιληπτός και η ανάφλεξη που έχει προκαλέσει εντοπίζεται επίσης άμεσα, οπότε η χωρική εξάπλωση της πυρκαγιάς είναι ασήμαντη.

Στην Ελλάδα, η καμένη έκταση των πυρκαγιών που προκαλούνται από κεραυνό, κυμαίνεται από ένα καμένο ιστάμενο δέντρο ή έναν νεκρό κορμό πεσμένο στο έδαφος, έως αρκετές δεκάδες ή/και κάποιες εκατοντάδες εκτάρια. Συνήθως αρχίζουν να εξαπλώνονται ως πυρκαγιές επιφανείας, πολύ χαμηλής ή χαμηλής έντασης και περνούν απαρατήρητες έως ότου οι συνθήκες επιτρέψουν την αύξηση του ρυθμού εξάπλωσης ή της έντασής τους (κυρίως σε λεπτά καύσιμα ή έντονο ανάγλυφο, αντίστοιχα) οπότε μπορεί να παρατηρηθεί σημαντική αύξηση της περιμέτρου τους και ενδεχομένως μετατροπή τους σε κόμης για κάποια διαστήματα. Δασικές πυρκαγιές που προκαλούνται από κεραυνούς, συχνά ωφελούν το δασικό οικοσύστημα, συμβάλλοντας στη διατήρηση της υγείας του και βοηθώντας την αναγέννησή του (Komarek 1968).

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι διεθνώς, για να διαπιστωθεί ποιος κεραυνός προκάλεσε συγκεκριμένη πυρκαγιά, ανάμεσα σε έναν μεγάλο αριθμό «υποψήφιων» κεραυνών. Παρόλα αυτά δεν υπάρχουν δεδομένα (σχετικά ζεύγη μετρήσεων) που να συνδέουν κεραυνούς με τις πυρκαγιές που προκάλεσαν (Moris κ.α. 2020) και που θα μπορούσαν να βοηθήσουν: α) στην κατανόηση και περιγραφή του καθεστώτος που επικρατεί σε μια περιοχή σχετικά με τα φυσικά αίτια έναρξης αν παραδείγματος χάριν μπορεί να εκτιμηθεί η “χρονική καθυστέρηση” (Pineda και Rigo 2017, Schultz κ.α. 2019) και β) στην μοντελοποίηση της εμφάνισης πυρκαγιών που προκλήθηκαν από κεραυνούς (Chen κ.α. 2015).

Στην παρούσα εργασία, αξιοποιήθηκαν δεδομένα πυρκαγιών που προκλήθηκαν από κεραυνούς στο όρος Μαίναλο και την ευρύτερη περιοχή και προέρχονται από το Δασαρχείο Βυτίνας και την Πυροσβεστική Υπηρεσία για το χρονικό διάστημα από το 1998 έως και το 2020, την περίοδο από Μάιο έως και Νοέμβριο κάθε έτους. Επίσης, αναλύθηκαν καταγεγραμμένες αξιόπιστες πρωτογενείς πληροφορίες από κτηνοτρόφους, συμμετέχοντες στη δασοπυρόσβεση και κατοίκους, οι οποίες επέτρεψαν τη διασταύρωση και σύνθεση δεδομένων, την ισχυρή τεκμηρίωση καθώς και τον εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων η οποία δημιουργήθηκε. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης, μπορούν να συμβάλλουν στην αποτελεσματική διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στο Μαίναλο, υποστηρίζοντας σημαντικά τη λήψη αποφάσεων και διευκολύνοντας επίσης σημαντικά, πιθανή μελλοντική επιστημονική έρευνα.

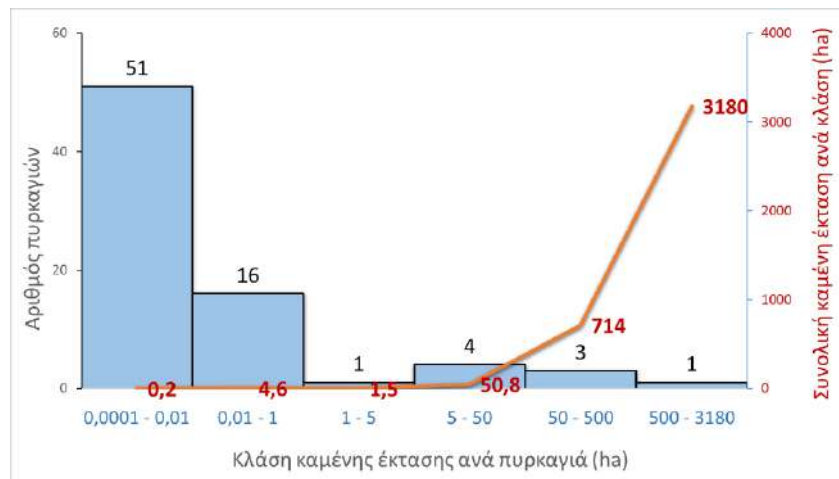
Υλικά και Μέθοδοι

Δημιουργήθηκε βάση δεδομένων που περιέχει 76 περιπτώσεις δασικών πυρκαγιών (N=76) οι οποίες προκλήθηκαν από κεραυνό και αποτελείται από τα πεδία: α) ημέρα, β) μήνας, γ) έτος, δ) ώρα εντοπισμού και αναγγελίας της πυρκαγιάς, που συμπίπτουν διότι για όλες τις περιπτώσεις το μεταξύ τους χρονικό διάστημα είναι αμελητέο (Fdt: γνωστή για τις 72 περιπτώσεις, βλ. σχήμα 6(α) & πίνακα 2], ε) συντεταγμένες της θέσης του κεραυνικού πλήγματος / σημείου έναρξης πυρκαγιάς (ΕΓΣΑ87, m) που εισήχθησαν στο περιβάλλον του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ) οπτικοποιώντας τη χωρική κατανομή όλων των σημείων (Σχήμα 7), στ) υψόμετρο του σημείου έναρξης (Alt, m) που εξακριβώθηκε στο ΓΣΠ, ζ) καμένη έκταση (BuA, ha) η) χρονική καθυστέρηση (holdover, h) που υπολογίστηκε για 44 από τις 76 περιπτώσεις. Για τις περισσότερες από τις 44 περιπτώσεις η ώρα εκδήλωσης του εκάστοτε κεραυνικού πλήγματος που προκάλεσε την πυρκαγιά ήταν εξ’ αρχής γνωστή, από το σύνολο των πρωτογενών πληροφοριών που προήλθαν από μαρτυρίες. Για λίγες περιπτώσεις που ήταν μεν γνωστή η θέση αλλά δεν ήταν σαφές ποιο από τα κεραυνικά πλήγματα της καταιγίδας προκάλεσε την πυρκαγιά, ως ώρα εκδήλωσης του «επίμαχου» κεραυνού και ταυτόχρονα ώρα

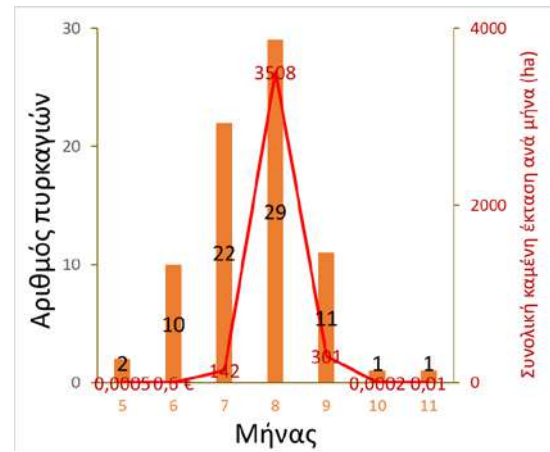
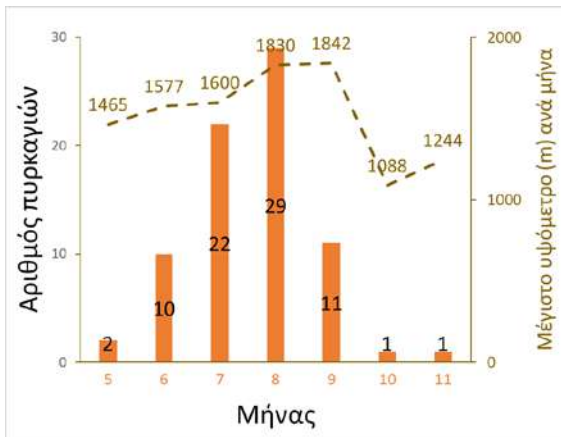
ανάφλεξης (έναρξης της πυρκαγιάς), ορίστηκε η χρονική στιγμή στο μέσο της καταιγίδας. Τα σχετικά δεδομένα προήλθαν από τους εκάστοτε κατάλληλους μετεωρολογικούς σταθμούς του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, μεταξύ των εννέα εγκατεστημένων στην ευρύτερη περιοχή (σε Ελάτη, Βυτίνα, Στεμνίτσα, Λυκόχια, Λεβίδι, Μαγούλιανα, στην κορυφή Μπλεσίβος, στην Μεγαλόπολη και στη ΒΙ.ΠΕ. Τρίπολης, βλ. Σχήμα 7). Οι 76 πυρκαγιές ταξινομήθηκαν σε 6 εμπειρικές κλάσεις άνισου πλάτους με κριτήριο την BuA ανά πυρκαγιά και υπολογίστηκαν η συνολική ανά κλάση BuA και το EIn, ανά μήνα και έτος (Σχήματα 1, 2 & 3, Πίνακας 1). Μεγάλο μέρος της BuA προέρχεται από ένα πολύ μικρό αριθμό πυρκαγιών (Σχήμα 1). Η εγγραφή με την μεγαλύτερη BuA (3.180 ha) αφορά σε δύο πυρκαγιές που ενώθηκαν: η πρώτη προκλήθηκε από κεραυνό και η δεύτερη μετά από δύο μέρες, από άγνωστο αίτιο. Μαζί με τις BuA τριών ακόμη πυρκαγιών (120, 294 και 300 ha), δηλαδή συνολικά 3.894 ha, αφαιρέθηκαν από τη συνολική BuA (=3.951,1 ha) των 76 εγγραφών της βάσης οπότε απέμεινε BuA=57,1 ha που αντιστοιχεί σε 72 πυρκαγιές (Σχήματα 4 & 5, Πίνακας 1). Για τις 4 πρώτες κλάσεις του σχήματος 1, που αφορούν σε πυρκαγιές με BuA ανά πυρκαγιά όχι πάνω από 15,9 ha, παρουσιάζονται στατιστικά περιγραφικά στοιχεία στον πίνακα 1 και τα σχήματα 4 & 5. Το υποσύνολο (επίσης με N=72) του σχήματος 6(α) και του πίνακα 2, περιλαμβάνει εγγραφές για τις οποίες είναι γνωστή η Fdt και είναι διαφορετικό από το υποσύνολο με N=72, των σχημάτων 4 & 5 και του πίνακα 1. Τα έτη 1999, 2013, 2016 και 2019, δεν υπάρχει καταγεγραμμένη πυρκαγιά, προκληθείσα από κεραυνό (7^η στήλη του πίνακα 1, N=19).

Αποτελέσματα

Υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά στοιχεία (Πίνακες 1 & 2) και δημιουργήθηκαν ιστογράμματα (Σχήματα 2, 3, 4, 5, & 6) και ο χάρτης χωρικής και χρονικής κατανομής των κεραυνών στην περιοχή (Σχήμα 7).



Σχήμα 1. Η κατανομή των 76 δασικών πυρκαγιών, σε κλάσεις BuA ανά πυρκαγιά και η ανά κλάση συνολική BuA
 Figure 1. Frequency distribution of wildfires for burned area (BuA) classes and the total burned area per class (N=76)

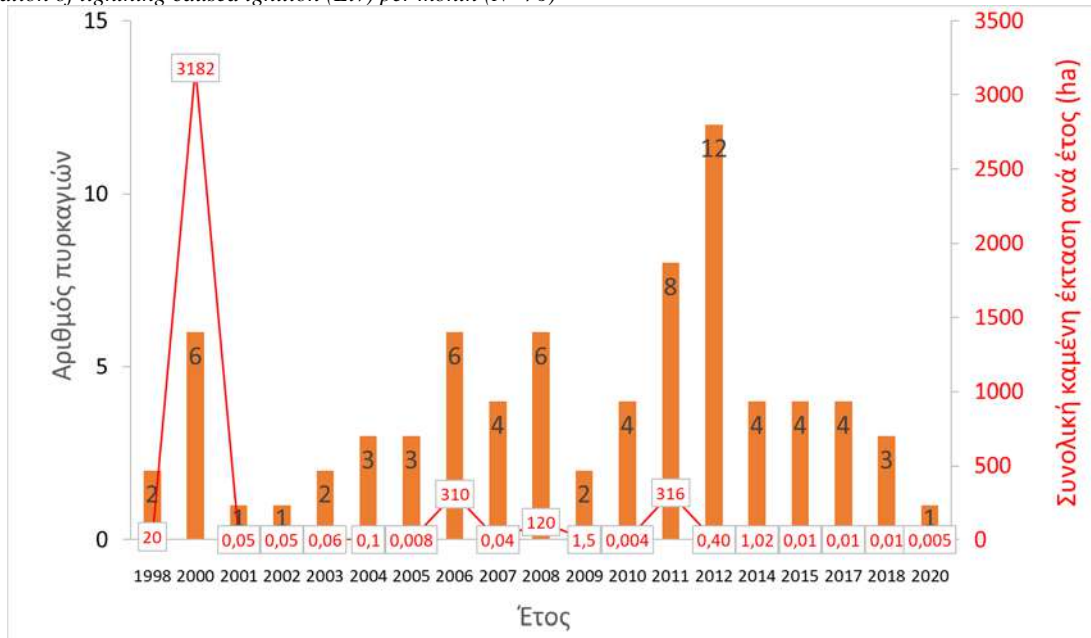


Σχήμα 2. α) Αριθμός πυρκαγιών και μέγιστο EIV ανά μήνα (N=76)

β) Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά μήνα (N=76)

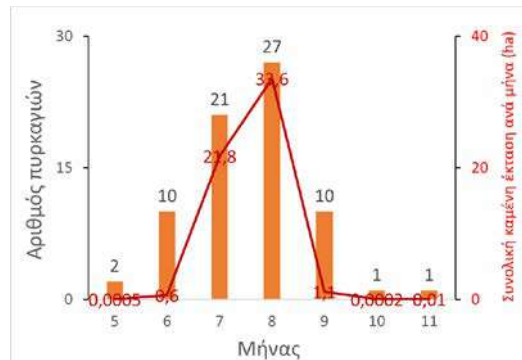
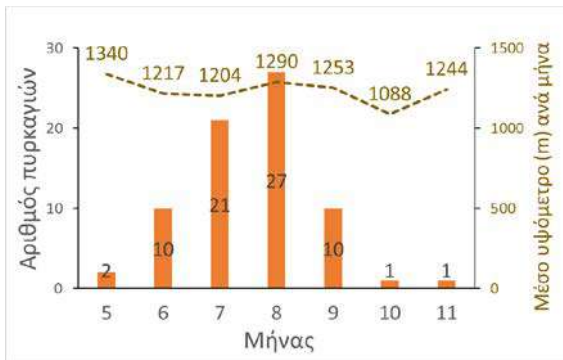
Figure 2. a) Frequency distribution of wildfires and maximum elevation of lightning caused ignition (EIV) per month (N=76)

b) Frequency distribution of wildfires and the total BuA per month (N=76)



Σχήμα 3. Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά έτος (N=76)

Figure 3. Frequency distribution of wildfires and the total BuA per year (N=76)

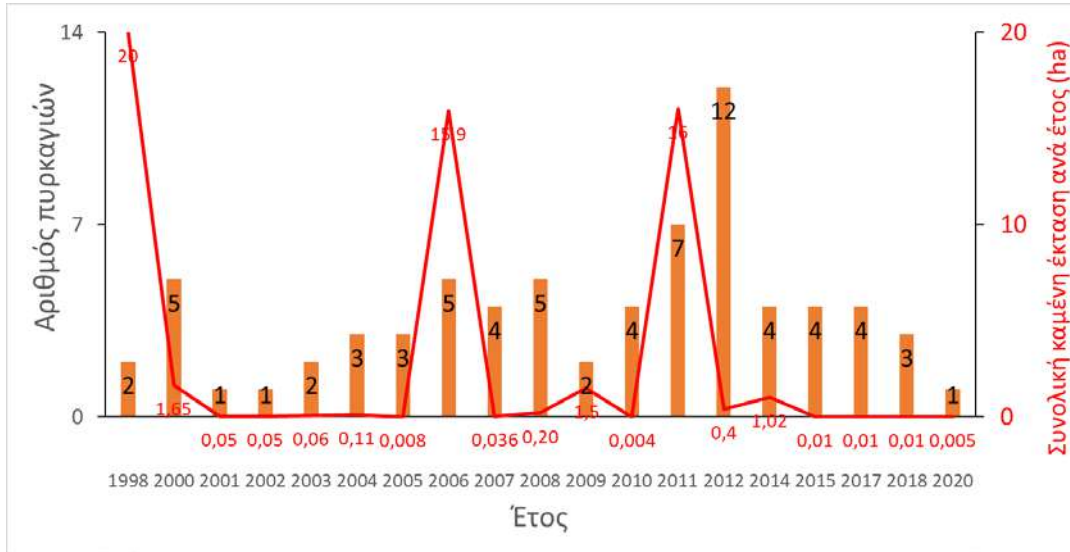


Σχήμα 4. α) Αριθμός πυρκαγιών & μέσο EIV ανά μήνα (για N=72, όπου BuA πυρκαγιάς ≤15,9 ha)

β) Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά μήνα (για N=72, όπου BuA πυρκαγιάς ≤15,9 ha)

Figure 4. a) Frequency distribution of wildfires and mean EIV per month (N=72, where BuA per fire ≤15.9 ha)

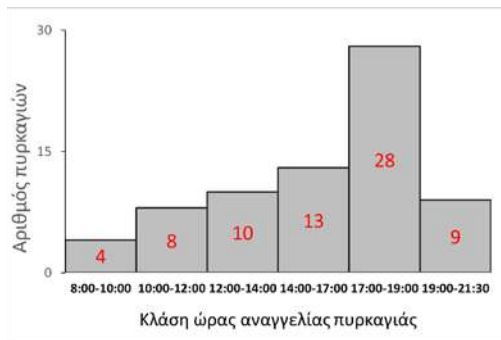
b) Frequency distribution of wildfires and the total BuA per month (N=72, where BuA per fire ≤15.9 ha)



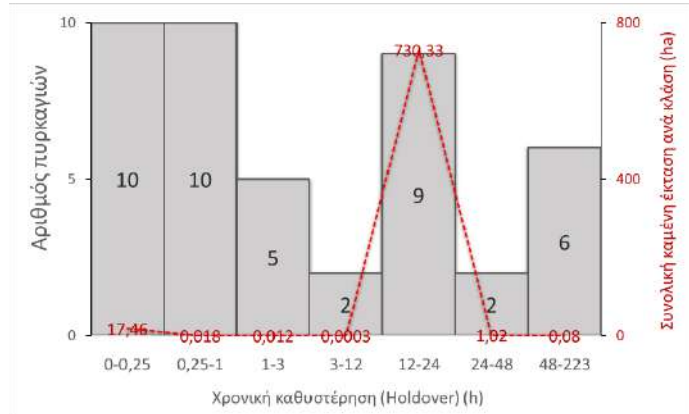
Σχήμα 5. Αριθμός πυρκαγιών και συνολική BuA ανά έτος (για N=72, όπου BuA πυρκαγιάς ≤15,9 ha)
 Figure 5. Frequency distribution of wildfires and the total BuA per year (N=72, where BuA per fire ≤15.9 ha)

Πίνακας 1. Βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των παραμέτρων: αριθμός πυρκαγιών, BuA και Elv.
 Table 3. Descriptive statistics of number of fires, BuA and Elv

	Πυρκαγιές ανά έτος	BuA ανά πυρκαγιά (ha)	Elv (m)	Πυρκαγιές ανά μήνα, Μάιο έως Νοέμβριο (Μέσο Elv ανά μήνα, m)	Συνολική BuA ανά μήνα (ha)	Πυρκαγιές ανά έτος / (Μέσο Elv ανά έτος, m)	Συνολική BuA ανά έτος (ha)	BuA ανά πυρκαγιά (ha) / (Elv, m)
Μέση τιμή (Mean)	4	52	1.253	10/(1.234)	8,2	4 / 1.293	3	0,8/(1.248)
Τυπικό σφάλμα μέσου (S.E.)	0,6	42	27	4/(30)	5,2	0,6 / 39	1	0,4/(28)
Διάμεσος (Median)	4	0,005	1.252	10/(1.244)	0,6	4 / 1.302	0,06	0,005/(1.241)
Κορυφή (Mode)	4	0,0001	1.418	10/(-)	-	4 / (-)	0,05	0,0001/(1.342)
Τυπική απόκλιση (S.D.)	3	367	236	10/(79)	13,8	3 / (170)	6,4	3/(241)
Ελάχιστη τιμή (min)	1	0,0001	420	1/(1.088)	0,0002	1 / (951)	0,004	0,0001/(420)
Μέγιστη τιμή (max)	12	3.180	1.842	27/(1.340)	33,6	12 / (1.624)	20	15,9/(1.842)
Σύνολο	76	3.951	-	72/(-)	57,1	72 / (-)	57,1	57,1/(-)
N	19	76	76	7/(7)	7	19 / (19)	19	72/(72)



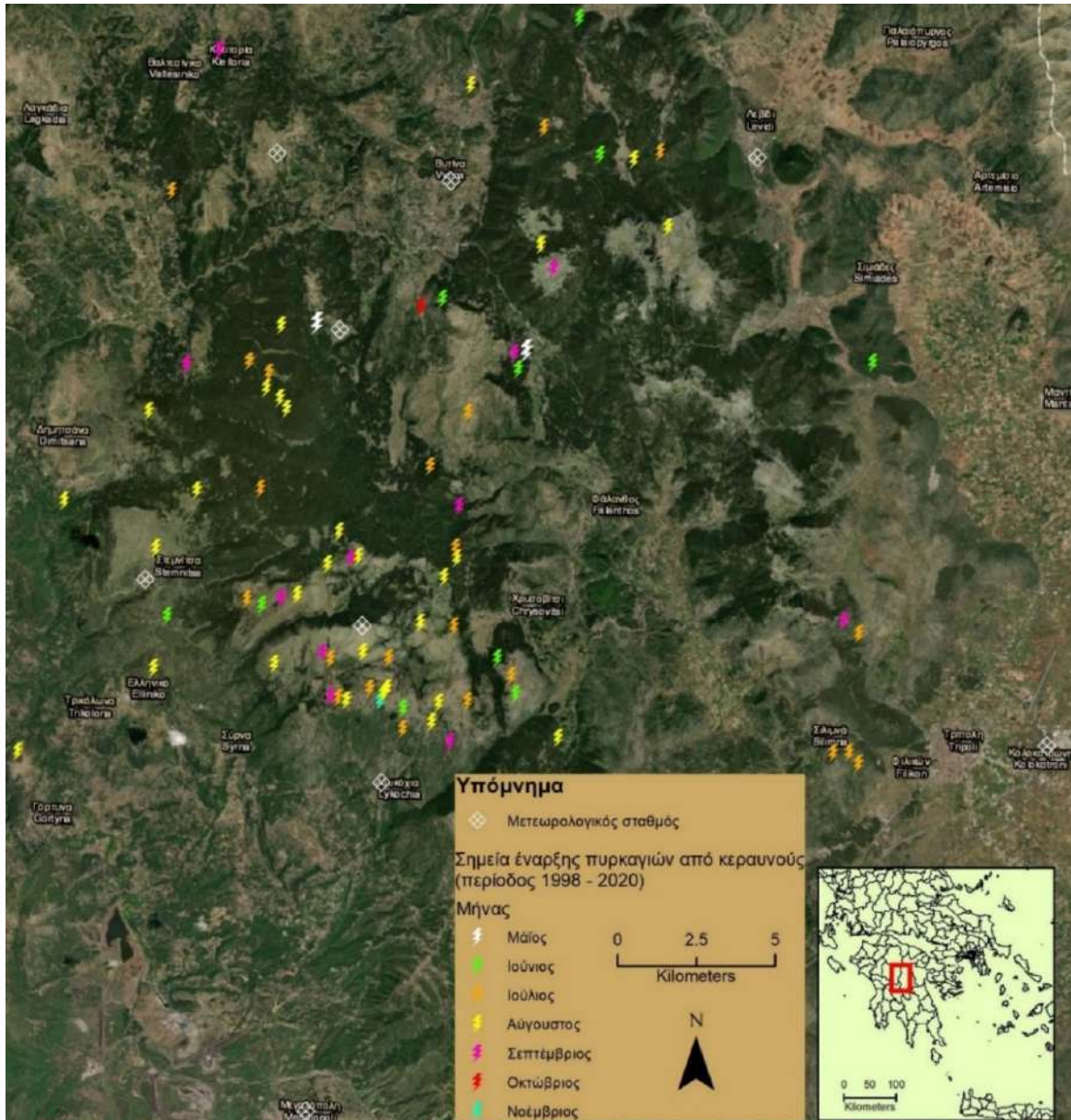
Σχήμα 6. α) Η κατανομή 72 δασικών πυρκαγιών, σε κλάσεις Fdt
 Figure 6. a) Frequency distribution of wildfires for fire detection time (Fdt) classes (N=72)



β) Η κατανομή 44 δασικών πυρκαγιών, σε κλάσεις holdover και συνολική ανά κλάση BuA
 b) Frequency distribution of wildfires for holdover classes and the total BuA per class (N=44)

Πίνακας 2. Βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των παραμέτρων: Fdt, Elv, BuA και holdover (Σχήματος 6)
 Table 2. Descriptive statistics of Fdt, Elv, BuA and holdover (of Figure 6)

	Fdt (hh:mm)	Elv (m)	BuA ανά πυρκαγιά (ha)	Fdt (hh:mm)	Elv (m)	holdover (h)	BuA ανά πυρκαγιά (ha)
Mean	15:47	1.243	10,4	15:26	1.202	22,5	17
S.E.	23 min	28	6	31 min	36	7	10
Median	17:09	1.241	0,005	15:45	1.186	1,6	0,005
Mode	17:30	1.342	0,005	17:30	-	0,2	0,0001
S.D.	3h & 19min	239	50,8	3h & 29min	240	46,1	64
min	08:02	420	0,0001	08:02	420	0,08	0,0001
max	21:30	1.842	300	21:30	1.842	222,8	300
Σύνολο	-	-	751,1	-	-	-	749
N	72	72	72	44	44	44	44



Σχήμα 7: Καταγεγραμμένοι κεραυνοί που προκάλεσαν πυρκαγιές στο όρος Μαίναλο Αρκαδίας, ταξινομημένοι ανά μήνα, για την περίοδο 1998 - 2020.

Figure 7: Spatial and temporal (per month) distribution of lightning caused wildfires on mount Mainalo, Arcadia Greece, for the period 1998 to 2020.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρουσίαση της χωρικής και χρονικής κατανομής των πυρκαγιών (Σχήματα 2, 3, 4, 5, 6(α) & 7) σε σχέση με τις εκάστοτε τιμές της καμένης έκτασης και της “χρονικής καθυστέρησης” (holdover time) [Πίνακες 1 & 2 και Σχήμα 6(β)], βοηθά σημαντικά την προσέγγιση του φαινομένου για την κατανόησή του. Οι περισσότερες πυρκαγιές εντοπίζονται εντός χρονικού διαστήματος 3 ωρών μετά την εκδήλωση του κεραυνού που προκαλεί την ανάφλεξη, ενώ όσες εντοπίζονται και αναγγέλλονται την επόμενη μέρα, σχετίζονται με τις μεγαλύτερες καμένες εκτάσεις [Σχήμα 6(β)]. Συνήθως εντοπίζονται και αναγγέλλονται τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, πολλές γύρω από τις 17:30 [Πίνακας 2 & Σχήμα 6(α)] και σε υψόμετρο γύρω από τα 1.200 m (Σχήμα 4(α) & Πίνακας 2).

Η επιλογή εμπειρικών κλάσεων άνισου πλάτους των ιστογραμμάτων (Σχήματα 1 & 6), κατά κάποιον τρόπο επιβλήθηκε, για την ανάδειξη χρήσιμων από πρακτική άποψη συμπερασμάτων και πιθανώς αναγκαίων προσαρμογών σε περιπολίες ή/και στην επάνδρωση πυροφυλακίων.

Ο Γκουβάς (2009) και ο Παπαγεωργίου (2015), έχουν επισημαίνει τη σπουδαιότητα της ανάλυσης δεδομένων για την προστασία των ψυχρόβιων κωνοφόρων. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας,

μαζί με ευρήματα άλλων ερευνητών, μπορούν να υποστηρίξουν περαιτέρω σχετική επιστημονική έρευνα.

Ο έγκαιρος εντοπισμός πυρκαγιών που προκαλούνται από κεραυνούς μπορεί να υποστηριχθεί σημαντικά στο μέλλον από α) κανονικοποίηση των κλάσεων των σχημάτων 1 & 6, β) αύξηση της βάσης δεδομένων που θα επιτρέπει τον περαιτέρω έλεγχο κάποιων αρχικών ενδείξεων για την περιοδικότητα του φαινομένου (Σχήματα 3 & 5) και γ) συσχέτιση των χρονικών περιόδων με αυξημένη κεραυνική δραστηριότητα (σε έτη, μήνες του χρόνου ή/και ώρες της ημέρας) με τις καμένες εκτάσεις, τις μετεωρολογικές συνθήκες πριν και μετά την εκδήλωση των κεραυνών, την κατάσταση της βλάστησης και τη χρονική καθυστέρηση (holdover time).

Ακόμα και σε πολύ θερμές και ξηρές χρονιές, εκεί που η εδαφική υγρασία είναι υψηλή δηλαδή σε πλαγιές με βόρειο προσανατολισμό και στα πιο βαθιά εδάφη στα κατώτερα τμήματα των πλαγιών, τα έλατα καίγονται δύσκολα (Γκουβάς 2011). Από την άλλη πλευρά, σε καμένες περιοχές, όπως εκείνη του 2000, η εξάπλωση στα χόρτα είναι γρήγορη, πλήττοντας ενίοτε και προσπάθειες αναδάσωσης. Για την άνοιξη και τη θερινή περίοδο, έχει βρεθεί ότι οι κεραυνοί εκδηλώνονται πιο συχνά σε δασωμένες περιοχές που τα εδάφη είναι πιο υγρά καθώς και ότι η συσχέτιση της κεραυνικής δραστηριότητας με το υψόμετρο και με τη μορφολογική κλίση, είναι θετική (Kotroni και Lagouvardos 2008). Βεβαίως, τα δάση που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο απειλούνται συχνά και από πυρκαγιές που ξεσπούν μακριά και στα κατόντη των ορεινών όγκων ενώ οι κίνδυνοι για αυτά είναι πολλοί περισσότεροι και δεν προέρχονται όλοι από τη φωτιά (Γκουβάς 2011).

Παρόλο που οι περισσότεροι από τους κεραυνούς που έχουν προκαλέσει πυρκαγιές στο Μαίναλο, έχουν καταγραφεί στο νότιο τμήμα του (Σχήμα 7), η πιθανότητα να υπάρξει καταστροφική πυρκαγιά από κεραυνό που θα προκαλέσει ανάφλεξη στο βόρειο ή/και δυτικό τμήμα του όρους, είναι υπαρκτή.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον κ. Φώτιο Παπαχατζή για την καθοριστική του συμβολή καθώς και τους υπαλλήλους της Π.Υ. Μεγαλόπολης και την Αναπληρώτρια Δασάρχη Βυτίνας κ. Βασιλική Σαράντη, για τις χρήσιμες διευκρινήσεις και τα δεδομένα που παρείχαν.

Abstract

This paper concerns seventy-six (76) lightning-ignited wildfires on mount Mainalo and its peripheral zone, during the May to November period of the years 1998 to 2020. Descriptive statistics (mean, standard error, median, mode, standard deviation, minimum and maximum) and frequency distribution histograms were used to describe the number of fires per year or month, the burned area per fire, the total burned area per month or year, absolute or mean elevation of lightning-caused fire occurrence, wildfire detection time, and the holdover time (the phase between ignition and detection). The analysis shows that the frequency of lightning-caused wildfires is increased in August and July while most of the fires have taken place at the south part of the mountain and have been detected in the afternoon hours. The results and the preliminary conclusions regarding the spatial and temporal distribution of lightning-caused wildfires and the rest of the data series of this paper, represent the first approach of this type to the lightning-ignited wildfires in Greece.

Βιβλιογραφία

Anderson K., 2002. A model to predict lightning-caused fire occurrences. *Int. J. Wildland Fire*, 11, 163-172. <https://doi.org/10.1071/WF02001>

Αριανούτσου - Φαραγγιτάκη, Μ. και Καζάνης, Δ., 2012. Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς στα χερσαία οικοσυστήματα της Ελλάδας. Σελ. 103-116 στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επιμ. έκδοσης). Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση. WWF Ελλάς, Αθήνα. ISBN: 978-960-7506-28-3.

Chen, F., Du, Y., Niu, S. and Zhao, J., 2015. Modeling Forest Lightning Fire Occurrence in the Daxinganling Mountains of Northeastern China with MAXENT. *Forests* 6, no. 5: 1422-1438. <https://doi.org/10.3390/f6051422>

Γκουβάς Μ., 2009: Περί της αναγκαιότητας σύνταξης χαρτών προτεραιότητας προστασίας της δασικής βλάστησης από τις δασικές πυρκαγιές. Τα Νέα της Πανελληνίας Κίνησης Δασολόγων, Ιαν.-Φεβ.-Μάρτ. 2009, 41: 5.

Γκουβάς, Μ., 2011. Οι κίνδυνοι από την ξηρασία, τα έντομα και τις πυρκαγιές για τα αρκαδικά ελατοδάση. Όρος Αρκαδίας (Σύλλογος Αρκάδων Ορειβατών και Οικολόγων), (2010 B) 24: 28-29 (μέρος Α') & (2011 A) 25: 30-31 (μέρος Β').

Komarek, E.V., 1968. Lightning and lightning fires as ecological forces. In: Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference Number 7. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, FL, pp. 169—198.

Kotroni, V. and Lagouvardos, K. 2008. Lightning occurrence in relation with elevation, terrain slope, and vegetation cover in the Mediterranean. *J. Geophys. Res.* 113, D21118, doi:10.1029/2008JD010605.

Mazarakis, N., Kotroni, V., Lagouvardos, K., and Argiriou, A., 2008. Storms and Lightning Activity in Greece during the Warm Periods of 2003–06, *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 47(12), 3089-3098. Retrieved May 23, 2021, from <https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/47/12/2008jamc1798.1.xml>.

Μαζαράκης Ν., 2010. Παρατηρησιακή και αριθμητική μελέτη των δυναμικών και φυσικών διεργασιών που συνδέονται με τη θερινή καταιγιδόφορο δραστηριότητα στον ελλαδικό χώρο. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών. Σελ. 177.

Moris, J.V., Conedera, M., Nisi, L., Bernardi, M., Cesti, G. and Pezzatti, G., 2020. Lightning-caused fires in the Alps: Identifying the igniting strokes. *Agric. For. Meteorol.* 290. 107990. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.107990>.

Nash, C.H. and Johnson, E.A., 1996. Synoptic climatology of lightning-caused forest fires in subalpine and boreal forests. *Can. J. For. Res.* 26. 1859-1874. <https://doi.org/10.1139/x26-211>.

Ogilvie, C.J. 1989 Lightning fires in Saskatchewan forests. *Fire Management Notes* 50(1): 31-32.

Pérez-Invernón, F. J., Huntrieser, H., Soler, S., Gordillo-Vázquez, F. J., Pineda, N., Navarro-González, J., Reglero, V., Montanyà, J., Van der Velde, O. and Koutsias, N., 2021. Lightning-ignited wildfires and long-continuing-current lightning in the Mediterranean Basin: Preferential meteorological conditions, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/acp-2021-125>, (under review).

Pineda, N. and Rigo, T. 2017. The rainfall factor in lightning-ignited wildfires in Catalonia. *Agric. For. Meteorol.* 239, 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.016>.

Pyne, S.J., Andrews, P.L. and Laven, R.D. 1996. *Introduction to wildland fire*, 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Pyne, S.J. 2001. *Fire: A Brief History*. University of Washington Press, Seattle. ISBN: 9780295803272 0295803274, 204 p.

Παπαγεωργίου Σ. 2015. Δασικές πυρκαγιές από κεραυνούς. Άρθρο στον ιστότοπο www.fire.gr (<https://www.fire.gr/?p=21226>).

Scott A.C., Bowman D.M.J.S., Bond W.J., Pyne S.J. and Alexander M.E. 2014. *Fire on earth: an introduction*. 1st Ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. USA. 434 p.

Reineking, B., Weibel, P., Conedera, M and, Bugmann, H. 2010. Environmental determinants of lightning- v. human-induced forest fire ignitions differ in a temperate mountain region of Switzerland. *Int. J. Wildland Fire* 19, 541-557. <https://doi.org/10.1071/WF08206>.

Schultz, C., Nauslar, N., Wachter, J., Hain, C. and Bell, J., 2019. Spatial, Temporal and Electrical Characteristics of Lightning in Reported Lightning-Initiated Wildfire Events. *Fire* 2, no. 2: 18. <https://doi.org/10.3390/fire2020018>

Wotton, B. and Martell, D., 2005. A lightning fire occurrence model for Ontario. *Can. J. For. Res.* 35(6): 1389--1401. <https://doi.org/10.1139/x05-071>

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Μπούρας, Φώτιος¹; Αθανασίου, Μιλτιάδης²; Λαγγούσης, Ανδρέας¹

¹Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Πατρών, 26504, Πάτρα, fotbou95@gmail.com, andlag@upatras.gr

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

Περίληψη

Η χωρική εξάπλωση δασικής πυρκαγιάς στην ημιορεινή Αρκαδία στις 11 Σεπτεμβρίου 2017, προσομοιώθηκε μέσω του συστήματος FARSITE 4. Για την περιγραφή της τοπογραφίας της περιοχής, μεταφορτώθηκε ψηφιακό μοντέλο εδάφους (AsterGDEM) και εισήχθη στο QuantumGIS. Για την χαρτογράφηση της καύσιμης ύλης, δορυφορικές εικόνες Landsat 8 OLI ταξινομήθηκαν με την μέθοδο της αντικειμενοστραφούς ανάλυσης και χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα από τον κοντινό μετεωρολογικό σταθμό της Μεγαλόπολης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Με βάση τα τελευταία, δοκιμάστηκαν μικρές παραλλαγές στις διευθύνσεις και τις τιμές της ταχύτητας του ανέμου, για την λεπτομερή περιγραφή των μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή κατά την εξάπλωση της δασικής πυρκαγιάς και δημιουργήθηκαν έξι διαφορετικά σενάρια. Για κάθε σενάριο, εκτιμήθηκαν α) οι θέσεις της περιμέτρου της δασικής πυρκαγιάς σε δεδομένες χρονικές στιγμές, β) ο ρυθμός εξάπλωσης (ROS, m/min), γ) η έντασή της (I, kW/m), δ) ο στατιστικός δείκτης συσχέτισης Sorensen- Dice (SD) και ε) ο ποσοστιαίος δείκτης απόκλισης της εκτιμώμενης καμένης έκτασης από την πραγματική. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων συζητήθηκαν και επισημάνθηκαν πιθανοί τρόποι αξιοποίησής τους κατά τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών.

Λέξεις κλειδιά: Δασική πυρκαγιά, Δορυφορικά δεδομένα, Αντικειμενοστραφής ανάλυση, FARSITE.

Εισαγωγή

Σε ένα πολύ μεγάλο τμήμα του πλανήτη, οι δασικές πυρκαγιές εμφανίζονται ως σημαντικό πρόβλημα εκτός από φυσικό φαινόμενο. Όταν η συχνότητα εμφάνισής τους είναι υψηλή μπορεί να οδηγήσουν κάποιες περιοχές στην ερημοποίηση ενώ, υπό κάποιες προϋποθέσεις, δασικές πυρκαγιές σχετικά χαμηλής έντασης μπορεί να έχουν θετική επίδραση σε δασικά οικοσυστήματα, προκαλώντας τη φυσική αναγέννηση και την αύξηση της βιοποικιλότητας. Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μέρος της οικολογίας των Μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων και η πλήρης εξάλειψή τους είναι όχι μόνο αδύνατη αλλά και μη επιθυμητή.

Η πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους ή/και η δυνατότητα αξιόπιστης προσομοίωσης της χωρικής εξάπλωσής τους, μπορούν να υποστηρίξουν σημαντικά την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Όμως, διάφοροι ενδογενείς περιορισμοί των συστημάτων πρόβλεψης που συχνά οδηγούν στην αδυναμία τους να αποδώσουν την πραγματική εξέλιξη των δασικών πυρκαγιών, συχνά εγείρουν ερωτήματα σχετικά με τις δυνατότητες και τα περιθώρια πρακτικής εφαρμογής τους. Τα μοντέλα πρόβλεψης της συμπεριφοράς και προσομοίωσης της χωρικής εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών μπορεί να είναι εμπειρικά, ημι-εμπειρικά, φυσικά ή ημι-φυσικά (Sullivan 2009a,b,c). Τα φυσικά και ημι-φυσικά μοντέλα προσεγγίζουν καλύτερα τη φυσική και χημική διάσταση του φαινομένου της καύσης αλλά είναι πολύ δύσκολο να αξιοποιηθούν ως επιχειρησιακά εργαλεία, κάτι που δεν ισχύει για κάποια εμπειρικά και ημι-εμπειρικά μοντέλα τα οποία έχουν επίσης σημαντικές αδυναμίες αλλά απαιτούν λιγότερα δεδομένα εισόδου, επιτυγχάνουν μικρότερους υπολογιστικούς χρόνους και είναι πιο εύχρηστα.

Πολλές προσπάθειες προσομοίωσης της χωρικής εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών πραγματοποιούνται μέσω του γνωστού συστήματος FARSITE (Finney 1998, 2004) το οποίο έχει

προσομοιώσει με επιτυχία ιστορικές πυρκαγιές (Sullivan 2009c) και είναι πλέον ενσωματωμένο στο πρόγραμμα FlamMap (Finney 2006). Το FARSITE μπορεί να προσομοιώσει - σε δύο διαστάσεις - τη χωρική εξάπλωση πυρκαγιών επιφανείας σε βλάστηση ύψους έως 2 μέτρων περίπου, αν η τελευταία περιγραφεί από κάποιο αντιπροσωπευτικό Μοντέλο Καύσιμης Ύλης (M.K.Y.). Ως M.K.Y. ορίζεται το σύνολο των τιμών των παραμέτρων της καύσιμης ύλης που απαιτούνται ως δεδομένα για τη χρησιμοποίηση του μαθηματικού μοντέλου διάδοσης της πυρκαγιάς (Rothermel 1972). Οι Albin (1976), Anderson (1982) και Scott και Burgan (2005) έχουν αναγνωρίσει, δημιουργήσει ή/και βελτιώσει M.K.Y. στις Η.Π.Α. Στην Ελλάδα έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες μέτρησης και μοντελοποίησης χαρακτηριστικών δασικών τύπων που κατέληξαν στη δημιουργία ενός μικρού αριθμού αντιπροσωπευτικών M.K.Y. για όλη τη χώρα με βάση στατιστικές μεθόδους (Dimitrakopoulos κ.α. 1999, Δημητρακόπουλος κ.α. 2001, Dimitrakopoulos 2002, Ξανθόπουλος κ.α. 2009, Αθανασίου κ.α. 2017), κατά το πρότυπο των ΗΠΑ. και έχουν αναφερθεί τα δυνητικά οφέλη από την αξιοποίησή τους (Ξανθόπουλος 1990).

Στα μεσογειακά οικοσυστήματα η βλάστηση εμφανίζει σημαντική ετερογένεια οπότε για την περιγραφή της πρέπει να γίνεται προσεκτική επιλογή των M.K.Y. που χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου στα συστήματα πρόβλεψης. Η αντιστοίχιση των κλάσεων της βλάστησης με τα εκάστοτε αντιπροσωπευτικά M.K.Y., ακολουθεί την χαρτογράφηση της που μπορεί να υλοποιηθεί μέσω της ταξινόμησης δορυφορικών εικόνων. Η αντικειμενοστραφής ανάλυση είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την ταξινόμηση της βλάστησης και υπάρχουν πολλοί σχετικοί δείκτες (Prabhakara κ.α. 2015). Ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (NDVI) (Tucker 1979) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος. Για τις προσομοιώσεις με το Farsite απαιτούνται και άλλα δεδομένα εισόδου, όπως η τιμή της περιεχόμενης στα δασικά καύσιμα υγρασίας, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) και οι λοιπές μετεωρολογικές συνθήκες όπως το πεδίο (ταχύτητα και διεύθυνση) του ανέμου.

Η παρούσα εργασία είναι τμήμα της διπλωματικής εργασίας του πρώτου συγγραφέα. Η χωρική εξάπλωση της δασικής πυρκαγιάς που ήταν κυρίως πυρκαγιά επιφανείας, ξέσπασε στις 14:27 της 11ης Σεπτεμβρίου 2017 κοντά στο χωριό Βουτσαράς Αρκαδίας, εκτιμάται ότι προσέγγισε τον ορεινό όγκο της Τσεμπερούς περίπου στις 18:30 της ίδιας ημέρας, και προσομοιώθηκε μέσω του συστήματος FARSITE για έξι σενάρια παρεμφερών μετεωρολογικών συνθηκών. Συζητούνται πιθανά οφέλη που μπορεί να αποκομίσει ο χρήστης από μια τέτοια προσπάθεια αλλά και οι δυσκολίες τις οποίες θα συναντήσει καθώς και οι περιορισμοί που θα χρειαστεί να κατανοήσει, κατά την εφαρμογή αυτής της μεθόδου.

Υλικά και Μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκε το Quantum GIS ή QGIS (<http://www.qgis.org>) που είναι ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών και λειτουργεί σε περιβάλλον Linux, Unix, Mac OSX και Windows. Το QGIS έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με το GRASS και άλλες βιβλιοθήκες εργαλείων. Για την περιγραφή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής αξιοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Aster GDEM) που προέρχεται από δωρεάν δορυφορικά δεδομένα του αισθητήρα ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) του Ιαπωνικού Υπουργείου Οικονομικών, Εμπορίου και Βιομηχανίας [Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)] που είναι τοποθετημένος στον δορυφόρο Terra (EOS AM-1) της NASA (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>).

Κατά την εισαγωγή του στο πρόγραμμα QGIS, επιλέχθηκε η περιοχή ενδιαφέροντος (Αρκαδία), αφαιρέθηκαν οι αρνητικές τιμές και κατόπιν εξήχθησαν τα στοιχεία του υψομέτρου, των μορφολογικών κλίσεων και της έκθεσης (προσανατολισμού) των κλίσεων.

Η βλάστηση ταξινομήθηκε μέσω αντικειμενοστραφούς ανάλυσης με τη βοήθεια του δείκτη NDVI, στο περιβάλλον του λογισμικού QGIS και στη συνέχεια, με βάση τα δεδομένα που είχαν συλλεχθεί κατά τις εργασίες πεδίου, περιγράφηκε από τρία M.K.Y.: α) το M.K.Y. (1) του Anderson (1982) για τα χόρτα, β) το SH2 (142) των Scott & Burgan (2005) για τους θάμνους και γ) το NB1 (91) των ίδιων συγγραφέων για τις αστικές περιοχές / τεχνητές επιφάνειες στις οποίες δεν διαδίδεται η φωτιά. Αναλύθηκαν διαθέσιμες δωρεάν δορυφορικές εικόνες Landsat 8 OLI που μεταφορτώθηκαν από τον ιστότοπο του Earthexplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Με βάση τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες οι οποίες καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Μεγαλόπολης (μ.σ.Μ.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών που απέχει περίπου 10 km

(σε ευθεία γραμμή) από τον Βουτσαρά, κατά την ώρα έναρξης της δασικής πυρκαγιάς [θερμοκρασία (T) = 34°C, σχετική υγρασία (RH) = 31% και ουρανός χωρίς νέφη] καθώς και βάσει των χαρακτηριστικών του τοπίου, η περιεχόμενη υγρασία στα λεπτά νεκρά δασικά καύσιμα (δηλαδή τα νεκρά καύσιμα με διάμετρο από 0 έως 0,63 cm που καλούνται και καύσιμα της 1-hr) εκτιμήθηκε ίση με 6% εφαρμόζοντας την μεθοδολογία του Rothermel (1983). Η ίδια τιμή αποδόθηκε στα καύσιμα των 10-hr (τα νεκρά καύσιμα με διάμετρο από 0,64 έως 2,5 cm) που είναι μια αποδεκτή παραδοχή η οποία εφαρμόζεται συχνά (Andrews κ.α. 2005) ενώ για τα καύσιμα των 100-hr (νεκρά καύσιμα με διάμετρο από 2,51 έως 7,62 cm) η περιεχόμενη υγρασία εκτιμήθηκε ίση με 8% και για τα ζωντανά λεπτά καύσιμα (Live Woody) ίση με 85%. Η ένταση του ανέμου, κατά την εξάπλωση της δασικής πυρκαγιάς, κυμάνθηκε μεταξύ τεσσάρων (4) και πέντε (5) Beaufort, με διεύθυνση νότια - νοτιοδυτική. Για αυτό δημιουργήθηκαν έξι (6) σενάρια με παραλλαγές στην ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου, με σκοπό την περιγραφή του πεδίου του ανέμου, στην περιοχή εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς (Πίνακας 1) και με βάση αυτά, υλοποιήθηκαν οι αντίστοιχες προσομοιώσεις από το FARSITE.

Πίνακας 1. Περιγραφή των έξι σεναρίων με βάση τα οποία έγιναν οι προσομοιώσεις. Όπου μ.σ.Μ.: τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Μεγαλόπολης.

Table 1. Description of the six discrete scenarios used for the wildfire spread simulations. "m.s.M." is for Megalopolis meteorological station original recorded data.

Σενάρια	1		2		3		4		5		6	
Επιλογή του "Acceleration" στην προσομοίωση	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Ταχύτητα ανέμου (wind speed) [Beaufort (km·h ⁻¹)]	μ.σ.Μ. (m.s.M.)		4 (24)		μ.σ.Μ. (m.s.M.)		4 (24)		4 (24)		5 (34)	
Διεύθυνση ανέμου (wind direction) [μοίρες (χρονικό διάστημα)]	μ.σ.Μ. (m.s.M.)		180°(14:00-16:30) 225°(16:30-22:00)		180°(14:00-16:30) 225°(16:30-22:00)		180°(14:00-16:30) 225°(16:30-22:00)		180°(14:00-16:30) 210°(16:30-21:00) 225°(21:00-22:00)		180°(14:00-16:30) 210°(16:30-21:00) 225°(21:00-22:00)	

Το σημείο έναρξης της δασικής πυρκαγιάς (x = 340706, y = 4132068, ΕΓΣΑ87), εισήχθη ως σημειακό διανυσματικό (vector) αρχείο και για όλα τα σενάρια ορίστηκαν: α) η συνολική χρονική διάρκεια της προσομοίωσης της χωρικής εξάπλωσης της πυρκαγιάς, στις 7h και 33 min δηλαδή από τις 14:27 έως τις 22:00, β) το χρονικό βήμα παρουσίασης των θέσεων της περιμέτρου (60 λεπτά) και γ) η ανάλυση της περιμέτρου (25 μέτρα).

Η πραγματικά καμένη έκταση (2,83 km²) ψηφιοποιήθηκε με βάση χάρτη του Εθνικού Παρατηρητηρίου Δασικών Πυρκαγιών (<http://fmrsvm.for.auth.gr/>) για να συγκριθεί με τις προβλέψεις για την εκτιμώμενη τελική καμένη έκταση από κάθε σενάριο, μέσω του στατιστικού δείκτη συσχέτισης Sorensen- Dice ή SD (Dice 1945, Sorensen 1948) (βλ. σχέση 1) και μέσω του ποσοστιαίου δείκτη απόκλισης της εκτιμώμενης καμένης έκτασης από την πραγματική (βλ. σχέση 2).

Πιο συγκεκριμένα:

$$SD = \frac{2 \cdot a}{2 \cdot a + b + c} \quad (1)$$

όπου a είναι η έκταση της πρόβλεψης που ταυτίζεται με την πραγματική, b η υποεκτίμηση της πρόβλεψης, και c η υπερεκτίμηση της πρόβλεψης.

$$\text{Δείκτης απόκλισης} = \frac{a - b}{b} * 100 \quad (2)$$

όπου a είναι η πρόβλεψη της καμένης έκτασης, και b η πραγματικά καμένη έκταση. Στο FARSITE, δεν ενεργοποιήθηκαν επιλογές σχετικές με την μετάδοση της πυρκαγιάς με καύτρες και με τη συμπεριφορά πυρκαγιάς κόμης.

Αποτελέσματα

Για κάθε σενάριο δημιουργήθηκαν: α) πολυγωνικό vector αρχείο με τις εκτιμώμενες θέσεις της περιμέτρου, β) αρχείο πλεγματού τύπου (raster) του ρυθμού εξάπλωσης της δασικής πυρκαγιάς (ROS, m/min) και γ) raster αρχείο της έντασής της (I, kW/m) (Πίνακας 3). Υπολογίστηκαν, επίσης, ο στατιστικός δείκτης SD και ο ποσοστιαίος δείκτης απόκλισης, για κάθε σενάριο (Πίνακας 2).

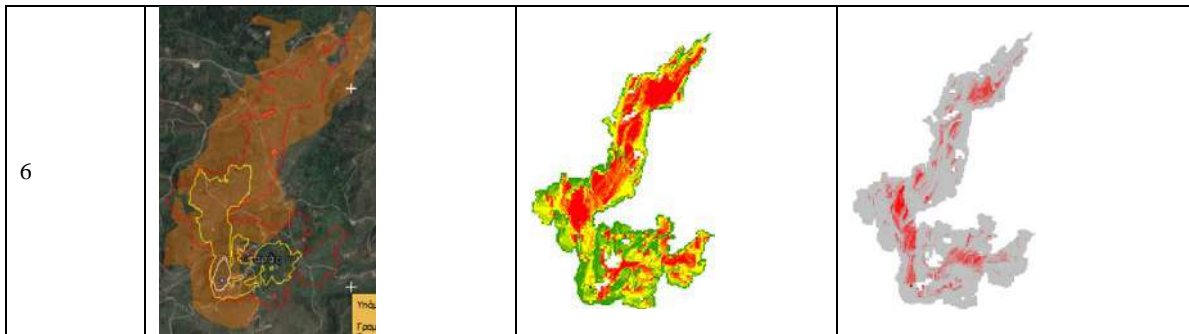
Πίνακας 2. Δείκτης απόκλισης και δείκτης Sorensen – Dice (SD) για τα 6 σενάρια.
Table 2. Relative change and Sorensen – Dice (SD) coefficient for the six scenarios.

	Πραγματική	Σενάριο					
		1	2	3	4	5	6
Καμένη Έκταση [km ² (ha)]	2,83 (283)	1,83 (183)	1,20 (120)	1,02 (102)	1,50 (150)	1,27 (127)	1,87 (187)
Δείκτης απόκλισης (%)		-35,38	-57,49	-63,86	-47,12	-55,07	- 33,92
Δείκτης SD		0,19	0,16	0,13	0,21	0,28	0,53

Πίνακας 3. Προβλέψεις ποσοτικών χαρακτηριστικών της πυρκαγιάς για τα έξι σενάρια. Στην δεύτερη στήλη, παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες θέσεις της περιμέτρου στις 15:00 (άσπρο), 17:00 (κίτρινο) και 20:00 (κόκκινο).

Table 3. Wildfire behaviour prediction for the six scenarios. In the second column, estimated perimeter at 15:00 (white), 17:00 (yellow) and 20:00 (red).

Σενάριο (Scenario)	Στο σενάριο 6, με πορτοκαλί χρώμα παρουσιάζεται η πραγματικά καμένη έκταση The orange polygon at scenario 6, represents the actual burned area	Ρυθμός Εξάπλωσης (m/min) Rate of spread (m/min)	Ένταση πυρκαγιάς (kW/m) Fireline Intensity (kW/m)
		Units: m/min No Data 1 2 3 5 7 13 27	Units: kW/m No Data 121 242 363 484 605 726 847 968 1089
1			
2			
3			
4			
5			



Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η πυρκαγιά που εξετάστηκε ήταν κατά κύριο λόγο, μια πυρκαγιά επιφανείας (Σχήμα 1). Κατά την έναρξη και εξάπλωσή της, η διεύθυνση του ανέμου ήταν νότια - νοτιοδυτική, οπότε η κεφαλή της καθοδηγήθηκε προς τα βόρεια - βορειοανατολικά. Η μέση τιμή του πραγματικού ρυθμού εξάπλωσης, στην κεφαλή της πυρκαγιάς προς τα ΒΒΑ, υπολογίστηκε περίπου στα $7 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Επιπλέον, λόγω και της τοπογραφίας της περιοχής, τμήμα της ανατολικής πλευράς της πυρκαγιάς (κοντά στην πτέρνα της) εξαπλώθηκε και προς το χωριό Βουτσαράς, απειλώντας κατοίκους, σπίτια και υποδομές. Στα αποτελέσματα των προσομοιώσεων όλων των σεναρίων, παρατηρείται η χωρική εξάπλωση της πυρκαγιάς προς τα ανατολικά του χωριού Βουτσαράς αλλά στην πραγματικότητα η πυρκαγιά αντιμετωπίστηκε από τις πυροσβεστικές δυνάμεις στο δυτικό όριο του χωριού. Η πραγματική συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών μαζί με την επίδραση της επίγειας και εναέριας δασοπυρόσβεσης, διαμορφώνουν την τελικά καμένη έκτασή τους αλλά για την υπό μελέτη πυρκαγιά, η δασοπυρόσβεση (Σχήμα 2) δεν ελήφθη υπόψη κατά τις προσομοιώσεις.



Σχήμα 1. Η δασική πυρκαγιά εξαπλώνεται σε θαμνώδη βλάστηση [στιγμιότυπο από μαγνητοσκοπημένο υλικό, πηγή (source): https://www.youtube.com/watch?v=RWWk209rjMI&fbclid=IwAR0_maSU_UQg_5wp1e_XVR_0Ca7BPgfzk_LeAhYN_O5HG_WfT6dVZ_hkZtqU_ovOx0EJ]

Figure 1. The wildfire spreads through Mediterranean shrublands



Σχήμα 2. Στην καταστολή της πυρκαγιάς, συνέβαλαν και προωθητές γαιών [στιγμιότυπο από μαγνητοσκοπημένο υλικό, πηγή (source): https://www.youtube.com/watch?v=RWWk209rjMI&fbclid=IwAR0_maSU_UQg_5wp1e_XVR_0Ca7BPgfzk_LeAhYN_O5HG_WfT6dVZ_hkZtqU_ovOx0EJ]

Figure 2. Dozers were used for Fireline construction

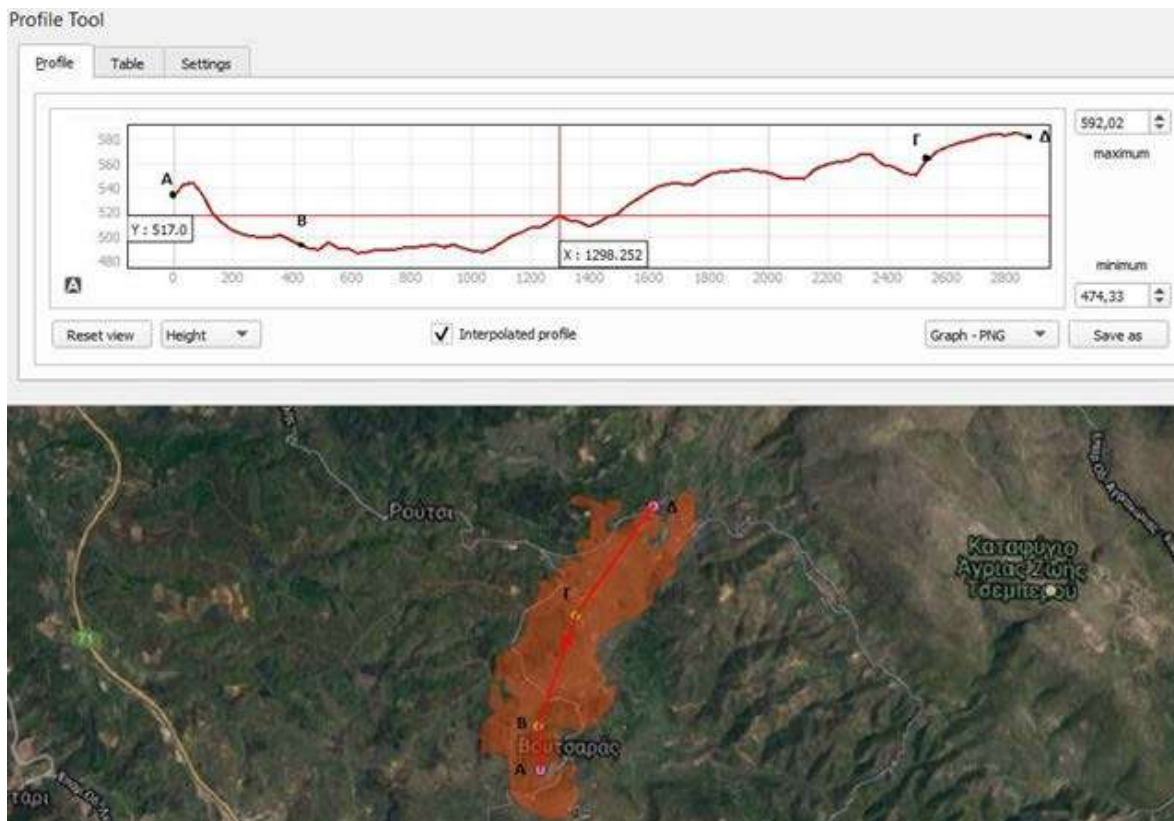
Για τη διευκόλυνση της κατανόησης και της περιγραφής της εξάπλωσης της πυρκαγιάς σε σχέση με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, δημιουργήθηκαν μηκοτομές (επιμήκη προφίλ της επιφάνειας του εδάφους) σε περιοχές ενδιαφέροντος. Παρουσιάζεται το επίμηκες προφίλ κατά μήκος των διευθύνσεων διάδοσης της κεφαλής της πυρκαγιάς (Σχήμα 3).

Εκτός από το σενάριο 6 ($SD = 0,53$, Δείκτης απόκλισης = $33,92\%$ και καμένη έκταση = $1,87 \text{ km}^2$ ή 187 ha), οι προσομοιώσεις των υπόλοιπων σεναρίων είναι ιδιαίτερα ανακριβείς και οι δείκτες τους ιδιαίτερα χαμηλοί (Πίνακες 2 & 3). Βεβαίως, για τον έλεγχο της ακρίβειας και της αξιοπιστίας προσομοιώσεων της χωρικής εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών δεν αρκούν οι δείκτες απόκλισης και SD . Ακόμη κι αν η τιμή του SD είναι υψηλή και η εκτιμώμενη καμένη έκταση ταυτίζεται σημαντικά με την πραγματική, πάλι ο εκτιμώμενος ROS μπορεί να είναι πολύ πιο χαμηλός από τον πραγματικό και να έχει χρειαστεί πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα «για να καεί η έκταση» στην προσομοίωση, από ό,τι

στην πραγματικότητα. Η χωρική διακύμανση των εκτιμώμενων τιμών ROS και I, δίδονται στον Πίνακα 3.

Δημιουργώντας σενάρια με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα του μ.σ.Μ. και υποθέσεις που υιοθετήθηκαν για τις τοπικές συνθήκες οι οποίες πιθανά επικρατούσαν στην περιοχή του Βουτσαρά Αρκαδίας, παρήχθησαν ενδιαφέρουσες προβλέψεις. Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ της πραγματικά καμένης έκτασης και των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων, σε ένα βαθμό οφείλονται στην αντικειμενική αδυναμία των Μ.Κ.Υ. να αποδώσουν την ετερογένειά της βλάστησης της περιοχής. Το FARSITE, ως ελεύθερο λογισμικό ανοικτού κώδικα, είναι ελεύθερο προς χρήση και ανάπτυξη και μπορεί να παρέχει χρήσιμες προσομοιώσεις χωρικής εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών, αν τα Μ.Κ.Υ. που χρησιμοποιούνται είναι τα κατάλληλα (Papadopoulos and Pavlidou 2011). Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων του FARSITE εξαρτάται άμεσα από την ακρίβεια της περιγραφής των δασικών καυσίμων (Finney and Ryan 1995) και στις περιπτώσεις που τα καύσιμα είναι ασυνεχή, τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων δεν είναι ακριβή (Finney 1998). Η μελλοντική επιλογή κατάλληλων ελληνικών Μ.Κ.Υ. των Δημητρακόπουλος κ.α. (2001) ή η δημιουργία τοπικών Μ.Κ.Υ., θα μπορούσε να μετριάσει αυτό το πρόβλημα (Αθανασίου και Ξανθόπουλος 2015).

Επίσης, η ακριβής περιγραφή του πεδίου του ανέμου είναι απαραίτητη για την παραγωγή ρεαλιστικών προσομοιώσεων της εξάπλωσης και της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών στη Μεσογειακή βλάστηση (Arca κ.α. 2007). Εκτός από τα σφάλματα και τις αβεβαιότητες στα δεδομένα εισόδου, υπάρχουν και οι ενδογενείς αδυναμίες και οι περιορισμοί των συστημάτων. Παρόλα αυτά, κάποιες προβλέψεις της συμπεριφοράς και εξάπλωσης των δασικών πυρκαγιών μπορούν να αξιοποιηθούν και να βοηθήσουν σημαντικά στην αντιμετώπισή τους, αν ο χρήστης κατανοεί τους λόγους για τους οποίους γίνονται ορισμένες παραδοχές, το πώς αυτές αναμένεται να επηρεάσουν τις προβλέψεις και αν μπορεί να αναγνωρίζει χονδροειδή σφάλματα που ίσως προκύψουν στα αποτελέσματα του συστήματος είτε από λανθασμένη εισαγωγή δεδομένων είτε από δεδομένα εισόδου χαμηλής ποιότητας.



Σχήμα 3. Μηκοτομή κατά μήκος των διευθύνσεων διάδοσης της κεφαλής της πυρκαγιάς (Σημεία A: έναρξη πυρκαγιάς, B & Γ: αλλαγής διεύθυνσης, Δ: πέρας μηκοτομής)

Figure 3. Profile along the main axis of the head fire spread. A: eruption point, B & Γ: significant change of head spread direction, Δ: end of profile

Αν και διαφορετικές προσεγγίσεις και αλγόριθμοι άλλων συστημάτων (όπως του FlamMap) που επιτρέπουν την εκτέλεση χιλιάδων προσομοιώσεων, μπορεί να είναι πολύ πιο αποδοτικές μέθοδοι για την ανάλυση της επικινδυνότητας σε μια περιοχή (Kalabokidis κ.α. 2013), προσομοιώσεις σαν κι εκείνες του Πίνακα 3 μπορούν επίσης να υποστηρίξουν σημαντικά τη διαχείριση των δασικών πυρκαγιών αλλά και την εκπαίδευση στελεχών υπηρεσιών σε θεωρητικά θέματα για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους.

Abstract

FARSITE (now included in FlamMap6) was used to simulate the spread and behavior of a wildfire that had been documented in Arcadia, Greece, in 2017. A Digital Elevation Model (Aster GDEM), available at no cost from a remote sensing instrument operating aboard NASA's Terra satellite [Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) radiometer], was downloaded from <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp> and processed using Quantum GIS (<http://www.qgis.org>). Satellite images Landsat 8 OLI were classified by an object-oriented analysis method, supporting fuel mapping, and data from an adjacent meteorological station of National Observatory of Athens allowed a detailed description of the wind field. Fire spread simulations were run for six discrete wind field scenarios, and the obtained results are presented along with a thorough discussion of strengths, potential benefits as well as weaknesses of the applied method.

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου Μ. και 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 Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 4-7 Οκτωβρίου 2015, Αργοστόλι, Κεφαλονιά. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία & Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου. 979 σελ.
- Αθανασίου Μ., 2015. Συμβολή στην επιλογή της καλύτερης μεθόδου πρόβλεψης της συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών για την Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. 408 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 Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου & International Workshop, 8-11 Οκτωβρίου 2017, Έδεσσα Πέλλας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 1742 σελ.
- Albini, F.A., 1976. Estimating wildfire behavior and effects. Gen. Tech. Rep. INT-30. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 92 p.
- Anderson, H. E., 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. USDA For. Serv., Research Note RM - 354. 4 pp.
- Andrews P.L., Bevins C.D. and Seli., R.C., 2005. BehavePlus fire modeling system, Version 4.0: User's Guide. General Technical Report RMRS-GTR-106WWW revised. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 132 p.
- Arca B., Duce P., Pellizzaro G., Bacciu V., Salis, M. and Spano., D., 2007. Evaluation of FARSITE Simulator in a Mediterranean Area, The 4th International Wildland Fire Conference, Seville, Spain.
- Dice, Lee R., 1945. Measures of the Amount of Ecologic Association Between Species. *Ecology*. 26 (3): 297-302. doi:10.2307/1932409. JSTOR 1932409.
- Dimitrakopoulos, A. P., G. Xanthopoulos, and Mateeva., V., 1999. Statistical classification of mediterranean fuel types in Greece. pp. 125-131. In proceedings of the International Symposium on "Forest Fires: Needs and Innovations". November 18-19, 1999, Athens, Greece. Published by CINAR S.A., Athens, Greece, under the auspices of the European Commission DG XII. 419 p.
- Δημητρακόπουλος, Α.Π., V. Mateeva, και Ξανθόπουλος, Γ., 2001. Μοντέλα καύσιμης ύλης Μεσογειακών Τύπων βλάστησης της Ελλάδος. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα ΓΕΩΤΕΕ. Σειρά VI, Τόμος 12(3): 192-206.
- Dimitrakopoulos, A. P.. 2002. Mediterranean fuel models and potential fire behaviour in Greece, *International Journal of Wildland Fire* 11(2) 127 – 130.

Finney M.A. and Ryan, K.C., 1995. Use of the FARSITE fire growth model for fire prediction in US National Parks. Proc. The International Emergency Mgt. and Engineering Conf. May 1995 Sofia Antipolis, France. p. 183-189.

Finney, M.A., 1998. FARSITE: Fire Area Simulator-model development and evaluation. Res. Pap. RMRS-RP-4, Ogden, UT: USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 47 p.

Finney, M.A., 2004. FARSITE: Fire Area Simulator-Model Development and Evaluation (revised). Res. Paper RMRS-RP-4 revised. UT: USDA, Rocky Mountain Research Station, Ogden, 52 p.

Finney, M. A., 2006. An overview of FlamMap fire modeling capabilities. In: Fuels management—how to measure success: conference proceedings. 2006 March 28-30; Portland, Oregon. Proceedings RMRS-P-41. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 213-220. (647 KB; 13 pages).

Kalabokidis, K., Palaiologou, P., Finney, M. A., 2013. Fire behavior simulation in Mediterranean forests using the minimum travel time algorithm. In: Fourth Fire Behavior and Fuels Conference Proceedings - At The Crossroads: Looking Toward the Future in a Changing Environment; July 1-4, 2013; St. Petersburg, Russia. Missoula, MT: International Association of Wildland Fire. p. 468-492.

Papadopoulos, G. and F.N. Pavlidou. 2011. A comparative review on wildfire simulators. IEEE Systems Journal 5, 233-243.

Prabhakara, K., Hively, W. D., & McCarty, G. W., 2015. Evaluating the relationship between biomass, percent groundcover and remote sensing indices across six winter cover crop fields in Maryland, United States. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 88-102.

Ξανθόπουλος, Γ., 1990. Δυνατότητες πρόβλεψης συμπεριφοράς της πυρκαγιάς στα δάση της Ελλάδας. Σελ. 199-203. Στα πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, με θέμα "Δασοπονία και Περιφερειακή Ανάπτυξη", 7-9 Νοεμβρίου 1990, Καρπενήσι. 417 σελ.

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

Rothermel, R.C., 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Res. Pap. INT-115. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 40 p.

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. Rothermel, R. C. Predicting Behavior and Size of Crown Fires in the Northern Rocky Mountains 1991.

Scott, J. E. and Burgan, R. E., 2005. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153. 72 p.

Sorensen, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. Videnski Selsk. Biol. Skr. 5: 1-34.

Sullivan, A. L., 2009a. Wildland surface fire spread modelling, 1990–2007. 1: Physical and quasi-physical models. International Journal of Wildland Fire , 349-368.

Sullivan, A. L., 2009b. Wildland surface fire spread modelling, 1990–2007. 2: Empirical and quasi-empirical models. International Journal of Wildland Fire , 369-386.

Sullivan, A. L., 2009c. Wildland surface fire spread modelling, 1990–2007. 3: Simulation and mathematical analogue models .Int. J. Wildland Fire , 387-403.

Tucker, C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment, 8, 127-150. doi:10.1016/0034-4257(79)90013-0.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

**ΧΩΡΙΚΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ**

**Παλαιολόγου, Παλαιολόγος¹; Καλαμποκίδης, Κώστας¹;
Γαλατσιδάς, Σπύρος²; Παπαλάμπρος, Λάμπρος³; Γούναρης, Νικόλαος⁴**

¹Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας, Μυτιλήνη 81100, palaiologou.p@aegean.gr, kalabokidis@aegean.gr

²Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα 68200, sgalatsi@fmenr.duth.gr

³Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων, Θεσσαλονίκη 54636, papalamproslampros@gmail.com

⁴ΤΕΧΝΟΜΟΙΟΣΤΑΣΗ Ο.Ε., Θεσσαλονίκη 55133, ngounaris@homeotech.gr

Περίληψη

Η διαχείριση της δασικής καύσιμης ύλης έχει αποδειχτεί διεθνώς ότι αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο για τη διακοπή της συνέχειας και τη μείωση της ποσότητας της, περιορίζοντας τον ρυθμό εξάπλωσης και τη σφοδρότητα των πυρκαγιών. Με τη χρήση στοχαστικών προσομοιώσεων δασικών πυρκαγιών και εργαλείων σχεδιασμού και αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων, χωροθετήθηκαν σε δασικές εκτάσεις της Μακεδονίας διαφορετικές προτεραιότητες διαχείρισης της καύσιμης ύλης ώστε: 1) να ανακοπούν οι κύριες ροές της πυρκαγιάς προς τις προστατευόμενες περιοχές, 2) να μειωθεί η πιθανότητα εμφάνισης πυρκαγιών υψηλής έντασης, 3) να μειωθεί η πιθανότητα εξάπλωσης πυρκαγιών εντός οικιστικών περιοχών, 4) να προστατευτούν περιοχές με αυξημένη οικονομική αξία, και 5) να βελτιστοποιηθεί η παραγωγή εμπορικών δασικών προϊόντων. Τα αποτελέσματα απαντούν στο πώς η επένδυση και εφαρμογή μίας διαχειριστικής προτεραιότητας μπορεί να προκαλέσει αντισταθμίματα σε άλλες προτεραιότητες, και πού υπάρχουν ευκαιρίες (χωρική σύμπτωση) για την ταυτόχρονη επίτευξη πολλαπλών προτεραιοτήτων.

Λέξεις κλειδιά: Προσομοιώσεις δασικών πυρκαγιών, ForSys, Διαχείριση δασών, Δασοπροστασία, Περιοχές μίξης δασών-οικισμών.

Εισαγωγή

Η μεγαλύτερη πρόκληση των δασικών υπηρεσιών είναι να εκτιμήσουν και να αποφασίσουν ανάμεσα σε διαφορετικούς και συχνά αλληλοσυγκρουόμενους διαχειριστικούς στόχους, οι οποίοι δημιουργούν περίπλοκα χωρικά αντισταθμίματα (tradeoffs) και ευκαιρίες (Ager κ.α. 2017a). Παράλληλα, προκαλούνται προβλήματα στον σχεδιασμό και στην προσπάθεια να επιτευχθούν οι οικονομικοί στόχοι, συμπεριλαμβάνοντας τους απαραίτητους περιορισμούς (π.χ. ποσότητα ξυλείας, τύπος διαχείρισης, τόπος εφαρμογής και αποκλεισμός οικολογικά ευαίσθητων περιοχών). Ο υψηλός αριθμός θυμάτων από τις φονικές πυρκαγιές στην Ελλάδα (2007, 2018), Αυστραλία (2009), Πορτογαλία (2017) και Καλιφόρνια (2017, 2018) υποδεικνύει ότι στις αρχές του 21ου αιώνα, ο πιο σημαντικός διαχειριστικός στόχος σε πυρόπληκτες περιοχές έχει γίνει η διαχείριση της βλάστησης για τον περιορισμό του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών, με έμφαση στην προστασία της ανθρώπινης ζωής και των οικισμών. Αυτό αποτελεί μία σημαντική διαφοροποίηση από τους διαχειριστικούς στόχους των δεκαετιών 1950-1970, όπου η παραγωγή δασικών προϊόντων αποτελούσε την υψηλότερη προτεραιότητα.

Η διαχείριση του κινδύνου των δασικών πυρκαγιών συνδέεται στενά με τη διαχείριση της καύσιμης ύλης και περιλαμβάνει ένα εύρος από διαχειριστικές μεθόδους και στρατηγικές χωροθέτησης στο πεδίο, η επιλογή των οποίων εξαρτάται από τους στόχους διαχείρισης και προστασίας που θέτει ο φορέας υλοποίησης τους, τη νομοθεσία χρήσεων γης, κοινωνικούς και φυσικούς περιορισμούς, καθώς και τον διαθέσιμο προϋπολογισμό (Reinhardt κ.α. 2008, Ager κ.α. 2013). Η διαχείριση της καύσιμης ύλης στις πυρικά ευπαθείς περιοχές στοχεύει στη δημιουργία εκτάσεων με χαμηλή ποσότητα καύσιμης ύλης εκεί

όπου οι πρότερες ιστορικές συνθήκες βλάστησης που τη διατηρούσαν χαμηλή έχουν εκλείψει για διαφορετικούς κοινωνικοοικονομικούς και οικολογικούς λόγους, ενώ αποτελεί την πιο ελπιδοφόρα στρατηγική περιορισμού των αρνητικών επιπτώσεων των πυρκαγιών, ικανή να αντιστρέψει την κλιμάκωση της εμφάνισης μεγα-πυρκαγιών και να συμβάλει στην αποκατάσταση των πυρο-ανθεκτικών οικοσυστημάτων (Reinhardt κ.α. 2008). Η αποκλειστική επιλογή της δασοπυρόσβεσης ως βασικής στρατηγικής περιορισμού των πυρκαγιών αμφισβητείται ολοένα και περισσότερο στις Μεσογειακού τύπου περιοχές (Calkin κ.α. 2014), καθώς οι πυρκαγιές συχνά υπερβαίνουν τις πυροσβεστικές ικανότητες και προκαλούν εκτεταμένες ανθρώπινες απώλειες και οικολογικές καταστροφές (Xanthopoulos κ.α. 2009, San-Miguel-Ayanz κ.α. 2013).

Οι πρόσφατες καταστροφικές πυρκαγιές στην Ελλάδα μπορεί να επηρεάσουν τις διαχειριστικές αρχές των δασών καθώς και την Πολιτεία ώστε να επανεξετάσουν τις πολιτικές διαχείρισης πυρκαγιών και να αναπτύξουν ένα ολοκληρωμένο και στρατηγικό πρόγραμμα αντιμετώπισης τους, υιοθετώντας τον καλύτερο συνδυασμό μεταξύ στρατηγικών καταστολής και διαχείρισης της καύσιμης ύλης. Για να βοηθηθεί η ενημέρωση και σωστή πληροφόρηση αυτών των συζητήσεων για τη μεταβολή του συστήματος διακυβέρνησης του κινδύνου πυρκαγιών, σε αυτή την εργασία προτείνεται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο το οποίο συνδυάζει προσομοιώσεις δασικών πυρκαγιών, διαχειριστικές μεθόδους και αναλύσεις αντισταθμισμάτων ώστε να αξιολογηθούν πέντε διαφορετικές προτεραιότητες διαχείρισης που μπορούν να βελτιώσουν την: 1) ανθεκτικότητα των προστατευόμενων περιοχών στις πυρκαγιές (οικολογική προτεραιότητα), 2) βελτίωση της αποτελεσματικότητας της δασοπυρόσβεσης (κατασταλτική προτεραιότητα), 3) προστασία των οικιστικών περιοχών (κοινωνική προτεραιότητα), 4) προστασία των οικοσυστημικών υπηρεσιών (οικονομική προτεραιότητα), και 5) την εμπορική αξιοποίηση των δασικών ξυλωδών προϊόντων με βέλτιστη παραγωγή (παραγωγική προτεραιότητα). Με τη χρήση μεθόδων χωρικής βελτιστοποίησης εξετάστηκε η ύπαρξη (ή απουσία) αντισταθμισμάτων μεταξύ εναλλακτικών στρατηγικών διαχείρισης με μία μεγάλη κλίμακα πιλοτική εφαρμογή (Μακεδονία).

Υλικά και Μέθοδοι

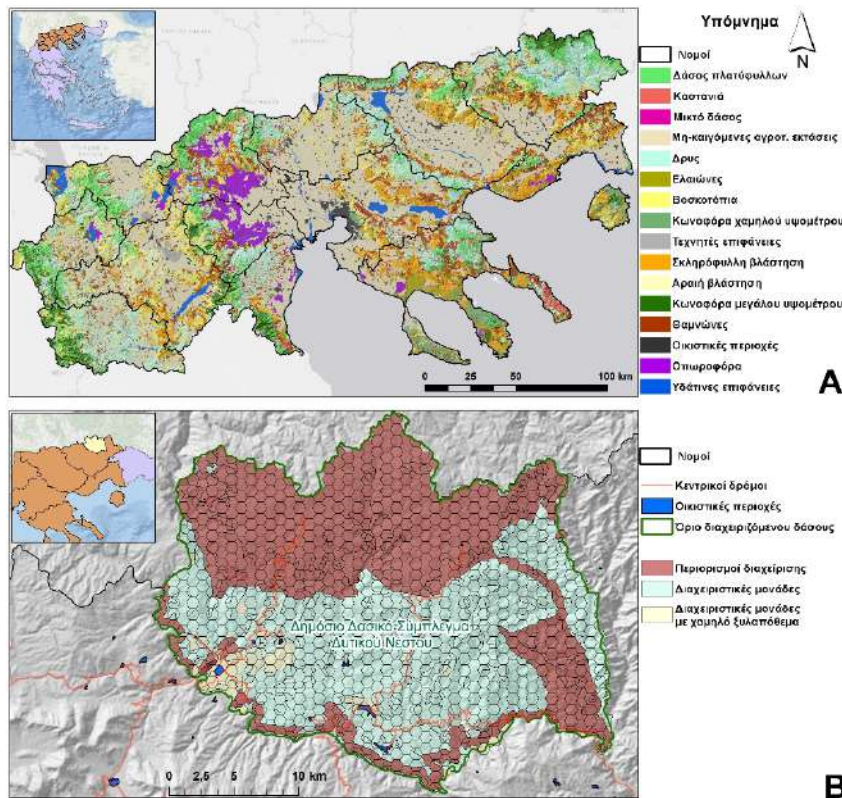
Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή μελέτης είναι η Μακεδονία με έκταση 34.000 km², όπου και κατοικούν 2,5 εκατομμύρια άνθρωποι. Τα τοπία στη Μακεδονία χαρακτηρίζονται από μεγάλες πεδιάδες που αρδεύονται από μεγάλους ποταμούς, παραθαλάσσιες περιοχές με τύπους βλάστησης που αναπτύσσονται σε χαμηλότερα υψόμετρα και ορεινές περιοχές όπου παραγωγικά δάση κωνοφόρων και πλατύφυλλων εναλλάσσονται με χορτολιβαδικές εκτάσεις και αλπικές ζώνες. Εξαιρώντας τη χερσόνησο του Αγίου Όρους, η περιοχή διαχειρίζεται από 25 δασαρχεία υπαγόμενα στη Δασική Υπηρεσία. Η παρούσα κατάσταση της βλάστησης χαρακτηρίζεται από δάση και δασικές εκτάσεις υψηλής πυκνότητας με μεγάλες ποσότητες καύσιμης ύλης και με παρουσία κλιμακωτής βλάστησης (ladder fuel). Υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στα διαφορετικά τμήματα της Μακεδονίας ως προς τις βιοκλιματικές συνθήκες που επηρεάζουν την έναρξη και εξέλιξη των καταστροφικών πυρκαγιών (Baltas 2007). Σύμφωνα με τα δεδομένα του 2018 Corine Land Cover data (EEA 2018), οι ιδιωματικές αγροτικές εκτάσεις καλύπτουν το 30% της περιοχής μελέτης, ενώ ακολουθούν τα δάση πλατύφυλλων (20%), οι μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις (9%), τα βοσκοτόπια (8%) και οι εκτάσεις που καλύπτονται κυρίως από αγροτικές καλλιέργειες με σημαντικό ποσοστό φυσικής βλάστησης (8%) (Σχήμα 1Α). Οι τεχνητά καλυπτόμενες εκτάσεις και οι υδάτινες επιφάνειες καλύπτουν το 3% και 2,5%, αντίστοιχα. Η σκληρόφυλλη βλάστηση και οι θαμνώνες καλύπτουν το 7,5%, ενώ σχεδόν το 6% καλύπτεται από είδη κωνοφόρων, το ήμισυ εκ των οποίων κυριαρχεί σε χαμηλότερα υψόμετρα (*Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Pinus pinea* και *Juniper* spp.) ενώ τα υπόλοιπα κυριαρχούν σε ορεινές εκτάσεις και περιλαμβάνουν κυρίως τα είδη *Abies* spp., *Picea abies*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* και *Pinus heldreichii*. Τέλος, τα μικτά δάση κωνοφόρων-πλατύφυλλων καλύπτουν το 5% και αποτελούνται κυρίως από *Fagus sylvatica* σε μίξη με *Abies* spp. ή *Pinus nigra* ή *Quercus petraea*, *Q. frainetto* ή *Q. pubescens*.

1. Στοιχαστικές Προσομοιώσεις Πυρκαγιών

Η μοντελοποίηση της συμπεριφοράς πυρκαγιών διενεργήθηκε με τον αλγόριθμο Minimum Travel Time (MTT) του Finney (2002), όπως ενσωματώνεται στο λογισμικό FConstMTT (Ager κ.α. 2017b). Οι απαιτούμενες εισροές περιλαμβάνουν το υψόμετρο, την έκθεση και την κλίση για την περιγραφή της τοπογραφίας, τα μοντέλα καύσιμης ύλης της περιοχής, καθώς και τον βαθμό εδαφοκάλυψης, την

ποσότητα καύσιμης ύλης κόμης, το ύψος έναρξης κόμης και το ύψος συστάδας. Οι περισσότερες από αυτές τις εισροές ανακτήθηκαν από τις ευρωπαϊκές βάσεις δεδομένων Copernicus (European Commission 2020), δεδομένα προερχόμενα από τη Δασική Υπηρεσία, καθώς και από άλλες υφιστάμενες πηγές δεδομένων και προηγούμενες ερευνητικές δράσεις (Palaiologou κ.α. 2020). Η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 30 πυρο-κλιματικές ζώνες βάσει της συχνότητας της διεύθυνσης και έντασης του ανέμου κατά την πυρική περίοδο, καθώς και της περιεχόμενης υγρασίας της παρεδάφιας καύσιμης ύλης (μετεωρολογικά σενάρια). Οι απαιτούμενες εισροές ανακτήθηκαν από ωριαίες καταγραφές μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής καλύπτοντας μία περίοδο τουλάχιστον δέκα ετών. Για κάθε πυρο-κλιματική ζώνη χιλιάδες πιθανές πυρκαγιές προσομοιώθηκαν επιλέγοντας ένα από τα μετεωρολογικά σενάρια της κάθε ζώνης, καθορίζοντας το τυχαίο σημείο έναρξης τους βάσει της εγγύτητας τους στο οδικό δίκτυο, στις κατοικημένες περιοχές και την πυκνότητα των ιστορικά καταγεγραμμένων σημείων έναρξης πυρκαγιών. Συνολικά, προσομοιώθηκαν 300.000 πυρκαγιές, 10.000 σε κάθε μία από τις 30 πυρο-κλιματικές ζώνες. Οι προσομοιώσεις δημιούργησαν: (1) χωρικό αρχείο με τις περιμέτρους των προσομοιωμένων πυρκαγιών, (2) ετήσιες πιθανότητες καύσης (annual burn probabilities – BP), και (3) εξαρτώμενο μήκος φλόγας (conditional flame length – CFL). Το BP είναι η αναλογία του αριθμού πυρκαγιών που καίνε το κάθε εικονοστοιχείο (pixel) προς τον συνολικό αριθμό των προσομοιωμένων πυρκαγιών. Το εξαρτώμενο μήκος φλόγας (CFL) μετράει το συνολικά εκτιμώμενο μήκος φλόγας σύμφωνα με τις πιθανότητες που έχει ένα εικονοστοιχείο να καεί κάτω από διαφορετικές εντάσεις.



Σχήμα 1. (Α) Οι κυρίαρχοι τύποι εδαφοκάλυψης της Μακεδονίας. (Β) Το διαχειριζόμενο δάσος του δυτικού Νέστον, με κάθε εξαγωνικό κελί να συμβολίζεται με τον όγκο του ξυλαποθέματος και τους περιορισμούς στη διαχείριση.

Figure 1. (A) The dominant land cover types in Macedonia, Greece. (B) The forest district of western Nestos, with each hexcell symbolized by growing stock volume and management restrictions.

II. Διαχειριζόμενα Δάση και Συστάδες

Παρόλο που τα διαχειριζόμενα δάση έχουν καθορισμένα όρια συστάδων όπως αυτά περιγράφονται στις διαχειριστικές μελέτες, οι περιοχές εκτός των διαχειριζόμενων δασών δεν έχουν παρόμοια χωρική διαίρεση. Επιπλέον, το ανομοιόμορφο σχήμα και μέγεθος των συστάδων δεν επιτρέπει τη μεταξύ τους σύγκριση, κυρίως όταν πρέπει να καταγραφούν σε κάθε πολύγωνο-συστάδα δεδομένα που προέρχονται από αρχεία raster, π.χ. για να υπολογιστεί το ξυλαπόθεμα σε κάποιες μεγάλες συστάδες ο μέσος όρος θα έβγαινε από 100 εικονοστοιχεία, ενώ σε μικρότερες από 10 εικονοστοιχεία. Για να αντιμετωπιστεί

αυτό το θέμα, η περιοχή μελέτης κατατιμήθηκε σε νέες «διαχειριστικές μονάδες» με τη χρήση ενός εξαγωνικού καννάβου (650 στρέμματα κάθε εξάγωνο), ο οποίος στη συνέχεια επεξεργάστηκε για να συμπεριλαμβάνει τις τομές με διαχειριστικά ή άλλα όρια (π.χ. ένα εξάγωνο θα διαιρείται από τα όρια δύο διαχειριζόμενων δασών σε περίπτωση επικάλυψης) (Σχήμα 1B). Αποκλείστηκαν από την ανάλυση διαχειριστικές μονάδες οι οποίες δεν είναι υπό καθεστώς διαχείρισης, δηλαδή προστατευόμενες ή έχουν υποστεί διαταραχές (π.χ. έχουν πρόσφατα καιεί) ή είναι αγροτικές εκτάσεις και άλλοι τύποι εδαφοκάλυψης όπου οι πυρκαγιές δεν εξαπλώνονται (π.χ. βραχώδεις εκτάσεις, οικιστικά κέντρα, λατομεία κ.α.). Οι τελικές διαχειριστικές μονάδες (81.000, με μεγέθη που κυμαίνονταν μεταξύ 100 - 650 στρεμμάτων, μέσος όρος 420 στρέμματα) χρησιμοποιήθηκαν ως χωρικές μονάδες αποφάσεων για να προσομοιωθούν οι διαχειριστικές προτεραιότητες (Ager κ.α. 2021). Για κάθε διαχειριστική μονάδα υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές, δυαδικές διαχωριστικές τιμές ή άλλα στατιστικά μεγέθη (π.χ. πλειοψηφία) για μία σειρά μεταβλητών που προέκυψαν από τη διαδικασία μοντελοποίησης ή από άλλες πηγές δεδομένων (Σχήμα 2). Έπειτα, εκτιμήθηκε η ποσοστιαία συνεισφορά της κάθε μονάδας σε σχέση με το συνολικό υπό διερεύνηση πρόβλημα όλων των διαχειριστικών τμημάτων, έτσι ώστε να τυποποιηθεί ο τρόπος αναφοράς των αποτελεσμάτων ανάμεσα σε όλες τις διαχειριστικές προτεραιότητες, καθώς και ο βαθμός επίτευξης της κάθε προτεραιότητας από τις μονάδες στις οποίες θα εφαρμοστούν οι διαχειριστικές προτεραιότητες σε κάθε διαχειριζόμενο δάσος (Vogler κ.α. 2015, Alcasena κ.α. 2018). Για παράδειγμα, αν ένα διαχειριζόμενο δάσος έχει 100 εξαγωνικές μονάδες, η κάθε μία με 1 m^3 διαθέσιμης ξυλείας (100 m^3 σύνολο), τότε η ποσοστιαία συνεισφορά της κάθε μονάδας είναι 1%, ενώ αν επιλεγούν 30 μονάδες προς διαχείριση για τον δασολογικό στόχο, τότε θα έχει γίνει απόληψη (ποσοστιαία απόδοση) του 30% της διαθέσιμης ξυλείας. Οι μετατροπές αυτές είναι αναγκαίες ώστε να διενεργηθεί η ανάλυση με το λογισμικό σχεδιασμού διαχειριστικών σεναρίων ForSys (πρώην Landscape Treatment Designer) (Ager κ.α. 2013, Ager κ.α. 2016, Ager κ.α. 2017a).

III. Μοντελοποίηση Διαχειριστικών Προτεραιοτήτων

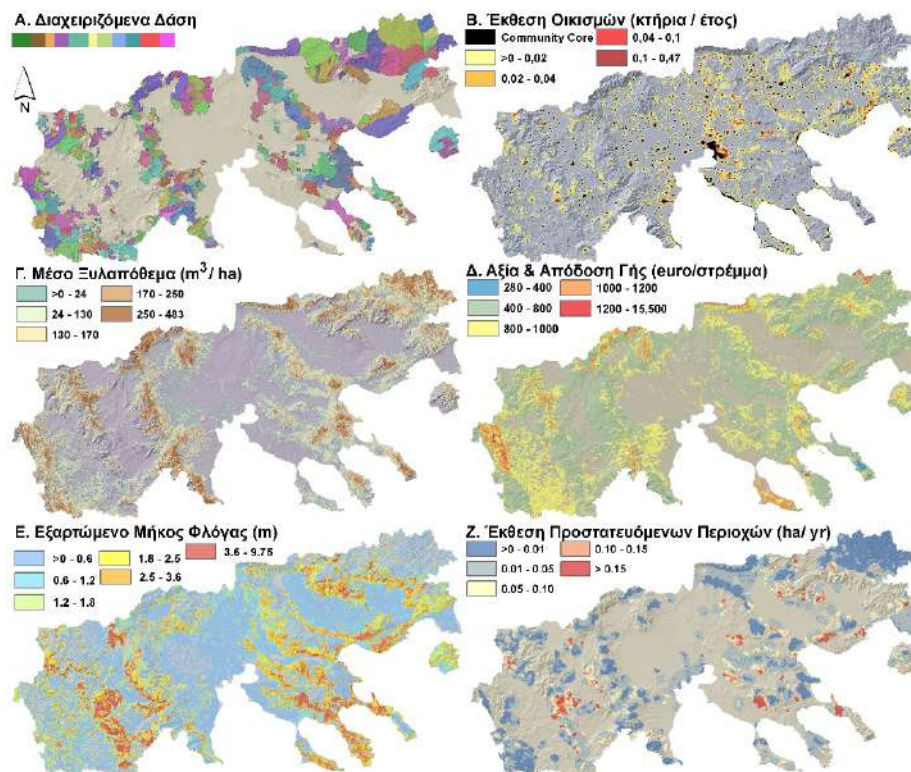
Χρησιμοποιήθηκε το πολυκριτηριακό σύστημα χωρικής προτεραιοποίησης και βελτιστοποίησης που ονομάζεται ForSys. Το μοντέλο προσδιορίζει τα διαχειριστικά τμήματα στα οποία μεγιστοποιείται ο βαθμός επίτευξης για πολλαπλούς στόχους, συνυπολογίζοντας τις προτεραιότητες μέσω θέσπισης συντελεστών βαρύτητας στους διαφορετικούς στόχους, τους διαθέσιμους διαχειριστικούς πόρους, τους περιορισμούς κατά την εφαρμογή (π.χ. συστάδες οι οποίες έχουν οικολογικό ενδιαφέρον), και τη νομοθεσία (π.χ. αποκλεισμός προστατευόμενων περιοχών). Η βασική ιδέα είναι ότι αν διαχειριστεί ένα ποσοστό 30% του κάθε διαχειριζόμενου δάσους τότε οι θετικές επιδράσεις στη μείωση της έντασης της πυρκαγιάς θα επηρεάσουν θετικά στο σύνολο της έκτασής του. Έχει αποδειχτεί ότι χαμηλότερα ποσοστά διαχείρισης έχουν μικρή ή μηδαμινή επίδραση στον περιορισμό της εξάπλωσης μεγάλων δασικών πυρκαγιών (Finney 2007, Salis κ.α. 2016).

Βασική επιδίωξη από τη χρήση του ForSys ήταν η διερεύνηση της πιθανότητας να εφαρμοστούν διαφορετικές στρατηγικές διαχείρισης με έμφαση στην αντιμετώπιση των αρνητικών συνεπειών των πυρκαγιών, ενώ παράλληλα να παραχθούν έσοδα από την απόληψη ξυλείας ή να επιτευχθούν διαφορετικοί οικολογικοί ή άλλοι στόχοι. Κύρια υπόθεση εργασίας ήταν ότι θα αξιοποιηθούν μέθοδοι διαχείρισης που μειώνουν τα φορτία καύσιμης ύλης του πυκνού δασικού υπορόφου με κλιμακωτή βλάστηση ή σε πολύ πυκνά δάση προερχόμενα από μεταπυρική αναγέννηση, τόσο σε διαχειριζόμενα δάση όσο και σε δενδρώδεις δασικές περιοχές δίχως καθεστώς διαχείρισης. Κάθε διαχειριστική προτεραιότητα μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή μεθόδων αραίωσης για τις πυκνές συστάδες, ενώ η μείωση της επιφανειακής καύσιμης ύλης μπορεί να συμβεί με θρυμματισμούς και καθαρισμούς. Για συγκεκριμένους στόχους όπως ο οικονομικός, ζητούμενο αποτελεί η διαχείριση συστάδων με εμπορική αξία θέτοντας ως όριο το ξυλαπόθεμα να είναι μεγαλύτερο από $35 \text{ m}^3/\text{ha}$. Οι διαχειριστικές μονάδες που προστίθενται στον υπολογισμό της επίτευξης της κάθε προτεραιότητας για κάθε διαχειριζόμενο δάσος επιλέχθηκαν με βάση την τιμή που έχουν για αυτό τον στόχο (π.χ. για τη παραγωγική προτεραιότητα, προστίθενται αρχικά οι μονάδες με τη μεγαλύτερη τιμή απολήψιμης ξυλείας), έως ότου η έκταση της περιοχής που θα επιλεγεί να φτάσει σε ένα προκαθορισμένο όριο έκτασης (π.χ. αν στόχος είναι να εφαρμοστούν διαχειριστικά έργα με έκταση 1.000 στρεμμάτων έκαστο και το όριο έκτασης να είναι 10.000 στρεμμάτων, τότε θα επιλεγούν τα 10).

Για την εκτίμηση των πέντε προτεραιοτήτων διαχείρισης (οικολογικός, κατασταλτικός, κοινωνικός, οικονομικός και παραγωγικός) αξιοποιήθηκαν διαφορετικά σετ δεδομένων, όπως 1) τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων δασικών πυρκαγιών για να εκτιμηθεί ο αριθμός των κτηρίων που μπορούν να

απειληθούν κατ' έτος στις οικιστικές περιοχές (Σχήμα 2B – κοινωνική προτεραιότητα), 2) ο όγκος ξυλαποθέματος των συστάδων (growing stock volume - GSV) για το έτος 2010 (Santoro κ.α. 2020), ο οποίος περιλαμβάνει τον διαθέσιμο όγκο (m^3/ha) όλων των ζωντανών δέντρων με στηθαία διάμετρο >10 cm (Σχήμα 2Γ – παραγωγική προτεραιότητα), 3) η εκτίμηση της αξίας δασικής γης στην Ελλάδα (Albanis κ.α. 2018) η οποία απεικονίζεται σε εικονοστοιχεία 100 m με τιμή εκφρασμένη σε ευρώ ανά στρέμμα (Σχήμα 2Δ – οικονομική προτεραιότητα), 4) το μήκος φλόγας από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων δασικών πυρκαγιών (Σχήμα 2Ε – κατασταλτική προτεραιότητα), και 5) η μετάδοση πυρκαγιών εντός προστατευόμενων περιοχών όπως υπολογίστηκε από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων δασικών πυρκαγιών σε εκτάρια καμένων εκτάσεων κατ' έτος (Σχήμα 2Ζ – οικολογική προτεραιότητα).

Θεσπίστηκαν δύο σενάρια με διαφορετικά όρια έκτασης που μπορεί να φτάσει το κάθε έργο διαχείρισης για να επιτευχθεί η προτεραιότητα της μείωσης της πιθανότητας εξάπλωσης πυρκαγιών εντός οικιστικών περιοχών: 1) 100 έργα διαχείρισης με μέγιστη έκταση τα 5.000 στρέμματα έκαστο (συνολική διαχείριση 500.000 στρεμμάτων) σε όλες τις εκτάσεις της περιοχής μελέτης (εντός και εκτός διαχειριζόμενων δασών) με επαρκή όγκο ξυλαποθέματος, και 2) εύρεση των καλύτερων έργων έκτασης έως 1.000 στρεμμάτων έκαστο, αυστηρά εντός των διαχειριζόμενων δασών, ώστε να μειωθεί κατά 15% ο συνολικός κίνδυνος πυρκαγιάς προς τις οικιστικές περιοχές που μπορεί να προκύψει σε αυτά.



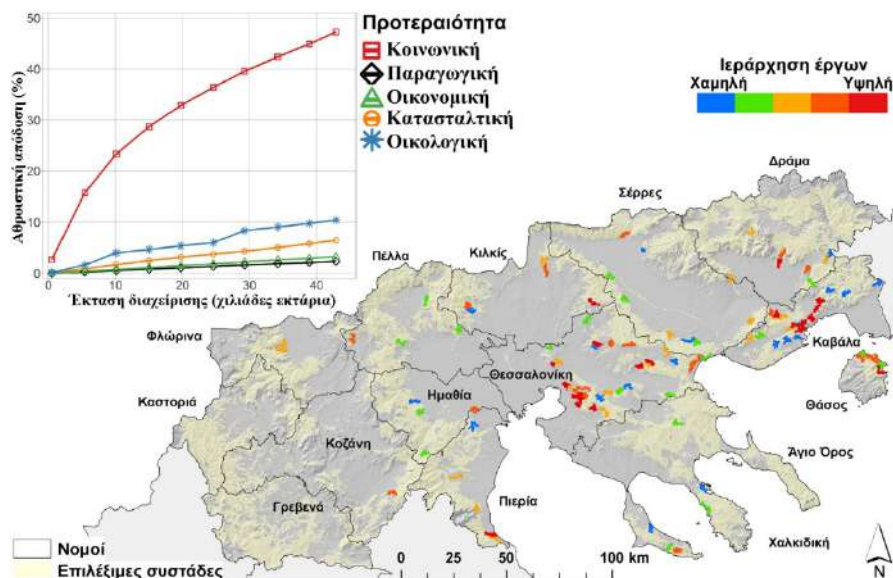
Σχήμα 2. (Α) Τα 290 διαχειριζόμενα δάση που συμπεριλήφθησαν σε αυτή τη μελέτη. Τα δεδομένα που αξιοποιήθηκαν για την εκτίμηση των πέντε προτεραιοτήτων διαχείρισης: (Β) έκθεση των οικιστικών περιοχών όπως εκτιμήθηκε από τις προσομοιώσεις πυρκαγιών, σε κτήρια κατ' έτος, (Γ) μέσο ξυλαπόθεμα για όλα τα ζωντανά δέντρα με στηθαία διάμετρο >10 cm για κάθε εικονοστοιχείο. (Δ) μέση αξία γης για κάθε εικονοστοιχείο σε ευρώ ανά στρέμμα, (Ε) εξαρτώμενο μήκος φλόγας σε μέτρα, (Ζ) έκθεση των προστατευόμενων περιοχών όπως εκτιμήθηκε από τις προσομοιώσεις πυρκαγιών, σε εκτάρια κατ' έτος.

Figure 2. (A) The 290 forest districts with a forest management plan, and the five metrics used to prioritize stands for treatment: (B) fire exposure of developed areas in annual structures affected as estimated by wildfire simulations; (C) per pixel average growing stock volume of all living trees >10 cm in diameter at breast height; (D) average land value per pixel in euros per 1000 m^2 ; (E) conditional flame length; and (F) exposure of protected areas in values of annual area burned, as estimated by wildfire simulations.

Αποτελέσματα

Για την κοινωνική προτεραιότητα (μείωση πιθανότητας εξάπλωσης πυρκαγιών εντός οικιστικών περιοχών) ιεραρχήθηκαν και χαρτογραφήθηκαν τα 100 καλύτερα προσομοιωμένα έργα διαχείρισης (περίπου 5.000 στρέμματα το καθένα) βάσει της ποσοστιαίας απόδοσης τους στην επίλυση του

συνολικού προβλήματος, ενώ συγκρίθηκε με τις αποδόσεις των άλλων τεσσάρων προτεραιοτήτων για τα ίδια ακριβώς έργα. Η αθροιστική ποσοστιαία απόδοση των 100 διαχειριστικών έργων για την κοινωνική προτεραιότητα είναι 47% αν εφαρμοστεί διαχείριση σε 430.000 στρέμματα (Σχήμα 3). Το ποσοστό απόδοσης αυτής της προτεραιότητας είναι σημαντικά υψηλότερο σε σχέση με την απόδοση των υπολοίπων τεσσάρων προτεραιοτήτων, γεγονός που δείχνει ότι μικρά τμήματα της περιοχής μελέτης έχουν την υψηλότερη επιρροή σε γειτονικές οικιστικές περιοχές καθιστώντας ευκολότερη τη διαχείριση, εφόσον με μικρότερη επένδυση σε στοχευμένα έργα μπορεί να επιτευχθεί μεγάλη αλλαγή στην έκθεση αυτών των οικισμών σε δασικές πυρκαγιές. Για την οικολογική προτεραιότητα (προστασία προστατευόμενων περιοχών από πυρκαγιές) στα ίδια έργα μπορεί να επιτευχθεί μία μείωση της έκθεσης τους κατά 10,5%, ενώ αισθητά μικρότερη είναι η απόδοση της κατασταλτικής προτεραιότητας (μείωση της δυσκολίας δασοπυρόσβεσης), η οποία έχει ποσοστιαία απόδοση 6,5%. Δεν αποτελεί έκπληξη ότι τα έργα αυτά, που έχουν ως στόχο την προστασία των οικιστικών περιοχών, χωροθετήθηκαν σε περιοχές όπου το διαθέσιμο προς απόληψη ξυλώδες κεφάλαιο (παραγωγική προτεραιότητα) είναι χαμηλό, φτάνοντας μόλις το 2,3% της συνολικά διαθέσιμης παραγωγικότητας όλων των επιλέξιμων διαχειριστικών μονάδων. Τέλος, η οικονομική προτεραιότητα είναι επίσης χαμηλή, με ποσοστιαία απόδοση 3,2%. Τα καλύτερα έργα χωροθετήθηκαν κατά ομάδες κοντά στην πόλη της Θεσσαλονίκης και στις παράκτιες περιοχές των νομών Καβάλας, Χαλκιδικής, Πιερίας, καθώς και στη νήσο Θάσο.

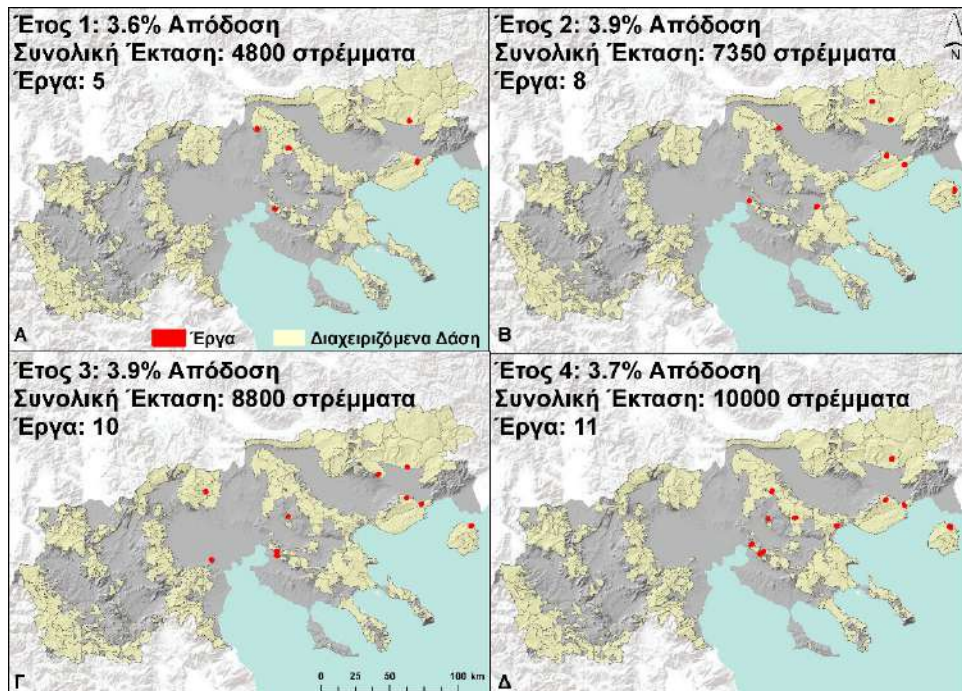


Σχήμα 3. Προτεραιοποίηση της προστασίας των οικιστικών περιοχών από δασικές πυρκαγιές (κοινωνική προτεραιότητα), με 100 έργα των 5.000 στρεμμάτων έκαστο. Τα έργα ιεραρχήθηκαν ως προς την απόδοση τους στη μείωση του συνολικού κινδύνου πυρκαγιών όλων των οικισμών της Μακεδονίας που μπορεί να προκύψει από πιθανές πυρκαγιές με σημείο έναρξης εντός των επιλέξιμων διαχειριστικών μονάδων. Το γράφημα στα αριστερά δείχνει την αθροιστική ποσοστιαία απόδοση των πέντε προτεραιοτήτων αν στα 100 έργα που φαίνονται στον χάρτη εφαρμοστεί διαχείριση πυροπροστασίας, ξεκινώντας από τα καλύτερα έως τα λιγότερο αποδοτικά έργα ως προς την κοινωνική προτεραιότητα.

Figure 3. Prioritization of the protection of developed areas, with the 100 projects of 500 ha each, ranked from lowest to highest attainment. The graph on the left shows the cumulative percent attainment of each of the five priorities, if the 100 projects of the map receive fuel treatments.

Το προσομοιωμένο σχέδιο διαχείρισης της καύσιμης ύλης που εξετάστηκε για εφαρμογή αυστηρά εντός των διαχειριζόμενων δασών σχεδιάστηκε με ορίζοντα εφαρμογής τα τέσσερα έτη. Η διαχείριση σε έργα τα οποία θα έχουν ένα τετραετές σχέδιο εφαρμογής μπορεί να είναι αποτελεσματική γιατί επιταχύνει την επίτευξη στόχων συγκεκριμένων ποσοστιαίων αποδόσεων για κάθε προτεραιότητα. Κατά τα δύο πρώτα έτη του σχεδίου απαιτούνται λιγότερα έργα για να επιτευχθεί το ίδιο ποσοστό απόδοσης σε σύγκριση με τα επόμενα δύο έτη. Για να επιτευχθεί ο ετήσιος στόχος ποσοστιαίας απόδοσης, τα έργα μπορούν να χωροθετηθούν σε οποιοδήποτε διαχειριζόμενο δάσος ή σε συνδυασμούς μεταξύ περισσότερων. Για παράδειγμα, αν ο στόχος είναι η διαχείριση για τη μείωση της συνολικής έκθεσης των οικιστικών περιοχών κατά 15% μέσα σε μία τετραετία, κατά το πρώτο έτος είναι πιθανό να επιτευχθεί το περίπου 4% της απόδοσης με τη διαχείριση πέντε έργων σε τέσσερα διαχειριζόμενα δάση, τα οποία ήταν τα καλύτερα από όλα τα διαθέσιμα έργα, ενώ κατά το τέταρτο έτος για να

επιτευχθεί το ίδιο ποσοστό απόδοσης ήταν αναγκαίο να διαχειριστούν 11 έργα σε 11 διαφορετικά διαχειριζόμενα δάση. Συνολικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για την επίτευξη μίας απόδοσης 15% για τον κοινωνικό στόχο απαιτούνται 34 έργα συνολικής έκτασης 21.950 στρεμμάτων (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Ετήσια διαχείριση της καύσιμης ύλης στα καλύτερα από τα έργα έκτασης ~1.000 στρεμμάτων έκαστο, εφαρμόζοντας ένα τετραετές πλάνο όπως αυτό προσομοιώθηκε για την προτεραιότητα της προστασίας των οικιστικών περιοχών.

Figure 4. Annual fuel treatments of the best 100-ha projects for a four-year management plan, as estimated from the prioritization of protection of developed area.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Αυτή είναι η πρώτη μεγάλη κλίμακας εφαρμογή μεθόδων μοντελοποίησης της συμπεριφοράς πυρκαγιών με τον αλγόριθμο MTT στην Ελλάδα, αξιοποιώντας λογισμικά και μεθόδους τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως σε επιχειρησιακές έρευνες για τον υπολογισμό της έκθεσης που προκαλείται από πυρκαγιές σε οικισμούς και οικολογικές, οικονομικές ή άλλες αξίες, ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου (Kalabokidis κ.α. 2016; Mallinis κ.α. 2016; Oliveira κ.α. 2016; Salis κ.α. 2016; Alcasena κ.α. 2018; Palaiologou κ.α. 2018). Το ό,τι μία πυρκαγιά δεν έχει εκδηλωθεί, αλλά πιθανότατα θα συμβεί στο εγγύς μέλλον, αποτελεί έναν ακόμα λόγο αδράνειας ή υποτίμησης της ανάγκης διαχείρισης ενός δάσους. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, σε αυτή την έρευνα εκτιμήθηκε ο κίνδυνος μελλοντικών περιστατικών πυρκαγιών μέσω προσομοιώσεων συμπεριφοράς πυρκαγιών υπό διαφορετικά μετεωρολογικά σενάρια, ακόμα και λιγότερο συχνά, και σε χιλιάδες τυχαία σημεία ανάφλεξης. Το μεθοδολογικό πλαίσιο σχεδιασμού σεναρίων με την πιλοτική του εφαρμογή στη Μακεδονία μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των αντισταθμισμάτων μεταξύ προτεραιοτήτων διαχείρισης, με στρατηγική αναγνώριση των προτεραιοτήτων διαχείρισης της κάθε περιοχής, στοχεύοντας στην αποκατάσταση των δασών και στη διαχείριση του κινδύνου πυρκαγιών, εφαρμόζοντας τις καλύτερες επενδύσεις στην κατάλληλη κλίμακα. Το λογισμικό ForSys καλύπτει το κενό στο υφιστάμενο πλαίσιο σχεδίασης διαχειριστικών έργων της Δασικής Υπηρεσίας παρέχοντας τον τρόπο να κατανοηθεί το πώς προτεραιότητες που υπερβαίνουν τα στενά χωρικά όρια δικαιοδοσίας της, όπως η μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των πυρκαγιών στους οικισμούς, μπορούν να διαχειριστούν με τον βέλτιστο τρόπο και σε συνεργασία με άλλους ιδιοκτήτες και διαχειριστές γης (π.χ. ιδιώτες, δήμους κ.α.), παράγοντας μετρήσιμα αποτελέσματα στη μείωση του κινδύνου των πυρκαγιών. Οι μετα-διαχειριστικές αλλαγές στη δομή των δασοσυστάδων και στα φορτία καύσιμης ύλης μπορούν να αλλάξουν τη διάδοση και ένταση των πυρκαγιών και να αυξήσουν την ανθεκτικότητα των δασικών εκτάσεων. Η προσέγγιση προβλημάτων με σχεδιασμό σεναρίων έχει καταστεί μία από τις πλέον υποσχόμενες μεθοδολογικές προσεγγίσεις από πολλές υπηρεσίες ανά τον κόσμο (π.χ. Shared

Stewardship Strategy της USDA Forest Service (2018) για την προτεραιοποίηση της διαχείρισης δασικών εκτάσεων.

Με μία λεπτομερή εξέταση των υφιστάμενων προγραμμάτων διαχείρισης γίνεται αντιληπτό ότι λείπει μία ευρύτερη κατανόηση του πώς οι συχνά αλληλοσυγκρουόμενοι διαχειριστικοί στόχοι σε συνάρτηση με την περιορισμένη κρατική χρηματοδότηση επηρεάζουν την ιεράρχηση των απαιτούμενων ενεργειών δασικής διαχείρισης. Με μία προσέγγιση κόστους, η διαχείριση της καύσιμης ύλης δεν μπορεί να γίνει σε μεγάλες εκτάσεις στο πεδίο καθώς τα έξοδα των έργων μπορεί να υπερβούν κατά πολύ τα οφέλη από τον περιορισμό των καταστροφικών επιδράσεων μίας πιθανής πυρκαγιάς που ακόμα δεν έχει συμβεί (Thompson κ.α. 2013). Ο σχεδιασμός εφικτών στρατηγικών διαχείρισης είναι ένα πολύπλοκο χωρικό και λογιστικό πρόβλημα. Πρόσφατες έρευνες διερεύνησαν την απόδοση των κατάλληλων χωρικών (σύνθεση και πυκνότητα) και χρονικών (εποχικότητα, αποτελεσματικότητα με το πέρασ του χρόνου) στρατηγικών, καθώς και τις επιδράσεις προς αυτές διαφορετικών περιορισμών (π.χ. νομοθεσία που διέπει τη διαχείριση προστατευόμενων περιοχών, επιτρεπόμενες χρήσεις γης ανά ιδιοκτησία) στη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς (Finney 2007, Vogler κ.α. 2015).

Πιθανή παρουσία αντισταθμισμάτων μεταξύ των εναλλακτικών στρατηγικών διαχείρισης της καύσιμης ύλης αναδεικνύει τη σημαντικότητα του προσεκτικού σχεδιασμού όταν οι διαθέσιμοι πόροι για διαχείριση είναι περιορισμένοι. Για παράδειγμα, η προστασία των οικισμών είναι ένας από τους βασικότερους στόχους του εθνικού σχεδίου αντιμετώπισης πυρκαγιών (USDA-USDI 2001) και της «Wildland Cohesive Strategy» (USDA Forest Service 2014) στις ΗΠΑ, ενώ η απόληψη ξυλείας είναι μία σημαντική αποστολή πολλών δασικών υπηρεσιών ανά τον κόσμο ώστε να υποστηριχθούν οι τοπικές αγροτικές οικονομίες και να παραχθούν προϊόντα για τις τοπικές βιομηχανίες ξύλου. Συχνά, ο δύο αυτοί στόχοι παρουσιάζουν έντονα αντισταθμίματα. Προσδοκούμε ότι οι προτεινόμενες μέθοδοι και τα ευρήματα της έρευνας θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη νέων στρατηγικών μείωσης του κινδύνου που προκαλείται από τις μεγάλες πυρκαγιές και θα συντελέσουν στην προστασία των οικισμών και άλλων αξιών στους επικείμενους κινδύνους. Επιπλέον, θα αναδειχτεί ο ρόλος και η σημασία της διαχείρισης των δασών στην προστασία των οικισμών, με έμφαση στον στρατηγικό σχεδιασμό των έργων και στη συνεκτίμηση της μελλοντικής εκδήλωσης και συμπεριφοράς των πυρκαγιών.

Ευχαριστίες

Η έρευνα συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση» στο πλαίσιο της Πράξης “Χωρική βελτιστοποίηση εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης της καύσιμης ύλης για την αντιμετώπιση του κινδύνου δασικών πυρκαγιών” (MIS: 5048196).

Abstract

Managing forests has been demonstrated to be an efficient strategy to fragment fuels and reduce fire spread rates and severity. In this study, we described a spatial optimization framework to build forest management scenarios for Macedonia, Greece, that leverages fire simulation, forest management and scenario planning. We demonstrated the framework to evaluate five forest management priorities aimed at: 1) protection of developed areas, 2) optimized commercial timber harvests, 3) protection of ecosystem services, 4) fire resilience, and 5) reducing suppression difficulty. Results revealed how an investment on a management priority can create tradeoffs with other priorities, while exposing spatial opportunities for the attainment of multiple priorities by treating the same stands. An important finding was that by managing approximately 43,000 ha across all-lands in different allocations of 100 projects, the area that accounted for 47% of the wildfire exposure to developed areas was treated while harvesting 2.3% of total growing stock volume.

Βιβλιογραφία

- Ager, A.A., Vaillant, N.M. and McMahan, A., 2013. Restoration of fire in managed forests: a model to prioritize landscapes and analyze tradeoffs. *Ecosphere* 4(2): 29.
- Ager, A.A., Day, M.A. and Vogler, K., 2016. Production possibility frontiers and socioecological tradeoffs for restoration of fire adapted forests. *J. Environ. Manage.* 176: 157-168.
- Ager, A.A., Vogler, K.C., Day, M.A. and Bailey, J.D. 2017a. Economic opportunities and trade-offs in collaborative forest landscape restoration. *Ecological Economics* 136: 226-239.
- Ager, A.A., Evers, C.R., Day, M.A., Preisler, H.K., Barros, A.M. and Nielsen-Pincus, M., 2017b. Network analysis of wildfire transmission and implications for risk governance. *PLoS ONE* 12, e0172867.
- Ager, A.A., Evers, C.R., Day, M.A., Houtman, R. and Alcasena, F.J., 2021. Planning for future fire: Scenario analysis of an accelerated fuel reduction plan for the western United States. *Landsc. Urban Plan.* 215: 104212.
- Albanis, K, Xanthopoulos, G, Skouteri, A, Theodoridis, N, Christodoulou, A and Palaskas, D., 2015. A methodology for the estimation of forested land value in Greece. ELGO-“DIMITRA”, Institute of Mediterranean Forested Ecosystems. Athens, pp. 201.
- 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.* 4(621): 872-885.
- Baltas, E., 2007. Spatial distribution of climatic indices in northern Greece. *Meteorol. Appl.* 14(1): 69-78.
- Calkin, David E., Cohen, Jack D., Finney, Mark A., Thompson and Matthew P., 2014. How risk management can prevent future wildfire disasters in the wildland-urban interface. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(2): 746-751.
- EEA, 2018. Corine Land Cover (CLC) 2018, Version 2020_20u1.
- European Commission. 2020. 'Copernicus, European Union's Earth Observation Programme.' Available at <https://www.copernicus.eu/en> [Accessed 23/08/2020].
- Finney, M.A., 2002. Fire growth using minimum travel time methods. *Can. J. For. Res.* 32(8): 1420-1424.
- Finney, M.A., 2007. A computational method for optimizing fuel treatment location. *Int. J. Wildland Fire* 16: 702-711.
- Kalabokidis, K., Ager, A.A., Finney, M.A., Athanasis, N., Palaiologou, P. and Vasilakos, C., 2016. AEGIS: a wildfire prevention and management information system. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 16: 643-661.
- Mallinis, G., Mitsopoulos, I., Beltran, E. and Goldammer, J., 2016. Assessing Wildfire Risk in Cultural Heritage Properties Using High Spatial and Temporal Resolution Satellite Imagery and Spatially Explicit Fire Simulations: The Case of Holy Mount Athos, Greece. *Forests* 7(2): 46.
- Oliveira, T.M., Barros, A.M.G., Ager, A.A. and Fernandes, P.M. 2016. Assessing the effect of a fuel break network to reduce burnt area and wildfire risk transmission. *Int. J. Wildland Fire* 25(6): 619-632.
- Palaiologou, P., Ager, A.A., Nielsen-Pincus, M., Evers, C. and 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., Papalampros, L. and Galatsidas, S., 2020. Simulating large-scale wildfires and community exposure: A framework and application in Macedonia, Greece. *Proceedings of Surveying Geology & Mining Ecology Management (SGEM) Conference, Vienna, Austria. Vol. 20: 339-350.*
- Reinhardt, E.D., Keane, R.E., Calkin, D.E. and Cohen, J.D., 2008. Objectives and considerations for wildland fuel treatment in forested ecosystems of the interior western United States. *For. Ecol. Manag.* 256: 1997-2006.
- Salis, M., Laconi, M., Ager, A.A., Alcasena, F.J., Arca, Bachisio, Lozano, O., Fernandes de Oliveira, A. and Spano, D., 2016. Evaluating alternative fuel treatment strategies to reduce wildfire losses in a Mediterranean area. *For. Ecol. Manag.* 368: 207-221.
- San-Miguel-Ayanz, J., Moreno, J.M. and Camia, A., 2013. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives. *For. Ecol. Manag.* 294: 11-22.

Santoro, M., Cartus, O., Carvalhais, N., Rozendaal, D., Avitabile, V., Araza, A., de Bruin, S., Herold, M., Quegan, S. and Rodríguez Veiga, P., 2020. The global forest above-ground biomass pool for 2010 estimated from high-resolution satellite observations. *Earth Syst. Sci. Data Discuss.* 13: 3927–3950.

Thompson, M.P., Vaillant, N.M., Haas, J.R., Gebert, K.M. and Stockmann, K.D., 2013. Quantifying the potential impacts of fuel treatments on wildfire suppression costs. *J. For.* 111(1): 49-58.

USDA-USDI. 2001. National Fire Plan. A collaborative approach for reducing wildland fire risks to communities and the environment. United States Department of Agriculture-United States Department of Interior, Washington, DC.

USDA Forest Service, 2014. The National Strategy: The final phase in the development of the National Cohesive Wildland Fire Management Strategy. pp. 93.

USDA Forest Service. 2018. Towards shared stewardship across landscapes: An outcome-based investment strategy. USDA Forest Service No. FS-118, Washington, DC.

Vogler, K.C., Ager, A.A., Day, M.A., Jennings, M. and Bailey, J.D., 2015. Prioritization of forest restoration projects: tradeoffs between wildfire protection, ecological restoration and economic objectives. *Forests* 6: 4403–4420.

Xanthopoulos, G., Viegas, D.X. and Caballero, D., 2009. The fatal fire entrapment accident of August 24, 2007, near the village of Artemida, Ilia, Greece. Proceedings of 10th Wildland Fire Safety Summit. Phoenix, AZ, April 27-30.

Θεματική Ενότητα: Προστασία Δασών-Δασικές Πυρκαγιές

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑ ΦΡΥΓΑΝΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΕΝΤΕΛΙΚΟΥ ΟΡΟΥΣ

Χριστακόπουλος, Παύλος¹; Τσουκλείδης, Γεώργιος²

¹Περιφέρεια Αττικής, Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας, Κτηνιατρικής και Αλιείας, Συγγρού 80-88, 11741 Αθήνα, paulchri@ath.forthnet.gr

²Ανωτάτη Εκκλησιαστική Ακαδημία, Χρυσσαλίδος 38 και Θεμιστοκλέους, 14561 Νέα Κηφισιά, gtsoukl@yahoo.gr

Περίληψη

Στη παρούσα εργασία διερευνήθηκε η επίδραση των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών και των διαχειριστικών πρακτικών αποκατάστασης, στα φρυγανικά οικοσυστήματα του Πεντελικού όρους. Στο πεδίο έγινε λήψη 353 δοκιμαστικών επιφανειών και σε κάθε επιφάνεια προσδιορίστηκε το ποσοστό κάλυψης, το μέσο ύψος και η πληθοκάλυψη των φρυγάνων, που αποτέλεσαν τις εξαρτημένες μεταβλητές στην εφαρμοσθείσα μέθοδο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό των σημαντικών παραγόντων που επηρέασαν τις μεταβλητές αυτές. Προέκυψε ότι η κάλυψη των φρυγάνων δεν επηρεάστηκε από τις επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές και τις διαχειριστικές πρακτικές αποκατάστασης, το μέσο ύψος επηρεάστηκε θετικά από την χρονική απόσταση από την τελευταία πυρκαγιά, ενώ η πληθοκάλυψη, επηρεάστηκε αρνητικά από την διαχειριστική πρακτική της αποκατάστασης με αναδασώσεις.

Λέξεις κλειδιά: φρυγανικά οικοσυστήματα, επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές, διαχειριστικές πρακτικές αποκατάστασης, αναδάσωση, πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση.

Εισαγωγή

Τα φρυγανικά οικοσυστήματα, αποτελούν μια μορφή της κατηγορίας των αείφυλλων σκληρόφυλλων θάμνων, οι οποίοι ονομάζονται *maquis* στην Γαλλία, το Ισραήλ και την Ελλάδα, *macchia* στην Ιταλία, *matorral* στη Χιλή και την Ισπανία και *chaparral* στην Καλιφόρνια. Ο όρος «φρύγανα» είναι καθαρά ελληνικός όρος και στην κατηγορία των φρυγάνων περιλαμβάνονται τα είδη *Cistus L.*, *Sarcopoterium spinosum (L.) Spach*, *Genista acanthoclada DC.*, *Anthyllis hermaniae L.*, *Thymus capitatus (L.)*, *Satureja thybra L.* κλπ (Κωνσταντινίδης και Γκατζογιάννης 2001).

Ο κρίσιμος κλιματικός παράγοντας, που επηρεάζει την εξάπλωση των αείφυλλων-σκληρόφυλλων μεσογειακών θάμνων, είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Όταν οι μέσες κατώτερες θερμοκρασίες είναι κάτω του μηδενός, τότε είναι δύσκολη η ευδοκίμησή τους. Άλλος κρίσιμος παράγοντας για την εξάπλωσή τους είναι τα υδατικά αποθέματα κατά την θερινή περίοδο και η κατανομή των βροχοπτώσεων στις διάφορες εποχές. Όταν οι ετήσιες βροχοπτώσεις δεν ξεπερνούν τα 200 mm, λειτουργούν αποτρεπτικά για την ευδοκίμηση της μεσογειακής βλάστησης. Σε περιοχές με παραπλήσιες κλιματικές συνθήκες, που επικρατούν πυρκαγιές σε συνδυασμό με την υπερβόσκηση, τότε αναπτύσσεται μια μορφή χαμηλότερης βλάστησης, αποτελούμενη κυρίως από ημισφαιρικούς ακανθώδεις θάμνους, τα φρύγανα. Τα φρύγανα προσαρμόζονται ακόμη και στα πλέον υποβαθμισμένα εδάφη, και αποτελούν το τελευταίο στάδιο υποβάθμισης ενός δασικού οικοσυστήματος, αλλά και ταυτόχρονα και αφετηρία για ανάκαμψη προς ανώτερες μορφές δάσους, αν δημιουργηθούν οι κατάλληλες γι' αυτό προϋποθέσεις (προστασία, καλλιεργητικοί χειρισμοί κ.ά.) (Κωνσταντινίδης και Γκατζογιάννης 2001).

Η επίδραση των πυρκαγιών έχει μελετηθεί στα οικοσυστήματα των αείφυλλων σκληρόφυλλων θάμνων και ιδιαίτερα στα φρυγανικά οικοσυστήματα. Στην Ελλάδα, η εξέλιξη μετά τη φωτιά μελετήθηκε στα φρύγανα από πολλούς ερευνητές (Papanastasis 1977ab, Faraggitaki και Margaritis 1981, Arjanoutsou 1984). Η επανάκαμψη των ειδών αυτών γίνεται με υπεδάφια αναβλάστηση και με σπερμοβλάστηση. Τα πρώτα χρόνια μετά τη φωτιά η ανάκαμψη αρχίζει με τα ποώδη, τα οποία στη

συνέχεια υποχωρούν ραγδαία. Είδη όπως το *Trifolium L.*, *Medicago L.*, ήταν αυτά που κυριαρχούσαν στα ετήσια. Τα είδη αυτά συναγωνίζονται τα φρύγανα που επανακάμπουν με σπερμοβλάστηση. Πάντως 7-10 χρόνια μετά τη φωτιά η σύνθεση της φυτοκοινότητας ήταν ή ίδια με αυτή πριν τη φωτιά (Kazanis και Arianoutsou 1996, Ganatsas κ.α. 2004).

Η υπάρχουσα έρευνα είχε επικεντρωθεί κυρίως, στην επίδραση ενός επεισοδίου πυρκαγιάς στα φρυγανικά οικοσυστήματα. Σε πολλές περιπτώσεις οι έρευνες διεξάγονται με την χρήση προδιαγεγραμμένου πυρός σε μικρής έκτασης φρυγανικές εκτάσεις. (Arianoutsou-Faraggitaki και Margaris 1981, Arianoutsou 1984). Τα τελευταία χρόνια, δεν υπάρχει σημαντική έρευνα στην μεταπυρική εξέλιξη των φρυγανικών οικοσυστημάτων, παρότι το διάστημα αυτό παρατηρείται έντονα το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής με κύρια χαρακτηριστικά τις επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές, τις έντονες πλημμύρες που επιταχύνουν την διάβρωση των καμένων εκτάσεων κλπ. Επίσης, δεν έχει μελετηθεί η επίδραση των εφαρμοζόμενων πρακτικών αποκατάστασης, όπως οι αναδασώσεις και η κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων.

Στην παρούσα έρευνα, εξετάστηκε η επίδραση των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών καθώς και των εφαρμοζόμενων πρακτικών αποκατάστασης (τεχνητή αναδάσωση-κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων) σε χαρακτηριστικά των φρυγανικών οικοσυστημάτων σε μεγάλη έκταση του Πεντελικού όρους. Κατά την διενεργηθείσα ανάλυση, λήφθηκαν υπόψη και άλλοι παράγοντες, που πιθανόν να ήταν σημαντικοί, όπως παράγοντες φυσιολογικοί, εδαφολογικοί και βιολογικοί.

Υλικά και μέθοδοι

α) Περιοχή μελέτης

Η έρευνα έλαβε χώρα σε περιοχή του Πεντελικού όρους. Η περιοχή μελέτης έχει μεγάλο ιστορικό πυρκαγιών (1978, 1982, 1995, 1998, 2005). Στη περιοχή μελέτης είχαν γίνει εκτεταμένες αναδασώσεις μετά τις πυρκαγιές των ετών 1995, 1998 και 2005. Η συνολική έκταση της περιοχής μελέτης ανέρχεται σε 24.000 στρέμματα περίπου. Η αναδασώσεις που έγιναν στη περιοχή, κάλυπταν μια έκταση 8.000 στρεμμάτων περίπου και η φύτευση είχε γίνει μεταξύ των ετών 1996-2007 (Χριστακόπουλος 2010). Μετά την λήψη των στοιχείων το έτος 2008, η περιοχή μελέτης κάηκε εκ νέου από την μεγάλη πυρκαγιά της ΒΑ Αττικής του έτους 2009.

β) Λήψη στοιχείων πεδίου

Στο πεδίο έγινε λήψη 353 δοκιμαστικών επιφανειών το έτος 2008. Η μέθοδος δειγματοληψίας ήταν η στρωματομένη τυχαία δειγματοληψία. Το μέγεθος της κάθε επιφάνειας ήταν 20X20 m.

Σε κάθε επιφάνεια έγινε προσδιορισμός του ποσοστού κάλυψης %, του μέσου ύψους και της πληθοκάλυψης των φρυγάνων, ως εξής:

Κάθε επιφάνεια οριοθετούνταν με ειδική ταινία. Σε κάθε επιφάνεια και ανά 2 μέτρα οριζόταν επί του εδάφους μία γραμμή με την μετροταινία. Με ειδικό βαθμονομημένο ακόντιο, ανά ένα μέτρο σε κάθε γραμμή, αναγνωρίζονταν το είδος που υπήρχε στο σημείο και μετρούνταν το ύψος με το ακόντιο και τα στοιχεία καταγραφόταν σε ειδικό πίνακα. Τα σημεία που λαμβανόταν σε κάθε επιφάνεια ήταν 10X20=200. Το ποσοστό κάλυψης του κάθε φρυγανικού είδους, προέκυπτε από τον αριθμό των σημείων που υπήρχε το είδος X 200/100. (Clarke 2009, Godinez-Alvarez κ.α. 2009). Από τα ύψη που καταγραφόταν για κάθε είδος, υπολογίστηκε το μέσο ύψος και ο αριθμός των διαφορετικών ειδών που καταγράφονταν, αποτελούσε την πληθοκάλυψη των φρυγάνων σε κάθε δοκιμαστική επιφάνεια.

γ) Στατιστική ανάλυση-Σημαντικοί παράγοντες της μεταπυρικής εξέλιξης

Βασικός σκοπός της έρευνας ήταν η διαπίστωση της επίδρασης των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών και των εφαρμοζόμενων διαχειριστικών πρακτικών αποκατάστασης στα ανωτέρω προσδιορισθέντα στοιχεία του φρυγανικού οικοσυστήματος. Η μέθοδος ανάλυσης που επιλέχθηκε ήταν η στατιστική μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η επιλογή των σημαντικών παραγόντων έγινε με τη μέθοδο *stepwise* (Hair κ.α. 2006). Οι εξαρτημένες μεταβλητές της ανάλυσης ήταν το ποσοστό κάλυψης, το μέσο ύψος και η πληθοκάλυψη των φρυγάνων. Παράγοντες ανάλυσης (ανεξάρτητες μεταβλητές) που αφορούσαν τις επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές ήταν ο αριθμός των πυρκαγιών, η απόσταση από την τελευταία πυρκαγιά και η απόσταση από την τελευταία μεγάλη πυρκαγιά (σε ημέρες). Για τον προσδιορισμό των παραγόντων αυτών, εξήχθησαν ορθοφωτοχάρτες από τις αεροφωτογραφίες των ετών 1988, 1995, 1998 και 2005. Με ανάλυση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, προσδιορίστηκε ο αριθμός των πυρκαγιών σε κάθε δοκιμαστική επιφάνεια. Η απόσταση από την τελευταία πυρκαγιά σε ημέρες, προσδιορίστηκε από τον χρόνο που είχε εκδηλωθεί η τελευταία

πυρκαγιά της κάθε δοκιμαστικής επιφάνειας και τον χρόνο λήψης της δοκιμαστικής επιφάνειας. Ομοίως, προσδιορίστηκε και ο παράγοντας απόσταση από την τελευταία μεγάλη πυρκαγιά. Ως τέτοια θεωρήθηκε η πυρκαγιά του 1995, καθόσον από τα στοιχεία της έρευνας, προέκυψε ότι η πυρκαγιά του 1995 έκαψε ώριμο δάσος χαλεπίου πεύκης, το οποίο χαρακτηριζόταν από μεγάλη καυσιμότητα της καύσιμης ύλης και οι πυρκαγιές στο είδος αυτό της καύσιμης ύλης, χαρακτηρίζονται ως πυρκαγιές μεγάλης έντασης (Tedim κ.α. 2018).

Οι παράγοντες για τις εφαρμοσθείσες πρακτικές αποκατάστασης ήταν η ύπαρξη ή όχι τεχνητής αναδάσωσης (κατηγορικές μεταβλητές: 0 φυσική αναγέννηση, 1 τεχνητή αναδάσωση) και η ύπαρξη ή όχι αντιδιαβρωτικών έργων (κατηγορική μεταβλητή: 0 απουσία αντιδιαβρωτικών έργων, 1 κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων). Οι ανωτέρω παράγοντες προσδιορίστηκαν από τους χάρτες αναδασώσεων και αντιδιαβρωτικών έργων της Διεύθυνσης Αναδασώσεων Αττικής, σε συνδυασμό με παρατήρηση επί του πεδίου. Οι κατηγορικές μεταβλητές, κατά την ανάλυση μετετράπησαν σε ψευδομεταβλητές (dummy variables) (Hair κ.α. 2006). Αν μια κατηγορική μεταβλητή έχει k επίπεδα, τότε ένα επίπεδο δεν λαμβάνεται υπόψη και θεωρείται ως επίπεδο αναφοράς (reference category), ενώ χρησιμοποιούνται $k-1$ ψευδομεταβλητές της μορφής 0,1.

Για να διαπιστωθεί η τυχόν επίδραση και άλλων παραγόντων, προσδιορίστηκε για κάθε δοκιμαστική επιφάνεια ένας μεγάλος αριθμός παραγόντων, όπως:

A. Φυσιογραφικοί παράγοντες

Οι παράγοντες που προσδιορίστηκαν ήταν το υψόμετρο, η κλίση και έκθεση. Ο προσδιορισμός έγινε με ανάλυση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με τη χρήση Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM), σε συνδυασμό με μετρήσεις επί του πεδίου. Προσδιορίστηκε επίσης και το σημείο της πλαγιάς, ως παράγοντας της διαμόρφωσης του εδάφους για την εκτίμηση της επίδρασης της τοποδιαδοχής (Ντάφης 1986). Προσδιορίστηκαν τρεις κλάσεις (άνω, μέση, κάτω) με παρατήρηση επί του πεδίου.

B. Εδαφολογικοί παράγοντες

Προσδιορίστηκαν παράγοντες όπως: Το βάθος του εδάφους σε τρεις κλάσεις (αβαθές, μέτρια βαθύ, βαθύ) με εκτίμηση επί του πεδίου και βάσει του ποσοστού του βραχώδους εδάφους καθώς και του είδους και ύψους της βλάστησης. Το είδος του μητρικού υλικού με τη χρήση εδαφολογικών χαρτών του Υπουργείου Γεωργίας. Καθορίστηκαν δύο κλάσεις μητρικού υλικού, οι σχιστόλιθοι και οι τριτογενείς αποθέσεις. Το επίπεδο της διάβρωσης σε τρεις κλάσεις (μικρή, μέτρια και μεγάλη). Η εκτίμηση έγινε επί του πεδίου με βάση το ποσοστό του εδάφους που παρουσίασε επιφανειακές χαραδρώσεις, βάθους μέχρι 10 cm. Προσδιορίστηκε επίσης το ποσοστό του βραχώδους εδάφους με εκτίμηση επί του πεδίου. Τέλος, με εδαφολογική ανάλυση, η οποία έγινε στο Δημόσιο Ινστιτούτο ΠΕΓΕΑΛ της Λάρισας, προσδιορίστηκαν η εδαφολογική σύσταση του εδάφους της κάθε δοκιμαστικής επιφάνειας (μηχανική σύσταση, pH, οργανική ουσία, ολικό ανθρακικό ασβέστιο, ολικό άζωτο, φωσφόρος και κάλιο).

Γ. Βιολογικοί παράγοντες

Από τις ορθοανηγμένες αεροφωτογραφίες των ετών 1973 και 1988, προσδιορίστηκε για κάθε δοκιμαστική επιφάνεια το ποσοστό κάλυψης σε ώριμο δάσος χαλεπίου πεύκης, πριν τις πυρκαγιές. Στην κατηγορία αυτή των παραγόντων, περιλαμβάνεται και ο παράγοντας της βοσκής (κατά μια άλλη προσέγγιση η βοσκή θεωρείται διαχειριστικός παράγοντας). Η ύπαρξη ή όχι βοσκής, προσδιορίστηκε στο πεδίο με την παρατήρηση κοπαδιών που έβοσκαν, κυρίως όμως με την ύπαρξη ή όχι περιττωμάτων των ζώων). Οι παράγοντες ανάλυσης ήταν δύο: 0=όχι βοσκή, 1=βοσκή

Κατ' αρχήν έγινε συσχέτιση της κάλυψης, του μέσου ύψους και της πληθοκάλυψης των φρυγάνων με όλους τους παράγοντες που αναφέρθηκαν ανωτέρω. Από την συσχέτιση προέκυψαν οι παράγοντες που είχαν σημαντικό συντελεστή συσχέτισης. Οι παράγοντες αυτοί εισήχθησαν στην ανάλυση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και εξήχθησαν τα τελικά μοντέλα.

Αποτελέσματα*α) κάλυψη φρυγάνων*

Από την στατιστική ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης προέκυψε το μοντέλο του κατωτέρω πίνακα 1:

Πίνακας 1. Παράγοντες που επέδρασαν στην κάλυψη των φρυγάνων
Table 1. Factors that affected the coverage of phrygana

Ανεξάρτητες μεταβλητές	beta (s.e.)	95% C.I.	p-value	Partial Eta Squared
Σταθερά	4.700 (0.480)	(3.756, 5.643)	<0.001	0.226
Ποσοστό βράχου	-0.012 (0.002)	(-0.016, -0.008)	<0.001	0.081
Κάλυψη ώριμου δάσους χαλεπίου πεύκης πριν τις πυρκαγιές	-0.004 (0.001)	(-0.006, -0.002)	<0.001	0.042
pH	-0.160 (0.065)	(-0.287, -0.033)	0.014	0.017
Σημείο πλαγιάς				0.018
Άνω	reference category			
Μέση	0.171 (0.072)	(0.028, 0.313)	0.054	
Κάτω	0.129 (0.067)	(-0.002, 0.261)	0.014	
$R^2\text{-adj}= 0.153, SSE= 0.518 F= 13.763, p\text{-value}<0.001$				

Εφαρμόστηκε λογαριθμικός μετασχηματισμός προκειμένου να επιτευχθεί κανονικότητα. Η επεξηγηματική ικανότητα του μοντέλου ήταν μικρή: 15,3 %. Παρατηρούμε ότι, η συνολική κάλυψη των φρυγάνων %, επηρεάστηκε αρνητικά από το ποσοστό του βραχώδους εδάφους, από την κάλυψη σε ώριμο δάσος χαλεπίου πεύκης πριν τις πυρκαγιές και από το pH. Θετικά επέδρασε το σημείο της πλαγιάς (μέσα και κατώτερα σημεία).

β) Μέσο ύψος φρυγάνων

Από την στατιστική ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης προέκυψε το μοντέλο του κατωτέρω πίνακα 2:

Πίνακας 2. Παράγοντες που επηρέασαν το μέσο ύψος των φρυγάνων
Table 2. Factors that affected the average height of phrygana

Ανεξάρτητες μεταβλητές	beta (s.e.)	95% C.I.	p-value	Partial Eta Squared
Σταθερά	4.867 (0.205)	(4.464, 5.270)	<0.001	0.605
Απόσταση από τελευταία πυρκαγιά (ημέρες)	$7.093 \cdot 10^{-5}$ ($1.13 \cdot 10^{-5}$)	($4.87 \cdot 10^{-5}$, $9.32 \cdot 10^{-5}$)	<0.001	0.050
Υψόμετρο	$-6.358 \cdot 10^{-5}$ ($7.77 \cdot 10^{-5}$)	($-7.886 \cdot 10^{-4}$, $4.83 \cdot 10^{-4}$)	<0.001	0.113
Κλίση	0.006 (0.001)	(0.004, 0.008)	<0.001	0.074
pH	-0.187 (0.025)	(-0.235, -0.139)	<0.001	0.120
Οργανική ουσία	0.040 (0.010)	(0.021, 0.060)	<0.001	0.043
Έκθεση				0.009
Νότια	Reference category			
Βόρεια	-0.088 (0.031)	(-0.150, -0.027)	0.005	
Ανατολική	-0.086 (0.034)	(-0.153, -0.020)	0.011	
Δυτική	0.002 (0.029)	(-0.054, 0.059)	0.937	
Βάθος εδάφους				0.073
Αβαθές	Reference category			
Μέτρια βαθύ	0.080 (0.026)	(0.030, 0.131)	0.002	
Βαθύ	0.316 (0.037)	(0.244, 0.388)	<0.001	
$R^2\text{-adj}= 0.376, SSE= 0.185, F= 22.221, p\text{-value}<0.001$				

Εφαρμόστηκε λογαριθμικός μετασχηματισμός προκειμένου να επιτευχθεί κανονικότητα. Η επεξηγηματική ικανότητα του μοντέλου ήταν 37,6 %.

Παρατηρούμε ότι θετικά επέδρασαν η απόσταση από την τελευταία πυρκαγιά, η κλίση, οι δυτικές εκθέσεις και τα μέτρια βαθιά-βαθιά εδάφη, ενώ αρνητικά επέδρασαν το υψόμετρο, το pH και οι βόρειες και ανατολικές εκθέσεις.

γ) Παράγοντες που επηρέασαν την πληθοκάλυψη των φρυγάνων

Από την στατιστική ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης προέκυψε το μοντέλο του κατωτέρω πίνακα 3:

Πίνακας 3. Παράγοντες που επηρέασαν την πληθοκάλυψη των φρυγάνων
Table 3. Factors that affected the population coverage of phrygana

Ανεξάρτητες μεταβλητές	beta (s.e.)	95% C.I.	P-value	Partial Eta Squared
Σταθερά	-2.315 (2.939)	(-8.097, 3.466)	0.431	0.004
pH	2.068 (0.372)	(1.336, 2.799)	<0.001	0.084
Υψόμετρο	-0.007 (0.001)	(-0.010, -0.005)	<0.001	0.100
Κλίση	0.052 (0.014)	(0.025, 0.079)	<0.001	0.040
Διαχειριστική πρακτική αποκατάστασης				0.005
Φυσική αναγέννηση	Reference category			
Τεχνητή αναδάσωση	-0.988 (0.280)	(-1.538, -0.438)	<0.001	
Μητρικό υλικό				0.004
Σχιστόλιθος	Reference category			
Τριτογενείς αποθέσεις	-1.019 (0.488)	(-1.979, -0.059)	0.038	
Ποσοστό βράχου	-0.028 (0.011)	(-0.050, -0.007)	0.010	0.020
Ολικό CaCO ₃	-0.060 (0.024)	(-0.107, -0.013)	0.012	0.020
<i>R²-adj= 0.311, SSE= 2.444, F= 23.699, p-value<0.001</i>				

Το μοντέλο είχε επεξηγηματική ικανότητα 31,1 %. Παρατηρούμε ότι η πληθοκάλυψη των φρυγάνων επηρεάστηκε θετικά από το pH και την κλίση, ενώ αρνητικά επηρεάστηκε από το υψόμετρο, την διαχειριστική πρακτική αποκατάστασης με αναδασώσεις, τις τριτογενείς αποθέσεις, το ποσοστό του βραχώδους εδάφους και το ολικό ανθρακικό ασβέστιο.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

1. Κάλυψη φρυγάνων %

Από το μοντέλο της ανάλυσης προέκυψε ότι η κάλυψη των φρυγάνων %, δεν επηρεάστηκε από τον αριθμό των πυρκαγιών, την πρακτική αποκατάστασης με αναδασώσεις και την κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων, αλλά ούτε και από τη βοσκή . Τα φρύγανα, λόγω της φυσιογνωμίας τους και του δηλητηριώδους περιεχομένου τους, δεν βόσκονται από τα ζώα (Παπαναστάσης 2001).

Η επεξηγηματική ικανότητα του μοντέλου ήταν πολύ μικρή (15,3 %). Επειδή όμως οι προγνωστικοί παράγοντες του μοντέλου ήταν στατιστικά σημαντικοί, μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με το πώς επηρεάζονται οι τιμές απόκρισης του μοντέλου από τις αλλαγές στους παράγοντες πρόβλεψης (Hair κ.α. 2006). Συνεπώς κρίνεται χρήσιμη η ερμηνεία του μοντέλου, που προέκυψε από την ανάλυση.

Η επίδραση του ποσοστού βραχώδους εδάφους ήταν αρνητική, και το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο, λόγω της αδυναμίας της βλάστησης να αναπτυχθεί σε βραχώδη εδάφη.

Η κάλυψη σε ώριμο δάσος χαλεπίου πεύκης πριν τις πυρκαγιές είχε αρνητική επίδραση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, εκεί που υπήρχε μεγάλη κάλυψη ωρίμου χαλεπίου πεύκης, δεν υπήρχε παρουσία φρυγάνων, για να αναγεννηθούν μετά τις πυρκαγιές. Και στη περίπτωση που υπήρχε ικανή εδαφική τράπεζα σπόρων για την αναγέννηση των φρυγάνων, κυρίως των *Cistus L.*, η πυρκαγιά μεγάλης έντασης που έλαβε χώρα στις θέσεις που καλύπτονταν από ώριμο χαλέπιο πεύκη, πιθανόν να μείωσαν σημαντικά την τράπεζα αυτή των σπόρων (Eshel κ.α. 2000). Επίσης η μεγάλη ποσότητα της στάχτης που συσσωρεύτηκε κάτω από τις ώριμες καμένες συστάδες, πιθανόν να επηρέασε την αναγέννηση, τόσο της χαλεπίου πεύκης, όσο και των *Cistus L.*, που ήταν οι κύριοι αντιπρόσωποι των φρυγάνων στην περιοχή μελέτης (Ne'eman κ.α. 1993).

Η κάλυψη των φρυγάνων επηρεάστηκε αρνητικά από τις υψηλές τιμές του pH. Η επεξήγηση έγκειται στο γεγονός ότι η στάχτη που εναποτίθεται μετά την πυρκαγιά έχει πολύ μεγάλες τιμές pH που φτάνουν το 10. Με την επίδραση της βροχής προκαλείται διάλυση των οξειδίων της στάχτης, διήθηση στο έδαφος και ανασταλτική επίδραση στη σπερμοβλάστηση (Henig-Sever κ.α. 1996). Η μέση τιμή του pH των 353 δοκιμαστικών επιφανειών της περιοχής μελέτης ήταν 7,59. Αυτό εξηγεί εν μέρει την αρνητική επίδραση του pH στην κάλυψη των φρυγάνων, τα περισσότερα των οποίων αναγεννιούνται με σπερμοβλάστηση.

Προέκυψε τέλος, ότι θετική ήταν η απόσταση από τις κορυφές προς το κάτω μέρος των κλιτύων. Στη δασική οικολογία αποτελεί βασική αρχή ότι στο κάτω μέρος των κλιτύων επικρατούν καλύτερες εδαφικές συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών (Ντάφης 1986). Από την εδαφολογική ανάλυση της παρούσας έρευνας, προέκυψε ότι η άμμος βρισκόταν σε μεγαλύτερο ποσοστό στο κάτω μέρος των κλιτύων. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα φρύγανα προτιμούν τα αμμώδη εδάφη, κάτι που αναφέρει και ο Nakos (1984).

2. Μέσο ύψος φρυγάνων

Προέκυψε ότι, από τους παράγοντες των πυρκαγιών, η απόσταση από την τελευταία πυρκαγιά επηρέασε θετικά το μέσο ύψος των φρυγάνων, αποτέλεσμα που ήταν άλλωστε αναμενόμενο. Όπως και στην περίπτωση της κάλυψης %, δεν επηρέασαν το μέσο ύψος, η πρακτική αποκατάστασης με αναδάσωσης, η κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων και η βοσκή.

Θα πρέπει να αναφερθεί εδώ, ότι το μέσο ύψος των φρυγάνων, αφορούσε πολλά διαφορετικά είδη και αυτό θα μπορούσε να εκληφθεί ως αδυναμία της έρευνας. Η μεθοδολογική αυτή προσέγγιση όμως, δεν δημιούργησε ιδιαίτερο πρόβλημα, καθόσον τα φρυγανικά είδη που καταλάμβαναν την μεγαλύτερη έκταση στην περιοχή μελέτης ήταν τα *Cistus creticus L.* και *Cistus salvifolius L.*, είδη με σχεδόν πανομοιότυπα αυξητικά χαρακτηριστικά.

Η επεξηγηματική ικανότητα του μοντέλου που προέκυψε (37,6 %), κρίνεται ικανοποιητική, αν ληφθεί υπόψη ότι οι προγνωστικοί παράγοντες είναι στατιστικά σημαντικοί, με εξαίρεση την κατηγορική μεταβλητή της έκθεσης (p -value=0,937).

Η παρατηρούμενη καλύτερη ανάπτυξη των φρυγάνων στις επικλινείς θέσεις, αποδίδεται στο γεγονός ότι ο κρίσιμος παράγοντας για την ανάπτυξη των φρυγάνων είναι το φως και όχι οι εδαφικές συνθήκες. Το ίδιο έχει αναφερθεί και για την φυσική αναγέννηση της χαλεπίου πεύκης στην ίδια περιοχή (Χριστακόπουλος, 2010).

Η καλύτερη ανάπτυξη των φρυγάνων στις νότιες και δυτικές εκθέσεις δεν ήταν αναμενόμενο αποτέλεσμα, σύμφωνα με τις αρχές της δασικής οικολογίας (Ντάφης 1986), σύμφωνα με τις οποίες στην ξηροθερμική ζώνη, οι πλέον ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών, επικρατούν στις βόρειες εκθέσεις και στα υψηλότερα υψόμετρα, καθώς και τα ερευνητικά αποτελέσματα των Kutiel 1992, Kutiel κ.α. 1995, Lavee κ.α. 1995, σύμφωνα με τα οποία η ύπαρξη καλύτερων αυξητικών συνθηκών στις εκθέσεις αυτές, που είναι κατάλληλες για την εγκατάσταση και αύξηση των *Cistus L.*, αποδίδεται στην μικρότερη ένταση των πυρκαγιών και τις καλύτερες συνθήκες υγρασίας. Η εξήγηση των καλύτερων αυξητικών συνθηκών που παρατηρήθηκε στις νότιες και δυτικές εκθέσεις της περιοχής μελέτης, θα μπορούσε να αποδοθεί στην εμπειρική παρατήρηση, ότι δηλ. στο Πεντελικό όρος επικρατούν ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες που χαρακτηρίζονται από έντονους ΒΑ ανέμους, η επίδρασή των οποίων είναι έντονη ακόμη και τους θερινούς μήνες, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται συνθήκες ηπειρωτικού κλίματος. Σε τέτοιες συνθήκες οι νότιες και δυτικές εκθέσεις καθώς και τα χαμηλότερα υψόμετρα, πιθανόν, να αποτελούν τις πλέον ευνοϊκές θέσεις για την ανάπτυξη των φρυγανικών ειδών.

Η αρνητική επίδραση, τέλος, του pH, συνάδει με την αρνητική του επίδραση και στην κάλυψη των φρυγάνων, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω.

3. Πληθοκάλυψη των φρυγάνων

Η επεξηγηματική ικανότητα του μοντέλου (31,1%) κρίνεται ικανοποιητική, αν ληφθεί υπόψη ότι οι προγνωστικοί παράγοντες ήταν όλοι στατιστικά σημαντικοί.

Προέκυψε ότι η πληθοκάλυψη των φρυγάνων δεν επηρεάστηκε από τους παράγοντες των πυρκαγιών, την κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων και την βοσκή.

Η αρνητική επίδραση των τεχνητών αναδασώσεων, αν και σε μικρό βαθμό, αποτελεί σημαντική διαπίστωση της παρούσας έρευνας. Έχει διαπιστωθεί ερευνητικά, ότι η μεταπυρική βλάστηση ακολουθεί συγκεκριμένους «δρόμους» αποκατάστασης. Με την αναδάσωση πολλές φορές επεμβαίνουμε αυθαίρετα στο μεταπυρικό τοπίο και αυτό μπορεί να προκαλέσει απώλεια βιοποικιλότητας (Schiller κ.α. 1987), όπως αναφέρουν οι Ne'eman και Perevolotsky (2000). Είδαμε επίσης προηγουμένως, ότι η έντονη πυρκαγιά μειώνει την επίγεια τράπεζα σπερμάτων πολλών ειδών. Σε σημεία που η πυρκαγιά δεν ήταν έντονη, η τράπεζα αυτή δεν επηρεάζεται. Αν στα σημεία αυτά επέμβουμε τεχνητά για τη διενέργεια αναδασώσεων, μπορεί να καταστραφεί η επίγεια τράπεζα σπερμάτων και να έχουμε τοπική απώλεια κάποιων ειδών που αναγεννιούνται με σπόρους, όπως συμβαίνει στα φρύγανα. Στη περίπτωση της παρούσας έρευνας, η απώλεια της βιοποικιλότητας των φρυγάνων, εξ' αιτίας της αποκατάστασης με αναδασώσεις, θα μπορούσε να αποδοθεί στη διάνοιξη μεγάλων λάκκων. Έχει αναφερθεί ότι, η διάνοιξη λάκκων ή άλλης μορφής κατεργασία του εδάφους, διαταράσσει την επιφανειακή στρωμάτωση αυτού και ακόμη 20 χρόνια μετά την πυρκαγιά, διανοιχθέντες λάκκοι παραμένουν χωρίς κάλυψη βλάστησης (Καυγιούρος και Αριανούτσου 2005).

Προέκυψε επίσης ότι, ενώ στην κάλυψη και το μέσο ύψος των φρυγάνων, το pH είχε αρνητική επίδραση, η επίδρασή του στην πληθοκάλυψη ήταν θετική. Από αναφορές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, προκύπτει ότι η στάχτη που συσσωρεύεται μετά τη πυρκαγιά (πολύ υψηλό pH), γενικά, δρα θετικά στη πληθοκάλυψη (Grabaud και Lepart 1980). Η μεγάλη πληθοκάλυψη όμως, πιθανόν να ευθύνεται για μεγαλύτερο ανταγωνισμό, ο οποίος επιδρά αρνητικά στην αύξηση, εξηγώντας έτσι την αρνητική επίδρασή του στην κάλυψη και την αύξηση των φρυγάνων.

Θετική επίδραση είχε και η κλίση, η οποία, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, είχε θετική επίδραση και στο μέσο ύψος των φρυγάνων. Η εξήγηση και εδώ, σχετίζεται με τις καλύτερες συνθήκες φωτισμού στις επικλινείς επιφάνειες.

Η αρνητική επίδραση των τριτογενών αποθέσεων και του ολικού ανθρακικού ασβεστίου, εξηγείται από το γεγονός ότι, τα ανάλογα εδάφη έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε άργιλο, ενώ τα φρύγανα απαιτούν ελαφριά, καλά στραγγιζόμενα εδάφη (Nakos 1984). Η αρνητική επίδραση του ποσοστού του βραχώδους εδάφους είναι αναμενόμενη.

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι οι επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές (αριθμός πυρκαγιών) δεν επηρέασαν τα φρυγανικά οικοσυστήματα, στα χαρακτηριστικά που επικεντρώθηκε η παρούσα έρευνα. Η γρήγορη επανάκαμψή τους, συντελεί στην γρήγορη κάλυψη του εδάφους, τον περιορισμό της επιφανειακής διάβρωσης και την αποτροπή της ερημοποίησης. Η διαπίστωση ότι η διαχειριστική πρακτική της αποκατάστασης με αναδασώσεις, επηρέασε αρνητικά την πληθοκάλυψη των φρυγάνων, συνάδει με αντίστοιχες παρατηρήσεις που έχουν αναφερθεί στον ελληνικό και διεθνή χώρο και θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά την επιλογή της μεθόδου διενέργειας των αναδασώσεων (διαστάσεις λάκκων φύτευσης κλπ).

Abstract

In the present work, the effect of fire frequency και management restoration practices on the phryganic ecosystems of Mount Pentelikon, was investigated. 353 test surfaces were taken in the field και on each surface the coverage percentage, the average height και the population coverage of the phrygana, were determined, which were the dependent variables in the applied method of multiple linear regression for the determination of these important factors. It turned out that the percentage coverage of the phrygana was not affected by the fire frequency και the management restoration practices, the average height was positively affected by the time distance from the last fire, while the population coverage was negatively affected by the restoration management practice with reforestation.

Βιβλιογραφία

- Kariopoulos, P. and Arianoutsou, M., 2005. Ecological effects of post fire management practices, 27th Conference of the Panhellenic Society of Biological Sciences, Nauplio: 7.
- Arianoutsou-Faraggitaki, M. and Margaris, N., 1981. Early stages of regeneration after fire in a phryganic ecosystem (East Mediterranean). Regeneration by seed germination. Biol. Ecol. Medit. 8: 119-128.
- Arianoutsou, M., 1984. Post-fire successional recovery of a phryganic (East Mediterranean) ecosystem, Acta Oecologica, 1984, vol 5(19) no 4 p. 387-394.
- Clarke, V., 2009. Establishing Vegetation Transects, DEC Nature Conservation Service Biodiversity, Standard Operating Procedure, SOP No:6.2: 1-4.
- Eshel, A., Henig-Sever, N. and Ne'eman, G., 2000. Spatial variation of seedling distribution in an east Mediterranean pine woodland at the beginning of post-fire succession, Plant Ecology 148: 175-182.
- Godinez-Alvarez, H., Herrick, J.E., Mattocks, M., Toledo, D. and Van Zee, J., 2009. Comparison of three vegetation monitoring methods: Their relative utility for ecological assessment και monitoring, ScienceDirect, Ecol. Indic. 9 (2009): 1001–1008.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Katterson R. and Tatham, R., 2006. Multivariate data analysis, 6th edition, Pearson International Edition: 169-176
- Henig-Sever, N., Eshel, A., Ne'eman, G., 1996. pH και osmotic potential of pine ash as post-fire germination inhibitors, Physiologia Plantarum 96: 71-76.
- Ganatsas, P., Zagas, T., Tsakalimi, M. and Tsitsoni, T., 2004. Postfire regeneration dynamics in a Mediterranean type ecosystem in Sithonia, northern Greece: ten years after the fire, proceedings 10th MEDECOS Conference, Rhodos 2004: 1-9.
- Kazanis, D. and Arianoutsou, M., 1996. Vegetation structure in a post-fire successional gradient of *Pinus halepensis* forests of Attica, Int. J. Wildland Fire, 6(2): 83-91.
- Kutiél, P., 1992. Slope aspect effect on soil και vegetation in a Mediterranean ecosystem. Israel Journal of Botany 41: 243-250.
- Kutiél, P., Lavee, H., Segev, M. and Benyamini, Y., 1995. Spatial και temporal heterogeneity of runoff και erosion in a Mediterranean ecosystem as affected by fire, Catena 25: 77-87.
- Κωνσταντινίδης, Π. και Γκατζογιάννης, Σ., 2001. Επιλογή δασικών ειδών για αναδάσωση σε πυρόπληκτες περιοχές, ΕΘΙΑΓΕ, Θεσσαλονίκη:18-21 & 78
- Lavee, H., Kutiél, P., Sergev, M. and Benyamini, Y., 1995. Effects of surface roughness on runoff και erosion in a Mediterranean ecosystem: the role of fire. Geomorphology 11: 227-234.
- Nakos, G., 1984. Relationships of bio-climatic zones και lithology with various characteristics of forest soils in Greece, Plant και Soil 79, 101-121 (1984).
- Ne'eman, G., Lahay, H. and Izhaki, I., 1993. The resilience of vegetation to fire in an east Mediterranean pine forest on Mount Carmel, Israel: the effects of post-fire management. Eds. L. Trabaud & R. Prodon. Commission of the European Communities: 7-14.
- Ne'eman, G. and Perevolotsky, A., 2000. The management of burned forests in Israel, In Ecology, biogeography και management of *Pinus halepensis* και *P. brutia* forest ecosystems in the Mediterranean Basin, Eds G. Ne'eman, L.Trabaud, pp. 321-333.
- Ντάφης, Σ., 1986. Δασική Οικολογία, εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 1986: 193-197.
- Papanastasis, P., 1977a. Early succession after fire in a maquis-type brushland of northern Greece. Forest 30: 19-26.
- Papanastasis, P., 1977b. Fire ecology και management of phrygana communities in Greece. Symp. Environm. Consequences Fire και Fuel Management, in Medit. Ecosyst. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. WO-3: 476-472.
- Παπαναστάσης, Β., 2001. Όροι και προϋποθέσεις εφαρμογής βόσκησης αγροτικών ζώων σε καμένες δασικές εκτάσεις, Πρακτικά επιστημονικού συνεδρίου: Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων, επιμέλεια έκδοσης: Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Μαργαρίτα Αριανούτσου, Αθήνα 2001: 147-156.
- Tedim, F., Leone, V., Amraoui, M., Bouillon, C., Coughlan, M., Delogu, G., Fernandes, P., Ferreira, C., McCaffrey, S., McGee, T., Parente, G., Paton, D., Pereira, M., Ribeiro, L., Viegas, D. and Xanthopoulos, G., 2018. Defining Extreme Wildfire Events: Difficulties, Challenges, και Impacts, Fire 2018, 1, 9: 1-28.

Trabaud, L. and Lepart J., 1980. Diversity και stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio* 43: 49-57.

Χριστακόπουλος, Π., 2010. Η αξιολόγηση της οικολογικής αποκατάστασης καμένων μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων από επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές με συνδυασμένη χρήση στοιχείων πεδίου, Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και μεθόδων τηλεπισκόπησης, διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2010: 147-148.

Θεματική Ενότητα: Δασική Πολιτική-Δασική Αναψυχή-Δασική Βιομετρία

Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΚΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΟΙΚΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ COVID-19

**Γεωργιάς, Αργύριος¹; Τσιτσώνη, Θέκλα²; Ανδρεοπούλου, Ζαχαρούλα²;
Τσακαλδήμη, Μαριάνθη²; Κωστοπούλου, Στέλλα³**

¹MSc “Τουρισμός και Τοπική Ανάπτυξη”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ

³Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, ΑΠΘ

Περίληψη

Κατά την περίοδο της πανδημίας του covid-19 και των μέτρων για την αντιμετώπιση της (από 3/2020 έως και τον 5/2021) ο μαζικός τουρισμός κλονίστηκε. Οι ανάγκες για κοινωνική αποστασιοποίηση ευνόησαν τις επισκέψεις σε περιοχές φυσικού κάλους και στα δάση, όπου ο οικοτουρισμός με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (επισκέψεις στην ύπαιθρο από μικρές ομάδες ατόμων και χωρίς συνωστισμούς), κάλυψε μέρος των τουριστικών αναγκών. Σκοπός της εργασίας είναι, μέσα από την πραγματοποίηση ποσοτικής έρευνας να αναδείξουμε το κατά πόσο με την αύξηση της επισκεψιμότητας στα ελληνικά δάση, δημιουργούνται προσδοκίες για την ήπια ανάπτυξη των παραδασόβιων περιοχών με επιμήκυνση της τουριστικής περιόδου και περισσότερες ευκαιρίες απασχόλησης για τους κατοίκους.

Λέξεις κλειδιά: Δάση, Τουρισμός, Τοπική Ανάπτυξη, Φέρουσα ικανότητα, Αειφορία.

Εισαγωγή

Τα δασικά οικοσυστήματα αποτελούν πολύτιμα εργαλεία που συμβάλουν με τα προϊόντα τους και τις παρεχόμενες σε αυτά υπηρεσίες στη βελτίωση του ευ ζην των ανθρώπων. Συγχρόνως μέσω της ολοκληρωμένης διαχείρισής τους, συμβάλουν στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής που απειλεί το περιβάλλον του πλανήτη. Η συμβολή τους στην ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών είναι καίρια και πραγματοποιείται με την ποικιλότροπη αξιοποίηση των αγαθών που μας προσφέρουν. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται και πολιτιστικές, πνευματικές και αξίες αναψυχής (Tsitsoni κ.α. 2002). Οι εκδρομές και ο τουρισμός στις δασικές περιοχές, όταν πραγματοποιούνται με αειφορικό τρόπο και έχουν ως προτεραιότητα την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τον σεβασμό στις τοπικές κοινωνίες, μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη διαφοροποίηση και την πολυλειτουργικότητα του τοπικού παραγωγικού μοντέλου και εν τέλει στη δημιουργία ανθεκτικών τοπικών οικονομιών (Kostopoulou κ.α. 2017, Leung κ.α. 2018). Η χρήση δεικτών που θα υπολογίζουν τη φέρουσα ικανότητα κάθε περιοχής θα διασφαλίσει την ανάπτυξη του τουρισμού με τρόπο βιώσιμο και αειφορικό ως οικονομική δραστηριότητα που θα συμπληρώνει το εισόδημα των κατοίκων (Kostopoulou και Kyritsis 2006, Ganatsas κ.α. 2013).

Από τις 11/3/2020 όταν ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) κήρυξε ως πανδημία την εξάπλωση του ιού covid19, ακολουθήθηκαν στην Ελλάδα κανόνες κοινωνικής αποστασιοποίησης και περιορισμοί στις μετακινήσεις. Ο μαζικός τουρισμός, ως κοινωνικοοικονομική δραστηριότητα με κύρια συστατικά το ταξίδι και τη διαμονή σε επιχειρήσεις φιλοξενίας επλήγη δραματικά (Pappas 2021). Σε αναπτυσσόμενες χώρες ανά τον κόσμο που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον εισερχόμενο τουρισμό, επλήγη καίρια και ο τομέας του οικοτουρισμού, βασικός πυλώνας της οικονομίας τους (Cherkaoui κ.α. 2020, Laudari κ.α. 2021). Οι περιορισμοί άρχισαν να αποκλιμακώνονται σταδιακά με την επανεκκίνηση του τουρισμού στις 15/5/2021. Έχοντας διαφορετικά χαρακτηριστικά από τον μαζικό τουρισμό, ο οικοτουρισμός, που αφορά κυρίως τουρισμό στην ύπαιθρο από μικρές ομάδες επισκεπτών (Dorobantu και Nistoreanu 2012), συνάδει ως δραστηριότητα με τις ανάγκες για κοινωνική αποστασιοποίηση.

Στην παρούσα έρευνα διερευνήσαμε σε πρώτο βαθμό τυχόν αλλαγές στους ρυθμούς επίσκεψης των πολιτών στις δασικές περιοχές όταν και όπως το επέτρεπαν οι συνθήκες κατά την περίοδο της πανδημίας

και συγκεκριμένα κατά το διάστημα μεταξύ Απριλίου 2020 και Απριλίου 2021. Σε δεύτερο βαθμό διερευνήσαμε αν αυτές οι αλλαγές στους ρυθμούς επίσκεψης στα δάση δημιούργησαν αυξημένη πρόθεση για μελλοντικές επισκέψεις με διανυκτέρευση στο μέλλον κυρίως μεταξύ όσων αύξησαν τη συχνότητα των επισκέψεων τους. Η ποσοτική φύση των ερωτημάτων οδηγεί στην επιλογή διενέργειας ποσοτικής έρευνας, με τρόπο όμως που θα ξεπεράσει την αδυναμία κατά την εποχή των περιορισμών στις κοινωνικές συναναστροφές, για πρόσωπο με πρόσωπο συμπλήρωση ερωτηματολογίου.

Υλικά και Μέθοδοι

Η ποσοτική έρευνα διεξήχθη με την επιλογή δειγματοληψίας ευκαιρίας. Για να υπερκεράσουμε την αδυναμία της πρόσωπο με πρόσωπο διανομής και συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου, δημιουργήσαμε με την χρήση των google forms ερωτηματολόγιο με 24 ερωτήσεις κλειστού τύπου, ενώ οι τελευταίες 5 αφορούσαν τις ανεξάρτητες μεταβλητές: φύλλο, ηλικία, οικογενειακή κατάσταση, μορφωτικό επίπεδο, εισόδημα. Το Ερωτηματολόγιο μοιράστηκε κυρίως μέσα από τα social media (Facebook) και χωρίς συγκεκριμένη στόχευση σε διάφορες ομάδες και άτομα και η έρευνα διενεργήθηκε κατά το διάστημα μεταξύ 12/4/2021 και 19/4/2021. Ζητήθηκε να συμπληρωθεί από άτομα που επισκέφτηκαν έστω και μια φορά κάποια δασική περιοχή από την έναρξη της πανδημίας και ένθεν. Αναγνωρίζουμε πως από την έρευνα αποκλείστηκαν όσοι δεν χρησιμοποιούν το διαδίκτυο και τα social media και πως παρόλο που η δειγματοληψία ευκαιρίας μας δίνει ευκολότερη και χωρίς περιορισμούς πρόσβαση στο δείγμα, παρουσιάζει μικρότερη αντικειμενικότητα σε σχέση με μια δειγματοληψία πιθανοτήτων (Saunders κ.α. 2007). Για να ξεπεράσουμε τις παραπάνω αδυναμίες, υπολογίσαμε με τον παρακάτω τύπο, το απαιτούμενο μέγεθος δείγματος που μας παρέχει υψηλό επίπεδο 95% αξιοπιστίας με μέγιστο πιθανό ποσοστό στατιστικού λάθους 5% ανεξαρτήτως του μεγέθους του συνολικού πληθυσμού (Aaker και Day 1990, Akis κ.α. 1996):

$$N = \frac{Z^2(\text{hypothesis})}{S^2} \Rightarrow N = \frac{1.96^2(0.5)(0.5)}{0.05^2} \Rightarrow N = 384.16$$

Με ελάχιστο ορισμένο αναγκαίο δείγμα τα 384 άτομα για την επίτευξη της απαιτούμενης αξιοπιστίας και ακρίβειας, τελικά συμπληρώθηκαν επιτυχώς 501 ερωτηματολόγια. Στη συνέχεια έγινε επεξεργασία των αποτελεσμάτων και ανάλυση κατανομής συχνοτήτων. Σημαντική για την επιβεβαίωση των ερευνητικών ερωτημάτων είναι και η συσχέτιση που ελέγχθηκε με την μέθοδο Pearson και αποδεικνύει την θετική σχέση μεταξύ συχνότητας επισκέψεων στα δάση κατά την διάρκεια της πανδημίας και εκδήλωσης πρόθεσης για μελλοντικές τουριστικές επισκέψεις.

Αποτελέσματα

Η συχνότητα επισκέψεων σε δασική περιοχή το τελευταίο έτος (Μεταξύ Απριλίου 2020 και Απριλίου 2021) φαίνεται στον Πίνακα 1. Αξιοσημείωτο είναι ότι περίπου το μισό των ερωτηθέντων (47 %) επισκέφτηκαν μια δασική περιοχή αρκετές φορές μέσα στο μήνα. Τα ¾ του δείγματος μετέβαλαν τον ρυθμό επισκέψεων στα δάση το τελευταίο έτος (Πίνακας 2) ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει η αύξηση της συχνότητας επισκέψεων σε ποσοστό 42%. Σχετικά με το σκοπό της επίσκεψής τους σε δασικές περιοχές (Πίνακας 3) η πρώτη επιλογή και κίνητρο έλξης ήταν η απόλαυση της φύσης (70,9%) και δεύτερη επιλογή ήταν η κατάσταση εγκλεισμού λόγω covid-19 (46,7%). Η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων (92%) δήλωσε πως όταν επισκέφτηκε τα δάση επέλεξε να ασχοληθεί με αθλητικές δραστηριότητες για σωματική άσκηση και ευεξία (πεζοπορία, τρέξιμο, γυμναστική κ.α.), (Πίνακας 4). Ποσοστό 48,9% επισκέφτηκε τα δάση την Άνοιξη, 43,5% όλες τις εποχές το ίδιο και 32,3% το Φθινόπωρο (Πίνακας 5). Αν και το 42,2 % δήλωσε πως είναι μάλλον απίθανο να επιλέξει δασικές περιοχές για τουρισμό στο προσεχές μέλλον, ωστόσο ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό (38,2%) εκδήλωσε πρόθεση για τουρισμό στις δασικές περιοχές στο προσεχές μέλλον, ενώ περίπου το 20 % των ερωτηθέντων δεν έχουν αποφασίσει για τον προορισμό που θα επιλέξουν για τουρισμό (Πίνακας 6). Παρουσιάζεται θετική συσχέτιση μεταξύ συχνότητας των επισκέψεων και δήλωσης πρόθεσης από τους ερωτηθέντες για τουρισμό σε δασικές περιοχές στο προσεχές μέλλον (Πίνακας 7α και 7β). Μεταξύ του 42% επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν πως αύξησαν την συχνότητα επισκέψεων στα δάση, παρουσιάζεται και το μεγαλύτερο ποσοστό (49,52%) πρόθεσης για τουρισμό σε δασικές περιοχές

στο προσεχές μέλλον (Πίνακας 8). Ενώ στο σύνολο του δείγματος ένα 38,12% εκδήλωσε πρόθεση για επισκέψεις με διανυκτερεύσεις σε δασικές περιοχές στο προσεχές μέλλον, το ποσοστό αυξάνει στο 51,71% μεταξύ όσων δήλωσαν ως έναν εκ των σκοπών της επίσκεψης στα δάση το «να ξεφύγω από τον εγκλεισμό που προκάλεσε ο covid-19» (Πίνακας 9). Από τους πίνακες 7, 8 και 9 διαφαίνεται πως μεταξύ όσων επισκέφτηκαν με μεγάλη συχνότητα κάποια δασική περιοχή το περασμένο έτος, μεταξύ όσων αύξησαν την συχνότητα επισκέψεων τους και μεταξύ όσων επισκέφτηκαν τα δάση για να ξεφύγουν από τις συνθήκες εγκλεισμού που προκάλεσαν τα μέτρα κατά της πανδημίας, παρουσιάζονται και τα μεγαλύτερα ποσοστά δήλωσης πρόσθεσης για επισκέψεις με διανυκτερεύσεις σε δασικές περιοχές στο προσεχές μέλλον.

Πίνακας 1. Συχνότητα επισκέψεων σε δασική περιοχή το τελευταίο έτος
Table 1. Frequency of visits to a forest area during the past year

Συχνότητα επισκέψεων σε μια δασική περιοχή το τελευταίο έτος (4/2020 - 4/2021)	
1 έως 3 φορές τον χρόνο	33,40%
1 έως 2 φορές το τρίμηνο	19,80%
1 έως 3 φορές τον μήνα	26,00%
1 ή περισσότερες φορές την εβδομάδα	20,80%
Σύνολο	100,00%

Πίνακας 2. Μεταβολή συχνότητας επισκέψεων στα δάση (Απρίλιος 2020 – Απρίλιος 2021)
Table 2. Change in the frequency of visits to forests (April 2020 - April 2021)

Μεταβολή συχνότητας επισκέψεων στο δάσος το τελευταίο έτος σε σχέση με παλιότερα.	
Μειώθηκαν	32,30%
Έμειναν το ίδιο	25,70%
Αυξήθηκαν	42,00%
Σύνολο	100,00%

Πίνακας 3. Σκοπός επίσκεψης στο δάσος
Table 3. Purpose of visit at the forest

Σκοπός επίσκεψης στο δάσος (δυνατότητα για πάνω από μια επιλογές)	
Απόλαυση της φύσης	70,90%
Δραστηριότητες αναψυχής και άθλησης	33,90%
Χρόνος με την οικογένεια	41,30%
Να ξεφύγω από τον εγκλεισμό λόγω covid19	46,70%

Πίνακας 4. Δραστηριότητες επισκεπτών στα δάση
Table 4. Visitors' activities in the forests

Δραστηριότητες κατά την επίσκεψη (δυνατότητα για πάνω από μία επιλογές)	
Πεζοπορία/Τρέξιμο/Άθληση γενικά	92,00%
Παρατήρηση Πουλιών και Αγριων Ζώων	24,85%
Ποδηλασία	7,40%
Χειμερινά Σπορ	5,60%
Κολύμβηση/Κανό	4,60%
Άλλο	8,40%

Πίνακας 5. Προτιμώμενη εποχή για επίσκεψη στο δάσος
Table 5. Preferred season for forest visit

Προτιμώμενη εποχή για επίσκεψη στο δάσος (δυνατότητα για πάνω από μία επιλογές)	
Το Φθινόπωρο	32,30%
Τον Χειμώνα	7,00%
Την Άνοιξη	48,90%
Το Καλοκαίρι	21,40%
Όλες τις εποχές το ίδιο	43,50%

Πίνακας 6. Πρόθεση για τουρισμό σε δάση στο προσεχές μέλλον
Table 6. Intention for forest tourism in the near future

Πρόθεση για τουρισμό σε δασικές περιοχές στο προσεχές μέλλον	
Λίγο έως πολύ απίθανο	42,20%
Αναποφάσιστοι	19,60%
Λίγο έως πολύ πιθανό	38,20%
Σύνολο	100,00%

Πίνακας 7α. Συσχέτιση μεταξύ συχνότητας επισκέψεων στα δάση και δήλωσης πρόθεσης για τουρισμό στα δάση στο προσεχές μέλλον

Table 7a. Correlation between frequency of visits to forests and statement of intention for forest tourism in the near future

Συχνότητα Επισκέψεων	Άτομα	Πρόθεση Μελλοντικού Τουρισμού	Ποσοστό
1-3 φορές τον χρόνο	168	50	29,76%
1-2 φορές το τρίμηνο	99	33	33,33%
1-3 φορές τον μήνα	130	54	41,54%
1+ φορές εβδομαδιαίως	104	54	51,92%

Πίνακας 7b. Chi-Square tests συσχέτισης Pearson
Table 7b. Chi-Square tests of Pearson Correlation

Chi-Square Tests	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	33.624^a	12	.001
Likelihood Ratio	32.462	12	.001
N of Valid Cases	501		

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16.60.

Πίνακας 8. Ποσοστά πρόθεσης διανυκτερεύσεων ανάλογα με την κατηγορία μεταβολής του ρυθμού των επισκέψεων.
Table 8. Percentage of statements of positive intention for tourism in the near future in relation with the changes in visitation rates

Μεταβολή Ρυθμού Επισκέψεων	Άτομα	Πρόθεση Διανυκτερεύσεων	Ποσοστό
Μειώθηκαν	162	51	31,48%
Έμειναν το ίδιο	129	36	27,91%
Αυξήθηκαν	210	104	49,52%

Πίνακας 9. Ποσοστά δήλωσης πρόθεσης για μελλοντικές διανυκτερεύσεις επι συνόλου του δείγματος και, όταν μεταξύ των σκοπών επίσκεψης είναι «να ξεφύγω από τις συνθήκες εγκλεισμού που προκάλεσε ο covid-19»

Table 9. Percentage of statements of intention for tourism in the near future at forest areas in relevance with the purpose of visits at the forest

Σκοπός Επίσκεψης	Άτομα	Πρόθεση Διανυκτερεύσεων	Ποσοστό
Σύνολο Δείγματος	501	191	38,12%
Λόγω covid19	234	121	51,71%

Πίνακας 10. Ποσοστό υψηλής συχνότητας επισκέψεων για έχοντες ή μη, παιδιά.
Table 10. High frequency of visitations for visitors with or, without children

Οικογενειακή Κατάσταση	Άτομα	Υψηλή συχνότητα επισκέψεων	Ποσοστό
Χωρίς Παιδιά	333	171	51,35%
Με Παιδιά	168	63	37,50%

Πίνακας 11. Δήλωση πρόθεσης για μελλοντικές τουριστικές επισκέψεις στα δάση ανα κατηγορία εισοδήματος.
Table 11. Statement of intention for future tourism in forests in relevance with the respondent's income

Εισόδημα	Άτομα	Πρόθεση Διανυκτερεύσεων	Ποσοστό
Σύνολο του Δείγματος	501	191	38,12%
Άνεργοι/ Εισόδημα έως 7.000€	203	73	35,96%
Άνω των 22.000€ ετησίως	50	22	44,00%

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Από την έρευνα προκύπτουν αποτελέσματα που αποτυπώνουν την αύξηση της επισκεψιμότητας στα ελληνικά δάση το χρονικό διάστημα μεταξύ Απριλίου 2020 και Απριλίου 2021 και τις αυξημένες προθέσεις για τουριστικές επισκέψεις στο προσεχές μέλλον, κυρίως μεταξύ όσων αύξησαν την συχνότητα επίσκεψης στα δάση στη διάρκεια των περιοριστικών μέτρων της πανδημίας του covid19 (μεταξύ Απριλίου 2020 και Απριλίου 2021).

Αλλαγές στην συχνότητα επισκεψιμότητας στα δάση δήλωσε περί το 74,3% του δείγματος. Το 42% των ερωτηθέντων δήλωσε μικρή ή μεγάλη αύξηση των επισκέψεων στα δάση, επιβεβαιώνοντας την τάση υπέρ του φυσιολατρικού τουρισμού κατά την διάρκεια της πανδημίας covid-19 (UNWTO 2021). Μεταξύ αυτών, σε ποσοστό 49,52% παρουσιάζεται και η μεγαλύτερη τάση για μελλοντικές επισκέψεις με διανυκτέρευση. Παρουσιάστηκε συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας των επισκέψεων και της διάθεσης για μελλοντικές επισκέψεις με διανυκτέρευση.

Το ποσοστό που δηλώνει διάθεση για μελλοντικές τουριστικές επισκέψεις στο σύνολο του δείγματος είναι 38,12%, με το ποσοστό να ανεβαίνει στο 51,71% μεταξύ των ατόμων που δήλωσαν ως σκοπό των επισκέψεων κατά το περασμένο έτος το «να ξεφύγω από τις συνθήκες εγκλεισμού που προκάλεσε ο covid19». Επιβεβαιώνεται έτσι το γεγονός πως τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του οικοτουρισμού, που αφορά τουρισμό στην ύπαιθρο, επαφή με το φυσικό περιβάλλον και εκ των πραγμάτων κοινωνική αποστασιοποίηση αφού δεν παρουσιάζει μαζικότητα (Dorobantu και Nistoreanu 2012), ενίσχυσαν την τάση για τουρισμό στα δάση ενώ κατά το ίδιο διάστημα ο μαζικός τουρισμός κατέρρευσε. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό που εντοπίστηκε είναι πως υψηλή συχνότητα επισκέψεων παρουσίασαν οι μη έχοντες παιδιά σε ποσοστό 51,35% ενώ το ποσοστό για τους έχοντες παιδιά πέφτει στο 37,50%. Το ύψος του εισοδήματος δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στον σχεδιασμό μελλοντικών τουριστικών επισκέψεων στις δασικές περιοχές.

Σημαντικό εύρημα της έρευνας για τον ελληνικό τουρισμό είναι το γεγονός πως ενώ στην χώρα μας ως κοινωνικοοικονομικό φαινόμενο παρουσιάζει στοιχεία εποχικότητας με κορύφωση την καλοκαιρινή περίοδο (Βαρβαρέσος 2014), το μεγαλύτερο μέρος των επισκεπτών των δασών δηλώνουν πως προτιμούν οι επισκέψεις να πραγματοποιούνται την άνοιξη (48,9%), όλες τις εποχές (43,5%) και το φθινόπωρο (32,3%), γεγονός που δημιουργεί συνθήκες επιμήκυνσης της τουριστικής περιόδου και είναι πολλά υποσχόμενο για μια αναλογικότερη κατανομή της τουριστικής κίνησης και των εσόδων μεταξύ των προορισμών θερινών διακοπών και περιοχών της υπαίθρου στο μέλλον.

Η αλλαγή από τα $\frac{3}{4}$ του δείγματος των ρυθμών επίσκεψης στα δάση κατά την περίοδο των περιοριστικών μέτρων για την αντιμετώπιση του covid-19 δημιουργεί ερωτήματα για τους λόγους που οδήγησαν στην αύξηση ή την μείωση της συχνότητας των επισκέψεων των εκδρομέων και θα πρέπει να διερευνηθούν.

Στις συνθήκες περιορισμού των συννευρέσεων που επιβλήθηκαν την περίοδο της ισχύος των μέτρων για την αντιμετώπιση της πανδημίας αυξήθηκε η χρήση και μεγεθύνθηκε η σημασία των social media στην επικοινωνία και την λήψη αποφάσεων για τουρισμό (Andreopoulou κ.α. 2016, Tankovska 2021).

Βέβαια, η αυξημένη επισκεψιμότητα πιθανόν να δημιουργήσει επιπλέον πιέσεις στα δασικά οικοσυστήματα για αυτό και θα πρέπει οι υπεύθυνοι διαχείρισης των δασικών περιοχών να εντείνουν

τις προσπάθειες για διαχείριση των επισκεπτών ώστε να διασφαλιστεί πως δεν θα υπάρξουν αρνητικές επιπτώσεις του τουρισμού στα ευαίσθητα δασικά οικοσυστήματα (Seetanah 2011, Τσιτσώνη 2015).

Οι παραπάνω κίνδυνοι είναι μικρότεροι σε σχέση με το αρνητικό αντίκτυπο που είχε η κρίση της πανδημίας του covid19 στις αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες στηρίζονται οικονομικά σε μεγάλο βαθμό στον εισερχόμενο οικοτουρισμό. Οι εύθραυστες οικονομίες τους επηρεάστηκαν άμεσα από την μεγάλη μείωση του τουρισμού και παρατηρήθηκε αύξηση των πρακτικών παράνομης υλοτόμησης, λαθροθηρίας και εμπορίας άγριας πανίδας (Cherkaoui κ.α. 2020, Laudari κ.α. 2021).

Σε έναν κόσμο όπου η ασφάλεια και η υγεία είναι όλο και πιο σημαντικοί παράγοντες στην λήψη αποφάσεων για επιλογή τουριστικού προορισμού, ή επιτυχημένη διαχείριση των πρωτοκόλλων υγείας/ασφάλειας προσδίδει συγκριτικό πλεονέκτημα σε περιοχές με ευαίσθητα δασικά οικοσυστήματα και δημιουργεί νέες ευκαιρίες ανάπτυξης του οικοτουρισμού (Susanti κ.α. 2021).

Η κλιματική αλλαγή κάνει πιο επιτακτική την προστασία των φυσικών δασικών οικοσυστημάτων. Η αύξηση του τουρισμού στις δασικές περιοχές μπορεί υπό προϋποθέσεις να συμβάλει στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των επισκεπτών και να αναζωογονήσει τις τοπικές κοινωνίες, πάντα όμως ασκούμενος με προτεραιότητα την προστασία του περιβάλλοντος, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, τον σεβασμό στις τοπικές κοινωνίες και πάντα μέσα στα όρια της φέρουσας ικανότητας των περιοχών.

Abstract

During the period of the covid19 pandemic and the measures taken to address it (from 3/2020 until 5/2021) mass tourism collapsed. The needs for social distancing favored visits to areas of natural beauty and forests, where ecotourism with its special characteristics which mainly concerns visits to the countryside by small groups of people without overcrowding, covered part of the tourist needs. The purpose of this study is, through a quantitative research to highlight the fact that the increase of visits creates expectations for mild development of the peripheral to forests areas, with an extension of the tourist season and more employment opportunities for the locals.

Βιβλιογραφία

- Aaker, D. and Day, G., 1990. Marketing research. New York: Wiley
- Akis, S., Peristianis, N. and Warner, J., 1996. Residents' attitudes to tourism development: The case of Cyprus. *Tourism Management*, 17(7), 481–494.
- Andreopoulou, Z., Leandros, N., Quaranta, G. and Salvia, R. 2016. *Tourism and New Media* Franco Angeli, Milano, Italy. 186 σελίδες
- Βαρβαρέσος, Σ., 2014. Τουρισμός, έννοιες, μεγέθη, δομές, σελ 88-91
- Cherkaoui, S., Boukherouk, M., Lakhal, T., Aghzar, A., and El Youssfi, L., 2020. Conservation Amid COVID-19 Pandemic: Ecotourism Collapse Threatens Communities and Wildlife in Morocco. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 183, p. 01003). EDP Sciences.
- Dorobantu, M. R., and Nistoreanu, P. 2012. Rural tourism and ecotourism—the main priorities in sustainable development orientations of rural local communities in Romania. *Econ. Transdiscipl. Cogn.*, Vol. XV, No. 2067 - 5046 (2012): pp. 259-266.
- Ganatsas, P., Tsakalidimi, M. and Katsaros, D., 2013. Natural resource management in national parks: a management assessment of a Natura 2000 wetlands site in Kotychi-Strofyliya, southern Greece. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.*, 20(2), pp.152-165.
- Kostopoulou, S., and Kyritsis, I., 2006. A tourism carrying capacity indicator for protected areas. *Anatolia, An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 17(1), 5-24
- Kostopoulou, S., Tsiotoni, Th. and Lanara, Th., 2017. Sustainable tourism local cluster development in protected areas: the case of Parnassos. *Proceedings of the International Workshop "Information Technology, Sustainable Development, Scientific Network και Nature Protection"*. 8-11 /10 Edessa
- Laudari, H. K., Pariyar, S., and Maraseni, T., 2021. COVID-19 lockdown and the forestry sector: Insight from Gandaki province of Nepal. *Forest Policy and Economics*, 131, 102556.
- Leung, Y.-F., Spenceley, A., Hvenegaard, G., and Buckley, R., 2018. *Tourism and visitor management in protected areas: Guidelines for sustainability*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 27, Gland, Switzerland: IUCN. xii + 120 pp.

Pappas, N., 2021. COVID19: Holiday intentions during a pandemic. *Tourism Management*, 84, 104287.

Saunders, M., Lewis, P., and Thornhill, A., 2007. *Research Methods for Business Students*, (6th ed.) London: Pearson

Seetanah, B., 2011. Assessing the dynamic economic impact of tourism for island economies. *Annals of Tourism Research*, 38(1), 291-308.

Susanti, W. D., Safeyah, M., and Mutia, F., 2021. Ecotourism Strategy in Facing the New-Normal Era (Case Study: Ecowisata Gunung Anyar). *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 448-453.

Tankovska, H., 2021. Social media usage worldwide, Statista, 1-187

Tsitsoni, T., Zagas, T. and Ganatsas, P., 2002. Plant diversity and Nature Conservation in Koziakas Natura 2000 (Network) Site, Central Greece. *Proc. of 6st International Conference «Protection and Restoration of the Environment VI»*. Skiathos, 1-9 July 2002. Vol. 1, pp. 609-616.

Τσιτσώνη Θ., 2015. Οι Προστατευόμενες περιοχές ως μοχλός αειφόρου ανάπτυξης σε τοπικό και Εθνικό επίπεδο. Πρακτικά 17ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. Κεφαλονιά 4-8/10

UNWTO, 2021. *Accessibility and Inclusive Tourism Development in Nature Areas – Compendium of Best Practices*, Madrid, Spain, 1-78

Θεματική Ενότητα: Δασική Πολιτική-Δασική Αναψυχή-Δασική Βιομετρία

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΔΑΣΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΑΠΘ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

Γκανάτσιος, Χαρίσιος¹; Μαρίνος, Διονύσιος²; Παπαθανασίου, Βασίλειος³; Παυλίδης, Βασίλειος⁴; Κάλφα, Κατερίνα⁵

¹Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, Τμήμα Δασολογίας & Φ. Π. ΑΠΘ cganats@for.auth.gr,

²Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Γενική Διεύθυνση Υδάτων dionisiosm@yahoo.com

³Διεύθυνση Δασών Αχαΐας, bparatha@yahoo.gr

⁴Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ. με ειδικευση στα Υδραυλικά Έργα vasileiospavlidis@gmail.com

⁵Δασολόγος, katekalfa@yahoo.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση παραδειγμάτων συνεργασίας της Δασικής Υπηρεσίας με το Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος του ΑΠΘ, στα πλαίσια της διαχείρισης των υδάτινων πόρων της χώρας. Βασικό κίνητρο αυτής της συνεργασίας είναι η ανάγκη στροφής στον πρωτογενή τομέα παραγωγής, αλλά και ενδυνάμωσης της Δασικής Υπηρεσίας, ώστε να ανταποκρίνεται πληρέστερα στις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις των καιρών. Η εύρεση του παλαιότερου δυνατού εαυτού της Υπηρεσίας θα ωφελήσει τα μέγιστα τη χώρα.

Λέξεις κλειδιά: Δασική Υπηρεσία, ΑΠΘ, Διαχείριση υδάτινων πόρων.

Εισαγωγή

Το 1967 καταργήθηκε η εξειδικευμένη στα ορεινά υδρονομικά έργα Υπηρεσία Δασοτεχνικών Έργων, με αποτέλεσμα την έκτοτε ελαχιστοποίηση της κατασκευής ορεινών υδρονομικών έργων στη χώρα. Ταυτόχρονα η εντατικοποίηση της γεωργίας οδήγησε στην καταλήστευση των υδατικών πόρων, με αποτέλεσμα τη γιγάντωση της λειψυδρίας, που συνιστά πλέον μαζί με τη διάβρωση του εδάφους, δύο από τα μεγαλύτερες περιβαλλοντικές προκλήσεις. Επειδή η επαναπόκτηση καταπατηθέντων τμημάτων λεκανών και κοιτών, είναι πρακτικά αδύνατο να συμβεί και επειδή η επίλυση των πλημμυρικών προβλημάτων, ιδιαίτερα της λειψυδρίας (υδρευτικής, αρδευτικής), απαιτεί την ορθολογική διαχείριση αξιοποίηση των διακινούμενων υδατοφορτίων των χειμάρρων, προέκυψε η ανάγκη υδρονομικών έργων (Μπαλούτσος 2019), που να καλύπτουν ταυτόχρονα και τις τρεις βασικές αρχές (προστατευτική, υδρολογική, αξιοποίησης), με έμφαση στην μετουσίωση της πλημμυρικής κατάρας σε ευλογημένη ταμίευση (Παυλίδης 2005).

Κάποια Δασαρχεία και Διευθύνσεις Δασών σήμερα κάνουν αξιόπαινη προσπάθεια στον τομέα της Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων. Ενδεικτικά αναφέρουμε το Δασαρχείο Καρδίτσας, Μουζακίου, (Δασικές Υπηρεσίες Π.Ε. Καρδίτσας 2020), Τρικάλων (Δ. Δασών Κουτσονάσιος 2013), Διεύθυνση Δασών Ροδόπης (2021), Διεύθυνση Δασών Κορινθίας (Καλλίρης 2021), Θεσσαλονίκης (2009), Χαλκιδικής (2009), Κρήτης, Καστοριάς, Πιερίας.

Το Δασαρχείο Μουζακίου ενδεικτικά, από την δεκαετία του 1950 έως και σήμερα, κατασκευάζοντας ορεινά υδρονομικά έργα, οχύρωσε το Πάμισο Ποταμό και τους κλάδους του και την περιοχή Αργιθέας και Αχελώου με την κατασκευή σεραζανέτ και φραγμάτων συγκράτησης φερτών υλικών. Δυνατή Δασική Υπηρεσία σημαίνει «Ανάπτυξη», αποτελεσματική προστασία, ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος και δημιουργία θέσεων εργασίας στον πρωτογενή τομέα παραγωγής της χώρας με αποτέλεσμα την ανακοπή του κύματος αστυφιλίας. Αειφορία, ο βασικός πυλώνας της επιστήμης της Δασολογίας και του Φυσικού Περιβάλλοντος, σημαίνει αυτονομία και ανεξαρτησία. Η σημερινή πολλαπλή κρίση, μας ωθεί στη μόνη ορθή διέξοδο που είναι η ανάπτυξη της υπαίθρου με σεβασμό στο Φυσικό περιβάλλον και τις πραγματικές ανάγκες των κατοίκων της χώρας που είναι η ειρήνη και η ευημερία. Αυτή η ανάπτυξη δε σχετίζεται με την «Πράσινη ανάπτυξη» που θυσιάζει το περιβάλλον στο βωμό του χρήματος και ταπεινώνει τα βουνά και τις κορφές τους. Για παράδειγμα, η «πράσινη ανάπτυξη» που στηρίζεται σε τεράστιες ανεμογεννήτριες ή ηλιακά πάνελ που κατασκευάζονται στην άλλη άκρη του κόσμου, είναι αντίθετη στις αρχές της αειφορίας (Πατσώνης 2014, Ευρωπαϊκή Επιτροπή

2014). Ταυτόχρονα απομακρύνει το όραμα κάποια στιγμή η κατασκευή να γίνει στην Ελλάδα, (όπως ήδη γίνεται με τους ηλιακούς θερμοσίφωνες) και να προσαρμοστεί στις τοπικές ανάγκες (μικρής κλίμακας και μεγέθους γεννήτριες που θα στοχεύουν στην ενεργειακή αυτονομία του πληθυσμού και όχι στην μονοπωλιακή στήριξη μεγαλοεπενδυτών υλικοτεχνικών υποδομών αμφιβόλου αποτελεσματικότητας και συμβατότητας με την ουσία της αιφορίας). Όπως έγινε στο παρελθόν με πενήγρια μέσα αλλά πολύ μεράκι και εργατικότητα από υπαλλήλους και πολίτες, όραμά μας είναι ότι μπορεί η Δασική Υπηρεσία να ξαναβρεί το χαμένο της κύρος. Ανάγκη του σήμερα, είναι η συνεργασία της Δασικής Υπηρεσίας με το Πανεπιστήμιο και η όσο το δυνατό μεγαλύτερη αυτονομία της, ώστε να έχει ενεργό και ουσιαστικό ρόλο στην αιφόρο ανάπτυξη και η τόνωση της εμπιστοσύνης του κόσμου προς αυτήν.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μέθοδος έρευνας της παρούσας εργασίας αφορούσε τη συγκέντρωση πληροφοριών σχετικών με το θέμα, με αντικειμενική δυσκολία να τις κωδικοποιήσει και να τις παρουσιάσει όσο πιο περιληπτικά και κατανοητά γίνεται στον περιορισμένο παρεχόμενο χώρο. Όλες οι σχετικές πληροφορίες αντλήθηκαν από τις μελέτες που εκπόνησε η ερευνητική-συγγραφική ομάδα με επικεφαλής τον Επικ. Καθηγητή κ. Παυλίδη Θεοφάνη, σε συνεργασία με τις κατά τόπους Δασικές Υπηρεσίες και Διευθύνσεις Δασών, καθώς και από την επίσημη ιστοσελίδα του Δασαρχείου.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορά την παράθεση παραδειγμάτων ολοκληρωμένης συνεργασίας της Δασικής Υπηρεσίας με το ΑΠΘ στα πλαίσια του συνδυασμού των τριών αρχών διευθέτησης (προστατευτική, υδρολογική, αξιοποίησης και περιβαλλοντικής ανάπτυξης, ως η σύγχρονη ορεινή υδρονομία επιτάσσει), παρουσιάζονται κωδικοποιημένα ανά περιοχή:

Μορνιώτικο Ρέμα Πιερίας

Η Διεύθυνση Δασών Πιερίας ανέθεσε το 1997 στην εταιρεία «Ελληνικά Δάση ΟΕ», με τεχνικό σύμβουλο τον κ. Θ. Παυλίδη, την εκπόνηση μελέτης Δασοτεχνικής Διευθέτησης Ορεινής Λεκάνης Απορροής Χειμάρρου Μορνιώτικου. Ακολούθησε η υλοποίηση του έργου. Από τους κύριους στόχους της προτεινόμενης διευθέτησης ήταν η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της Β και Α Πιερίας (περίπου το 59% του νομού) με την κατασκευή ενός φράγματος υδρευτικής αξιοποίησης και η ρύθμιση της παροχής του Μορνιώτικου και του Μαυρονερίου, που συνεπάγεται αντίστοιχη αύξηση των αναπληρωτικών συνεισφορών του χειμάρρου στα υπόγεια νερά της Κατερίνης. Σε δεύτερο επίπεδο, η μελέτη προχώρησε στην κατασκευή του αγωγού μεταφοράς του υδρευτικού νερού από την περιοχή του φράγματος στον οικισμό του Μοσχολόταμου. Η μελέτη του έργου αυτού είχε ως αποτέλεσμα ένα έργο κόσμημα της Δασικής Υπηρεσίας καθώς αποτελεί τη μοναδική στον ελλαδικό χώρο υδραυλική κατασκευή αγωγού, η οποία χωρίς διακοπή (θραύση ενέργειας) παραλαμβάνει πιέσεις 40atm. Επιπρόσθετα, υπάρχει η δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης του παροχετευόμενου νερού, χωρίς να απαιτούνται πολυδάπανα ταμιευτικά έργα. Ως συνέχεια του παραπάνω έργου, η νομαρχία Πιερίας ανέθεσε στο Α.Π.Θ. σχετικό ερευνητικό έργο με κωδικό 20259 και Επιστημονικό Υπεύθυνο τον Θ. Παυλίδη, με σκοπό την αναδιανεμητική διανομή μεταφοράς του νερού από την πλέον υδροπαραγωγό ΒΔ Πιερία (Χείμαρροι Μορνιώτικο Ρ, Μηλιάς, Ρητίνης, Ελατοχωρίου και Μοσχολόταμου). Το έργο αυτό -του οποίου σχετική μακέτα κοσμούσε τη Νομαρχία Πιερίας- σχεδίασε την αναδιανομή 60.000.000m³ από τη ΒΔ Πιερία στην ελλειμματική Β και κυρίως την λειψυδρη ΒΑ και Α Πιερία (Εικόνα 2, Πίνακας 1).

Άνω κοίτη Ολόνθιου ποταμού-θέση Άγιος Παντελεήμονας Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη-Βραστάμων

Ολιγομελής ερευνητική ομάδα υπό τον κ. Γκανάτσιο Χαρίσιο του Εργαστηρίου Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων του ΑΠΘ, μετά από σχετικό αίτημα του Ταμείου Πανεπιστημιακών Δασών, εργάστηκε αφιλοκεδώς συντάσσοντας για λογαριασμό του Δασαρχείου Πολυγύρου και Ταξιάρχη-Βραστάμων της Διεύθυνσης Δασών Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (2009), σχετική μελέτη: «Οριστική μελέτη διευθέτησης χειμάρρου Αγίου Παντελεήμονα του Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη-Βραστάμων Χαλκιδικής». Μετά την έγκριση της μελέτης, η συνεργασία συνεχίστηκε με τη μορφή επίβλεψης των έργων κατά την κατασκευή τους. (Εικόνα 3, Πίνακας 1). Τα φράγματα

εξυπηρετούν πολλαπλούς σκοπούς συμπεριλαμβανομένης της αντιπυρικής προστασίας. Το νερό του κυρίως φράγματος έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην έγκαιρη κατάσβεση της πυρκαγιάς του Χολωμώντα τον Ιούλιο του 2021 (Εικόνα 3).

Χειμάρρος Βαθύρεμα Λάρισας

Ολιγομελής ερευνητική ομάδα καθοδηγούμενη από τον κ. Θ. Παυλίδη ανταποκρίθηκε στο σχετικό αίτημα της Διεύθυνσης Δασών Λάρισας και προχώρησε στην εκπόνηση των μελετών με τίτλους: «Αξιολόγηση του πριν και μετά την πυρκαγιά του 2007 χειμαρρικού – πλημμυρικού προβλήματος του χειμάρρου Βαθύρεμα και κατάρτιση του σχεδίου βέλτιστης αντιπλημμυρικής διευθέτησης του» και «Οριστική μελέτη των αντιπλημμυρικών φραγμάτων στην κεντρική κοίτη του χειμάρρου Βαθύρεμα». Το σχέδιο (σύστημα) αντιπλημμυρικής διευθέτησης είχε ως κύριο άξονα την κατά χώρο σταδιακή ελεγχόμενη ανάσχεση-ρύθμιση του επικίνδυνου πλημμυρογόνου τμήματος της απορροής και την ελεγχόμενη εκτροπή-ταμίευση σε κατάλληλους και επαρκείς εκτονωτικούς και ταμειυτικούς εσωχειμάρριων εκτονωτικών (φραγμάτων εκτόνωσης) και εξωχειμάρριων αποθηκευτικών χώρων (λιμνοδεξαμενών). Στη φάση της μελέτης, η συνεργασία με τη Δασική Υπηρεσία υπήρξε άριστη. Δυστυχώς, οι παραπάνω μελέτες για διάφορους λόγους δεν υλοποιήθηκαν από τη Δασική Υπηρεσία με το κύριο προστατευτικό μέρος του έργου να υλοποιείται από τη Νομαρχία Λάρισας (Εικόνα 4, Πίνακας 2).

Χειμάρρος Ν.Απολλωνίας–Μελισσουργού Θεσσαλονίκης

Η Διεύθυνση Δασών Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, σε συνεργασία με τις Δ/νσεις Δασών των νομών Χαλκιδικής και Θεσσαλονίκης και τα Δασαρχεία Σταυρού, Αρναίας και Πολυγύρου των δύο νομών, αποφάσισε με τις υπ' αριθμ. 1175/03.03.2008, & 11958/16.12.2008 αποφάσεις, την συγκρότηση ομάδας μελέτης με την γενική εποπτεία του κ. Θ. Παυλίδη. Στην ομάδα μελέτης -συνεργασίας της Δασικής Υπηρεσίας με το ΑΠΘ ανατέθηκε η σύνταξη μελέτης συνολικής διευθέτησης του χειμάρρου Απολλωνίας – Μελισσουργού, όπως αυτή αναπτύχθηκε στο τεύχος της Αναγνωριστικής Μελέτης Διευθέτησης του χειμάρρου. Η ομάδα εργάστηκε αφιλοκερδώς, και με βάση την ιεράρχηση των αναγκαίων έργων διευθέτησης του χειμάρρου, προχώρησε στη σύνταξη οριστικής μελέτης διευθέτησης των περισσότερο ευαίσθητων τμημάτων των κεντρικών κοιτών των κλάδων Χολωμώντα και Βαρβάρας στα ανάντη του οικισμού του Μελισσουργού. Τα φράγματα που κατασκευάστηκαν, σχεδιάστηκαν ώστε να μετατραπούν και σε ταμειυτήρες πολλαπλών σκοπών (Εικόνα 5, Πίνακας 1).

Χειμάρρος Αναποδάρης Κρήτης: Χωμάτινοι αρδευτικοί ταμειυτήρες στους κλάδους Παρτίρων και Αμουργελών

Στα πλαίσια αναδιάταξης και επαναξιολόγησης των αρχών διευθέτησης και στροφής στην αρχή της αξιοποίησης η Δασική Υπηρεσία προχώρησε στη διεύθυνση των χειμάρρων Παρτίρων και Αμουργελών, με βασικό άξονα την μετατόπιση του κέντρου βάρους από την προστατευτική αρχή στην αρχή της αξιοποίησης. Η παραπάνω μετατόπιση, η οποία αποτελεί βασικό αντικείμενο της υδρολογικής αρχής (αναδιανομή των υδατοφορτίων με έμφαση την ελεγχόμενη διακράτηση των πλημμυροφορτίων), αποτέλεσε το έρεισμα αρδευτικής αξιοποίησης των πλεονασματικών υδατοφορτίων αξιοποίησης των παραπάνω χειμάρρων. Πρόκειται για την αρχή ενός φιλόδοξου ερευνητικού – εφαρμοσμένου μοντέλου αξιοποιημένης διευθέτησης του χειμαρρικού δυναμικού της περιοχής (2000), όπως το οραματίστηκε ο κ. Θ. Παυλίδης και η ομάδα των συνεργατών του -εργαστηριακών και μη- που το επιμελήθηκαν και το υλοποίησαν σε συνεργασία με την εταιρία Ελληνικά Δάση Ο.Ε. Επισημαίνεται ότι πρόκειται για τους πρώτους μεγάλους χωμάτινους αντιπλημμυρικούς αρδευτικούς ταμειυτήρες, που επέβλεψε η Δασική Υπηρεσία με υπέργεια υδρονομικά ύψη 19,00m και 28,50m αντίστοιχα (Εικόνα 6, Πίνακας 2).

Ακολούθως μετά την επιτυχία των ταμειυτήρων στα Πάρτιρα και τις Αμουργέλες ανατέθηκε στο Α.Π.Θ. το ερευνητικό έργο 20526, με Επιστημονικό Υπεύθυνο τον κ. Θ. Παυλίδη, με σκοπό την εκπόνηση μελετών δύο αντίστοιχων χωμάτινων ταμειυτήρων στα Αρμανώγεια και τα Δαμάνια. Τα φράγματα αυτά, μελετήθηκαν από την ομάδα του Α.Π.Θ., αλλά δυστυχώς χωρίς την επίβλεψη της Δασικής Υπηρεσίας επειδή το Υπουργείο Γεωργίας απέστειλε σχετικό έγγραφο απαγορεύοντας τις Δασικές Υπηρεσίες να υλοποιούν έργα υπέργειου ύψους μεγαλύτερα των 15,00m και μάλιστα χωμάτινα. Οι διαμαρτυρίες των δημάρχων της περιοχής των υλοποιηθέντων φραγμάτων δεν άλλαξαν την παραπάνω απόφαση και έτσι το κατασκευασθέν υδρονομικό ύψος του φράγματος των Δαμανίων

ανήλθε μόλις σε 11,80m, αλλά με το άνοιγμα φράγματος να υπερβαίνει τα 480m, ώστε να επιτυγχάνεται ταμειυτική ικανότητα μεγαλύτερη των 500.000m³.

Χειμάρρος Γέρμας Καστοριάς

Το 2002 παραδόθηκε και ακολούθως υλοποιήθηκε το εφαρμοσμένο ερευνητικό έργο 20716 της Επιτροπής Ερευνών του ΑΠΘ με τίτλο: «Ερευνα του χειμαρρικού δυναμικού και ανάπτυξη σχεδίου υδρονομικής διεύθετης του χειμάρρου Γέρμας, με εφαρμογή ενός πιλοτικού αντιπλημμυρικού φράγματος πολλαπλών σκοπών». Και εδώ η εγκύκλιος του Υπουργείου απέτρεψε την υλοποίηση του έργου από την Δασική Υπηρεσία (Εικόνα 6, Πίνακας 2).



Εικόνα 1. Παραδείγματα περιοχών που η Δασική Υπηρεσία συνεργάστηκε με το ΑΠΘ
Figure 1. Examples of places where the National Forest Service collaborated with the Aristotle University of Thessaloniki



Εικόνα 2. Το φράγμα Μόρνας και το 15,5 Km δίκτυο μεταφοράς που υδρέει το 59% του νομού Πιερίας
Figure 2. The dam of Morna and the water transport network (15,5Km) supplying drinking water to the 59% of Pieria district





Εικόνα 3. Τα 4 φράγματα του Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη-Βραστάμων
Figure 3. The 4 dams of the University Forest of Taxiarchis-Vrastama



Εικόνα 4. Τρία από τα επτά εν λειτουργία φράγματα στο Βαθύρεμα Λάρισας
Figure 4. Three out the seven working dams of Vathyrema torrent -Larisa



Εικόνα 5. Τα 6 φράγματα του χειμάρρου Απολλωνίας-Μελισσουργού Θεσσαλονίκης
Figure 5. The 6 dams of Apollonia-Melissourgos torrent of Thessaloniki district



Εικόνα 6. Τα Φράγματα Αμουργελών (αριστερά) & Παρτίρων (κέντρο) Κρήτης και Γέρμα Καστοριάς
Figure 6. The dams of Amourgelles (left) & Partira (center) and Germas-Kastoria

20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο / Τρίκαλα, 3-6 Οκτωβρίου 2021

Πίνακας 1. Φράγματα Χαλκιδικής, Θεσσαλονίκης και Πιερίας από σκυρόδεμα με τα κατασκευαστικά τους στοιχεία
Table 1. Concrete dams in Halkidiki, Thessaloniki and Pieria with their characteristics

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ												
	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ				ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ						ΠΙΕΡΙΑ		
	ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ				ΜΕΛΙΣΣΟΥΡΓΟΣ						ΜΟΡΝΑ		
ΣΚΟΠΟΣ	Πολυαπλών σκοπών	Αναγωγής	ΦΣΦΥ 1	ΦΣΦΥ 2	1.Κ.	2.Κ.	3.Κ.	1.Κ.	2.Κ.	3.Κ.	Υδροσεύσης	ΦΣΦΥ1	ΦΣΦΥ 2
					B	B	B	X	X	X			
					Κλάδος Βαρβάρα			Κλάδος Χολομώντα					
					Αντιπλημμυρικά								
Υψόμετρο θέσης	↓644	↓639,7	↓656	↓655	↓112,1	↓115	↓120,3	↓148,9	↓156,5	↓148	↓722,8	↓751,9	↓766,6
Υπέργειο Ύψος φράγματος	10,50 ΣΥ 8,00	2,20 ΣΥ 1,80	2,33 ΣΥ 1,7	3,00 ΣΥ 2,00	6,00 ΣΥ 4,00	9,00 ΣΥ 6,5	12,30 ΣΥ 10,00	9,75 ΣΥ 7,75	8,00 ΣΥ 6,00	4,50 ΣΥ 3,00	27,29 ΣΥ 23,2	5,55 ΣΥ 3,5	4,35 ΣΥ 1,8
Μήκος διάρρου	25,00	6,18	10,75	11,20	40,0	30,0	32,0	33,0	45,0	20,0	91,31	24,50	14,00
Ανάπτυγμα άξονα	44,41	9,63	18,76	13,10	57,2	46,9	52,37	62,10	71,58	37,30	142,2	40,00	28,50
Ύψος διαρρου	2,50	0,40	0,72	1,00	2,00	2,5	2,36	2,25	2,06	1,50	4,00	2,00	2,50
Στάθμη διάρρου ΑΣΥ	0,70	1,73	0,63	0,82	1,78	2,15	2,06	2,04	1,80	1,27	1,25	3,14	3,80
Πλάτος στέψης	1,50	1,00	0,80	1,00	1,25	1,00	1,00	1,40	1,30	1,00	1,50	2,00	2,00
Πάχος Βάσης	6,54	1,00	1,93	2,90	4,10	6,10	8,70	6,80	5,60	3,40	37,78	6,00	5,00
maxQ ₁₀₀ m ³ /sec	22,84	22,84	9,6	16,5	180	180	180	207,3	207,3	58,56	203	197	197
					maxQ+G ₁₀₀								
F κατάκλυσης ΣΥ m ³	4.170	301	300	250	0	0	0	0	0	0	35.500	0	0
F κατάκλυσης ΑΣΥ m ³	4.689	401	517	290	0	0	0	0	0	0	39.400	0	0
V κατάκλυσης ΣΥ m ³	13.430				0	0	0	0	0	0	36000	0	0
V κατάκλυσης ΑΣΥ	17.859				0	0	0	0	0	0	39400	0	0

20ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο / Τρίκαλα, 3-6 Οκτωβρίου 2021

Πίνακας 2. Φράγματα Λάρισας (από σκυρόδεμα), Καστοριάς & Κρήτης (χωμάτινα) με τα κατασκευαστικά τους στοιχεία
Table 2. Concrete dams in Larisa, and Earth dams in Kastoria & Crete with their characteristics

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ	ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ							ΧΩΜΑΤΙΝΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ		
	ΛΑΡΙΣΑ							ΚΑΣΤΟΡΙΑ	ΚΡΗΤΗ	
	ΑΓΙΑ							ΓΕΡΜΑΣ	ΑΜΟΥΡΓΕΛΕΣ	ΠΑΡΤΙΡΑ
ΣΚΟΠΟΣ	ΦΣΦΥ 1	ΦΣΦΥ 2	ΦΣΦΥ 3	ΦΣΦΥ 4 ΣΚ, ΑΠ, Ε	ΦΣΦΥ 5 ΣΚ, ΑΠ, Ε	ΦΣΦΥ 6	ΦΣΦΥ 7	Πολλαπλών σκοπών	Πολλαπλών σκοπών	Πολλαπλών σκοπών
Υψόμετρο θέσης	128	160	198	187	72,5	61,0	51,8	↓793,00	↓294,3	↓292.50
Υπέργειο Ύψος φράγματος	5,00 3,00	10,8 8,5 0	4,3 3,0 0	6,80 5,00	7,00 5,50	5,5 0 4,0 0	11,2 10,0	27 (↓820,50)	22,7 (↓317)	17,5(↓310)
Μήκοςδιάρρου	28,0	27,0	23,0	37,0	23,0	24,0	28,0	198	584,5	273
Ανάπτυγμα άξονα	56,0	58,0	42,2	57,0	43,1	37,0	56,0	244,5	584,5+ 26,5 (υπερχειλιστή ρ)	273
Ύψοςδιαρρου	2,00	2,5 0	1,0 0	1,80	1,50	1,5 0	2,00	↓817,00	18,70 (↓313)	12.7 (↓307)
Στάθμη διάρρου ΑΣΥ	1,65	1,4 3	1,3 0	1,46	1,00	0,9 2	1,65	↓818,20	20,6 (↓314,9)	15,4 (↓308,5)
Πλάτοςστέψης	1,20	1,5 0	1,0 0	1,00	1,00	1,0 0	1,20		8,00	10,0
ΠάχοςΒάσης	3,60	8,3 0	3,0 0	4,60	5,30	3,8 0	3,60		145,5	
maxQ ₁₀₀ m ³ /secή	max(Q+G) ₁₀₀ m ³ /sec πριν&μετά την πυρκαγιά							60	75,00	48.34
	45,7/1 13	45/ 11 1	27/ 47	37/ 99	23/ 33	18/ 42	46/ 113			
Ε κατάκλυσηςΣΥm ³	0	0	0	0	0	0	Δυνατότητα ταμείωσης	68.564	193.269	61.956
Ε κατάκλυσης ΑΣΥ m ³	0	0	0	0	0	0		158.932	-	
Ν κατάκλυσης ΣΥ m ³	0	0	0	0	0	0		475.471	882.244	380.000
Νκατάκλυσης ΑΣΥ	0	0	0	0	0	0			1.000.000	-

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι γνώσεις, η διάθεση, οι ικανότητες, η πείρα των συναδέλφων της Δασικής Υπηρεσίας και κυρίως το θάρρος τους να παλέψουν με την Ελληνική γραφειοκρατία, είναι η καλύτερη εγγύηση για το μέλλον της. Η συνεργασία με το πανεπιστήμιο μπορεί να λειτουργήσει τονωτικά και για τους δύο αυτούς φορείς. Το πανεπιστήμιο επίσης ωφελείται, διότι η θεωρία γίνεται πράξη.

Ελπίζουμε ότι η Πολιτεία κάποτε, όπως και στο παρελθόν, θα απελευθερώσει και επαναδραστηριοποιήσει τη Δασική Υπηρεσία σε έργα γενικότερα δασικής προστασίας και ανάπτυξης. Έργα που εκτός από την πολύτιμη προστατευτική τους αξία, θα δημιουργήσουν ευκαιρίες απασχόλησης στην ορεινή Ελλάδα, ανακόποντας το κύμα αστυφιλίας (Ζαλαβράς 2017).

Δεν υπάρχει άλλη επιλογή, άλλου είδους ανάπτυξη, παρά μόνο η αιεφόρος ανάπτυξη που σέβεται το Φυσικό Περιβάλλον, το αναδεικνύει και ενθαρρύνει την τοπική ανάπτυξη. Αειφορία σημαίνει στήριξη, καλλιέργεια και ανάδειξη των προσωπικών δυνάμεων και μείωση της εξάρτησης από μη τοπικούς παράγοντες. Χρειάζεται μόνο να τονωθεί η επιθυμία για δράση, απαλλαγμένη από απαρχαιωμένους τρόπους σκέψης και συγκεντρωτικής διοίκησης. Ότι κατάφερε η κάποτε λειτουργούσα Υπηρεσία Ορεινών Υδρονομικών έργων (ΟΥΕ) τις δεκαετίες 1950 και 1960, μπορεί να επαναληφθεί με τη βοήθεια της κρίσης. Πιστεύουμε ότι η κρίση μπορεί να μετουσιωθεί σε ευκαιρία, αρκεί να αφυπνιστεί η επιθυμία να προχωρήσουμε, αφήνοντας πίσω ότι ουσιαστικά δε χρειαζόμαστε.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε όλους τους συναδέλφους της Δασικής Υπηρεσίας για την εποικοδομητική συνεργασία που είχαμε. Βεβαίως ευχαριστούμε τον κ. Παυλίδη Θεοφάνη που άνοιξε δύσκολους δρόμους και μας ενέπνευσε.

Abstract

Aim of this paper is to present examples of cooperation between the National Forest Service and the Faculty of Forestry & Natural Environment Aristotle University of Thessaloniki, in the context of the management of water recourses. Main motive of this collaboration is the need to focus on the field of the primary sector of production along with the empowerment of the Forest Service to fully respond to the constantly increasing demands of our times. The Forest Service can re-discover its own powerful self for the benefit of the country.

Βιβλιογραφία

Γραφείο του Συντονιστή Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας, 2020. «Δασικές Υπηρεσίες Π.Ε. Καρδίτσας και αντιπλημμυρικά έργα». <https://dasarxeio.com/2020/10/29/88001/>

Διεύθυνση Δασών Περίας, 1997. «Οριστική Μελέτη Δασοτεχνικής Διευθέτησης Ορεινής Λεκάνης Απορροής Χειμάρρου Μορνιώτικου».

Διεύθυνση Δασών Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, 2009. «Οριστική μελέτη διευθέτησης χειμάρρου Αγίου Παντελεήμονα του Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη-Βραστάμων Χαλκιδικής».

IV. Διεύθυνση Δασών Ροδόπης, 2021. «Κατασκευή φραγμάτων συγκράτησης φερτών υλών από την Διεύθυνση Δασών Ροδόπης». <https://dasarxeio.com/2021/01/29/92801/>

Ελληνικά Δάση ΟΕ., Διεύθυνση Δασών Κρήτης, Παυλίδης Θ., 2000. «Διευθέτηση του χειμάρρου Παρτίρων και Αμουργελλών».

V. Ζαλαβράς, 2017. «Ο χειμάρρος λάβας στη Μάνδρα Αττικής και η μαντρωμένη Δασική Υπηρεσία». <https://dasarxeio.com/2017/11/29/51539/>

VI. Καλλίρης, Π., 2021. «Ξερολίθινα ανασχετικά φράγματα μικρού ύψους στα χωριά Ζεμενό και Θροφαρί Κορινθίας». <https://dasarxeio.com/2021/03/11/94524/>

VII. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014. «Αιολικά εγκλήματα κατά της ελληνικής φύσης καταγγέλλει η Κομισιόν». <https://dasarxeio.com/2014/10/03/16675/>

VIII. Κουτσουνάσιος, Χ., 2013. «Συμβολή των δασικών υπηρεσιών του ν. Τρικάλων στην αντιπλημμυρική προστασία». <https://dasarxeio.com/2013/11/06/9334/>

Μπαλούτσος, Γ., 2019. «Ακραίες πλημμύρες και ορεινές υδρολογικές λεκάνες στην Ελλάδα». «ΔΗΜΗΤΡΑ» του ΕΛΓΟ/ΔΗΜΗΤΡΑ, τεύχος 28

Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Λάρισας, 2009. «Αντιπλημμυρική Διευθέτηση της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου Βαθύρεμα Λάρισας».

ΙΧ. Πατσώνης, Π., 2014. «Το πράσινο των δασών και η ‘πράσινη ανάπτυξη’». <https://dasarxeio.com/2014/06/04/13829/>

Χ. Παυλίδης, Θ., 1997. Επιστημονικός Υπεύθυνος Ερευνητικού Έργου 20259 Επιτροπής Ερευνών Α.Π.Θ.: «Έρευνα αντιμετώπισης των υδατικών προβλημάτων και ορθολογικής διαχείρισης και αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού του Νομού Πιερίας».

Παυλίδης, Θ., 2002. Επιστημονικός Υπεύθυνος Εφηρμοσμένου Ερευνητικού Έργου 20716, Επιτροπή Ερευνών ΑΠΘ, 2002. «Έρευνα του χειμαρρικού υδατικού δυναμικού και ανάπτυξη σχεδίου υδρονομικής διευθέτησης του χειμάρρου Γέρμας Καστοριάς με εφαρμογή ενός πιλοτικού αντιπλημμυρικού φράγματος πολλαπλών σκοπών».

Παυλίδης, Θ., 2005. «Ορεινή Υδρονομική ΙΙ» Παν/κές παραδόσεις, Θεσσαλονίκη

Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας-Δ/νση Δασών Περιφέρειας 2009. «Οριστική μελέτη διευθέτησης χειμάρρου Απολλωνίας-Μελισσουργού Υδρολογικού συγκροτήματος λεκανών λιμνών Λαγκαδά – Βόλβης».

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΜΦΛΟΙΩΝ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΚΟΡΜΟΥ ΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ RFR (RANDOM FOREST REGRESSION)

Διαμαντοπούλου, Μαρία

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Βιομετρίας, ΤΚ-54124, Θεσσαλονίκη, mdiamant@for.auth.gr

Περίληψη

Η δυσκολία εντοπισμού και μέτρησης των διαμέτρων του κορμού σε ύψη που απέχουν από το έδαφος, αποτελεί πρόβλημα του οποίου η αντιμετώπιση μπορεί να επιτευχθεί μέσω εφαρμογής μεθόδων ευφυών συστημάτων. Στην εργασία αυτή διερευνάται η δυνατότητα της εφαρμογής της ευφυούς μεθόδου RFR (Random Forest regression), προκειμένου να εκτιμηθεί με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια το μέγεθος των διαμέτρων κορμών ιστάμενων δέντρων σε οποιοδήποτε ύψος, λαμβάνοντας ως δεδομένα μεταβλητές που μπορούν εύκολα να μετρηθούν στο πεδίο, όπως η πρεμνική και η σθηθιαία διάμετρος του κορμού και το ολικό ύψος του δέντρου. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου συγκρίνεται με τα αποτελέσματα μοντέλων μη-γραμμικής παλινδρόμησης και αξιολογείται. Από τη διερεύνηση αυτή προέκυψε ότι η μέθοδος RFR, μπορεί να αποτελέσει αξιόπιστη εναλλακτική τεχνική, προκειμένου να επιτευχθεί η ακρίβεια της παρεχόμενης πληροφορίας, κερδίζοντας χρόνο και κόπο στις μετρήσεις πεδίου.

Λέξεις κλειδιά: Τυχαίο δάσος (Random Forest regression, RFR), διάμετροι δέντρου, μη-γραμμική παλινδρόμηση, Πεύκη.

Εισαγωγή

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. 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 γνώση του μεγέθους των διαμέτρων ενός ιστάμενου δέντρου είναι απαραίτητη, συμβάλλοντας άμεσα και ουσιαστικά στην ακριβέστερη ογκομέτρηση του κορμού, η οποία εξαρτάται από τον αριθμό των γνωστών διαμέτρων σε διάφορα ύψη αυτού και έμμεσα συμβάλλοντας στην περιγραφή της δομής των συστάδων (Μάτης 2004, West 2009). Γενικότερα, η γνώση της διάστασης των διαμέτρων των ιστάμενων δέντρων, αποτελεί απαραίτητη πληροφορία στη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων.

Η περισσότερο διαδεδομένη κατάρτιση μοντέλων εκτίμησης είναι μέσω της εφαρμογής της διαδικασίας της παλινδρόμησης (Drafer και Smith 1998, Μάτης 2003) μέσω της οποίας καταρτίζονται πολύ καλά μοντέλα εκτίμησης με μικρά σχετικά σφάλματα, όταν όμως οι προϋποθέσεις εφαρμογής της θεωρίας της παλινδρόμησης προσεγγίζονται 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, συνηθέστερα εκ των οποίων είναι: α) η ασταθής εκτίμηση των συντελεστών παλινδρόμησης, β) λανθασμένες αποφάσεις ελέγχων υποθέσεων, γ) λανθασμένα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης, δ) μεροληπτική επιλογή μεταβλητών του μοντέλου, ε) η έλλειψη ανεξαρτησίας των παρατηρήσεων, κλπ (Ratkowsky 1990, Drafer και Smith 1998). 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 ευφών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI) 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). Στην εξόρυξη δεδομένων, ο αλγόριθμος του τυχαίου δάσους (Random Forest) (Breiman 2001, Seagal 2003, Prasad κ.α. 2006, Cluter κ.α. 2011), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λύση προβλημάτων εκτίμησης των τιμών συνεχών μεταβλητών (Random Forest regression, RFR). Αποτελεί δε, προσθετικό μοντέλο (ensemble model) ευφούς συστήματος εποπτευόμενης μηχανικής μάθησης, το οποίο κάνει χρήση της διαδικασίας εκμάθησης των δέντρων απόφασης (decision trees) τα οποία χρησιμοποιεί, προκειμένου να βελτιστοποιήσει τη μάθηση. Ελπίζεται δε, ότι η εφαρμογή αυτής της διαδικασίας μοντελοποίησης στα δασικά πρωτογενή δεδομένα δέντρων Πεύκης (*Pinus brutia*) από το περιαστικό δάσος Θεσσαλονίκης, θα προσφέρει μια γενική εναλλακτική αξιόπιστη λύση στο πρόβλημα ακριβούς εκτίμησης των διαμέτρων σε οποιοδήποτε ύψος του κορμού των ιστάμενων δέντρων.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι αφενός μεν η κατάρτιση του προσθετικού μοντέλου ευφούς συστήματος εποπτευόμενης μηχανικής μάθησης: του τυχαίου δάσους, αφετέρου δε, η συγκριτική αξιολόγησή του με μοντέλα μη-γραμμικής παλινδρόμησης, τα οποία καταρτίστηκαν προκειμένου να εκτιμήσουν τις διαμέτρους των κορμών Πεύκης σε οποιοδήποτε ύψος. Τέλος, μετά τη διαπίστωση της αποτελεσματικότερης μεθοδολογίας για το συγκεκριμένο δείγμα πρωτογενών στοιχείων, γίνεται συζήτηση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων που προσφέρει η κάθε μία μέθοδος μοντελοποίησης.

Υλικά και Μέθοδοι

Δεδομένα

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν συστηματικό δείγμα μεγέθους $n=94$ δέντρων Τραχιάς Πεύκης (*Pinus brutia*) από το περιαστικό δάσος Θεσσαλονίκης. Το δείγμα πάρθηκε από τις δασοσκεπείς και μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις μεγέθους 2.600 ha, του περιαστικού δάσους έκτασης 3.018,84 ha (Γκατζογιάννης κ.α. 1996). Επί του κορμού των δέντρων αυτών μεταξύ των άλλων μετρήθηκαν η πρεμνική ($d_{0,3}$) και η στηθιαία διάμετρος ($d_{1,3}$) με παχύμετρο, οι διαμέτροι (d_i) ανά ένα μέτρο πάνω από το στηθιαίο ύψος μέχρι το ολικό ύψος κάθε δέντρου με ρελασκόπιο και το ολικό ύψος (h_{total}) με το υψόμετρο Blume-Leiss. Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων προέκυψε δείγμα μεγέθους $n=445$ γραμμών δεδομένων. Για τη διερεύνηση και κατάρτιση του καταλληλότερου μοντέλου, στην περίπτωση μοντελοποίησης με τον αλγόριθμο του τυχαίου δάσους, το δείγμα των $n=445$ γραμμών δεδομένων χωρίστηκε κάνοντας χρήση τυχαίων αριθμών σε δύο διακριτά μέρη: α) στο δείγμα των δεδομένων κατάρτισης του κατάλληλου μοντέλου το οποίο αποτελεί το 90% των συνολικών γραμμών δεδομένων ($n_1=401$) και β) στο δείγμα των δεδομένων επαλήθευσης του μοντέλου που καταρτίστηκε, τα οποία αποτελούνται από τις υπόλοιπες 10% γραμμές δεδομένων ($n_2=44$). Στην περίπτωση της κατάρτισης των μοντέλων μη γραμμικής παλινδρόμησης, δεν χρησιμοποιήθηκε αυτός ο διαχωρισμός γιατί δεν επιδρά στην αξιολόγηση κατάρτισης του μοντέλου παλινδρόμησης με τον τρόπο που εφαρμόζεται στα μοντέλα ευφούς μάθησης, ενώ οδηγεί σε απώλεια επιπρόσθετης πληροφορίας (Hursch 1991).

Μη-γραμμική παλινδρόμηση

Προκειμένου να καταρτιστεί μοντέλο παλινδρόμησης το οποίο θα έχει τη δυνατότητα να εκτιμά την έμφλοια διάμετρο σε οποιοδήποτε ύψος του ιστάμενου κορμού, έγινε προσαρμογή ενός μεγάλου αριθμού εξισώσεων πολλαπλής και μη-γραμμικής παλινδρόμησης στα δεδομένα, με τη χρήση του στατιστικού πακέτου IBM SPSS, με εξαρτημένη μεταβλητή την ($d_i/d_{1,3}$) και ανεξάρτητες μεταβλητές την πρεμνική διάμετρο ($d_{0,3}$), το ολικό ύψος (h_{total}) και το ύψος εκείνο στο οποίο χρειάζεται η εκτίμηση της έμφλοιας διαμέτρου (h_{di}). Η Lilliefors στατιστική δοκιμασία (Lilliefors 1967), καθώς και γραφικά κανονικής πιθανότητας χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να εξεταστεί η κανονικότητα της εξαρτημένης μεταβλητής. Μεταξύ των μοντέλων μη-γραμμικής παλινδρόμησης τα οποία διερευνήθηκαν, αυτά τα οποία έδωσαν την καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα ήταν το logistic (1) μοντέλο και το Gompertz (2) μοντέλο (Ratkowsky 1990):

$$\frac{d_i}{d_{1.3}} = \frac{1}{1+e^{[-(\theta_1+\theta_2 \cdot d_{0.3}+\theta_3 \cdot h_{total}+\theta_4 \cdot h_{di})]}} \quad (1)$$

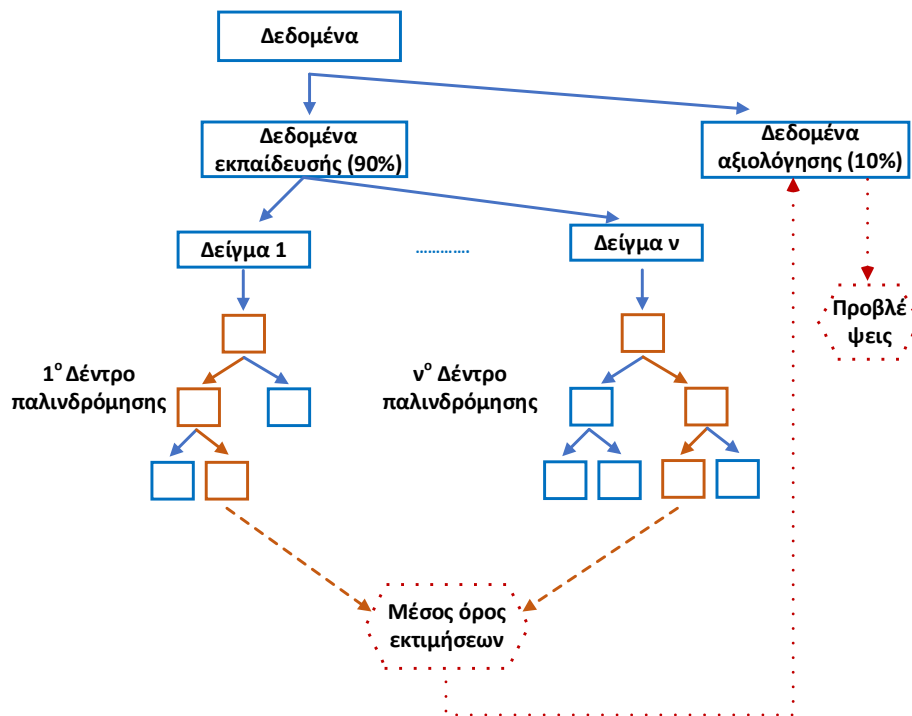
$$\frac{d_i}{d_{1.3}} = \theta_1 \cdot e^{[-\theta_2 \cdot e^{(\theta_3 \cdot d_{0.3}+\theta_4 \cdot h_{total}+\theta_5 \cdot h_{di})}]} \quad (2)$$

όπου θ_i είναι συντελεστές παλινδρόμησης.

Εξαιτίας της ανομοιογένειας της διακύμανσης που εμφανίζει η εξαρτημένη μεταβλητή, χρησιμοποιήθηκε στάθμιση των μοντέλων παλινδρόμησης τα οποία διερευνήθηκαν.

Τυχαίο δάσος (Random Forest regression, RFr)

Ο αλγόριθμος Random Forest regression, RFr είναι ένας εποπτευόμενος αλγόριθμος μηχανικής μάθησης. Βασίζεται και χρησιμοποιεί περισσότερα από ένα δέντρα απόφασης (decision trees), γι' αυτό έχει επικρατήσει η ορολογία «δάσος» (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Διάρθρωση τυχαίου δάσους
Figure 1. Random Forest regression (RFr) structure

Αποτελεί ένα είδος εκμάθησης διάρθρωσης αποφάσεων, βασιζόμενο σε μοντέλο πρόβλεψης, προκειμένου με δεδομένες τις τιμές των παρατηρήσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών να είναι σε θέση να εκτιμήσει τις αντίστοιχες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής. Τα δέντρα αποφάσεων στα οποία η μεταβλητή στόχος είναι συνεχής, αποτελούν τα δέντρα παλινδρόμησης. Το τυχαίο δάσος αποτελεί σύνολο ή συλλογή των δέντρων παλινδρόμησης των οποίων την πληροφορία χρησιμοποιεί. Επιλέγονται τυχαία οι παρατηρήσεις καθώς και οι μεταβλητές (features) για την δημιουργία των δέντρων παλινδρόμησης, διαδικασία η οποία έδωσε τον όρο «τυχαίο» στον αλγόριθμο. Οι εκτιμήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής εξαγονται ως μέσος όρος των αποτελεσμάτων των επιμέρους δέντρων. Κάθε επιμέρους δέντρο παλινδρόμησης αποτελείται από ένα συνδεδεμένο διάγραμμα ροής, όπου υπάρχει ένας μοναδικός αρχικός κόμβος από τον οποίο ξεκινούν δύο ακμές (κλαδιά) και καταλήγουν σε κόμβους «παιδιά» τα οποία προέρχονται από τους γονικούς κόμβους. Για κάθε κόμβο υπάρχει μια συνθήκη ικανοποίησης. Εφόσον αυτός ο στόχος δεν επιτευχθεί, προχωράει η διαδικασία σε νέο κόμβο και νέα παιδιά (Σχήμα 1). Κατά αυτό τον τρόπο, ο αλγόριθμος του τυχαίου δάσους παρουσιάζει ένα σημαντικό πλεονέκτημα: αποφεύγει την υπερπαραμετροποίηση (overfitting) του μοντέλου. Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι ο σχεδιασμός του έχει γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην έχει τη δυνατότητα να προβλέπει τιμές πέραν των ορίων των μεταβλητών με τις οποίες έχει εκπαιδευτεί. Η εκμάθηση του μοντέλου τυχαίου δάσους

προγραμματίστηκε σε γλώσσα προγραμματισμού Python (Van Rossum και Drake 2011, Python Software Foundation), με χρήση των βιβλιοθηκών της scikit-learn (Pedregosa κ.α. 2011).

Κριτήρια αξιολόγησης των μοντέλων

Για την αξιολόγηση των μοντέλων παλινδρόμησης και του μοντέλου τυχαίου δάσους 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) το εκατοστιαίο σχετικό σφάλμα (RE%) των εκτιμήσεων, ως μέτρο ακρίβειας του μοντέλου, 4) η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) μεταξύ των πραγματικών τιμών και των εκτιμώμενων τιμών από το μοντέλο και 5) ο δείκτης FI του Furnival.

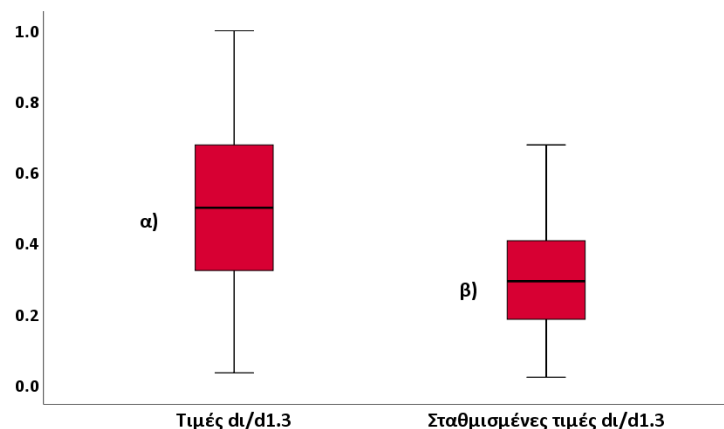
Αποτελέσματα

Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για την πρεμνική και τη στηθαία διάμετρο και το ολικό ύψος των δέντρων των πρωτογενών δεδομένων, δίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των πρωτογενών δεδομένων.
Table 1. Descriptive statistics for the raw data set.

XI. τή	Μεταβλη	Μέσος	Τυπικό σφάλμα μέσου	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Διακύμανση
d _{0.3} , εκ.		18,93	0,3045	39,0	9,0	41.25
d _{1.3} , εκ.		15,02	0,3191	38,5	6,0	45.31
h _{total} , μ.		6,95	0,0848	12,0	3,3	3.20

Εξαιτίας της ανίχνευσης της ανομοιογένειας στη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής, μέσω της διερευνητικής ανάλυσης δεδομένων και στικτών διαγραμμάτων (IBM SPSS 19, 2016), χρησιμοποιήθηκε στάθμιση των εξισώσεων παλινδρόμησης. Η διερεύνηση του καταλληλότερου σταθμικού έγινε με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας. Το σταθμικό που προέκυψε με βάση τη διακύμανση των τιμών της διαμέτρου, μετά από διερεύνηση της τιμής του εκθέτη της, στο διάστημα τιμών [-3,3], ανά 0,1, ήταν $w_i = \frac{1}{(d_{1.3})^{0.2}}$.



Σχήμα 2. Θηκογράμματα εξαρτημένης μεταβλητής σε μη σταθμισμένες (α) και σε σταθμισμένες (β) τιμές.
Figure 2. Box-plots of the unweighted (α) values and the weighted (β) values of the dependent variable.

Η διερευνητική ανάλυση στα δεδομένα έδειξε μικρή απόκλιση από την κανονικότητα. Από τα θηκογράμματα του Σχήματος 2 φαίνεται η διόρθωση της ανομοιογένειας της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής μετά τη στάθμιση.

Από την εφαρμογή της πολλαπλής και μη-γραμμικής παλινδρόμησης, τα μοντέλα που προσαρμόστηκαν καλύτερα στα δεδομένα ήταν το logistic (εξ. 1) μοντέλο και το Gompertz (εξ. 2) μοντέλο. Ο έλεγχος σημαντικότητας των συντελεστών παλινδρόμησης για τις δύο εξισώσεις δίνεται στον Πίνακα 2.

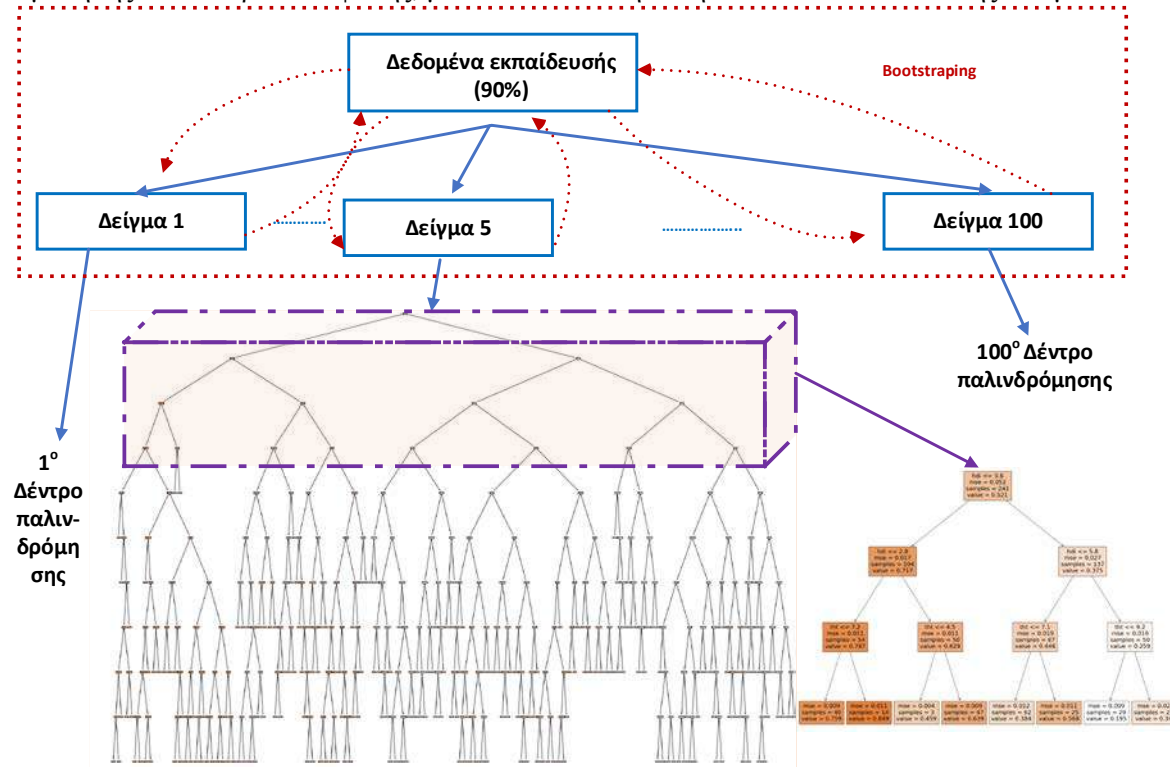
Η εκπαίδευση του τυχαίου δάσους έγινε με τη χρήση 100 δέντρων παλινδρόμησης (Σχήμα 3) των οποίων ο αριθμός αποφασίστηκε μετά από δοκιμές αριθμών δέντρων από 2 έως και 150. Διαπιστώθηκε ότι μετά τη χρήση των 100 δέντρων δεν υπήρξε σημαντική βελτίωση του μέσου σφάλματος εκτίμησης θεωρητικών τιμών από το μοντέλο.

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστών παλινδρόμησης και 95% ασυμπτωτικά διαστήματα εμπιστοσύνης ($\alpha=0,05$), για τις σταθμισμένες εξισώσεις (1) και (2).

Table 2. Regression coefficient values, and 95% confidence intervals ($\alpha=0.05$), for the weighted equations (1) and (2).

Σταθμισμένα μοντέλα μη-γραμμικής παλινδρόμησης						
logistic μοντέλο (εξ. 1):			Gompertz μοντέλο (εξ. 2):			
$\frac{d_i}{d_{1,3}} \cdot w_i = \left(\frac{1}{1 + e^{[-(\theta_1 + \theta_2 \cdot d_{0,3} + \theta_3 \cdot h_{total} + \theta_4 \cdot h_{di})]}} \right) \cdot w_i$			$\frac{d_i}{d_{1,3}} \cdot w_i = (\theta_1 \cdot e^{[-\theta_2 \cdot e^{(\theta_3 \cdot d_{0,3} + \theta_4 \cdot h_{total} + \theta_5 \cdot h_{di})]}}) \cdot w_i$			
Συντελεστές παλινδρόμησης	Διάστημα εμπιστοσύνης			Διάστημα εμπιστοσύνης		
	Τιμή και (τυπικό σφάλμα)	Ανώτερο όριο	Κατώτερο όριο	Τιμή και (τυπικό σφάλμα)	Ανώτερο όριο	Κατώτερο όριο
θ_1	1.184 (0.103)	0.982	1.387	1.108 (0.081)	0.949	1.268
θ_2	-0.024 (0.005)	-0.035	-0.014	0.410 (0.066)	0.279	0.540
θ_3	0.302 (0.021)	0.262	0.343	0.015 (0.004)	0.008	0.022
θ_4	-0.638 (0.020)	-0.676	-0.599	-0.192 (0.026)	-0.244	-0.141
θ_5	---	---	---	0.381(0.040)	0.301	0.460

Επίσης, επιλέχθηκε η bootstrap μέθοδος, όσον αφορά την επιλογή των δεδομένων για κάθε δέντρο παλινδρόμησης, έτσι ώστε να τυχαιοποιηθεί με επανάθεση πλήρως η επιλογή των δεδομένων κατάρτισης των δέντρων απόφασης. Τέλος, επιλέχθηκε παρέμβαση στο βάθος των κλάδων των δέντρων, στους 10 κλάδους (Σχήμα 3), προκειμένου να μην υπάρχει υπερπαραμετροποίηση της εκμάθησης του δέντρου απόφασης, μετά από επαναληπτική διαδικασία εκπαίδευσης του μοντέλου.



Σχήμα 3. Διάρθρωση του δικτύου τυχαίου δάσους.
Figure 3. Random Forest regression architecture.

Τα στατιστικά κριτήρια αξιολόγησης για το συνολικό δείγμα των 445 γραμμών, για τα μοντέλα μη γραμμικής παλινδρόμησης και τυχαίου δάσους, δίνονται στον Πίνακα 3. Ειδικότερα, για τα σταθμισμένα μοντέλα της μη-γραμμικής παλινδρόμησης, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης του Furnival προκειμένου να μετασχηματιστεί το σφάλμα των σταθμισμένων εξισώσεων (μετασχηματισμένες τιμές

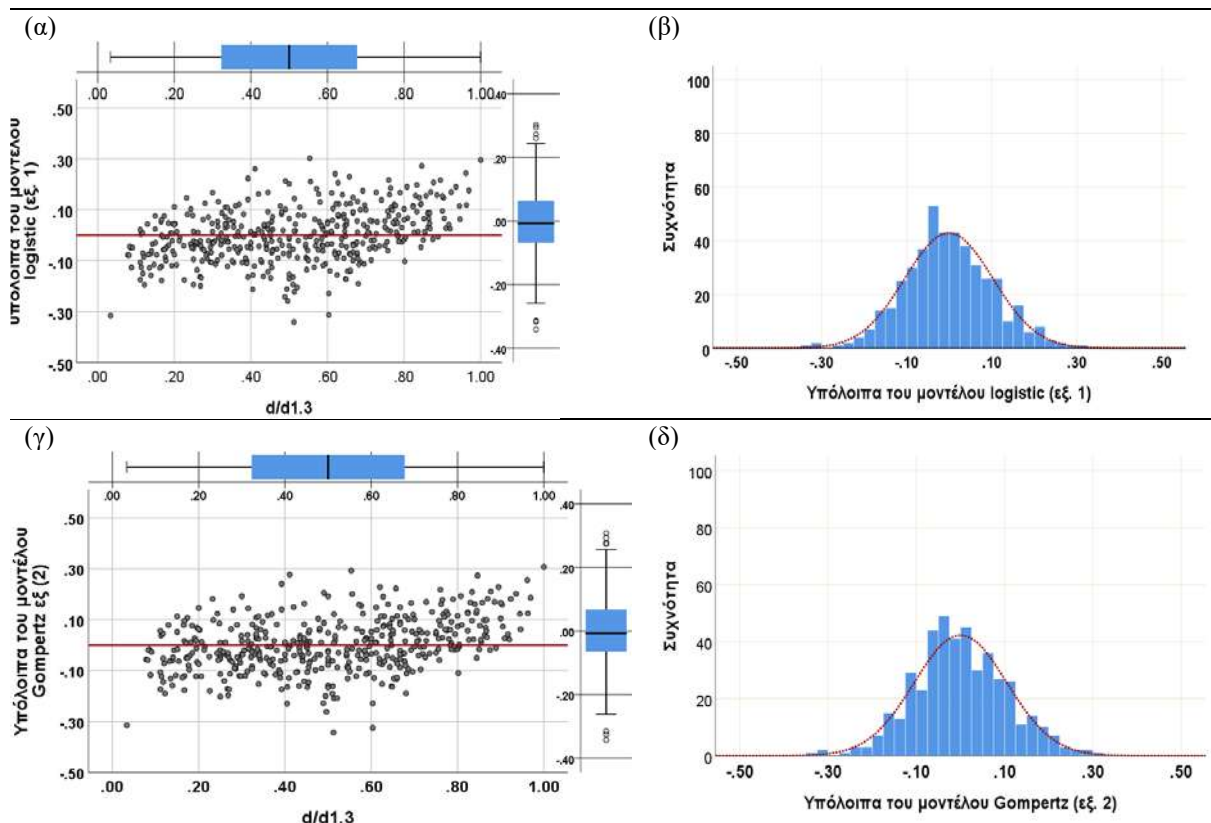
σφάλματος) οπότε να είναι συγκρίσιμο με το αντίστοιχο σφάλμα του RFr μοντέλου. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του δείκτη (Furnival 1961) τόσο καλύτερη η προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, όλα τα στατιστικά μέτρα αξιολόγησης έχουν καλύτερες τιμές για το RFr μοντέλο, ενώ οι εξισώσεις που αναφέρονται στη μη-γραμμική παλινδρόμηση έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, το RMSE για το RFr μοντέλο, είναι κατά 8,18% μικρότερο από το αντίστοιχο σφάλμα του logistic (εξ. 1) μοντέλου, ενώ RE% των εκτιμήσεων, χρησιμοποιούμενο ως μέτρο ακρίβειας των μοντέλων, δείχνει ότι το RFr μοντέλο είναι κατά 7,89% ακριβέστερο στις εκτιμήσεις του από τις εκτιμήσεις του logistic (εξ. 1) μοντέλου.

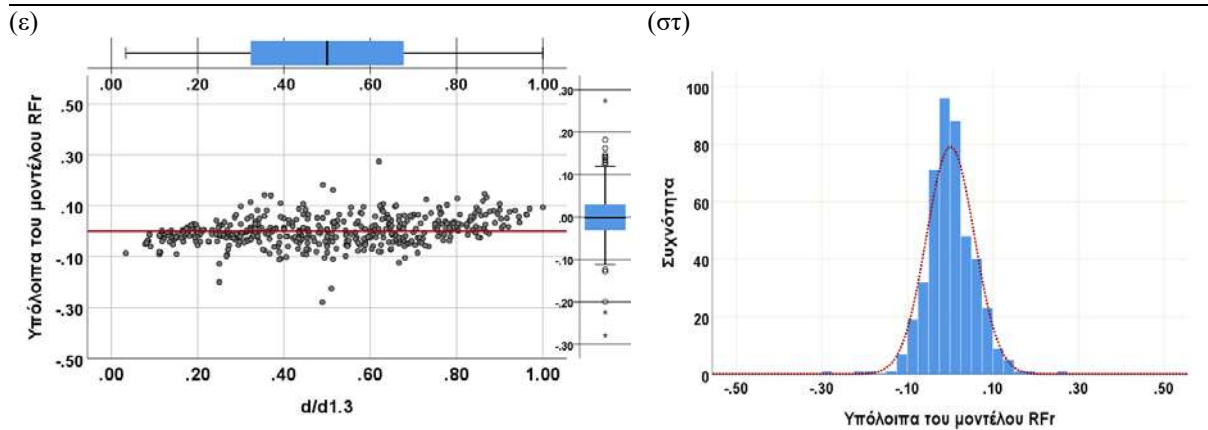
Πίνακας 3. Κριτήρια αξιολόγησης των τριών μοντέλων.
Table 3. Evaluation statistics for the three models.

Μοντέλο	Εξαρτημένη μεταβλητή	R	MaxAE	RE%	RMSE	Παράγοντας ^a	Δείκτης Furnival
logistic (εξ. 1)	$d_i/d_{1,3} \cdot w_i$	0.8928	0.3404	16.16	0.0611	1.6921	0.1034
Gompertz (εξ. 2)	$d_i/d_{1,3} \cdot w_i$	0.8897	0.3421	16.47	0.0697	1.6921	0.1049
Random Forest reg.	$d_i/d_{1,3}$	0.9696	0.2790	8.27	0.0561	1	0.0561

^aπρόκειται για τον αντίλογαριθμό της αντίστροφης παραγώγου της εξαρτημένης μεταβλητής των εξισώσεων ως προς την αμετασχημάτιστη μεταβλητή. Αποτελεί απαραίτητη ποσότητα για τον υπολογισμό του δείκτη του Furnival.

Από την ανάλυση υπολοίπων των τριών μοντέλων προέκυψαν υπόλοιπα κανονικά κατανομημένα, με μικρή και ομοιογενή διασπορά, γεγονός που υποστηρίζει την στατιστικά ορθή κατασκευή των μοντέλων (Σχήμα 4).





Σχήμα 4. Στικτά διαγράμματα (α και γ) και ιστογράμματα υπολοίπων (β και δ) για τα μοντέλα μη-γραμμικής παλινδρόμησης και για το μοντέλο τυχαίου δάσους (ε και στ), αντίστοιχα.

Figure 4. Errors dot diagrams (a and γ) and errors histograms (β and δ) for the non-linear regression models and for the Random Forest regression model (ε and στ), respectively.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η γνώση των διαμέτρων ενός ιστάμενου κορμού σε οποιοδήποτε ύψος από το έδαφος, αποτελεί μια επίπονη διαδικασία στο πεδίο. Η γνώση των τιμών αυτών των διαμέτρων με ακρίβεια, δίνει τη δυνατότητα όχι μόνο της ακριβούς τμηματικής ογκομέτρησης του κορμού, αλλά και την διεξαγωγή συμπερασμάτων για τη δομή των συστάδων με αποτέλεσμα την ορθολογική διαχείρισή τους. Στην εργασία αυτή έγινε εφαρμογή της μεθόδου ευφυούς συστήματος τεχνητής νοημοσύνης, αυτής του τυχαίου δάσους (Random Forest regression, RFr) και ακολούθησε συγκριτική αξιολόγηση με τις περισσότερο κλασικές μεθόδους μοντελοποίησης όπως αυτή της θεωρίας της μη-γραμμικής παλινδρόμησης. Η αναγκαιότητα της εφαρμογής μιας μεθόδου ευφυούς συστήματος προκύπτει από το γεγονός των δυσκολιών που πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά την εφαρμογή της μεθόδου της παλινδρόμησης. Βασική τροχοπέδη αποτελεί η απαίτηση των στατιστικών προϋποθέσεων όσον αφορά τα πρωτογενή δεδομένα (κανονικότητα, σταθερή διακύμανση τιμών, ανεξαρτησία παρατηρήσεων, κλπ). Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι αποκλίσεις από τις προϋποθέσεις της παλινδρόμησης είναι αναγκαία η εφαρμογή διορθωτικών μεθόδων, οι οποίες απαιτούν χρόνο και προσπάθεια. Η προηγούμενη προϋπόθεση, σε συνδυασμό με την απαίτηση της γνώσης της κατάλληλης μορφής της εξίσωσης, η οποία θα έχει τη δυνατότητα να περιγράψει με αξιοπιστία τα πρωτογενή δεδομένα, καθιστούν την εφαρμογή μεθόδων παλινδρόμησης δύσκολη και χρονοβόρα. Ειδικότερα, για την εφαρμογή της μη-γραμμικής παλινδρόμησης, είναι απαραίτητη η γνώση αρχικών τιμών των συντελεστών του μοντέλου από τον ερευνητή, έτσι ώστε να έχει τη δυνατότητα να συγκλίνει το μοντέλο σε γενικά ελάχιστα σφάλματα τα οποία να αντιπροσωπεύουν όλο το εύρος των τιμών των παρατηρήσεων αποφεύγοντας μ' αυτόν τον τρόπο την παγίδευση της σύγκλισης σε τοπικά ελάχιστα σφαλμάτων. Από την άλλη πλευρά, τα ευφυή συστήματα, όπως αυτό του τυχαίου δάσους, έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν τα πρωτογενή δεδομένα χωρίς καμιά προϋπόθεση και δεν απαιτούν από τον ερευνητή να γνωρίζει τη μορφή του μοντέλου το οποίο μπορεί με αξιοπιστία να περιγράψει τα δεδομένα. Το ίδιο το σύστημα το δημιουργεί. Είναι απαραίτητη όμως η επιλογή των κατάλληλων τιμών των παραμέτρων βάσει των οποίων το μοντέλο ευφυούς μάθησης προσαρμόζεται στα δεδομένα. Αυτή η επιλογή γίνεται με μεθόδους επαναληπτικής διαδικασίας εκμάθησης του μοντέλου με διαφορετικές παραμέτρους και τελική επιλογή της ακριβέστερης μάθησης. Συγκεκριμένα, για την εκμάθηση του τυχαίου δάσους, απαιτήθηκε η επιλογή του κατάλληλου αριθμού δέντρων απόφασης και ο προσδιορισμός της πολυπλοκότητας του καθενός από αυτά τα δέντρα.

Η ικανότητα του μοντέλου τυχαίου δάσους να εκτιμά με μεγαλύτερη ακρίβεια, συγκρινόμενο με τα μοντέλα μη-γραμμικής παλινδρόμησης, τις διαμέτρους σε οποιοδήποτε ύψος του κορμού, έδειξε ότι η διαδικασία αυτή ευφυούς μάθησης μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε δασικά δεδομένα. Επίσης έδειξε ότι το μοντέλο είναι γενικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια για την εκτίμηση της συγκεκριμένης μεταβλητής, σε δέντρα Τραχείας Πεύκης με εύρος τιμών κορμών παρόμοιο με αυτό των δεδομένων κατάρτισης του μοντέλου. Παρόλο το γεγονός ότι το μοντέλο τυχαίου δάσους δεν έχει τη μορφή ενός συμβατικού μοντέλου, η εφαρμογή του στα δασικά πρωτογενή δεδομένα δέντρων Τραχείας Πεύκης από

το περιστατικό δάσος Θεσσαλονίκης προσέφερε μια εναλλακτική αξιόπιστη λύση στο πρόβλημα ακριβούς εκτίμησης των διαμέτρων σε οποιοδήποτε ύψος του κορμού των ιστάμενων δέντρων.

Abstract

The difficulty of locating and measuring the tree trunk diameters at heights above the ground is a problem that can be addressed through the application of intelligent systems methods. This paper explores the possibility of applying the Random Forest regression method in order to assess as accurately as possible the size of the diameters of the tree trunks at any height above the ground, taking into account data that can be easily measured in the field. The effectiveness of the Random Forest regression method is compared with the results of non-linear regression models that fitted to the available data and evaluated. This research has shown that the RFr method can be a reliable alternative methodology in order to achieve the accuracy of the information provided, saving time and effort in field.

Βιβλιογραφία

- Bayat, M., Bettinger, P., Heidari, S., Henareh Khalyani, A., Jourgholami, M. and 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.
- Breiman, L., 2001. Random Forests. *Machine Learning* 45(1): 5–32.
- Γκατζογιάννης, Στ., Κυριακίδης, Π. και Γκίγκης, Χ., 1996. Σχέδιο Διαχείρισης Περιστατικού Δάσους Θεσσαλονίκης, ΙΔΕ/ΕΘΙΑΓΕ και Δασαρχείο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Cluter, A., Cluter, D.R. and Stevens, J.R., 2011. Random Forests. *Machine Learning* 45(1): 157-176.
- Diamantopoulou, M., 2005. Artificial neural networks as an alternative tool in pine bark volume estimation. *Comput. Electron. Agric.* 48: 235-244.
- Diamantopoulou, M.J., Milios, E., Doganos, D., and Bistinas, I., 2009. Artificial Neural Network Modeling For Reforestation Design Through The Dominant Trees Bole-Volume Estimation. *Nat. Resour. Model*, 22(4): 511-543.
- Διαμαντοπούλου, Μ., Σταματέλλος, Γ. 2013. Εφαρμογή νευρωνικών δικτύων στην εκτίμηση του αριθμού κορμών σε δασικές εκτάσεις. Πρακτ. 16^ο Παν. Δασ. Συν. και Annual Meeting Pro Silva Europe. "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. and Yavuz, H., 2018. Tree-bark volume prediction via machine learning: a case study based on black alder's tree-bark production. *Comput. Electron. Agr.* 151: 431–440.
- Draper, N.R and Smith, H., 1998. *Applied Regression Analysis*. Wiley, N.Y. pp. 706.
- Furnival, G. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *For. Sci.* 7(4): 337-341.
- Hoaglin, D.C., Mosteller, F. and Tukey, J.W., 2006. *Exploring data tables, trends and shapes*. John Wiley and Sons Inc., New York. pp. 538.
- Hursh, R., 1991. Validation samples. *Biometrics* 47, 1193–1194.
- IBM SPSS 19, 2016. *Guide to Data Analysis* by Marija Norusis, Inc. SPSS
- Lilliefors, H.W., 1967. On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown. *Jour. of the Amer. Stat. Assoc.* 62: 399-402.
- Μάτης, Κ.Γ., 2003. Δασική Βιομετρία Ι. Στατιστική. 2η έκδ. Εκδόσεις Πήγασος, Θεσσαλονίκη. Σελ. 598.
- Μάτης, Κ.Γ., 2004. Δασική Βιομετρία ΙΙ. Δενδρομετρία. Εκδ. Πήγασος 2000, Θεσσαλονίκη. Σελ. 674.
- Özçelik, R., Diamantopoulou, M.J. and Trincado, G., 2019. Evaluation of potential modeling approaches for Scots pine stem diameter prediction in north-eastern Turkey. *Comput. Electron. Agric.*, 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. and Duchesnay, E., 2011. Scikit-learn: Machine Learning in Python. *J Mach Learn Res.* 12: 2825-2830.
- Prasad, A.M., Iverson, L.R., and Liaw, A., 2006. Newer Classification and Regression Techniques: Bagging and Random Forests for Ecological Prediction. *Ecosystems* 9:181—199.
- 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 Monographs*, vol. 107. Marcel Dekker Inc., N.Y. pp. 241.

- Segal, M.R., 2003. Machine Learning Benchmarks and Random Forest Regression. UCSF: Center for Bioinformatics and Molecular Biostatistics. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/35x3v9t4>.
- Van Rossum, G. and Drake, F.L., 2011. The Python Language Reference Manual. Network Theory Ltd. pp.150.
- West, P.W., 2009. Tree and Forest Measurement. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin. pp. 191.

Η ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΝΕΕΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Καραδόντα, Αντιγόνη¹; Παπαδόπουλος, Ιωάννης²

¹Δασαρχείο Χαλκίδας, Χαϊνά 97-341 00 Χαλκίδα, akaradonta@gmail.com

²Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών και Σχεδιασμού Ξύλου - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Β. Γρίβα 11-13, 43100 Καρδίτσα, paradio@uth.gr

Περίληψη

Η Δασική Υπηρεσία, αποτελεί μία από τις πρώτες υπηρεσίες από συστάσεως του Ελληνικού κράτους που οργανώθηκε στα πρότυπα του γραφειοκρατικού μοντέλου διοίκησης. Από το 1833 μέχρι σήμερα λόγω των κοινωνικοοικονομικών αναγκών, των αλλαγών που έχουν συντελεσθεί και με δεδομένο ότι είναι Υπηρεσία του κεντρικού κράτους, το σύστημα διοίκησης διαφοροποιείται, ακολουθώντας τους τιθέμενους γενικούς σκοπούς και στόχους των διοικητικών μεταρρυθμίσεων. Η Δασική Υπηρεσία διαχειρίζεται ένα συνταγματικά προστατευτέο «πόρο» ο οποίος όμως αποτελεί ανθρώπινο και κοινωνικό δικαίωμα. Η υιοθέτηση από τη Δασική Υπηρεσία μιας μακροπρόθεσμης σύγχρονης δασικής πολιτικής που θα συμπεριλαμβάνει τις νέες διοικητικές προκλήσεις μπορεί να δημιουργήσει μια νέα δυναμική στην κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική της αποστολή.

Λέξεις κλειδιά: Δασική Υπηρεσία, Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ, γραφειοκρατία, ηλεκτρονική διακυβέρνηση, νέες τεχνολογίες.

Εισαγωγή

Το κράτος, είναι ο φορέας εκείνος που οργανώνει την δημόσια διοίκηση διά της επιλογής του συστήματος διοικητικής οργάνωσης. Σκοπός αυτής, υπό το πρίσμα της εξυπηρέτησης του λαού είναι η προστασία του γενικού συμφέροντος, ώστε να υπάρξει εξασφάλιση της ισορροπίας μεταξύ της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης (Κοϊμτζόγλου 2005, Παπαχατζής 1983). Η οργάνωση επηρεάζεται από ιστορικούς, ιδεολογικούς οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Η έννοια της δημόσιας γραφειοκρατίας συνίσταται από τα συστήματα, τις μονάδες (δημόσιες υπηρεσίες και αρχές) και τα όργανα διοικητικής οργάνωσης, δηλαδή φυσικά πρόσωπα τα οποία έχοντας δημόσια εξουσία εκφράζουν με τις πράξεις τους τη βούληση της δημόσιας διοίκησης (Δαγτόγλου 2004, Σπηλιωτόπουλου 2001, Τάχου και Συμεωνίδη 1999, Παπανικολαΐδη 1992). Τα βασικά γνωρίσματα των διοικητικών οργάνων είναι τα εξής: (Κοϊμτζόγλου 2005): (α) ένταξη σε ιεραρχική δομή, (β) μυστικότητα στη δράση τους, (γ) δυνατότητα ανάκλησης των διοικητικών πράξεων.

Η έννοια της δημόσιας γραφειοκρατίας δεικνύει μια αρνητική έννοια και μια δυσλειτουργία γενικότερα. Μία γραφειοκρατικά δομημένη συμπεριφορά της δημόσιας διοίκησης, στην περίπτωση που λειτουργεί στο πλαίσιο της αρχής της νομιμότητας, μπορεί να διασφαλίσει αποτελεσματική διαχείριση γνωστών και οριοθετημένων προβλημάτων ακόμη και ελεγχόμενης φύσης. Το ερώτημα που τίθεται είναι αν μπορεί να μεγιστοποιηθεί η ικανότητα των γραφειοκρατικών οργάνωσεων, χωρίς εξάρτηση από τα πρόσωπα που χειρίζονται το κάθε θέμα, ώστε να διαχειρίζονται με ταχύτητα, αποτελεσματικά και άμεσα τα ανακύπτοντα θέματα. (Μακρυδημήτρης κ.α. 1990),

Σε παγκόσμιο επίπεδο, αρχίζει να υπάρχει μία έντονη κριτική θεώρηση απέναντι στο Βεμπεριανό γραφειοκρατικό μοντέλο (γραφειοκρατικό σύστημα) και ειδικότερα στο κλασσικό και νεοκλασσικό δημόσιο μάνατζμεντ. Κατά την άποψη πολλών επιστημόνων (Norman 2001) η κοινωνία ήταν γεμάτη διακρίσεις, αδικίες και ανισότητες. Υποστήριζαν ότι η δημόσια διοίκηση στήριζε - τόσο πρακτικά όσο και θεωρητικά - αυτό το αφόρητο status quo. Εμφανίζεται μια διαφορετική και ολοκληρωμένη πρόταση οργάνωσης και λειτουργίας της δημόσιας διοίκησης. Η βασική ιδέα που αναβίωσε ήταν ότι οι ανθρώπινες υπάρξεις είναι πολιτικά όντα και ως τέτοιες έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν στην πολιτική ζωή. Το γεγονός αυτό αρκεί για να αναδείξει τη σημασία του νέου συστήματος και να χαρακτηρίσει μια νέα εποχή στη διοίκηση, της εποχής του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ - ΝΔΜ (Norman 2001).

Δεν υπάρχει αμφιβολία πως το νέο δημόσιο μανάτζμεντ (ΝΔΜ - New Public Management) αποτελεί σημαντική έννοια αναφορικά κυρίως με τα πλεονεκτήματα που αποφέρει στη δημόσια διοίκηση και στη διοικητική εν γένει επιστήμη. Το Νέο Δημόσιο Μανάτζμεντ αποτελεί το μοντέλο διοικητικής οργάνωσης, στο οποίο η διοίκηση εκλαμβάνεται ως τεχνική και αποσκοπεί στην ικανοποίηση οικονομικών στόχων και επιδιώξεων (Norman, 2001). Οι δύο βασικοί άξονες γύρω από τους οποίους περιστρέφεται είναι οι πολιτικές και οργανωτικές διαδικασίες υλοποίησης των αποφάσεων που λαμβάνονται και η συστηματική ανάλυση της διοικητικής πρακτικής. Το ΝΔΜ δεν αποτελείται από έναν αυστηρό και περιορισμένο κατάλογο δράσεων. Αντίθετα, περιλαμβάνονται δράσεις τόσο του κλασικού επιχειρηματικού μανάτζμεντ όσο και της Δημόσιας Διοίκησης (Public Administration). Ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες που διέπουν τις χώρες που προτίθενται να το εφαρμόσουν, δίνουν στις μεταρρυθμίσεις περισσότερο προγραμματικό, οργανωτικό ή ελεγκτικό χαρακτήρα (Καρκατσούλης 2004).

Η Δασική Υπηρεσία ως μέρος του κεντρικού τομέα, οφείλει να εφαρμόζει τις πρακτικές εκείνες που θα βελτιστοποιήσουν το παραγόμενο αποτέλεσμα για τον «πελάτη – πολίτη». Όπως προκύπτει από την ανάλυση των νομικών διατάξεων, είναι από τις πρώτες Δημόσιες Υπηρεσίες του νέου Ελληνικού Κράτους, η οποία συστήθηκε αμέσως μετά την απελευθέρωση, με τις διατάξεις της παρ. (δ) του άρθρου 2 του «Διατάγματος περί του σχηματισμού και των καθηκόντων της επί των Οικονομικών Γραμματείας» (ΦΕΚ 14/13-04-1833), με αρμοδιότητες της «η εκ των εθνικών δασών ωφέλεια κατά τας περί υλοτομίας αρχάς, η υπεράσπιση αυτών εναντίον των ενδεχομένων παρανομιών και η απελευθέρωσις των από επιβλαβείας δουλείας». Από την ίδρυσή της, της έχουν παρασχεθεί νομικές και διοικητικές εξουσίες, δίδοντας της έτσι μία έντονη αίσθηση συνταγματικής εξουσίας.

Η Δασική Υπηρεσία διαχειρίζεται ένα συνταγματικά προστατευτέο «πόρο» ο οποίος όμως αποτελεί ανθρώπινο και κοινωνικό δικαίωμα. Η έλλειψη προσωπικού, η συνεχώς μειούμενη χρηματοδότηση, η αφαίρεση βασικών αντικειμένων της (π.χ. δασοπυρόσβεση), η επιφόρτισή της με μη συναφή αντικείμενα (π.χ. αγροτική ασφάλεια), καθώς και η επικάλυψη των αντικειμένων της με άλλες Υπηρεσίες, είναι μερικά από τα κύρια προβλήματα της. Η απουσία μακρόχρονου σχεδιασμού και η τυχόν αλλαγή του, ανάλογα με την εκάστοτε κυβερνητική πολιτική, δημιουργεί μια επιπλέον επιβάρυνση. Το ιδιοκτησιακό καθεστώς των ελληνικών δασικών εκτάσεων (δημόσιες) σε σχέση με τις λοιπές, ευρωπαϊκές και μη χώρες, αποτελεί μία βασική διαφορά αναφορικά με την εφαρμογή του ΝΔΜ.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι μέσα από την ανάλυση της ιστορικής διαδρομής και εξέλιξης της Δασικής Υπηρεσίας στη χώρα μας και των αρχών και χαρακτηριστικών του προτεινόμενου μοντέλου διακυβέρνησης, να διερευνηθεί η δυνατότητα και η ετοιμότητα για τη μετάβαση της Δασικής Υπηρεσίας στη νέα εποχή διακυβέρνησης, στο πλαίσιο του ΝΔΜ.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μέθοδος για την παρουσίαση του ζητήματος της παρούσας, είναι η λεπτομερής ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, αξιοποιώντας και τις πληροφορίες των διαφόρων ΦΕΚ αναφορικά με τις διατάξεις που αφορούν την ίδρυση της Δασικής Υπηρεσίας και την εξέλιξη της διοικητικής της δομής της μέχρι σήμερα. Αντικείμενο αναζήτησης αποτέλεσαν τα αντικείμενα - αρμοδιότητες των Δασικών Υπηρεσιών της χώρας και αυτών της Γενικής Διεύθυνσης Δασών και Αγροτικών Υποθέσεων και του ΥΠΕΝ. Οι όροι «γραφειοκρατία» και «Νέο Δημόσιο Μανάτζμεντ», οι αρχές τους καθώς και παραδείγματα εφαρμογής τους σε διάφορες υπηρεσίες (και σε δασικές) καθώς και σε διάφορους οργανισμούς ανά τον κόσμο, εντάχθηκαν και αυτοί στο γενικό πλαίσιο της έρευνας. Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στη διερεύνηση των δυνατοτήτων εφαρμογής του ΝΔΜ, «Αξιοποίηση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών και Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση» για τις Δασικές Υπηρεσίες.

Αποτελέσματα

Γενικά περί διοικητικής οργάνωσης

Οι μορφές συστημάτων διοικητικής οργάνωσης είναι: α) το **συγκεντρωτικό σύστημα**: Η αποφασιστική αρμοδιότητα ασκείται από τα όργανα της δημόσιας διοίκησης, τα οποία εδρεύουν στην πρωτεύουσα του κράτους. Τα περιφερειακά όργανα περιορίζονται απλώς στην εκτελεστική αρμοδιότητα. Το συγκεντρωτικό σύστημα είναι αναγκαίο για τη διατήρηση της ενότητας και της ασφάλειας οποιουδήποτε Κράτους, β) το **αποκεντρωτικό σύστημα**: Η αποφασιστική αρμοδιότητα ασκείται από τα όργανα της διοίκησης που δεν εδρεύουν στην πρωτεύουσα του κράτους. Εφαρμόζεται

σε όση χωρική αρμοδιότητα καλύπτεται από την έκταση που καλύπτουν, επί τοπικών υποθέσεων και γ) το σύστημα της **διοικητικής αυτοδιοίκησης**.

Στην Ελληνική πραγματικότητα τώρα, και στο πλαίσιο των συνταγματικών διατάξεων του άρθρου 101 η διοίκηση του Ελληνικού κράτους έχει οργανωθεί σύμφωνα με το αποκεντρωτικό σύστημα¹ παρ'όλο που ουσιαστικά συνυπάρχουν και τα τρία (3) συστήματα (Τάχου 2005, Δαγτόγλου 2004). Τα κεντρικά όργανα του Κράτους, εκτός από ειδικές αρμοδιότητες, έχουν τη γενική κατεύθυνση, το συντονισμό και τον έλεγχο νομιμότητας των πράξεων των περιφερειακών οργάνων, όπως νόμος ορίζει, ενώ τα περιφερειακά όργανα του Κράτους έχουν γενική αποφασιστική αρμοδιότητα για τις υποθέσεις της περιφέρειάς τους (Κοϊμτζόγλου 2005). Από την ανάγνωση των διατάξεων προκύπτει ότι ο συνταγματικός νομοθέτης δεν μπορεί να προβεί στην κατάργηση άμεσα ή έμμεσα ή στον διαχωρισμό των συστημάτων διοίκησης. Παρέχεται όμως η δυνατότητα της παρέμβασης και της ρύθμισης του τρόπου λειτουργίας τους.

Ιστορική αναδρομή – Οργάνωση Δασικής Υπηρεσίας από τη σύστασή της μέχρι σήμερα.

Βασικό στοιχείο των νομικών διατάξεων του πρώτου δασικού κώδικα, (Ν.3077/1924)², είναι η διοικητική δομή της υπηρεσίας, τα ζητήματα της διαχείρισης και του κυνηγίου, των πυρκαγιών, καθώς και της προστασίας αυτών. Η θεσμοθέτηση τους στηρίχθηκε στις διατάξεις του τότε ισχύοντος Συντάγματος¹ (όπως και οι μετέπειτα εκδοθέντες νόμοι π.χ Ν. 998/79). Από τις πρώτες ουσιαστικές διατάξεις² (που ρυθμίζουν τα της δομής της (1843) έως και τη μεταπολίτευση και την είσοδο της χώρας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αυτή (δομή) συνεχώς μεταβάλλεται, εισάγοντας ή καταργώντας υπηρεσίες, χωρική διαίρεση και η ιεραρχία.

Δεδομένης της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης της χώρας και της μεγάλης ανάγκης για την εξεύρεση πόρων, κύρια αντικείμενα της ήταν αυτά που θα μπορούσαν να συμμετέχουν στην αύξηση των εσόδων όπως η διαχείριση των δασικών εν γένει εκτάσεων (Robinson 2013, Farnham κ.α. 1995) και το κυνήγι. Υπό το πρίσμα της προστασίας των αντικειμένων αυτών και της σημασίας που αποδίδονταν, θεσμοθετείται οι δασονομικοί υπάλληλοι να θεωρούνται ως ανακριτικοί υπάλληλοι (ισχύει έως και σήμερα – διατελούν υπό την επιτήρηση του αρμοδίου παρά πρωτοδικες, εισαγγελέα)³.

Εκ πρώτης, από κοινωνιολογικής άποψης και συνυπολογιζόμενου του γεγονότος ότι απαρτιζόταν από ένστολο προσωπικό (χωροφύλακες), διοικητικά οργανώνεται και αποτελεί ένα κλασσικό παράδειγμα του γραφειοκρατικού συστήματος όπως αυτή εκφράστηκε από τον κοινωνιολόγο Max Weber (Kumar 2016). Από δασοπονικής άποψης, οργανώθηκε κατά το «Δασαρχιακόν σύστημα» (Λάζος 1932). Κατά την τότε επικρατούσα άποψη τα χαρακτηριστικά του γραφειοκρατικού συστήματος οργάνωσης, όπως ο ορθολογικός σχεδιασμός και η εκπλήρωση των στόχων μέσω της σχολαστικής προσήλωσης στους κανόνες σε συνδυασμό με την αντικειμενικότητα, τη νομιμότητα και την εντιμότητα που χαρακτηρίζουν τη δράση της θεωρήθηκε ότι ταιριάζουν απόλυτα με την αποστολή της δημόσιας οργάνωσης (Αργυριάδης 1990). Χαρακτηριστικό επίσης, του γραφειοκρατικού συστήματος, ήταν η μη αναγνώριση της συμβολής του παράγοντα «άνθρωπος» στην διαδικασία παραγωγής, και κατ' επέκταση η εξαφάνισή του (Γαβριήλ 1995). Έτσι η Δασική Υπηρεσία, φαίνεται να πληροί όλα τα χαρακτηριστικά αυτού όπως (Φαναριώτης 1999): (α) ιεραρχική δομή της εξουσίας (αυστηρή επικοινωνία μεταξύ των επιπέδων αυτής) (β) Κανόνες και κανονισμοί (πρωτόκολλα, κώδικες διαδικασίες γραφείου), (γ) Απρόσωπος προσανατολισμός των σχέσεων, (δ) εξειδίκευση και καταμερισμός εργασίας (συνταγματικές κατευθυντήριες γραμμές για τον καταμερισμό ευθυνών), (ε) Υπάλληλική ιδιότητα στελεχών.

Ακολουθεί τη γενικότερη φιλοσοφία των δημοσίων υπηρεσιών με βασική διαφορά ότι από το έτος 1877 (και έως το 1917) είναι εντελώς αστυνομοκρατούμενη, αφού η διαχείριση των αντικειμένων της, ανατίθενται εξ ολοκλήρου στη Χωροφυλακή (σχετ. οι διατάξεις του Νόμου ΧΙΓ'(ΦΕΚ 57/1877)². Διατηρεί την κάθετη διάρθρωση της και η εκάστοτε δασική πολιτική χαράσσεται από το κεντρικό κράτος.

Με την πάροδο του χρόνου και όσο προχωρά η οργάνωση του ελληνικού κράτους, η Δασική Υπηρεσία προσπαθεί να ενστερνιστεί την αποτελεσματική διοίκηση, θέτοντας μεταξύ των βασικών

¹ <https://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-Politevma/Syntagma/>

² <http://www.et.gr/index.php/nomoi-proedrika-diatagmata>

³ Άρθρο 33- Διάταγμα της 10 (22) Ιουλίου 1836 (ΦΕΚ 33/1836) «περί των εις τα δάση γενομένων ανομημάτων», (<http://www.et.gr/index.php/nomoi-proedrika-diatagmata>)

προϋποθέσεων, την κατάρτιση διαφόρων σχεδίων και προγραμμάτων, τη λήψη αποφάσεων, την έκδοση οδηγιών, τη διενέργεια της αλληλογραφίας, την επεξεργασία διαφόρων στοιχείων, την τήρηση αρχείων αλλά και την ανάγκη χειρισμού των λεπτομερειών, που προέβλεπε η εφαρμογή όλων αυτών των προϋποθέσεων. Κύριο γνώρισμα όλων αυτών, η πολυπλοκότητα των διαδικασιών και των μεθόδων.

Ως υπηρεσία του αμιγούς δημοσίου τομέα, ακολουθεί τις πραγματοποιούμενες διοικητικές αλλαγές. Έτσι, σε μια πρώτη προσπάθεια αποκέντρωσης των δημοσίων υπηρεσιών (και των δασικών), κατ' εφαρμογή του άρθρου 99 του τότε Συντάγματος¹ εκδίδεται ο Ν. 3200/55 (ΦΕΚ 97/τ.Α/1955) «Περί Διοικητικής Αποκέντρωσης»⁴. Η άσκηση των αρμοδιοτήτων μεταφέρεται στους Νομάρχες, αφού ως αναφέρεται στις διατάξεις του άρθρου 24 είναι ο άμεσος αντιπρόσωπος της εκάστοτε Κυβέρνησης στο Νομό και υπεύθυνος για την άσκηση και εφαρμογή της κυβερνητικής πολιτικής στην περιφέρεια.

Στο πλαίσιο των διατάξεων του άρθρου 38 του Ν. 992/79 (ΦΕΚ 280/τ.Α/1979) καθώς και έβδομου άρθρου του Παραρτήματος 5 περί «Διοίκησης Έργου» του Ν. 1142/1981 (ΦΕΚ 79/τ.Α/1981) εκδίδεται Το Π.Δ. 1213/1981 (ΦΕΚ 300/τ.Α/1981) «Περί αναδιοργάνωσης των Δασικών Υπηρεσιών του Υπουργείου Γεωργίας»⁴, ρυθμίζει τη διοικητική δομή των δασικών υπηρεσιών, τα καθήκοντα και οι αρμοδιότητες και τη μεταξύ των ιεραρχία. (νοσταλγοί της οποίας παραμένουν πολλοί υπάλληλοι μέχρι σήμερα).

Σε περιφερειακό επίπεδο οι Δασικές Υπηρεσίες παύουν να ανήκουν οργανωτικά στην Κεντρική Διοίκηση από το έτος 1997, όταν με τις διατάξεις του Ν. 2503/1997 (ΦΕΚ 107/τ.Α/1997) ιδρύονται οι Περιφέρειες.

Σήμερα, και σε εφαρμογή των διατάξεων του Ν. 3852/2010 (ΦΕΚ 87/τ.Α/2010) περί «Νέας Αρχιτεκτονικής της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης - Προγράμματος Καλλικράτης», έχουν εκδοθεί επτά προεδρικά διατάγματα, με τα οποία συγκροτούνται ως ενιαίες μονάδες για τις αποκεντρωμένες υπηρεσίες του κράτους και ασκούν γενική αποφασιστική αρμοδιότητα στις κρατικές υποθέσεις της περιφέρειας τους, επτά (7) αποκεντρωμένες διοικήσεις, αυτών των, Αττικής, Θεσσαλίας - Στ. Ελλάδας, Μακεδονίας - Θράκης, Πελοποννήσου Δυτικής Ελλάδας και Ιονίου, Ηπείρου - Δυτικής Μακεδονίας, Κρήτης και Αιγαίου. Οι Περιφερειακές Δασικές Υπηρεσίες, εντάσσονται στο διοικητικό αυτό σύστημα με τελείως διαφορετική φιλοσοφία αναφορικά με την διοικητική δομή τους, με μοναδικό στοιχείο την έλλειψη ιεραρχίας μεταξύ τους (Δ/ση Συντονισμού και Επιθεώρησης Δασών, Διευθύνσεις Δασών των Νομών και τα Δασαρχεία). Προϊσταμένη Υπηρεσία είναι μόνο μία, η Γενική Δ/ση Δασών και Αγροτικών Υποθέσεων και υπό αυτήν εντάσσονται όλες οι προαναφερόμενες ως ανεξάρτητες, ισότιμες διοικητικές μονάδες επιπέδου διεύθυνσης.

Με τις διατάξεις του Π.Δ. 189/2009 (ΦΕΚ 221/τ.Α/2009²) περί «καθορισμού και ανακατανομή αρμοδιοτήτων των Υπουργείων», η Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος (αποκαλούμενη ως «κεντρική Υπηρεσία» μεταφέρεται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, ικανοποιώντας ταυτόχρονα και ένα πάγιο συνδικαλιστικό αίτημα. Η μεταφορά αυτή επιβεβαιώνει την ανάγκη αντιμετώπισης του δασικού περιβάλλοντος ως μέρος του ευρύτερου περιβάλλοντος. Μετά από μία μικρή περίοδο τεσσάρων (4) ετών (2010-2014), όπου είχε θεσμοθετηθεί η Ειδική Γραμματεία Δασών, η οργανωτική δομή που παραμένει έως και σήμερα είναι η Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος (αποτελούμενη πλέον από τέσσερις (4) Διευθύνσεις), να εμπίπτει στις αρμοδιότητες της Γενικής Γραμματείας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Κατά τη διάρκεια σύνταξης της παρούσας και στο πλαίσιο της με ημερομηνία 13 Αυγούστου 2021 Πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου (ΦΕΚ 143/τ.Α/2021) το σύνολο των Δασικών Υπηρεσιών της χώρας (με την υπάρχουσα δομή και ιεραρχία) μεταφέρεται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ

Το κίνημα του ΝΔΜ ξεκίνησε στο τέλος της δεκαετίας του 1970 και στην αρχή αυτής του 1980, κυρίως στις αγγλόφωνες χώρες όπως η Αγγλία (προπομπός - υπό την πρωθυπουργία της Μάργκαρετ Θάτσερ - 1979), οι Ηνωμένες Πολιτείες, (ειδικότερα σε εκείνες τις πολιτείες που είχαν υποστεί οικονομική ύφεση και φορολογική εξέγερση (π.χ. Καλιφόρνια) (Carvalho κ.α. 2006, Norman 2001). Αργότερα ακολούθησε η Αυστραλία, ο Καναδάς, η Νέα Ζηλανδία και η Ηπειρωτική Ευρώπη (Φινλανδία, Νορβηγία και Ολλανδία). Στη Νέα Ζηλανδία μάλιστα η εφαρμογή του ΝΔΜ με βάση ένα τριετή στρατηγικό σχεδιασμό βασισμένο σε οικονομικές θεωρίες οργάνωσης και διακυβέρνησης

κατέλαβε όλους τους τομείς διοικητικής δράσης με βάση έναν τριετή στρατηγικό σχεδιασμό (Palmer και Dunaford 2001). Η ερμηνεία που δίνεται για την εφαρμογή του, στις συγκεκριμένες χώρες είναι ότι σε αυτές παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη οικονομική, τεχνολογική και κοινωνική άνθηση, κατά τα τελευταία χρόνια, δημιουργώντας τις συνθήκες εκείνες για την ανάπτυξη νέων μοντέλων διοίκησης. Η αιτία αυτού είναι ότι στις αγγλοσαξωνικές χώρες επικρατεί μία λογική πραγματισμού (προσήλωση στην εφαρμογή και στην παραγωγή αποτελέσματος) σε σχέση με τις λοιπές χώρες όπου προέχει η κανονιστική και θεσμική κατοχύρωση. Στο τέλος, όμως, της δεκαετίας του '90 σημειώνεται ένας αναπροσανατολισμός του διοικητικού μοντέλου του ΝΔΜ προς την κεντρο-ευρωπαϊκή παράδοση (Pollitt κ.α. 2007).

Η επιτυχημένη εφαρμογή του στις προαναφερόμενες χώρες, το έθεσαν ως «τάση» για την πλειοψηφία των χωρών που απαρτίζουν τον ΟΟΣΑ (και όχι μόνο), ώστε να το εντάξουν στις διοικητικές του μεταρρυθμίσεις. Από πού προέρχεται το Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ, ποια η προέλευση του και ποιο το θεωρητικό του υπόβαθρο; Είναι πράγματι κάτι καινούργιο; Τελικά αυτό το μοντέλο ταιριάζει; Σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές το Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ έχει τις ρίζες του στη θεωρία της δημόσιας επιλογής και του managerialism (Norman 2001).

Οι πιο γνωστές από τις εφαρμογές – δράσεις του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ είναι (Asheesh και Standford 2001, Καρκατσούλης 2000): α) η διοίκηση αποτελεσμάτων, β) η διοίκηση ολικής ποιότητας, γ) η ηλεκτρονική διακυβέρνηση (e-government), δ) η μέτρηση της συγκριτικής απόδοσης (benchmarking), ε) ο έλεγχος (controlling), στ) η κατάρτιση προϋπολογισμού βάσει δεικτών απόδοσης, ζ) η μισθοδοσία των υπαλλήλων βάσει δεικτών απόδοσης και η) η κανονιστική μεταρρύθμιση.

Οι περισσότερες από τις προαναφερόμενες δράσεις, μπορεί να συναντηθούν σε διαφορετικά προγράμματα διοικητικής μεταρρύθμισης σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό ωριμότητας ή επιτυχίας, αλλά δύσκολα απαντάται διοικητική μεταρρύθμιση χωρίς να περιλαμβάνονται κάποιες από τις ως άνω αναφερόμενες εφαρμογές. Υπό το πρίσμα αυτό μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι το ΝΔΜ είναι μία πρόταση για την οργάνωση και τη λειτουργία της παγκοσμιοποιημένης δημόσιας διοίκησης (Καρκατσούλης 2000).

Η κατανόηση και η εφαρμογή του ΝΔΜ στην Ευρώπη συνδέεται με την έννοια της διακυβέρνησης (governance). Η ειδοποιός διαφορά της διακυβέρνησης και του management έγκειται στην συμπερίληψη των εννοιών της «κοινωνικής δικαιοσύνης» και της «κοινωνίας των πολιτών». Αντίθετα στις ΗΠΑ, στο ΝΔΜ μεταφέρονται οι βασικές αξίες και οι διοικητικές τεχνικές του ιδιωτικού τομέα.

Αρχές, χαρακτηριστικά, λειτουργίες του ΝΔΜ

Ως Αρχές του Νέου Δημοσίου Μάνατζμεντ νοούνται οι: α) αντικατάσταση ιεραρχικών δομών από αποκεντρωμένα διοικητικά περιβάλλοντα, όπου οι αποφάσεις λαμβάνονται πιο κοντά στο σημείο "δράσης", β) εστίαση στο αποτέλεσμα και όχι στη διαδικασία, δίνοντας έμφαση στη σχέση κόστους - οφέλους ("Doing more with less"), γ) καθιέρωση στόχων παραγωγικότητας και δημιουργία ανταγωνιστικού περιβάλλοντος μεταξύ των δημοσίων οργανισμών (benchmarking), δ) εξωστρέφεια της δημόσιας διοίκησης με προσανατολισμό προς τους πολίτες/πελάτες με σκοπό την βελτίωση της παρεχόμενης ποιότητας υπηρεσιών, ε) καθιέρωση και εφαρμογή εννοιών όπως: επιχειρηματικό σχέδιο, όραμα και αποστολή δημοσίων φορέων και υπηρεσιών, στ) αξιοποίηση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών και ηλεκτρονική διακυβέρνηση, ζ) ανάπτυξη ανθρώπινου δυναμικού μέσω της συνεχούς εκπαίδευσης και κατάρτισης του, καθώς μέσω του matching - ο κατάλληλος άνθρωπος στην κατάλληλη θέση, η) διαδικασία ελέγχου της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας και αξιολόγηση αυτών και θ) ενίσχυση προγραμματισμού και οργανωσιακής ευελιξίας.

Το ΝΔΜ υποστηρίζει την υιοθέτηση και άλλων, ευρέως διαδεδομένων, οικονομικών εργαλείων διοίκησης, όπως είναι οι συμφωνίες μεταξύ εργαζομένων και εργοδοτών μετά από διαπραγματεύσεις και όχι με βάση προκαθορισμένους κανόνες δημοσίου δικαίου, ο προγραμματισμός και η παρακολούθηση της διοικητικής δράσης με βάση στόχους και αποτελέσματα, οι δείκτες μέτρησης και αξιολόγησης των πολιτικών, η συγκριτική αξιολόγηση και ο ανταγωνισμός μεταξύ των δημοσίων υπηρεσιών, κ.ά..

Όλα τα μέτρα και οι δράσεις του ΝΔΜ βρίσκονται στον αντίποδα της γραφειοκρατικής οργάνωσης και της παραδοσιακής αντίληψης για την αξιοποίηση των ανθρώπινων πόρων, σύμφωνα με την οποία, οι υπάλληλοι του Κράτους αποτελούν απλά εργαλεία για την υλοποίηση της βούλησης του πολιτικού προϊσταμένου. Σύμφωνα με το ΝΔΜ, υπάρχει, εκτός από τη συλλογική διοικητική ευθύνη, και η

προσωπική ευθύνη του υπαλλήλου, με βάση την ατομική περιγραφή των καθηκόντων του. Η ατομική επίδοση του υπαλλήλου μετράται και αξιολογείται σε σύγκριση με τις επιδόσεις των άλλων υπαλλήλων. Το ανθρώπινο δυναμικό της οργάνωσης αποτελεί μια αυτοτελή συνιστώσα της και η χαρακτηριστική έκφραση που δείχνει τη νέα αντίληψη και τη βαρύτητα που αποδίδεται στο ανθρώπινο δυναμικό είναι "εσωτερικοί πελάτες".

Οι κυριότερες «δυσκολίες» στην εφαρμογή του ΝΔΜ συνοψίζονται στην υιοθέτηση κυρίως από τους υπαλλήλους των αρχών του γραφειοκρατικού μοντέλου, επιβεβαιώνοντας έτσι, το ρόλο της διοικητικής νοοτροπίας στις αλλαγές, πράγμα το οποίο μπορεί να αποδειχθεί κοστοβόρο και χρονοβόρο. Παράγοντες επίσης που δρουν αρνητικά είναι οι: πολυνομία, η σύγχυση και επικάλυψη αρμοδιοτήτων μεταξύ των διαφόρων επιπέδων ιεραρχίας και τέλος τα συντεχνιακά συμφέροντα. Σημαντικός παράγοντας, ύψιστης σημασίας, αποδεικνύεται η διαφθορά και η έλλειψη κανόνων οι οποίοι να οριοθετούν σαφώς τα όρια μεταξύ της πολιτικής, των κρατικών και οικονομικών δραστηριοτήτων.

Το ΝΔΜ στην Ελλάδα και προοπτικές για τη Δασική Υπηρεσία

Η ασυνέχεια των πολιτικών και η νοοτροπία της πελατειακής σχέσης είναι κύριο χαρακτηριστικό της ελληνικής κοινωνίας και νοοτροπίας. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα μετά την οικονομική κρίση που έπληξε την χώρα, γίνεται προσπάθεια βελτίωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών από τους δημόσιους φορείς προς τους πολίτες, μέσω διαφόρων προγραμμάτων, όπως «Ποιότητα για τον Πολίτη», «Πολιτεία» και «Μεταρρύθμιση Δημόσιου Τομέα 2014-2020»⁴, τα οποία είναι σε εξέλιξη.

Παραδείγματα εφαρμογής του ΝΔΜ είναι η Ανεξάρτητη Αρχή Δημοσίων Εσόδων (ΑΑΔΕ), το πρόγραμμα ΔΙΑΥΓΕΙΑ, οι τηλεφωνικές και οι ηλεκτρονικές αιτήσεις, η εφαρμογή του gov.gr, η εισαγωγή συστήματος μέτρησης της αποδοτικότητας δημοσίων υπηρεσιών και υπαλλήλων, η αξιολόγηση, η ενοποίηση και ψηφιοποίηση διαφόρων εντύπων, η απογευματινή λειτουργία υπηρεσιών, η κωδικοποίηση και η βελτίωση κανονιστικών ρυθμίσεων. Η πανδημία του COVID-19 που έπληξε και πλήττει τον πλανήτη συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας, οδήγησε στην θεσμοθέτηση της τηλεργασίας.

Ως εφαρμογή του ΝΔΜ στα δασικά αντικείμενα μπορεί να θεωρηθεί και η κατάρτιση, θεώρηση, ανάρτηση και κύρωση των δασικών χαρτών. Έργο που επιτελέστηκε και επιτελείται από τους λιγοστούς δασικούς υπαλλήλους και με ελάχιστους οικονομικούς πόρους, γεγονός που προσθέτει μία επιπλέον αξία. Οι δασικές χάρτες, μπορεί να επέφεραν μια σειρά προβλημάτων, μια σύγκρουση μεταξύ πολιτών και νομοθεσίας, αλλά παρέχει άμεσα και εύκολα, τη γνώση για το τι είναι υπαγόμενο ή μη στις διατάξεις της Δασικής Νομοθεσίας, βοηθώντας με τον τρόπο αυτό στη μείωση του χρόνου για την παροχή γνωμοδοτήσεων επί Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και κατ' επέκταση στην αντίστοιχη μείωση του χρόνου των επενδύσεων, της σύνταξης διαφόρων ενοχικών πράξεων και γενικότερα διοικητικών πράξεων.

Η δασική, ως δημόσια υπηρεσία οφείλει να ακολουθεί τις θεσμοθετημένες διατάξεις για την ηλεκτρονική διακυβέρνηση. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω εφαρμογές στη Δασική Υπηρεσία: α) η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και του διαδικτύου, που ενώ κάποτε φάνταζε ως εξωπραγματική, σήμερα είναι απαραίτητη και ουσιώδες εργαλείο δουλειάς. Β) η υποχρεωτική χρήση του συστήματος ΔΙΑΥΓΕΙΑ (διαφάνεια – λογοδοσία) προκειμένου να λαμβάνουν την απαιτούμενη δημοσιότητα οι εκδιδόμενες διοικητικές πράξεις (η ανάρτηση στην ΔΙΑΥΓΕΙΑ των Δασικών Απαγορευτικών Διατάξεων, ικανοποιεί την προβλεπόμενη από την ισχύουσα νομοθεσία, απαίτηση για δημοσιότητα), γ) η χρήση του προγράμματος ΕΣΗΔΗΣ για τη διενέργεια των ηλεκτρονικών διαγωνισμών για τα έργα – προμήθειες – υπηρεσίες, πάνω από το όριο των 60.000 €, δ) η Ηλεκτρονική Διακίνηση Δαπανών (ΗΔΔ) για την ενταλματοποίηση των δαπανών του τακτικού προϋπολογισμού και ερρε για την εκκαθάριση αυτών από το ΠΔΕ, ε) το ΙΡΙΔΑ για την διακίνηση των εγγράφων. Βοηθητικά εργαλεία στην άσκηση του έργου των δασικών υπαλλήλων αποτελούν οι βάσεις γεωχωρικών δεδομένων για περιοχές NATURA, ΚΑΖ, και γενικά αυτές που θεωρούνται ως προστατευόμενες καθώς εκείνων που αποτυπώνουν βλάστηση, κλίσεις, έδαφος, της ΡΑΕ όπου αποτυπώνονται οι χορηγηθείσες άδειες για τις ΑΠΕ.

Το ΝΔΜ δεν δέχεται την κάθετη ιεραρχία, δηλαδή την οργανωτική εκείνη δομή που μεταφέρει εντολές από «πάνω προς τα κάτω». Στοιχείο του ΝΔΜ στη Δασική Υπηρεσία, μπορεί να θεωρηθεί και

⁴ <https://www.espa.gr/el/pages/staticOPMetarythmisiDimosiouTomea.aspx>

η σημερινή διοικητική της δομή, όπου μεταξύ των Υπηρεσιών της δεν υπάρχει κάθετη ιεραρχία. Στοιχεία που συνηγορούν στην εφαρμογή του ΝΔΜ από τη Δασική Υπηρεσία είναι ο ιστότοπος για την ανάρτηση των πράξεων χαρακτηρισμού και των αποφάσεων των ΕΠΕΑ (<http://dp.ypeka.gr/>) η κωδικοποίηση της νομοθεσίας (παρόλο που δεν ενημερώνεται, δεν μπορεί να θεωρηθεί ως εργαλείο αφού δεν γίνεται χρήση του) και η ύπαρξη σχετικού ιστότοπου (<http://kdn.ypeka.gr>) για την ανεύρεση των στοιχείων και τέλος η βάση για την καταχώρηση των δασεργατών και των δασικών συνεταιρισμών εργασίας⁵.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η Δασική Υπηρεσία καλείται να διαχειριστεί, προστατεύσει, αναπτύξει και να διατηρήσει στο διηνεκές έναν πόρο που είναι δημόσιος και συνταγματικά προστατευτέος. Επιπλέον, αποτελεί ανθρώπινο και κοινωνικό δικαίωμα. Υποχρέωση όλων (Πολιτείας και κοινωνίας) είναι η συνέχεια ύπαρξης του στο διηνεκές, ώστε να προσφέρει συνεχώς και αδιαλείπτως τα διατιμημένα και μη, προϊόντα του (π.χ προστατευτικές ιδιότητες). Συνστατικά τα οποία είναι συνυφασμένα, αλληλένδετα και αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο. Αυτό αποτελεί και την ειδοποιό διαφορά της σε σχέση: α) με τις άλλες δημόσιες υπηρεσίες. Οι παρεχόμενες υπηρεσίες προς τους πολίτες, οι οποίες καθορίζονται από κανονιστικές πράξεις περί δημοσίας περιουσίας, μπορεί να μην είναι αρεστές, να είναι χρονοβόρες και τελικά να οδηγούν ακόμη και στον περιορισμό της οικονομικής δραστηριότητας και β) με τις ανάλογες Υπηρεσίες (ευρωπαϊκές και μη) αφού η Ελληνική Δασική Υπηρεσία διαχειρίζεται δημόσια περιουσία. Στην Ελλάδα οι δημόσιες δασικές εκτάσεις ανέρχονται σε ποσοστό 65,5 %, ενώ στην Αυστρία, το 15% είναι δημόσιες (και το 3% κοινοτικά), στην Γερμανία 48%⁶). Στην Αγγλία ανήκουν και διαχειρίζονται από την Επιτροπή Δασών, μια μη υπουργική κυβερνητική υπηρεσία⁷.

Με την Πράξη Νομοθετικού Περιεχομένου «Εκτακτα μέτρα για την αποτελεσματική προστασία και την ταχεία αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος, την άμεση στήριξη των πληγέντων από τις πυρκαγιές του Ιουλίου/Αυγούστου 2021 και συναφείς διατάξεις» (ΦΕΚ 143/13.8.2021, τ'Α), έχουν ήδη ενταχθεί οι περιφερειακές Δασικές Υπηρεσίες στο ΥΠΕΝ. Οπότε η εφαρμογή του ΝΔΜ στη Δασική Υπηρεσία έχει να αντιμετωπίσει μεταξύ άλλων τα παρακάτω ζητήματα:

- Τη μη κάλυψη κενών οργανικών θέσεων δασικών υπαλλήλων για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Αποτέλεσμα αυτού είναι, οι υπηρετούντες να έχουν πολλά χρόνια υπηρεσίας και να είναι μεγάλης ηλικίας. Η μη ανανέωση του προσωπικού από νέους επιστήμονες έχει ως επακόλουθο την μη μεταφορά της τεχνογνωσίας προς τους νέους, μη ανανέωση νέων γνωστικών και τεχνολογικών αντικειμένων. Λόγω της ηλικίας των υπηρετούντων υπάρχει κενό στη γνώση των νέων τεχνολογιών και προγραμμάτων τα οποία μπορούν να δράσουν υποβοηθητικά και να μειώσουν τους χρόνους άσκησης των καθηκόντων τους.
- Την έλλειψη ουσιαστικής αξιολόγησης του προσωπικού και κρίσης για προϊσταμένους Τμημάτων και Διευθύνσεων (Παπαδόπουλος 2015).
- Την πολυπλοκότητα και η διαφορετικότητα των αντικειμένων που καλείται ένας δασικός υπάλληλος να ανταποκριθεί.
- Τον κατακερματισμό της δασικής νομοθεσίας και την πολυνομία που επικρατεί (χαρακτηριστικό στοιχείο από την ημερομηνία σύστασής της).
- Την ίδρυση του Οργανισμού Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (ΟΦΥΠΕΚΑ) - πρώην Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών- στις αρμοδιότητες (και) του οποίου ανήκει η προστασία των χερσαίων οικοσυστημάτων που κατά βάση είναι εν γένει δασικά. Ο εν λόγω οργανισμός είναι ανεξάρτητος, έχει διαχειριστική – διοικητική επάρκεια και κυρίως οικονομική αυτοτέλεια. Μπορεί να εκπονεί μελέτες ακόμη και αυτές που χαρακτηρίζονται ως δασικές και να εκτελεί έργα, που άπτονται και της προστασίας των δασικών εν γένει εκτάσεων. Έχει παρατηρηθεί σε κάποιες των περιπτώσεων να υπάρχει αμφισβήτηση εκ μέρους του, ακόμη και σε εγκεκριμένες δασοτεχνικές μελέτες π.χ δάσωσης - αναδάσωσης, να δημιουργούνται διάφορες προσχώσεις με αποτέλεσμα τη μη εφαρμογής τους.

⁵<https://ypen.gov.gr/perivallon/dasi/diacheirisi-dason/mitroo-dasikon-synetairistikon-organoseon-kai-dasergaton-mi-da-s-o>

⁶ <https://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/german-forestry/forest-facts/?L=1>

⁷ <https://www.gov.uk/government/organisations/forestry-commission>

- Την απουσία δια βίου εκπαίδευσης για το δασικό προσωπικό. Λόγω της ιδιαιτερότητας των αντικειμένων, το Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης και τα οικεία Ινστιτούτα Επιμόρφωσης δεν καλύπτουν τις ιδιαίτερες ανάγκες των Δασικών Υπαλλήλων. Είναι χαρακτηριστικό ότι προκειμένου οι δασικοί υπάλληλοι να μπορούν να ανταπεξέλθουν στα καθήκοντα τους τα οποία απαιτούν την χρήση ανοικτών εφαρμογών, βάσεων δεδομένων ή σχεδιαστικών προγραμμάτων να αποκτούν «ιδίους πόρους» τη γνώση αυτή.

Παρόλες τις μέχρι σήμερα, δυσκολίες της εφαρμογής του ΝΔΜ, στην ελληνική πραγματικότητα και ιδιαίτερα στην Δασική Υπηρεσία, φαίνεται να υπάρχουν θετικές προοπτικές συνυπολογιζόμενης της γνώσης και εμπειρίας από τη διοίκηση των κοινοτικών προγραμμάτων και χρηματοδοτήσεων για των περί των δασών. Η γραφειοκρατική αυτή δυσλειτουργία είναι και αυτή στην οποία χωρά η όποια διοικητική μεταρρύθμιση. Η γενική θεώρηση για την πρόκριση των οργανωτικών σχημάτων είναι είτε η «δικτυακή» οργάνωση μεταξύ των υπηρεσιακών μονάδων, είτε η δικτύωση των πολιτικών και η μεταφορά της λήψης απόφασης σ' «ένα σημείο» (one-stop). Θα πρέπει, πάντως, να επισημανθεί ότι το ΝΔΜ, επιδιώκοντας έναν μεθοδολογικό πλουραλισμό, αρνείται την αντίφαση μεταξύ των νέων και των παραδοσιακών αξιών οργάνωσης και διοίκησης. Οι βασικές αρχές του ΝΔΜ (ποιότητα, αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα, οικονομικότητα) κρίνονται ως συμπληρωματικές των παραδοσιακών αρχών της νομιμότητας και της ισότητας των ευκαιριών. Η επικρατούσα τάση υποστηρίζει το συγκερασμό αυτών των αρχών και την υπέρβαση των όποιων αντιθέσεων.

Τα αποτελέσματα των προϋποθέσεων και των ειδικών συνθηκών εφαρμογής του ΝΔΜ στη Δασική Υπηρεσία διερευνώνται στο πλαίσιο εκπόνησης διδακτορικής διατριβής του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού και θα παρουσιαστούν σύντομα στην επιστημονική κοινότητα.

Abstract

The Forest Service is one of the first services established by the Greek state, that was organized according to the standards of the bureaucratic model of administration. From 1833 until today, due to the socio-economic needs of the changes that have taken place and given that it is a Service of the central state, the administration system is differentiated, following the administrative reforms' set of general goals and objectives. Thus, the Forest Service manages a constitutionally protected "resource" that is concurrently a human and social right. The adoption from the Forest Service of a long term contemporary forest policy which will include the new administrative challenges, can create a new dynamic regarding its social, economic and environmental mission.

Βιβλιογραφία

Asheesh, A. and Standford, B., 2001. Managing airports: a test of the New Public Management. *Int. Public Manag. J.*, 4 pp 91-107.

Brown, G. and Haris, C.C., 2000. The US Forest Service: Whither the new resource management paradigm? *Journal of Environmental Management*, Vol. 58, Issue 1, P. 1-1.

Carvalho J., Fernandes, M., Lambert, V. and Lapsley I., 2006. Measuring fire service performance: a comparative study. *International Journal of Public Sector Management*”, The University of Edinburg, (19)2.

Lane, Jan-Erik, 2000. *New Public Management. Int. Public Manag. J.*, 4 pp 115-118.

Gruening, G., 2001. Origin and theoretical basis of New Public Management. *Int. Public Manag. J.* 4, pp 1-25

Krutilla, J.V, John, A. and Haigh, J.A., 1978. An Intergrated Approach to National Forest Management. *Environmental Law*, Vol. 8, No. 2, pp. 373-415

Kumar Dilip, P.J., 2016. «Modernizing the Indian Forest Service. From Command to Collaboration». *Forest Matters*, Nos. 37-46 (April 2016),

Kumar Dilip, P.J., 2016. The “new public administration” and reform of the forest service», Paper prepared for the 11th Annual International Conference on Public Policy and Management, IIM Bangalore.

Norman, R., 2001. Letting and making managers manage: the effect of control systems on management action in New Zealand's, *Int. Public Manag. J.* ,4/65–89.

- Palmer, I. and Dunford, R., 2001. The diffusion of managerial innovations: a comparison of Australian public and private sector take-up rates of new organizational practices, *Int. Public Manag. J.*, 4 pp 49-64
- Pollitt, C., Van Thiel, S. and Homburg, V., 2007. *New Public Management in Europe, Adaption and alternatives*. PALGRAVE MACMILLAN, N.Y
- Robinson, G., 2013. *The Forest Service: A study in public land management*. RFF Press, New York – London, Reviewed by A. Dan Tarlock. *Duke Law journal*, vol:1976,477, pp 477-483.
- Farnham, T., Taylor, C.P. and Callaway, W., 1995. A Shift in Values: Non-commodity Resource Management and the Forest Service, *Policy Stud. J.*, Vol. 3, Issue 2, pp. 281-295
- Thomas, J.W., 1996. Forest Service Perspective on Ecosystem Management. *Ecological Applications*, Vol. 6, No. 3, pp. 703-705.
- Αργυριάδης, Δ., 1990. «Γραφειοκρατία και Απογραφειοκρατικοποίηση», *Διοικητική Μεταρρύθμιση*, τχ. 43-44, σ. 7-29
- Γαβριήλ, Γ., 1995. «Πολιτισμική Θεώρηση των Οργανώσεων», από το *Δράση και Σύστημα: Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Θεωρία των Οργανώσεων*, επιμ. Ιωάννα Τσιβάκου, Θεμέλιο Δαγτόγλου, Π., 2004. *Γενικό Διοικητικό Δίκαιο*, Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα, σ. 559
- Καρακατσούλης, Π., 2000. «Νέο Δημόσιο Μάνατζμεντ: Αρχές, εξελίξεις, προοπτικές», από τη σελίδα, http://www.vprc.gr/7/6/1_gr.html
- Λάζος, Ν., 1932. «Διατί επιβάλλεται η αλλαγή του συστήματος της Δασικής Διοικήσεως», *Νοέμβριος*.
- Μακρυδημήτρης, Α., Παπαδημητρόπουλος, Δ. και Μιχαλόπουλος, Ν., 1990. «Το Κράτος στον 21ο Αιώνα» – Κείμενα για το ρόλο του κράτους στις συνθήκες του νέου αιώνα. Αθήνα: Ειδική Εκδοτική.
- Παπαδόπουλος, Ι., 2015. «Δεοντολογία και Ηγεσία στην Ελληνική Δασική Υπηρεσία», *Πρακτικά 17^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου*, Κεφαλονιά, σελ. 270-279.
- Παπανικολαΐδη, Δ., 1992. Σύστημα διοικητικού δικαίου, , Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα, σ. 151
- Παπαχατζής, Γ., 1983. «Σύστημα του ισχύοντα στην Ελλάδα του Διοικητικού Δικαίου» Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα
- Σπηλιωτόπουλος, Ι. Ε., 2001. *Εγχειρίδιο Διοικητικού Δικαίου*, 11η έκδοση, Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα
- Τάχου, Α. και Συμεωνίδη, Ι., 1999. *Ερμηνεία ΥΚ*, 3^η έκδοση, Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα – Θεσσαλονίκη, σ. 184,
- Φαναριώτης, Π., 1999. *Διοίκηση Δημοσίων Υπηρεσιών και Οργανισμών - Εισαγωγή στο Σύγχρονο Δημόσιο Management - Δημόσια Διοίκηση II*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη
<http://www.et.gr/index.php/nomoi-proedrika-diatagmata>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης, 15 Ιουνίου 2021
- <https://www.hellenicparliament.gr/Vouli-ton-Ellinon/To-Politevma/Syntagma/> τελευταία ημερομηνία πρόσβασης, 16 Ιουνίου 2021
- <http://dp.ypeka.gr/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης, 16 Ιουνίου 2021
- <https://www.espa.gr/el/pages/staticOPMetarythmisiDimosiouTomea.aspx>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης, 20 Ιουνίου 2021
- <http://kdn.ypeka.gr>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης, 25 Ιουνίου 2021
- <https://ypen.gov.gr/perivallon/dasi/diacheirisi-dason/mitroo-dasikon-synetairistikon-organoseon-kai-dasergaton-mi-da-s-o/>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης, 25 Ιουνίου 2021
- https://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-performance-reviews-greece-2020_cec20289-en, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης, 26 Ιουνίου 2021
- <https://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/german-forestry/forest-facts/?L=1>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης 27/06/2021
- <https://www.gov.uk/government/organisations/forestry-commission>, τελευταία ημερομηνία πρόσβασης 27/06/2021.

Θεματική Ενότητα: Δασική Πολιτική-Δασική Αναψυχή-Δασική Βιομετρία

**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ -
Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

**Κόλλιας, Ελευθέριος¹; Καλαπόδης, Νικόλαος¹; Αβραμίδου Ευαγγελία¹;
Κορακάκη, Ευαγγελία¹; Κακαράς, Ιωάννης¹; Αλμπάνης, Κοσμάς¹;
Μάντακας, Γεώργιος¹; Καρέτσος, Γεώργιος¹; Τσαγκάρη, Κωνσταντινιά¹**

¹ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Αθήνα, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 11528, gpforcert@fria.gr

Περίληψη

Η πιστοποίηση των δασών ορίζεται ως μια εθελοντική διαδικασία, που συνίσταται στην επαλήθευση, από τρίτο ανεξάρτητο διαπιστευμένο φορέα, ότι η διαχείριση των δασών πραγματοποιείται με βάση τις αρχές της αειφορίας. Η σχετική με την πιστοποίηση των δασών σήμανση, μπορεί να είναι ένα εμπορικό σήμα ή ισχυρισμός που θα εγγυάται ότι η πρώτη ύλη ενός συγκεκριμένου δασικού προϊόντος προέρχεται από ένα πιστοποιημένο δάσος. Από το 1993 έχουν περάσει σχεδόν 28 χρόνια από την πρώτη εμφάνιση της Δασικής Πιστοποίησης στο χώρο της χρήσης εμπορικών σημάτων για την αειφορική δασική διαχείριση και των παραγόμενων δασικών προϊόντων και υπηρεσιών. Στη χώρα μας, μετά από πολλές επίμονες και συντονισμένες προσπάθειες 20 χρόνων, που ξεπέρασαν τις αρτηριοσκληρωτικές στάσεις πολλών, ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2019 η δημιουργία του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης-Greek Programme for Forest Certification-GrPFC. Το μεγάλο αυτό πρότυπο εγχείρημα, υλοποιείται από το Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ με τη συνεργασία εξειδικευμένων στο αντικείμενο εξωτερικών συνεργατών και με αρωγό τη Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος του ΥΠΕΝ.

***Λέξεις κλειδιά:** Δασική Πιστοποίηση, αειφορική διαχείριση δασών, Ελληνικό Πρόγραμμα Δασικής Πιστοποίησης-GrPFC, πιστοποιημένα δασικά προϊόντα.*

Εισαγωγή

Η πιστοποίηση ορίζεται ως η εθελοντική διαδικασία, που συνίσταται στην επαλήθευση της ποιότητας της διαχείρισης των δασών, σε σχέση με ένα σύνολο προκαθορισμένων απαιτήσεων, κριτηρίων και δεικτών αειφορίας (πρότυπο), από ανεξάρτητο φορέα. Το πιστοποιητικό ή η σήμανση παρέχει γραπτή διαβεβαίωση, ότι ένα προϊόν ή μια διαδικασία συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις που ορίζονται στο πρότυπο (E.E. 1998, Ramsteiner κ.α., 2002, Κόλλιας 2012).

Η Δασική Πιστοποίηση και η χρήση εμπορικών σημάτων στα δασικά προϊόντα, ήρθε ως εναλλακτική απάντηση στις καμπάνιες αποκλεισμού αγοράς δασικών προϊόντων, καθώς πρωτοεμφανίστηκε το 1993 ως μια απάντηση βασιζόμενη στην αγορά, απέναντι στη συνολική πίεση που ασκείτο και συνεχώς αυξανόταν, με αρχική πρόθεση να διατηρήσει τη βιοποικιλότητα στις τροπικές χώρες. Με τη δασική πιστοποίηση, άλλαξε η πίεση που ασκούσαν οι περιβαλλοντικές οργανώσεις στους πολιτικούς και στις κυβερνήσεις για την προστασία των δασών και της βιοποικιλότητας, προς την αγορά και τους καταναλωτές (Hansen και Juslin 1999, Nussbaum και Simula 2004, Κόλλιας 2017).

Από το 1993-94 έχουν περάσει 27 χρόνια από την πρώτη εμφάνιση της Δασικής Πιστοποίησης και της χρήσης σημάτων στα παραγόμενα δασικά προϊόντα και η κατάσταση παγκοσμίως είναι η ακόλουθη: Η έκταση των πιστοποιημένων δασών, παγκοσμίως, συνεχώς αυξάνεται. Από περίπου 3,5 εκ. ha πιστοποιημένων δασών το 1997 και ποσοστό 3%, έφθασαν τα 124 εκ. ha το 2002 και με τα πλέον πρόσφατα στοιχεία του FAO, το 2018 ήταν 429 εκ. ha και στα μέσα του 2019 έφθασαν τα 434,5 εκ. ha, αγγίζοντας το 11% της παγκόσμιας έκτασης των δασών. (Επεξεργασία εκδόσεων UNECE / FAO Forest Products Annual Market Review των ετών της περιόδου 2002-2018, Κόλλιας, 2018).

Με νεότερα στοιχεία από τα δύο κυρίαρχα παγκόσμια πιστοποιητικά συστήματα, (PEFC-FSC) η πιστοποιημένη έκταση από το PEFC (Μάρτιος 2021) είναι 331 εκ. ha και από το FSC (Μάιος 2021) 225 εκ. ha, ενώ με διπλή πιστοποίηση (double certification) κι από τα δύο συστήματα είναι 95 εκ. ha.

Τα δύο κυρίαρχα σχήματα πιστοποίησης, έχουν πιστοποιήσει το 98% της έκτασης παγκοσμίως (ιστότοποι PEFC-FSC).

Πρέπει να σημειωθεί, ότι η εκτιμώμενη βιομηχανική στρογγύλη ξυλεία, η οποία παράγεται σε πιστοποιημένα για την αειφορική διαχείριση τους δάση, αγγίζει το 30% της συνολικά παγκόσμιας παραγωγής, καθώς ξεπερνάει τα 500 εκ. m³.

Ο αριθμός των πιστοποιητικών των δασικών προϊόντων, που προέρχονται από αειφορικά διαχειριζόμενα δάση, ελεγχόμενες πηγές και ανακυκλώσιμα υλικά, που έχουν πιστοποιηθεί για την αλυσίδα παραγωγής τους, ξεπέρασε τα 50.500 παγκοσμίως το 2021. Δεδομένου ότι το 2002, πρώτη χρονιά επίσημων στατιστικών στοιχείων, τα πιστοποιητικά ήταν μόλις 2.500, φαίνεται η ραγδαία αύξησή τους.

Η χώρα μας έδειξε το ενδιαφέρον της για τη Δασική Πιστοποίηση, καθώς με τη με αριθμό 95391/1978/26-6-2000 απόφαση του Υπουργού Γεωργίας, η τότε Γενική Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος ανέθεσε σε ομάδα εργασίας, αποτελούμενη από 5 δασολόγους, την εξέταση της σκοπιμότητας της συμμετοχής ως μέλους της **Ελλάδας στο Διεθνές Πρόγραμμα για την Επικύρωση της Δασικής Πιστοποίησης (PEFC – Programme for the Endorsement of Forest Certification)**. Σε περίπτωση δε θετικής εισήγησης της ομάδας, να προχωρήσει και η προετοιμασία των απαραίτητων διαδικαστικών ενεργειών για τη δημιουργία του Ελληνικού Προγράμματος. Η ομάδα εργασίας, εντός τεσσάρων μηνών υπέβαλλε πόρισμα στον Υπουργό, προτείνοντας τη συμμετοχή της Ελλάδας στο P.E.F.C. με την απαραίτητη τεκμηρίωση της πρότασης, καθώς και αναλυτικό σχεδιασμό των μελλοντικών ενεργειών και δράσεων. Δυστυχώς, για πολλά χρόνια το θέμα τελμάτωσε με ευθύνη στελεχών που δεν είχαν συνειδητοποιήσει τη σοβαρότητα του θέματος με αποτέλεσμα η Ελλάδα έως τον Οκτώβριο του 2019, να είναι η μοναδική χώρα της Δυτικής Ευρώπης, που έδειχνε ελάχιστο ενδιαφέρον για τη δασική πιστοποίηση, καθώς δεν είχε προχωρήσει στη δημιουργία ενός Εθνικού προγράμματος δασικής πιστοποίησης, ενώ παράλληλα έχει θέσει ως βασικούς στόχους της Εθνικής περιβαλλοντικής πολιτικής και Στρατηγικής για τα Δάση την πράσινη ανάπτυξη και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Μετά από πολλές, επίμονες και συντονισμένες προσπάθειες 20 χρόνων, το Πράσινο Ταμείο με τη με αριθμό 123.5.8/2017 απόφαση του, ενέταξε το ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο «Οδικός Χάρτης για την πιστοποίηση της αειφορικής διαχείρισης των Ελληνικών δασών και των προϊόντων ξύλου – Δημιουργία του Ελληνικού Συστήματος Πιστοποίησης» (ΑΔΑ: ΩΧΛΥ46Ψ844-Z84) στο Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα «Προστασία και αναβάθμιση Δασών 2017». Το πρόγραμμα αυτό, ξεκίνησε να υλοποιείται ουσιαστικά από τον Οκτώβριο του 2019, υπό την αιγίδα του Ινστιτούτου Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ και σε συνεργασία με τη Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος του ΥΠΕΝ, κατόπιν σχετικής σύμβασης που έχουν συνυπογράψει (15/03/2019), στοχεύοντας **στη δημιουργία του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης** και στην εγγραφή της Ελλάδας στο PEFC International.

Το PEFC, αποτελεί το κορυφαίο σύστημα πιστοποίησης δασών στον κόσμο. Είναι ένας ανεξάρτητος, μη κερδοσκοπικός οργανισμός που προωθεί την αειφορική διαχείριση των δασών μέσω της πιστοποίησης, τόσο των δασών, όσο και των παραγόμενων προϊόντων τους. Αυτό γίνεται μέσω δύο ξεχωριστών αλλά συνδεδεμένων διαδικασιών:

- Η πιστοποίηση της αειφορικής διαχείρισης των δασών διασφαλίζει ότι, η διαχείριση τους πραγματοποιείται σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές απαιτήσεις.
- Η πιστοποίηση της επιτήρησης της αλυσίδας προέλευσης, παρακολουθεί τα δασικά προϊόντα από βιώσιμες πηγές έως το τελικό προϊόν. Αποδεικνύει ότι κάθε βήμα της αλυσίδας εφοδιασμού, παρακολουθείται στενά μέσω ανεξάρτητου ελέγχου για να διασφαλιστεί ότι αποκλείονται μη βιώσιμες πηγές.

Εκτός από τη δυνατότητα των επιχειρήσεων να πωλούν πιστοποιημένα προϊόντα με βάση το δάσος και το δένδρο, με σήμανση PEFC, η πιστοποίηση της επιτήρησης της αλυσίδας προέλευσης προσφέρει επίσης έναν αποτελεσματικό μηχανισμό ευθυγράμμισης των επιχειρήσεων με τον Κανονισμό για τη ξυλεία της ΕΕ (EUTR).

Η πιστοποίηση χορηγείται μόνο μετά από ελέγχους από ανεξάρτητα τρίτα μέρη, που έχουν επαληθεύσει τη συμμόρφωσή τους με τις παγκοσμίως αναγνωρισμένες απαιτήσεις του PEFC, τις

απαιτήσεις του ISO, καθώς και τις εθνικές απαιτήσεις διαπίστευσης. Η πιστοποίηση PEFC αποτελεί πρότυπο επιλογής για τις δημόσιες πολιτικές προμήθειας ξυλείας σε αρκετές χώρες (Βέλγιο, Γερμανία, Ιαπωνία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο), καθώς και στην εργαλειοθήκη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις πράσινες δημόσιες συμβάσεις. Το ίδιο ισχύει και σε πολλές ιδιωτικές πολιτικές προμηθειών ξυλείας.

Το PEFC υποστηρίζει Εθνικά συστήματα πιστοποίησης των δασών, που αναπτύχθηκαν από κοινού με τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερομένων, χωρίς αποκλεισμούς, με διαφάνεια και συναίνεση, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στις τοπικές προτεραιότητες και συνθήκες. Κάθε εθνικό σύστημα πιστοποίησης δασών, πρέπει να αποδεικνύει τη συμμόρφωση του με τα μοναδικά κριτήρια αξιολόγησης της αειφορίας του PEFC σε ανεξάρτητες αξιολογήσεις, όπου οι δείκτες και τα κριτήρια αναφοράς βασίζονται σε ευρεία συναίνεση της κοινωνίας, που εκφράζεται σε διεθνώς σεβαστές διακυβερνητικές διαδικασίες και κατευθυντήριες γραμμές για την προώθηση της αειφορικής διαχείρισης των δασών. Η χώρα μας, όπως είναι γνωστό, έχει αποδεχθεί και συμμετέχει στην Ευρωπαϊκή Διυπουργική Συνδιάσκεψη για την προστασία των δασών (Λισαβόνα 1992, Ελσίνκι 1998, Μαδρίτη 2015, Μπρατισλάβα 2021). Όλες οι αποφάσεις και διακηρύξεις σχετικά με την αειφορική διαχείριση των δασών, είναι αποδεκτές από το PEFC και αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη και του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης.

Αναμφισβήτητα, στο διάστημα που υλοποιείται το Πρόγραμμα, η πανδημία που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, δημιούργησε πολλά προβλήματα. Συναντήσεις, επισκέψεις, εργασίες πεδίου και άλλες υποστηρικτικές δράσεις, δεν μπόρεσαν να υλοποιηθούν, με αποτέλεσμα οι συνθήκες υλοποίησης να καθίστανται δυσκολότερες. Σε συνδυασμό δε με το γεγονός, ότι το Πρόγραμμα είναι πιλοτικό για τη χώρα μας, εύκολα κατανοείται η δυσκολία του όλου εγχειρήματος.

Υλικά και Μέθοδοι

Η υλοποίηση του προγράμματος διακρίνεται σε πέντε (5) επιμέρους φάσεις:

Η πρώτη φάση περιλαμβάνει μια αναλυτική αποτύπωση του τρόπου διαχείρισης των Ελληνικών δασών, μέσω της παράθεσης των προδιαγραφών που χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση των χειριστικών μελετών, όπως αυτές είναι εγκεκριμένες από το Υπουργείο ΠΕΝ. Ταυτόχρονα, θα πραγματοποιηθεί η καταγραφή και αποτύπωση των διεθνών συστημάτων δασικής πιστοποίησης και θα επισημανθούν οι βασικές διαφορές τους. Παράλληλα, στο πλαίσιο της διαδικασίας ενημέρωσης και διαβούλευσης θα κληθούν σε ενημερωτικές ημερίδες όλοι οι σχετιζόμενοι φορείς με το αντικείμενο του προγράμματος και θα κληθούν να συμμετέχουν στην όλη διαδικασία δημιουργίας του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης.

Στην επόμενη φάση (Φάση 2), η Επιστημονική Ομάδα θα προχωρήσει στη δημιουργία των Ελληνικών προδιαγραφών για την πιστοποίηση της αειφορικής διαχείρισης των δασών, σε συνεργασία με ενδιαφερόμενους και εμπλεκόμενους με το αντικείμενο φορείς (Ομάδα Εργασίας). Επιπρόσθετα, με την ευθύνη της Επιστημονικής Ομάδας και σε συνεργασία με το Υπουργείο (Γενική Διεύθυνση Δασών) θα τεθούν, στο δημιουργηθέντα ιστότοπο του Προγράμματος (www.grpfc.gr), σε δημόσια διαβούλευση συνολικής διάρκειας 60 ημερών. Με το πέρας της διαβούλευσης, θα πραγματοποιηθεί η σχετική απαιτούμενη αναμόρφωση-διόρθωση-βελτίωση των προδιαγραφών, στα σημεία όπου απαιτείται. Οι αναμορφωμένες αυτές προδιαγραφές θα εφαρμοσθούν πιλοτικά σε ένα ή και περισσότερα δάση της χώρας μας. Με τη λήξη της εφαρμογής των προδιαγραφών στο πεδίο, θα ακολουθήσει η ενσωμάτωση των αλλαγών, που θα διαπιστωθούν και απαιτούνται, ώστε η εφαρμογή των προδιαγραφών να είναι στο βέλτιστο επίπεδο.

Στη Φάση 3, αφού υιοθετηθεί, μετά από σύσταση του PEFC, το πρότυπο της επιτήρησης της αλυσίδας προέλευσης των προϊόντων με βάση το ξύλο και το δέντρο, θα αποδοθεί η κανονιστική και τεχνική ορολογία αυτού του Προτύπου στην Ελληνική γλώσσα. Στη συνέχεια, το πρότυπο αυτό θα εφαρμοσθεί πιλοτικά σε μια Βιομηχανία ξύλου. Στη Φάση αυτή θα συνταχθεί το Καταστατικό του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης.

Με τη λήξη των πιλοτικών εφαρμογών σε δασικά συμπλέγματα και σε βιομηχανία ξύλου, θα ακολουθήσει, όπου απαιτείται, η ενσωμάτωση αλλαγών. Κατά τη διάρκεια της 4^{ης} Φάσης, θα δημιουργηθούν οι απαραίτητες διαδικασίες πιστοποίησης και διαπίστευσης, προσδιορίζοντας τις απαιτήσεις για τους φορείς πιστοποίησης και τους επιθεωρητές πιστοποίησης, οι διαδικασίες για την έκδοση των πιστοποιητικών, οι σχετικοί κανόνες αναφορικά με τη δυνατότητα χρησιμοποίησης του σήματος πιστοποίησης (logo) από τις επιχειρήσεις, καθώς και θα προσδιορισθεί η διαδικασία επίλυσης

καταγγελιών. Παράλληλα, θα κατατεθεί το τελικό κείμενο του Καταστατικού για το Ελληνικό Πρόγραμμα Δασικής Πιστοποίησης, συνοδευόμενο από τις απαραίτητες διοικητικές πράξεις, ώστε να προχωρήσουν οι απαραίτητες διαδικασίες με το Διεθνή Οργανισμό Δασικής Πιστοποίησης PEFC για την ένταξη της χώρας μας σε αυτόν.

Η τελευταία φάση (Φάση 5) αφορά στη διάχυση αποτελεσμάτων και στην ενημέρωση όλων των ενδιαφερόμενων-εμπλεκόμενων μερών. Το τελικό πρότυπο των προδιαγραφών, θα ανακοινωθεί σε Συνέδρια, ημερίδες, τύπο, επιστημονικά και πληροφοριακά έντυπα και ιστοτόπους και θα κοινοποιηθεί σε όλους τους ενδιαφερόμενους, ώστε να λάβει τη μεγαλύτερη δυνατή δημοσιότητα.

Αποτελέσματα

ΦΑΣΗ 1:

Το έγγραφο που συντάχθηκε κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης με τίτλο: «Αποτύπωση του τρόπου διαχείρισης των δασών στην Ελλάδα, μέσω της παράθεσης των προδιαγραφών που χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση των δασικών διαχειριστικών μελετών» αποτελεί, μετά από άτυπες συζητήσεις με ειδικούς επιστήμονες του αντικείμενου και μετά από μια ενδελεχή και εις βάθος ανασκόπηση-μελέτη βιβλιογραφικών πηγών, μια πρώτη προσέγγιση αποσαφήνισης της αιφορικής διαχείρισης των Ελληνικών δασών και των προδιαγραφών εκπόνησης δασικών διαχειριστικών μελετών. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται αναλυτικά, τόσο οι ισχύουσες προδιαγραφές του 2018, όσο και αυτές του 1965, διότι όσα θέματα δεν ρυθμίζονται με τις προδιαγραφές του 2018, ισχύει το πλαίσιο των προδιαγραφών που εγκρίθηκαν με τις 10223/958/1953 και 158072/1120/30-07-1965 οδηγίες του Υπ. Γεωργίας. Επίσης εμφανίζεται σε ξεχωριστό τεύχος η απόδοση της σημερινής κατάστασης των Δασών της χώρας μας και γίνεται εκτενής αναφορά για τη δασική πιστοποίηση, την ιστορική της εξέλιξη, την παγκόσμια κατάσταση αλλά και την Ελληνική πραγματικότητα.

Στο πλαίσιο της ενημέρωσης προς όλους τους δυνητικά κοινωνικούς εταίρους και ενδιαφερόμενους φορείς (Δημόσιοι και Ιδιώτες Δασοκτήμονες, Επιχειρήσεις και Βιομηχανία, Μη- κυβερνητικές οργανώσεις, Τοπικές αρχές, Εργαζόμενοι και συνδικαλιστικές οργανώσεις, Επιστημονική και Τεχνολογική Κοινότητα, Καταναλωτές, Αυτόχθονες πληθυσμοί, Γυναίκες, Παιδιά και Νεολαία.) και προβολής γενικά της καινοτομίας του έργου προβλέπονταν από το Τεχνικό Δελτίο του Έργου τουλάχιστον τέσσερις (4) ημερίδες σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα και Ιωάννινα. Λόγω των έκτακτων μέτρων αντιμετώπισης της πανδημίας Covid 19 πραγματοποιήθηκαν, με φυσική παρουσία, οι δύο (2) από τις τέσσερις (4) ημερίδες, αυτές της Αθήνας και Θεσσαλονίκης με ιδιαίτερα μεγάλη συμμετοχή. Για τις ημερίδες ενημέρωσης των δύο άλλων περιοχών, της Πάτρας και των Ιωαννίνων, αλλά και για ευρύτερη ενημέρωση, πραγματοποιήθηκε μια διαδικτυακή ημερίδα, με μεγάλη πραγματικά επιτυχία. Κατά την πραγματοποίηση των ημερίδων, έγινε πλούσια συζήτηση, όπου προέκυψαν πολύ ενδιαφέροντα και εποικοδομητικά συμπεράσματα, τα οποία βοήθησαν στην μετέπειτα ανάπτυξη και εξέλιξη του Έργου.

ΦΑΣΗ 2:

Στο πλαίσιο της ουσιαστικής, με ισορροπημένη εκπροσώπηση, συμμετοχής όλων των μερών που ενδιαφέρονται για τη δασική πιστοποίηση, της επίτευξης συναίνεσης μεταξύ όλων των συμμετεχόντων και της απαραίτητης και απαιτούμενης διαφάνειας, η διαδικασία σύνταξης των προδιαγραφών για την πιστοποίηση της αιφορικής διαχείρισης των δασών, πραγματοποιήθηκε στις παρακάτω επιμέρους ενότητες εργασίας:

- χαρτογράφηση όλων των ενδιαφερομένων μερών,
- δημοσίευση όλης της διαδικασίας μέσω της ιστοσελίδας του Έργου, σχετικών ιστοτόπων και των ημερίδων,
- αποστολή προσκλήσεων σε ενδιαφερόμενα μέρη, ώστε να συμβάλουν ενεργά στη δημιουργία του Εθνικού προτύπου για την πιστοποίηση της αιφορικής δασικής διαχείρισης,
- δημιουργία ομάδας εργασίας,
- συνεδρίες εργασίας, εντός της ομάδας εργασίας, για την επεξεργασία έκδοσης των προσχέδιων εγγράφων εργασίας για την αιφορική δασική διαχείριση,
- πρώτη δημόσια διαβούλευση διάρκειας εξήντα (60) ημερών για το περιεχόμενο του προσχεδίου για την αιφορική δασική διαχείριση και αναθεώρηση σχολίων / προτάσεων από τη διαδικασία της δημόσιας διαβούλευσης,

- δεύτερη δημόσια διαβούλευση, εάν αυτό απαιτείται, 30 ημερών για το περιεχόμενο του προσχεδίου για την αιφορική δασική διαχείριση και αναθεώρηση σχολίων / προτάσεων από τη διαδικασία της δημόσιας διαβούλευσης,
- επίτευξη συναίνεσης μεταξύ των μελών της ομάδας εργασίας για το περιεχόμενο του προσχεδίου προτύπου για την αιφορική δασική διαχείριση,
- αποδοχή της τελικής έκδοσης του προτύπου για την πιστοποίηση της αιφορικής δασικής διαχείρισης και
- πιλοτική εφαρμογή των προδιαγραφών σε δασικό σύμπλεγμα.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η Επιστημονική Ομάδα Υλοποίησης του Έργου, είχε και έχει σε τακτική εβδομαδιαία βάση, τηλεδιάσκεψη με τον υπεύθυνο ανάπτυξης του συστήματος PEFC παγκοσμίως και τον υπεύθυνο ανάπτυξης των Βαλκανίων, για την αντιμετώπιση των τρεχόντων θεμάτων, καθώς το Έργο χαρακτηρίζεται από μια δυναμική που επιφέρει συνεχώς αλλαγές, αφού οι εξελίξεις είναι σημαντικές, τόσο σε δασικό-περιβαλλοντικό επίπεδο, όσο και γενικότερα.

Στο πλαίσιο υλοποίησης της Β΄ Φάσης, δημιουργήθηκε η ομάδα εργασίας του έργου, μετά τη θετική ανταπόκριση των ενδιαφερομένων μερών, η οποία αποτελείται από 28 μέλη. Στην ομάδα συμμετέχουν με εκπροσώπους που οι ίδιοι όρισαν:

1. η Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος με 5 στελέχη από την Κεντρική Υπηρεσία και τις Αποκεντρωμένες Διοικήσεις Μακεδονίας-Θράκης, Θεσσαλίας-Στερεάς Ελλάδας και Πελοποννήσου,
2. ο Οργανισμός Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής,
3. η Ένωση Δασοκτημόνων Ελλάδας,
4. η Εκκλησία της Ελλάδας,
5. η Ιερά κοινότητα του Αγίου Όρους,
6. ο Πανελλήνιος Σύνδεσμος Ξυλείας,
7. η Ένωση Περιφερειών Ελλάδας και κεντρική Ένωση Δήμων,
8. το Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.,
9. το Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,
10. το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων,
11. η Ελληνική Δασολογική Εταιρεία,
12. το Ελληνικό Αγροδασικό Δίκτυο,
13. το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ),
14. η Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης,
15. η Κυνηγετική Ομοσπονδία Μακεδονίας-Θράκης,
16. η Ένωση Καταναλωτών «Η ποιότητα ζωής» (Αθήνα),
17. το Κέντρο Προστασίας Καταναλωτών (Θεσσαλονίκη),
18. το Σωματείο Δασεργατών Μακεδονίας-Θράκης,
19. ο Δασικός Συνεταιρισμός Σταυρού Θεσσαλονίκης (ο μεγαλύτερος συν/σμός δασεργατών),
20. ξυλοβιομηχανίες από Δράμα και Τρίπολη και
21. δασολόγοι μελετητές.

ΦΑΣΗ 3:

Σχετικά με τη διαδικασία σύνταξης των προδιαγραφών για την πιστοποίηση της επιτήρησης της αλυσίδας προέλευσης προϊόντων με βάση το δάσος και το δέντρο, η Επιστημονική Ομάδα του Έργου, μετά από σύσταση του PEFC, αποφάσισε να υιοθετήσει το πρότυπο PEFC ST 2002:2020 Επιτήρηση της αλυσίδας προέλευσης των προϊόντων με βάση το δάσος και το δέντρο – Απαιτήσεις (Chain of Custody of Forest and Tree based products –Requirements). Το νέο πρότυπο καταργεί το προηγούμενο του 2013, PEFC ST 2002: 2013 Chain of Custody of Forest Based Products – Requirements. Τα πλεονεκτήματα υιοθέτησης αυτού του προτύπου περιγράφονται παρακάτω:

- Εξοικονόμηση χρόνου – Αποφεύγεται η διαδικασία τυποποίησης ενός νέου προτύπου.
- Εξοικονόμηση χρημάτων λόγω της μη αξιολόγησης ενός νέου προτύπου κατά τη διαδικασία έγκρισής του.

- Είσοδος στη διεθνή αγορά λόγω του διεθνούς αναγνωρισμένου λογότυπου και των ισχυρισμών (claims) του PEFC.
- Διασφάλιση της συμβατότητας του συστήματος για εταιρείες που δραστηριοποιούνται και εμπορεύονται σε παγκόσμια εμβέλεια.

Η Επιστημονική Ομάδα απέδωσε την κανονιστική και τεχνική ορολογία αυτού του προτύπου στην Ελληνική γλώσσα, με τη βοήθεια στελεχών του ΕΛΟΤ και στη συνέχεια εφάρμοσε πιλοτικά το πρότυπο αυτό σε Βιομηχανία ξύλου.

Στη Φάση 3, η Επιστημονική Ομάδα συνέταξε παράλληλα το Καταστατικό του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης.

ΦΑΣΕΙΣ 4 και 5:

Οι επόμενες δύο Φάσεις (Φάση 4 και 5) υλοποιούνται και θα ολοκληρωθούν από την Επιστημονική Ομάδα, σύμφωνα με το Τεχνικό Δελτίο του Έργου. Τα αποτελέσματά τους αναμένονται με την αποπεράτωση του Έργου.

Πρέπει να επισημανθεί ότι αυτήν την περίοδο, η Επιστημονική Ομάδα επεξεργάζεται τα σχετικά πρότυπα που αναφέρονται στις απαιτήσεις για τους φορείς πιστοποίησης και τους επιθεωρητές για την αξιολόγηση της δασικής πιστοποίησης στην Ελλάδα, καθώς και τις διαδικασίες πιστοποίησης και διαπίστευσης που πρέπει να πληρούν οι Φορείς Πιστοποίησης για τη διεξαγωγή Επιθεωρήσεων και τη χορήγηση πιστοποίησης του Συστήματος της Δασικής Διαχείρισης. Η επεξεργασία τους πραγματοποιείται με τη συμμετοχή στελεχών του Εθνικού Συστήματος Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ) και του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ), αφού η όλη αντίληψη για τη δασική πιστοποίηση με το σύστημα PEFC, στηρίζεται στην πιστή εφαρμογή των κανόνων που έχουν θεσπιστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) για την πιστοποίηση και τη διαπίστευση, καθώς και των διαδικασιών που ορίζει και απαιτεί το ΕΣΥΔ για τη χώρα μας.

Ενημερωτικά θα πρέπει να τονιστεί, ότι οι επιθεωρητές πιστοποίησης της δασικής διαχείρισης, πρέπει να διαθέτουν πτυχίο τριτοβάθμιας δασικής εκπαίδευσης και τουλάχιστον πενταετή (5) εμπειρία στη διαχείριση δασών. Να αποδεικνύουν επίσης, επάρκεια στο γνωστικό αντικείμενο της δασικής διαχείρισης, σύμφωνα με το Ελληνικό Πρόγραμμα Δασικής Πιστοποίησης. Να διαθέτουν εμπειρογνωσία στον τομέα της δασοπονίας, της Ελληνικής δασικής πράξης και Νομοθεσίας, καθώς και των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων τους. Πρόσθετη τοπική εξειδίκευση στους προαναφερθέντες τομείς, πρέπει να υποστηρίζεται από εμπειρογνώμονες. Αντίστοιχες απαιτήσεις ορίζονται για τους επιθεωρητές της Αλυσίδας προέλευσης με σχετική εξειδίκευση στην τεχνολογία του ξύλου.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Με την ανάπτυξη του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης, η χώρα μας, θα παύσει πλέον να είναι η μοναδική χώρα της Δυτικής Ευρώπης και από τις ελάχιστες στην Ευρωπαϊκή Ένωση που δεν πιστοποιεί τα δάση της, για την αειφορική τους διαχείριση, καθώς και τα προϊόντα που προέρχονται από αυτά. Επιπρόσθετα, θα υπάρχει ένα βασικό και συνεχές κίνητρο βελτίωσης καλών πρακτικών αειφορικής δασικής διαχείρισης, με απώτερο στόχο την ενίσχυση και βελτίωση της εικόνας της Ελληνικής δασοπονίας. Εξίσου σημαντικό είναι ότι θα υπάρξει και η διασφάλιση των καταναλωτών, ότι τα πιστοποιημένα προϊόντα που θα βρίσκονται στην αγορά προς πώληση, θα προέρχονται από αειφορικά διαχειριζόμενα δάση και όχι από παράνομες ή/και αμφιλεγόμενες πηγές. Με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί και η ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης και ευαισθητοποίησης της κοινωνίας για την προστασία των δασών.

Η δημιουργία του Ελληνικού Προγράμματος Δασικής Πιστοποίησης με τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερομένων με ουσιαστική και ισορροπημένη εκπροσώπηση, με βασικούς άξονες την επίτευξη της συναίνεσης και την πλήρη διαφάνεια στην όλη λειτουργία του, στηριζόμενη στους ισχύοντες κανόνες του ISO, του ΕΛΟΤ και του ΕΣΥΔ, αποτελούν την υγιή βάση για την περαιτέρω προώθηση της αειφορικής διαχείρισης των δασών, μέσω της πιστοποίησης των δασών και των προϊόντων τους.

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλονται στα 28 μέλη της Ομάδας Εργασίας για τις επιστημονικές παρατηρήσεις, επισημάνσεις και βελτιώσεις, σε σχέση με τα πρότυπα για την πιστοποίηση της αειφορικής διαχείρισης των Ελληνικών δασών. Ευχαριστίες οφείλονται επίσης και στους Δρ. Γεώργιο Μπαλούτσο, Δασολόγο-Υδρολόγο και Δρ. Παναγιώτη Μιχόπουλο, Δασολόγο-Εδαφολόγο, για τις σημαντικές παρατηρήσεις και επισημάνσεις τους στα πεδία ειδικειών τους. Θα ήταν όμως μεγάλη παράλειψη, αν δεν εκφράζαμε τις ευχαριστίες μας ξεχωριστά στο Δρ. Στέλιο Γκατζογιάννη, πρώην ερευνητή του ΕΘΙΑΓΕ, αλλά πρωτοπόρο και εξαιρετικό δάσκαλο στην αειφορική διαχείριση των δασών.

Abstract

Forest certification is defined as a voluntary process, consisting of the verification, by an independent third-party, which forest management is carried out in a sustainable way. The marking, related to the certification of forests. This marking could be a trademark or a claim that guarantees that the raw material of a particular forest product comes from a certified forest. Since 1993 have passed almost 28 years of the first appearance of forest certification to Europe-wide networking of trademarks usage for the sustainable forest management and the produced forest products and services. After many persistent and coordinated hard work (20 years) to generate the Greek forest certification programme, started to implement in our country this pilot project in October 2019, with the assistance of Ministry for Environment and Energy - General Directorate of Forests and Forest Environment. The whole responsibility for the implementation of this project has undertaken the Institute of Mediterranean and Forest Ecosystems of ELGO-DIMITRA.

The creation of the Greek Programme for Forest Certification with the participation of all stakeholders with substantial and balanced representation, with the main axes of reaching consensus and full transparency in its entire operation, based on the applicable rules of ISO, ELOT and ESYD, are sound basis for further promoting sustainable forest management through the certification of forests and their products.

Βιβλιογραφία

Hansen, E., Juslin, H., 1999. Status of Forest Certification in the UN-ECE Region, ECE/TIM/DP/14, United Nations, New York and Geneva, pp. 19.

Rametsteiner, E., Simula, M., 2002. Forest certification—an instrument to promote sustainable forest management? *J. Environ. Manage.* 67 (2003) 87–98, doi:10.1016/S0301-4797(02)00191-3.

Nussbaum, R., Simula, M., 2004. Forest Certification: A Review of Impacts and Assessment Frameworks, *The Forests Dialogue*, Yale University, pp. 15.

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1998. Ανακοίνωση της Επιτροπής για τη δασική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. COM (1998), 649 Τελικό. Βρυξέλλες.

Κόλλιας, Ε., 2012, Έρευνα της Ελληνικής Αγοράς πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου αειφορικά διαχειριζόμενων δασών, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ., Τομέας Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων, Εργ. Δασικής Οικονομικής, Θεσσαλονίκη, σελ. 329.

Κόλλιας, Ε., 2017. Πιστοποίηση της αειφορικής διαχείρισης των δασών, περιφερειακή ανάπτυξη και κλιματική αλλαγή. 18ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο με θέμα «Η Ελληνική Δασοπονία μπροστά σε σημαντικές προκλήσεις: αειφορική διαχείριση δασών, δασικοί χάρτες, περιβαλλοντικές τεχνολογίες - δικτύωση και προστασία φυσικού περιβάλλοντος» & International Workshop “Information Technology, Sustainable Development, Scientific Network & Nature Protection”. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Έδessa Πέλλας, 8-11 Οκτωβρίου 2017.

Κόλλιας, Ε., 2018. «Πιστοποίηση της αειφορικής διαχείρισης των δασών και των Προϊόντων Ξύλου : Υφιστάμενη κατάσταση, προβλήματα, προοπτικές» στην Ημερίδα «Η Αειφορία των Ελληνικών Δασών υπό το πρίσμα: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ - ΚΟΙΝΩΝΙΑ». Αθήνα, Αμφιθέατρο Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Πέμπτη 28 Ιουνίου 2018. Αιγίδα: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Διοργάνωση: Ελληνική Δασολογική Εταιρεία (ΕΔΕ). Υποστήριξη: Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος (ΑΠΘ) - ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων.

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΕΕ FLEGT (2173/2005) ΚΑΙ ΞΥΛΕΙΑΣ (995/2010) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Μόκα, Γεωργία¹; Αλεξίου, Ειρήνη¹; Γκουντούφας, Ευάγγελος¹

¹Γενική Δ/νση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος Υ.Π.ΕΝ., Τέρμα Αλκμάνος, Τ.Κ.:115 28 Ιλίσια, e.alexiou@prv.ypeka.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή αναφέρεται στην εφαρμογή των Κανονισμών της ΕΕ: 2173/2005 (FLEGT) και 995/2010 (Κανονισμός Ξυλείας) στη χώρα μας που αφορούν στο εμπόριο ξυλείας και των προϊόντων αυτής, κατά την περίοδο 2016-2020. Ειδικότερα αναφέρεται στους ελέγχους, τα Διοικητικά Πρόστιμα, τους Φορείς Εκμετάλλευσης και τους Εμπόρους που αφορά ο Κανονισμός Ξυλείας, καθώς και στον αριθμό των Αδειών Flegt που επιβεβαιώθηκαν στα πλαίσια του Κανονισμού FLEGT και τα έσοδα που προκύπτουν υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου. Η σπουδαιότητα των αποτελεσμάτων αυτής της εργασίας έγκειται στο ότι τα συμπεράσματα που προκύπτουν καταδεικνύουν την ανάγκη ενίσχυσης και υποστήριξης της εφαρμογής των Κανονισμών μέσω στοχευμένων πολιτικών προστασίας των ελληνικών δασών από την επιτελική αρχή σχεδιασμού της δασικής πολιτικής με το χαμηλότερο δυνατό οικονομικό κόστος, προκειμένου να εξασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής και υλοποίησής τους.

Λέξεις κλειδιά: Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί, Άδειες Flegt, Παράνομη υλοτομία, Διοικητικά Πρόστιμα, Ανταποδοτικότητα των τελών.

Εισαγωγή

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Υ.Π.ΕΝ.) έχει ως αποστολή τη διατήρηση και βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, το χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό της χώρας και την προώθηση της ανάπτυξης στους τομείς της ενέργειας και των ορυκτών πρώτων υλών, σύμφωνα με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Για την επίτευξη της αποστολής του, το Υπουργείο, έχοντας επιτελικό και συντονιστικό ρόλο, σχεδιάζει και προωθεί, εκτός των άλλων, τη χάραξη εθνικής δασικής πολιτικής στο πλαίσιο των πολλαπλών λειτουργιών των δασικών οικοσυστημάτων (άρθρο 1 του Π.Δ. 132/2017, Α' 160, όπως ισχύει).

Η Δασική Υπηρεσία είναι ο κύριος φορέας σχεδιασμού, εισήγησης και άσκησης της δασικής πολιτικής, της διαχείρισης, ανάπτυξης και προστασίας των δημοσίων δασών και δασικών εκτάσεων αλλά και ο υπεύθυνος φορέας δασοτεχνικής και δασοπολιτικής εποπτείας και επιτήρησης των μη δημοσίων δασών και του εν γένει δασικού περιβάλλοντος (Υπ. Γεωργίας 2000). Η Κεντρική Δασική Υπηρεσία, διοικητικά εκφράζεται με τη Γενική Δ/νση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος, η οποία υπάγεται στη Γενική Γραμματεία Περιβάλλοντος (άρθρο 21 του Π.Δ. 132/2017, Α' 160, όπως ισχύει).

Στους στρατηγικούς σκοπούς της Γενικής Δ/νσης Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος (ΓΔΔ & ΔΠ) είναι, εκτός των άλλων, η προστασία των δασικών οικοσυστημάτων, των δημόσιων χορτολιβαδικών και φρυγανικών εκτάσεων της χώρας, καθώς και της δημόσιας περιουσίας από κάθε κίνδυνο και απειλή, η αιεφορική διαχείριση των δασών και των δασικών οικοσυστημάτων, καθώς και η υλοποίηση των στόχων της Εθνικής Στρατηγικής για τα Δάση.

Αποτελεί δεδομένο ότι η παράνομη υλοτομία και η αποδάσωση δημιουργούν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον όπως διάβρωση του εδάφους, μείωση της βιοποικιλότητας ενώ συμβάλουν αρνητικά και στην αλλαγή του κλίματος. Περίπου το 20% των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από την αποψίλωση των τροπικών δασών. Η αντιμετώπιση της παράνομης υλοτομίας όμως είναι ένα περίπλοκο πρόβλημα που απαιτεί πολύπλευρη προσέγγιση.

Το 2003 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανταποκρινόμενη στις ανησυχίες του κοινού για τη σοβαρή περιβαλλοντική καταστροφή που προκαλείται από τις παράνομες υλοτομίες και την αποδάσωση, υιοθέτησε το Σχέδιο Δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για την Επιβολή της Δασικής Νομοθεσίας,

τη Διακυβέρνηση και το Εμπόριο (Action Plan for Forest Law Enforcement, Governance and Trade-FLEGT) απώτερος στόχος του οποίου είναι η ενθάρρυνση της αειφορικής διαχείρισης των δασών.

Το Δεκέμβριο του 2005, το Συμβούλιο υιοθέτησε τον κανονισμό 2173/2005 που έχει ως σκοπό την αντιμετώπιση της παράνομης υλοτομίας και του συνδεδεμένου με αυτή εμπορίου και αφορά τη δημιουργία ενός συστήματος αδειών, μέτρο με το οποίο θα εξασφαλίζεται ότι η Κοινότητα εισάγει μόνο προϊόντα ξυλείας που έχουν υλοτομηθεί νόμιμα, σύμφωνα με τη νομοθεσία της παραγωγού χώρας. Η Κοινότητα συνάπτει με χώρες και περιφερειακές οργανώσεις, Εθελοντικές Συμφωνίες Εταιρικής Σχέσης (Voluntary Partnership Agreement, VPAs), βάσει των οποίων οι εταίροι χώρες ή περιφερειακές οργανώσεις δεσμεύονται νομικά να εφαρμόσουν το σύστημα αδειών εντός χρονοδιαγράμματος οριζόμενου σε κάθε συμφωνία εταιρικής σχέσης.

Σύμφωνα με το σύστημα αδειών FLEGT, ορισμένα προϊόντα ξυλείας που εξάγονται από εταίρο χώρα και εισέρχονται στην Κοινότητα σε οποιοδήποτε τελωνειακό σημείο θέσεως σε ελεύθερη κυκλοφορία, θα πρέπει να συνοδεύονται από άδεια FLEGT εκδιδόμενη από την εταίρο χώρα, με την οποία δηλώνεται ότι έχουν παραχθεί από εγχώρια ξυλεία που υλοτομήθηκε νόμιμα ή από ξυλεία που εισήχθη νόμιμα στην εταίρο χώρα σύμφωνα με την εθνική της νομοθεσία, όπως ορίζεται στη συμφωνία εταιρικής σχέσης. Απαγορεύεται η εισαγωγή στην Κοινότητα προϊόντων ξυλείας προερχόμενων από εταίρους χώρες, αν η αποστολή δεν καλύπτεται από άδεια FLEGT.

Οι λεπτομέρειες των κανόνων εφαρμογής του συστήματος αδειών FLEGT σε ότι αφορά τα Κράτη-Μέλη, ρυθμίζονται στον Κανονισμό 1024/2008 της Επιτροπής ο οποίος τέθηκε σε ισχύ τον Οκτώβριο 2008. Μετά τη θέσπιση του σχεδίου δράσης FLEGT το 2003, έχουν κυρωθεί επτά εθελοντικές συμφωνίες εταιρικής σχέσης (με το Καμερούν, την Κεντροαφρικανική Δημοκρατία, τη Γκάνα, την Ινδονησία, τη Λιβερία, τη Δημοκρατία του Κονγκό και το Βιετνάμ) και έχουν μονογραφηθεί δύο (με τη Γουιάνα και την Ονδούρα). Σε εξέλιξη βρίσκονται οι διαπραγματεύσεις με έξι χώρες (Ακτή Ελεφαντοστού, Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό, Γκαμπόν, Λάος, Ταϊλάνδη, Μαλαισία). Η Ινδονησία είναι η μόνη χώρα έκδοσης αδειών FLEGT. Ξεκίνησε να εκδίδει άδειες στις 15 Νοεμβρίου 2016¹.

Το σύστημα αδειών FLEGT ωστόσο, παρουσιάστηκε ανεπαρκές για την διαχείριση του προβλήματος της παράνομης υλοτομίας και του συναφούς εμπορίου δεδομένης της δυνατότητας παράκαμψης του, καθώς και της εθελοντικής και διμερούς φύσης των Συμφωνιών Εταιρικής Σχέσης αλλά και της εν γένει πολυπλοκότητας της παράνομης υλοτομίας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή λοιπόν, σε συμπλήρωση και στήριξη της τρέχουσας στρατηγικής ανέλαβε νομοθετική πρωτοβουλία με ολιστικό χαρακτήρα υιοθετώντας τον Κανονισμό (ΕΕ) αριθμ. 995/2010 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «για τη θέσπιση των υποχρεώσεων των φορέων εκμετάλλευσης που διαθέτουν ξυλεία και προϊόντα ξυλείας στην αγορά».

Ο εν λόγω Κανονισμός ορίζει τις υποχρεώσεις των φορέων εκμετάλλευσης, οι οποίοι διαθέτουν ξυλεία και προϊόντα ξυλείας στην αγορά της ΕΕ για πρώτη φορά και απαγορεύει τη διάθεση (στην αγορά της ΕΕ) παράνομα υλοτομημένης ξυλείας και προϊόντων ξυλείας. Είναι νομικά δεσμευτικός και για τα 27 κράτη μέλη της ΕΕ, τα οποία είναι υπεύθυνα για τον καθορισμό αποτελεσματικών, αναλογικών και αποτρεπτικών κυρώσεων και για την επιβολή του κανονισμού. Ο Κανονισμός πρέπει να εφαρμόζεται πλήρως και με συνέπεια και οι χώρες καλούνται να θεσπίσουν ένα εθνικό νομικό πλαίσιο, το οποίο να προβλέπει την απαραίτητη εθνική εφαρμογή του (UNEP-WCMC 2020).

Η χώρα μας, στα πλαίσια των υποχρεώσεων της εφαρμογής του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ.995/2010 (Κανονισμού Ξυλείας) και του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ.2173/2005 περί δημιουργίας εθελοντικού συστήματος αδειών FLEGT για τις εισαγωγές ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα (Κανονισμός FLEGT) έχει ενσωματώσει και εφαρμόζει τους ανωτέρω Κανονισμούς με τις με αριθ. 134627/5835/23.12.2015 (Β' 2872) και 135279/159/12.01.2016 (Β' 83) Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις.

Αρμόδια Αρχή για την εφαρμογή των Κανονισμών της ΕΕ: 2173/2005 (FLEGT) και 995/2010 (Κανονισμός Ξυλείας) και των εφαρμοστικών τους είναι το Τμήμα Ελέγχου της Εμπορίας και Διακίνησης Άγριας Ζωής και Ειδών Cites, της Διεύθυνσης Προγραμματισμού και Δασικής Πολιτικής της ΓΔΔ & ΔΠ. Στις υποχρεώσεις του, οι οποίες απορρέουν ως Κεντρική Αρμόδια Αρχή ορίζονται:

¹ Κατ' εξουσιοδότηση κανονισμός (ΕΕ) 2016/1387 της Επιτροπής, της 9ης Ιουνίου 2016, για την τροποποίηση των παραρτημάτων I και III του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2173/2005 του Συμβουλίου σύμφωνα με την εθελοντική συμφωνία εταιρικής σχέσης με την Ινδονησία σχετικά με σύστημα αδειών FLEGT για τις εισαγωγές ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, C/2016/3438 (ΕΕ L 223 της 18.8.2016, σ. 1).

- η λήψη των αναγκαίων μέτρων που απαιτούνται για την εφαρμογή των διατάξεων των Κανονισμών και της ΚΥΑ, καθώς και για το συντονισμό των εμπλεκόμενων υπηρεσιών,
- η συνολική παρακολούθηση της εφαρμογής των Κανονισμών και της ΚΥΑ, καθώς και την παροχή σχετικών κατευθύνσεων και τεχνικών οδηγιών,
- η διασφάλιση της αναγκαίας συνεργασίας και την επικοινωνία με τις αρμόδιες αρχές άλλων κρατών μελών και τρίτων χωρών, καθώς και με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή,
- η επαλήθευση και την αποδοχή αδειών FLEGT, καθώς και για την μετέπειτα της ως άνω αποδοχής ενημέρωση της αρμόδιας περιφερειακής αρχής, και
- η υποβολή εκθέσεων στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με την εφαρμογή των Κανονισμών σύμφωνα με το άρθρο 5 της ΚΥΑ.

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται μία συνοπτική εικόνα της εφαρμογής των σχετικών Κανονισμών Ξυλείας και FLEGT στη χώρα μας μέσω του Τμήματος Ελέγχου της Εμπορίας και Διακίνησης Άγριας Ζωής και Ειδών CITES της υπηρεσίας μας.

Για την πραγματοποίηση του συντονιστικού έργου του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας συστάθηκε σύμφωνα με το Άρθρο 3 της εν λόγω ΚΥΑ Τεχνική Διϋπουργική Ομάδα Εργασίας (ΤΔΟΕ), που αποτελείται από έξι (6) εκπροσώπους συναρμόδιων Υπουργείων, μετά των αναπληρωτών τους.

Το Τμήμα Ελέγχου της Εμπορίας και Διακίνησης Άγριας Ζωής και Ειδών CITES ως Κεντρική Αρχή Κανονισμού Ξυλείας και FLEGT καταρτίζει, τηρεί σε ηλεκτρονική μορφή και επικαιροποιεί σε τακτά χρονικά διαστήματα:

α) Εθνικό Κατάλογο των Οργανισμών Παρακολούθησης, βάσει του εκάστοτε δημοσιευμένου από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή δυνάμει του άρθρου 9 του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 995/2010 καταλόγου των οργανισμών παρακολούθησης.

β) Εθνικό Μητρώο Φορέων Εκμετάλλευσης, βάσει των εκάστοτε κοινοποιούμενων σε αυτήν, προερχομένων από τα περιφερειακά μητρώα φορέων εκμετάλλευσης, στοιχείων των περιφερειακών αρχών.

γ) Εθνικό Μητρώο Εμπόρων, βάσει των εκάστοτε κοινοποιούμενων σε αυτήν, προερχομένων από τα περιφερειακά μητρώα εμπόρων, στοιχείων των περιφερειακών αρχών.

δ) Εθνικό Μητρώο Ελέγχων των Οργανισμών Παρακολούθησης, βάσει των εκάστοτε κοινοποιούμενων σε αυτήν, προερχομένων από τα περιφερειακά μητρώα ελέγχων των οργανισμών παρακολούθησης, στοιχείων των περιφερειακών αρχών.

ε) Εθνικό Μητρώο Ελέγχων των Φορέων Εκμετάλλευσης, βάσει των εκάστοτε κοινοποιούμενων σε αυτήν, προερχομένων από τα περιφερειακά μητρώα ελέγχων των φορέων εκμετάλλευσης, στοιχείων των περιφερειακών αρχών.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να γίνει η ανάλυση της μέχρι σήμερα υλοποίησης και εφαρμογής των Κανονισμών αυτών (αριθμός αδειών Flegt, αριθμός ελέγχων, διοικητικά πρόστιμα, αριθμός Φ.Ε., αριθμός Εμπόρων, αριθμός ελέγχων, έσοδα από την υλοποίηση των Κανονισμών) στο σύνολο της χώρας. Στη συνέχεια, αναλύεται και αξιολογείται η εφαρμογή των Κανονισμών στον Ελλαδικό χώρο.

Πίνακας 1. Συνοπτική εικόνα της εφαρμογής των δύο Κανονισμών στην Ελλάδα
 Table 1. Summary of the implementation of the two Regulations in Greece

	Κανονισμός Ξυλείας (EUTR)	Κανονισμός FLEGT
Τμήμα Ελέγχου της Εμπορίας και Διακίνησης Άγριας Ζωής και Ειδών CITES	Κεντρική Αρμόδια Αρχή Κανονισμού Ξυλείας	Κεντρική Αρμόδια Αρχή FLEGT
Κ.Υ.Α.	134627/5835/23-12-2015 (ΦΕΚ 2872/Β'/29-12-2015)	<u>135279/159/12-01-2016</u> (ΦΕΚ 83/Β'/25-01-2016)
Περιφερειακές Αρμόδιες Αρχές Κανονισμού Ξυλείας & FLEGT	Συνολικά 38 σε όλη την Ελλάδα και αφορούν κυρίως Δ/νσεις Δασών	Συνολικά 37 σε όλη την Ελλάδα και αφορούν κυρίως Δ/νσεις Δασών
Ποινικές κυρώσεις/Διοικητικά πρόστιμα	Άρθρο 9 (ανωτέρω ΚΥΑ)	Άρθρο 8 (ανωτέρω ΚΥΑ)
Διενέργεια ελέγχων	Άρθρο 5 (ανωτέρω ΚΥΑ)	Άρθρο 6 (ανωτέρω ΚΥΑ)

Υλικά και Μέθοδοι

Για την επίτευξη των σκοπών της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενή δεδομένα του Τμήματος Εμπορίας και Διακίνησης Άγριας Ζωής και Ειδών Cites της Γενικής Δ/νσης Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος του Υ.Π.Ε.Ν. και στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις δασικές υπηρεσίες των Αποκεντρωμένων Διοικήσεων όλης της χώρας που αφορούν σε:

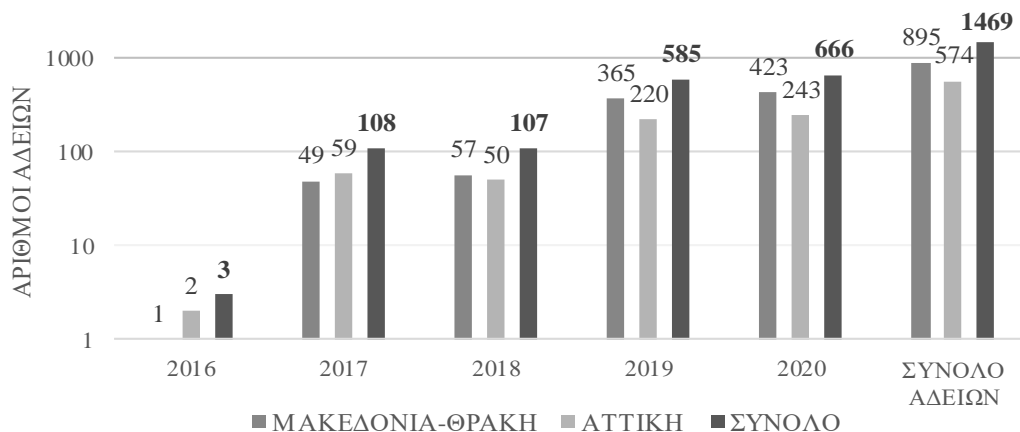
1. αριθμό αδειών Flegt
2. έσοδα από τις άδειες Flegt
3. διοικητικά πρόστιμα από την εφαρμογή του EUTR
4. έσοδα από τα διοικητικά πρόστιμα
5. αριθμό ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν

Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση υπολογιστικών φύλλων excel.

Αποτελέσματα

Η επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, όπως αυτά συλλέχθηκαν από το Τμήμα Ελέγχου της Εμπορίας και Διακίνησης Άγριας Ζωής και Ειδών Cites του Υ.Π.Ε.Ν., οδηγεί σε μια σειρά από συμπεράσματα, ικανά να βοηθήσουν προς την κατεύθυνση του αποτελεσματικού σχεδιασμού της εφαρμογής και υλοποίησης των Κανονισμών.

Σε πρώτη φάση, παρατίθεται ο αριθμός αδειών Flegt ανά έτος και ανά Αποκεντρωμένη Διοίκηση. Γίνεται αναφορά μόνο σε δύο Αποκεντρωμένες Διοικήσεις επειδή εκεί ανήκουν τα τελωνεία από τα οποία γίνονται οι εισαγωγές των φορτίων ξυλείας που έχουν πραγματοποιηθεί. Μέχρι σήμερα όλες οι εκδοθείσες άδειες Flegt προέρχονται από την Ινδονησία. Είναι προφανές ότι από το 2016, από όταν άρχισε να ισχύει ο κανονισμός ξυλείας, μέχρι το 2020, οι άδειες Flegt παρουσιάζουν αυξητική τάση ανά περιφέρεια κάθε έτος, ενώ η υπηρεσία μας μέχρι το τέλος του 2020 έχει θεωρήσει στο σύνολο 1.469 άδειες. Η Αρμόδια Κεντρική Αρχή δύναται να οργανώνει ηλεκτρονικό σύστημα για την καταγραφή και ανταλλαγή των δεδομένων που περιέχουν οι άδειες. Στο ως άνω πλαίσιο η υπηρεσία μας δημιούργησε αυτοματοποιημένο σύστημα έγκρισης Αδειών Flegt προκειμένου να απλοποιηθούν οι διαδικασίες επαλήθευσης αδειών, να υπάρχει άμεση πληροφόρηση στον ενδιαφερόμενο και να υπάρξει εξοικονόμηση διοικητικού χρόνου.

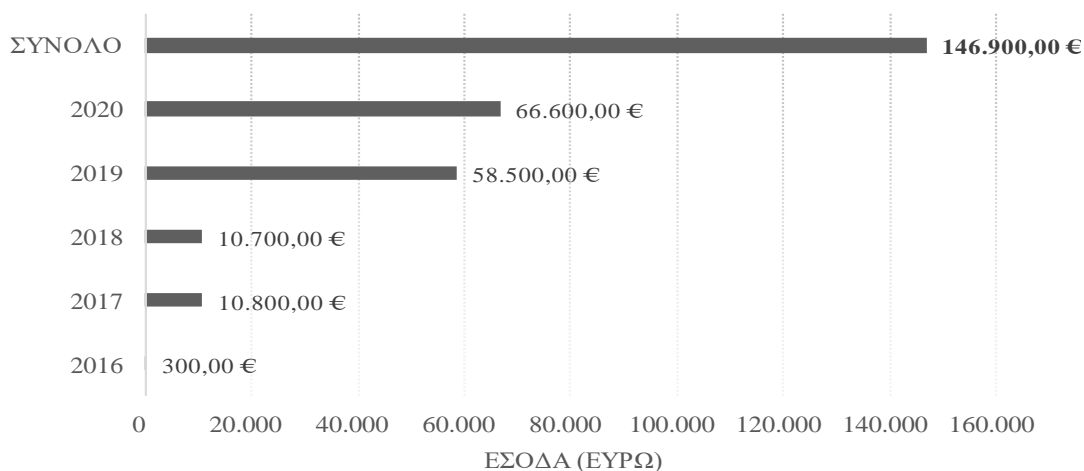


Σχήμα 1. Αριθμός αδειών FLEGT ανά έτος και Αποκεντρωμένη Διοίκηση (Πηγή: Υ.Π.ΕΝ.)

Figure 1. Number of FLEGT licenses per year and Decentralized Administration (Source: Ministry of Environment and Energy)

Κατά την υποβολή της άδειας Flegt, οι υπόχρεοι καταβάλλουν, στην αρμόδια περιφερειακή αρχή, παράβολο υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου ύψους εκατό (100) ευρώ ανά άδεια, για τον έλεγχο και την επαλήθευση της άδειας Flegt. Τα τέλη αποτελούν έσοδα του Δημοσίου, τα οποία αποδίδονται και κατατίθενται στον λογαριασμό του Ειδικού Φορέα Δασών του Πράσινου Ταμείου και τα οποία έχουν ανταποδοτικό χαρακτήρα.

Ακολουθεί γράφημα με το συνολικό ποσό σε ευρώ, που συγκεντρώθηκε, από τα παράβολα των αδειών, ανά έτος.



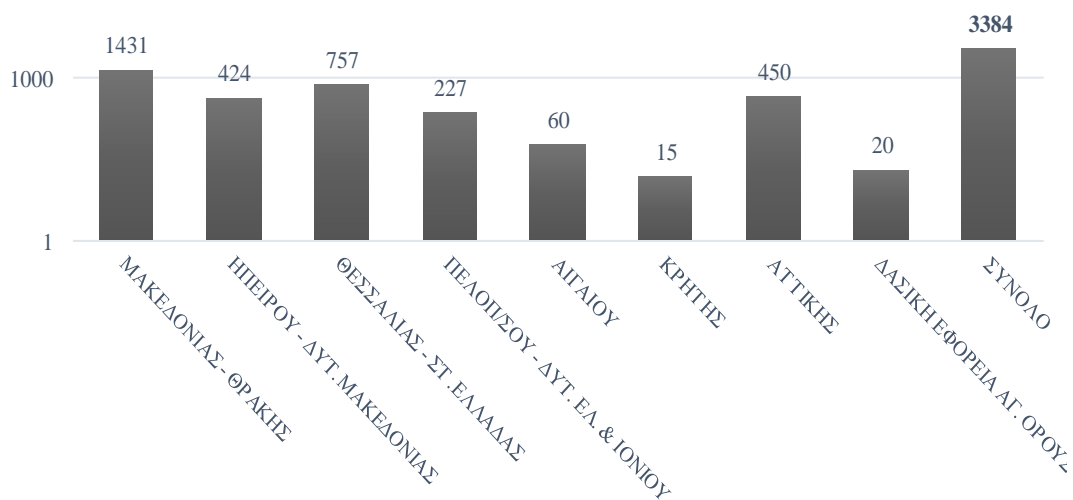
Σχήμα 2. Έσοδα από τις άδειες FLEGT ανά έτος (Πηγή: Υ.Π.ΕΝ.)

Figure 2. Revenue from FLEGT licenses per year (Source: Ministry of Environment and Energy)

Όσον αφορά στον Κανονισμό Ξυλείας, σύμφωνα με την αριθ.134387/165/12-01-2016 εγκύκλιο σχετικά με την κατάρτιση του Περιφερειακού Μητρώου Φορέων Εκμετάλλευσης και την αριθ.134389/181/13-01-2016 εγκύκλιο σχετικά με την κατάρτιση του Περιφερειακού Μητρώου Εμπόρων, οι αρμόδιες Περιφερειακές Αρχές Κανονισμού Ξυλείας έχουν καταρτίσει και επικαιροποιούν «Περιφερειακό Μητρώο Φορέων Εκμετάλλευσης» και «Περιφερειακό Μητρώο Εμπόρων».

Η διαδικασία αυτή πλέον γίνεται σε ηλεκτρονική πλατφόρμα, η οποία λειτουργεί στο site του ΥΠΕΝ (<https://ypen.gov.gr/perivallon/dasi/kanonismoi-xyleias-flegt>).

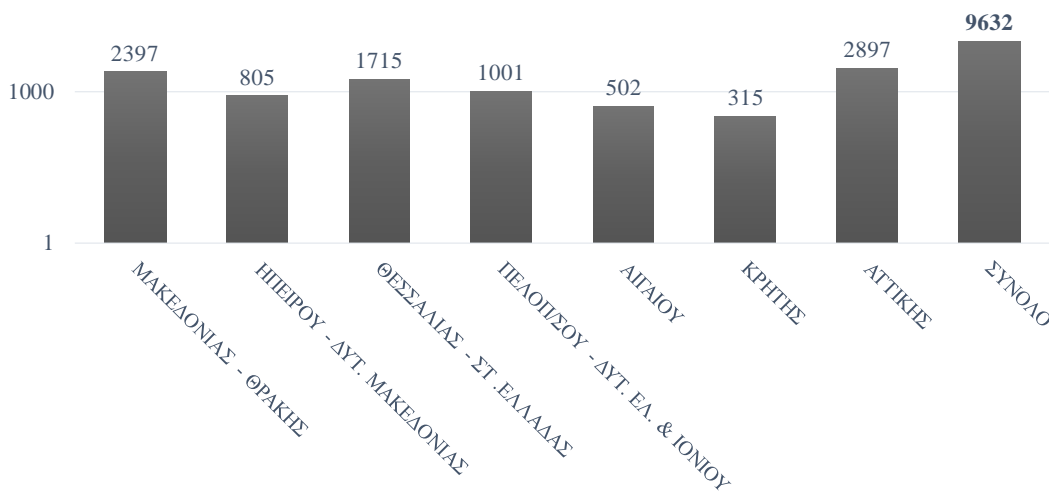
Ο αριθμός των Φορέων Εκμετάλλευσης που έχουν εγγραφεί μέχρι σήμερα στο Περιφερειακό Μητρώο Φορέων Εκμετάλλευσης ανέρχεται στους 3.384 (Σχήμα 3), ενώ ο αριθμός των Εμπόρων που έχουν εγγραφεί στο Περιφερειακό Μητρώο Εμπόρων ανέρχεται στους 9.632 (Σχήμα 4).



Σχήμα

3. Αριθμός Φορέων Εκμετάλλευσης ανά Περιφερειακή Αρχή (Πηγή: Υ.Π.Ε.Ν.)

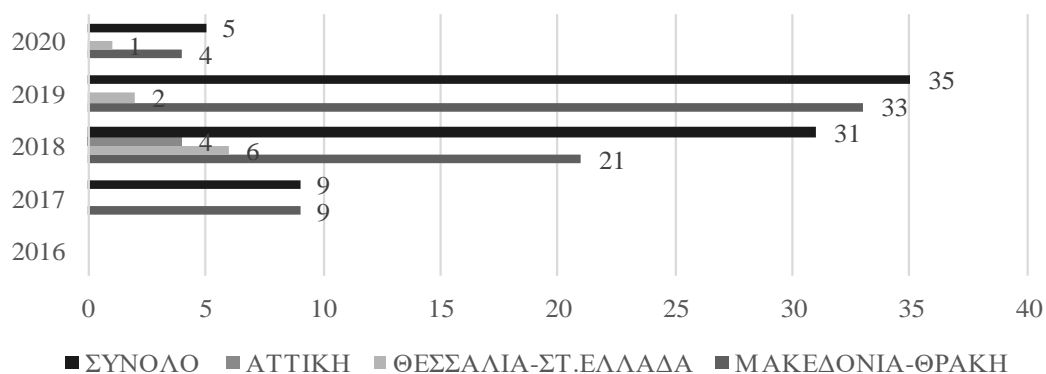
Figure 3. Number of Operators per Regional Competent Authority (Source: Ministry of Environment and Energy)



Σχήμα 4. Αριθμός Εμπόρων ανά Περιφερειακή Αρχή (Πηγή: Υ.Π.Ε.Ν.)

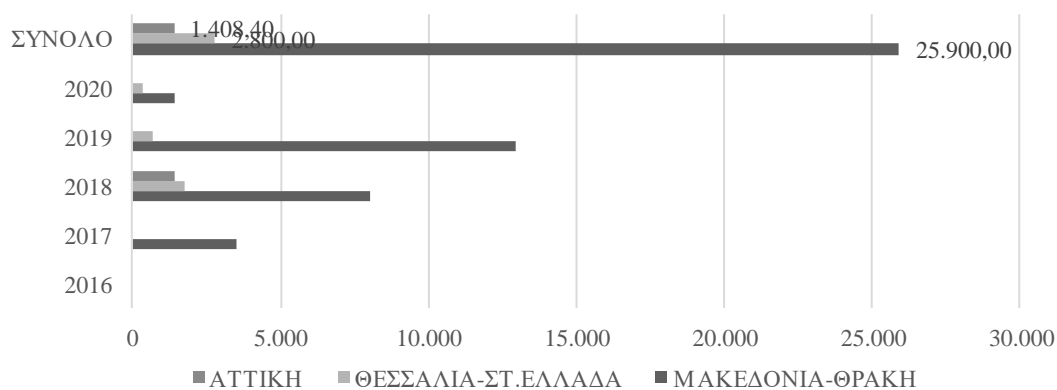
Figure 4. Number of Traders per Regional Competent Authority (Source: Ministry of Environment and Energy)

Σύμφωνα με το άρθρο 19, παράγραφοι 1 και 2 του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 995/2010 θεσπίζονται οι ποινικές και διοικητικές κυρώσεις. Όλες οι χώρες που υποβάλουν εκθέσεις στην ΕΕ δίνουν πληροφορίες σχετικά με το εύρος των κυρώσεων που επιβάλλουν για τυχόν παραβάσεις του κανονισμού της ΕΕ για την ξυλεία. Οι κυρώσεις μπορεί να είναι τόσο διοικητικές όσο και ποινικές. Τα υψηλότερα πρόστιμα που αναφέρθηκαν είναι εκείνα που αφορούν την απαγόρευση διάθεσης παράνομα υλοτομημένης ξυλείας και προϊόντων τέτοιου είδους ξυλείας στην εσωτερική αγορά (EU 2020). Στη χώρα μας, τα διοικητικά πρόστιμα βεβαιώνονται στην αρμόδια Δ.Ο.Υ., εισπράττονται κατά τα ισχύοντα για την είσπραξη δημοσίων εσόδων και επίσης αποδίδονται και κατατίθενται στον λογαριασμό του Ειδικού Φορέα Δασών του Πράσινου Ταμείου (Σχήμα 6). Από το γράφημα που ακολουθεί φαίνεται ότι έχουν επιβληθεί μέχρι το τέλος του 2020 στο σύνολο 80 διοικητικά πρόστιμα.

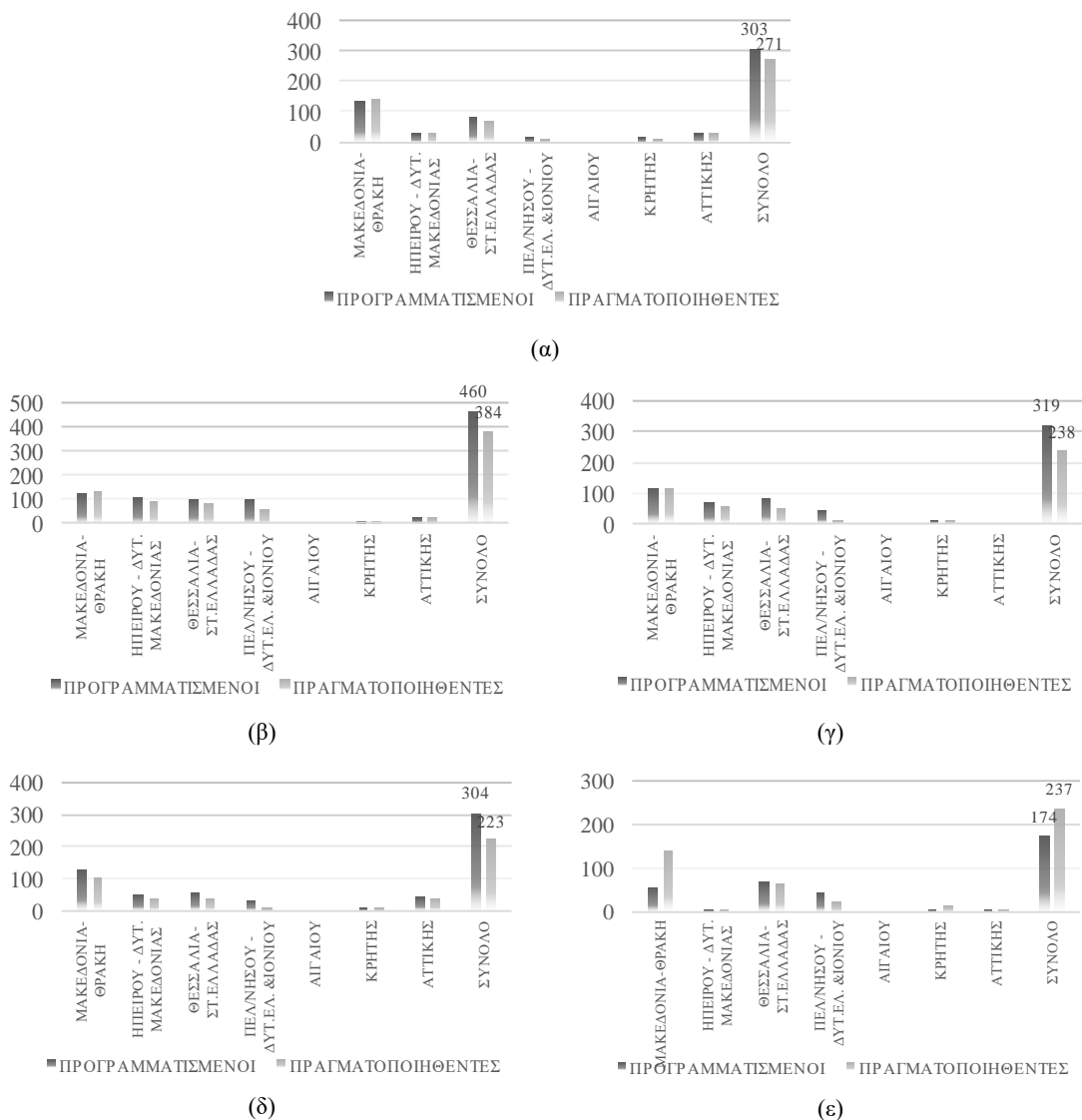


Σχήμα 5. Αριθμός διοικητικών προστίμων ανά έτος (Πηγή: Υ.Π.ΕΝ.)
 Figure 5. Number of administrative fines per year (Source: Ministry of Environment and Energy)

Με μία πρώτη ανάγνωση του παραπάνω γραφήματος, αντιλαμβάνεται κανείς ότι το 2016 από όταν άρχισε να εφαρμόζεται ο κανονισμός ξυλείας έχουμε μηδέν πρόστιμα, στη συνέχεια παρατηρείται μια αυξητική τάση ενώ το 2020 ο αριθμός των διοικητικών προστίμων που επιβλήθηκαν μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με τις προηγούμενες χρονιές που είχε μια ανοδική τάση. Αυτό οφείλεται στη σταδιακή συμμόρφωση των εμπλεκομένων στις απαιτήσεις εφαρμογής των κανονισμών, αλλά και στις συνθήκες που δημιούργησε η πανδημία και στη λήψη των έκτακτων μέτρων προστασίας της δημόσιας υγείας από τον κίνδυνο περαιτέρω διασποράς του κορωνοϊού COVID-19 στο σύνολο της Επικράτειας.



Σχήμα 6. Έσοδα διοικητικών προστίμων ανά έτος και Αποκεντρωμένη Διοίκηση (Πηγή: Υ.Π.ΕΝ.)
 Figure 6. Revenue of administrative fines per year and Decentralized Administration (Source: Ministry of Environment and Energy)



Σχήμα 7. Έλεγχοι σε Φ.Ε. και Εμπόρους ανά έτος και ανά Αποκεντρωμένη Διοίκηση α)2016, β)2017, γ)2018, δ)2019, ε)2020 (Πηγή: Υ.Π.ΕΝ.)
 Figure 7. Checks on Operators and Traders per year and per Decentralized Administration α)2016, β)2017, γ)2018, δ)2019, ε)2020 (Source: Ministry of Environment and Energy)

Οι αρμόδιες περιφερειακές αρχές διενεργούν ελέγχους σε φορείς εκμετάλλευσης και εμπόρους βάσει περιοδικά αναθεωρημένου προγράμματος και με γνώμονα τον κίνδυνο, είτε εκτάκτως βάσει σχετικών πληροφοριών και αποσκοπούν στην διαπίστωση της τήρησης των εκ μέρους τους υποχρεώσεων διατήρησης πληροφοριών για την ιχνηλασιμότητα της ξυλείας και των προϊόντων της. Είναι εύκολα αντιληπτό από το Σχήμα 7 ότι ο αριθμός των πραγματοποιηθέντων διενεργούμενων ελέγχων παρουσιάζει διακύμανση στην υπό εξέταση περίοδο χωρίς να υπάρχει ανοδική ή πτωτική τάση. Στην τετραετία αναφοράς, στο σύνολο της χώρας πραγματοποιήθηκαν αναρτήσεις Δασικών Χαρτών. Κάποιες υπηρεσίες πραγματοποίησαν λιγότερους ελέγχους, από τους συνολικά προγραμματισμένους, λόγω υποστελέχωσης και εντατικής ενασχόλησής τους με την ανάρτηση των Δασικών Χαρτών για δύο τουλάχιστον χρόνια. Παράλληλα, την τελευταία διετία όπου θα έπρεπε υπό κανονικές συνθήκες ο αριθμός ελέγχων να έχει αυξηθεί σημαντικά, λόγω της πανδημίας αυτό δεν έγινε. Αξίζει να σημειωθεί πως παρά τις συνθήκες που δημιούργησε η πανδημία όταν αυτό κατέστη δυνατό, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι και μάλιστα το 2020 οι πραγματοποιηθέντες έλεγχοι είναι περισσότεροι από τους προγραμματισμένους επειδή από τις υπηρεσίες έγινε προσπάθεια να καλύψουν και ελέγχους που έπρεπε να γίνουν το 2019. Επιπλέον δυσκολίες προκύπτουν λόγω της φύσης των διενεργούμενων ελέγχων και της πολυπλοκότητας που παρουσιάζουν. Συχνά τα συνεργεία ελέγχων αποτελούνται από δασικούς υπαλλήλους οι οποίοι δεν είναι

ίδιοι με αυτούς που έχουν οριστεί ως υπεύθυνοι για την εφαρμογή του Κανονισμού Ξυλείας με αποτέλεσμα να υπάρχει κενό γνώσης κατά τη διενέργεια των ελέγχων.

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Το εμπόριο ξυλείας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ΕΕ. Σύμφωνα με την Eurostat, την περίοδο 2008-2018 διατέθηκαν στην εσωτερική αγορά 2,3 δισεκατομμύρια τόνοι ξυλείας και προϊόντων ξυλείας² (αξίας άνω του 1,3 τρισεκατομμυρίου EUR), το 25 % της ξυλείας αυτής εισήχθη από χώρες εκτός της ΕΕ, ενώ μέρος του υπόλοιπου ενδοενοσιακού εμπορίου ενδέχεται να αφορά ξυλεία ή προϊόντα ξυλείας που προήλθαν αρχικά από εισαγωγές στην ΕΕ. Οι βιομηχανίες ξύλου της ΕΕ είχαν ακαθάριστη προστιθέμενη αξία 129 δισεκατομμυρίων EUTR και απασχολούσαν 3,1 εκατομμύρια εργαζομένους το 2018 (7,1 % και 10,5 % του συνόλου του κλάδου μεταποίησης, αντίστοιχα), εξαιρουμένου του Ηνωμένου Βασιλείου³.

Η εφαρμογή του Κανονισμού Ξυλείας σε επίπεδο ΕΕ (Διετής έκθεση για την περίοδο από Μάρτιο του 2017 έως Φεβρουάριο του 2019) αποκαλύπτει σταθερή πρόοδο μετά από τέσσερα χρόνια εφαρμογής. Σχεδόν όλες οι χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, συμμορφώνονται με τις επίσημες απαιτήσεις του EUTR. Ο αριθμός των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν και οι κυρώσεις που εφαρμόστηκαν για παραβάσεις του EUTR αυξήθηκε σημαντικά. Παρά τη σαφή πρόοδο, απαιτούνται συνεχείς προσπάθειες για να διασφαλιστεί η ομοιόμορφη και αποτελεσματική εφαρμογή του EUTR σε όλες τις χώρες. Η ανομοιόμορφη εφαρμογή μπορεί να έχει δυνητικές επιπτώσεις τόσο ως προς την αποτελεσματικότητα της νομοθεσίας όσο και ως προς τους ίδιους όρους ανταγωνισμού για τους φορείς της αγοράς. Πρέπει να καταβληθούν περαιτέρω προσπάθειες για να διασφαλιστεί ότι το εύρος και η ποιότητα των διενεργούμενων ελέγχων αντικατοπτρίζουν μια πιο συνεπή προσέγγιση σε ολόκληρη την ΕΕ, για την επίτευξη ενιαίας εφαρμογής (EU 2020). Η χώρα μας σε συνεργασία με την Επιτροπή (ΕΕ) συνεχίζει να διερευνά πρόσθετα εργαλεία για τη βελτίωση της εφαρμογής του EUTR σε συνεργασία και με τα υπόλοιπα κράτη μέλη και τους ενδιαφερόμενους φορείς (ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των αρμόδιων αρχών κ.α.).

Στη χώρα μας η εφαρμογή του Κανονισμού FLEGT από το 2016 μέχρι και σήμερα εφαρμόζεται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα με τις υπηρεσίες της Αττικής και της Θεσσαλονίκης να έχουν επιφορτιστεί με αυτό το επιπλέον αντικείμενο. Η υπηρεσία μας καταβάλλει προσπάθεια επίλυσης τυχόν προβλημάτων που προκύπτουν κατά την εφαρμογή και εστιάζονται κατά κύριο λόγο στο συντονισμό και τη συνεργασία με άλλες υπηρεσίες (ΑΑΔΕ).

Η Πολιτεία, κατά την εφαρμογή των Κανονισμών, οφείλει να επιδιώκει την εξασφάλιση της χρηματοδότησης προγραμμάτων που θα δημιουργούν τις προϋποθέσεις που θα αποτρέψουν το φαινόμενο της παράνομης διακίνησης ξυλείας. Απαραίτητες κρίνονται δράσεις υποστηρικτικών εργασιών Εκπαίδευσης και Τεχνικής Υποστήριξης των ελεγκτικών συνεργειών προκειμένου οι υπάλληλοι που έχουν οριστεί ως αρμόδιοι για την εφαρμογή του Κανονισμού να είναι άρτια καταρτισμένοι και να έχουν άμεση πρόσβαση σε ενημερωμένη πληροφορία και επίλυση τυχόν προβλημάτων που θα προκύψουν κατά τη διενέργεια επικείμενων ελέγχων (επαλήθευση πληροφοριών, δυσκολίες στην επίτευξη επιτυχών ελέγχων, γνώση στοιχείων που σχετίζονται με την εφαρμογή και την επιβολή σε άλλα κράτη μέλη κ.α.).

Σημαντική είναι κατά τη διενέργεια ελέγχων η άρτια και στενή συνεργασία με άλλες αρμόδιες αρχές, όπως η Ελληνική Αστυνομία, τόσο σε επίπεδο συνοριοφυλακής όσο και σε επίπεδο ελέγχων στους Εθνικούς οδικούς άξονες αλλά και του λοιπού οδικού δικτύου, το ΣΔΟΕ για τη διενέργεια κοινών ελέγχων ιδίως στα σημεία πώλησης (μάντρες, αποθήκες), καθώς και το προσωπικό των ΟΤΑ (αριθμ. 136953/5132/14.10.2013 εγκύκλιος ΥΠΠΕΝ).

²Ξυλεία και προϊόντα ξυλείας όπως ταξινομούνται στη συνδυασμένη ονοματολογία που ορίζεται στο παράρτημα Ι του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2658/87 του Συμβουλίου, για τα οποία εφαρμόζεται ο κανονισμός της ΕΕ για την ξυλεία.

³Στοιχεία της Eurostat για το 2020, προϊόντα και εμπόριο ξύλου στο πλαίσιο της δραστηριότητας (NACE αναθ. 2), μεταποίηση [βιομηχανίες ξύλου (βιομηχανία ξύλου και κατασκευή προϊόντων από ξύλο (16) + χαρτοποιία και κατασκευή χάρτινων προϊόντων (17) + εκτυπωτικές και συναφείς δραστηριότητες (18.1) + κατασκευή επίπλων (31)] (περιλαμβάνονται εκτιμήσεις),

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Wood_products_-_production_and_trade

Κρίνεται απαραίτητη η ανάγκη εντατικών ελέγχων τόσο εντός των δασικών οικοσυστημάτων όσο και εκτός αυτών και κυρίως στα σημεία εισόδου στα αστικά κέντρα, οικισμούς κλπ (στοχευμένοι έλεγχοι), ο έλεγχος αξιόπιστων πληροφοριών, η αυστηρή εφαρμογή του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου για τους παραβάτες, η επισήμανση στο προσωπικό των περιπόλων για τον αυστηρό έλεγχο.

Επιδίωξη είναι η εξασφάλιση της προώθησης του εμπορίου νόμιμης ξυλείας, η αύξηση της ευαισθητοποίησης για την παράνομη υλοτομία και η συνεχής ενημέρωση του δασικού προσωπικού με σεμινάρια, συνέδρια κλπ., σε θέματα αντιμετώπισης των δασικών προβλημάτων καθώς και η κατάλληλη πληροφόρηση του κοινωνικού συνόλου για το ρόλο της δασοπονίας στην κοινωνική και οικονομική ζωή των κατοίκων της περιοχής.

Abstract

In this work is made a reference to the implementation of the EU Regulations concerning the trade of timber and its products-EUTR and FLEGT in our country, during the period 2016-2020. It refers to the Audits, the Administrative Fines, the Operators and the Traders of the Timber Regulation as well as the number of Flegt Licenses that were confirmed within the framework of the FLEGT Regulation and the revenues that arise in favor of the Greek State. The importance of the results of this work lies in the fact that the resulting conclusions demonstrate the need to strengthen and support the implementation of the Regulations through targeted policies for the protection of Greek forests by the Forest Policy Planning Authority at the lowest possible economic cost to ensure efficiency of their application and implementation.

Βιβλιογραφία

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2173/2005 του Συμβουλίου της 20ης Δεκεμβρίου 2005 «περί δημιουργίας εθελοντικού συστήματος αδειών FLEGT για τις εισαγωγές ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα» (ΕΕ L 347 της 30-12-2005).

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1024/2008 της Επιτροπής της 17ης Οκτωβρίου 2008 «περί καθορισμού λεπτομερών μέτρων για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2173/2005 του Συμβουλίου περί δημιουργίας εθελοντικού συστήματος αδειών FLEGT για τις εισαγωγές ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα» (ΕΕ L 277 της 18-10-2008).

Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 657/2014 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15ης Μαΐου 2014 «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2173/2005 του Συμβουλίου, όσον αφορά την ανάθεση κατ' εξουσιοδότηση και εκτελεστικών εξουσιών στην Επιτροπή» (ΕΕ L 189 της 27-06-2014).

ΚΥΑ 135279/159/12-01-2016 (ΦΕΚ Β'83/25-01-2016) Καθορισμός Αρμοδίων Αρχών, μέτρων και διαδικασιών για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ.2173/2005 του Συμβουλίου της 20ης Δεκεμβρίου 2005«περί δημιουργίας εθελοντικού συστήματος αδειών FLEGT για τις εισαγωγές ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1024/2008 της Επιτροπής της 17ης Οκτωβρίου 2008 «περί καθορισμού λεπτομερών μέτρων για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2173/2005 του Συμβουλίου “περί δημιουργίας εθελοντικού συστήματος αδειών FLEGT για τις εισαγωγές ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα”».

UNEP-WCMC, 2020. EUTR Analysis 2019: Background analysis of the 2017-2019 national biennial reports on the implementation of the European Union's Timber Regulation (Regulation EU No 995/2010). UNEP-WCMC, Cambridge.

EU, 2020. Report from the Commission to the European Parliament and the Council Regulation (EU) No 995/2010 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2010 laying down the obligations of operators who place timber and timber products on the market (the EU Timber Regulation) Biennial report for the period March 2017 - February 2019. COM/2020/629 final. https://ypen.gov.gr/Περιβάλλον/Δάση/Κανονισμοί_Ξυλείας/Flegt

Η ΛΙΜΝΗ ΚΑΡΛΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τρακάλα, Γεωργία¹; Μαρτίνης, Αριστοτέλης¹; Ζάγκας, Θεοχάρης²;
Καρρής, Γεώργιος¹; Τσιρούκης, Αχιλλέας³

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, v20trak@ionio.gr

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, amartinis@ionio.gr

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Οδός Μινώτου Γιαννοπούλου, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, gkarris@ionio.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημιούπολη, Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη, zagas@for.auth.gr

³Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Γαϊόπολις, Π.Ο. Λάρισας Τρικάλων, Τ.Κ. 415 00, tsirouk@uth.gr

Περίληψη

Η γεωγραφική θέση της Λίμνης Κάρλας, που βρίσκεται στα όρια των Νομών Λάρισας και Μαγνησίας και σε συνδυασμό με τα γειτονικά ορεινά οικοσυστήματα του Κισσάβου-Μαυροβουνίου-Πηλίου, καθιστούν τη Λίμνη Κάρλα ως Μητροπολιτικό κόμβο βιώσιμης οικοτουριστικής - αγροτουριστικής ανάπτυξης, τόσο για την τοπική κοινωνία, όσο και για την Περιφέρεια Θεσσαλίας. Στην παρούσα εργασία, η οποία υλοποιείται στο πλαίσιο μιας ευρύτερης ερευνητικής προσπάθειας με τίτλο: «Η Αποκατάσταση των Οικοσυστημάτων της Λίμνης Κάρλας ως συντελεστής βιώσιμης οικοτουριστικής – αγροτουριστικής ανάπτυξης της ευρύτερης περιοχής», επιχειρείται μια ιστορική σύνδεση του παρελθόντος της περιοχής της λίμνης Κάρλας με το παρόν, παρουσιάζονται οι οικοσυστημικές υπηρεσίες και οι οικολογικές, κοινωνικές και πολιτιστικές αξίες και τίθενται τα ερευνητικά ερωτήματα, οι στόχοι και τα οράματα για τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Λίμνη Κάρλα, Βιώσιμη ανάπτυξη, Οικοτουρισμός, Αγροτουρισμός. Οικοσυστημικές υπηρεσίες.

Εισαγωγή

Ιστορική αναδρομή της τ. λίμνης Κάρλας

Η τ. λίμνη «Κάρλα» (Νεοελληνική ονομασία) ή «Βοιβηίς» (κατά την αρχαιότητα), υπήρξε περιοχή σημαντικής δραστηριότητας σε προϊστορικούς και ιστορικούς χρόνους και αποτελούσε έναν από τους οικολογικά σπουδαιότερους υγροτόπους της Ελλάδας. Η περιοχή της Κάρλας αποτελεί τεκτονικό βύθισμα, που σχηματίστηκε κατά τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους (Καλλέργης και Παπανικολάου 1979). Η λίμνη, βρίσκεται στην περιοχή της Θεσσαλίας και πιο συγκεκριμένα νοτιοανατολικά της πόλης της Λάρισας και βορειοανατολικά του Βόλου. Η δημιουργία της χρονολογείται πριν από 500.000 χρόνια, όταν άρχισε μια φάση γρήγορης αποστράγγισης των υδάτων των Θεσσαλικών βυθισμάτων προς τον Θερμαϊκό κόλπο. Έτσι, δημιουργείται η λίμνη «Βοιβηίς ή Κάρλα», που καταλαμβάνει το Ν.Α. τμήμα της ανατολικής λεκάνης της Θεσσαλικής πεδιάδας (Ρούσκακ 2001). Η περιοχή της Βοιβηίδας κατοικήθηκε από τα πανάρχαια χρόνια σύμφωνα με τη μυθολογία. Στο βόρειο τμήμα της Βοιβηίδας κατοικούσαν οι Κένταυροι και οι Λαπίθες που είναι γνωστοί από τη σύγκρουση μεταξύ τους, την Κενταυρομαχία. Από την περιοχή ξεκίνησε για την Κολχίδα, η Αργώ των Αργοναυτών (Παπανίκος 2008, Αμπράζη 2009). Η λίμνη υφίστατο από την αρχαιότητα και σύμφωνα με κείμενα που αποδίδονται στον Στράβωνα, ήταν γνωστή με το όνομα «Βοιβηίς» λόγω του ομώνυμου χωριού «Βοίβη», που βρισκόταν δίπλα της: «Βοίβη δε, χωρίον επί τη λίμνη κείμενον». Κατά τον μεσαίωνα άλλαξε το όνομα και έγινε «Κάρλα» (Ρούσκακ 2001, Αμπράζη 2009).

Η λίμνη, επίσης αναφέρεται ως «*Κερκινίτις, ή Κάρλα*» κατά τον μεσαίωνα, ή «*Κάρλα Σου*», «*Κάρλα Γκιόλ*», όπως συνήθιζαν να την αναφέρουν κατά την περίοδο της τουρκοκρατίας. Για τους ντόπιους επικράτησε το προσωνύμιο «*Βάλτος*», ο οποίος πορεύτηκε μαζί με τους παραλίμνιους ανθρώπους ανάμεσα στον μύθο και την πραγματικότητα. Η λίμνη Κάρλα αποτελεί διαχρονικά ένα σημείο συνάντησης του ανθρώπου με το υγρό στοιχείο, όπου στα νερά της άκμασε ένας ιδιότυπος, σχεδόν πρωτόγονος λιμναίος πολιτισμός του οποίου η αρχή παραπέμπει στα βάθη των αιώνων.

Η περιοχή λίμνης Κάρλας & Μαυροβουνίου

Γεωγραφικά, η λεκάνη της Κάρλας, περιλαμβάνεται μεταξύ των παραλλήλων 39° 25' έως 39° 40' και των μεσημβρινών 22° 30' έως και 22° 56'. Καταλαμβάνει το ΝΑ άκρο της πεδιάδας της Λάρισας και παρουσιάζει μορφή κλειστής επιμήκους σχεδόν επίπεδης λεκάνης μήκους 35 km και πλάτους 9 - 15 km. Η λίμνη ανατολικά και βορειοανατολικά συνορεύει με το όρος Μαυροβούνι, νοτιοανατολικά με το όρος του Πηλίου, νότια με το όρος Μεγαβούνι και Χαλκοδόνιο, ενώ στα δυτικά, οριοθετείται από λοφώδεις περιοχές (Φυλλήιον όρος) (Loukas κ.α. 2003, Τζούνη 2011).

Τα βόρεια σύνορα της λίμνης καθορίζονται από το επιβλητικό όρος Κίτσαβος ή Όσσα καθώς και τον Πηγείο ποταμό, που ανάλογα με τις ετήσιες εισροές και εκροές του νερού, καθόριζε και τα «ασταθή» βόρεια όρια της λίμνης και συνεπώς και την έκτασή της (Μούμου 2007, Τζούνη 2011).

Η λίμνη Κάρλα, ήταν πάντα μια ρηχή λίμνη με μέσο βάθος τα 2,5 m και μέγιστο τα 5 m, (Ananiadis 1956, Papadimitriou κ.α. 2013), με πολύ μικρές κλίσεις, οι οποίες αφενός μεν δημιουργούσαν προβλήματα αποστράγγισης και αλατότητας των εδαφών, αφετέρου δε, ήταν η αιτία να κατακλύζονται γειτονικά γεωργικά εδάφη της λίμνης, όταν κατά καιρούς συνέβαιναν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα. Η συνολική της έκταση στην περίπτωση αυτή το (1920-1921), έφθασε τα 180.000 στρ. και με στάθμη 50 m πάνω από τη θάλασσα (Σταυροθεοδώρου 2010). Το υψόμετρο της ευρύτερης λεκάνης απορροής της λίμνης, κυμαίνεται από 50 m έως 2.000 m, με τη μέση τιμή να βρίσκεται στα 230 m. (Papadimitriou κ.α. 2013).

Σύνδεση της Λίμνης Κάρλας με Ιστορικά, Μυθολογικά και Λαογραφικά στοιχεία.

Ιστορικά, η μεγάλη Θεσσαλική Λίμνη Κάρλα, υφίστατο 2.500 χρόνια πριν, όπως αναφέρεται στην Ιλιάδα του Ομήρου από τον Ηρόδοτο: «*Την δε Θεσσαλίην λόγος εστί το παλαιόν είναι λίμνην*» και επίσης από τον Στράβωνα, τον Ησίοδο, τον Ευριπίδη και φυσικά τον Όμηρο, καθότι συνδέεται, με την Αργοναυτική εκστρατεία και τον Τρωϊκό πόλεμο (Παπανίκος 2008).

Υμνήθηκε διαχρονικά η Λ. Βοιβηίς από αρχαίους συγγραφείς όπως οι Όμηρος, Ησίοδος, Πίνδαρος, Ηρόδοτος κ.α. Ο Άδμητος, όπως αναφέρεται από τον Ευριπίδη στην Άλκηστη, κατοικούσε κοντά στην «*Καλλίναον*» λίμνη Βοιβηίβα, δηλαδή, αυτή που τα νερά της κυμάτιζαν όμορφα και έβοσκε τα πολυάρθρα κοπάδια του (Βαβίζος κ.α. 1984). Όπως προέκυψε από τα αρχαιολογικά ευρήματα, στο τέλος της παλαιολιθικής εποχής η λίμνη Κάρλα αποτελούσε έναν εξαιρετικά φιλόξενο τόπο για τη δημιουργία οικισμών από τους παρακάρλιους, οι οποίοι ασχολούνταν κυρίως με τη γεωργία, κτηνοτροφία, δασική εκμετάλλευση και την αλιεία.

Η λίμνη, με την πλούσια ιχθυοπαραγωγή της, υπήρξε χώρος πολιτιστικής εξέλιξης και ανάπτυξης ενός μοναδικού τρόπου ζωής των ανθρώπων που ασχολούνταν με την αλιεία. Η «*καλύβα*», τόπος διαβίωσης των ψαράδων για 9 περίπου μήνες τον χρόνο, καθώς και τα περίφημα «*κοτίκια ή και καράβια*» (βάρκες χωρίς καρίνα, όπου στο πίσω μέρος υπήρχε ένα δοκάρι που υποβάσταζε τα κουπιά), ήταν τα κύρια στοιχεία σύνδεσης της ζωής των ψαράδων με τη λίμνη (Παπανίκος 2008, Σταυροθεοδώρου 2010). Οι ψαράδες της Κάρλας, υιοθέτησαν παραδοσιακά, δικούς τους τρόπους ψαρέματος, όπως δίχτυα, τράτες, γρίπο, μακάρα, κατίκια, μανδράκια, τα οποία και καταγράφηκαν ιστορικά και λαογραφικά, στις μνήμες των παρακάρλιων μέχρι και σήμερα. Οι «*ψαριές*», έβγαιναν σε 3 ιχθυόσκαλες, (Κανάλια, Πέτρα, Καστρί), οι οποίες λειτούργησαν μέχρι και το 1962 και στη συνέχεια διοχετεύονταν προς πώληση στις αγορές της Θεσσαλίας και Μακεδονίας (Παπανίκος 2008, Σταυροθεοδώρου 2010).

Το φυσικό περιβάλλον της περιοχής λίμνης Κάρλας & Μαυροβουνίου

Η υδρολογική κατάσταση της λεκάνης απορροής της παλαιάς Λίμνης Κάρλας

Η ευρύτερη έκταση της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης Κάρλας αποτελείται από 2 μέρη, ήτοι:

A. την ορεινή έκταση, με υψόμετρα <1.500 m, που καταλαμβάνει το 56% της συνολικής έκτασης και

B. την πεδινή έκταση, με υψόμετρα <100 m, που κατέχει το υπόλοιπο 44% (Μουστάκα 2002).

Η λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας σήμερα όπως αυτή αποστραγγίζεται, έχει έκταση 1171 km² (Paradimitriou κ.α. 2013), ενώ σύμφωνα με τον Σιδηρόπουλο (2008), η συνολική έκταση της λίμνης πριν γίνει η αποξήρανση υπολογίζονταν σε 1.663 km².

Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι, μεγάλη μεταβολή έχει υποστεί η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, ο οποίος κατά την εποχή πριν την αποξήρανση βρισκόταν σε βάθος 1,5-2 m, Σήμερα, σύμφωνα με τις αναφορές των κατοίκων, οι γεωτρήσεις άρδευσης που διανοίγονται στην παρακάρλιο περιοχή, ξεπερνούν σε βάθος και τα 400 m.

Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής

Το κλίμα της περιοχής, καθορίζεται από τα μετεωρολογικά κατακρημνίσματα, τη θερμοκρασία και τους ανέμους και με βάση τις βιβλιογραφικές πηγές (ΥΠΕΧΩΔΕ 2002, Γκατζιούρα 2012), χαρακτηρίζεται ως εύκρατο Μεσογειακού τύπου. Επίσης, σύμφωνα με τη Μούμου (2007), το κλίμα της συγκεκριμένης περιοχής, μετά την αποξήρανση έγινε πιο ηπειρωτικό, ενώ, σύμφωνα με την Μουστάκα (2002), κατατάσσεται στο ημίξηρο ηπειρωτικό, το οποίο χαρακτηρίζεται από τα θερμά και ξηρά καλοκαίρια και από τους υγρούς και ψυχρούς χειμώνες. Η σχετική υγρασία υπολογίζεται ότι κυμαίνεται στο 67 – 72%, το ύψος των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων της περιοχής έρευνας, ανέρχεται στα 560 mm, ανομοιόμορφα κατανομημένο στο χώρο και το χρόνο, ενώ η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 14,3 °C (Sidiropoulos κ.α. 2012).

Η χλωρίδα της περιοχής

Στις παρυφές της λίμνης, βρίσκονται 3 μεγάλα δασικά συμπλέγματα, δηλαδή, του Κισσάβου, του Μαυροβουνίου και του Πηλίου. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η δασική βλάστηση στην ορεινή ζώνη της Κάρλας, στο όρος Μαυροβούνι. Η λεκάνη απορροής καλύπτεται στο σύνολό της, σύμφωνα με τον Ντάφη (1973), από 3 βασικές ζώνες βλάστησης, ήτοι:

- Την Ευμεσογειακή
- Την Παραμεσογειακή και
- Την Ορεινή ζώνη.

Οι κυρίαρχες αυτές ζώνες χαρακτηρίζονται από τις επιμέρους υποζώνες: α) *Ostryo-carpinion*, που χωροθετείται βορειοδυτικά έως και το Μαυροβούνι, β) *Quercion ilicis*, στα Νότια τμήματα και γ) *Fagion moesiace*, που εκτείνεται στα μεγαλύτερα υψόμετρα του Μαυροβουνίου. Το Μαυροβούνι περιλαμβάνει ορισμένες από τις ομορφότερες δασωμένες περιοχές στην Ελλάδα, ενώ τα φυλλοβόλα δάση του είναι εξαιρετικά ενδιαφέροντα, λόγω του μικρού βαθμού ανθρωπογενών επιδράσεων. Στις παραπάνω ζώνες μεγάλες εκτάσεις καταλαμβάνουν η οξιά και η δρυς, ενώ σε μικρότερες εκτάσεις συναντάται και η καστανιά. Κατά συνέπεια, τα κυρίαρχα δασικά είδη που συναντάμε είναι η Οξιά η δασική (*Fagus sylvatica*), Οξιά η ανατολική (*Fagus orientalis*), Δρυς η πλατύφυλλη (*Quercus conferta*), Δρυς η απόδισκος (*Quercus sessiliflora*), Δρυς η χνοώδης (*Quercus pubescens*), το Πουρνάρι (*Quercus coccifera*), η Καστανιά (*Castanea sativa*), το Φιλίκι (*Phillyrea latifolia*), ο Σφένδαμος ο Ψευδοπλάτανος (*Acer pseudoplatanus*), ο Φράξος ο όρνος (*Fraxinus ornus*), το Πλατάνι το ανατολικό (*Platanus orientalis*), η Φτελιά η πεδινή (*Ulmus campestris*), η Κοκορεβυθιά (*Pistacia terebinthus*), το Παλιούρι (*Paliurus spina-christi*) κ.α. (Καλιαμπός & Ψαλίδας 1984). Αξιόλογη επίσης είναι η εξάπλωση της Λυγαριάς (*Vitex agnus-castus*), η οποία και σχηματίζει χαρακτηριστική ζώνη στους πρόποδες.

Η ιχθυοπανίδα της Λίμνης Κάρλας

Ο υγροβιότοπος πριν από την αποξήρανση της λίμνης Κάρλας, περιλάμβανε ανοικτά ύδατα, πλωτή βλάστηση, ρηχά έλη και εκτεταμένους καλαμιώνες. Η λίμνη, σχετικά ρηχή, επέτρεπε την εύκολη διείσδυση της ηλιακής ενέργειας, τον συνεχή εμπλουτισμό με θρεπτικά συστατικά και το φιλτράρισμα αποβλήτων. Οι ευνοϊκές συνθήκες συγκέντρωσης οξυγόνου, σε όλη τη διάρκεια του έτους, ευνοούσαν την ανάπτυξη υδρόβιας βλάστησης στη λίμνη και προσέδιδαν ένα ιδιαίτερο οικολογικό και βιολογικό ενδιαφέρον στην ιχθυοπανίδα και ορνιθοπανίδα της λίμνης. Αβαθή έλη με Βούρλα (*Juncus sp.*) και Τύφες (*Typha sp.*), ήταν πολύ σημαντικοί τόποι τροφοληψίας υδρόβιων πτηνών και ψαριών (Παπανίκος 2008). Επίσης, η παρουσία βενθικών και πελαγικών οργανισμών στη λίμνη, ήταν πλούσια διαθέσιμη τροφή για τα ψάρια. Τα κύρια είδη ψαριών της λίμνης ήταν ο Κυπρίνος (*Cyprinus caprio*), το Τσιρώνι,

(*Rutilus rutilus*), η Τσιρούκλα, (*Scardinius erythrophthalmus*) το Μουστακάτο, (*Barbus graecus*), η Πεταλούδα, (*Carassius carassius*) και ο Γωβιός, (*Gobio gobio*) (Ananiadis 1956, Νεοφύτου 1985). Όπως αναφέρει επίσης ο Νεοφύτου (1990), 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 παραλίμνιων) και το Χέλι (*Annguila anguila*) και δευτερευόντως, το Τσιρώνι και η Κοκκινοφτέρα.

Ορνιθοπανίδα και θηλαστικά

Η ορνιθολογική σημασία της Κάρλας είναι Διεθνούς σημασίας, με μεγάλη βιοποικιλότητα και σημαντικούς πληθυσμούς ειδών. Τα κυριότερα είδη πουλιών πριν την αποξήρανση της λίμνης ήταν: η Βαλτόπαπια (*Aythya nyroca*), η Νερόκοτα (*Gallinula chloropus*), ο Αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*), ο Ασημόγλαρος (*Latus michahellis*) και η Σταχτόχηνα (*Anser anser*). Τις χήνες στην τοπική διάλεκτο τις ονόμαζαν «μπόσικες» τις μεγάλες και «τριβλά» τις μικρότερες. Γενικότερα, οι «αγριόχηνες» ήταν αυτές κυρίως που χρησιμοποιούνταν στη διατροφή των παρακαρλίων και τους στήριζαν την περίοδο της Ιταλο-Γερμανικής εισβολής. Άλλα είδη της πλούσιας ορνιθοπανίδας ήταν: Ο Ροδοπελεκάνος (*Pelecanus onocrotalus*), ο Αγριόκυκνος (*Cygnus cygnus*), η Πρασινοκέφαλη Πάπια (*Anas platyrhynchos*), το Σκουφοβουτηχτάρι (*Podiceps cristatus*), το Νανοβουτηχτάρι (*Tachybaptus rufficollis*), ο Καπακλής (*Mareca strepera*), η Φαλαρίδα (*Fulica atra*), ο Λευκός Πελαργός (*Ciconia ciconia*), το Ψαρόνι (*Sturnus vulgaris*), ο Γερανός (*Grus grus*) κ.α. (Αμπράζη 2009).

Η λίμνη Κάρλα ήταν ένας από τους σπουδαιότερους υγρότοπους για υδρόβια πουλιά στην Ελλάδα και στα Βαλκάνια και μάλιστα σε όλες τις εποχές του έτους. Σύμφωνα με την Γκατζιούρα (2012), στην λίμνη διαβιούν 143 είδη ορνιθοπανίδας, από τα οποία, τα 55 προστατεύονται από την Ευρωπαϊκή οδηγία 79/409 (Zalidis κ.α.2005, ΕΚ 409/79 παρ. II). Συνδεδεμένη με την μυθολογία της Κάρλας, ήταν η ύπαρξη ενός είδους ερωδιού, του «Ηταυρου αστερία – (*Botaurus stellaris*)». Η βραχνή φωνή του, σαν «μουγκρητό», που ακούγονταν το χάραμα και το σούρουπο σε απόσταση μέχρι και 5 χιλιόμετρα χωρίς να το βλέπουν, τροφοδότησε θρύλους και παραδόσεις ονομάζοντάς το οι ντόπιοι «το θεριό του Βάλτου», δηλαδή, κάτι ανάμεσα με «βόδι και ταύρο». Υπήρχε η εκτίμηση ότι η ορνιθοπανίδα της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Κάρλας, πριν την αποξήρανση, ανέρχονταν σε 1.0000.000 πουλιά, ενώ και κατά την φάση της αποξήρανσης το (1962), υπολογίσθηκε ότι διαχείμασαν στην περιοχή 450.000 πουλιά (Βαβίζος κ.α. 1984).

Η Αποξήρανση της Κάρλας - Προσδοκίες - Συνέπειες

Μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας στο Ελληνικό κράτος (1881), η Θεσσαλική γη έμελλε να παίξει έναν σημαντικό ρόλο για την επίλυση των βασικών διατροφικών αναγκών του νεοσύστατου τότε ελληνικού κράτους (1830). Έπρεπε λοιπόν, η «Θεσσαλία» να γίνει ο «σιτοβολώνας της Ελλάδας» για την κάλυψη των επισιτιστικών αναγκών της χώρας, η οποία μέχρι τότε εισήγαγε σιτάρι από τη Ρωσία, τη Ρουμανία και την Ουκρανία. Όμως για το εγχείρημα αυτό της γεωργικής ανάπτυξης κατά τον καθηγητή Γ. Χατζηλάκο (1996), έπρεπε να υπάρξουν 3 θεμελιώδεις προϋποθέσεις, ήτοι:

- Σοβαρές αλλαγές στο Ιδιοκτησιακό καθεστώς (στο πνεύμα δικαίου)
- Αλλαγές στις εδαφοϋδατικές συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργούμενων φυτών και
- Εξασφάλιση της άρδευσης των νέων εδαφών

Η 1^η προϋπόθεση επιτεύχθηκε εν μέρει, με την απαλλοτρίωση 2.500.000 στρ. της Θεσσαλικής γης, μετά την εξέγερση των κολίγων ενάντια στους τσιφλικάδες, στο αιματοβαμμένο Κιλελέρ το 1910.

Η 2^η προϋπόθεση, δηλαδή, η αλλαγή των εδαφοϋδατικών συνθηκών της περιοχής, έπρεπε να συνδυασθεί με ένα σοβαρό σχέδιο έργων εγγείων βελτιώσεων, ώστε αφενός μεν οι γεωργικές εκτάσεις να καταστούν καλλιεργήσιμες και αρδευσιμες, αφετέρου δε να μειωθούν τα έντονα πλημμυρικά φαινόμενα της περιοχής.

Η 3^η προϋπόθεση έπρεπε να εκπληρωθεί με τη δημιουργία ενός «νέου ταμιευτήρα», ο οποίος θα εξυπηρετούσε τις αρδευτικές ανάγκες των νέων και εντατικών καλλιεργειών (βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, καλαμπόκι κλπ.).

Από το 1913, πρόδρομες μελέτες προέβλεπαν την κατασκευή ταμιευτήρα, δηλαδή, ενός υγροτόπου 45.000 στρ. στην ίδια θέση που η λίμνη είχε το χαμηλότερο υψόμετρο και που θα έδινε τη δυνατότητα άρδευσης των γεωργικών παρακάλιων εκτάσεων. Το 1954 το Υπουργείο Γεωργίας, ανέθεσε στον μηχανικό Παπαδάκη, τη μελέτη εγγειοβελτιωτικών έργων που θα ακολουθούσε μετά την μερική αποξήρανση της λίμνης, και η οποία προέβλεπε κατασκευή ταμιευτήρα εκτάσεων περίπου 35.000-

40.000 στρ. με ωφέλιμο βάθος 4-5 m και ωφέλιμοι εκμεταλλεύσιμοι όγκοι νερού για τις αρδευτικές ανάγκες περίπου 200.000 στρ. καλλιεργούμενης γης (Χατζηλάκος 1996).

Παράλληλα, μια ομάδα εγχειροβελτιωτικών έργων θα απέβλεπαν στο να αποδοθεί η αποξηρανθείσα έκταση, μετά από μια ζετία περίπου αφότου θα είχε επιτευχθεί η υγιής αποστράγγιση και αφαλάτωση των εδαφών, σε γεωργική χρήση. Επιπλέον, τα έργα αυτά θα εξασφάλιζαν, τη χλωρίδα, την πανίδα, την ιχθυοπανίδα, αλλά και γενικότερα τα οικοσυστήματα και τις οικολογικές συνθήκες της περιοχής (Χατζηλάκος 1996).

Δυστυχώς, τα προβλεπόμενα έργα με σοβαρότερο τη δημιουργία του «ταμιευτήρα», δεν κατασκευάστηκαν ποτέ στο σύνολό τους και έτσι άρχισε η αντίστροφη μέτρηση για την οριστική αποξήρανση της Κάρλας (Μούμου 2007, Τσαβέ 2007). Με την κατασκευή σήραγγας μήκους 10.150 m, (1957-1960), τα νερά της λίμνης διοχετεύθηκαν προς τον Παγασητικό κόλπο, οπότε και το έτος 1962, επιτεύχθηκε η πλήρης αποξήρανση της λίμνης Κάρλας (Σταυροθεοδώρου 2010). Μετά την αποξήρανση μεγάλο ποσοστό των κατοίκων μετανάστευσε στην Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, αλλά και στο εξωτερικό, ενώ, αυτοί που παρέμειναν άλλαξαν επαγγελματικές ασχολίες όπως, αγρότες, κτηνοτρόφοι, βιομηχανικοί εργάτες κλπ. (Αμπράζη 2009).

Οι προσδοκίες και οι συνέπειες της αποξήρανσης

Ενώ οι παραλίμνιοι πληθυσμοί αρχικά αποδέχτηκαν και χαιρέτησαν την αποξήρανση της λίμνης, με την ελπίδα να αποκτήσουν «γεωργικούς πεδινούς κλήρους» για να θρέψουν με το «γλυκό σιτάρι» τις οικογένειές τους και με την προσδοκία οι εξαγγελίες των κυβερνώντων να μετουσιωθούν σε πράξεις και έργα, τούτο ουσιαστικά δεν επιτεύχθηκε αποτελεσματικά ακόμη και σήμερα, με αποτέλεσμα:

- Οι καταπατήσεις γεωργικών γαιών, να είναι ανεξέλεγκτες
- Οι προσδοκίες των παρακάρλιων να μην εκπληρώνονται
- Οι μεταναστεύσεις και η αστυφιλία κυρίως των ημιορεινών κατοίκων να αυξάνει
- Τα παντός είδους οικοσυστήματα να υποβαθμίζονται και να καταστρέφονται
- Η ορνιθοπανίδα και η ιχθυοπανίδα να συρρικνώνεται σε βαθμό τοπικής εξαφάνισης
- Οι απώλειες του νερού και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα να είναι τεράστιες, ενώ ιδιαίτερα οξυμένα προβλήματα υφαλμύρωσης παρουσιάζονται στην περιοχή του Στεφανοβικείου (Αμπράζη 2009).
- Η οικολογική και πολιτιστική ταυτότητα του λιμναίου οικοσυστήματος να χάνεται
- Οι κλιματικές συνθήκες να μεταβάλλονται
- Όλα τα εδάφη της λεκάνης να είναι βαριά αργιλώδη με πλημμελή ως πολύ πλημμελή αποστράγγιση, το pH γενικά να κυμαίνεται από 7,2 έως 10,4 και να καταγράφεται μέτρια περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και πλούσια σε ανθρακικά άλατα (CaCO_3) (Δημαρέλου κ.ά. 2004).
- Η δημιουργία επιμήκων και βαθιών ρηγμάτων να απειλούν την «οικιστική ανάπτυξη» της περιοχής και οδηγούν ακόμη και στην εγκατάλειψη οικιών στα χωριά Ριζόμυλος και Στεφανοβικείο (Δημαρέλου κ.ά. 2004). Η εμφάνιση των ρηγμάτων αποδίδεται στην μεγάλη πτώση της υπόγειας υδροφορίας, λόγω της υπεράντλησης μέσω των γεωτρήσεων και της έλλειψης της λίμνης, η οποία τροφοδοτούσε τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, (Παπανίκος 2008) και τέλος,
- Οι κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες της άλλοτε λίμνης Κάρλας να μεταβάλλονται άρδην.

Χρειάστηκε ωστόσο, να περάσουν 3-4 δεκαετίες μετά την αποξήρανση, για να γίνει και πάλι καθολικό κι επιτακτικό το αίτημα των παρακάρλιων για την «ΑΝΑΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ».

Το ιστορικό της ανασύστασης της λίμνης Κάρλας

Αφού οι παρακάρλιοι αγρότες βίωσαν για αρκετά χρόνια μετά την αποξήρανση της Κάρλας και επανειλημμένα εκτεταμένες ζημιές στις αγροτικές καλλιέργειες, είτε από την έλλειψη του νερού σε περιόδους ξηρασίας, είτε από τα πλημμυρικά φαινόμενα σε περιόδους εντόνων βροχοπτώσεων, αποφάσισαν να διεκδικήσουν δυναμικά την άμεση ανασύσταση της λίμνης Κάρλας με την δημιουργία ενός νέου ταμιευτήρα και τα αναγκαία αποστραγγιστικά έργα.

Κατά συνέπεια, η ανασύσταση της νέας λίμνης Κάρλας, έστω και κατά το 1/3 της έκτασης, στο ΝΑ τμήμα της πεδιάδας, αποτελεί έργο υψίστης σημασίας για ολόκληρη τη Θεσσαλία, τόσο για την εξασφάλιση των υδατικών πόρων, όσο και για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής της Κάρλας (Πρίντσος 1996, Χατζηλάκος 1996, Ρούσκα 2001).

Το έτος 1999 εκπονήθηκε η μελέτη «Επιαναδημιουργία λίμνης Κάρλας: Περιβαλλοντική Τεχνική Έκθεση, Μελέτη κόστους – οφέλους και Υποστηρικτικές μελέτες» 38 km² και ολικής χωρητικότητας 183,88 εκατ. m³ με δυνατότητα αρδευόμενης έκτασης 92,5 km² και ξεκίνησε η κατασκευή του έργου της ανασύστασης της λίμνης Κάρλας (Μαργαρίτη 2011).

Η έκταση της υπό ανασύστασης λίμνης θα καταλάβει εκτάσεις του Δημοσίου, παθογενών από τις κατακλύσεις νερού. Ο ταμιευτήρας αυτός, θα αποταμιεύει τις χειμερινές απορροές της λεκάνης και επίσης τις πλημμυρικές παροχές του Πηνειού, οι οποίες θα χρησιμοποιούνται για την άρδευση των εντατικών καλλιεργειών των παραλίμνιων κατά τη θερινή περίοδο.

Το 2009, ξεκίνησε η πλήρωση της περιοχής με νερό, που ορίστηκε ότι θα καταλαμβάνει η «νέα» λίμνη Κάρλα.

Περιβαλλοντικά και λοιπά οφέλη

- Αποκατάσταση των οικοσυστημάτων του υγροτόπου καθώς και των γειτονικών περιοχών
- Μείωση των εδαφικών ρηγματών που δημιουργήθηκαν από την υπεράντληση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα
- Εμπλουτισμός του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και μείωση των αρδευτικών γεωτρήσεων
- Αναδιάρθρωση των γεωργικών καλλιεργειών και εκσυγχρονισμός των μεθόδων άρδευσης (π.χ μικροάρδευση)
- Επιαναδημιουργία του υγροτόπου με οικολογικά χαρακτηριστικά για την ανάπτυξη εκ νέου χλωρίδας, ορνιθοπανίδας, όπως έχει ήδη φανεί από πρόσφατη έρευνα (Catsadorakis 2019), και ιχθυοπανίδας
- Ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών τουριστικής ανάπτυξης (οικοτουρισμός- αγροτουρισμός)
- Διαμόρφωση νέων κοινωνικο-οικονομικών συνθηκών
- Κίνητρα επιστροφής των πληθυσμών από τις πόλεις στην ύπαιθρο
- Μείωση της ρύπανσης του Παγασητικού
- Μείωση των πλημμυρικών φαινομένων με την εγκατάσταση νέων εγγειοβελτιωτικών έργων
- Χρήση της νέας λίμνης Κάρλας, ως μοναδικό παράδειγμα αποκατάστασης υγροτόπων όχι μόνο σε εθνικό επίπεδο, αλλά και για την ευρύτερη λεκάνη της Μεσογείου.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Ο σχεδιασμός για το μέλλον

Σήμερα, η Περιφέρεια Θεσσαλίας, με το έργο ανασύστασης της λίμνης Κάρλας, παίζει πρωτεύοντα ρόλο στο ζητούμενο που αποκαλείται «βιώσιμη ανάπτυξη». Η αποκατάσταση των διαταραχθέντων οικοσυστημάτων και η δημιουργία οικολογικών συνθηκών ανάπτυξης της βιοποικιλότητας της λίμνης Κάρλας θα συμβάλει:

- Στη μετουσίωση της γόνιμης Θεσσαλικής γης σε προϊόντα που θα εξάγονται στις παγκόσμιες αγορές
- Σε ανάδειξη προτάσεων βιώσιμης (αειφόρου) οικοτουριστικής-αγροτουριστικής ανάπτυξης της ευρύτερης περιοχής, που θα τονώσει περαιτέρω και το οικονομικό εισόδημα των τοπικών αγροτών, λειτουργώντας συμπληρωματικά.

Η ανάδειξη του φυσικού πλούτου και της προστασίας του περιβάλλοντος, της πολιτισμικής κληρονομιάς (αρχαιολογία, λαογραφία, παράδοση κλπ.) μέσω της διατήρησης και προβολής των σπουδαιότερων πολιτιστικών στοιχείων (μνημεία, αρχιτεκτονικά σύνολα, τόποι) που υπάρχουν στην περιοχή, της δυνατότητας αναψυχής, της δημιουργίας νέων θέσεων εγκαταστάσεων άθλησης, αξιοποίησης μνημείων και θέσεων φυσικού κάλλους, καθώς και πιστοποιημένων περιπατητικών μονοπατιών-διαδρομών των γειτονικών με τη λίμνη οικοσυστημάτων του Κισσάβου- Μαυροβουνίου και Πηλίου, θα προσδώσουν προστιθέμενη αξία στην περιοχή. Επιπλέον, η αξιοποίηση της χλωρίδας, της ορνιθοπανίδας και ιχθυοπανίδας, θα καταστεί πόλος έλξης και πολλαπλή θεματολογία για την περιβαλλοντική εκπαίδευση, αλλά και τον εναλλακτικό τουρισμό, ο οποίος έχει αναγνωριστεί ευρέως ως ένα βασικό εργαλείο για την περιφερειακή αειφόρο ανάπτυξη.

Abstract

The geographical location of Lake Carla, on the borders of the Prefecture of Larissa and Magnesia in combination with the neighboring mountain ecosystems of Kissavos-Mavrovounion -Pelion, make Lake Carla a Metropolitan hub for the sustainable development of ecotourism-agritourism of the local area as well as for the broader Region of Thessaly. In the present piece of work, which is implemented in the context of a wider research effort entitled: "The Restoration of the Ecosystems of Lake Carla as a factor of sustainable ecotourism - agritourism development of the wider area", a historical connection of the past of the Lake Carla area with the present and the ecosystem services and the ecological, social and cultural values are presented and the questions, the goals and the visions for the sustainable development of the region are posed.

Βιβλιογραφία

- Ananiadis, C. I., 1956. Limnological study of lake Karla, Bull Inst. Oceanogr. 1083: 1-19.
- Catsadorakis, G. 2019. Establishment and Growth of a New Dalmatian Pelican *Pelecanus crispus* Colony in Central Greece. Acta Ornithol. 54(1): 125-132.
- Dietz, S., 1991. The Argolid at the Transition to the Mycenacan Age Studier in the Chronology and Cultural Development in the Shaft Grave Period. Copenhagen.
- Loukas, A., Mylopoulos N. and Moustaka E., 2003. A GIS based Water Resources Management Procedure for the Restored Lake Karla. Proc. International Symposium: "GIS and Remote Sensing: Environmental Applications" EC, COST 718, 719, Volos, pp. 221–230.
- Rapadimitriou, T., Katsiapi, M., Kormas K.A., Moustaka-Gouni, M. and Kagalou, I., 2013. Artificially-born "killer" lake: Phytoplankton based water quality and microcystin affected fish in a reconstructed lake. Science of the Total Environment 452-453:116-12.
- Sidiropoulos, P., Mylopoulos, N. and Loukas, A., 2012. Optimal Management of an overexploited aquifer under Climate Change: The Lake Karla case. Water Resources Management, 27(6):1635–1649.
- Zalidis, G.C., Takavakoglou, V., Panoras, A., Bilas, G. and Katsavouni S., 2005. Reestablishing a sustainable wetland at former Lake Karla, Greece, using Ramsar restoration guidelines. Environment Management, 34(6):875–86.
- Αμπράζη, Ι., 2009. «Αξιολόγηση περιβαλλοντικών δεικτών της ευρύτερης περιοχής της Λίμνης Κάρλας», Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Βόλος.
- Βαβίζος, Γ., Γ., Γεωργακάκης, Κ., Ζανάκη, Κ., Μαργώνης, Β., Μοσιαλού, Β., Περλέρος και Μ., Σχοινάς, 1984. Επιπτώσεις αποξήρανσης λίμνης Κάρλας, Ενιαίος φορέας καλλιέργειας, Ταμειυτήρας. Υπ. Ν. Γενιάς, Πρόγραμμα Οικολογικών και Αναπτυξιακών Πρωτοβουλιών.
- Γκατζιούρα, Α., 2012. Ανάλυση πιέσεων στη «Νέα» λίμνη Κάρλα με τη μεθοδολογία DPSIR: Εφαρμογή της οδηγίας 2000/60/EC. Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Δημαρέλου, Τ., Πάσχου Χ., Πούλιου Ε., 2004. 'Διερεύνηση του έργου «Αποκατάσταση της τέως λίμνης Κάρλας» και εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου', Διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Θεσσαλονίκη.
- Ευρωπαϊκή οδηγία για την προστασία των άγριων πουλιών, ΕΚ 409/79 παρ. II.
- Καλιαμπός, Ε. και Ψαλίδας, Γ., 1984. Διαχειριστική μελέτη δασικού συμπλέγματος Μαυροβουνίου, για την περίοδο 1983-1992. Λάρισα.
- Καλλέργης, Γ., Κ. και Παπανικολάου, Ν., 1979. Γεωλογική και γεωφυσική έρευνα επί της στεγανότητας της λεκάνης Κάρλας. Υδρολογικά και υδρογεωλογικά έρευνα. ΙΓΜΕ. Αθήνα.
- Μαργαρίτη, Μ., 2011. Η ανασύσταση της λίμνης Κάρλας, Αειφορική διαχείριση των υδατικών πόρων, Πρακτικά Ημερίδας για την Κάρλα από τον Φορέα και το Τ.Ε.Ε., Βόλος.
- Μούμου, Χ., 2007. Η δράση των χειμάρρων της λεκάνης της Κάρλας σε φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Διατριβή ειδίκευσης. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ.164.
- Μουστάκα, Ε., 2002. Διαχείριση υδατικών πόρων της λεκάνης απορροής της υπό ανασύσταση λίμνης Κάρλας με χρήση ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.
- Νεοφύτου, Χ., 1985. Ιχθυοπονία γλυκών υδάτων. Θεσσαλονίκη.
- Νεοφύτου, Χ., 1990. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, Ιστορικά στοιχεία για την ιχθυοπανίδα στην τέως λίμνη Κάρλα.

- Ντάφης, Σ., 1973. Ταξινόμησης της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής (Αφιέρωμα εις μνήμην Α. Οικονομόπουλου).
- Παπανίκος, Ν., 2008. Ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων στην υπό επανασύσταση λίμνη Κάρλα. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Πρίντσος, Γ., 1996. Ταμειυτήρας της Κάρλας. Πρακτικά ημερίδας «Κατασκευή Ταμειυτήρα Κάρλας». Βόλος, 1996.
- Ρούσκας, Γ., 2001. Η επιστροφή της Κάρλας. Εκδόσεις Πρωτοπορία, Αθήνα.
- Σιδηρόπουλος Π., 2008. Στοχαστική προσομοίωση του υπόγειου υδροφορέα της λίμνης Κάρλα. Δίκτυο Υδρομέδων, Βόλος.
- Σταυροθεοδώρου, Ε., 2010. Στάσεις και απόψεις των κατοίκων απέναντι στη Διαχείριση και ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Κάρλας. Μεταπτυχιακή διατριβή Π.Θ.
- Τζούνη, Α., 2011. Βαρέα μέταλλα και άλλα τοξικά στοιχεία στα ιζήματα της λίμνης Κάρλας. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τσαβέ, Π., 2007. Η λίμνη Κάρλα διδάσκει επιχειρηματολογία. Κ.Π.Ε. Μακρυνίτσας.
- ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002. Μελέτη Επαναδημιουργίας Λίμνης Κάρλα: Περιβαλλοντική - Τεχνική Έκθεση, Μελέτη Κόστους Οφέλους και Υποστηρικτικές Μελέτες. Περιβαλλοντική – Τεχνική Έκθεση, Αθήνα.
- Χατζηλάκος, Γ., 1996. Η τέως λίμνη Κάρλα (2^η έκδοση). Κοινή έκδοση του Τ.Ε.Ε. και του

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Γρηγοριάδης, Νικόλαος

¹Διευθυντής Ερευνών Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη, Email: grig_nick@fri.gr

Περίληψη

Τα μνημειακά δέντρα, μεγάλα σε ηλικία και διαστάσεις, υποβάλλονται συχνά σε πιέσεις που επηρεάζουν σημαντικά την υγεία τους και μειώνουν τη διάρκεια ζωής τους. Οι ιδιαίτερες αξίες τους, καθώς επίσης και οι κίνδυνοι και οι απειλές που διατρέχουν τα ίδια αλλά και το περιβάλλον τους, απαιτούν πρωταρχικά μια ειδική απογραφή, και διαρκή παρακολούθηση. Οι εργασίες αυτές αποτελούνται από μετρήσεις και εκτιμήσεις βιομετρικών παραμέτρων, αρχικά σύμφωνα με το πρωτόκολλο VTA του ISA και στη συνέχεια με στατική και δυναμική ανάλυση (SIA). Τέλος, εντοπίζονται κενά γνώσεων και εμπειρίας σε διάφορα θέματα τα οποία αφορούν την μελέτη υπέργηρων και κατά συνέπεια μνημειακών δέντρων όπως για παράδειγμα η στατική και δυναμική ανάλυση ανά είδος, των κλαδιών ξεχωριστά κ.ά., έτσι ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την ανάδειξη, τη διατήρηση και την ασφάλεια.

Λέξεις κλειδιά: Μνημείο της Φύσης, βιομετρική παράμετρος, εκτίμηση επικινδυνότητας, στατική και δυναμική ανάλυση

Εισαγωγή

Δέντρα σε κατοικημένες περιοχές τα οποία έχουν κηρυχθεί ή διαθέτουν χαρακτηριστικά ανακήρυξης ως Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης έχουν την μεγάλη και πολλαπλά ευεργετική επίδραση στην υγεία και την ευεξία του ανθρώπου. Επίσης χρησιμεύουν ως γενετική δεξαμενή για την διατήρηση της βιοποικιλότητας, τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και τον μετριασμό των θερμοκρασιών. Παράγοντες που μπορούν να ενισχύουν τη σημασία (βιολογική, πολιτιστική κλπ) ενός δέντρου ή μιας συστάδας είναι: η ηλικία, η εντυπωσιακή μορφή, το αισθητικό ενδιαφέρον, η σχέση με αξιοσημείωτα ιστορικά γεγονότα, σημαντικές οικολογικές και οικονομικές συνεισφορές, βοτανικό ενδιαφέρον, πολιτιστική-συναισθηματική αξία για την κοινότητα κ.ά. (Asciuto κ.α. 2015, Woodland Trust 2019, Stara και Tsakiris 2019). Δυστυχώς, τα δέντρα Μνημεία της Φύσης σε κατοικημένες περιοχές μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές σε περίπτωση βλάβης των, όπως βέβαια ένα τέτοιο γεγονός μπορεί να έχει επιπτώσεις σε ανθρώπινες ζωές.

Απάντηση στα παραπάνω είναι και η χρήση ενός πρωτοκόλλου Εκτίμησης Επικινδυνότητας Δέντρου (Tree Risk Assessment, TRA), η οποία επιτρέπει να εντοπιστούν και να ελεγχθούν οι κίνδυνοι που διατρέχει το ίδιο το δέντρο, ο άνθρωπος και το περιβάλλον (υποδομές κλπ), να υπάρξουν συμμορφώσεις με τις σχετικές νομικές και κανονιστικές απαιτήσεις και να βελτιωθεί η εμπιστοσύνη των εμπλεκόμενων μερών. Η TRA εφαρμόζεται μέσω μιας συστηματικής διαδικασίας για τον εντοπισμό, την ανάλυση και την αξιολόγηση των κινδύνων πρόκλησης βλάβης που σχετίζονται με το δέντρο και τα συστατικά του για πιθανή αποτυχία (Spatz και Pfisterer 2013, Guidelines for Tree Risk Assessment and Management Arrangement 2019). Μεταξύ των υφιστάμενων μεθόδων, εντοπίζονται δύο γνωστές κατηγορίες. Εκείνες που εστιάζουν σε γενικούς παράγοντες που εκτιμώνται συνήθως με οπτικά μέσα πχ Οπτική Μέθοδος Εκτίμησης (VTA), και εκείνες που βασίζονται σε στατική - δυναμική ανάλυση του δέντρου π.χ. Στατική Ολοκληρωμένη Ανάλυση (SIA).

Με βάση τις δυο παραπάνω μεθόδους (VTA, SIA) η παρούσα εργασία προσεγγίζει σημαντικά ζητήματα των διατηρητέων μνημείων της φύσης όπως είναι:

1) ο έλεγχος σταθερότητας των δέντρων (tree stability test) ή του υπολογισμού του συντελεστή ασφαλείας (Safety factor) με τιμές ασφαλείας ίσων ή μεγαλύτερες του 150 % (Mattheck και Tesari 2004, Mattheck και Bethge 2000, Kenneth κ.α. 2006, Sterken 2005, Στεργιάδης 2018).

- 2) η μελέτη των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την ισορροπία του δέντρου, δηλ. τα βάρη, τα φορτία και τις δυνάμεις που ασκούνται επάνω στο σώμα του δέντρου (ανομοιογενές και ανισοτροπικό υλικό).
- 3) δέντρα με αποκλίσεις από την κανονικότητα και ελαττώματα, όπως κοιλότητες, μύκητες κ.λπ., χρειάζονται εργασίες συντήρησης, αποκατάστασης, καθορισμό εξειδικευμένων μετρήσεων - αναλύσεων και ειδικής διαχείρισης, με χρήση ειδικών εργαλείων και εξειδικευμένο πλαίσιο.
- 4) τέλος σε περίπτωση προχωρημένης ηλικίας, (ασταθούς) μνημειακού δέντρου πρέπει να οριστούν ειδικές μέθοδοι έρευνας και διαχείρισης, πάντοτε μη καταστρεπτικές, όπως για παράδειγμα το κλάδεμα ή το δέσιμο των κύριων κλάδων (μετά από υπολογισμό της αττοχής, διαστάσεις σχοινοῦ κ.ά).

Όλες οι Οπτικές Μέθοδοι Εκτίμησης (VTA) περιλαμβάνουν τρία βασικά κριτήρια που επηρεάζουν την εκτίμηση του κινδύνου: (1) πιθανότητα επιπτώσεων στο στόχο, (2) πιθανότητα ατυχήματος και (3) συνέπειες ατυχήματος (Mattheck C. <https://www.iml-service.com/vta-visual-tree-assessment>). Στην Ελλάδα η θεσμοθετημένη μέθοδος εντοπισμού, ανακήρυξης, ανάδειξης και προστασίας των δέντρων (ή των συστάδων) με χαρακτηριστικά «Διατηρητέων Μνημείων της Φύσης» γίνεται σύμφωνα με την κείμενη Περιβαλλοντική Νομοθεσία αρχικά με το Νομοθετικό Διάταγμα 996/1971 και αργότερα με τους νόμους Ν.1650/1986, Ν.3937/2011 (άρθρο. 5 και 6), Ν.4014/2011 και Ν.4685/2020. Αυτή η κατηγορία προστατευόμενης περιοχής με το χαρακτηρισμό προστατευόμενο τοπίο και ειδικότερα ως διατηρητέο μνημείο της φύσης (Protected natural monument) περιλαμβάνει γενικά μεμονωμένα φυσικά στοιχεία ιδιαίτερης οικολογικής, βιολογικής, επιστημονικής και αισθητικής αξίας, τα οποία έχουν μνημειακό χαρακτήρα και συνδέονται άρρηκτα με την ιστορική και πολιτιστική ταυτότητα του τόπου. Για την ανακήρυξή τους ως διατηρητέα μνημεία της φύσης άτομα ή συστάδες μελετητές ή ερευνητές συντάσσουν «Ειδικές Εκθέσεις» προκειμένου να τεκμηριώσουν την οικολογική ή άλλη φυσική αξία του.

Η παρούσα ερευνητική εργασία επιχειρεί να αναπτύξει (και να προτείνει) ένα Σύστημα Λήψης Αποφάσεων (Decision Support System, DSS) που θα επιτρέπει την αξιολόγηση της κατάστασης ενός (υποψήφιου) Διατηρητέου Μνημείου της Φύσης. Πρόκειται για μια συνθετική μέθοδο η οποία στηρίζεται στις αρχές της Οπτικής Μεθόδου Αξιολόγησης (VTA) με στοιχεία της Ολοκληρωμένης Μεθόδου (SIA). Η ιδέα του έργου προέκυψε από πρόσφατες προ(σ)κλήσεις της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αστικού Περιβάλλοντος πολλών Δήμων στη βόρεια Ελλάδα πχ Έδεσσα, Θεσσαλονίκη, με στόχο την αναγνώριση, την ανακήρυξη και τη διαχείριση αυτών των ατόμων ως προστατευόμενα «Φυσικά Μνημεία».

Υλικά και Μέθοδοι

Στο πλαίσιο αυτού του έργου επιλέχθηκε ένα επιδεικτικό δέντρο (Εικόνα 10) όπου αναφέρονται οι βασικές δυνάμεις και τα φορτία που δρουν επάνω σε ένα ζωντανό δέντρο. Το παραπάνω ερευνητικό έργο περιελάμβανε τρεις διαφορετικές μεταξύ τους φάσεις (1,2,3):

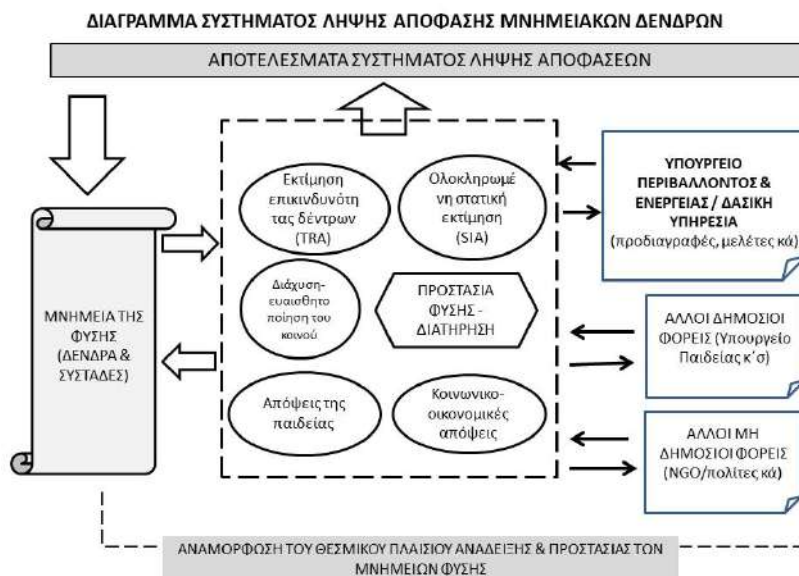
Φάση 1: Ανάπτυξη ενός μοντέλου που προβλέπει την ύπαρξη των βασικών δυνάμεων μέσα σε ένα ζωντανό δένδρο, δηλαδή τις δυνάμεις που προκύπτουν από το βάρος του (αναλυτικά σε τομείς 2μ.), τον άνεμο ή το χιόνι (πάγος) (βλ. Εικ. 1-αριστερά). Το δέντρο επίδειξης είναι μια δρυς στο κέντρο της πόλης του Βανκούβερ (Stokes και Mattheck 1996, Τσουμής 1970, Coder 2000, Γεωργόπουλος 1971).



Εικόνες 1 και 2: Χάρτης με το δέντρο επίδειξης στο κέντρο της πόλης του Βανκούβερ της Βρετανικής Κολομβίας στον Καναδά και το επιδεικτικό δέντρο του παρόντος ερευνητικού έργου βρίσκεται στο κέντρο (West End) του Βανκούβερ BC (Καναδάς)
Figure 1 and 2: Location of demonstration tree in downtown Vancouver, British Columbia, Canada and the demonstration tree of this research project is located in the center (West End) of Vancouver BC (Canada)

Φάση 2: Αξιολόγηση του μοντέλου με δεδομένα από το Πρωτόκολλο της ISA και με τη βοήθεια επιλεγθέντος δέντρου επίδειξης στην πόλη του Βανκούβερ στον Καναδά (Εικ. 1 και 2).

Φάση 3: Ανάπτυξη συστήματος λήψης αποφάσεων (Σχήμα 1) που θα επιτρέψει σε έναν ειδικό ή ένα φορέα (πχ Δήμο) να προβλέψει τη θραύση ή την εκρίζωση ενός δέντρου (ή στελεχούς) υπό ορισμένες καιρικές συνθήκες, έτσι ώστε να μπορούν να ληφθούν έγκαιρα κατάλληλα μέτρα πριν από την απώλεια ζωής, παρουσίας, απώλειας ή βλάβης του Μνημείου.



Σχήμα 1. Διάγραμμα προτεινομένου Συστήματος Λήψης Αποφάσεων (ΣΛΑ) για τα Μνημεία της Φύσης.
Figure 1. Chart of Proposed Decision Making System (CMS) for the Monumental Trees

Αποτελέσματα-Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζονται (συνοπτικά) τα αποτελέσματα της έρευνας τα οποία προέκυψαν με την επιλογή της αιωνόβιας βελανιδιάς (*Quercus rubra* L.) σε πάρκο στο κέντρο του Βανκούβερ (West End) ως δέντρο επίδειξης (Εικ. 1). Σύμφωνα με το διάγραμμα κλάδων του επιδεικτικού δέντρου και την ακολουθία Fibonacci – με σειρά αριθμών 1/5/10/15/24/36/46 - αποδεικνύεται πως πρώτον η ακολουθία έχει εφαρμογή στη φύση και δεύτερον το δέντρο επίδειξης βρίσκεται πολύ κοντά στη φυσική του κατάσταση. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν βάσει του τροποποιημένου Πρωτοκόλλου Εκτίμησης Επικινδυνότητας του δέντρου επίδειξης (SIA) και της στατικής και δυναμικής ανάλυσης ή της ανάλυση στρες. Ειδικά, η στατική και δυναμική έρευνα αποκάλυψε ότι δεν προκαλείται ακόμη και με δυνατό αέρα (οριακά), ούτε η θραύση του δέντρου, ούτε η εκρίζωση του (Peltola 2006). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται σημαντικές στατιστικές πληροφορίες αναφορικά με το δέντρο επίδειξης όπως είναι η έμφλοια στηθιαία διάμετρος (BHD) 166,5 cm, το ύψος 24m, όγκος 35m³ και το συνολικό βάρος 24379 κιλά.

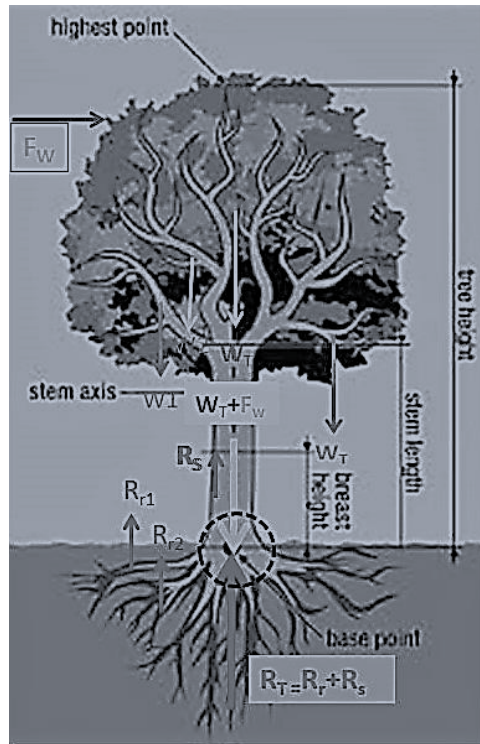
Πίνακας 1. Στατιστικά στοιχεία δέντρου επίδειξης στο κέντρο του Βανκούβερ (Καναδάς)
Table 1. Demonstration Tree Statistics in Downtown Vancouver (Canada)

	Χ-ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ		Υ-ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ		Υπ. υψόμετρο	
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΔΕΝΤΡΩΝ	49,284828		-123.142497		30μ.	
ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΝΤΡΩΝ	BHD * (cm) εμφλ.	166,5	ΥΨΟΣ ΔΕΝΤΡΟΥ (m)	26	ΠΡΟΒΟΛΗ ΚΟΜΗΣ (m2)	500
ΚΟΡΜΟΣ	BHD (cm) αφλ.	160	ΜΗΚΟΣ (m)	1,4	ΟΓΚΟΣ (m3) / ΒΑΡΟΣ (Kgr)	2,81 / 2286,6
ΚΛΑΔΟΣ / 1ης τάξης	ΚΛΑΔΟΣ 1	ΚΛΑΔΟΣ 2	ΚΛΑΔΟΣ 3	ΚΛΑΔΟΣ 4	ΚΛΑΔΟΣ 5	
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (cm)	74,2	102,55	79,62	79,62	101,91	
ΟΓΚΟΣ (m3)	3.5326	9,2689	4,5938	3,244	11,7372	35.637
ΒΑΡΟΣ (Kgr)	2472,8	6488,2	3727,3	2271,2	7133,1	22092,6
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (Kgr)						24379,2

*=χωρίς την πτύχωση του κορμού

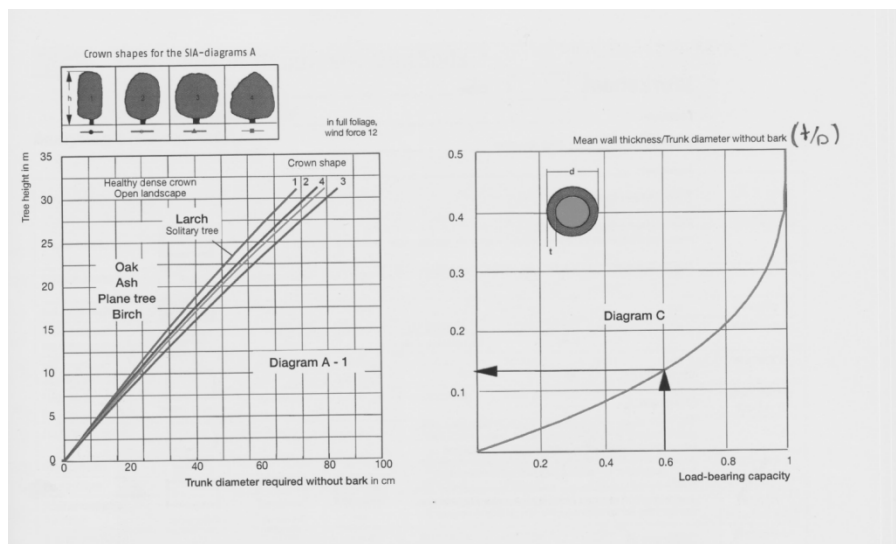
Προτείνεται η εφαρμογή ενός συστήματος παρακολούθησης (monitoring) των Μνημείων της Φύσης το οποίο θα βασίζεται στο ελαφρώς τροποποιημένο πρωτόκολλο (ISA) και θα αναφέρεται σε τρεις παραμέτρους (στόχους): 1. Ασφάλεια των ανθρώπων, 2. Συμπίεση του εδάφους και απειλή των ριζών και 3. Πιθανές ζημιές ιδιωτικής ιδιοκτησίας και υποδομών της πόλης. Μετά την λήψη και την επεξεργασία των πρώτων στοιχείων παρακολούθησης, παρόμοιες προτάσεις με στατική και δυναμική ανάλυση αποκάλυψαν ότι απαιτείται βαθύτερη έρευνα, όπου προτείνεται καλύτερος σχεδιασμός με προτάσεις βελτίωσης και προληπτικά μέτρα, όπως η απομάκρυνση καθιστικών πάγκων, η αποφυγή συμπίεσης εδάφους κ.λπ.

Τέλος, προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα το πώς να επιλέξουμε, να προστατέψουμε και να διαχειριστούμε Μνημειακά Δέντρα προτείνεται η σύνταξη στατικών-δυναμικών αναλύσεων (μελετών) που σχετίζονται με την αξιολόγηση και την παρακολούθηση με κατάλληλα πρωτόκολλα. Σύμφωνα με τη στατική και δυναμική ανάλυση στην περίπτωση του δέντρου επίδειξης (Peltola 2006), οι κύριες δυνάμεις (φορτία) που εφαρμόζονται είναι δύο, η βαρύτητα και ο άνεμος, (η ροπή εξ αιτίας συμμετρικής κόμης θεωρείται αμελητέα) (Εικ.3). Επίσης οι δυνάμεις αντίστασης είναι δύο, δηλαδή, η δύναμη αντίστασης κορμού και η αντίσταση εξ αιτίας της αγκύρωσης ρίζας-εδάφους. Αναλυτικά με βάση τις παραμέτρους που χρησιμοποίησε η Peltola (2006) στην στατική ανάλυση τα φορτία, δηλ. η βαρύτητα και ο άνεμος ανέρχονται σε 243795 Newtons και οι δυνάμεις αντίστασης λόγω αντοχής (αντίστασης) του κορμού και του ριζικού συστήματος σε 244848 Newtons. Πρόκειται για μια περίπτωση – οριακή μεν - όπου πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα προστασίας, όπως είναι ο περιορισμός της κόμης (κλάδεμα) ή η υποστήριξη μεγάλων κλάδων ή και τα δυο μέτρα.



Εικόνα 3. Το δέντρο επίδειξης στο κέντρο του Βανκούβερ με τα κύρια συστατικά μιας βασικής στατικής & δυναμικής ανάλυσης
 Picture 3. The demonstration tree in downtown Vancouver with the main components of a basic static & dynamic analysis

Κατά τη διάρκεια του παρόντος ερευνητικού έργου (sabbatical) εξετάστηκαν βασικά και δομικά στοιχεία του έργου επισημάνθηκαν κενά και έγινε συμπληρωματική έρευνα. Η Ευρώπη διαθέτει πλούσια εμπειρία στον τομέα αυτό και γι' αυτό κρίθηκε απαραίτητη μια σύγκριση και επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του ερευνητικού έργου. Από τη σύγκριση λοιπόν των αποτελεσμάτων – ανάλυση στρές και εκτίμηση της επικινδυνότητας - που έγινε με την προτεινόμενη μεθοδολογία – βρέθηκε πως αυτά δεν απέχουν από την προσέγγιση των Wessoly and Erb (2016) (Σχήμα 2 και 3).



Σχήμα 2. Απόσπασμα από τη στατική έρευνα των Wessoly and Erb (2016) από όπου προκύπτει επίσης η ίδια εκτίμηση επικινδυνότητας δένδρου με βάση το είδος και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του (διάμετρος, ύψος και μορφή κόμης).
 Figure 2. Excerpt from the static survey of Wessoly and Erb (2016) which also results in the same risk assessment of a tree based on its species and geometric characteristics (diameter, height and crown shape).

Σε συνέχεια της παραπάνω προσέγγισης των Wessoly και Erb (2016) υπολογίστηκε ο συντελεστής ασφαλείας (safety factor) και βρέθηκε κατά πολύ μεγαλύτερος (602%) από εκείνο της οριακής τιμής

(δηλ. 150%). Ακόμη και αν υπάρχει σήψη στο εσωτερικό του κορμού – μέχρι και 70% , εξ αιτίας της εμφάνισης κάποιου μύκητα – ο συντελεστής ασφαλείας παραμένει μεγαλύτερος (181%) της κρίσιμης τιμής (150%).

Τέλος στο άμεσο μέλλον θα πρέπει να υπάρξει πρώτον η αναθεώρηση του περιεχομένου των Ειδικών Εκθέσεων με βάσει των οποίων γίνεται η αναγνώριση-ανακήρυξη και η προστασία - διαχείριση των μνημειακών δέντρων (και συστάδων) στη χώρα μας. Δεύτερον θα πρέπει να εξετασθεί η εφαρμογή στην πράξη της μεθοδολογίας εντοπισμού, της εκτίμησης επικινδυνότητας και της στατικής ανάλυσης που παρουσιάστηκε στην παρούσα έρευνα.

Abstract

Monumental trees (ancient and with remarkable dimensions) are often subjected to stresses that significantly affect their health and reduce their lifespan. Their particular values, as well as the risks and threats that run through them and their environment, primarily require a special inventory, and a constant monitoring system. This work consists of measurements and estimates of biometric parameters, initially according to the ISA protocol and then with static and dynamic analysis (SIA). Finally, gaps of knowledge and experience are identified in various issues related to the study of aged and consequently monumental trees, such as the static and dynamic analysis by species, of the branches separately, so that appropriate measures can be taken for conservation and safety.

Βιβλιογραφία

Asciuto, A., Borsellino, V., D'Acquisto, M., Di Franco, C.P., Di Gesaro, M. and Schimment, E., 2015. Monumental trees and their existence value: case study of an Italian natural park J. For. Sci., 61, 2015 (2): 55–61 55.

Coder, D. K., 2000. Estimating Wind Forces On Tree Crowns. Tree Biomechanics Series The University of Georgia Website www.forestry.uga.edu/warnell/service/library

Dassot, M., Barabacci, A., Colin, A., Fournier, M. and Constant, T., 2010. Tree architecture and biomass assessment from terrestrial LiDAR measurements: a case study for some Beech trees (*Fagus sylvatica*). <https://www.researchgate.net/publication/235908094>

Γεωργόπουλος, Κ., 1971. Γενική Φυσική Μηχανική Εκδόσεις Gutenberg. Σελ.152.

Kenneth, J., Dahle, G., Grabosky, J., Kane, B. and Detter, A., 2014. Tree Biomechanics Literature Review: Dynamics. *Arboric. Urban For* 2014. 40(1): 1-15.

Kenneth, J., Haritos, N. and Ades, P., 2006. Mechanical stability of trees under dynamic loads. *Am. J. Bot.* 93 (10): 1522-1530.

Mariappan, J., Vargas, G. and Gutierrez, L., 2017. The plant kingdom in engineering design: learning to design from trees. Proceedings of the ASME 2017 International Mechanical Engineering Congress and Exposition IMECE2017 November 3-9, 2017, Tampa, Florida, USA.

Mattheck, C. and Tesari, I., 2004. The mechanical self-optimisation of trees. *Design and Nature II*, M.W.Collins & C.A. Brebbia (Editors)

Mattheck, C. and Bethge, K., 2000. Simple mathematical approaches to tree biomechanics. *Arboricultural Journal* 2000, Vol. 24, pp.307-326.

Peltola. H.M., 2006 Mechanical stability of trees under static loads. *Am. J. Bot.* 93(10): 1501–1511.

Spatz, H.C. and Pfistelrer, J., 2013. Mechanical Properties of Green Wood and Their Relevance for Tree Risk. *Arboric. Urban For* 2013: 39(5): 218-225.

Srinivasan, S., Popescu, S.C., Eriksson, M., Sheridan, R.D. and Ku, N-W, 2015. Terrestrial Laser Scanning as an Effective Tool to Retrieve Tree Level Height, Crown Width and Stem Diameter. *Remote Sens.* 2015, 7, 1877 1896; doi:10.3390/rs/70201877.

Stara, K. and Tsakiris, R. 2019. Oriental Planes *Platanus orientalis* L. and Other Monumental Trees in Central Squares and Churchyards in NW Greece: Sacred, Emblematic and Threatened. *Acta Horticulturae et Regio tecturae*. May 2019 DOI: 10.2478/ahr-2019

Στεργιάδης, Γ., 2018. Εφαρμοσμένη Μηχανική για Δασολόγους και Γεωπόνους. Επιμέλεια έκδοσης Αναστασία Γ. Στεργιάδη. Εκδόσεις Τζιόλα Ππ 266.

Sterken, P., 2005. A Guide for Tree-stability Analysis First Print Edition Website: https://www.researchgate.net/publication/323475173_A_Guide_For_Tree-stability_Analysis_First_Print_Edition

Stokes, A. and Mattheck, C., 1996. Variation of wood strength in tree roots. *Journal of Experimental Botany*, (47)298, pp.693-699.

Τσουμήζ, Θ. Γ., 1978. Ιδιότητες και αξιοποίηση του ξύλου. Α. Ιδιότητες 2η έκδοση ΑΠΘ Θεσσαλονίκη. Σελ.229.

Wessolly, L. and Martin, E. 2016. *Manual of Tree Statics and Tree Inspection* Patzer Verlag Berlin-Hannover. Pp.288.

Woodland Trust, 2019. *Planning for Ancient Woodland Planners's Manual for Ancient Woodland and Veteran Trees Practical Guidance*

https://www.greening.gov.hk/en/tree_care/tra_arrangements.html. Guidelines for tree risk assessment and management arrangement. Greening, Landscape and tree management section development Bureau. (τελευταία επίσκεψη: 30/08/2021)

<https://www.iml-service.com/vta-visual-tree-assessment/> Mattheck C. VTA – Visual Tree Assessment <https://www.iml-service.com/vta-visual-tree-assessment/> (τελευταία επίσκεψη: 30/08/2021).

ΤΟ ΝΕΚΡΟ ΞΥΛΟ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΝΕΚΡΟ! Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΟΡΟΣΕΙΡΑΣ ΡΟΔΟΠΗΣ

Κεχαγιόγλου, Σταύρος¹; Τσιτσώνη, Θέκλα²

¹Δασαρχείο Δράμας – Πρόεδρος Φορέα Διαχείρισης Οροσειράς Ροδόπης, Αγ. Κων/νου 1, 66133, Δράμα, skehagio@gmail.com, skehagio@damt.gov.com

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκη, Τ.Θ. 262, 54124, tsitsoni@for.auth.gr

Περίληψη

Στις παραδοσιακές πρακτικές διαχείρισης δασών το νεκρό ξύλο αφαιρέθηκε κατά τη διάρκεια των δασοκομικών επεμβάσεων για την προστασία των δασών από πυρκαγιές και επιβλαβείς οργανισμούς με αποτέλεσμα την μείωση της βιοποικιλότητας. Τις τελευταίες δεκαετίες, η αντίληψη των διαχειριστών δασών σχετικά με το δασικό νεκρό ξύλο αλλάζει. Η έρευνα αυτή αξιολογεί την ποσότητα του νεκρού ξύλου στο Εθνικό Πάρκο Οροσειράς Ροδόπης. Για τον σκοπό της έρευνας έγινε καταγραφή του νεκρού ξύλου σε 30 τυχαία κατανομημένες κυκλικές δειγματοληπτικές επιφάνειες, έκτασης 1 στρέμματος. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι ο μέσος όρος νεκρού ξύλου είναι αρκετά μικρότερος από την ποσότητα νεκρού ξύλου των δασών και του συνιστάμενου όγκου του νεκρού ξύλου στην Ευρώπη όπως και η απουσία των μεγάλων νεκρών ιστάμενων δέντρων, γεγονός που οφείλεται στο καθεστώς εκμετάλλευσης.

Λέξεις κλειδιά: *Coarse Woody Debris, Fagus sylvatica L., διαχείριση νεκρού ξύλου, βιοποικιλότητα.*

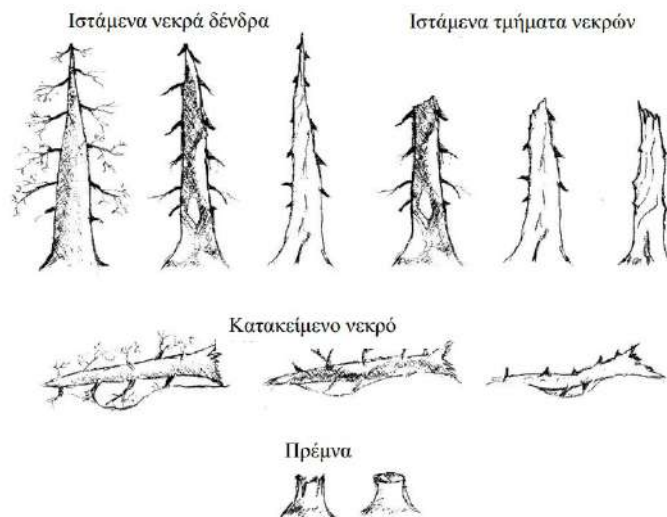
Εισαγωγή

Στην Ευρώπη, από τους διαχειριστές δασών, το νεκρό ξύλο θεωρήθηκε: ως δείκτης «κακοδιαχείρισης, αμέλειας και σπατάλης» (Pastorella κ.α. 2016), ως πιθανή πηγή βιοτικών παρασίτων π.χ. επιθέσεις εντόμων στα δένδρα τους δάσους καθώς και σε παρακείμενες εκτάσεις (Radu 2006), ως απειλή της εξάπλωσης αβιοτικών διαταραχών, π.χ. πυρκαγιές, ως απειλή για πτώσεις και ατυχήματα (κυρίως τα ιστάμενα νεκρά δέντρα) για τους δασικούς εργάτες και τους επισκέπτες, και ως εμπόδιο στις δασοκομικές δραστηριότητες (Pastorella κ.α. 2016). Οι πολίτες, από την πλευρά τους προτιμούν μια τακτοποιημένη και ομαλή εμφάνιση με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να εκτιμήσουν τις οικολογικές ιδιότητες ενός μη οργανωμένου δασικού τοπίου ενώ το άψυχο ξύλο από κατακείμενα τμήματα νεκρού ξύλου δίνουν την εντύπωση της ακαταστασίας και του χάους. Εσφαλμένες αντιλήψεις προκαλούνται από την έλλειψη ενημέρωσης και γνώσης, όπως για παράδειγμα, ότι ένα υγιές δάσος δεν μπορεί να έχει νεκρό ξύλο (Wu 2016). Έτσι στην Ευρώπη, υπήρξε κοινή πρακτική για περισσότερα από 200 χρόνια, η διατήρηση των "υγιών προτύπων" ενός δάσους μέσω της συστηματικής αφαίρεσης δένδρων με ασθένειες, νεκρού ξύλου και ιστάμενων νεκρών δένδρων (Merganicova κ.α. 2012). Κατά συνέπεια και προκειμένου να προστατευθούν τα δασικά οικοσυστήματα από δασικές πυρκαγιές, καταστροφές, παράσιτα και επιθέσεις εντόμων, σύμφωνα με την παραδοσιακή διαχείριση των δασών, αφαιρέθηκε νεκρό ξύλο σε όλες του τις μορφές (Atici κ.α. 2008). Η μείωση του νεκρού ξύλου σε σύγκριση με τα φυσικά δάση έχει οδηγήσει σε σοβαρή απώλεια ενδιαιτημάτων για σαπροξυλικά είδη. Το γεγονός αυτό έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους κύριους λόγους για τη συνολική μείωση της βιοποικιλότητας στα ευρωπαϊκά δάση. Ένας σημαντικός αριθμός σαπροξυλικών ειδών είναι σπάνια και / ή απειλούνται (Harmon κ.α. 1986). Έτσι παρά τη σημασία του, το νεκρό ξύλο βρίσκεται τώρα σε πολύ χαμηλό επίπεδο σε πολλά εύκρατα δάση, κυρίως λόγω ακατάλληλων πρακτικών διαχείρισης (Mataji κ.α. 2014). Επομένως, η αύξηση και η αιφόρος διαχείριση του νεκρού ξύλου είναι ευρέως αποδεκτή ως βασικό μέτρο για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας στα δάση (Schuck κ.α. 2004). Το 2003 (MCPFE) ο όγκος του νεκρού ξύλου θεσπίστηκε ως ένας από τους εννέα πανευρωπαϊκούς δείκτες για τη βιώσιμη διαχείριση των δασών (κριτήριο 4: συντήρηση, διατήρηση και κατάλληλη ενίσχυση της βιολογικής ποικιλομορφίας στα δασικά οικοσυστήματα). Επειδή τα δάση οξιάς είναι ο κυρίαρχος τύπος φυσικού δάσους και αντιπροσωπεύουν τη φυσική βλάστηση πολλών περιοχών της Ευρώπης, παρουσιάζει

ιδιαίτερο ενδιαφέρον η ανάλυση και εκτίμηση του όγκου νεκρού ξύλου σε αυτά τα δάση (Muller κ.α. 2014).

Ο όρος "νεκρό ξύλο" (dead wood) περιλαμβάνει τόσο υπέργειο όσο και υπόγειο ξύλο και αναφέρεται σε όλη τη μη ζωντανή βιομάζα ξύλου σε ένα δάσος, είτε είναι ιστάμενη είτε είναι κατακείμενη ενώ δεν περιλαμβάνονται στο "νεκρό ξύλο" τα πολύ λεπτά ξυλώδη υπολείμματα (litter - μικρότερα από 2,5 cm) (Harmon κ.α. 1986). Μπορεί να προέρχεται είτε από τη φυσική θνησιμότητα που προκαλείται από ανταγωνισμό, γηρασμό είτε από φυσικές διαταραχές είτε από δασοκομική διαχείριση (Rondeux και Sanchez 2009). Ωστόσο, το νεκρό ξύλο κάτω από το έδαφος συνήθως εξαιρείται από την καταγραφή - έρευνες, επειδή είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί (Schuck κ.α. 2004) αν και το ποσοστό τους μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις δασικές εκτάσεις που διαχειρίζονται (Debeljak 2006).

Το νεκρό ξύλο, σύμφωνα με τους Ligot κ.α. (2012) περιλαμβάνει τρία βασικά συστατικά με διαφορετικό οικολογικό ρόλο στα δασικά οικοσυστήματα: 1) το ιστάμενο νεκρό ξύλο όπου περιλαμβάνει ιστάμενα νεκρά δένδρα (standing dead trees) και σπασμένους ιστάμενους κορμούς (snags - κάθετα τμήματα νεκρών δένδρων) 2) το κατακείμενο νεκρό ξύλο όπου περιλαμβάνει νεκρά δένδρα που κείτονται στο έδαφος (lying dead wood) καθώς και κατακείμενα τμήματα νεκρού ξύλου (logs - κορμοτεμάχια) και 3) τα πρέμνα (stumps) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Τύποι υπέργειου νεκρού ξύλου (Merganicova κ.α. 2012).
Picture 1. Types of above ground dead wood (Merganicova κ.α. 2012).

Λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος, το νεκρό ξύλο μπορεί να ταξινομηθεί στις ακόλουθες κατηγορίες (Stokl κ.α. 2004): χονδρά υπολείμματα ξύλου (Coarse Woody Debris - CWD) και λεπτά υπολείμματα ξύλου (Fine Woody Debris - FWD).

Συχνά, το CWD ορίζεται ως νεκρά ξυλώδη υπολείμματα σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης με διάμετρο μεγαλύτερη από 10 cm (Kraigher κ.α. 2002), ενώ το FWD περιλαμβάνει νεκρά ξυλώδη υπολείμματα στο έδαφος (μικρά κλαδιά και κλαδιά) με διάμετρο μεταξύ 10 cm και 2,5 cm (Kruys κ.α. 1999). Σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, τα υπολείμματα με διάμετρο μικρότερη από 2,5 cm μπορούν να θεωρηθούν «απορρίμματα» (litter) (Paletto και Tosi 2010), ενώ άλλοι συγγραφείς το χαρακτηρίζουν ως πολύ λεπτά ξυλώδη υπολείμματα (Hegetschweiler κ.α. 2009). Γενικά στη διεθνή βιβλιογραφία το νεκρό ξύλο αναφέρεται και ως Coarse Woody Debris (CWD) (Harmon κ.α. 1986).

Η σημασία του νεκρού ξύλου στα δασικά οικοσυστήματα έχει αναγνωριστεί ευρέως από πολλούς ερευνητές. Σύμφωνα με τους Merganicova κ.α. (2012) επιτελεί σημαντικό ρόλο στα δασικά οικοσυστήματα, αποτελώντας βασικό στοιχείο της ζωής για τους σαπροξυλικούς οργανισμούς, επηρεάζοντας την ανάπτυξη του εδάφους, αποθηκεύοντας θρεπτικά συστατικά και νερό, χρησιμεύοντας ως σημαντικός βιότοπος για αποσυνθέτες και ετεροτροφικούς οργανισμούς. Επιπλέον είναι ένας σημαντικός βιότοπος για πολλούς οργανισμούς όπως ασπόνδυλα, μύκητες, βρύοφυτα και λειχήνες (Jonsson κ.α. 2005). Παρέχουν χώρους φωλιάσματος, κουρνιάσματος, σίτισης και αποθήκευσης τροφής για πουλιά, μικρά θηλαστικά, ερπετά και αμφίβια (Rabe κ.α. 1998). Επίσης ο αριθμός των νεκρών ιστάμενων δέντρων επηρεάζει το μέγεθος του πληθυσμού για τα ζώα αναπαραγωγής σε κοιλότητες

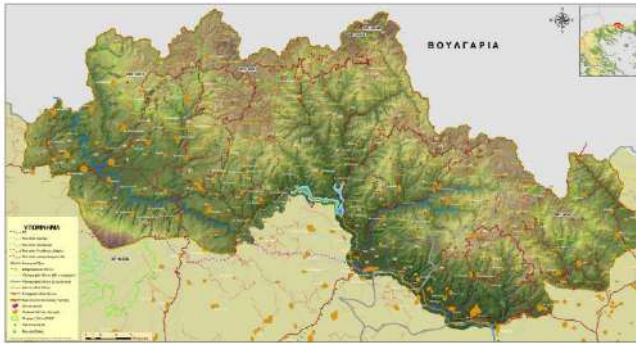
(Mikusinski και Angelstam 1997). Τα αποσυνθμεμένα κατακείμενα τμήματα νεκρού ξύλου θεωρούνται σημαντικό είδος νεκρού ξύλου για μύκητες που κατοικούν σε ξύλο (Sipola και Renvall 1999). Το κατακείμενο νεκρό ξύλο και τα πρέμνα παρέχουν τις κατάλληλες συνθήκες για αναγέννηση σε δροσερούς, εύκρατους και βορείους τύπους δασών (Hofgaard 1993). Το νεκρό ξύλο επηρεάζει το μικροκλίμα του δάσους και μπορεί να λειτουργήσει ως ένα σημαντικό στοιχείο αποθήκευσης νερού κατά τις ξηρές περιόδους και συντελεί στην μακροπρόθεσμη αποθήκευση θρεπτικών συστατικών (Keenan κ.α. 1993), αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό για τη διατήρηση του αποθέματος άνθρακα (Pichler κ.α. 2013) και είναι σημαντικό για τη δασική βιοποικιλότητα: το ένα τέταρτο όλων των δασικών ειδών είναι σαπροξυλικό, δηλαδή εξαρτάται από το νεκρό ξύλο (Stokl και κ.α. 2004).

Ακόμη η ύπαρξη νεκρού ξύλου μπορεί να συμβάλει στη σταθερότητα των πλαγιών, να αποτρέψει τη διάβρωση και να ελέγξει την απορροή της επιφάνειας του εδάφους. Νεκρό ξύλο που βρίσκεται διασκορπισμένο κατά μήκος της πλαγιάς μπορεί να μειώσει την ταχύτητα της ροής του νερού και να δημιουργήσει ένα υπόστρωμα για ασπόνδυλα και μικρά θηλαστικά μέσω της συλλογής υλικών από την ανάντη πλευρά τους. Το νεκρό ξύλο έχει μεγάλο όγκο πόρων και χρησιμεύει συνήθως ως δεξαμενή υγρασίας και παρέχει καταφύγιο για ρίζες δέντρων και μύκητες κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων. Κατά συνέπεια, η αφαίρεση του νεκρού ξύλου από τον ορίζοντα του εδάφους θα μπορούσε να μειώσει τη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους (Wu κ.α. 2005). Σημαντική είναι και η επίδραση του νεκρού ξύλου στα παραποτάμια οικοσυστήματα. Όταν τα κλαδιά δέντρων ή τα κομμάτια νεκρού ξύλου πέφτουν στο νερό, επηρεάζουν υδρολογικά και υδραυλικά τα κανάλια του ποταμού ενισχύοντας τη σταθερότητα της όχθης. Στην πραγματικότητα τα κλαδιά δέντρων ή τα κομμάτια νεκρού ξύλου σταθεροποιούν τις μικρές ροές και εκτρέπουν τη ροή του νερού ελέγχοντας και μειώνοντας την ορμή του ποταμού, γεγονός που μειώνει ουσιαστικά τη διάβρωση της όχθης (Wu 2016). Μειώνοντας τις επιπτώσεις της ταχείας ροής στις διαβρωμένες όχθες, ειδικά κατά τη διάρκεια ισχυρών βροχοπτώσεων, το νεκρό ξύλο σταθεροποιεί και διαμορφώνει το παραποτάμιο οικοσύστημα (Rose κ.α. 2001). Ακόμη η ύπαρξη κορμών ξύλου στο ρεύμα μειώνουν την ταχύτητα της ροής του νερού και συνεπώς μειώνουν την ποσότητα των ιζημάτων που μεταφέρονται από τη ροή. Έτσι το νεκρό ξύλο βοηθά επίσης στη σταθεροποίηση των ποτάμιων οικοσυστημάτων διατηρώντας τα ιζήματα. (Naiman κ.α. 2002). Τα ιζήματα που παγιδεύονται από κλαδιά και κορμούς είναι πηγές θρεπτικών συστατικών τα οποία αποτελούν σημαντικές πηγές τροφής υδρόβιων άγριων ζώων (Rose κ.α. 2001). Σύμφωνα και με τα παραπάνω ο Wu (2016) υποστηρίζει ότι η ύπαρξη νεκρού ξύλου στα παραποτάμια οικοσυστήματα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της διάβρωσης και την βελτίωση της υγείας των ρευμάτων.

Ζωτικής επίσης σημασίας, που έχει άμεση με το νεκρό ξύλο, αποτελούν και τα υπέργηρα δέντρα. Έχουν χρησιμοποιηθεί πολλά ονόματα για την ταυτοποίησή τους, όπως δέντρα πρωταθλητές (champion trees) ή δέντρα κληρονομιά (heritage trees) (Orłowski και Nowak 2007), αρχαία δέντρα (ancient trees) (Hall και Bunce 2011), μεγάλα γέρικά δέντρα (large old trees) (Lindenmayer κ.α. 2012) και υπέργηρα δέντρα (veteran trees) (Humphrey και Bailey 2012). Η συμβολή των υπέργηρων δέντρων για τη διατήρηση των σαπροξυλικών ειδών είναι ασυναγώνιστη, δεδομένου ότι παρουσιάζουν μια εξαιρετική ποικιλία μικροβιότοπων, μερικοί από τους οποίους μπορεί να διαρκέσουν για αιώνες. Η καταστροφή των υπέργηρων δέντρων απειλεί τη διατήρηση πολλών ειδών που κινδυνεύουν με εξαφάνιση (Sebek κ.α. 2013).

Υλικά και Μέθοδοι

Το Εθνικό Πάρκο Οροσειράς Ροδόπης (ΕΠΟΡ) περιλαμβάνει το κεντρικό και δυτικό τμήμα του ορεινού συγκροτήματος της Ελληνικής Ροδόπης, αποτελώντας φυσικό σύνορο μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας. Το ΕΠΟΡ καταλαμβάνει έκταση 1.731.150 στρέμματα, με βόρεια όρια τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα, από την περιοχή του Κ. Νευροκοπίου Δράμας έως την περιοχή του Δημαρίου Ξάνθης και νότια όρια τις βορειανατολικές πλαγιές του Φαλακρού όρους και τον ποταμό Νέστο, καθιστώντας το έτσι ένα από τα μεγαλύτερα χερσαία Εθνικά Πάρκα της χώρας (Εικόνες 2 και 3) Αρμόδιος για τη διαχείριση του Πάρκου είναι ο Φορέας Διαχείρισης Οροσειράς Ροδόπης (Φ.Δ.Ο.Ρ.) με έδρα το Μεσοχώρι Παρανεστίου Δράμας.



Εικόνες 2 και 3. Εθνικό Πάρκο Οροσειράς Ροδόπης. (Πηγή: www.fdor.gr)
 Pictures 2 και 3. Rodopi Mountain-Range National Park. (Source: www.fdor.gr)

Για τον σκοπό της εργασίας, μετά τη χαρτογράφηση των ορίων κατανομής της οξιάς, έγινε καταγραφή του νεκρού ξύλου σε 30 τυχαία καταναμημένες κυκλικές δειγματοληπτικές επιφάνειες (ΔΕ) έκτασης 1 στρέμματος, με τη χρήση της εντολής *data sampling* σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ArcGIS 10.2) (Kershaw κ.α. 2016). Από την περιοχή έρευνας εξαιρέθηκαν οι Περιοχές Απόλυτης Προστασίας της φύσης: Α1 (Παρθένο Δάσος Φρακτού), Α2 (Διατηρητέο Μνημείο Φύσης της Τσίγλας) και Α3 (Κούλα - Χαϊντού). Για την εκτίμηση του όγκου του νεκρού ξύλου, έγινε διάκριση του νεκρού ξύλου σε τέσσερις κατηγορίες: (1) ολόκληρο όρθιο δέντρο (2) ιστάμενο νεκρό δέντρο (3) πρέμνα και (4) κατακεείμενο νεκρό ξύλο (Schuck κ.α. 2004, Παπαδοπούλου 2017). Επίσης το νεκρό ξύλο κατηγοριοποιήθηκε σε κατηγορίες αποσύνθεσης. Έτσι ο βαθμός αποσύνθεσης των νεκρών κατακεείμενων δένδρων (logs) κατηγοριοποιήθηκε σύμφωνα με κατάταξη από το 1 (ελαφρώς αποσυντεθημένο) έως 5 (πολύ αποσυντεθημένο). Ο βαθμός αποσύνθεσης των νεκρών ιστάμενων δένδρων (snags) κατηγοριοποιήθηκε σύμφωνα με κατάταξη από το 1 (ελαφρώς αποσυντεθημένο) έως 5 (πολύ αποσυντεθημένο) (Castagneri κ.α. 2010, Παπαδοπούλου 2017) και ο βαθμός αποσύνθεσης των πρέμνων (stumps) κατηγοριοποιήθηκε σε ένα σύστημα 4 κατηγοριών (Motta κ.α. 2006, Παπαδοπούλου 2017). Τα ιστάμενα νεκρά δέντρα συχνά καταγράφονται με την ίδια μεθοδολογία με τα ζωντανά δέντρα (Rondeux και Sanchez 2009). Επομένως και σύμφωνα με τα παραπάνω στην παρούσα εργασία το όριο της στηθιαίας διαμέτρου στο 1,30 m που χρησιμοποιείται είναι των 5 cm (Hochbichler κ.α. 2000, Παπαδοπούλου 2017). Στην περίπτωση που το ύψος του σπασμένου ιστάμενου κορμού ήταν μικρότερο από 1,30 m μετρήθηκε η διάμετρος στο σημείο που έχει σπάσει ο κορμός (Travaglini κ.α. 2007, Παπαδοπούλου 2017). Όσο αφορά το κατακεείμενο νεκρό ξύλο υπολογίστηκε ο όγκος του σε όλη τη δειγματοληπτική επιφάνεια (Hochbichler κ.α. 2000, Παπαδοπούλου 2017). Έτσι, έγινε καταγραφή όλων των ειδών νεκρού ξύλου όπως κατακεείμενα δέντρα, τμήματα του κορμού, χοντρά κλαδιά, πρέμνα καθώς και πρόσφατα πεσμένα δένδρα όπως και το είδος του τμήματος από το οποίο προήλθαν π.χ. κορμός, κλαδί, πρέμνο κλπ. Επίσης μετρήθηκε η διάμετρος στο χονδρότερο σημείο, το μήκος και καθορίστηκε το στάδιο αποσύνθεσης (Παπαδοπούλου 2017). Η μέτρηση του νεκρού ξύλου πραγματοποιείται μόνο μέσα στη δειγματοληπτική επιφάνεια (ΔΕ) δηλαδή αν το κατακεείμενο νεκρό ξύλο περάσει το όριο της δειγματοληπτικής επιφάνειας, το μέρος έξω από τη ΔΕ δεν καταγράφεται (Merganicova κ.α. 2012, Παπαδοπούλου 2017). Για τη εργασία αυτή, το κατακεείμενο νεκρό ξύλο ήταν αυτό με διάμετρο άνω των 10 cm (Rahman κ.α. 2008, Παπαδοπούλου 2017). Ο όγκος του κατακεείμενου νεκρού ξύλου υπολογίστηκε ως ο όγκος παραβολοειδούς βάσει της μαθηματικής εξίσωσης του Huber (Merganicova κ.α. 2012, Παπαδοπούλου 2017).

$$V_{ft} = (\pi/4)D^2l \quad v = h \times g_{1/2} \quad \text{όπου}$$

V = όγκος του ξύλου σε m^3

h = μήκος του ξύλου σε m

$g_{1/2}$ = κυκλική επιφάνεια στο μέσο του κορμού σε m^2

Όσον αφορά τα πρέμνα μετρήθηκε η διάμετρος στο ύψος των 0,3 m και ο όγκος των πρέμνων υπολογίστηκε ως ο όγκος κυλίνδρου στο ύψος των 0,3 m (Merganicova κ.α. 2012, Παπαδοπούλου 2017). Το άθροισμα του όγκου των ιστάμενων νεκρών δένδρων, των πρέμνων και των κατακεείμενων τμημάτων νεκρών δένδρων μας δίνει τον συνολικό όγκο του νεκρού ξύλου.

Στην παρούσα εργασία ο καθορισμός του δασοπονικού είδους και των σταδίων αποσύνθεσης έγινε με οπτικά κριτήρια (Bütler κ.α. 2007, Παπαδοπούλου 2017). Στην περίπτωση που δεν είναι εφικτό να καθοριστεί το δασοπονικό είδος τότε το ελάχιστο επίπεδο καθορισμού του είδους πρέπει να είναι η διάκριση μεταξύ κωνοφόρων / πλατύφυλλων και / ή σκληρών ξύλων / μαλακών ξύλων. Αν βρίσκεται στο τελευταίο στάδιο αποσύνθεσης όπου ούτε αυτό είναι εφικτό να καθορισθεί τότε ταξινομείται ως απροσδιόριστο (Rondeux και Sanchez 2009). Για τον προσδιορισμό του βαθμού αποσύνθεσης έχουν χρησιμοποιηθεί ταξινομήσεις των σταδίων αποσύνθεσης με διαφορετικό αριθμό κλάσεων. Στην παρούσα εργασία έγινε ταξινόμηση ως εξής: Ο βαθμός αποσύνθεσης των νεκρών κατακείμενων δένδρων (logs) κατηγοριοποιήθηκε σύμφωνα με κατάταξη από το 1 (ελαφρώς αποσυντεθημένο) έως 5 (πολύ αποσυντεθημένο) (Castagneri κ.α. 2010, Παπαδοπούλου 2017) ως εξής: (1) φλοιός ακέραιος, μικρά κλαδιά παρόντα, κυκλικό σχήμα, αναλλοίωτη υφή ξύλου, κορμός ανυψωμένος στο σημείο στήριξης (2) φλοιός ακέραιος, χωρίς κλαδιά, κυκλικό σχήμα, κορμός ανυψωμένος ελαφρώς κεκλιμένος (3) ίχνη φλοιού, χωρίς κλαδιά, κυκλικό σχήμα, σκληρό ξύλο, κορμός κεκλιμένος κοντά στο έδαφος (4) χωρίς φλοιό, χωρίς κλαδιά, κυκλικό προς οβάλ σχήμα, σκληρό ξύλο, όλος ο κορμός στο έδαφος (5) χωρίς φλοιό, χωρίς κλαδιά, οβάλ σχήμα, μαλακό ξύλο και υφή πούδρας, όλος ο κορμός στο έδαφος. Ο βαθμός αποσύνθεσης των νεκρών ιστάμενων δένδρων (snags) κατηγοριοποιήθηκε σύμφωνα με κατάταξη από το 1 (ελαφρώς αποσυντεθημένο) έως 5 (πολύ αποσυντεθημένο) (Castagneri κ.α. 2010, Παπαδοπούλου 2017) ως εξής: (1) ιστάμενο νεκρό δένδρο με φλοιό και τα περισσότερα κλαδιά ακέραια, σκληρό ξύλο (2) νεκρό δένδρο λίγα εναπομείναντα κλαδιά και χαλαρό φλοιό, σκληρό ξύλο (3) χωρίς φλοιό, χωρίς κλαδιά, σκληρό ξύλο (4) χωρίς φλοιό, χωρίς κλαδιά, ξύλο σκληρό προς μαλακό (5) χωρίς φλοιό, χωρίς κλαδιά, ξύλο σκληρό προς μαλακό. Ο βαθμός αποσύνθεσης των πρέμων (stumps) κατηγοριοποιήθηκε σε ένα σύστημα 4 κατηγοριών (Παπαδοπούλου 2017) ως εξής: (1) φλοιός ακέραιος, σκληρό ξύλο (2) φλοιός σχεδόν ακέραιος, σκληρό ξύλο στο περισσότερο εξωτερικό τμήμα και αποσύνθεση στο εσωτερικό, υφή με μεγάλα κομμάτια (3) ίχνη φλοιού, αποσύνθεση στο μεγαλύτερο τμήμα, υφή με μικρότερα κομμάτια (4) φλοιός ανύπαρκτος, μαλακό ξύλο και με υφή πούδρας.

Αποτελέσματα

Η μέσος όρος της ποσότητα του νεκρού ξύλου οξιάς στις ΔΕ αντιστοιχεί σε 1,30 m³/ha ιστάμενο σε 8,47 m³/ha κατακείμενο, σε 3,68 m³/ha πρέμμα και με σύνολο 13,46 m³/ha και αντιστοιχεί στο 4,53% του όγκου των ζώντων δένδρων (Πίνακας 1).

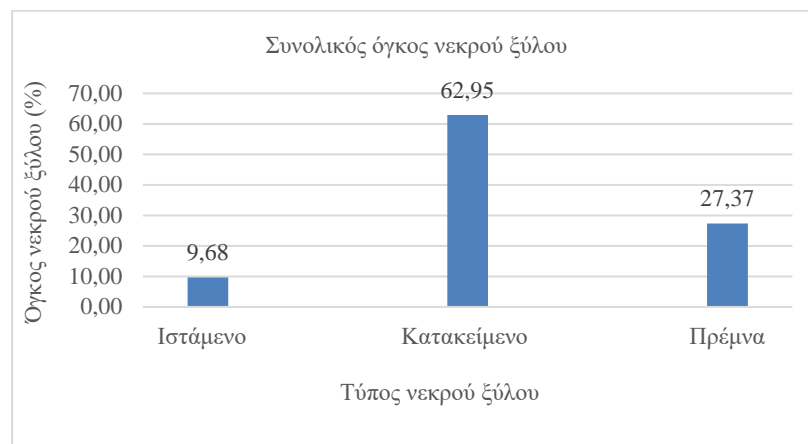
Πίνακας 1. Όγκος νεκρού ξύλου ανά είδος νεκρού ξύλου
Table 1. Volume of dead wood per species of dead wood

Ιστάμενο (m ³ /ha)	Κατακείμενο (m ³ /ha)	Πρέμμα (m ³ /ha)	Σύνολο (m ³ /ha)	Όγκος νεκρού ξύλου/ Όγκος ζώντων δένδρων (%)
1,30	8,47	3,68	13,46	
(9,68%)	(62,95%)	(27,37%)	(100%)	4,53

Αντίστοιχα σε έρευνα των Grigoriadis κ.α. (2012), στον τύπο οικοτόπου 9410 με κυρίαρχο είδος την ερυθρελάτη και χαμηλή παρουσία άλλων ειδών η οποία πραγματοποιήθηκε στο δάσος Ελατιάς (εντός του ΕΠΟΡ), η ποσότητα του νεκρού ξύλου κυμαινόταν από 0,46 έως 104,24 m³/ha με μέσο όρο 60,839 m³/ha ενώ για την οξιά η αναλογία ήταν αμελητέα (0,2%). Οι ίδιοι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι στο παρθένο δάσος Φρακτού οι τιμές του συνολικού νεκρού ξύλου κυμαίνονταν από 52,8 έως 226,1 m³/ha. Επίσης στο παρθένο δάσος Φρακτού (εντός του ΕΠΟΡ) η Παπαδοπούλου (2017) διαπίστωσε ότι ο μέσος όρος νεκρού ξύλου ήταν 175,70 m³/ha ο οποίος αντιστοιχεί στο 31,04% του συνολικού όγκου των ζώντων δένδρων εκ των οποίων το 25,96% πρόκειται για νεκρό ξύλο οξιάς, το 69,32% πρόκειται για νεκρό ξύλο κωνοφόρων και το 4,92% πρόκειται για απροσδιόριστο είδος ξύλου. Ενώ η ποσότητα του νεκρού ξύλου σε άλλα παρθένα δάση της Ευρώπης κυμαίνεται από 32 m³/ha (παρθένο δάσος Puka, Αλβανία) και αντιστοιχεί στο 4% του όγκου των ζώντων δένδρων (Meyer κ.α. 2003) έως 420,40 m³/ha (παρθένο δάσος Biogradska Gora, Μαυροβούνιο) και αντιστοιχεί στο 41% του όγκου των ζώντων δένδρων (Motta κ.α. 2015). Αντίστοιχα η ποσότητα του νεκρού ξύλου σε 19 ευρωπαϊκά κράτη κυμαίνεται από 5,6 έως 33,1 m³/ha με μέσο όρο 15,8 m³/ha και απαντάται κυρίως σε χώρες της Κεντρικής Ευρώπης (Puletti κ.α. 2019). Ενώ σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς, για τα ορεινά δάση

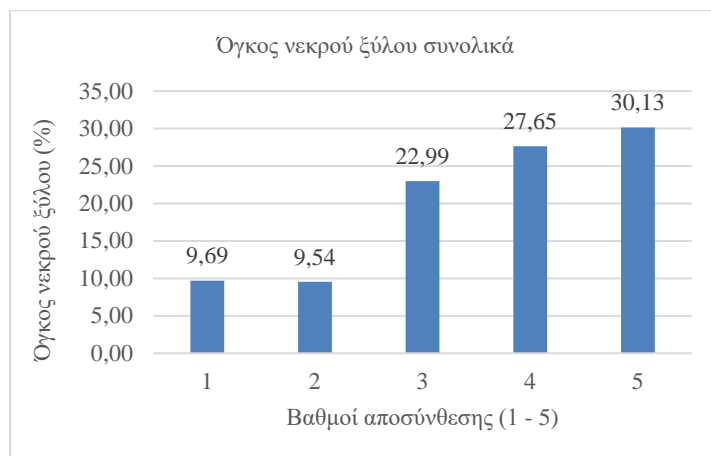
οξιάς ο μέσος όρος της ποσότητας νεκρού ξύλου ανέρχεται σε 25,4 m³/ha. Επίσης οι διεθνώς συνιστώμενοι όγκοι νεκρού ξύλου για τους κύριους τύπους δασών της Κεντρικής Ευρώπης είναι 35 m³/ha (Müller και Bütler 2010) με εύρος στα 20 έως 50 m³/ha. Από τα παραπάνω αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι στο διαχειριζόμενο τμήμα του ΕΠΟΡ ο μέσος όρος νεκρού ξύλου κωνοφόρων (με κυρίαρχο είδος την ερυθρελάτη) είναι 60,84 m³/ha ενώ ο μέσος όρος νεκρού ξύλου της οξιάς είναι 13,46 m³/ha ήτοι 47,38 m³/ha λιγότερο νεκρό ξύλο. Ο κύριος λόγος για αυτή την διαφορά είναι η εμπορική αξία των βιομηχανικών κωνοφόρων έναντι των καυσόξυλων οξιάς. Τα καυσόξυλα οξιάς έχουν μεγαλύτερη εμπορική αξία σε σχέση με τα βιομηχανικά κωνοφόρων με αποτέλεσμα να συγκομίζονται κατά το δυνατόν περισσότερο. Ακόμη διαπιστώνουμε ότι ο μέσος όρος νεκρού ξύλου κωνοφόρων (με κυρίαρχο είδος την ερυθρελάτη) είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα σε σχέση με τον συνιστώμενο όγκο του νεκρού ξύλου στην Ευρώπη ενώ όσο αφορά την οξιά ο μέσος όρος νεκρού ξύλου είναι μικρότερος κατά 11,94 m³/ha (47,01%) από την ποσότητα νεκρού ξύλου των δασών της Κεντρικής Ευρώπης και κατά 21,24 m³/ha (61,55%) του συνιστώμενου όγκου του νεκρού ξύλου στην Ευρώπη. Αυτό οφείλεται στη γενικότερη διαχείριση των δασών που εφαρμόζεται. Έτσι οι ποσότητες του νεκρού ξύλου είναι συνήθως πολύ χαμηλότερες στα διαχειριζόμενα δάση από ότι στα μη διαχειριζόμενα δάση, καθώς συγκομίζεται το μεγαλύτερο μέρος της ξυλείας. Επιπλέον, το νεκρό ξύλο σε διαχειριζόμενες συστάδες αποτελείται συνήθως μόνο από μικρά κλαδιά και κοντά πρέμνα όπως αναφέρουν και οι Korjus και Laarmann (2015). Οι κύριοι λόγοι, για τις τόσο μεγάλες διαφορές είναι το καθεστώς διαχείρισης των συστάδων (π.χ. συγκομιδή ξύλου, μικρός περίτροπος χρόνος, μείωση της θνησιμότητας των φυσικών δένδρων), τα οποία μειώνουν την ποσότητα, την κατανομή και το μέγεθος του νεκρού ξύλου σύμφωνα και με τον Debeljak (2006). Όσο αφορά το Παρθένο Δάσος Φρακτού το ποσοστό νεκρού ξύλου προς τον συνολικό όγκο ζώντων δένδρων ανήλθε σε 31,04% (Παπαδοπούλου 2017) και είναι περίπου στα ίδια επίπεδα με το μέσο όρο του 36%, το οποίο προκύπτει από τη μελέτη των Christensen et al (2005) και αφορά 16 αποθέματα μεικτών δασών οξιάς (συμπεριλαμβανομένων παρθένων δασών οξιάς-ελάτης-ερυθρελάτης).

Στην περίπτωση του ΕΠΟΡ ο συνολικός όγκος του κατακείμενου νεκρού ξύλου είναι μεγαλύτερος έναντι του συνολικού όγκου των πρέμνων και του συνολικού όγκου του ιστάμενου νεκρού ξύλου. Αναλυτικότερα ο όγκος του ιστάμενου νεκρού ξύλου ανέρχεται σε 1,30 m³/ha (9,68%), του κατακείμενου νεκρού ξύλου σε 8,47m³/ha (62,95%) και ο όγκος των πρέμνων σε 3,68 m³/ha (27,37%) (Σχήμα 1). Ενώ στο Παρθένο Δάσος Φρακτού (μη διαχειριζόμενο) ο όγκος των ιστάμενων νεκρών δένδρων ανέρχεται σε 34,07% (Παπαδοπούλου 2017).



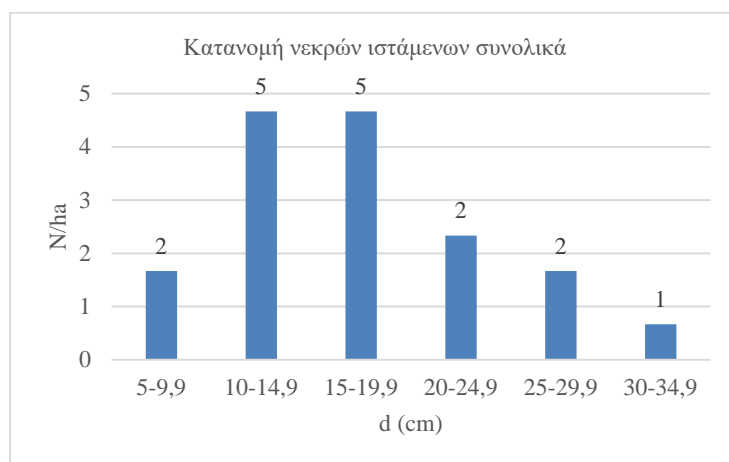
Σχήμα 1. Συνολικός όγκος νεκρού ξύλου
Figure 1. Total volume of dead wood

Σχετικά με τους βαθμούς αποσύνθεσης στο συνολικό όγκο διαπιστώθηκε ότι αντιπροσωπεύονται όλοι οι βαθμοί αποσύνθεσης, με το βαθμό αποσύνθεσης 5 να επικρατεί με 30,13%, ενώ ακολουθούν βαθμοί αποσύνθεσης 4, 3, 1, και 2 με 27,65%, 22,99%, 9,69% και 9,54% αντίστοιχα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Κατανομή του όγκου στους βαθμούς αποσύνθεσης
Figure 2. Distribution of volume in degrees of decomposition

Τέλος στο Σχήμα 3 δίνεται η κατανομή διαμέτρων των νεκρών ιστάμενων δέντρων.



Σχήμα 3. Κατανομή διαμέτρων των νεκρών ιστάμενων δέντρων
Figure 3. Distribution of diameters of dead standing trees

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τους Debeljak (2006) ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των φυσικών μη διαχειριζόμενων δασών είναι ότι διαθέτουν μεγάλες ποσότητες νεκρού δέντρου σε όλους τους βαθμούς αποσύνθεσης. Αντίθετα εδώ διαπιστώνουμε ότι και στο διαχειριζόμενο δάσος συναντάμε όλους τους βαθμούς αποσύνθεσης. Ακόμη από την κατανομή διαμέτρων διαπιστώνεται ότι ο μέγιστος όρος διαμέτρου νεκρού ιστάμενου ξύλου οξιάς κυμαίνεται από 14 – 19 cm ενώ η ελάχιστη τιμή είναι 5,00 cm και η μέγιστη 34 cm. Αυτό καταδεικνύει ότι δεν υπάρχουν νεκρά γηρασμένα δέντρα λόγω του τρόπου εκμετάλλευσης του δάσους. Γενικά τα διαχειριζόμενα δάση εμφανίζουν πιο ομοιογενή σύνθεση δέντρων και δομή ηλικίας καθώς και έλλειψη δέντρων μεγάλης διαμέτρου. Ενώ στα φυσικά δάση, σε αντίθεση με τα διαχειριζόμενα δάση, υπάρχουν δέντρα διαφόρων ειδών, ηλικίας και διαστάσεων και περιέχουν υψηλές ποσότητες (όγκος) νεκρού ξύλου σε διαφορετικά στάδια αποσύνθεσης, όπως υποστηρίζουν και οι Korjus και Laarmann (2015). Συγκεκριμένα, λείπουν μεγάλα και υπερώριμα δέντρα, επιπλέον, η ποικιλομορφία των ειδών δέντρων και τα νεκρά δέντρα που βρίσκονται όρθια και πεσμένα μειώνονται έντονα. Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι καθώς δεν υπάρχει μια ενιαία μέθοδος απογραφής του νεκρού ξύλου οι διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις οδηγούν σε διαφορές στα αποτελέσματα. Παρά την εξέχουσα σημασία του νεκρού ξύλου, τα ποσοτικά επίπεδα είναι πάρα πολύ χαμηλά στα διαχειριζόμενα Ευρωπαϊκά δάση συμπεριλαμβανοντας και την Ελλάδα. Οι απόψεις ότι ένα καθαρό δάσος, χωρίς νεκρό

ξύλο είναι ένα υγιές και πιο σταθερό δάσος, ότι το νεκρό ξύλο φέρνει φωτιά και ασθένειες, ότι το νεκρό ξύλο συνεπάγεται κίνδυνο για τουρίστες και επισκέπτες, και ότι ένα δάσος με κατεστραμμένα δέντρα είναι άσχημο και κακοδιαχειριζόμενο, σήμερα είναι απαρχαιωμένες. Η αποδοχή και αναγνώριση του νεκρού ξύλου σε Ευρωπαϊκό επίπεδο ως δείκτη της φυσικότητας των δασικών οικοσυστημάτων, στο πλαίσιο της διατήρησης και αποκατάστασης της βιοποικιλότητας, είναι ίσως το πιο σημαντικό βήμα που έγινε μέχρι τώρα.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, θα μπορούσαν να δοθούν οι παρακάτω οδηγίες για τη δασική πρακτική: Όπως διαπιστώθηκε η ποσότητα νεκρού ξύλου οξιάς στο ΕΠΟΡ είναι μικρή σε σχέση με τη συνιστώμενη ποσότητα νεκρού ξύλου. Απαιτείται λοιπόν μεγαλύτερη ποσότητα νεκρού ξύλου και κυρίως απαιτείται περισσότερη νεκρή ξυλεία μεγάλης διαμέτρου και σε προχωρημένα στάδια αποσύνθεσης. Το πιο σημαντικό είναι να επιτευχθεί ποιοτική ποικιλομορφία του διατηρούμενου νεκρού ξύλου. Επίσης θα πρέπει να αντιμετωπισθεί η έλλειψη ιστάμενων νεκρών από φυσικά αίτια και να συμπεριληφθούν τα υπέργηρα δέντρα στη δασική διαχείριση.

Τα κυριότερα προτεινόμενα διαχειριστικά μέτρα για την αύξηση του νεκρού ξύλου οξιάς στο ΕΠΟΡ περιγράφονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Διατήρηση υφιστάμενου νεκρού ξύλου
2. Διατήρηση υπέργηρων δέντρων
3. Διατήρηση ζώντων δέντρων τα οποία δεν είναι υπέργηρα αλλά έχουν μικροβιότοπους (τρύπια, κουφαλερά, με κοιλότητες, κτλ)
4. Βελτίωση της σύνδεσης μεταξύ των οικοτόπων του νεκρού ξύλου

Σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις των προτεινόμενων διαχειριστικών μέτρων σχετικά με την ασφάλεια των επισκεπτών και των εργαζομένων.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα παραπάνω προτεινόμενα διαχειριστικά μέτρα αφορούν κυρίως την αύξηση του νεκρού ξύλου οξιάς και προφανώς τα προτεινόμενα διαχειριστικά μέτρα για άλλος είδος όπως πχ τα κωνοφόρα είναι διαφορετικά. Για παράδειγμα η διατήρηση ευπαθών ειδών δέντρων σε εστίες εντόμων θα πρέπει να είναι περιορισμένη. Ειδικότερα θα πρέπει να αποφεύγεται η διατήρηση μεγάλων ποσοτήτων νεκρού ξύλου ερυθρελάτης (*Picea abies* L.) κοντά σε σταθμούς που κυριαρχούνται από αυτό το εμπορικά σημαντικό είδος κωνοφόρων λόγω της ευαισθησίας του στο φλοιοφάγο έντομο *Ips tyrographus* (Vítková κ.α. 2018).

Η άποψη του συγγραφέα είναι ότι στην Ελλάδα στα διαχειριζόμενα δάση οι μετρήσεις νεκρού ξύλου καθώς και των υπέργηρων δέντρων θα πρέπει να συμπεριληφθούν στις δασικές διαχειριστικές μελέτες που εκπονούνται σε δεκαετή βάση από τη Δασική Υπηρεσία. Επίσης θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο καταγραφής και παρακολούθησης πεδίου, επαρκές και εύκολο να εφαρμοστεί στο πεδίο, για την πραγματοποίηση λεπτομερών απογραφών νεκρού ξύλου σε ευρωπαϊκό επίπεδο προκειμένου να δημιουργηθούν συγκρίσιμα δεδομένα για το νεκρό ξύλο. Τέλος κρίνεται απαραίτητη η συνέχιση της επιστημονικής έρευνας σχετικά με τις διαδικασίες και τη δυναμική του νεκρού ξύλου με σκοπό να οδηγήσει σε καλύτερες πρακτικές διαχείρισης.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της Διδακτορικής μου διατριβής και θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα Καθηγήτρια κυρία Θέκλα Τσιτσώνη, Καθηγήτρια του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. για την καθοδήγησή της τόσο σε ηθικό όσο και σε επιστημονικό επίπεδο.

Abstract

In traditional forest management practices, dead wood was removed during silvicultural practices in order to protect forests from fires και pests, resulting in reduced biodiversity. In recent decades, the perception of forest managers about dead forest wood has changed. This research evaluates the amount of dead wood in the Rodopi Mountain-Range National Park. For the purpose of the research, dead wood was recorded in 30 randomly distributed circular sampling areas of 1 acre. The results showed that the average dead wood is much less than the amount of dead wood in forests και the recommended volume of dead wood in Europe, as well as the absence of large dead standing trees, due to the exploitation regime.

Βιβλιογραφία

- Atici, E., Colak, A.H. και Rotherham, I.D. 2008. Coarse dead wood volume of managed Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Turkey. *Investigac in Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 17:216-227.
- Bütler, R., Patty, L., Le Bayon, R., Guenat, C. and Schlaepfer, R., 2007. Log decay of *Picea abies* in the Swiss Jura Mountains of central Europe, *Forest Ecology και Management*, Vol. 242(2–3), 791-799.
- Castagneri, D., Garbarino, M., Berretti, R. and Motta, R. 2010. Site και stκα effects on coarse woody debris in montane mixed forests of Eastern Italian Alps. *For. Ecol. Manag.* 260: 1592-1598.
- Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E.P., Odor, P., Stκαiovár, T., Rozenbergar, D., Diaci, J., Skαιer, W., Meyer, P., Winter, S., Vrška, T., 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *For. Ecol. Manage.* 210, 267–282.
- Debeljak, M., 2006. Coarse woody debris in virgin and managed forest. *Ecol. Ind.* 6, 733–742.
- Grigoriadis, N., Peterman, J., Schröder, E. and Spyroglou, G., 2012. Contribution to the assessment of the conservation status of spruce forests in Greece. *J. Biol. Res.* 2012, Vol. 17, 57-67. 11p.
- Hall, S. and Bunce, R., 2011. Mature trees as keystone structures in Holarctic ecosystems – a quantitative species comparison in a northern English park. *Plant Ecology and Diversity* 4, 243–250.
- Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Kaeterson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K., Jr., and Cummins, K.W., 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 15, 133–302.
- Hegetschweiler, K.T., van Loon, N., Ryser, A., Rusterholz, H. P. and Baur, B., 2009. Effects offireplace use on forest vegetation και amount of woody debris in suburban forests in northwestern Switzerland. *Environmental management*, 43, 299-310.
- Hochbichler, E., O'Sullivan, A., van Hees, A. and Vekerkhove, K. 2000. Recommendations for Data Collection in Forest Reserves with emphasis on Regeneration και Stκα Structure. In: EUR 19550 - Cost Action E4 - Forest reserves research network (Hrsg.): Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities, ISBN- 92 - 894-0155-9.
- Hofgaard, A., 1993. Structure και regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*, 4(5), 601–608.
- Humphrey, J. and Bailey, S., 2012. Life in the Deadwood – A Guide to Managing Deadwood in Forestry Commission forests. *Forest Enterprise – Environment και Communications*, Edinburgh.
- Jonsson BG, Kruys N. and Ranius T., 2005. Ecology of species living on dead wood—lessons for dead wood management. *Silva Fenn* 39:289–309.
- Keenan, R.J., Prescott, C.E., Kimmins, J.P., 1993. Mass και nutrient content of woody debris και forest floor in western red cedar και western hemlock forests on northern Vancouver Isκα. *Can. J. For. Res.* 23, 1052-1059.
- Kershaw Jr., J.A., Ducey, M.J., Beers, T.W. and Husch, B. 2016. *Forest Mensuration*, fifth ed. Wiley, New York.
- Korjus, H. and Laarmann, D., 2015. Deadwood Flow Characteristics as an Indicator of Forest Ecosystem Naturalness. *Forest Res.* 2015, 4:2.
- Kraigher, H., Jurc, D., Kalan, P., Kutnar, L., Levanic, T., Rupel, M. and Smolej, I., 2002. Beech coarse woody debris characteristics in two virgin forest reserves in southern Slovenia. *Forestry Wood Sci. Technol.*, Vol. 69, 91–134.
- Kruys, N., Fries, C., Jonsson, B.G., Låmas, T. and Stahl, G., 1999. Wood-inhabiting cryptogams on dead Norway spruce (*Piceaabies*) trees in managed Swedish boreal forests. *Can. J. For. Res.*, 29, 178-186.
- Ligot, G., Lejeune, P., Rondeux, J., and Hébert, J., 2012. Assessing και Harmonizing Lying Deadwood Volume with Regional Forest Inventory Data in Wallonia (Southern Region of Belgium). *The Open Forest Science Journal*, 5, 15-22.
- Lindenmayer, D.B., Blanchard, W., McBurney, L., Blair, D., Banks, S., Likens, G.E., Franklin, J.F., Laurance, W.F., Stein, J.A.R. and Gibbons, P., 2012. Interacting factors driving a major loss of large trees with cavities in a forest ecosystem. *PLoS ONE* 7, e41864.
- Mataji, A., Sagheb-Talebi, K. and Eshaghi-Rad, J., 2014. Deadwood assessment in different developmental stages of beech (*Fagus orientalis*Lipsky) stands in Caspian forest ecosystems. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 11, 1215–1222.

- Merganičová, K., Merganič, J., Svoboda, M., Bače, R. και Šebeň, V. (2012). Deadwood in forest ecosystems. *Forest Ecosystems – More than Just Trees*, InTech Book, 81-108.
- Meyer, P., Tabaku, V. and Lupke, B.v., 2003. Die Strukturalbanischer Rotbuchen-Urwald-Ableitungen für einen naturnahe Buchen-wirtschaft. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 122, 47–58.
- Mikusinski, G., Angelstam, P., 1997. European woodpeckers και anthropogenic habitat change: a review. *Vogelwelt* 118, 277–283.
- Motta R., Berretti R., Lingua E., and Piussi P., 2006. Coarse woody debris, forest structure και regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps. *For. Ecol. Manage.* 235: 155–163.
- Motta, R., Garbarino, M., Berretti, R., Meloni, F. and Vacchiano, G., 2015. Development of old-growth characteristics in uneven-aged forests of the Italian Alps. *Eur. J. For. Res.* 134, 19–31.
- Müller, J. and Büttler, R., 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European Forests. *Eur. J. For. Res.*, Vol. 129 (6), 981-992.
- Müller, J., Jarzabek-Müller, A., Bussler, H., Gossner, M.M., 2014. Hollow beech trees identified as keystone structures for saproxylic beetles by analyses of functional και phylogenetic diversity. *Anim. Conserv.* 17 (2), 154–162.
- Naiman, R. J., Bilby, R. E., Schindler, D. E., and Helfield, J. M., 2002. Pacific Salmon, Nutrients, και the Dynamics of Freshwater και Riparian Ecosystems. *Ecosystems*, 5(4), 399–417.
- Orłowski G. and Nowak L., 2007. The importance of marginal habitats for the conservation of old trees in agricultural landscapes. *Landscape και Urban Planning* 79, 77–83.
- Paletto A. and Tosi V., 2010. Deadwood density variation with decay class in seven tree species of the Italian Alps. *Scand. J. For. Res.* 25: 164-173.
- Παπαδοπούλου, Δ., 2017. Δυναμική της αναγέννησης σε αδιατάρακτα φυσικά οικοσυστήματα του παρθένου δάσους Φρακτού. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Pastorella, F., Avdagić, A., Čabaravdić, A., Mraković, A., Osmanović, M. and Paletto, A. 2016. Tourists' perception of deadwood in mountain forests. *Annals of Forest Research*.
- Pichler V., Gömöryová E., Homolák M., Pichlerová M. and Skierucha W. 2013. Coarse woody debris of *Fagus sylvatica* produced a quantitative organic carbon imprint in an andic soil. *J. For. Res.* 18: 440–444.
- Puletti, N., Canullo, R., Mattioli, W., Gawryś, R., Corona, P. and Czerepko, J. , 2019. A dataset of forest volume deadwood estimates for Europe. *Annals of Forest Science* 76, 68.
- Rabe M.J., Morrell T.E., Green H., Devos J.C. and Miller C.R., 1998. Characteristics of ponderosa pine snag roosts used by reproductive bats in northern Arizona. *J. Wildl. Manage.*, 62, 612–621.
- Radu S., 2006. The ecological role of deadwood in natural forests. *Environ. Eng. Sci.* 3: 137- 141.
- Rahman, M.M., Frank, G., Ruprecht, H., Vacik, H. 2008. Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. *Journal of Forest Science*, Vol. 54, No. 4, 161-169.
- Rondeux, J. and Sanchez, C., 2009. Review of indicators και field methods for monitoring biodiversity within national forest inventories. Core variable: Deadwood. *Environ Monit Assess* 164, 617–630.
- Rose, C.L., Marcot, B.G., Mellen, T.K., Ohmann, J.L., Waddell, K.L., Lindley D.L. and Schreiber, B., 2001. Decaying wood in pacific northwest forests: concepts και tools for habitat management. In D. H. Johnson και T. A. O'Neil (managing editors). *Wildlife-habitat relationships in Oregon και Washington*. Corvallis, OR; Oregon State University Press; 580-623.
- Schuck, A., Meyer, P., Menke, N., Lier, M. and Lindner, M., 2004. Forest biodiversity indicator: deadwood - a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. In: “Monitoring και indicators of forest biodiversity in Europe - from ideas to operationality” (Marchetti Med). *EFI proceedings* 51, 49-77.
- Sebek, P., Altman, J., Platek, M., and Cizek, L., 2013. Is active management the key to the conservation of saproxylic biodiversity? Pollarding promotes the formation of tree hollows. *PLoS One* 8 (3), e60456.
- Sippola A.L. and Renvall P., 1999. Wood-decomposing fungi και seed-tree cutting. *For. Ecol. Manag.* 115, 183–201.
- Stokland J.N., Tomter, S.M. and Söderberg, U., 2004. Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Sckauinavia. *EFI Proceedings*, pp. 207-228.

Travaglini, D., Barbati, A., Chirici, G., Lombardi, F., Marchetti, M. and Corona, P., 2007. Forest BIOTA data on deadwood monitoring in Europe. *Plant Biosystems*, Vol. 141, (2), 222-230.

Vítková, L., Bače, R., Kjučukov, P. and Svoboda, M., 2018. Deadwood management in Central European forests: Key considerations for practical implementation, *For. Ecol. Manage*, Vol. 429, 394-405.

Wu Cuiyin, 2016. Final project for PLSC480: Urban Ecology, Management of Urban Forest Edges. Department of Plant Science and Landscape Architecture, University of Maryland, College Park.

Wu, J. , Guan, D., Han, S., Zhang, M. and Jin, C., 2005. Ecological functions of coarse woody debris in forest ecosystem. *J. For. Res.*, 16(3), 247–252.

www.fdor.gr

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΔΑΣΟΚΑΛΥΨΗ ΣΤΙΣ ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΓΡΑΜΜΟΥ, 1945-2015

Κωνσταντίνου, Σωτήρης; Αντωνιάδου, Σονια; Νικήσιανης, Νίκος;
Παλάσκας, Δημήτρης¹; Νούσκα, Πασχαλίνα;
Τσιάρας, Δημήτρης; Πουλή; Γιώργος

¹Συστάδα Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, Αμασειάς 8, nnikisia@gmail.com

Περίληψη

Στο πλαίσιο του έργου «Ecotime Machine - Ανάπτυξη εφαρμογής 4D περιήγησης στην ιστορία του τοπίου» διερευνήθηκε η ιστορία της βλάστησης στο νοτιοανατολικό Γράμμο, μέσα από φωτοερμηνεία αεροφωτογραφιών από τρεις χρονιές (1945, 1970, 2015), σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν μία σημαντική αύξηση των δασικών εκτάσεων, κατά 22%, με το μεγαλύτερο μέρος να το κερδίζουν τα δάση της Μαύρης Πεύκης, αμιγή ή σε μίξη με Δρυ ή Οξιά. Ταυτόχρονα, ο βαθμός κάλυψης ανεβαίνει σημαντικά, τόσο στις εναπομείνουσες ανοικτές, όσο και στις δασικές εκτάσεις, οδηγώντας τελικά στην εκτίμηση ότι η δασική βλάστηση, δηλαδή η πραγματική έκταση που καλύπτεται από δέντρα, διπλασιάστηκε. Η μεγαλύτερη αύξηση της κάλυψης παρατηρείται στα δάση της Δρυός, γεγονός που αποτυπώνει ότι η βασική πίεση στην περιοχή δεν είναι πια η βόσκηση, αλλά η υλοτομία. Οι αλλαγές αυτές αποδίδονται κυρίως στην κατακόρυφη μείωση της κτηνοτροφίας.

Λέξεις κλειδιά: ιστορία τοπίου, διαδοχή, βόσκηση, φωτοερμηνεία.

Εισαγωγή

Υπάρχουν ενδείξεις ότι κατά τις τελευταίες δεκαετίες τα δάση στην ορεινή ζώνη της Ελλάδας έχουν αυξηθεί, τόσο σε έκταση, όσο και σε πυκνότητα. Οι ενδείξεις αυτές επιβεβαιώνονται τα τελευταία χρόνια, μέσα από την σταδιακή ανάρτηση των δασικών χαρτών. Οι αλλαγές αυτές έχουν καθοριστική σημασία για τη διαμόρφωση του τοπίου, των φυσικών οικοτόπων και της βιολογικής ποικιλότητας.

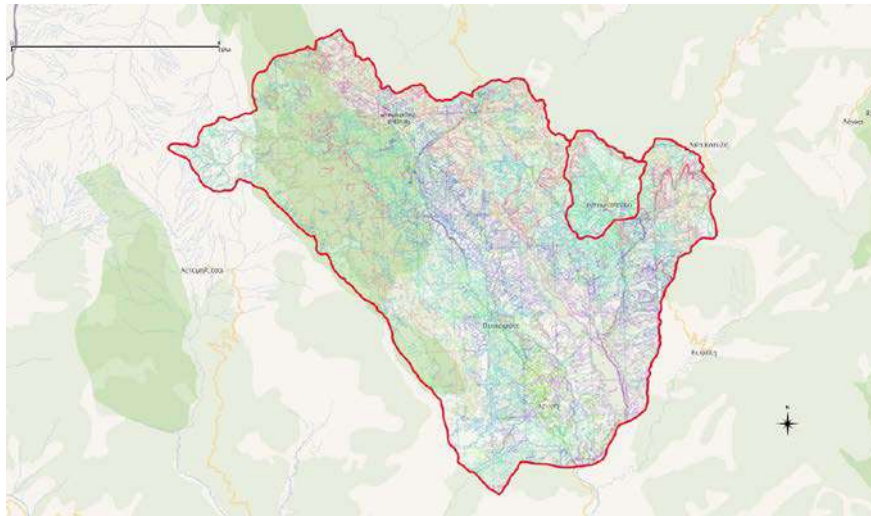
Παρόλα αυτά, η εγχώρια βιβλιογραφία διαθέτει λίγες μελέτες που αποτυπώνουν ποσοτικά αυτή την αλλαγή σε βάθος χρόνου. Οι περισσότερες την εξετάζουν από τη σκοπιά της δασικής διαδοχής. Ενδεικτικά, ο Ντάφης (1986) παρουσιάζει ένα παράδειγμα διαδοχής στην Ροδόπη, όπου τα λιβάδια που κυριαρχούσαν παλαιότερα, τα διαδέχεται αρχικά η δασική Πεύκη, η οποία με τη σειρά της αντικαθίσταται αργά από τις ενώσεις της Οξιάς – Ελάτης – Ερυθρελάτης. Ο Οικονομάκης (2015), μελετώντας επίσης το φαινόμενο της οικολογικής διαδοχής στην οροσειρά της Ροδόπης, κατέγραψε μια μεγάλη επέκταση των δασών στην περιοχή. Σε μια πιο ιστορική προσέγγιση, ο Rackham (2006) εκτιμά ότι τα δάση αυξάνονται ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα.

Το ερευνητικό έργο «Ecotime Machine - Ανάπτυξη εφαρμογής 4D περιήγησης στην ιστορία του τοπίου» έχει ως γενικό στόχο τη διερεύνηση της ιστορίας τοπίου μιας ορεινής περιοχής, μέσα από ένα συνδυασμό προσεγγίσεων από τις βιολογικές, κοινωνικές και φυσικές επιστήμες και την αναπαράσταση αυτής της ιστορίας μέσω μιας καινοτόμας 4D εφαρμογής. Σε αυτό το πλαίσιο, είχαμε τη δυνατότητα να μελετήσουμε διεξοδικά την ιστορία της βλάστησης στην περιοχή του έργου, καταλήγοντας μεταξύ άλλων σε μια σχετικά ακριβή εκτίμηση της αύξησης που παρουσιάζουν οι δασικές εκτάσεις στο διάστημα 1945-2015.

Υλικά και Μέθοδοι

Η περιοχή του έργου, έκτασης 10.766,7 ha, βρίσκεται στις νότιο-ανατολικές πλευρές του ορεινού όγκου του Γράμμου, στην άνω λεκάνη απορροής του Σαραντάπορου (βλ. Σχήμα 1). Υψομετρικά, εκτείνεται από τα 800 περίπου μέτρα ως τις κορυφές των Αρένων, στα 2.400 μ. Εντός της έκτασης βρίσκονται δύο κατοικημένοι (Πευκόφυτο, Χρυσή) και δύο εγκαταλελειμμένοι οικισμοί (Κοτύλη, Μυροβλήτης). Μέχρι τη δεκαετία του 1940, ο πληθυσμός των τεσσάρων αυτών οικισμών έφτασε τα

1.600 άτομα, για να μειωθεί μετά απότομα (243 άτομα στην απογραφή του 2011). Κατά συνέπεια, οι καλλιέργειες και τα λιβάδια σταδιακά δασώθηκαν και σήμερα η περιοχή καλύπτεται σε μεγάλο ποσοστό από δάση Οξιάς, Μ. Πεύκης, Δρυός και Ελάτης. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2007 μεγάλη δασική πυρκαγιά έκαψε σημαντικό τμήμα της περιοχής.



Σχήμα 1. Η περιοχή έρευνας, με τα πολύγωνα της φωτοερμηνείας
Figure 1. Project area, with photointerpretation polygons

Στο πλαίσιο του έργου, η ιστορία της βλάστησης μελετήθηκε ποιοτικά και ποσοτικά με τους εξής τρόπους:

- Φωτοερμηνεία διαδοχικών αεροφωτογραφιών της περιοχής.
- Ανάλυση των δεδομένων από τις παλαιότερες και σύγχρονες Διαχειριστικές Μελέτες.
- Επιτόπια έρευνα και δειγματοληψίες για την πορεία διαδοχής.
- Παλυνολογική μελέτη.
- Αξιοποίηση των μαρτυριών και των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά την κοινωνική έρευνα στις κοινότητες της περιοχής.

Η παρούσα ανακοίνωση θα επικεντρωθεί στο διάστημα 1945-2015, για το οποίο υπάρχουν τα πιο αξιόπιστα ποσοτικά στοιχεία, μέσω κυρίως της φωτοερμηνείας.

Για την απόδοση της φωτοερμηνείας, μετά από σχετική διερεύνηση στο αρχείο αεροφωτογραφιών που είναι διαθέσιμες από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, επιλέχθηκε να φωτοερμηνευθούν αεροφωτογραφίες τριών σειρών:

- της παλαιότερης διαθέσιμης πλήρους σειράς (1945),
- της πλέον πρόσφατης (2015), οι οποίες αξιοποιήθηκαν για τη σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου,
- μιας ενδιάμεσης στιγμής (1970).

Επικουρικά, για την αναγνώριση των κυρίαρχων ειδών στα δάση αξιοποιήθηκαν στοιχεία από τις παρακάτω πηγές:

- Χαρτογράφηση τύπων οικοτόπων (Habitats) για τις περιοχές Natura 2000 (3rd National Report for the Implementation of Habitats Directive, Period 2007-2012/14, Ministry of Environment, Energy and Climatic Change, Athens, 2014).
- Δασοπονικοί χάρτες των πρόσφατων Διαχειριστικών Μελετών και πρωτογενή δεδομένα από Δοκιμαστικές Επιφάνειες των συμπλεγμάτων της περιοχής.
- Χάρτης βλάστησης Δασικής Υπηρεσίας 1:20.000 (λήψης δεκαετίας 1970).
- Χάρτες της Ειδικής Περιβαλλοντικής Μελέτης που έχει συνταχθεί για την περιοχή του Γράμμου (Μπούσμπουρας 1999).
- Δορυφορικές εικόνες από διαθέσιμες πλατφόρμες (Google Earth, Bing), οι οποίες διαθέτουν διαδοχικές εικόνες από προηγούμενα έτη και διάφορες εποχές το έτους, οπότε βοήθησαν στην αναγνώριση της βλάστησης.

Για τη φωτοερμηνεία χρησιμοποιήθηκε κυρίως το ελεύθερο λογισμικό QGIS έκδοση 2.18.20. Παράλληλα με την απόδοση φωτοερμηνείας, πραγματοποιήθηκαν εκτεταμένες αυτοψίες στην περιοχή έργου, ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι ανάλογοι έλεγχοι.

Βασικά ζητούμενα της φωτοερμηνείας ήταν (α) η κατηγορία κάλυψης γης (land cover), (β) το ποσοστό κάλυψης από δενδρώδη βλάστηση και (γ) τα κυρίαρχα είδη στις δασικές εκτάσεις. Ο τελικός κατάλογος των 19 κατηγοριών κάλυψης γης - απόδοσης φωτοερμηνείας (βλ. παρακάτω πίνακα 1) προέκυψε μετά από αξιοποίηση των βιβλιογραφικών δεδομένων για την περιοχή, αλλά και μια προκαταρκτική έρευνα με σημειακή φωτοερμηνεία. Για τη διάκριση μεταξύ των ανοικτών εκτάσεων και των δασωμένων, τέθηκε το κριτήριο της κάλυψης από δενδρώδη είδη έως 15%. Εκτιμήθηκε ότι μια έκταση με δενδρώδη κάλυψη από 20% και πάνω, είναι μάλλον σε πορεία δάσωσης και ενδιαφέρει το είδος των δέντρων με τα οποία καλύπτεται.

Βασική μονάδα χαρτογράφησης είναι το πολύγωνο φωτοερμηνείας, οριζόμενο από τον συνδυασμό των τιμών στα πεδία:

- Categ_1945 (Κατηγορία κάλυψης γης 1945)
- Cover_1945 (Ποσοστό δενδροκάλυψης 1945)
- Categ_2015 (Κατηγορία κάλυψης γης 2015)
- Cover_2015 (Ποσοστό δενδροκάλυψης 2015)
- Domin_2015 (Ποσοστό κυριαρχίας ανάμεσα στα δύο κυρίαρχα είδη σε μεικτά δάση 2015)

Τα πολύγωνα αυτά χαρακτηρίζονται στη συνέχεια για τα υπόλοιπα πεδία (κατηγορία και κάλυψη το 1970, εκτιμώμενη ηλικία δέντρων κ.α.).

Τέλος, τα αποτελέσματα από τη φωτοερμηνεία συγκρίθηκαν με τα στοιχεία από τις διαθέσιμες Διαχειριστικές Μελέτες, αλλά και εξετάστηκαν υπό το φως των υπόλοιπων προσεγγίσεων και δεδομένων.

Αποτελέσματα

Συνολικά, η περιοχή έρευνας εκτός των ορίων των δύο κατοικημένων οικισμών Χρυσή και Πευκόφυτο (οι οποίες εξετάστηκαν διακριτά) χωρίστηκε σε 21.725 πολύγωνα, μεγέθους από λίγα τετραγωνικά μέτρα ως 50 ha. Το μέσο μέγεθος του πολυγώνου είναι 0,5 ha. Το 48% των πολυγώνων έχουν μέγεθος μικρότερο από 1.000 m², γεγονός που υποδεικνύει την ακρίβεια της διαδικασίας. Συνοπτικά, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της φωτοερμηνείας των α/φ του 1945 με του 2015, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας (οι τιμές για το 1970 είναι ενδιάμεσες σε όλες τις κατηγορίες, σε αναμενόμενο εύρος και δεν προσφέρουν κάποιο επιπλέον στοιχείο):

Πίνακας 1. Έκταση και κάλυψη το 2015 και το 1945
Table 1. Area and Cover in 2015 and 1945

Κάλυψη Γης	1945_ %	2015_ %	Διαφορά έκτασης 1945-2015	Μέση δενδροκάλυψ η 1945	Μέση δενδροκάλυψ η 2015	Διαφο ρά κάλυψης 1945-2015
Κτήριο	0,01%	0,04%	213,36%	-	-	-
Δρόμος	0,25%	1,33%	441,69%	-	-	-
Καλλιέργεια	5,23%	0,10%	-98,03%	-	-	-
Λιβάδι	17,26%	11,98%	-30,60%	2,12%	3%	41,51%
Λιθώνες	17,16%	13,82%	-19,45%	1,13%	1,27%	12,39%
Κοίτη	0,82%	0,71%	-13,73%	-	-	-
Υγρότοπος	0,10%	0,08%	-16,78%	-	-	-
Ορεινός θαμνώνας	0,69%	0,69%	0,00%	33,26%	46,86%	40,89%
Παραποτάμια	0,07%	0,26	251,41%	43%	77,53%	80,30%
Λοιπά Φυλλοβόλα	0,11%	1,34%	1171,97%	44,21%	59,42%	34,40%
Δρυς	8,67%	9,38%	8,15%	51,66%	82,83%	60,34%
Δρυς - Μ. Πεύκη	8,21%	11,09%	35,14%	50,76%	82,54%	62,61%
Οξιά - Δρυς	0,58%	0,76%	30,80%	53,96%	93,5%	73,28%

Μ. Πεύκη	11,18%	13,95%	24,86%	55,46%	74,06%	33,54%
Ελάτη	0,28%	0,10%	-63,98%	65,84%	67,73%	2,87%
Ελάτη – Μ. Πεύκη	3,87%	4,59%	18,47%	63,42%	81,89%	29,12%
Οξιά	8,49%	9,00%	5,91%	77,48%	97,02%	25,22%
Οξιά - Ελάτη	7,24%	8,01%	10,64%	77,28%	93,85%	21,44%
Οξιά – Μ. Πεύκη	9,78%	12,77%	30,58%	65,03%	87,63%	34,75%
Γενικό Αθροισμα	100%	100%		37,23%	61,11%	64,14%
Δασικές εκτάσεις	58,48%	71,25%	21,83%	62,5%	86,78%	38,99%

Όπως φαίνεται με μια συνοπτική ματιά, οι δρόμοι και τα κτήρια αυξήθηκαν σημαντικά, ενώ οι καλλιέργειες σχεδόν εξαφανίστηκαν και τα λιβάδια μειώθηκαν. Οι δασικές εκτάσεις αυξήθηκαν κατά 22%.

Από τις δασικές εκτάσεις, τη μεγαλύτερη αύξηση την παρουσιάζουν τα δάση της Μαύρης Πεύκης, αμιγής ή σε μίξη με Δρυ ή Οξιά. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς η Μαύρη Πεύκη είναι το πρώτο είδος που αποικίζει τις ανοιχτές εκτάσεις στην περιοχή. Σημειώνεται ότι η κατηγορία Λοιπά Φυλλοβόλα αναφέρεται κυρίως στις εκτάσεις που αναδασώνονται φυσικά με πρόσκοπα φυλλοβόλα είδη (*Salix caprea*, *Populus tremula* κ.α.) μετά την πυρκαγιά του 2007, για αυτό και παρουσιάζουν τέτοια αύξηση.

Στα δάση του 1945, τα πιο ώριμα και πυκνά δάση είναι αυτά της ζώνης της Οξιάς και κυρίως τα δάση αμιγούς Οξιάς και Οξιάς – Ελάτης. Τη χαμηλότερη πυκνότητα την έχουν αντίθετα τα δάση της Δρυός, λόγω της πίεσης της βόσκησης.

Μέχρι το 2015, ο βαθμός κάλυψης ανεβαίνει σημαντικά, τόσο στο γενικό σύνολο όσο και στις δασικές εκτάσεις. Εδώ, τα περισσότερα δάση είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου ώριμα. Τη μεγαλύτερη κάλυψη την έχει ξανά η ζώνη της Οξιάς και κυρίως τα δάση Οξιάς και Οξιάς – Ελάτης. Όμως, τα δάση της Δρυός έχουν πια πολύ μεγαλύτερη κάλυψη και ξεπερνάνε αυτά της Πεύκης και της Ελάτης. Καθώς ο παράγοντας που κρατούσε τα δάση της Δρυός σε χαμηλή πυκνότητα ήταν η βόσκηση, συμπεριλαμβανομένης της κλαδονομής, η αύξηση της πυκνότητάς τους πάνω από αυτή της Πεύκης, υποδεικνύει μάλλον ότι η βασική παρέμβαση στην περιοχή δεν είναι πια η βόσκηση, αλλά η υλοτομία, η οποία εστιάζει περισσότερο στη Μαύρη Πεύκη.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια επιμέρους στοιχεία ανά κατηγορία, στο βαθμό που έχουν ενδιαφέρον σε σχέση με το θέμα της ανακοίνωσης.

1. Καλλιέργειες

Η μείωση της καλλιεργημένης γης από το 1945 ως σήμερα αποτελεί βασική παράμετρο της αλλαγής του τοπίου, όπως επιβεβαιώνεται και με τη φωτοερμηνεία. Σημειώνεται ότι στις παλιές α/φ υπάρχουν ενδείξεις για εκτάσεις που είχαν ήδη εγκαταλειφθεί το 1945.

Οι καλλιέργειες του 1945, 70 χρόνια μετά αναγνωρίζονται κυρίως ως λιβάδι (54,5%) ή δασικές εκτάσεις (40,5%). Το αν παρέμειναν λιβάδι ή δασώθηκαν, εξαρτάται κυρίως από τη στιγμή της εγκατάλειψης. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως το υψόμετρο, παίζουν μικρότερο ρόλο. Οι εκτάσεις που δασώθηκαν, καλύπτονται με Μαύρη Πεύκη, Δρυ ή μίξη Πεύκης – Δρυός. Η σύνθεση αυτή είναι η αναμενόμενη, τόσο όσο αφορά την πορεία διαδοχής των βασικών δασικών ειδών στην περιοχή, όσο και εξαιτίας των υψομετρικών ζωνών στις οποίες βρίσκονται οι εκτάσεις αυτές. Η μέση κάλυψη σε αυτά τα δάση φτάνει το 73%.

2. Λιβάδια και λιθώνες

Στην κατηγορία «λιβάδια» περιλήφθηκαν οι εκτάσεις με κάλυψη από δενδρώδη βλάστηση μικρότερη από 15%. Έγινε επίσης προσπάθεια να διακριθούν από άγονες, πετρώδεις εκτάσεις οι οποίες χαρακτηρίστηκαν ως «λιθώνες», με βάση το κριτήριο αν καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό (πάνω από 50%) από χαμηλή βλάστηση. Έτσι, στην κατηγορία αυτή συμπεριλήφθησαν πολλές διαφορετικές χρήσεις και καλύψεις γης, όπως βοσκότοποι σε διαφορετικές υψομετρικές ζώνες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ή δασώνονται σε διαφορετικούς ρυθμούς, εγκαταλελειμμένα χωράφια, ψευδαλπικά λιβάδια γύρω από την κορυφογραμμή των Αρένων, ανοίγματα στο δάσος κ.

Οι λιβαδικές εκτάσεις παρουσιάζουν συνολικά μείωση κατά 30,6% από το 1945 ως το 2015. Η πραγματική μείωση είναι ακόμα μεγαλύτερη, γιατί μέσα στις λιβαδικές εκτάσεις του 2015 υπάρχουν και εγκαταλελειμμένες καλλιέργειες. Αν αθροιστούν αυτές οι δύο κατηγορίες, ως εκτάσεις άμεσα καθοριζόμενες από την αγροτική οικονομία (γεωργία και κτηνοτροφία), τότε η μείωσή τους φτάνει αθροιστικά το 46%: από 2.422 Ha ή 22,5% το 1945, σε 1.300 Ha ή 12% το 2015.

Οι λιβαδικές εκτάσεις του 1945 μοιράζονται σε όλη την έκταση της περιοχής και σε όλα τα υψόμετρα, από τη χαμηλότερη ζώνη των 800 μ. ως τις κορυφές των Αρένων στα 2.350 μ. Φαίνεται ότι οι λιβαδικές εκτάσεις του 1945 έχουν την τάση να υπερεκπροσωπούνται σημαντικά στις ανατολικές εκθέσεις. Οι ίδιες εκτάσεις το 2015 παρέμειναν λιβαδικές κατά 44% και δασώθηκαν κατά 54%. Από αυτές που δασώθηκαν, το μεγαλύτερο ποσοστό καλύπτεται με αμιγή Μ. Πεύκη (19,5%) ή μίξεις της Πεύκης με Οξιά (10,7%) ή Δρυ (8%), ανάλογα με την υψομετρική ζώνη. Οι εκτάσεις που παρέμειναν λιβαδικές από το 1945 ως το 2015, εντοπίζονται κυρίως στην ορεινή ζώνη πάνω από τα δασοόρια στις Αρένες, στα Λιβάδια Κοτύλης και σε περιοχές γύρω από τη Νέα Κοτύλη, που συνεχίζουν να βοσκούνται. Συνεπώς, για τη διατήρηση των περισσότερων εκ των λιβαδικών εκτάσεων απέμειναν, φαίνεται ότι τον κυρίαρχο ρόλο τον έπαιξαν οι περιβαλλοντικοί παράγοντες (υψόμετρο), παρά η εναπομείνουσα πίεση της βόσκησης.

Στους λιθώνες αντίστοιχα παρατηρήσαμε 19,5% μείωση από το 1945 στο 2015. Η μείωση αυτή αντανάκλα κι εδώ κυρίως τη σταδιακή άρση της πίεσης της βοσκής, ακόμα και αν τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο άμεσα, όπως στην περίπτωση των λιβαδιών, λόγω της χαμηλής παραγωγικότητας αυτών των εδαφών.

3. Δάση στη ζώνη της δρυός

Χρησιμοποιήθηκαν 3 κατηγορίες δασοκάλυψης για τον χαρακτηρισμό των δασών που ανήκουν στη ζώνη της δρυός:

- Αμιγής Δρυς
- Μίξη Δρυός – Μ. Πεύκης
- Μίξη Δρυός – Οξιάς

Η ζώνη αυτή αναπτύσσεται από τα χαμηλότερα υψόμετρα της περιοχής (800 μ.) ως τα 1.300 περίπου, ενώ λίγες εκτάσεις καταγράφηκαν και σε ψηλότερες θέσεις, ως τα 1.450 μ.. Σημειώνεται ότι υπάρχουν περιοχές όπου η Δρυς αναμειγνύεται και με την Ελάτη, όμως δεν ταυτοποιήθηκε κάποια έκταση όπου αυτά τα δύο είναι τα κυρίαρχα είδη.

Συνολικά, τα δάση αυτά αυξήθηκαν σημαντικά το διάστημα 1945 – 2015: από τα 1.879 στα 2.285 Ha, δηλαδή κατά 21,6%. Σήμερα τα δάση αυτά καλύπτουν το 21,2% της περιοχής. Σημαντικά επίσης αυξήθηκε ο βαθμός κάλυψης εντός αυτών των δασών, οπότε η συνολική αύξηση της δασοκάλυψης είναι πολύ μεγαλύτερη. Η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη στη ζώνη της Οξιάς, αφού στη ζώνη της Δρυός εντοπίζονταν οι περισσότερες δραστηριότητες που εγκαταλείφθηκαν. Οι μεγαλύτερες αλλαγές εμφανίζονται στις περιοχές με μίξεις Δρυός – Μ. Πεύκης, αφού οι αμιγείς συστάδες Δρυός και οι (λιγοστές) μίξεις με Οξιά αποτελούνται κατά κανόνα από πιο ώριμα δάση. Οι μίξεις Δρυός - Μ. Πεύκης αποτελούν μια συνηθισμένη για την περιοχή πορεία δάσωσης ανοιχτών εκτάσεων της περιοχής, για αυτό και παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αύξηση, κατά 310 Ha ή 35%.

4. Αμιγή δάση Μαύρης Πεύκης

Τα αμιγή δάση Μαύρης Πεύκης αποτελούν ήδη από το 1945 τον σημαντικότερο τύπο δασικής βλάστησης, καλύπτοντας ήδη το 11,18% της περιοχής, ενώ από το 1945 ως το 2015 αυξάνονται σημαντικά. Απαντώνται σε μεγάλο εύρος, από τα χαμηλότερα υψόμετρα της περιοχής στα 800 μ., ως και τα 1.700 μ., χωρίς να σχηματίζουν κάποια αυτόνομη ζώνη, παρότι εμφανίζουν τη μεγαλύτερη εξάπλωση στα ενδιάμεσα υψόμετρα, ανάμεσα στις δύο κύριες ζώνες της Δρυός και της Οξιάς.

Η κατανομή τους στην περιοχή εντοπίζεται κυρίως γύρω από τους οικισμούς. Η κατανομή αυτή υποδεικνύει ένα πρότυπο που εξαρτάται ταυτόχρονα τόσο από την ιστορία της περιοχής, αφορά δηλαδή περιοχές με έντονη ανθρώπινη δραστηριότητες οι οποίες ήταν πιθανά γυμνές και δασώθηκαν, όσο και από οικολογικούς παράγοντες, όπως το υψόμετρο. Σε κάποια σημεία ωστόσο, εντοπίζονται ώριμα δάση Μαύρης Πεύκης που δεν δείχνουν σημάδια διαδοχής, ή έστω αυτή συμβαίνει με πολύ αργούς ρυθμούς. Στα σημεία αυτά, η κυριαρχία της Πεύκης οφείλεται πιθανά σε τοπικούς οικολογικούς παράγοντες, όπως οι κλίσεις, η υγρασία ή το γεωλογικό υπόβαθρο.

Όσο αφορά τη διαδοχή, το 77% των δασών Μ. Πεύκης του 1945, παρέμειναν αμιγή ως το 2015, ενώ το 13% αναγνωρίστηκε πια σε μίξη με ένα ακόμα είδος (Οξιά, Δρυς ή Ελάτη). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει την πορεία της διαδοχής, υποδεικνύει όμως ταυτόχρονα ότι ο ρυθμός της είναι χαμηλός, καθώς το 1945 τα δάση αυτά ήταν ακόμα αρκετά αραιά για να ξεκινήσουν τη διαδοχή, ενώ οι πιέσεις, κυρίως η υλοτομία, τα διατηρούν σε χαμηλή κάλυψη.

Τα δάση του Μ. Πεύκης του 2015 είναι πιο πυκνά, με την κάλυψη να φτάνει το 74%, και πιο ώριμα. Το 35% εξ αυτών προέρχεται από τη δάσωση ανοικτών εκτάσεων, κυρίως λιβαδιών, εγκαταλελειμμένων καλλιεργειών αλλά και λιθώνων. Όπως αποδεικνύεται λοιπόν και από τη φωτοερμηνεία, η Μαύρη Πεύκη είναι ο βασικός τύπος δάσους που καλύπτει αρχικά τις γυμνές εκτάσεις στην περιοχή, για να αναμιχθεί σταδιακά με τα υπόλοιπα είδη (δρυς, οξιά, ελάτη).

5. Δάση στη ζώνη της Οξιάς

Χρησιμοποιήθηκαν 5 κατηγορίες δασοκάλυψης για τον χαρακτηρισμό των δασών που ανήκουν στην υψηλότερη ζώνη:

- Αμιγής Οξιά
- Μίξη Οξιάς - Ελάτης
- Μίξη Οξιάς – Μ. Πεύκης
- Μίξη Μ. Πεύκης – Ελάτης
- Αμιγής Ελάτη

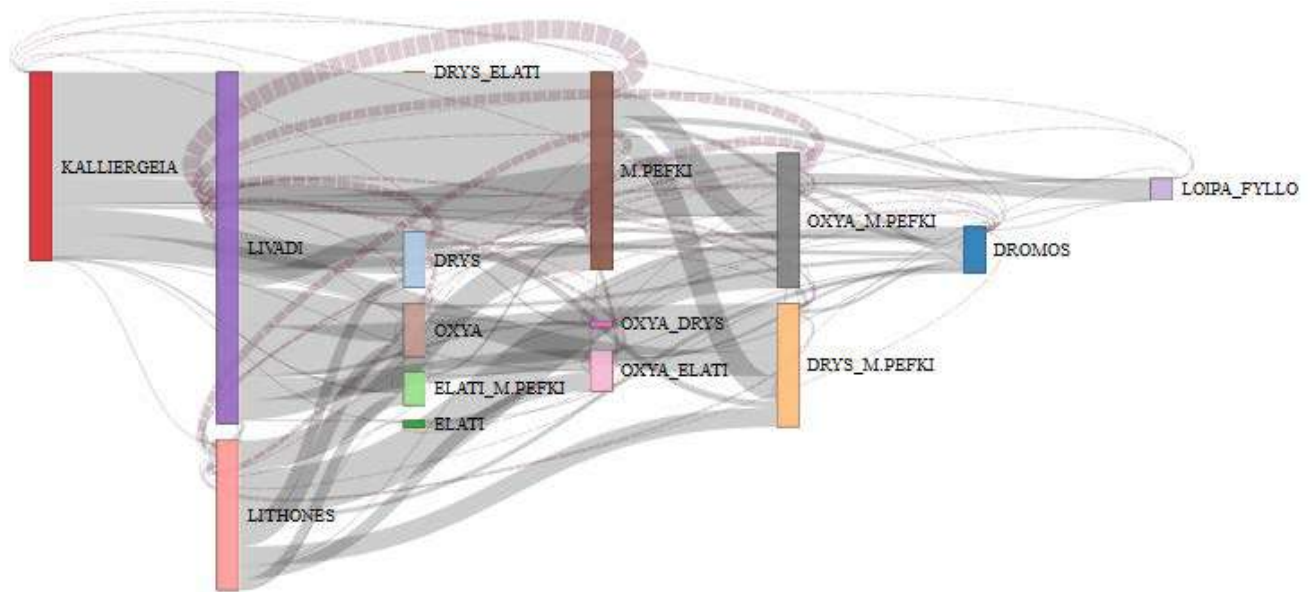
Η ζώνη αυτή αναπτύσσεται από τα 1.000 ως τα 1.900 μ. υψόμετρο, φτάνοντας δηλαδή ως τα δασόφρια κοντά στις κορυφές των Αρένων. Πρόκειται για τους πιο ώριμους τύπους δασών στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής της έρευνας. Όπως και οι υπόλοιποι τύποι, και τα δάση αυτά αυξήθηκαν το διάστημα 1945 – 2015: από τα 3.194 στα 3.711 Ha, δηλαδή κατά 16,2%. Σήμερα τα δάση αυτά καλύπτουν το 34,5% της περιοχής. Αναλογικά ωστόσο, η αύξηση αυτή είναι μικρότερη από την αύξηση των δασών της ζώνης της Δρυός ή των δασών Μ. Πεύκης, καθώς στη ζώνη όπου αναπτύσσονται, οι ανθρώπινες χρήσεις ήταν διαχρονικά μικρότερες, οπότε τα δάση αυτά παραμένουν πιο σταθερά και υπάρχει μικρότερος βαθμός κάλυψης ανοικτών εκτάσεων. Αντίστοιχα μικρότερη είναι και η συνολική αύξηση της δασοκάλυψης.

Ειδικότερα, τα αμιγή δάση Οξιάς το 1945 κάλυπταν το 8,49% της περιοχής. Είχαν ήδη μεγάλο βαθμό κάλυψης (77,5%, τον μεγαλύτερο από όλους τους τύπους) και αναγνωριζόταν ήδη ως ώριμα κατά 98%. Τα δάση αυτά διατηρήθηκαν κατά 98% ως το 2015 και οι μικρές απώλειες αφορούν κυρίως κατασκευή δασικών δρόμων. Τα αντίστοιχα δάση το 2015 προέρχονται κατά 92% από παρόμοια δάση και κατά το υπόλοιπο από επέκταση της οξιάς πάνω σε λιβάδια και λιθώνες. Αντίστοιχα χαρακτηριστικά έχουν οι μίξεις της Οξιάς με Ελάτη, ενώ οι μίξεις με Πεύκη παρουσιάζουν, αναμενόμενα, έναν πιο μεταβατικό χαρακτήρα.

Μεταβάσεις

Όπως φαίνεται, τις μεγαλύτερες αλλαγές τις υφίστανται οι ανοιχτές εκτάσεις που δασώνονται. Από τις ήδη δασωμένες εκτάσεις, τις μεγαλύτερες αλλαγές τις υφίστανται τα αμιγή δάση Μ. Πεύκης, τα οποία μπαίνουν σε πορεία διαδοχής, ενώ ταυτόχρονα υφίστανται και περισσότερες πιέσεις, όπως αυτές από την πυρκαγιά του 2007. Αν δούμε συνολικά τί συμβαίνει στις ανοιχτές εκτάσεις (λιβάδια, καλλιέργειες και λιθώνες του 1945), αυτές παραμένουν ανοικτές κατά 60% και δασώνονται κατά 40%. Στη διαδικασία αυτή κυριαρχεί η Πεύκη και οι μίξεις της με Οξιά και Δρυ.

Στο Σχήμα 2 γίνεται φανερό ότι στο τοπίο παρατηρείται ένα περίπλοκο πρότυπο μεταβάσεων από τον έναν τύπο κάλυψης γης στον άλλο. Ωστόσο υπάρχουν βασικά πρότυπα που αναδύονται. Οι καλλιέργειες αποτελούν τον βασικό τύπο που υφίσταται μεταβολή μεταξύ 1945 και 2015, και δευτερευόντως οι λιθώνες και οι λιβαδικές εκτάσεις, ενώ μια εκ των βασικών οδών μετάβασης που φαίνεται στο τοπίο, μέσω της εικόνας, είναι **καλλιέργειες->λιβάδια->Πεύκη->Οξιά-Πεύκη ή Δρυς-Πεύκη**.



Σχήμα 2. Διάγραμμα τύπου Sankey, όπου απεικονίζονται οι μεταβάσεις ανάμεσα στους βασικούς τύπους κάλυψης γης μεταξύ του 1945 και 2015. Το μέγεθος της κάθε μπάρας αντιστοιχεί στις εκτάσεις που αλλάζουν κάλυψη από την κάθε κατηγορία και το πάχος της κάθε γραμμής που ξεκινά από μία μπάρα για να καταλήξει σε μια άλλη το ποσοστό της αντίστοιχης μετάβασης.

Figure 2. Sankey diagram, with the main transition in cover categories, 1945-2015. Bar size indicates land size that changes cover, while line's thickness indicates the average of each transition.

Ποσοστό κάλυψης

Τέλος, επιχειρώντας να συνδυάσουμε σε ένα μέγεθος την αύξηση της έκτασης, της πυκνότητας και της ωριμότητας της δασικής βλάστησης στην περιοχή,

- πολλαπλασιάσαμε κάθε έκταση με το βαθμό κάλυψης,
- πολλαπλασιάσαμε το αποτέλεσμα με ένα συντελεστή 0,2 για τα πολύγωνα όπου τα δέντρα περιγράφονται ως νεαρά (και συντελεστή 1 στα ώριμα).

Πρόεκυψε έτσι ότι η δασική βλάστηση σχεδόν διπλασιάστηκε: από 3.451,1 ha πραγματικής έκτασης που είναι καλυμμένη από δέντρα το 1945, σε 6.741,6 ha το 2015, δηλαδή μία αύξηση κατά 95,35%.

Δεδομένα από Διαχειριστικές Μελέτες

Τα δεδομένα από τη φωτοερμηνεία συγκρίθηκαν στη συνέχεια με τα διαθέσιμα στοιχεία από τις Διαχειριστικές Μελέτες. Η περιοχή του έργου χωρίζεται σε 3 Συμπλέγματα (Δημόσιο Δάσος Κοτύλης, Δημοτικό Δάσος Κοτύλης και Νότιου Γράμμου). Για τα 3 παραπάνω συμπλέγματα η Διεύθυνση Δασών Καστοριάς εντόπισε και μας παρέιχε τις εξής Διαχειριστικές Μελέτες:

Πίνακας 2. Διαθέσιμες Διαχειριστικές Μελέτες
Table 2. Available Management Plans

	1.Δημόσιο Κοτύλης	2.Νότιου Γράμμου	3.Δημοτικό Κοτύλης
1960-1970	1963		
1970-1980		1975 (μόνο ΦΠΣ)	
1980-1990			1986
1990-2000	1991	1995	1995
2000-2010	2005	2010	2006
2010-2020	2018 (μόνο ΔΕ)	2018	2018

Από τις Μελέτες αυτές, συγκεντρώθηκαν τα παρακάτω στοιχεία:

- Περιγραφή των γενικών συνθηκών, με έμφαση στη μορφή και τις αλλαγές του τοπίου, με τη μορφή σημειώσεων
- Οριοθέτηση των συμπλεγμάτων και αντιστοίχιση των συστάδων, εκεί που άλλαξαν θέση ή αρίθμηση
- Τοπωνύμια
- Κυρίαρχα είδη βλάστησης (δασική και ποώδεις)
- Οικονομικά και κοινωνικά δεδομένα (πληθυσμός, βοσκή κα)
- Ποσοστά εδαφοκάλυψης
- Δεδομένα από Φύλλα Περιγραφής Συστάδας (αντιγραφή όλων)
- Δεδομένα από πραγματοποιημένες και προγραμματιζόμενες υλοτομίες
- Πρωτογενή δεδομένα πεδίου από Δοκιμαστικές Επιφάνειες (αντιγραφή στοιχείων και γεωγραφικών στιγμάτων, όπου ήταν διαθέσιμα)

Σε σχέση με τις αλλαγές στην κάλυψη της γης, τα πιο χρήσιμα δεδομένα που μπορούν να συγκριθούν στο χρόνο είναι οι εκτιμήσεις των Φύλλων Περιγραφής Συστάδας για την κάλυψη του εδάφους (δασοσκεπείς, μερικώς δασοσκεπείς, άγονες, γυμνές κοκ εκτάσεις).

Ενδεικτικά λοιπόν, στις πλέον πρόσφατες μελέτες του 2018, το σύνολο των πλήρως και μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων, εκτιμάται αθροιστικά σε 73,2%. Το ποσοστό αυτό είναι πολύ κοντά με το αντίστοιχο ποσοστό που υπολογίστηκε μέσω της φωτοερμηνείας (71,95%). Αντίστοιχα κοντινά είναι τα ποσοστά κυριαρχίας των 4 βασικών ειδών.

Όσο αφορά την ιστορική διάσταση, το Σύμπλεγμα του Δημόσιου Δάσους Κοτύλης είναι το πιο ενδιαφέρον, καθώς οι διαθέσιμες μελέτες μας δίνουν το μεγαλύτερο διάστημα αναφοράς. Από τη Διαχειριστική Μελέτη του 1963 ως αυτή του 1991, η εκτίμηση των εκτάσεων με δασική βλάστηση (δασοσκεπείς και μερικώς δασοσκεπείς) αυξάνεται από 70% σε 74% και ως το 2005 σε 90%, μια σημαντική αύξηση κατά 20 μονάδες σε 40 περίπου χρόνια, ή, αναλογικά, κατά 2 μονάδες ανά δεκαετία. Αντίστοιχα, οι καλλιέργειες σχεδόν εξαφανίζονται και οι γυμνές και άγονες εκτάσεις μειώνονται από 25,5% σε λίγο πάνω από 10%. Η πορεία αυτή ανακόπτεται από την πυρκαγιά του 2007, η οποία εμπίπτει στο μεγαλύτερο μέρος της σε αυτό το Σύμπλεγμα. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι το ποσοστό των εκτάσεων με δασική βλάστηση το 1963 είναι πολύ κοντά σε αυτό που υπολογίσαμε κατά τη φωτοερμηνεία των α/φ του 1945 για την ίδια έκταση (1.014,5 ha από τα 1470 ha ή το 69%). Αντίστοιχα, και οι ανοικτές εκτάσεις εκτιμήθηκαν επίσης σε παρόμοια ποσοστά κατά τη φωτοερμηνεία του 1945. Οι συγκρίσεις αυτές επικυρώνουν την εκτίμηση που έγινε μέσω φωτοερμηνείας.

Στο Σύμπλεγμα του Δημόσιου Δάσους του Νότιου Γράμμου, από το 1975 ως το 1995 (20 χρόνια), είχαμε μια σημαντική αύξηση των δασοσκεπών εκτάσεων, κατά 25%. Το 12% από αυτά προέρχονται από μερικώς δασοσκεπείς κατά το 1975, οι οποίες το 1995 εκτιμήθηκαν ως πλήρως δασοσκεπής. Από εκεί και πέρα ωστόσο, το ποσοστό των δασοσκεπών και των μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων βαίνει ελαφρώς μειούμενο. Η διαφορά δεν είναι σημαντική και μπορεί να αποδοθεί στην ακριβέστερη χαρτογράφηση που συνοδεύει τις πλέον πρόσφατες μελέτες, παρά σε πραγματική μείωση των δασικών εκτάσεων. Υποδεικνύει ωστόσο ότι τα δάση του συμπλέγματος ήδη από τη δεκαετία του 1990 κάλυψαν το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης που μπορούσαν να καλύψουν. Πάντως, κι εδώ η εκτίμηση της δασοκάλυψης στη μελέτη του 1975 είναι αντίστοιχη με αυτή της φωτοερμηνείας για το έτος 1970 (68%).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα της φωτοερμηνείας, στην περιοχή του έργου παρατηρούμε μια αύξηση των δασικών εκτάσεων κατά 22%, ενώ, αν συνυπολογίσουμε την αύξηση της πυκνότητας και την ωρίμανση των δέντρων, εκτιμήθηκε μια αύξηση της δασικής βλάστησης, ή του βαθμού κάλυψης από δέντρα, κοντά στο 95%. Οι εκτιμήσεις αυτές συμβαδίζουν με τα διαθέσιμα στοιχεία από τις Διαχειριστικές Μελέτες.

Κάποιες ενδείξεις από τη φωτοερμηνεία της α/φ του 1945, υποδεικνύουν μάλιστα ότι η στιγμή αυτή δεν συμπίπτει με το μέγιστο των ανθρωπογενών χρήσεων ή -αντίστροφα- το ελάχιστο της δασικής κάλυψης: για παράδειγμα, παρατηρούνται λιβάδια που φαίνονται να είναι σε σταδιακή πορεία δάσωσης, ή μοιάζουν με ήδη εγκαταλελειμμένα χωράφια. Από την άλλη, η εγκατάλειψη ορισμένων καλλιεργειών ή βοσκολιβαδιών δεν είναι υποχρεωτικά ασύμβατη με τη δημιουργία νέων, μέσω της εκχέρσωσης δασικών εκτάσεων.

Μια επιπλέον ένδειξη που υποστηρίζει την πιθανότητα η περιοχή να διέθετε ακόμα λιγότερα δάση πριν από τη δεκαετία του 1940, είναι το σχετικό υψηλό ποσοστό αμιγούς Μαύρης Πεύκης που καταγράφεται ήδη στην α/φ του 1945. Αν θεωρήσουμε τη Μ. Πεύκη ως πρόσκοπο είδος που τείνει να σχηματίζει ενώσεις με τη Δρυ ή την Οξιά - όπως άλλωστε αποδείχθηκε μέσω της φωτοερμηνείας για τα σημερινά δάση Μαύρης Πεύκης - τότε θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι ένα μέρος των εκτάσεων που είχαν ήδη Μαύρη Πεύκη το 1945, παρέμεναν ανοικτές λίγες δεκαετίες πριν από το έτος αυτό. Από την άλλη, όπως σημειώθηκε παραπάνω, στην περιοχή καταγράφηκαν και σχετικά σταθερές κοινότητες με Μ. Πεύκη, οι οποίες δεν μπαίνουν σε πορεία διαδοχής.

Σε κάθε περίπτωση, η απουσία παλιότερης αεροφωτογραφίας ή άλλων ποσοτικών δεδομένων δεν επιτρέπει την επιβεβαίωση ή απόρριψη αυτών των υποθέσεων. Εκτιμούμε ωστόσο ότι, είτε στο πλαίσιο της εναλλαγής καλλιεργούμενων και βοσκόμενων εκτάσεων, είτε λόγω μεγαλύτερων αναγκών στο παρελθόν, οι ανοικτές εκτάσεις ήταν μάλλον περισσότερες πριν το ορόσημο του 1945 και οι δασικές αντίστοιχα λιγότερες.

Αν επικεντρώσουμε τώρα στις αλλαγές της δασικής βλάστησης στο διάστημα 1945-2015, η αύξησή της αποδίδεται σαφώς στη βαθμιαία εγκατάλειψη της περιοχής μετά τη δεκαετία του 1940 και την αλλαγή των παραγωγικών προτύπων, με αποτέλεσμα την εξαφάνιση σχεδόν της γεωργίας και την απότομη μείωση της κτηνοτροφίας. Ο Papanastasis (2007) υπολογίζει τη μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων στην ορεινή ζώνη της Ελλάδας στο 27% για την περίοδο 1961 - 2000. Η βόσκηση υπήρξε για ένα μεγάλο διάστημα καθοριστική παράμετρος για τη διαμόρφωση της βλάστησης της περιοχής, όπως και σε όλη τη μεσογειακή ζώνη (Κουτσίδου 1995, Χαϊδευτού 2010). Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι η βόσκηση είναι μια επιλεκτική διαταραχή, αφού τα κτηνοτροφικά ζώα επιλέγουν ποια φυτά θα καταναλώσουν (Le Houerou 1977). Στην περιοχή του έργου αυτό γίνεται φανερό με τη διαφορά της αναγέννησης της δασικής βλάστησης στις περιοχές που βοσκούνται, όπως τα λιβάδια, και στις περιοχές που δεν βοσκούνται, όπως οι καμένες εκτάσεις του 2007: ενώ στις πρώτες κυριαρχεί η Μ. Πεύκη και η Άρκευθος, στις δεύτερες κυριαρχούν τα πρόσκοπα φυλλοβόλα είδη (*Salix caprea*, *Populus tremula*).

Ωστόσο, αυτό που μας ενδιαφέρει εδώ κυρίως είναι η ποσότητα της δασικής βλάστησης και κατ' επέκταση η συνολική πίεση της βόσκησης. Ο αριθμός των βοσκόμενων ζώων αποτελεί μια καλή ένδειξη για την πίεση της βόσκησης. Με τη βοήθεια της κοινωνικής έρευνας που έγινε (Αγγελόπουλος et al 2020), συγκεντρώθηκαν μαρτυρίες και στοιχεία για τον αριθμό ζώων που βοσκούσαν ιστορικά εντός της περιοχής έρευνας. Με βάση αυτά, μπορούμε να εκτιμήσουμε 20-25.000 αιγοπρόβατα και 700 βοοειδή για το 1945, μαζί με τα κοπάδια των νομάδων που έρχονταν στην περιοχή το καλοκαίρι.

Τα αποτελέσματα αυτής της πίεσης στη βλάστηση της περιοχής, περιγράφονται με γλαφυρό τρόπο στις παλιότερες διαχειριστικές μελέτες, ιδιαίτερα σε αυτή του Δημόσιου Δάσους Κοτύλης του 1963 Σύμφωνα με τους συντάκτες, η βόσκηση οδήγησε σε αραίωση και καταστροφή και των δασικών εκτάσεων, ενώ είναι χαρακτηριστικό ότι η κλαδονομή ασκούνταν καθολικά σε όλες σχεδόν τις Δρυς, αλλά - καθώς αυτές δεν επαρκούσαν - επεκτεινόταν στις οξιές, ακόμα και στα πεύκα και τα έλατα.

Ως το 1963, ο πληθυσμός των βοσκόμενων ζώων δεν είχε καταρρεύσει ακόμα, φτάνοντας τα 15.000 αιγοπρόβατα και τα 1.000 βοοειδή. Τη δεκαετία του 1980 ο αριθμός των αιγοπροβάτων μειώθηκε περίπου στο μισό - μπορούμε να εκτιμήσουμε κοντά στα 7.500 για όλη την περιοχή. Η πτωτική πορεία θα συνεχιστεί ως τις αρχές της δεκαετίας του 2000, οπότε και θα σταθεροποιηθεί κοντά στα 2.000 αιγοπρόβατα και 150 βοοειδή, κοντά δηλαδή στο 1/10 του πληθυσμού τους πριν το 1945. Ακόμα και αν διατηρηθεί, ο πληθυσμός αυτός είναι μάλλον μικρός για τις λιβαδικές εκτάσεις που έχουν απομείνει, με αποτέλεσμα και αυτές να δασώνονται σταδιακά, όπως διαφάνηκε άλλωστε και με τη φωτοερμηνεία.

Οι τάσεις αυτές - εξαφάνιση της γεωργίας, κατακόρυφη μείωση της βόσκησης, αύξηση των δασικών εκτάσεων, διπλασιασμός της δασικής βλάστησης - αφορούν προφανώς την περιοχή του έργου και δεν μπορούν να γενικευθούν. Αντίστοιχη πορεία ωστόσο παρατηρείται και σε άλλες περιοχές της ορεινής Ελλάδας (Οικονομάκης 2015). Η σταδιακή απώλεια των λιβαδικών και άλλων ανοικτών εκτάσεων, αλλά και η εξέλιξη των δασικών τύπων στην πορεία της αναμενόμενης διαδοχής, είναι φαινόμενα αμφίσημα, όσο αφορά τις επιπτώσεις τους στην ποικιλομορφία του τοπίου και την ποικιλότητα των ειδών. Είναι σημαντικό λοιπόν να αποκτήσουμε περισσότερες ποσοτικές και ποιοτικές περιγραφές αυτών των αλλαγών, για να εκτιμήσουμε τις οικολογικές τους συνέπειες και ίσως για να συμβάλουμε στον επανασχεδιασμό μιας πιο πολύπλευρης πολιτικής προστασίας των φυσικών περιοχών στην ορεινή Ελλάδα.

Abstract

During the research project “Ecotime Machine - Application development for 4D tour in landscape history”, we investigated the vegetation history of South-East Gramos mountain, through the photointerpretation of 3 successive aerial photos series (1945, 1970, 2015), in combination with other methods. Results prove an important increase of forest area (22%), especially of *Pinus nigra*, in mix with *Quercus* spp. and *Fagus sylvatica*. Tree cover is also increased, both in open and forested areas. We estimated that forest vegetation, i.e. the area that is covered by trees, has been doubled. *Quercus* spp. forests have the biggest rate of cover increase. These changes are mainly attributed to the decrease of livestock breeding.

Βιβλιογραφία

Le Houerou, H. N., 1981. Impact of Man and his Animals on Mediterranean Vegetation. In: Mediterranean- Type Shrublands. Edited by F. di Castri Amsterdam, Oxford, New York. pp. 479-521.

Papanastasis, V. P., 2007. Land abandonment and old field dynamics in Greece. In V. A. Cramer, & R. J. Hobbs (Eds.), Old fields: Dynamics and restoration of abandoned farmland. Washington, DC: Island Press.

Rackham, O., 2006. Woodlands. Harper Collins, London.

Αγγελόπουλος, Γ., Γελάνη, Ε. και Σαρικούδη Γ., 2020. Παραδοτέο 1.6 :Έκθεση μελέτης πολιτισμικής κατασκευής του τοπίου. Πράξη Eco-Time machine: 4D Εφαρμογή για την περιήγηση στην ιστορία του τοπίου.

Καρέτσος, Γ., 2012 στο: Λιαρικός, Κ., Μαραγκού Π., Παπαγιάννης Θ., 2012. Η Ελλάδα τότε και τώρα: Διαχρονική χαρτογράφηση των καλύψεων γης. 1987 -2007. WWF Ελλάς, Αθήνα.

Κουτσίδου, Ε., 1995. Φυσική αναγέννηση υποβαθμισμένων μεσογειακών οικοσυστημάτων ως αποτέλεσμα αποκλεισμού της βοσκητικής πίεσης. Η περίπτωση της Χίου. Διδακτορική διατριβή. Μυτιλήνη: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Μπούσμπουρας, Δ., 1999. Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη για την περιοχή Γράμμου και Δ. Βοΐου. Αρκτούρος, ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Γεωργίας, Ευρωπαϊκή Ένωση Γεν. Διευθ. XI. Θεσσαλονίκη. Τόμος Α σελ. 324, Τόμος Β σελ. 156, Τόμος Γ σελ. 78 παραρτήματα, χάρτες GIS, φωτογραφίες) για τα οικοσυστήματα (Χάρτης 2), τις χρήσεις γης (Χάρτης 4), τους οικοτόπους (Χάρτες 5.1 & 5.2).

Ντάφης, Σ., 1986. Δασική οικολογία. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη.

Νικήσιανης, Ν., Πουλής Γ., Νάτσης Α., κ.α. 2019. Eco-TimeMachine: 4D περιήγηση στην ιστορία του τοπίου. 9ο Συνέδριο ΜΕΚΔΕ "Όραμα, σχεδιασμός και πολιτικές για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ορεινών και απομονωμένων περιοχών". Μέτσοβο, Ελλάδα 2019.

Οικονομάκης, Ν., 2015. Έρευνα των φαινομένων οικολογικής διαδοχής σε δασικές περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Χαϊδεντού, Ε., 2010. Εδαφικές τράπεζες σπερμάτων, φυτική ποικιλότητα και βόσκηση σε δάση φυλλοβόλων δρυών της Ελλάδας. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

**ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ
Choristoneura murinana (Hübner) ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΛΑΤΗΣ ΣΤΗΝ ΓΚΙΩΝΑ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ**

**Πετράκης, Πάνος; Κουλελής, Π. Παναγιώτης;
Φασούλη, Βασιλεία; Σολωμού, Αλεξάνδρα**

Ινστιτούτο Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Τέρμα Αλκμάνος, 11528, Αθήνα

Περίληψη

Κατά τη διάρκεια της Άνοιξης του 2020 το έντομο *Choristoneura murinana* (Hubner) ή European fir budworm (EFB) κατεγράφη στην κεφαλληνιακή ελάτη κοντά στο χωριό Καλοσκοπή Φωκίδας. Εις γνώσιν μας, η αποφύλλωση από το έντομο αυτό στα συγκεκριμένα βουνά δεν έχει περιγραφεί μέχρι σήμερα. Επιβεβαιώσαμε ότι το έντομο προτιμά την *Abies cephalonica* και λιγότερο το *Juniperous oxycedrous* σε ξέφωτα ή και δίπλα στο επαρχιακό οδικό δίκτυο. Σε πολλές περιπτώσεις η προσβολή κατεγράφη ακόμα και σε ενήλικα άτομα ελάτης. Βελονοπτώσεις καθώς και σοβαρές εξάρσεις του φαινομένου, που οφείλονται κυρίως στο συγκεκριμένο έντομο έχουν παρατηρηθεί και από τον τοπικό πληθυσμό (μελισσοκόμους, δασολόγους, συλλέκτες μανιταριών) και στο παρελθόν. Οι μετρήσεις των εργαστηρίων μας, ανέδειξαν μείωση της αύξησης της ελάτης και τα αποτελέσματα αυτά σύντομα θα δημοσιευθούν. Οι παράγοντες αυτής της μείωσης καθώς και η σχέση τους με τα ακραία ή παρατεταμένα περιστατικά ξηρασίας αλλά και με τις προσβολές του εντόμου αποτελούν τον κύριο σκοπό της εργασίας μας.

Λέξεις κλειδιά: Κεφαλληνιακή ελάτη, Γκιώνα, *Choristoneura murinana*, κλίμα, αύξηση

Abstract

During the Spring of 2020, *Choristoneura murinana* (Hubner) otherwise European fir budworm (EFB) was recorded on *Abies cephalonica* near the village of Kaloskopi in Central Greece. To our knowledge, the occurrence of the particular pest on the specific mountains has not been described yet. We found that EFB prefers *Abies Cephalonica* and less *Juniperous oxycedrous* in sunny areas and/or near the country roads. Across the study area, were observed local severe infestations of scale 2, 3 and 5. In many cases the infestation was observed in adult fir individuals. Defoliations and severe outbreaks, which are presumably incurred by EFB were also observed by local people (beekeepers, foresters, herb collectors) in the past. Our laboratories field measurements revealed growth decline and these results are near to be published. The drivers of this decline and their relationship with extreme or long events of drought or EFB impact is the main aim of our study.

Βιβλιογραφία

Avtzis, D. and Avtzis, N., 2001. Control of the most dangerous insects of Greek forests and plantations. by Liebhold AM, McManus ML, Otvos IS, Fosbroke SLC, Gen. Tech. Rep. NE-277. US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Newtown Square, PA: 1-5.

Chiba, Y., 1998. Architectural analysis of relationship between biomass and basal area based on pipe model theory. *Ecological Modelling*. 108: 219-225.

Cook, E. R., 1987. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree-Ring Bulletin* 47:37-59

Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A. and Tzanoudakis, D., 2013. Vascular Plants of Greece: An Annotated Checklist; Englera; Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin: Berlin, Germany; Hellenic Botanical Society: Athens, Greece. 31: 1-370.

- Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid and Tzanoudakis, D., 2016. Vascular plants of Greece: An annotated checklist. Supplement. Willdenowia 46: 301–347.
- Farquhar, G. D., Ehleringer, J. R. and Hubick, K. T. 1989. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. Annual review of plant biology. 40: 503-537.
- Humbert, L. and Kneeshaw, D., 2011. Identifying insect outbreaks: a comparison of a blind-source separation method with host vs non-host analyses. Forestry. 84: 453-462.
- Kailidis, D. and Georgevits, R., 1972. Forest insects of Greece. Fir insects. Anzeiger fur Schadlingskunde und Pflanzenschutz. 45: 25-28.
- Koukos, P., Papadopoulou, K., Papagiannopoulos, A. and Patiaka, D. T., 2001. Essential oils of the twigs of some conifers grown in Greece. Holz als Roh-und werkstoff. 58: 437-438.
- Markalas, S., 1992. Site and stand factors related to mortality rate in a fir forest after a combined incidence of drought and insect attack. For. Ecol. Manag.. 47: 367-374.
- Markalas, S. and Bogenschütz, H., 1995. Preliminary results in the biology of *Choristoneura murinana* (Lepidoptera, Tortricidae) in Greece with sex pheromones. Proceedings of the 5th Hellenic Entomology Meeting. Athens, Greece.
- McKee, T.B., Doesken, N.J and Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, pp. 179–184. January 17–22, Anaheim, California.
- Merle, P. D., Brunet, S. and Cornic, J. F., 1992. Polyphagous potentialities of *Choristoneura murinana* (Hb.)(Lep., Tortricidae): a “monophagous” folivore extending its host range. J. Appl. Entomol.. 113, 18-40.
- NATURA 2000. Standard Data Form for Site GR2440002: Oros Giona. Database Release Date: 12/06/2020. Available online: <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR2450002> (accessed on 11 June 2021).
- NATURA 2000. Standard Data Form for Site GR2450007: koryfes orous Giona, charadra Reka, Lazorema kai Vathia Lakka. Database Release Date: 12/06/2020. Available online: <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR2450007> (accessed on 11 June 2021).
- O'Leary, M. H., 1981. Carbon isotope fractionation in plants. Phytochemistry, 20: 553-567.
- Papadopoulos, A., 2016. Tree-ring patterns and climate response of Mediterranean fir populations in Central Greece. Dendrochronologia, 40: 17–25.
- Petit, G. and Anfodillo, T., 2009. Plant physiology in theory and practice: an analysis of the WBE model for vascular plants. J. Theor. Biol.. 259: 1-4.
- Raftoyannis, Y., Radoglou, K. and Bredemeier, M., 2015. Effects of mistletoe infestation on the decline and mortality of *Abies cephalonica* in Greece. Annals of Forest Research. 58: 55-65.
- Raftoyannis, Y., Spanos, I. and Radoglou, K., 2008. The decline of Greek fir (*Abies cephalonica* Loudon): Relationships with root condition. Plant Biosystems.142: 386-390.
- Roussis, V., Couladis, M., Tzakou, O., Loukis, A., Petrakis, P. V., Dukic, N. M. and Jancic, R., 2000. A comparative study on the needle volatile constituents of three *Abies* species grown in South Balkans. J. Essent. Oil Res.. 12: 41-46.
- Shinozaki, K., Yoda, K., Hozumi, K. and Kira, T., 1964. A quantitative analysis of plant form-the pipe model theory: I. Basic analyses. Jpn. J. Ecol.14: 97-105.
- Simard, S., Elhani, S., Morin, H., Krause, C. and Cherubini, P., 2008. Carbon and oxygen stable isotopes from tree-rings to identify spruce budworm outbreaks in the boreal forest of Québec. Chemical Geology, 252: 80-87.
- Solomou, A., 2020. Pictures of Mt Giona vegetation [personal archive].
- Tsopelas, P., Angelopoulos, A., Economou, A. and Soulioti, N., 2004. Mistletoe (*Viscum album*) in the fir forest of Mount Parnis, Greece. Forest ecology and management. 202: 59-65.
- Tsopelas, P., Aggelopoulos, A., Economou, A., Voulala, M. and Xanthopoulou, E., 2001. Monitoring crown defoliation and tree mortality in the fir-forest of Mount Parnis, Greece. In: Radoglou, K., ed. Proceedings of the International Conference: Forest Research: A Challenge for an Integrated European Approach, 2001. Thessaloniki. NAGREF - Forest Research Institute. 253-258.

Vieira, J., Campelo, F., and Nabais, C., 2009. Age-dependent responses of tree-rings growth and intra-annual density fluctuations of *Pinus pinaster* to Mediterranean climate. *Trees (Berl.)*, 23(2): 257–265.

Zeneli, G., Tsitsimpikou, C., Petrakis, P. V., Naxakis, G., Habili, D. and Roussis, V., 2001. Foliar and cortex oleoresin variability of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Albania. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 56: 531-539.

Zweifel, R., Steppe, K. and Sterck, F. J., 2007. Stomatal regulation by microclimate and tree water relations: interpreting ecophysiological field data with a hydraulic plant model. *J. Exp. Bot.* 58: 2113-2131.

Zweifel, R., Zimmermann, L., Zeugin, F. and Newbery, D. M., 2006. Intra-annual radial growth and water relations of trees: implications towards a growth mechanism. *J. Exp. Bot.*

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΟΜΗΣ (CCF) ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ (*Pinus nigra* Arn.) ΣΤΗ ΔΡΑΜΑ

Ράπτης, Δημήτριος¹; Καζάνα, Βασιλική¹; Ιωαννίδου, Φανή¹; Τόλιος, Κωνσταντίνος¹;
Καζακλής, Άγγελος²; Τσιτλακίδης, Αναστάσιος³; Μαναρίδης, Μιχαήλ³

¹Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Σχολή Γεωτεχνικών επιστημών, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, 1ο χλμ. Δράμας-Μικροχωρίου, 66100 Δράμα, d_rapt@for.ihu.gr

²ΟΛΥΜΠΟΣ – Κέντρο Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Ανδρούτσου 39, 55132 Καλαμαριά

³Δασαρχείο Κ. Νευροκοπίου, Κ. Νευροκόπι 66033, das-nev@damt.gov.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία προσπάθεια προσδιορισμού του συντελεστή ανταγωνισμού της κόμης (CCF) σε φυσικές συστάδες μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.), στην περιοχή του Βόλακα της Δράμας στη Βόρεια Ελλάδα. Με βάση ένα συνολικό δείγμα 770 ατόμων μαύρης Πεύκης από 25 τυχαία καταναμημένες δειγματοληπτικές επιφάνειες, προσαρμόστηκε ένα μη γραμμικό μοντέλο μικτών επιδράσεων τεταρτημοριακής παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της μέγιστης διαμέτρου της κόμης (cw_{max}) σε επίπεδο δέντρου. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε ο συντελεστής CCF σε επίπεδο δειγματοληπτικής επιφάνειας. Η ανάλυση έδειξε ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ των δέντρων κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα, γεγονός που μπορεί να ρυθμιστεί με την εφαρμογή δασοκομικών χειρισμών, κυρίως των αραιώσεων. Ο προσδιορισμός του συντελεστή ανταγωνισμού της κόμης σε πρακτικό επίπεδο είναι σημαντικός τόσο για τον σχεδιασμό διαχειριστικών επεμβάσεων, όσο και για τη δημιουργία προτύπων αύξησης που αναμένεται να συμβάλλουν ενεργά στην αειφορική διαχείριση των δασών μαύρης Πεύκης.

Λέξεις κλειδιά: Τεταρτημοριακή παλινδρόμηση μικτών επιδράσεων, *qrNLMM*, μέγιστη διάμετρος κόμης, *SAEM* αλγόριθμος.

Εισαγωγή

Η εκτίμηση των διαστάσεων της κόμης των δέντρων δεν συμπεριλαμβάνεται ως μετρούμενο μέγεθος κατά τη σύνταξη διαχειριστικών εκθέσεων, παρά τη μεγάλη χρησιμότητα της συγκεκριμένης μεταβλητής στη δασολογική επιστήμη (Russell και Weiskittel 2011). Σε ένα γενικό πλαίσιο η κόμη συνδέεται με τη συνολική αύξηση των δέντρων (Monserud και Sterba 1996), με το επίπεδο ανταγωνισμού τους (Krajicek κ.α. 1961) και με βασικά χαρακτηριστικά σε επίπεδο συστάδας που καθορίζουν τη δομή και τη σύνθεσή της, συμπεριλαμβανομένης και της υπόροφης βλάστησης. Ο προσδιορισμός της βιολογικής προδιάθεσης των δέντρων μέσα από την εκτίμηση των διαστάσεων της κόμης ελεύθερα αναπτυσσόμενων ατόμων μπορεί να οδηγήσει στον υπολογισμό του ανταγωνισμού σε επίπεδο συστάδας, όπως έχει προταθεί από τους (Krajicek κ.α. 1961), διατυπώνοντας το συντελεστή ανταγωνισμού της κόμης (CCF). Ο συγκεκριμένος συντελεστής αποτελεί μια αντικειμενική μέθοδο εκτίμησης του βέλτιστου ύψους ξυλαποθέματος στη συστάδα, με σκοπό τον προγραμματισμό αραιώσεων (Fernández-Moya και Urbán-Martínez 2011). Όταν η τιμή του συντελεστή γίνει ίση με 100% και τα δέντρα δεν περιορίζονται από τα γειτονικά τότε η κόμη έχει αναπτυχθεί στο μέγιστο βαθμό και πλέον ξεκινά η επίδραση του ανταγωνισμού (Pretzsch 2009). Για τιμές CCF μεγαλύτερες από 100, τα δέντρα έχουν μικρότερο αυξητικό χώρο διαθέσιμο από αυτόν που χρειάζονται, αλλά η αύξησή τους συνεχίζεται καθώς τα κατώτερα τμήματα της κόμης όπως και τα πλευρικά αντισταθμίζονται από το φύλλωμα στα ανώτερα τμήματα των δέντρων (Hall 1994).

Η σπουδαιότητα του συγκεκριμένου συντελεστή δεν περιορίζεται μόνο στην πρακτική εφαρμογή δασοκομικών/διαχειριστικών μέτρων. Εξαιτίας της μαθηματικής του έκφρασης, έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε πληθώρα δασοαποδοτικών προτύπων ως ανεξάρτητη μεταβλητή, εισάγοντας τις επιπτώσεις του ανταγωνισμού σε επίπεδο συστάδας (π.χ. Rijal κ.α. 2012). Ο υπολογισμός του συντελεστή βασίζεται στη μέγιστη διάμετρο της κόμης (cw_{max}), ενός μεγέθους που είναι δυνατόν να εκτιμηθεί μόνο

με στατιστικό τρόπο. Ορίζεται ως η θεωρητική μέγιστη διάμετρος κόμης που θα είχε ένα δέντρο στηθιαίας διαμέτρου DBH_i που αναπτύσσεται σε συνθήκες ανταγωνισμού εντός συστάδας, εάν αυτό αναπτύσσονταν ελεύθερα. Το μέγεθος αυτό αποτελεί το βασικό μειονέκτημα του CCF για το λόγο ότι μετρήσεις μεμονωμένων ατόμων σπάνια είναι διαθέσιμες, απαιτούν μεγάλες μετακινήσεις και προσπάθεια σε συνθήκες πεδίου (Weiskittel κ.α. 2011), ενώ ο καθορισμός του «ελεύθερα αναπτυσσόμενου ατόμου» μπορεί να μην είναι εντελώς αντικειμενικός (Russell και Weiskittel 2011). Ωστόσο, με βάση εναλλακτικές μεθόδους ανάλυσης, έχουν αναπτυχθεί σημαντικά μοντέλα εκτίμησης της μέγιστης διαμέτρου της κόμης για ένα αρκετά μεγάλο αριθμό δασοπονικών ειδών σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συντριπτική πλειοψηφία των σχετικών ερευνών βασίζεται στην εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων (OLS) που φαίνεται να αποτελεί μία αξιόπιστη μεθοδολογία ανάλυσης πρωτογενών δεδομένων με σκοπό τον προσδιορισμό του CCF. Ωστόσο, όταν τα πρωτογενή δεδομένα προέρχονται από δειγματοληπτικές επιφάνειες τότε η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων δεν είναι αξιόπιστη (West κ.α. 1984, 1986) και μοντέλα μεικτών επιδράσεων (mixed-effects models) χρησιμοποιούνται ως τα πλέον κατάλληλα.

Με βάση τη γενική χρησιμότητα του παραπάνω συντελεστή στη δασολογική επιστήμη, ο κύριος σκοπός της εργασίας είναι i) η δημιουργία ενός μοντέλου υπολογισμού της μέγιστης διαμέτρου της κόμης εφαρμόζοντας μία εναλλακτική μεθοδολογία βασιζόμενη σε μοντέλα μικτών επιδράσεων, και ii) η εκτίμηση του CCF σε φυσικές συστάδες μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) στη Βόρεια Ελλάδα.

Υλικά και Μέθοδοι

Δεδομένα Πεδίου

Τα πρωτογενή δεδομένα προέρχονται από την εγκατάσταση 25 δειγματοληπτικών επιφανειών σε φυσικό δάσος μαύρης Πεύκης στην περιοχή του Βόλακα της Δράμας με γεωγραφικό μήκος 23°76'Α έως 24°09'Α και το γεωγραφικό πλάτος από 41°16'Β ως 41°36'Β. Η κατανομή τους στο χώρο έγινε με τυχαίο τρόπο χρησιμοποιώντας την εντολή *create random points* σε περιβάλλον GIS. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες μεγέθους μισού στρέμματος (500 m²) είχαν κυκλικό σχήμα με ακτίνα 12,6 m σε οριζόντια προβολή. Σε όλα τα δέντρα εντός των επιφανειών μετρήθηκε η στηθιαία διάμετρος (DBH), το συνολικό ύψος (*h*), το ύψος έναρξης του ζωντανού φυλλώματος (*cbh*) και οι διαστάσεις της κόμης σε 4 διαφορετικά σημεία (*cr*). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ειδικού οργάνου (LaserAce) ενώ η διάμετρος της κόμης (*cm*) προέκυψε από την επεξεργασία των παραπάνω τεσσάρων διαστάσεων. Το συνολικό δείγμα αποτελείται από 770 άτομα μαύρης Πεύκης.

Ανάλυση

Η ανάλυση βασίστηκε στην προσέγγιση των Russell και Weiskittel (2011), οι οποίοι χρησιμοποίησαν την τεχνική της τεταρτημοριακής παλινδρόμησης (Quantile Regression) για τη δημιουργία μοντέλου με εξαρτημένη μεταβλητή τη μέγιστη διάμετρο της κόμης και ανεξάρτητη τη διάμετρο στο στηθιαίο ύψος. Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς, ένα μεγάλο δείγμα δέντρων που προέρχεται από την εγκατάσταση δειγματοληπτικών επιφανειών στο πεδίο θα συμπεριλαμβάνει δέντρα υπό διαφορετικό καθεστώς ανταγωνισμού και ως εκ τούτου κάποια από αυτά αναπτύσσονται σχεδόν χωρίς ανταγωνισμό. Για να εξασφαλιστεί ο διαχωρισμός των ατόμων αυτών, χρησιμοποιήθηκε το 99% εκατοστημόριο του δείγματος στα ανώτερα όρια του διαγράμματος διασποράς. Ωστόσο, στην παρούσα εργασία προτιμήθηκε η τεχνική της τεταρτημοριακής μη γραμμικής παλινδρόμησης μικτών επιδράσεων (Quantile regression for Nonlinear Mixed-Effects Models) όπως αυτή περιγράφεται από τους Galarza κ.α. (2020), ώστε να εξασφαλιστεί η αμεροληψία κατά την εκτίμηση των παραμέτρων του βασικού (fixed-effect) μοντέλου, χωρίς το τυχαίο μέρος. Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο SAEM (Stochastic Approximation of the EM) για την εκτίμηση του σταθερού τμήματος του μοντέλου και τη διακύμανση του τυχαίου μέρους των μη γραμμικών μοντέλων μικτών επιδράσεων (NLMEMs). Παράλληλα, εξαιτίας του μεγέθους του δείγματος χρησιμοποιήθηκε το 95% εκατοστημόριο αυτού. Το μη γραμμικό μοντέλο που επιλέχθηκε ήταν της μορφής $y=ax^b$ για το λόγο ότι παρουσίασε πολύ καλή προσαρμογή σε δεδομένα διαμέτρου κόμης μαύρης Πεύκης σύμφωνα με την έρευνα των Raptis κ.α. (2018). Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον ανοιχτού κώδικα R (can) σε συνδυασμό με τις βιβλιοθήκες *qrNLMM*, τη *ggplot2* και τη *NLME* για μη γραμμικά μοντέλα μικτών επιδράσεων.

Μαθηματική έκφραση

Ο συντελεστής ανταγωνισμού της κόμης (CCF) σε μία συστάδα έκτασης A και n αριθμό ατόμων είναι ίσος με το πηλίκο του αθροίσματος της προβολής (δυνητικής) της κόμης $cra_1+cra_2+...cra_n$ όλων των δέντρων προς την έκταση της συστάδας A, πολλαπλασιαζόμενος επί 100 (Pretzsch 2009):

$$CCF = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n cra_i 100 \tag{1}$$

Όπου CCF = συντελεστής ανταγωνισμού της κόμης

A = έκταση της συστάδας

cra = προβολή της κόμης (δέντρου)

n= αριθμός ατόμων

ενώ η προβολή της κόμης σε επίπεδο δέντρου προσδιορίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$cra = \frac{\pi}{4} cw_{max}^2 \quad \text{ή} \quad cra = \frac{\pi}{4} (\beta_1 DBH \beta_2)^2 \tag{2}$$

Όπου β_1, β_2 σταθεροί (fixed) συντελεστές του μη γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων της τεταρτημοριακής παλινδρόμησης.

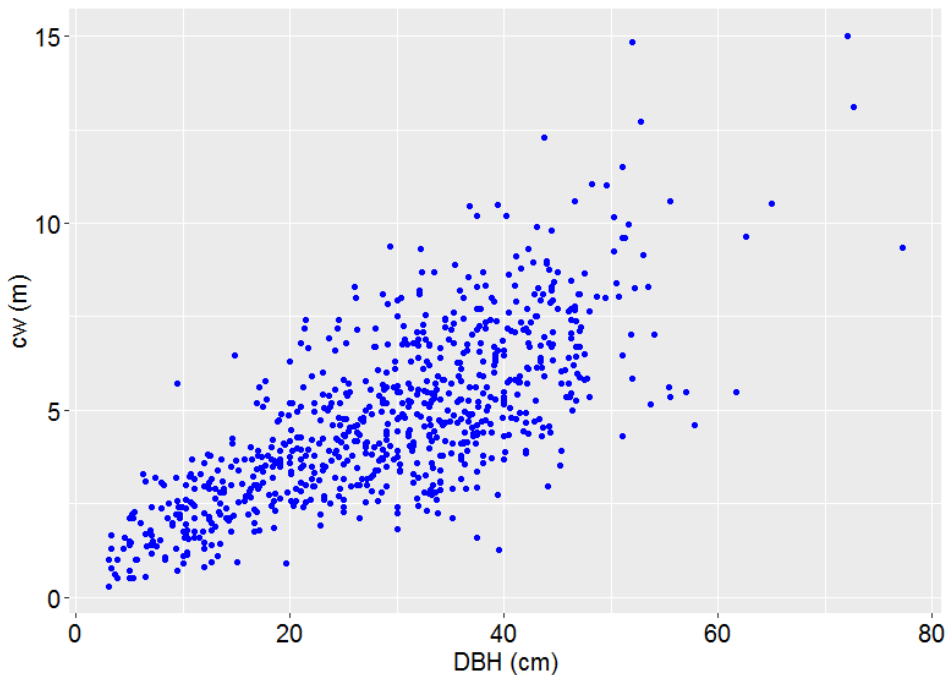
Αποτελέσματα

Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος (n=770) των 25 δειγματοληπτικών επιφανειών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (1):

Πίνακας 1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά του συνολικού δείγματος
Table 1. Descriptive statistics of the total sample

Μεταβλητή	ΜΟ	ΤΑ	ΕΛ	ΜΕΓ
DBH	29,17	12,71	3,1	77,2
height	16,45	4,76	1,9	24,8
cw	4,78	2,27	0,3	15,0
N/ha	616	165	320	1060

Το διάγραμμα διασποράς του δείγματος παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 1).



Εικόνα 1. Το διάγραμμα διασποράς DBH και cw του συνολικού δείγματος
Figure 1. Scatterplot of DBH against cw of the total sample

Τα αποτελέσματα της προσαρμογής του μοντέλου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα(2).

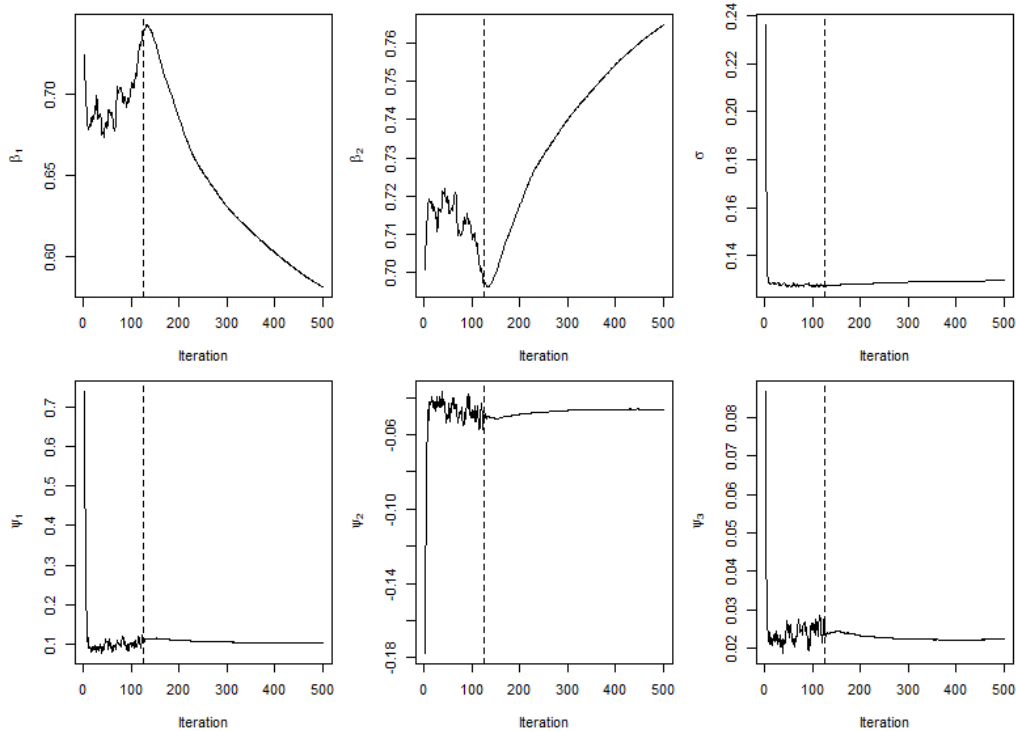
Πίνακας 2. Σταθεροί παράμετροι του μη γραμμικού μοντέλου πρόβλεψης της μέγιστης διαμέτρου της κόμης
Table 2. Fixed parameter estimates of the nonlinear maximum crown width model

Μοντέλο $\beta_1 DBH^{\beta_2}$	
β_1	0,58149 (0,048)
β_2	0,76485 (0,019)
Quantile	0,95

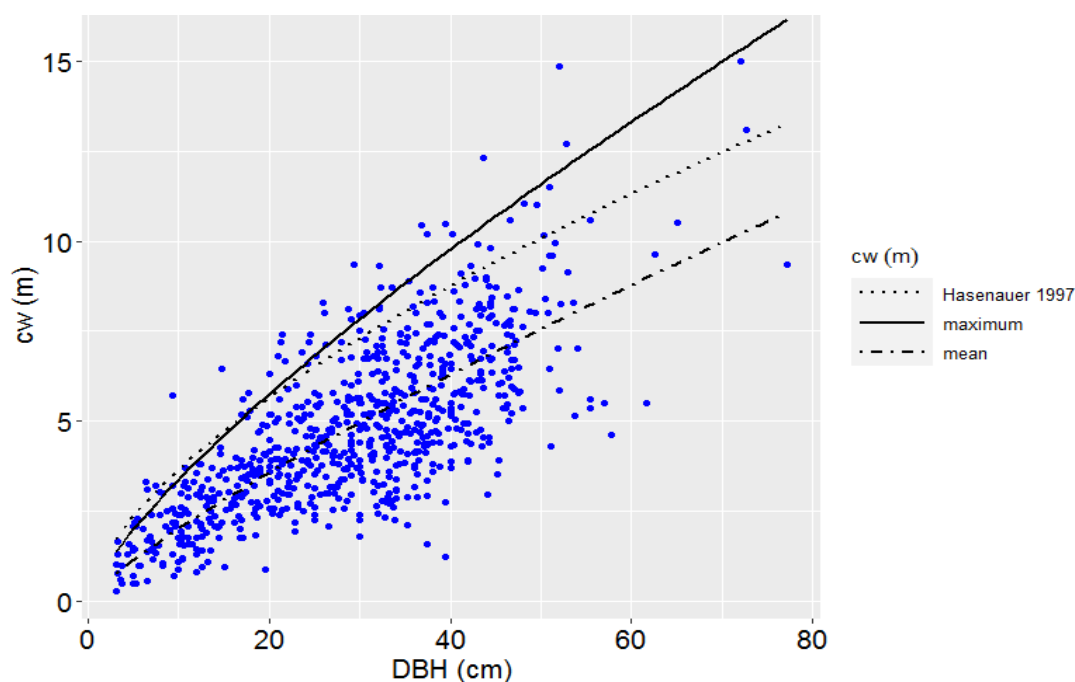
Το μοντέλο πέτυχε σύγκλιση μετά από 31 λεπτά συνολικής επεξεργασίας και 125 επαναλήψεις περίπου (εικόνα 2). Αντικαθιστώντας τις τιμές του πίνακα 2, το μη γραμμικό μοντέλο πρόβλεψης της μέγιστης διαμέτρου της κόμης γίνεται:

$$cw_{max} = 0,58149DBH^{0,76485} \quad (3)$$

Ως εκ τούτου, επιλύοντας τη μαθηματική σχέση (3), άτομο με διάμετρο στο στήθιαίο ύψος ίση με 40 εκατοστά που αναπτύσσεται σε συνθήκες ανταγωνισμού (συστάδας), θα παρουσίαζε διάμετρο κόμης ίση με 9,77 μέτρα περίπου, αν αναπτύσσονταν σε συνθήκες ελεύθερες ανταγωνισμού. Με βάση τη σχέση (2), ο δυνητικός αυξητικός χώρος του ατόμου αυτού είναι ίσος με 74,9 τετραγωνικά μέτρα, αν θεωρηθεί ότι το σχήμα της κόμης είναι περίπου κυκλικό. Συγκριτικά, ένα μη γραμμικό μοντέλο μικτών επιδράσεων που προσαρμόστηκε στο ίδιο ακριβώς δείγμα παρουσίασε τιμές σταθερών παραμέτρων, μετά από στάθμιση, ίσες με $\beta_1=0,30584$ και $\beta_2=0,82011$. Επιλύοντας τις ίδιες ακριβώς μαθηματικές εξισώσεις, το ίδιο δέντρο αναμένεται να παρουσιάσει διάμετρο κόμης ίση με 6,30 μέτρα, που συνεπάγεται 31,15 τετραγωνικά μέτρα κάθετη προβολή της κόμης σε συνθήκες έντονου ανταγωνισμού. Η γραφική απεικόνιση των δύο μοντέλων παρουσιάζεται στην εικόνα (3).



Εικόνα 2. Αριθμός επαναλήψεων για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του μοντέλου μέσω του αλγόριθμου SAEM.
 Picture 2. Total number of iterations for the estimation of model's parameters through SAEM algorithm.



Εικόνα 3. Συγκριτικό γράφημα δύο μοντέλων πρόβλεψης της μέγιστης διαμέτρου της κόμης και ενός της μέσης διαμέτρου. Απεικονίζεται το μοντέλο που έχει προταθεί από τον Hasenauer (1997) για τη μαύρη Πεύκη της Αυστρίας.
 Picture 3. Comparative graph of two models for maximum crown width prediction, along with a simple model for the mean crown width. The maximum crown width model by Hasenauer (1997) for Black pine of Austria is also presented.

Με βάση τον μαθηματικό τύπο (1), ο συντελεστής CCF εκτιμήθηκε για κάθε μία δειγματοληπτική επιφάνεια. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (3).

Πίνακας 3. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα του δείκτη CCF για τις συστάδες μαύρης Πεύκης στη Βόρεια Ελλάδα. Table 3. Aggregated results of the estimated CCF for the total sample of Black Pine trees in Northern Greece

Μεταβλητή	ΜΟ	ΤΑ	ΕΛ	ΜΕΓ
CCF	307	74	174	489

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα κατά την εφαρμογή του CCF στη δασική πράξη είναι οι τιμές που έχουν προταθεί από τους ερευνητές σε σχέση με την εφαρμογή αραιώσεων που επηρεάζουν τον ανταγωνισμό σε επίπεδο συστάδας. Σύμφωνα με τον Arpey (1985), οι τιμές του CCF έχουν την ίδια ερμηνεία για τα περισσότερα δασοπονικά είδη, με τον ανταγωνισμό να ξεκινά στην τιμή 100, ενώ τιμή ίση με 200 συνδέεται με φαινόμενα ύφεσης της κόμης. Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, τιμή 300 συνδέεται με φαινόμενα θνησιμότητας των πιο καταπιεσμένων ατόμων, ενώ τιμές του CCF πάνω από 500 σπάνια παρατηρούνται. Με βάση τη συγκεκριμένη κλίμακα και σε συνδυασμό με το μέσο όρο του CCF που έχει εκτιμηθεί για τα δάση της μαύρης Πεύκης στη Βόρεια Ελλάδα, μπορεί να υποθεθεί ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ των ατόμων είναι ιδιαίτερα έντονος γεγονός που μπορεί να ρυθμιστεί με την εφαρμογή ισχυρότερων αραιώσεων. Ωστόσο, οι επιπτώσεις της ισχύουσας κατάστασης στο ύψος του ξυλαποθέματος και στη ζωτικότητα των ατόμων θα πρέπει να εξακριβωθεί στα πλαίσια πρόσθετης έρευνας που να συσχετίζει τις συγκεκριμένες μεταβλητές.

Οι Temesgen κ.α. (2007) χρησιμοποίησαν το δείκτη CCF σε μοντέλα ύψους-διαμέτρου για διάφορα δασοπονικά είδη στο Όρεγκον, ενώ οι Jia και Chen (2019) σε μοντέλα ύψους έναρξης του ζωντανού φυλλώματος στην Κίνα. Μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει κάτι ανάλογο για μοντέλα αύξησης της μαύρης Πεύκης, παρόλο που στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν προταθεί εξισώσεις πρόβλεψης της μέγιστης διαμέτρου της κόμης από τον Hasenauer (1997). Το μοντέλο του, το οποίο αναφέρεται σε πληθυσμούς μαύρης Πεύκης στην Αυστρία, απεικονίζεται γραφικά στην εικόνα 3. Σε σχέση με αυτό που προτείνεται στην παρούσα εργασία, φαίνεται να παρουσιάζει μία μικρή απόκλιση για άτομα μεγαλύτερης διαμέτρου, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στις συνθήκες αύξησης της μαύρης Πεύκης στη συγκεκριμένη περιοχή. Με βάση όμως το γεγονός ότι η μελέτη του Hasenauer (1997) βασίζεται σε ελεύθερα αναπτυσσόμενα άτομα χρησιμοποιώντας τεχνικές απλής παλινδρόμησης, θα ήταν

αναμενόμενο να παρουσιάζεται υπερεκτίμηση και όχι υποεκτίμηση των διαστάσεων της κόμης των δέντρων, κάτι που όμως μπορεί να αποδοθεί στη διαφορά του μεγέθους του δείγματος μεταξύ των δύο ερευνών.

Μία βασική ιδιότητα των μοντέλων μικτών επιδράσεων είναι η ικανότητά τους να προσαρμόζονται στις εκάστοτε συνθήκες με ένα μόνο μικρό δείγμα δέντρων. Ωστόσο, αυτό είναι εφικτό μέσω μιας περίπλοκης διαδικασίας (Empirical Bayes Approach) που περιγράφεται με λεπτομέρεια από τους Vonesh και Chinchilli (1997). Για το λόγο όμως ότι η εν λόγω διαδικασία δεν έχει εφαρμοστεί σε συνδυασμό με την τεχνική της τεταρτημοριακής μη γραμμικής παλινδρόμησης μικτών επιδράσεων, χρησιμοποιήθηκε μόνο το σταθερό μέρος των μικτών μοντέλων το οποίο μπορεί να εμφανίζει ελάχιστα μεγαλύτερο σφάλμα σε σχέση με το απλό μοντέλο των ελαχίστων τετραγώνων, είναι όμως περισσότερο αμερόληπτο και ως εκ τούτου προτείνεται για παρόμοιες αναλύσεις. Η αλληλουχία των εντολών της εφαρμογής της συγκεκριμένης τεχνικής με βάση τη βιβλιοθήκη *qrNLMM* παρατίθεται στο παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

Από τα αποτελέσματα γίνεται φανερό ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογία μπορεί να αποτελέσει μία εναλλακτική μέθοδο ανάλυσης για δεδομένα που προέρχονται από εγκατάσταση δειγματοληπτικών επιφανειών στο πεδίο και ως εκ τούτου χαρακτηρίζονται από έλλειψη ανεξαρτησίας μεταξύ των παρατηρήσεων. Η ποσοτικοποίηση του ανταγωνισμού των δέντρων μέσω του συντελεστή CCF αναμένεται να συμβάλει προς την κατεύθυνση των στοχευμένων αραιώσεων και τη κατασκευή μοντέλων για την αιφορική διαχείριση των δασών της Βόρειας Ελλάδας.

Abstract

In the current study, an attempt was made to estimate the Crown Competition Factor (CCF) for natural forest stands of Black pine (*Pinus nigra* Arn.) in the Volakas area of Drama in Northern Greece. Based on a total sample of 770 trees from 25 randomly distributed sample plots, a nonlinear quantile mixed-effects regression model was fitted to predict the maximum crown width (cw_{max}) at tree level. The Crown Competition Factor was estimated afterwards at plot level. The analysis revealed increased competition levels within the natural forest stands of Black pine, which can be regulated through silvicultural treatments, mainly thinnings. From the operational point of view, the estimation of the Crown Competition Factor is very important both for forest management decisions at stand level and the development of forest growth models, which can contribute to the sustainable management of Black pine forests.

Βιβλιογραφία

- Arney, J.D. 1985. A modeling strategy for the growth projection of managed stands. *Can. J. For. Res.* 15:511–518.
- Fernández-Moya, J. and Urbán-Martínez, I., 2011. Estimation of crown competition factor for hybrid walnut (*Juglans x intermedia*) Mj209xRa planted forests in Spain. *Ann. Silv. Res.* 44:24-29.
- Galarza, C.E., Castro, L.M., Louzada, F. and Lachos, V.H., 2020. Quantile regression for nonlinear mixed effects models: a likelihood based perspective. *Statistical Papers* 61:1281–1307.
- Hall, R.B., 1994. Use of the crown competition factor concept to select clones and spacings for short-rotation woody crops. *Tree Physiology* 14:899-909.
- Hasenauer, H. 1997. Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. *For. Ecol. Manag.* 96:197–206.
- Jia, W. and Chen, D., 2019. Nonlinear mixed-effects height to crown base and crown length dynamic models using the branch mortality technique for a Korean larch (*Larix olgensis*) plantations in northeast China. *J. For. Res.* 30: 2095–2109.
- Krajicek, J.E., Brinkman, K.A. and Gingrich, S.F., 1961. Crown competition - a measure of density. *For. Sci.* 7:35-42.
- Monserud, R.A. and Sterba, H., 1996. A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria. *For. Ecol. Manag.* 80:57–80.
- Pretzsch, H., 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield, From Measurement to Model*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Raptis, D., Kazana, V., Kazaklis, A. and Stamatiou, C., 2018. A crown width-diameter model for natural even-aged black pine forest management. *Forests* 9:610.

- Rijal, B., Weiskittel, A.R. and Kershaw, J.A. Jr., 2012. Development of height to crown base models for thirteen tree species of the North American Acadian region. *For. Chron.* 88:60-73.
- Russell, M.B. and Weiskittel, A.R., 2011. Maximum and largest crown width equations for 15 tree species in Maine. *North. J. Appl. For.* 28:84-91.
- Temesgen, H., Hann, D.W. and Monleon, V.J., 2007. Regional height-diameter equations for major tree species of southwest Oregon. *West. J. Appl. For.* 22:213–219.
- Vonesh, E.F. and Chinchilli, V.M., 1997. Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements. Marcel Dekker, Inc., New York, NY. 560 p.
- Weiskittel, A.R., Hann, D.W., Kershaw, J.A. Jr. and Vanclay, J.K., 2011. Forest growth and yield modeling. Wiley, Oxford.
- West, P.W., Ratkowsky, D.A. and Davis, A.W., 1984. Problems of hypothesis testing of regressions with multiple measurements from individual sampling units. *For. Ecol. Manag.* 7:207–224.
- West, P.W., Davis, A.W. and Ratkowsky, D.A., 1986. Approaches to regression analysis with multiple measurements from individual sampling units. *J. Stat. Comput. Simul.* 26:149–175.

Παράρτημα

```
# Install package
install.packages(qrNLMM)
#load library
library(qrNLMM)
#load data
attach(data)
y=cw
x=diameter
#function definition
exprNL = expression(((fixed[1]+random[1])*x^(fixed[2]+random[2]))
#define initial values
initial = c(0.01,0.01)
#define arguments
median_reg = QRNLMM(y,x,plot,initial,exprNL, p=c(0.95))
```

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ
ΦΕΛΛΟΦΟΡΟΥ ΔΡΥΟΣ (*Quercus suber*) ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ (ΛΟΥΤΡΑ ΘΕΡΜΗΣ-
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ), 18 ΕΤΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΦΥΤΕΥΣΗ**

Σπανός, Ιωάννης¹; Σαμαρά, Θεανώ²; Σπανός, Κωνσταντίνος³;
Γαϊτάνης, Διονύσιος⁴; Καραμανώλη, Αικατερίνη⁵; Χαβαλές, Ευάγγελος⁶

^{1,2,3,4,5,6} ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, ispanos@fri.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, ερευνήθηκε η επιβίωση, αύξηση, παραγωγή ξύλου και φλοιού σε δύο χειρισμούς (μη κλάδευση και κλάδευση των πλευρικών κλαδιών των φυταρίων πριν από την φύτευση) και τριών υποειδών (φαινοτύπων) της φελλοφόρου δρυός, σε δύο πειραματικές επιφάνειες, που εγκαταστάθηκαν το 1992 στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο χειρισμών και για τα τρία υποείδη όσον αφορά την αύξηση (διάμετρος, ύψος, παραγωγή ξύλου και φελλού), 18 έτη μετά την φύτευση. Δοκιμάστηκαν τρία μοντέλα παλινδρόμησης (γραμμικό, λογαριθμικό και δευτεροβάθμιο) για να συσχετίσουμε το ύψος βροχής και την αύξηση του φλοιού περιόδου 1997-2006. Το δευτεροβάθμιο μοντέλο έδειξε την καλύτερη συσχέτιση και στα τρία υποείδη και πιο αξιόπιστη πρόβλεψη της ετήσιας αύξησης των δένδρων σε σχέση με την ετήσια βροχόπτωση. Οι ακραίες κλιματικές συνθήκες (ιδιαίτερα η ξηρασία και ο παγετός) επηρέασαν αρνητικά την επιβίωση και αύξηση των δένδρων της φελλοφόρου δρυός.

Λέξεις κλειδιά: Φελλοφόρος δρυς, υποείδος, αυξητικοί παράμετροι, δενδροχρονολογία.

Εισαγωγή

Η εξέλιξη των κύριων πληθυσμών που φύονται φυσικά στα χερσαία και δασικά οικοσυστήματα ιδιαίτερα, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η ποιότητα τόπου, οι δασοκομικοί χειρισμοί, η γενετική ποικιλότητα, οι κλιματικές και εδαφικές συνθήκες (Panetsos κ.α 1980, Spanos κ.α. 2001, Hambe and Petit 2005). Όμως, περιφερειακοί και μικροί οριακοί πληθυσμοί είναι ευαίσθητοι σε παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές, με συνέπεια την καταστροφή αυτών από παθογενή αίτια (Lesica και Allendorf 1995, Thomas κ.α. 2004, Hampe και Petit 2005).

Στη Μεσόγειο φύονται φυσικά πάνω από 30 είδη δρυός, ένα από τα οποία είναι και η φελλοφόρος δρυς (*Quercus suber* L.), δένδρο που θεωρείται πολύτιμο και «χρυσοφόρο» από την παραγωγή φελλού. Τα φυσικά δάση της φελλοφόρου δρυός προστατεύονται από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα (Habitat Directive 92/43/EEU), και κυρίως απαντώνται σε όξινα εδάφη της Ιβηρικής Χερσονήσου και σε γειτονικές ακτές του Ατλαντικού και της Μεσογείου. Όμως, στα παράλια κατά μήκος των Μεσογειακών δυτικών ακτών, όπου επικρατούν τα ασβεστολιθικά πετρώματα, η φελλοδρυς απαντάται κατά κηλίδες σε περιφερειακούς πληθυσμούς με μεγάλη γενετική ποικιλότητα και διαφοροποίηση από τον κύριο πληθυσμό της Ιβηρικής Χερσονήσου (Jimenez κ.α.1999; Pausas κ.α. 2006). Η γεωγραφική εξάπλωση εκτείνεται από την Ιβηρική χερσόνησο, τη Βόρεια Αφρική (Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία), την ανατολική Ιταλία και σε μεγάλα νησιά μεταξύ Ισπανίας και Ιταλίας (Tutin κ.α. 1968-80, IPGRI 2000-2005). Είναι αιθαλές είδος με φελλώδη φλοιό, μέσο ύψος τα 20 m, με σκληρόφυλλα και παχιά φύλλα με μεγάλη αντοχή στις δασικές πυρκαγιές λόγω του φελλοφόρου φλοιού (Borges κ.α. 1997, Pausas 1997, Pausas κ.α. 2004). Το κύριο προϊόν της (εκτός από το ξύλο) είναι ο φελλός που παράγεται από τον φλοιό του δένδρου. Ο φελλός είναι ο εξωτερικός φλοιός, ο οποίος αναπτύσσεται σε μεγάλο πάχος και αφαιρείται περιοδικά, αναπαραγόμενος από το δένδρο. Η αφαίρεση αρχίζει όταν το δένδρο έχει διάμετρο 20-25 cm, επαναλαμβάνεται κάθε 8-10 έτη, ως μία ηλικία 150-300 έτη (Montego και Canellas 1999, Caritat κ.α. 1996). Ο φελλός χρησιμοποιείται ευρύτατα από τον άνθρωπο και θεωρείται ως «χρυσοφόρο προϊόν» για πολλές χρήσεις (σανδαλοποιεία, πάματα, σημαδούρες, είδη χειροτεχνίας, μονώσεις, φαρμακευτικές χρήσεις, κλπ.).

Η δενδροχρονολογία είναι μία νέα βιολογική επιστήμη, που συσχετίζει την ετήσια αύξηση των δένδρων (πλάτος ετησίων δακτυλίων) με τις κλιματικές συνθήκες με στόχο την πρόβλεψη μελλοντικών μοντέλων αύξησης και κλίματος (Morgan 1975, Fritts 1976, Hughes κ.α. 1980, Glerk 1986, Briffa κ.α. 1990, Cook και Kairiουkstis 1990, Banks 1991, Schweingruber 1996). Η βασική αρχή στηρίζεται στο ότι τα πλάτη των ετησίων αυξητικών δακτυλίων, ενός συγκεκριμένου δασοπονικού είδους, εξαρτώνται από το κλίμα και ιδιαίτερα από το ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων. Ιδιαίτερα, οι κλιματικοί παράγοντες (βροχόπτωση, θερμοκρασία, κλπ.) επηρεάζουν την αύξηση και την παραγωγή φελλού της φελλοφόρου δρυός (Oliveira κ.α. 1992, Caritat κ.α. 1996, 2000, Costa 2002). Τα φύλλα (μήκος, πλάτος, χρώμα, μορφή, κλπ.), ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά ξύλου και φλοιού, και η μορφή του δένδρου είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τα διάφορα υποείδη της *Q. Suber* (Pertov 1984, Nikolov κ.α. 1987, Borges κ.α. 1997, Montero και Canellas 1999).

Στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν φυσικές συστάδες ή αναδασώσεις (σε δασικές εκτάσεις ή χωράφια) της φελλοφόρου δρυός, αν και το είδος θα μπορούσε να ευδοκιμήσει σε διάφορες υγρές και παραθαλάσσιες περιοχές της χώρας μας (Σπανός κ.α. 2011). Ένα Εθνικό πρόγραμμα με τίτλο «Δοκιμή νέων δασοπονικών ειδών για αναδασώσεις σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα», το οποίο συμπεριλαμβάνει και τη φελλοδρύ, εφαρμόζεται από το έτος 1990. Πειραματικές επιφάνειες για την δοκιμή και την εισαγωγή της φελλοφόρου δρυός, εγκαταστάθηκαν σε τρεις περιοχές της βόρειας Ελλάδας (Λουτρά Θέρμης-Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Χαλκιδική-Ιερισσός και Σταυρός Θεσσαλονίκης-Βρασνά).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των πειραματικών επιφανειών (φυτειών) φελλοφόρου δρυός που βρίσκονται στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (Θεσσαλονίκη).

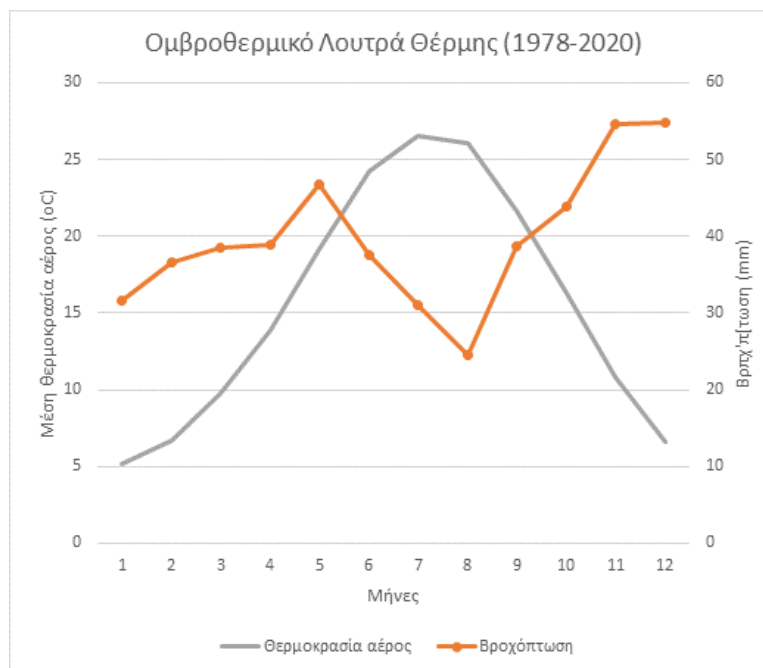
Οι κύριοι στόχοι της παρούσας έρευνας είναι:

- πορεία εξέλιξης φυτειών φελλοφόρου δρυός και η σύγκριση μεταξύ δύο χειρισμών και τριών υποειδών (φαινοτύπων), 18 έτη μετά την φύτευση.
- σύγκριση των κύριων αυξητικών παραμέτρων (διάμετρος, ύψος, παραγωγή ξύλου και φελλού).
- συσχέτιση του ετήσιου ύψους βροχής και της ετήσιας αύξησης ανάμεσα στα τρία υποείδη, με τη δοκιμή τριών μοντέλων παλινδρόμησης.
- εύρεση κρίσιμων οικολογικών παραμέτρων που επηρεάζουν την πορεία εξέλιξης και την παραγωγή φλοιού και ξύλου.

Υλικά και μέθοδοι

Περιγραφή της περιοχής έρευνας

Η παρούσα έρευνα έγινε στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών, που βρίσκεται στα Λουτρά Θέρμης (20Κm ανατολικά της πόλης της Θεσσαλονίκης). Ο μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται πλησίον των πειραματικών επιφανειών (σε απόσταση 50 m), γεωγραφικό μήκος 40°30'27'', γεωγραφικό πλάτος 23°04'58'', υψόμετρο 10m. Από το ομβροθερμικό διάγραμμα περιόδου 1978-2004 (εικόνα 1) προκύπτει ότι το κλίμα είναι Μεσογειακό, με σχετικά χαμηλή μέση ετήσια βροχόπτωση (437mm), και η ξηροθερμική περίοδος (4,5 μήνες) αρχίζει τον Μάιο και τελειώνει στο τέλος Σεπτεμβρίου. Η ξηρότερη χρονιά ήταν το 1993 (ετήσιο ύψος βροχής 222mm).



Σχήμα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα του μετεωρολογικού σταθμού του Ι.Δ.Ε., περίοδο 1978-2020.
Figure 1. Umbrothermic diagram of the meteorological station of I.D.E., period 1978-2020.

Το έδαφος είναι αλλουβιακό και προήλθε από την ολόκαινη τεταρτογενή περίοδο. Συμπεριλαμβάνεται στον ομάδα των σκούρων αλλουβιακών σιδηρο-πυριτικών με βαθιές και εύφορες αποθέσεις (100cm έως 120cm), το pH είναι ουδέτερο έως ελαφρά βασικό (7,7 πλησίον της επιφάνειας έως 8,0 στα βαθύτερα στρώματα), και η μηχανική ανάλυση κυμαίνεται από αμμώδη έως αργιλώδη (Γώγος 1985).

Μέθοδοι έρευνας

Το 1992, δύο μόνιμες πειραματικές επιφάνειες εγκαταστάθηκαν στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ), έκτασης 7.150m² η πρώτη (50m x 143m) και 6.250m² η δεύτερη (50m x 125m). Τον Νοέμβριο φυτεύτηκαν 540 διετή φυτάρια φυλλοφόρου δρυός (288 στην πρώτη και 252 στην δεύτερη). Ο αυξητικός χώρος των φυταρίων είναι 25m² (5m x 5m). Τα φυτάρια προέκυψαν από σπόρους που φύτευαν στο ΙΔΕ και προήλθαν από ώριμα δένδρα (ηλικίας 25 έτη) της νότιας Βουλγαρίας (Πετρίτσι), που βρίσκεται 100 km βόρεια από το ΙΔΕ. Τα φυτάρια προήλθαν από δένδρα τριών υπο-ειδών (φαινοτύπων):

- 1) *Q. suber* ssp. *eusuber* A. Camus
- 2) *Q. suber* ssp. *occidentalis* (Gay) A. Vamus, subspecies
- 3) *Q. suber* ssp. *occidentalis* f. *heterocarpa* Globa-Mikhailenki

Η ονοματολογία των ειδών (υποειδών ή φαινοτύπων) ακολουθεί την Flora Europea (Tutin κ.α. 1968-1980).

Στην πρώτη επιφάνεια (plot 1) δεν έγινε κανένας χειρισμός των διετών δενδρυλλίων που φυτεύτηκαν, ενώ στη δεύτερη (plot 2) έγινε περιποίηση του επικόρυφου βλαστού των νεοφύτων με κλάδευση των πλαγίων βλαστών πριν από τη φύτευση. Τρία έτη μετά την φύτευση έγινε κλάδευση των χαμηλότερων κλαδιών (στο 1/3 του ύψους) και η κλάδευση επαναλήφθηκε κάθε δύο έτη (1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005) και η τελευταία έγινε το 2018. Το 2010 καταμετρήθηκαν τα κυριότερα αυξητικά χαρακτηριστικά όλων των δένδρων (στηθιαία διάμετρος, ύψος, κυκλική επιφάνεια, έμφλοιος όγκος του ξύλου). Επί πλέον, το 2006 εξήχθησαν 30 τρυπανίδια (10 ανά υποείδος) από τα καλύτερα δένδρα της πρώτης επιφάνειας (στο στηθιαίο ύψος), με την τρυπάνη του Pressler.

Οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με το πρόγραμμα SPSS. Για την ανάλυση των παραγόντων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ANOVA (επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$), ενώ για τη σύγκριση των μέσων όρων μεταξύ χειρισμών το Student's (t-test) και μεταξύ των φαινοτύπων το Tukey's test.

Αποτελέσματα

Τα κύρια αυξητικά χαρακτηριστικά (στηθαία διάμετρος, ύψος, κυκλική επιφάνεια και έμφλοιος όγκος του ξύλου) και οι στατιστικές διαφορές ανάμεσα στους χειρισμούς και φαινοτύπους, 18 έτη μετά την φύτευση, αναφέρονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Σύγκριση μέσων όρων (\pm s.e.) των κύριων ποσοτικών παραμέτρων (στηθαία διάμετρος, ύψος, κυκλική επιφάνεια, έμφλοιος όγκος ξύλου) μεταξύ χειρισμών και φαινοτύπων, 18 έτη μετά την φύτευση. Μέσοι όροι, που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στον εκθέτη ανάμεσα στους φαινοτύπους (^{a, b, c}) για τον ίδιο χειρισμό (Tukey's test, $P < 0.05$), και ανάμεσα στους χειρισμούς (^{d, e}) (t-test, $P < 0.05$) για τον ίδιο φαινότυπο, δε διαφέρουν σημαντικά.

Table 1. Comparison of means (\pm s.e.) Of the main quantitative parameters (parapet diameter, height, circular surface, wood volume) between manipulations and phenotypes, 18 years after planting. Mean values, followed by the same letter in the exponent between the phenotypes (a, b, c) for the same manipulation (Tukey's test, $P < 0.05$), and between the manipulations (d, e) (t-test, $P < 0.05$) for the same phenotype, do not differ significantly.

Χειρισμοί (και φαινότυποι)	Αριθμός δένδρων N	Στηθαία διάμετρος DBH (cm)	Ύψος H (cm)	Κυκλική επιφάνεια (ανά δένδρο) G _o (cm ²)	Έμφλοιος όγκος ξύλου (ανά δένδρο) V _o (m ³)	Κυκλική επιφάνεια (ανά εκτάριο) G _o (m ² ha ⁻¹)	Έμφλοιος όγκος ξύλου (ανά εκτάριο) V _o (m ³ ha ⁻¹)
Επιφάνεια 1 (Plot 1) (7.150m ²)							
<i>Q. suber</i> ssp. <i>eusuber</i>	122	6,31 ^{a e} (± 0.29)	323,08 ^{a e} (± 8.53)	36,47 ^{a e} (± 2.82)	0,059 ^{b e} (± 0.009)	1,46 ^{a e} (± 0.11)	23,60 ^{b e} (± 3.52)
<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i>	43	4,82 ^{b e} (± 0.38)	281,035 ^{b e} (± 12.00)	22,97 ^{b e} (± 3.01)	0,020 ^{a e} (± 0.005)	0,92 ^{b e} (± 0.12)	8,00 ^{a e} (± 2.00)
<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i> f. <i>heterocarpa</i>	73	6,18 ^{a e} (± 0.32)	336,31 ^{a e} (± 10.67)	36,14 ^{a e} (± 3.23)	0,061 ^{b e} (± 0.01)	1,45 ^{a e} (± 0.13)	24,4 ^{b e} (± 4.00)
Επιφάνεια 2 (Plot 2) (6.250m ²)							
<i>Q. suber</i> ssp. <i>eusuber</i>	46	5,35 ^{a d} (± 0.55)	265,60 ^{a d} (± 18.04)	33,33 ^{a d} (± 5.47)	0,016 ^{a d} (± 0.001)	1,33 ^{a e} (± 0.22)	6,40 ^{a d} (± 0.40)
<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i>	26	2,41 ^{b d} (± 0.36)	181,66 ^{b d} (± 13.06)	4,56 ^{b d} (± 2.28)	0,096 ^{b d} (± 0.001)	0,18 ^{b d} (± 0.09)	2,40 ^{b d} (± 0.40)
<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i> f. <i>heterocarpa</i>	51	3,11 ^{c d} (± 0.35)	219,47 ^{c d} (± 9.96)	12,48 ^{c d} (± 2.74)	0,010 ^{c d} (± 0.003)	0,50 ^{c d} (± 0.11)	4,00 ^{c d} (± 1.2)

Στον πρώτο χειρισμό (μη-κλάδευση πριν από την φύτευση), η μέση στηθαία διάμετρος (DBH) είναι μεγαλύτερη από τον δεύτερο, και για τους τρεις φαινοτύπους (plot1: 6,3cm, 4,8cm, 6,1cm για τους φαινοτύπους 1,2,3 αντίστοιχα, και plot2: 5,3cm, 2,4cm, 3,1cm για τους φαινοτύπους 1,2,3 αντίστοιχα). Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με το μέσο ύψος (H) (plot1: 323cm, 281cm, 336cm για τους φαινοτύπους 1,2,3 αντίστοιχα, και plot2: 265cm, 181cm, 219cm για τους φαινοτύπους 1,2,3 αντίστοιχα). Τα δενδρύλλια της δεύτερης επιφάνειας (κλάδευση πριν από την φύτευση) επηρεάστηκαν περισσότερο από τη μεγάλη ξηρασία του έτους 1993 (όπου το ετήσιο ύψος βροχής ήταν το χαμηλότερο της τελευταίας τριακονταετίας) σε σχέση με τα δενδρύλλια της πρώτης επιφάνειας (μη κλάδευση πριν από τη φύτευση), καθώς και από τις παγωνιές και ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες της χειμερινής περιόδου των ετών 2000 και 2001 (η χαμηλότερη θερμοκρασία ήταν -11° C).

Η συσχέτιση του ύψους βροχής και του ετήσιου πλάτους των τρυπανιδίων για τα έτη 1997 έως 2006 αναφέρεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Μέσο ύψος βροχής (\pm s.e.) (ετήσιο και ξηράς περιόδου) περιόδου 1997-2006 και οι μέσοι όροι (\pm s.e.) του πλάτους ετησίων δακτυλίων για την ίδια περίοδο. Μέσοι όροι που ακολουθούνται με το ίδιο γράμμα στον εκθέτη, ανάμεσα στους φαινοτύπους (για το ίδιο έτος), δεν διαφέρουν σημαντικά (Tukey's test, $P < 0.05$).

Table 2. Average rainfall (\pm s.e.) (Annual and dry season) period 1997-2006 and the average (\pm s.e.) Of the annual ring width for the same period. Mean averages followed by the same letter in the exhibitor, between the phenotypes (for the same year), do not differ significantly (Tukey's test, $P < 0.05$).

Έτος	Ετήσια βροχόπτωση (mm)	Βροχόπτωση ξηράς περιόδου (mm)	Μέσο πλάτος ετήσιας αύξησης (δακτυλίου) (mm)		
			<i>Q. suber</i> ssp. <i>euser</i>	<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i>	<i>Q. suber</i> ssp. <i>f. heterocarpha</i>
1997	322	73	2.98 ^a (\pm 0.11)	2.28 ^a (\pm 0.11)	3.33 ^a (\pm 0.57)
1998	454	32	3.42 ^a (\pm 0.20)	2.74 ^a (\pm 0.36)	4.41 ^b (\pm 0.98)
1999	513	126	3.72 ^a (\pm 0.31)	2.68 ^a (\pm 0.19)	3.90 ^a (\pm 0.45)
2000	257	49	3.3 ^a (\pm 0.16)	2.30 ^a (\pm 0.18)	3.57 ^a (\pm 0.85)
2001	291	14	2.98 ^a (\pm 0.15)	2.28 ^a (\pm 0.14)	3.00 ^a (\pm 0.46)
2002	730	319	5.32 ^a (\pm 0.54)	4.77 ^a (\pm 1.0)	5.87 ^a (\pm 0.63)
2003	784	73	5.73 ^a (\pm 0.30)	5.16 ^a (\pm 1.15)	6.47 ^a (\pm 0.86)
2004	544	191	2.97 ^a (\pm 0.20)	2.87 ^a (\pm 0.26)	3.70 ^a (\pm 0.59)
2005	482	218	2.95 ^a (\pm 0.23)	2.84 ^a (\pm 0.17)	3.12 ^a (\pm 0.25)
2006	520	231	3.05 ^a (\pm 0.24)	2.89 ^a (\pm 0.12)	3.35 ^a (\pm 0.24)

Το χαμηλότερο ετήσιο ύψος βροχής καταγράφηκε το 2000 (257mm το ετήσιο ύψος βροχής και 49mm της ξηράς περιόδου) και το 2001 (291mm το ετήσιο). Για όλα τα έτη τη περίοδο 1997-2006, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στο πλάτος των ετησίων δακτυλίων μεταξύ των τριών φαινοτύπων, εκτός για το έτος 1998, όπου παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των φαινοτύπων 2 και 3 (πλάτος ετησίων δακτυλίων 2,74mm και 4,41 mm για τους φαινότυπους 2 και 3 αντίστοιχα).

Τρία μοντέλα παλινδρόμησης δοκιμάστηκαν (γραμμικό, λογαριθμικό και δευτεροβάθμιο) δοκιμάστηκαν στην πρώτη επιφάνεια, για την εύρεση του βαθμού συσχέτισης του ύψους ετήσιας βροχόπτωσης και ετήσιας αύξησης των δακτυλίων. Οι εξισώσεις αυτές, καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης (R^2) απεικονίζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Βαθμός συσχέτισης ετήσιου ύψους βροχής και πλάτους ετησίων δακτυλίων, περίοδο 1997-2006, με την χρήση τριών μοντέλων (γραμμικό, λογαριθμικό, δευτεροβάθμιο).

Table 3. Degree of correlation of annual rainfall height and width of annual rings, period 1997-2006, using three models (linear, logarithmic, secondary).

Φαινότυπος	Εξίσωση	Correlation (R^2)	F		Coeff. α (alpha)	Coeff. β (beta)	Coeff. γ (gamma)
			F	Sign.			
<i>Q. suber</i> ssp. <i>euser</i>	Linear ($Y_1 = \alpha X_1 + \beta$)	0.65	15.03	0.05	1.3045	0.0048	-
	Logarithm ($Y_1 = \alpha \text{Log} X_1 + \beta$)	0.50	7.96	0.022	8.3924	1.9620	-
	Quadratic ($Y_1 = \alpha X_1^2 + \beta X_1 + \gamma$)	0.92	42.43	0.000	5.5887	-0.0138	0.000018
<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i>	Linear ($Y_2 = \alpha X_2 + \beta$)	0.85	45.33	0.000	0.4143	0.0054	-
	Logarithm ($Y_2 = \alpha \text{Log} X_2 + \beta$)	0.71	19.95	0.002	-11.3060	2.3453	-
	Quadratic	0.99	248.10	0.000	3.4475	-0.0077	0.000013

$$(Y_2 = \alpha X_2^2 + \beta X_2 + \gamma)$$

<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i> <i>f. heterocarpa</i>	Linear ($Y_3 = \alpha X_3 + \beta$)	0.69	17.89	0.003	1.2957	0.0057	-
“	Logarithm ($Y_3 = \alpha \text{Log} X_3 + \beta$)	0.56	9.97	0.013	-10.5730	2.3874	-
“	Quadratic ($Y_3 = \alpha X_3^2 + \beta X_3 + \gamma$)	0.88	25.78	0.001	5.4275	-0.0122	0.000017

Το δευτεροβάθμιο μοντέλο (quadratic) παρουσίασε την ισχυρότερη συσχέτιση μεταξύ ετησίου ύψους βροχής και πλάτους ετησίων δακτυλίων και για τους τρεις φαινοτύπους, όπως:

$$Y = 5.5887 * X^2 - 0.0138X + 0.000018, (R^2 = 0.92) \text{ για τον φαινότυπο 1,}$$

$$Y = 3.4475 * X^2 - 0.0077X + 0.000013, (R^2 = 0.93) \text{ για τον φαινότυπο 2,}$$

$Y = 3.4475 * X^2 - 0.0122X + 0.000017, (R^2 = 0.88)$ για τον φαινότυπο 3, όπου $X =$ η ανεξάρτητη μεταβλητή (μέση ετήσια βροχόπτωση), και $Y =$ η εξαρτημένη μεταβλητή (πλάτος ετησίων δακτυλίων).

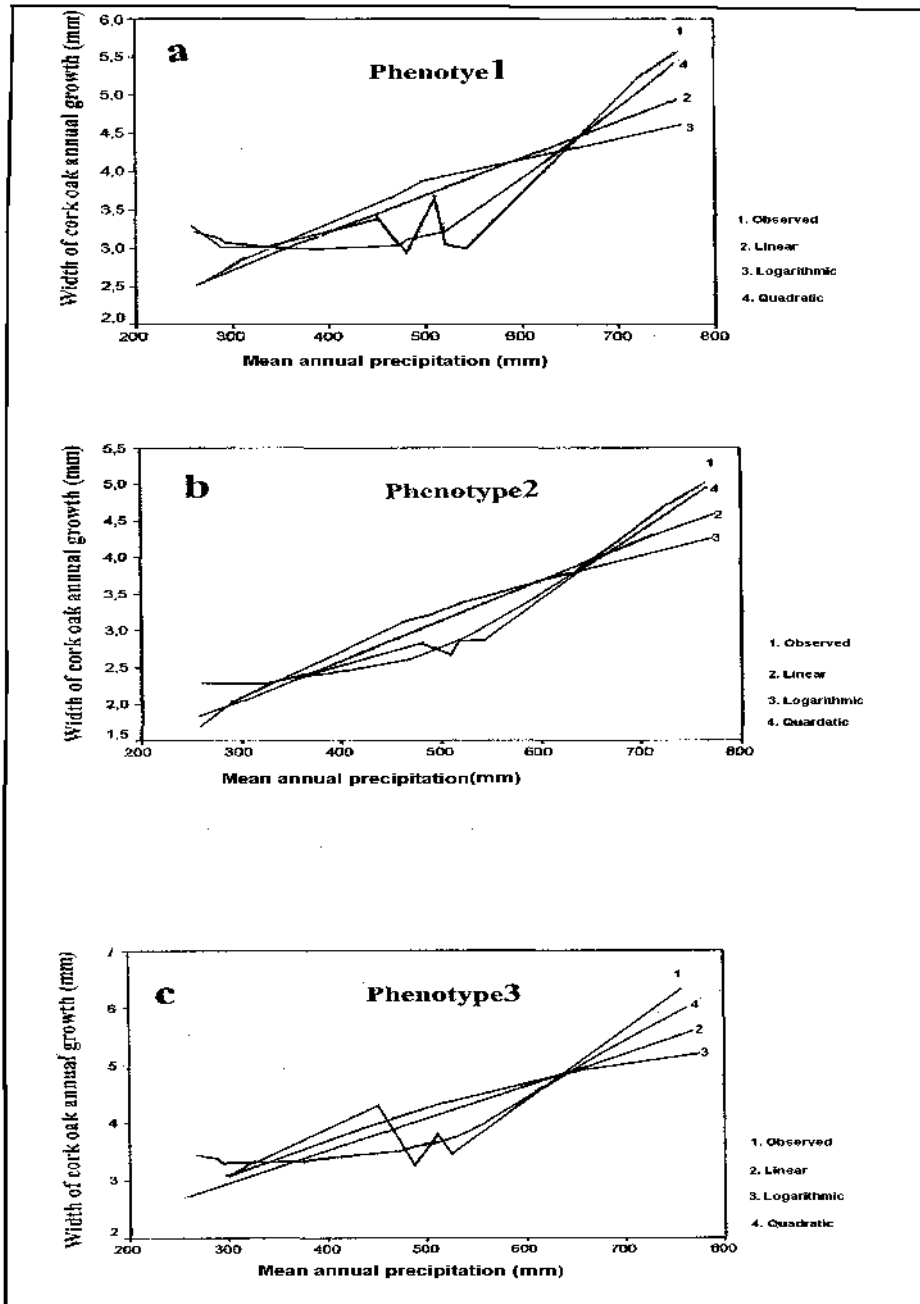
Η σύγκριση των μέσων όρων των κύριων ποσοτικών χαρακτηριστικών (πάχος φλοιού, ύψος των δένδρων, έμφλοιος όγκος) των 30 επιλεγμένων δένδρων, από όπου εξήχθησαν και τα ανάλογα τρυπανίδια της πρώτης επιφάνειας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Μέσοι όροι παραγωγής φλοιού και ξύλου της *Q. suber*, με την ανάλυση 30 (δέκα ανά φαινότυπο) τρυπανιδίων που εξήχθησαν (στο σθηθιαίο ύψος) από τα ψηλότερα δένδρα της πρώτης επιφάνειας, 14 έτη μετά την φύτευση. Μέσοι όροι (\pm s.e.) των τριών φαινοτύπων, που ακολουθούνται με το ίδιο γράμμα (εκθέτης) δεν διαφέρουν στατιστικά (Tukey's test, $P < 0.05$).
Table 4. Averages of bark and wood production of *Q. suber*, with the analysis of 30 (ten per phenotype) of drills that were extracted (at the height of the heel) from the tallest trees of the first surface, 14 years after planting. Mean (\pm s.e.) Of the three phenotypes, followed by the same letter (exponent) do not differ statistically (Tukey's test, $P < 0.05$).

Φαινότυπος	Αριθμός τρυπανιδίων	Πάχος φλοιού (cm)	Ύψος H (cm)	Έμφλοιος όγκος (δένδρου) V_b (m^3)	Έμφλοιος όγκος (ανά εκτάριο) V_b ($m^3 ha^{-1}$)
<i>Q. suber</i> ssp. <i>euser</i>	N				
	10	1.51 ^a (± 0.43)	445.0 ^a (± 33.0)	0.00081 ^a	0.054 ^a
<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i>	10	1.28 ^b (± 0.36)	355.0 ^b (± 47.6)	0.00058 ^b	0.038 ^b
<i>Q. suber</i> ssp. <i>occidentalis</i> <i>f. heterocarpa</i>	10	1.70 ^a (± 0.30)	438.2 ^a (± 56.3)	0.00096 ^a	0.063 ^a

Ο μέσος έμφλοιος όγκος στο εκτάριο ($m^3 ha^{-1}$) είναι πολύ χαμηλός, και για τους τρεις φαινοτύπους (0,054 – 0,035 – 0,063 αντίστοιχα), διότι τα δένδρα είναι νεαρά και δεν ποτίστηκαν.

Οι πραγματικές και θεωρητικές τιμές των τριών μοντέλων παλινδρόμησης (linear, logarithmic and quadratic) συσχέτισης ετήσιας βροχόπτωσης και πλάτους ετησίων δακτυλίων ανάμεσα στους φαινοτύπους, αναλύθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS (Σχήμα 2: a, b, c αντίστοιχα για τους τρεις φαινοτύπους).



Σχήμα 2. Σύγκριση τριών μοντέλων (linear, logarithmic and quadratic) συσχέτισης ετήσιας βροχόπτωσης (mm) και πλάτους ετησίων δακτυλίων της φελλοφόρου δρυός, με την χρήση του προγράμματος SPSS (10.0 for Windows). Τα τρία υπο-διαγράμματα (a,b,c) αντιπροσωπεύουν τους τρεις φαινοτύπους αντίστοιχα.

Figure 2. Comparison of three models (linear, logarithmic and quadratic) correlation of annual rainfall (mm) and annual ring width of cork oak, using SPSS program (10.0 for Windows). The three sub-diagrams (a, b, c) represent the three phenotypes respectively.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η επιβίωση των δενδρυλλίων της πρώτης επιφάνειας (μη κλάδευση των πλαγίων βλαστών πριν από τη φύτευση) ήταν πιο επιτυχής σε σχέση με τα δενδρύλλια της δεύτερης επιφάνειας (κλάδευση των πλαγίων βλαστών πριν από την φύτευση), διότι τα φυτά υπέστησαν καταπόνηση από την κλάδευση και κατά συνέπεια επηρεάστηκαν περισσότερο από την εκτεταμένη ξηρασία του 1993 (Σπανός κ. ά. 2005).

Ο φαινότυπος της *Q. suber* ssp. *eusuber* προσαρμόστηκε καλύτερα στις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες του Ι.Δ.Ε σε σχέση με τον φαινότυπο της *Q. suber* ssp. *occidentalis* (Spanos κ.α. 2012). Κάτι ανάλογο παρατηρήθηκε και σε ώριμα δένδρα (ηλικίας 25 έτη) σε αναδασώσεις της *Q. suber* στη νότια Βουλγαρία (Petritsi), πλησίον των Ελληνικών συνόρων (100 Km βόρεια από την περιοχή έρευνας), από όπου έγινε και η συλλογή των σπόρων και στη συνέχεια η εισαγωγή στην Ελλάδα (το 1990, από τον κ. Γεώργιο Γιακζίδη, Δασολόγο). Στην ίδια περιοχή (Petristi), όπου δοκιμάστηκαν οι τρεις ίδιοι φαινότυποι, αποδείχθηκε ότι ο πρώτος φαινότυπος (*Q. suber* ssp. *eusuber*) χαρακτηρίστηκε από καλύτερη προσαρμογή και μεγαλύτερη παραγωγή σε ξύλο και φλοιό σε σχέση με τον δεύτερο φαινότυπο (*Q. suber* ssp. *occidentalis*) φαινότυπο (Nikolon κ.α. 1987).

Το ύψος βροχής παίζει σπουδαίο ρόλο στην πορεία εξέλιξης και προσαρμογής της φελλοφόρου δρυός. Η ξηρασία του 1993 και οι παγωνιές των ετών 2001 και 2002 επηρέασαν αρνητικά την επιβίωση και εξέλιξη των δενδρυλλίων της *Q. suber*. Στην περιοχή έρευνας, η υψηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε τον Ιούλιο του 2000 (42.8°C) και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες τον Δεκέμβριο του 2001 (-11.2°C) και τον Ιανουάριο του 2002 (-11.0°C). Το έτος 1993, πολλά δενδρύλλια (και στους δύο χειρισμούς) νεκρώθηκαν, ένα έτος μετά την φύτευση, διότι επηρεάστηκαν από τις παγωνιές της πρώτης χειμερινής περιόδου (1992-1993). Ανάλογες νεκρώσεις δενδρυλλίων της φελλοδρυός που οφείλονται σε χαμηλές θερμοκρασίες (< -5°C) και στις παγωνιές, παρατηρήθηκαν και σε περιοχές της Βουλγαρίας, Πορτογαλίας και Ισπανίας (Pertov 1984, Nicolov κ.α. 1987, Oliveira κ.α. 1992, Montero και Canelas 1999, Caritat κ.α. 1996, Caritat κ.α. 2000).

Στην Ελλάδα, οι βροχοπτώσεις και η υγρασία (εδάφους και αέρα) είναι οι κύριοι κλιματικοί παράμετροι που επηρεάζουν την πορεία των δασοπονικών ειδών, διότι το διαθέσιμο νερό είναι χαμηλό και τα φυτά καταπονούνται ή νεκρώνονται από την έλλειψή του, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπως αποδείχθηκε από προηγούμενες έρευνες σε γειτονικές περιοχές με ανάλογες κλιματεδαφικές συνθήκες της περιοχής έρευνας (ΙΔΕ), όπως το Δάσος Πάρκο Θεσσαλονίκης (Tsitsoni κ.α. 2004, Ganatsas και Spanos 2005, Raftoyannis και Spanos 2005) και η Χαλκιδική (Tsitsoni 1990, Zagas κ.α. 2004, Spanos κ.α. 2005). Επίσης, σε μία άλλη γειτονική περιοχή του ΙΔΕ (όρος Λάναρι-Θέρμης, χιλιάδες φυτά θαλασσίας Πεύκης (*Pinus pinaster* var. *maritima*) που φυτεύτηκαν στη διάρκεια των ετών 1982-1985, νεκρώθηκαν το έτος 1993, από τη μακρόχρονη καλοκαιρινή ξηρασία (Σπανός 1997).

Τρία μοντέλα παλινδρόμησης (linear, logarithmic and quadratic) δοκιμάστηκαν για να συσχετισθεί το ετήσιο ύψος βροχής με το πλάτος των ετησίων δακτυλίων της φελλοφόρου δρυός. Το δευτεροβάθμιο μοντέλο έδειξε την καλύτερη συσχέτιση, και για τους τρεις φαινοτύπους ($R^2=0,92$ για τον φαινότυπο 1, $R^2=0,99$ για τον φαινότυπο 2, και $R^2=0,92$ για τον φαινότυπο 3). Όμως, η συσχέτιση του ύψους βροχής της ξηράς περιόδου και η ετήσια αύξηση ήταν πολύ χαμηλή για όλους τους φαινοτύπους ($R^2<0,15$), και αυτό αποδεικνύει ότι οι βροχές του καλοκαιριού δεν παίζουν ιδιαίτερο ρόλο στην αύξηση της φελλοφόρου δρυός. Στη νοτιο-ανατολική Πορτογαλία, η μέση ετήσια προσαύξηση διαμέτρου της *Q. suber* ήταν 0,95 cm, όμως η διακύμανση ήταν διαφορετική από δένδρο σε δένδρο. Χαμηλότερη ετήσια αύξηση συσχετιζόταν από παρατεταμένη ξηρασία και χαμηλή βροχόπτωση, στη διάρκεια των χειμερινών μηνών ιδιαίτερα (Costa κ.α. 2002). Κάτι ανάλογο έγινε και στην περιοχή έρευνας (ΙΔΕ), όπου παρατηρήθηκαν διαφορές στη διάμετρο και στο ύψος, μεταξύ των τριών φαινοτύπων. Σε αντίθεση, στην Βουλγαρία (Πετρίτσι) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στην διάμετρο και στο ύψος, ανάμεσα στους ίδιους τρεις φαινοτύπους της *Q. suber* (ssp. *eusuber*, ssp. *occidentalis*, f. *heterocarpa*). Για παράδειγμα, σε μία ώριμη συστάδα φελλοδρυός (30 έτη) η διάμετρος στο σθηθιαίο ύψος ήταν 20,5cm, 19,5cm, 19,5cm, και το ύψος 9,0m, 9,5m, 10,5m για τους τρεις φαινοτύπους αντίστοιχα (Nikolon κ.α. 1987). Προφανώς, οι κλιματικές συνθήκες (το ύψος βροχής και η υγρασία αέρα ιδιαίτερα) στη νότιο Βουλγαρία είναι ευνοϊκότερες, για την ανάπτυξη του είδους, σε σχέση με την Ελληνική περιοχή έρευνας (ΙΔΕ).

Η ετήσια αύξηση και παραγωγή ξύλου της φελλοφόρου δρυός συνδέεται με τις κλιματικές συνθήκες του σταθμού, ιδιαίτερα με την θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις (Caritat κ.α. 2000, Costa κ.α. 2002). Κατά συνέπεια, η ετήσια αύξηση και παραγωγή φελλού εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και το ύψος βροχής (Caritat κ.α. 1996). Σε σχέση με την παραγωγή ξύλου της *Q. suber*, λίγες αναφορές υπάρχουν και αυτό οφείλεται στη δυσκολία αναγνώρισης και ερμηνείας των ετήσιων δακτυλίων των τρυπανιδίων (Gourlay and Pereira, 1998; Costa κ.α. 2002). Στην Πορτογαλία, η ετήσια αύξηση του φελλού συνδέονταν άμεσα με την ετήσια αύξηση της διαμέτρου, η οποία κυμαίνονταν από 0.41 έως 1.44 cm (Costa κ.α. 2002). Τα αποτελέσματα στην περιοχή έρευνας έδειξαν ότι η αρχική παραγωγή φελλού άρχισε αργότερα (το 2017 όταν τα δένδρα έφθασαν στην ηλικία των 25 ετών), όταν η στηθιαία διάμετρος των δένδρων ξεπέρασε τα 20cm (Nikolon κ.α. 1987, Costa κ.α. 2002).

Ευχαριστίες

Πολλές ευχαριστίες στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Γενική Διεύθυνση Δασών) για την χρηματοδότηση της έρευνας αυτής, καθώς και στο τέως προσωπικό του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Γεώργιο Γιακζίδη, Ελένη Ξανθοπούλου, και Αναστάσιο Τακουρίδη, για την πολύτιμη βοήθειά τους στις εργασίες υπαίθρου και εργαστηριακές αναλύσεις. Ευχαριστίες, επίσης εκφράζονται στους τέως ερευνητές του ΙΔΕ Δρ Παναγιώτη Πλατή, Δρ Αλέξανδρο Τσιόντση και κ. Γεώργιο Χαλυβόλου για την συνεργασία και την πολύτιμη βοήθειά τους στα περάματα..

Abstract

In the present work, the survival, growth, wood and cork production between two treatments (non-pruned and pruned lateral shoots of 2 year-old nursery plants before planting) of three phenotypes of *Quercus suber* were studied in two experimental plots, established in 1992 at the Forest Research Institute.. Significant differences between the two treatments for the three subspecies for growth parameters (diameter, height, wood production) were identified 18 years after planting. Three regression models (linear, logarithmic and quadratic) were tested to correlate precipitation and growth of cork oak for the period 1997-2006. The quadratic model showed the highest correlation for all subspecies, and the best prediction of annual growth of tree in relation to annual precipitation. Extreme climatic conditions (in particular drought and frost) negatively affected the survival and growth of cork oak trees..

Βιβλιογραφία

- Banks, J.C.G, 1991. A review of the use of tree rings for the quantification of forest disturbances. *Dendrochronologia* 9: 51-70.
- Borges, A. Oliveira and M. Costa, 1997. A quantitative approach to cork oak forest management. *For. Ecol. Manag.* 97: 223-229.
- Briffa K.R., Bartholin, T.S., Eckstein, D., Jones, P.D., Karlén, W. Schweingruber, F.H. and Zetterberg, P., 1990. A 1,400-year tree-ring record of summer temperatures in Fennoscandia. *Nature* 346: 434-439.
- Caritat A., Molinas M, and Gutierrez, E. 1996. Annual cork-ring width variability of *Quercus suber* L. in relation to temperature and precipitation (Extremadura, southwestern Spain). *For. Ecol. Manag.* 86: 113-120.
- Caritat A., Gutierrez, E. and Molinas, M. 2000. Influence of weather on cork-ring width. *Tree Physiol.* 20: 893-900.
- Cook, E.R. and Kairiukstis, L.A., 1990. *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp 349.
- Costa A., Pereira, H. and Oliveira, A., 2002. Variability of radial growth in cork oak adult trees under cork production. *For. Ecol. Manag.* 175 :239-246.
- Gourlay, I.D. and Pereira, H., 1998. The effect of bark stripping on wood production in cork oak (*Quercus suber* L.) and problems of growth ring definition. In: Pereira H (Ed.), *Cork Oak and Cork.* Proceedings of the European Conference on Cork Oak and Cork, Centro de Estudos Florestais, Lisboa, pp. 99-104.
- Fritts, H.C., 1976. *Tree rings and climate.* Academic Press, London, New York, pp 567.
- Ganatsas P. and Spanos, I., 2005. Root system asymmetry of Mediterranean pines: an ecological adaptation to overcome summer drought". *Plant Soil* 278: 75-83.

- Glerk, P., 1986. Methods for evaluating the regional hydrologic impacts of global climatic changes. *Journal Hydrol.* 88:97-116.
- Γώγος Α., 1985. Χαρακτήρες του Εδάφους και η Χλώρωση Δενδρυλλίων Λεύκης στο φυτώριο του Ι.Δ.Ε. Θεσσαλονίκης στα Λουτρά Θέρμης. Δασική Έρευνα, Τόμος VI, παράρτημα 3: 5-33.
- Hampe, A. and Petit, R.J., 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecol. Lett.* 8: 461-467.
- Hughes, K.M., Kelly, M.P., Pilcher, R.J. and La Marche, C.V., 1980. *Climate from Tree Rings*. Cambridge University Press, New York, pp 223.
- Jimenez P., Agundes, D., Alia, R. and Gil, L., 1999. Genetic variation in central and marginal populations of *Quercus suber* L. *Silvae Gen.* 48:274-284.
- I.P.G.R.I. (International Plant Genetic Resources Institute) 2000-2005 The European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), http://www.ipgri.cgiar.org/networks/euforgen/Euf_Distribution_Map.asp (accessed date: 3Lul. 2005).
- Lesica P. and Allendorf, F.W., 1995. When peripheral populations are valuable for conservation, *Conserv. Biol.* 9:753-760.
- Montero, G. and Canellas, I., 1999. Manual de reforestación y cultivo de alcornoque (*Quercus suber* L.). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid, Spain, pp103.
- Morgan, R.A., 1975. The selection and sampling of timber from archaeological sites for identification and tree-ring analysis. *J. Archaeol. Sci.* 2: 221-230.
- Nikolov S., Bluskova, G. and Petrov, M. 1987. Studies on the Wood of Certain Forms of the Cork-Oak. *Forest Science* No2, Sofia.
- Oliveira G., Correira, O.A., Matrins-Loucao, A. and F.M. Catarino, 1992. Water relations of cork-oak (*Quercus suber*) under natural conditions, *Plant Ecol.* 99-100 : 199-208.
- Panetsos, K. 1980. Selection of new poplar clones under various spacing. *Silvae Genet.* 29:130-135.
- Pausas, J.G. (1997. Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire, *J. Veg Sci* 8:703-706.
- Pausas J.G., L. Pons and R. Vallejo, 2004. Cork oak Restoration : developing techniques to enhance establishment of a threatened ecosystem (Spain). *Ecol. Rest.* 22:289-290.
- Pausas J., Ribeiro, E., Dias, S. and Beseler, C. 2006. Regeneration of a marginal Cork oak (*Quercus suber*) forest in the eastern Iberian Peninsula. *J. Veg. Sci.* 17: 729-738.
- Pertov, M., 1984. On certain genetic aspects of introduction. *Forest Science*, No 5. Sofia.
- Raftoyannis, Y. and Spanos, I., 2005. Evaluation of log and branch barriers as post-fire rehabilitation treatments in a Mediterranean forest in Greece. *Int. J. Wildl. F.* 14: 183-188.
- Schweingruber, H.F., 1996. *Tree rings and Environment: Dendroecology*. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, pp 609.
- Spanos I., Platis P. and Meliadis I., 2012. Comparative study among experimental plantings and phenotypes of cork oak (*Quercus suber* L.), in northern Greece: 18 years later. *International Journal of Forests, Soil and Erosion*, 2:78-84.
- Σπανός, Ι., Πλατής, Π., Γιακζίδης, Γ., Σαμαρά, Θ., Χαβαλές, Ε. και Ξανθοπούλου, Ε., 2011. Παραγωγή φυταρίων από επιλεγμένα δένδρα πειραματικών φυτειών φελλοφόρου δρυός (*Quercus suber* L.). 15ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 16-19 Οκτ. 2011, Καρδίτσα (ηλεκτρονική δημοσίευση των πρακτικών: www.wfdt.teilar.gr).
- Σπανός, Ι., Γιακζίδης, Γ., Πλατής, Π. και Ξανθοπούλου, Ε., 2005. “Πορεία εξέλιξης πειραματικών φυτειών φελλοφόρου δρυός (*Quercus suber* L.) περιοχής ανατολικής Θεσσαλονίκης (Λουτρά Θέρμης-Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών): 13 έτη μετά τη φύτευση”. 12ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Δράμα, 2-5 Οκτ. 2005. Πρακτικά, Τόμ. II: 179-187
- Σπανός, Ι., Πλατής, Π., Γιακζίδης, Γ., Παπαχρήστου, Θ., 2011. Φελλοφόρος δρυς, ένα πολύτιμο δασοπονικό είδος με πολλαπλές χρήσεις. Περιοδικό του ΕΘΙΑΓΕ, Τεύχος 43, Ιαν.-Φεβ.-Μάρ., σελ.:18-20, Αθήνα.
- Σπανός, Ι., 1997. Επίδραση της ξηρασίας σε αναδασώσεις κωνοφόρων ειδών στο όρος Λάναρι-Θέρμης. *Επιστημονικά Γεωτεχνικά Θέματα*, 8: 70-77.
- Spanos, I, Koukos, P. and Spanos, K., 2001. Comparative investigation on wood production of eleven poplar clones in an experimental planting in N. Greece. *Holz als Roch-und Werkstoff*, 59:73-78.

Spanos I., Y. Raftoyannis, G. Goudelis, E. Xanthopoulou, Th. Samara and A. Tsiontsis, 2005. Postfire management activities and their effects on *Pinus halepensis* Mill. forests in N. Greece. *Plant Soil* 278:171-179.

Thomas CD, Cameron, A., Green, P.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., Ferreira de Siqueira, M., Grainger, A., Hannah, L. Hughes, L., Huntly, B., van Jaarsveld van, A.S., Mifgley, G.F., Miles, L., M. Ortega-Huerta, M., Peterson, A.T., Phillips, O.L. and Williams, S.E., 2004. Extinction risk from climate change, *Nature* 427:145-148.

Tsitsoni T., 1990. Conditions determining natural regeneration after wildfires in the *Pinus halepensis* (Miller, 1768) forests of Kassandra Peninsula (North Greece). *For. Ecol. Manag.* 92:199-298.

Tsitsoni T, Ganatsas, P., Zagas, P. and Tsakalidimi, M., 2004. Dynamics of postfire regeneration of *Pinus brutia* Ten. in an artificial forest ecosystem of northern Greece. *Plant Ecol.* 171:165-174.

Tutin TG, Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. and Webb, D.A. 1968-80. *Flora Europaea*, vol. 1, Cambridge University Press, Cambridge.

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

ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΥΛΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ

Γεωργάκης, Αριστείδης¹; Διαμαντοπούλου, Μαρία²; Τρίγκας, Μάριος³

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Δασικής Βιομετρίας, ΤΚ-54124, Θεσσαλονίκη, arisgeorg@for.auth.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Δασικής Βιομετρίας, ΤΚ-54124, Θεσσαλονίκη, mdiamant@for.auth.gr

³Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου and Σχεδιασμού, Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Μάρκετινγκ, Καινοτομίας και Επιχειρηματικότητας - Β. Γρίβα 11, 43100, Καρδίτσα, 24410-64721, mtrigkas@uth.gr

Περίληψη

Οι απογραφές των δασών επιτυγχάνονται με την εφαρμογή της δειγματοληψίας των φυσικών πόρων, όπου σε συνδυασμό με την εκτίμηση (αναγωγή) των ζητούμενων δασοβιομετρικών μεταβλητών, παρέχουν απαραίτητες πληροφορίες για την αειφόρο διαχείρισή τους. Η βασικότερη ποσοτική μεταβλητή που συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι ο ξυλώδης όγκος (ξυλαπόθεμα). Οι απογραφές των διαχειριζόμενων ελληνικών δασών, των οποίων την εποπτεία έχει η δασική υπηρεσία, παρατηρείται να αντιμετωπίζουν προβλήματα σχετικά με την ακρίβεια των εκτιμήσεων του ξυλαποθέματος. Για τον παραπάνω λόγο διενεργήθηκε έρευνα, με την χρήση ερωτηματολογίου, με σκοπό την καταγραφή τόσο της τρέχουσας μεθόδου λήψεως των δειγματοληπτικών/δοκιμαστικών επιφανειών (ΔΕ), όσο και της διαδικασίας εκτίμησης του ξυλαποθέματος σε επίπεδο δασικής συστάδας/(υπο)τμήματος.

Λέξεις κλειδιά: Ερωτηματολόγιο, αντικειμενική μέθοδος δειγματοληψίας, υποκειμενική μέθοδος δειγματοληψίας, αντιπροσωπευτικές ΔΕ, κόστος απογραφής δασών.

Εισαγωγή

Οι απογραφές των δασών αποτελούν βασική πηγή πληροφοριών για την αειφόρο διαχείρισή τους. Στηρίζονται στην εφαρμογή μεθόδων δειγματοληψίας (δειγματοληπτικό σχέδιο) και σε εκτιμήσεις. Οι απογραφές των δασών μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες: α) τις εθνικές απογραφές, οι οποίες παρέχουν πληροφορίες για ένα πλήθος ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών σε επίπεδο χώρας και περιφέρειας και β) στις τοπικές απογραφές των διαχειριζόμενων δασών. Οι τελευταίες παρέχουν ποσοτικές και ποιοτικές πληροφορίες σε επίπεδο συστάδας/(υπο)τμήματος (διαχειριστική μονάδα). Βασικές ποσοτικές δασοβιομετρικές μεταβλητές που ενδιαφέρουν είναι το ξυλαπόθεμα (ξυλώδης όγκος), η προσαύξηση, η κατανομή των κορμών (σε κλάσεις/βαθμίδες διαμέτρων) και η πυκνότητα κορμών (αριθμός κορμών ανά εκτάριο). Ακολούθως, βασικές ποιοτικές μεταβλητές είναι η εδαφοπονική μορφή (χαρακτήρας της έκτασης), η υγεία των συστάδων και η ύπαρξη αναγέννησης. Αρχικά γίνεται λήψη δειγματοληπτικών/δοκιμαστικών επιφανειών (ΔΕ) και μετά ακολουθεί η εκτίμηση/αναγωγή των σε κάθε δασοσυστάδα. Οι εκτιμήσεις των παραπάνω μεταβλητών γίνονται περιοδικά (συνήθως ανά δεκαετία) για κάθε διαχειριστική μονάδα προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες των διαχειριστικών σχεδίων.

Οι απογραφές των δασών επιτυγχάνονται με την εφαρμογή της θεωρίας της δειγματοληψίας η οποία περιλαμβάνει το δειγματοληπτικό σχέδιο, την ένταση ή ποσοστό δειγματοληψίας, το μέγεθος δείγματος, την επιλογή του μεγέθους και σχήματος των ΔΕ, την λήψη και την εκτίμηση του όγκου των ΔΕ (αξιοποιώντας μορφαρίθμους και μαζοπίνακες). Το δειγματοληπτικό σχέδιο έχει απώτερο στόχο την ποσοτική εκτίμηση (αναγωγή) εκείνων των ζητούμενων δασοβιομετρικών μεταβλητών, με βασικότερη τον ξυλώδη όγκο, οι οποίες θα παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για την αειφορική διαχείριση του συνόλου του δάσους αλλά και της μονάδας διαχείρισης που είναι η συστάδα/(υπο)τμήμα (Μάτης 2004α, Μάτης 2004β, Köhl κ.α. 2006, Kershaw Jr κ.α. 2016). Η εφαρμογή της δειγματοληψίας στους

φυσικούς πόρους παρέχει αρχικά στατιστικώς ακριβείς εκτιμήσεις στο σύνολο του πληθυσμού-δασοβιοκοινότητας, αλλά αντίστοιχα και σε υποσύνολο-συστάδες, με την προϋπόθεση να υπάρχει ανάλογο μέγεθος δείγματος ικανό να περιγράψει τον συγκεκριμένο τύπο δασοσυστάδος (Μάτης 2004β). Πρόσφατα, μεγάλη ερευνητική προσπάθεια επικεντρώνεται στις λεγόμενες "εκτιμήσεις μικρής έκτασης" (small area estimations, SAE) οι οποίες στοχεύουν στις εκτιμήσεις υποπληθυσμών (μικρές γεωγραφικές περιοχές/εκτάσεις) που αποτελούνται από μικρό (ή και μηδαμινό κάποιες φορές) μέγεθος δείγματος (Goerndt κ.α. 2011, Breidenbach και Astrup 2012, Rao και Molina 2015, Mauro κ.α. 2017, Breidenbach κ.α. 2018, Georgakis 2019, Georgakis και Stamatellos 2020). Οι "εκτιμήσεις μικρής έκτασης" χρησιμοποιούν εκτιμητές/μοντέλα, αξιοποιώντας διαφόρους τύπους βοηθητικής πληροφορίας (ιστορική, χωρική, τηλεπισκόπησης) η οποία συσχετίζεται με τις εκτιμώμενες μεταβλητές.

Η εφαρμογή των απογραφών των διαχειριζόμενων ελληνικών δασών, παρατηρείται να αντιμετωπίζει προβλήματα σχετικά με την πιστή εφαρμογή της επιστήμης της δασικής βιομετρίας και δειγματοληψίας. Από τη μια πλευρά, μία αιτία θα μπορούσε να είναι η εφαρμογή του οδηγού τεχνικών προδιαγραφών (Υπουργείο Γεωργίας 1953, Υπουργείο Γεωργίας 1965), το οποίο παρέχει ανοχή στην μέθοδο των απογραφών, καθιστώντας αυτές "υποκειμενικές" αρκετές φορές. Από την άλλη πλευρά, η δασική υπηρεσία η οποία εξαιτίας αρμοδιότητας καλείται να εποπτεύσει τις δασικές απογραφές και να διαχειριστεί τα δασικά οικοσυστήματα, είναι αντιμέτωπη με πολυποίκιλα προβλήματα και προκλήσεις, όπως για παράδειγμα την υποστελέχωση του προσωπικού, την κατάρτιση των δασικών χαρτών, την υλοποίηση του δασικού κτηματολογίου, κλπ. Τα παραπάνω ζητήματα, σε συνδυασμό με την έλλειψη επαρκούς χρηματοδότησης, τα οποία θέματα διαπιστώνεται ότι είναι διαχρονικά (Παπαδόπουλος κ.α. 1998), οδηγούν πολλές φορές σε ποιοτική υποβάθμιση των διαχειριστικών σχεδίων (μελετών) και δασικών απογραφών, δημιουργώντας ενδεχομένως προβλήματα στην αειφορική διαχείριση των δασών.

Στη παρούσα έρευνα καταβάλλεται προσπάθεια να εκμαιευθεί και να αποτυπωθεί η πολύτιμη δασική εμπειρία και πρακτική των διαχειριστών/απογραφών που αφορά τις δασικές απογραφές των διαχειριζόμενων ελληνικών δασών. Ως κατάλληλο εργαλείο γι' αυτού του είδους την έρευνα χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο, μέσω του οποίου δόθηκε ο "λόγος" στους ειδικούς της πράξης: δασικούς υπαλλήλους και στους ελεύθερους επαγγελματίες δασολόγους που διενεργούν τις εν λόγω απογραφές, προκειμένου να καταθέσουν τη σχετική εμπειρία τους. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αποσκοπεί να καταγράψει την υφιστάμενη μέθοδο εργασίας των διαχειριστών/απογραφών, επισημαίνοντας σχετικά προβλήματα που αντιμετωπίζονται στη δασική πράξη στο πεδίο. Μέσω του ερωτηματολογίου γίνεται καταγραφή της υφιστάμενης μεθόδου δειγματοληψίας και συλλογής ογκομετρικών στοιχείων των ΔΕ και επισημαίνεται ο τρόπος εκτίμησης/αναγωγής του ξυλώδους όγκου σε επίπεδο δασικής συστάδας για τα κανονικώς διαχειριζόμενα δάση. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι αφενός μεν αυτή να αποτελέσει έναυσμα για βελτίωση του τρόπου συλλογής στοιχείων των ΔΕ, αφετέρου δε, να προτείνει την εφαρμογή αντικειμενικών (στατιστικά αποδεκτών) μεθόδων προκειμένου να βελτιωθεί η αποδεκτή ακρίβεια στις εκτιμήσεις του ξυλαποθέματος των δασικών συστάδων ικανοποιώντας τις ανάγκες της βέλτιστης διαχείρισης των δασών, μέσω αξιόπιστων διαχειριστικών σχεδίων.

Υλικά και Μέθοδοι

Προκειμένου να διαπιστωθεί η υφιστάμενη μέθοδος απογραφής των διαχειριζόμενων δασών από τους διαχειριστές/απογραφείς, επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο ως κατάλληλο και αποτελεσματικό εργαλείο έρευνας για την άμεση, εύκολη και γρήγορη άντληση των απαραίτητων πληροφοριών (Bradburn κ.α. 2004, Brancato 2006, Σιώμοκος και Μαύρος 2008). Ο πληθυσμός της παρούσας έρευνας αφορά το σύνολο των δασικών υπηρεσιών αλλά και των ελεύθερων επαγγελματιών δασολόγων οι οποίοι αμφότεροι δραστηριοποιούνται στη λήψη ΔΕ με σκοπό την εκτίμηση του ξυλαποθέματος των ελληνικών δασών. Η προσέγγιση των ερωτηθέντων έγινε α) με διαδικτυακή αλληλογραφία (αποστολή email), β) με προσωπική επικοινωνία (δια ζώσης και τηλεφωνική) και γ) με την ανάρτηση/πρόκληση σε γνωστή ιστοσελίδα ενημέρωσης δασικών και περιβαλλοντικών θεμάτων (<https://dasarxeio.com>). Μετά από την πρώτη προσέγγιση ακολούθησε επιπλέον τηλεφωνική επικοινωνία με τις δασικές υπηρεσίες όπως και επανάληψη της αποστολής σε ελεύθερους επαγγελματίες με προτροπή συμπλήρωσης του. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε διαδικτυακά και ψηφιακά/ηλεκτρονικά μέσω της υπηρεσίας Google Forms της Google.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται συνολικά από 30 ερωτήσεις. Οι 29 πρώτες είναι κλειστού τύπου, όπως κλίμακας Likert (Likert 1932), πολλαπλής επιλογής, ναι/όχι, ενώ η τελευταία είναι ανοικτού τύπου προκειμένου να δοθεί άμεσα η δυνατότητα στον συμμετέχοντα να εκφράσει τις προσωπικές του απόψεις και προτάσεις. Κάποιες κλειστού τύπου ερωτήσεις δίνουν την δυνατότητα στον ερωτώμενο να κάνει τυχόν παρατηρήσεις ή διευκρινήσεις στο διερευνώμενο ερώτημα/ζήτημα. Οι κλειστές τύπου ερωτήσεις σχεδιάστηκαν κυρίως με γνώμονα την εξοικονόμηση χρόνου συμπλήρωσης από τον ερωτώμενο, μιας και συνοδεύονται από προεπιλεγμένες/προκαθορισμένες απαντήσεις. Επίσης, οι προκαθορισμένες απαντήσεις δεν απαιτούν την εκ των υστέρων κωδικοποίηση τους, όπως οι ανοικτές, και γι' αυτό η ανάλυση τους είναι πιο γρήγορη. Οι ερωτήσεις διαμορφώθηκαν μέσω της μελέτης και έρευνας του αντικειμένου της δασικής βιομετρίας και δειγματοληψίας, μετά από επικοινωνία με ειδικούς δασικούς υπαλλήλους απογραφείς, με μελετητές/απογραφείς συναδέλφους ελεύθερους επαγγελματίες, με ερευνητές, καθώς και από προσωπική εμπειρία του αντικειμένου από την οπτική του ελεύθερου επαγγελματία (πρώτος συγγραφέας).

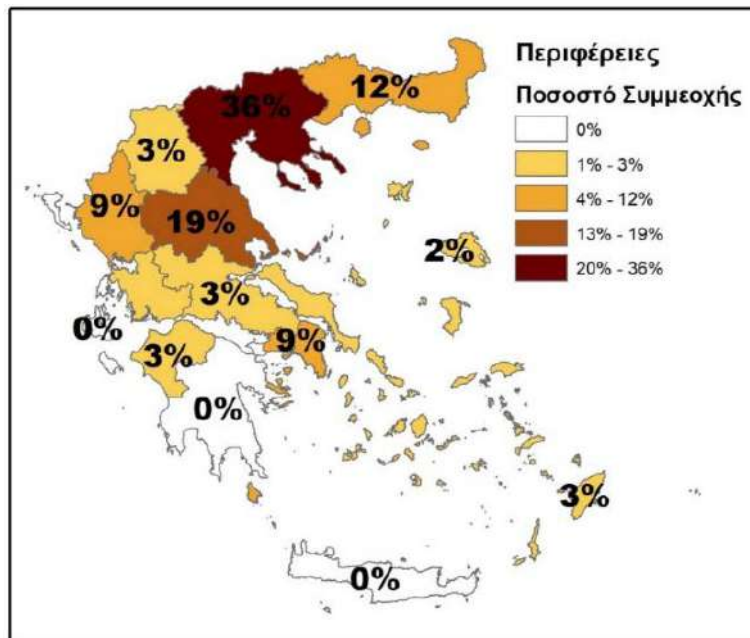
Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τρεις θεματικές ενότητες ερωτήσεων όπου περιλαμβάνει τον εντοπισμό του προβλήματος, την μέθοδο απογραφής - δειγματοληπτικό σχέδιο (απογραφή ΔΕ and όργανα, επιλογή θέσεων ΔΕ, ένταση (ποσοστό) δειγματοληψίας, αριθμός ΔΕ, μέγεθος ΔΕ) και την εκτίμηση όγκου συστάδας/(υπο)τιμήματος (μέθοδος εκτίμησης ξυλώδη όγκου, ακρίβεια/σφάλματα εκτιμήσεων). Ελέγχθηκε η εσωτερική εγκυρότητα του ερωτηματολογίου μέσω της διαπίστωσης τυχόν συστηματικών σφαλμάτων. Η εγκυρότητα του περιεχομένου του ελέγχθηκε από πέντε ειδικούς απογραφείς μέσω υπολογισμού του λόγου εγκυρότητας περιεχομένου. Επιπροσθέτως, έχει απαντηθεί από ειδικούς της πράξης από όλο τον πληθυσμό. Τέλος, έγινε έλεγχος αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου υλοποιώντας έλεγχο εσωτερικής συνοχής ανά ομάδα ερωτήσεων και συγκεντρωτικά χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία Cronbach's Alpha (Cronbach 1951, Tavakol και Dennick 2011). Συνολικά λήφθηκαν 61 απαντήσεις από τις οποίες μετά από λογικό έλεγχο του ερωτηματολογίου (Σιώμος και Μαύρος 2008) έγινε ολική διαγραφή τριών απαντήσεων. Στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 58 απαντήσεις, οι οποίες θα αποτελούν και τη μέγιστη συχνότητα απαντήσεων ανά ερώτημα. Η χρήση της κλίμακας Likert κάλυψε το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτήσεων για να διαπιστωθεί το "ποσοστό" συμφωνίας ή διαφωνίας με μια ερώτηση/δήλωση, παρέχοντας πέντε δυνατές επιλογές: 1. Καθόλου, 2. Λίγο, 3. Αρκετά (ή Μέτρια), 4. Πολύ και 5. Πάρα πολύ. Χρησιμοποιώντας αυτή τη κλίμακα δόθηκε η δυνατότητα να εκφράσουν οι ερωτώμενοι την άποψη για κάθε στοιχείο και να μη επιλέξουν, μέσω της πολλαπλής επιλογής, κάποια συγκεκριμένα στοιχεία/απαντήσεις. Ως βασικό μέτρο θέσης, χρησιμοποιήθηκε η επικρατούσα τιμή με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης της απάντησης/απαντήσεων. Η επικρατούσα (μέγιστη τιμή όταν υπάρχουν περισσότερες από μία) τιμή (απόλυτη και σχετική %) χρησιμοποιήθηκε ευρέως μιας και θεωρήθηκε ότι παρέχει μια πιο αντιληπτή και ουσιαστική γνώση έναντι του μέσου όρο ή της διαμέσου. Όταν η κατανομή των απαντήσεων τείνουν προς ακραίες τιμές των επιλογών, τότε εξάγονται χρησιμότερες και σαφέστερες πληροφορίες συγκριτικά με το αν οι αποκρίσεις τείνουν στον μέσο όρο. Επειδή οι ερωτηθέντες δεν απάντησαν σε όλες τις ερωτήσεις (διαφορετικός αριθμός συμμετοχής - απαντήσεων ανά ερώτηση) παρέχονται οι απόλυτες συχνότητες (n=58) για να δοθεί η πρόποσα βαρύτητα στις απαντήσεις, ενώ για την αμεσότερη αντίληψη των αποτελεσμάτων παρέχονται οι σχετικές συχνότητες (ποσοστό %) των απαντήσεων.

Οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων καταχωρηθήκαν αυτόματα, και σε κωδικοποιημένη μορφή (για τις κλειστού τύπου ερωτήσεις) σε υπολογιστικά φύλλα (Google Sheets). Η επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων έγινε μέσω των "πακέτων" IBM SPSS 2019 και Microsoft Office Excel 2019. Για την περιγραφή των απαντήσεων της κλίμακας Likert χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα R (R Core Team 2021) και η βιβλιοθήκη "likert" (Byyer κ.α. 2016) για την παραγωγή των αντίστοιχων γραφημάτων. Αναλύοντας το σχετικό γράφημα της κλίμακας Likert που προκύπτει, οι πέντε τιμές διαχωρίζονται από την μεσαία (τρίτη) η οποία δρα διαχωριστικά στις ακραίες "αριστερές" (1. Καθόλου, 2. Λίγο) και στις ακραίες "δεξιές" (4. Πολύ και 5. Πάρα πολύ) απαντήσεις. Η μεσαία τιμή φέρει την σχετική συχνότητα στις απαντήσεις, ενώ άλλες δύο τιμές συχνότητων παρέχονται εκατέρωθεν της μεσαίας επιλογής/απάντησης. Αν δεν θεωρηθεί η μεσαία τρίτη απόκριση ως ουδέτερη, τότε μπορεί να δοθεί αντίστοιχα θετική ή αρνητική βαρύτητα στην μεσαία απόκριση.

Αποτελέσματα

Έλεγχος ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο ελέγχθηκε από πέντε ειδικούς απογραφείς (N=5), με λόγο εγκυρότητας περιεχομένου: $(n_i - N/2)/(N/2)$, όπου n_i είναι ο αριθμός των ειδικών που χαρακτήρισε τις ερωτήσεις ως “απαραίτητες” ίσο με ένα, δεδομένου ότι όλες οι ερωτήσεις θεωρήθηκαν “απαραίτητες” από τους ειδικούς. Το ερωτηματολόγιο εμφανίζει υψηλή εξωτερική εγκυρότητα με αποτέλεσμα να παρέχει τη δυνατότητα γενίκευσης. Η περίοδος αποστολής, διάδοσης και λήψης του ερωτηματολογίου έγινε από τον Ιούνιο έως και Ιούλιο του 2020. Τα αποτελέσματα αφορούν την ανάλυση 58 απαντήσεων (n=58) από τους συμμετέχοντες, εκ των οποίων το 60% (n=35) ήταν δασολόγοι ελεύθεροι επαγγελματίες, το 33% (n=19) δασολόγοι/δασοπόνιοι σε δασική υπηρεσία και το 7% (n=4) δασολόγοι σε πανεπιστήμιο ή ερευνητικό φορέα. Από τις 13 περιφέρειες συμμετείχαν οι 10 (n=58), με σημαντική συνεισφορά της κεντρικής Μακεδονίας με 36% και της Θεσσαλίας με 19% (Σχήμα 1). Παρατηρείται στον χάρτη (Σχήμα 1) ότι οι απαντήσεις καλύπτουν σχεδόν το σύνολο της επικράτειας, ενώ διακρίνεται μεγαλύτερη συμμετοχή στην βόρεια Ελλάδα συγκριτικά με την νότια. Έτσι το πλήθος των απαντήσεων αν και δεν είναι αρκετά μεγάλο φαίνεται να είναι κατανεμημένο στο μεγαλύτερο μέρος της επικράτειας και επαρκές συγκριτικά με άλλες παρόμοιες έρευνες (Gutierrez Garzon κ.α. 2020).



Σχήμα 1. Ποσοστά συμμετοχής ανά περιφέρεια (έδρα εργασίας ερωτηθέντων)
Figure 1. Participation rates by region (respondents' place of work)

Ο έλεγχος αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου έγινε μέσω του ελέγχου εσωτερικής συνοχής ανά ομάδα ερωτήσεων και συγκεντρωτικά. Ο έλεγχος έδωσε τιμή της δοκιμασίας Cronbach's Alpha, $\alpha = 0,924$ γεγονός που μεταφράζεται ως “πολύ υψηλή” αξιοπιστία του ερωτηματολογίου. Όταν ο συντελεστής α υπολογίστηκε ανά ομάδα ερωτήσεων, έδωσε τιμή 0,877 και 0,886 (υψηλή αξιοπιστία) για τις ομάδες των “Γενικών Ερωτήσεων” και την “Μέθοδο Απογραφής - Δειγματοληπτικό Σχέδιο”, ενώ έδωσε χαμηλή αξιοπιστία για την ομάδα ερωτήσεων της “Εκτίμησης όγκου συστάδας/(υπο)τιμήματος”. Η ερμηνεία που θα μπορούσε να δοθεί είναι ότι υπάρχει μεγάλη ομοιογένεια και διαφαίνεται «τάση» για τις δύο πρώτες ομάδες, ενώ στην τρίτη ομάδα υπάρχει μεγάλη ανομοιογένεια απαντήσεων.

Εντοπισμός του προβλήματος

Σύμφωνα με τις απαντήσεις προτείνεται η βελτίωση των απογραφών από το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων. Στην ερώτηση “Θα προτεινάτε να γίνει σχετική βελτίωση της μεθόδου απογραφής (δειγματοληψίας, συλλογής δεδομένων υπαίθρου και εκτίμησης του ξυλαποθέματος);” το 97% αποκρίνεται αρκετά έως πάρα πολύ, ενώ το 67% πολύ και πάρα πολύ (n=58).

Στην ερώτηση “Ποια χαρακτηριστικά σας ενδιαφέρουν πιο πολύ να μετρηθούν/εκτιμηθούν ως βασικά στοιχεία/εργαλεία απογραφής κατά τη σύνταξη ενός διαχειριστικού σχεδίου;” παραθέτονται ιεραρχικά τα

ακόλουθα: 1. Ξυλώδης Όγκος (ξυλαπόθεμα), 2. Προσαύξηση (εξίσωση μέσης ετήσιας τρέχουσας προσαύξησης), 3. Αναγέννηση, 4. Κατανομή διαμέτρων (αριθμός δέντρων ανά βαθμίδα διαμέτρου), 5. Πυκνότητα συστάδας ή πυκνότητα κορμών (αριθμός κορμών/ha), 6. Δείκτες Βιοποικιλότητας (π.χ. δασοπονικών ειδών, βιοτόπων, γενετικού αποθέματος), 7. Χάρτες ποιότητας τόπου, 8. Στάδιο εξέλιξης της συστάδας, 9. Ηλικία, 10. Άλλες λειτουργίες (αισθητική, αναψυχή), 11. Συσταδικοί τύποι ή στρώματα (ομοιογενείς επιφάνειες), 12. Δημιουργία Τοπικού Μαζοπίνακα διπλής εισόδου, 13. Εκτίμηση δευτερευόντων προϊόντων (π.χ. ρητίνη, μανιτάρια, αρωματικά φυτά, κάστανα, μέλι), 14. Πίνακες παραγωγής (ομήλικο/πρεμοφυές δάσος), 15. Ποσοστό τεχνικού ξύλου, 16. Δημιουργία Τοπικού Μαζοπίνακα απλής/μονής εισόδου, 17. Καταγραφή νεκρών δέντρων (νεκρή βιομάζα). Μια χονδροειδής διάκριση θα ήταν ότι οι μεταβλητές 1-9 έχουν κύρια προτεραιότητα και ακολούθως οι 10-17. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι το ξυλαπόθεμα παραμένει ήσσονος σημασίας μεταβλητή προς εκτίμηση.

Σε σχετική ερώτηση με το *αν τα δεδομένα (στοιχεία υπαίθρου) που λαμβάνονται για την εκτίμηση του ξυλώδους όγκου ενός δασικού οικοσυστήματος είναι ικανοποιητικά*, το 41% θεωρεί ότι είναι λίγα και πολύ λίγα, ενώ το 59% ότι είναι αρκετά/ικανοποιητικά (n=58). Με βάση τις απαντήσεις, το σύνολο των στοιχείων υπαίθρου που λαμβάνονται θεωρούνται ότι είναι (οριακά) ικανοποιητικά.

Στην ερώτηση *"Πού προτείνετε να δοθεί μεγαλύτερη ερευνητική βαρύτητα; Στις εκτιμήσεις του ξυλαποθέματος σε επίπεδο συστάδας ή στις εκτιμήσεις του ξυλαποθέματος των ΔΕ;"* Το 84% αναφέρεται στις εκτιμήσεις του ξυλαποθέματος των δασοσυστάδων έναντι των εκτιμήσεων/μετρήσεων των ΔΕ (14%). Οι απαντήσεις εδώ, δείχνουν την προτεραιότητα στην ανάγκη ακριβών εκτιμήσεων του ξυλαποθέματος σε επίπεδο δασικής συστάδας και όχι των ΔΕ, αποτελώντας ισχυρή ένδειξη αναγνώρισης του προβλήματος των εκτιμήσεων (n=58).

Μέθοδος Απογραφής - Δειγματοληπτικό Σχέδιο

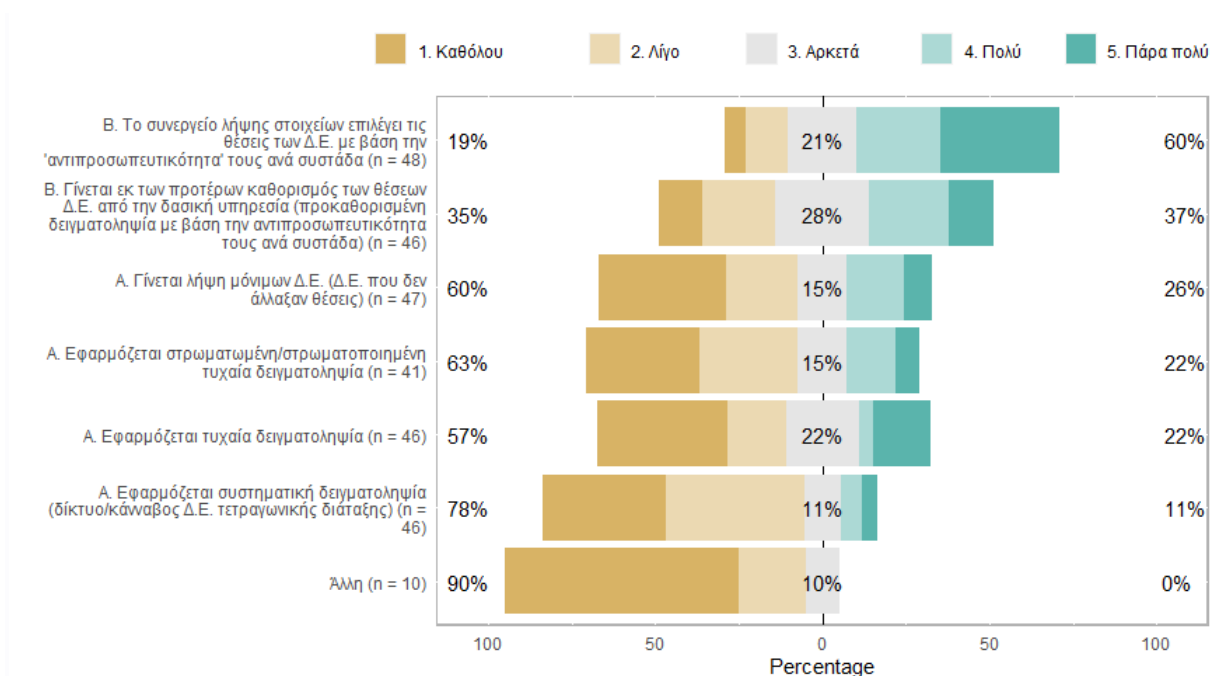
Στην ερώτηση *"Κρίνετε ως ακριβείς τις μετρήσεις/εκτιμήσεις των ΔΕ χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο πρωτόκολλο συλλογής στοιχείων;"* δεν έχουμε ουσιαστικά αρνητικές ενδείξεις μιας και το 6% απάντησε ότι τις θεωρεί "Καθόλου" και "Λίγο" ακριβείς, ενώ αντιθέτως το μέγιστο των συχνοτήτων (94%) αποκρίνεται ότι είναι "Αρκετά" έως και "Πάρα πολύ" ακριβείς οι μετρήσεις των ΔΕ (n=58). Δηλαδή, σύμφωνα με τις απαντήσεις, δεν φαίνεται να υπάρχει αναγκαιότητα περαιτέρω βελτιώσεων στην εκτίμηση του ξυλαποθέματος των ΔΕ. Επιπλέον διαπιστώνεται έμμεσα, ότι μεγαλύτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί σε επίπεδο διαχειριστικής μονάδας (βλέπε προηγούμενη ερώτηση).

Στην ερώτηση *"Ποια/ποιες από τις παρακάτω μεθόδους δειγματοληψίας εφαρμόζει η δασική υπηρεσία για τη λήψη ογκομετρικών στοιχείων στα κανονικώς διαχειριζόμενα δάση;"* διακρίνεται με σημαντική διαφορά η εφαρμογή μιας υποκειμενικής μεθόδου (Σχήμα 2), όπου το συνεργείο λήψης στοιχείων υπαίθρου επιλέγει τις θέσεις των ΔΕ με κριτήριο την "αντιπροσωπευτικότητα". Ακολουθεί μια δεύτερη ιδιότυπη μορφή λήψης ΔΕ (κατηγορία Β) που εισήχθη πρόσφατα, κατά την οποία γίνεται εκ των προτέρων καθορισμός των θέσεων των ΔΕ από την δασική υπηρεσία. Μια λογική πρακτική εξήγηση αυτής της εφαρμογής είναι ότι η δασική υπηρεσία λαμβάνει απόφαση των θέσεων των ΔΕ με γνώμονα την γνώση του δάσους, ενώ η υλοποίηση γίνεται με τη χρήση των συστημάτων εντοπισμού θέσης (GPS and GLONASS). Με αυτό τον τρόπο καθοδηγείται ο απογραφέας, και επιπλέον δίνεται η δυνατότητα να γίνει έλεγχος της λήψης των στοιχείων υπαίθρου, εκ των υστέρων. Όπως εξάγεται από τις απαντήσεις στην ερώτηση, επικρατεί στην πράξη, η εφαρμογή κάποιας υποκειμενικής μεθόδου λήψης ΔΕ και ακολουθεί μια αντικειμενική (στατιστικώς αποδεκτή). Μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε την δειγματοληψία σε δύο γενικές μορφές: την *"αντικειμενική"* (στατιστικώς αποδεκτή, κατηγορία Α) όπως αυτή θεραπεύεται από την επιστήμη της δασικής βιομετρίας και δειγματοληψίας και την *"υποκειμενική"* (κατηγορία Β) μέθοδο όπως μακροχρόνια εφαρμόζεται μέσω της πρακτικής εμπειρίας (παρεκκλίνοντας από τις αυστηρές αρχές της επιστήμης). Στις απαντήσεις της ερώτησης (Σχήμα 2), φαίνεται ότι όταν υπάρχει η δυνατότητα της προσωπικής επιλογής των ερωτηθέντων, τότε οι αντικειμενικές μέθοδοι λήψης ΔΕ προτιμώνται περισσότερο από τις υποκειμενικές. Ενώ στην πράξη εφαρμόζονται οι δύο "υποκειμενικές" μέθοδοι (κατηγορία Β), σε ενδεχόμενο προσωπικής επιλογής φαίνεται ότι η "αντικειμενική" μέθοδος να αναγνωρίζεται ως ορθότερη. Από τους συμμετέχοντες (n=38) που εκφράσαν τις προσωπικές τους επιλογές, το 54% "επιλέγει" συνολικά τις "αντικειμενικές" μεθόδους, ενώ το 46% την "υποκειμενικές". Επισημαίνεται όμως ότι παραμένει πρώτη στην επιλογή τους η "υποκειμενική" μέθοδος η οποία στηρίζεται στην "αντιπροσωπευτικότητα" των ΔΕ. Σε ακόλουθη

ερώτηση προκύπτει από τις απαντήσεις ότι η τηλεπισκόπηση έχει επηρεάσει προς την επιλογή "υποκειμενικής" μεθόδου δειγματοληψίας, λόγω του προκαθορισμού των θέσεων των ΔΕ. Πέρα από τις προαναφερόμενες δεν εφαρμόζεται ουσιαστικά άλλου είδους δειγματοληψία.

Το σχήμα των ΔΕ που εφαρμόζεται είναι κυρίως ορθογώνιου και κυκλικού σχήματος, προτιμάται όμως το κυκλικό. Στην ερώτηση "Ποιο είναι το σχήμα/τα της ΔΕ που λαμβάνετε;" οι απογραφείς εφαρμόζουν αναλογικά εξίσου το κυκλικό και ορθογώνιο σχήμα, ενώ στην ερώτηση ποιο σχήμα θα επιλέγατε (επιθυμείτε) (n=42) προτιμάται η κυκλική ΔΕ (52%) έναντι των άλλων δύο. Η επιλογή της κυκλικής ΔΕ έναντι της ορθογωνίας και τετράγωνης είναι σαφής και αυτό σχετίζεται κυρίως άμεσα με την ταχύτητα οριοθέτησης της ΔΕ, αλλά και στο ότι δεν χρειάζεται σχετικός προσανατολισμός της ΔΕ. Σύγχρονα όργανα όπως ηλεκτρονικά αποστασιόμετρα αλλά και όργανα τύπου "Vertex" (υψόμετρο και αποστασιόμετρο), συμβάλουν στην ταχεία οριοθέτηση των ΔΕ.

Στην ερώτηση "Χρησιμοποιείτε το ρελασκόπιο του Bitterlich για τη λήψη ΔΕ;" το 52% (n=58) ανέφερε "Καθόλου" και το 12% "Λίγο" (σύνολο των απαντήσεων καθόλου και λίγο: 64%). Δεδομένου του γεγονότος ότι το ρελασκόπιο του Bitterlich είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο εκτίμησης της κυκλικής επιφάνειας και του ξυλαποθέματος, εξαιτίας της ταχύτητας λήψης των ΔΕ και της ακρίβειας των μετρήσεων, το αποτέλεσμα των απαντήσεων εδώ προβληματίζει. Παρόλα αυτά, οι ερωτηθέντες παραδέχονται ότι το ρελασκόπιο στην Ελλάδα χρησιμοποιείται για την λήψη του δοκιμαστικού κορμού (λήψη υψομορφαρίθμων/μορφαρίθμων) της ΔΕ.



Σχήμα 2. Εφαρμογή δειγματοληψίας στη δασική πράξη
Figure 2. Sampling in forest practice

Σχετικά με τους απογραφείς που λαμβάνουν ΔΕ με ρελασκόπιο (n=28), στην ερώτηση "Αντί του ενός στρέμματος ΔΕ (σταθερής έκτασης) λαμβάνετε αντίστοιχα ένα σημείο Bitterlich;" το 61% απάντησε "όχι" ενώ το 39% "ναι". Το αποτέλεσμα αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι απογραφείς θεωρούν ότι απαιτείται μεγαλύτερο πλήθος ΔΕ Bitterlich έτσι ώστε να αντισταθμιστεί ο ίδιος αριθμός επιφανειών σταθερής έκτασης ΔΕ ενός στρέμματος. Επίσης, οι ίδιοι απογραφείς, στην ερώτηση "Μετά την ρελασκόπηση των δέντρων ακολουθεί παχυμέτρηση των συγκαταλεχθέντων δέντρων με σκοπό την εκτίμηση;" το 89% απάντησε "ναι" ενώ το 11% "όχι". Η παραπάνω τακτική εφαρμόζεται πιθανών για τη λήψη επιπρόσθετων μεταβλητών όπως η κατανομή των κορμών σε κλάσεις/βαθμίδες διαμέτρων.

Στην ερώτηση "Πριν τη λήψη των ΔΕ χρησιμοποιείτε δεδομένα τηλεπισκόπησης (αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες) κάνοντας φωτοερμηνεία για την επιλογή της θέσης;" το 89% απαντάει "ναι" ενώ το 11% "όχι" (n=57). Από το αποτέλεσμα των απαντήσεων διαπιστώνουμε την σημαντική συμβολή των δεδομένων της τηλεπισκόπησης στον εντοπισμό των ΔΕ. Επίσης, οι απαντήσεις οδηγούν σε μια "υποκειμενική" μέθοδο εκτίμησης μιας και η θέση φαίνεται να προαποφασίζεται. Είναι γεγονός ότι οι

αεροφωτογραφίες και οι δορυφορικές εικόνες συμβάλλουν ουσιαστικά στην πληρέστερη περιγραφή του χώρου, και στην επιβεβαίωση του δασοπονικού χάρτη. Όμως αυτή η γνώση πρέπει να χρησιμοποιείται με σύνεση γιατί, σε ενδεχόμενη εφαρμογή της συστηματικής δειγματοληψίας, θα μπορούσε να οδηγήσει σε μεροληπτική τοποθέτηση του καννάβου, με αποτέλεσμα την εισαγωγή μεροληψίας στην συλλογή στοιχείων.

Στην ερώτηση "*Καταγράφετε τις συντεταγμένες των θέσεων των ΔΕ (σε πρόσφατες μετρήσεις σας);*," το 81% (μέγιστη σχετική συχνότητα αποκρίσεων) αναφέρει ότι (σχεδόν) πάντοτε [86-100%] καταγράφουν τις θέσεις των ΔΕ (n=58). Από τις απαντήσεις εξάγεται ότι καταγράφονται οι θέσεις των ΔΕ με γεωγραφικές συντεταγμένες. Αυτή η καταγραφή της θέσης μπορεί να αξιοποιηθεί μελλοντικά στις εκτιμήσεις χρησιμοποιώντας μοντέλα/εξισώσεις και αξιοποιώντας καλής ποιότητας βοηθητική πληροφορία (π.χ. δεδομένα τηλεπισκόπησης) η οποία συσχετίζεται ικανοποιητικά με τις ανεξάρτητες μεταβλητές των ΔΕ. Αυτό το υψηλό ποσοστό καταγραφής των *συντεταγμένων των θέσεων των ΔΕ* μπορεί να αποδοθεί: α) είτε στο ότι η θέση έχει ήδη προσδιοριστεί εκ των προτέρων, β) είτε γιατί είναι ζητούμενο από την δασική υπηρεσία (ενδεχόμενο ελέγχου), ή γ) είτε γιατί η αναφορά της γεωγραφικής θέσης της ΔΕ, αποτελεί απαραίτητη/πληρέστερη πληροφορία στην συλλογή στοιχείων πεδίου (ενημερωμένος δασοπονικός χάρτης).

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν σε επόμενη ερώτηση σχετικά με την διαχείριση θεμάτων που προκύπτουν κατά την δειγματοληψία, διαπιστώθηκε ότι δεν δίνεται πιθανότητα επιλογής σε εκτάσεις που δεν είναι αμιγώς δασικές, συμπεριλαμβανομένων και των μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων. Δηλαδή, όταν διεξάγεται συστηματική δειγματοληψία και οι θέσεις δειγματοληψίας των ΔΕ συγκεκριμενοποιούνται α) είτε σε δρόμους, β) είτε σε ρέματα, ή γ) σε μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις, δηλώθηκαν διαφορετικές ενέργειες από τους απογραφείς. Συγκεκριμένα, το 72% αυτών (n=53) αναφέρει ότι για τις παραπάνω περιπτώσεις θα λάμβανε νέες θέσεις με αντίστοιχη καταγραφή των νέων συντεταγμένων. Το 11% θα απέρριπτε πλήρως τα δειγματοληπτικά κέντρα σε μια από τις παραπάνω τρεις περιπτώσεις. Το 11% θα επέλεγε καινούργιες θέσεις αλλά χωρίς να καταγράψει τις συντεταγμένες, ενώ το υπόλοιπο 6% δεν θα ενεργούσε με κανέναν από τους προηγούμενους τρόπους. Από τις παραπάνω ενέργειες διαπιστώνεται ότι οι ΔΕ λαμβάνονται μόνο σε αμιγώς δασικές εκτάσεις. Δηλαδή, υπάρχει αυστηρή στρωμάτωση του δάσους (ανά συστάδα) σε δασική και μη έκταση, χωρίς να δίνεται καθόλου πιθανότητα επιλογής στην περίπτωση που η εδαφοπονική μορφή δεν θεωρείται δάσος (ακόμη και στις μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις).

Στην γενική ερώτηση "*Ποιο είναι το σύνθημα μέγεθος των ΔΕ που λαμβάνεται;*" η συντριπτική πλειοψηφία του 81% (Πολύ και Πάρα πολύ) επιλέγουν το 1 στρέμμα (n=52). Όπως προκύπτει, το συνηθέστερο μέγεθος των ΔΕ είναι του ενός στρέμματος. Επίσης μικρό ποσοστό απογραφέων χρησιμοποιεί άλλα μεγέθη όπως ΔΕ των 0,5 ή 1,5 ή 2 στρεμμάτων ή συνδυασμό των προηγούμενων.

Σε ανομήλικα δάση οξιάς/ελάτης λαμβάνονται τρεις ΔΕ (μέγιστη συχνότητα), ενώ σε ομήλικα/πρεμνοφυή δάση δρυός, οξιάς, καστανιάς λαμβάνονται δύο ΔΕ. Στην ερώτηση "*Πόσες ΔΕ λαμβάνετε συνήθως για την αντιπροσώπευση της μέσης κατάστασης μιας συστάδας στους διαφορετικούς τύπους των ελληνικών δασών (Πλήθος ΔΕ/συστάδα);*" διακρίνεται η μεγαλύτερη ένταση δειγματοληψίας στις ανομήλικες συστάδες οξιάς και ελάτης συγκριτικά με τα πρεμνοφυή/ομήλικα μεγάλης διαμέτρου και έπειτα τα μικρότερης. Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι στα ανομήλικα δάση οξιάς – ελάτης, τα οποία έχουν σαφώς μεγαλύτερη ετερογένεια ξυλαποθέματος, λαμβάνονται σύμφωνα με το 41%, των απαντήσεων από σύνολο n=54 τρεις ΔΕ, έναντι των δυο ΔΕ που λαμβάνονται τους άλλους δυο τύπους δασών (47%, n=53). Στην συγκεκριμένη ερώτηση είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι η ένταση της δειγματοληψίας εξαρτάται άμεσα από το εμβαδό της συστάδας.

Σε επόμενη ερώτηση στην οποία ζητήθηκε να οριστεί το ποσοστό (ένταση) δειγματοληψίας (%) καθώς και το αντίστοιχο μέγεθος των ΔΕ για τους παραπάνω τύπους δασών, δεν παρατηρήθηκε να υπάρχει συγκεκριμένη απάντηση, γιατί δεν δίνεται διαφορετική βαρύτητα στους διαφορετικούς τύπους δασών. Μικρό ποσοστό απογραφέων προτείνει την αύξηση του μεγέθους του δείγματος, με διατήρηση των ΔΕ του ενός στρέμματος.

Στην ερώτηση "*Θα βελτιωθεί η ακρίβεια των μετρήσεων αν οι ΔΕ του 1 στρ. γινόταν 0,5 στρ. αλλά λαμβάνοντας διπλάσιες σε αριθμό ΔΕ;*" το 64% απάντησε θετικά ενώ το υπόλοιπο 36% απάντησε αρνητικά (n=53). Από τις τοποθετήσεις των ερωτηθέντων, φαίνεται ότι ο διπλασιασμός των ΔΕ με υποδιπλασιασμό του μεγέθους της ΔΕ, αν και θεωρείται από την πλειοψηφία ότι θα επιφέρει βελτίωση ακρίβειας στις εκτιμήσεις, στην πραγματικότητα βρίσκει εμπόδιο το υψηλό κόστος προσέγγισης της ΔΕ

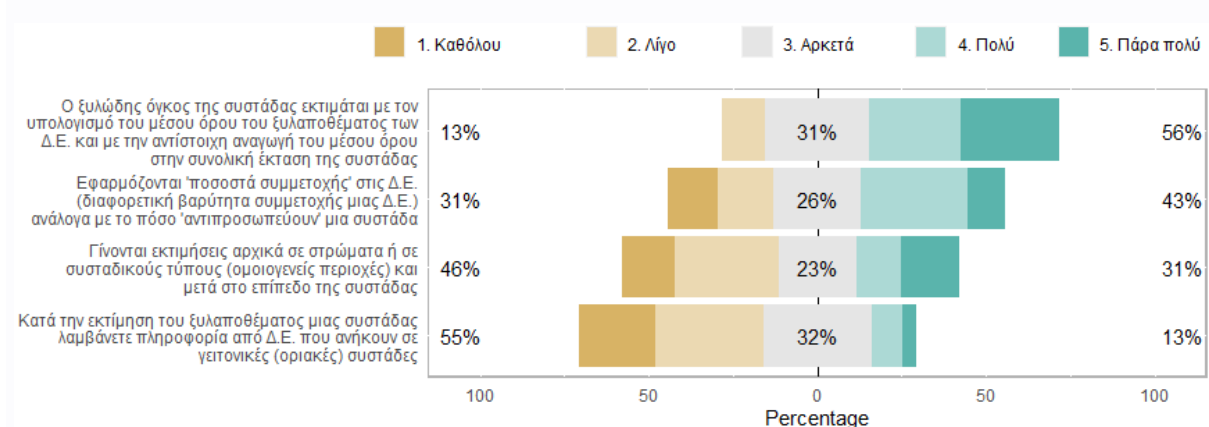
και όχι το κόστος λήψης των στοιχείων σ' αυτή. Υπό αυτό το πρίσμα, δεν φαίνεται ξεκάθαρη η επιθυμία να διπλασιαστεί το πλήθος των ΔΕ. Η συγκεκριμένη διαπίστωση έχει ενδιαφέρον να συζητηθεί και να αντιμετωπιστεί, μιας και σε δάση με μεγάλη ετερογένεια είναι αναγκαία η εγκατάσταση πολλών δειγματοληπτικών επιφανειών, προκειμένου να υπάρχει ακρίβεια στις εκτιμήσεις. Παρ' όλα αυτά, στην πράξη το επιπλέον κόστος καθιστά την αύξηση των ΔΕ, ανέφικτη. Υπάρχει ωστόσο ο αντίποδας, που εικάζει ότι με βάση την "αντιπροσωπευτικότητα" των ΔΕ που λήφθηκαν υπάρχει μια επάρκεια (το 36%). Μέσω της αντίστοιχης ανοιχτής αποκρίσεως στην ίδια ερώτηση είναι σημαντικό να αναφερθούν κωδικοποιημένα οι παρατηρήσεις: α) Η μεγαλύτερη δυσκολία, όπως και το μεγαλύτερο κόστος έγκειται στην προσέγγιση/εντοπισμό της ΔΕ ενώ ο χρόνος λήψης μικρότερης ή μεγαλύτερης επιφάνειας δεν είναι τόσο σπουδαίος και β) η εφαρμογή μικρότερης ΔΕ εξαρτάται από την ομοιομορφία του δάσους, πιο συγκεκριμένα σε πρεμνοφυή ομήλικα δάση είναι εφικτό να εφαρμοστεί, ενώ σε ανομήλικα δάση όπου κυριαρχούν άτομα της ανώτερης και ανώτατης κλάσης, η ΔΕ του 0,5 στρέμματος είναι μικρή. Αυτή η επισήμανση θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο έρευνας.

Στην ερώτηση "Ποιο θα ήταν το επιπλέον κόστος κατά τις εκτιμήσεις σας για να εφαρμοστεί η παραπάνω μέθοδος (%);" διαπιστώνεται το μεγάλο κόστος λήψης διπλάσιων ΔΕ ακόμη και με τον υποδιπλασιασμό της έκτασης τους (από 1 σε 0,5 στρέμματα). Ποσοστό 54% (n=54) των αποκριθέντων, εκτίμησε αυτή την αύξηση μεταξύ 35%-75%.

Εκτίμηση όγκου συστάδας/(υπο)τιμήματος

Σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, η συνηθέστερη εκτίμηση ξυλαποθέματος συστάδας, γίνεται με την αναγωγή της μέσης τιμής του ξυλαποθέματος των ΔΕ στην συνολική (δασική) έκταση της συστάδας. Η ακόλουθη ιεράρχηση (Σχήμα 3) των διαφορετικών μεθόδων εκτίμησης του ξυλαποθέματος μιας δασοσυστάδας κρίνεται εξαιρετικά σημαντική ως προς τον τρόπο εργασίας των απογραφών.

Στην ερώτηση "Έχετε διαπιστώσει σοβαρές αποκλίσεις στο προτεινόμενο ξυλαπόθεμα του διαχειριστικού από αυτό που συναντάτε/εκτιμάτε κατά την προσήμανση στο πεδίο;" έχουμε μέτριες (39%), πολύ (23%) και πάρα πολύ μεγάλες (12%), ενώ μόνο το 26% αναφέρεται σε μικρές (n=57). Δηλαδή, έχουν διαπιστωθεί από μικρές (26%) έως πάρα πολύ μεγάλες αποκλίσεις (13%) στην εκτίμηση του ξυλαποθέματος στα υφιστάμενα διαχειριστικά σχέδια γεγονός που επιβεβαιώνει το πρόβλημα των εκτιμήσεων. Οι απαντήσεις περιγράφουν ότι το πρόβλημα των εκτιμήσεων είναι υπαρκτό.



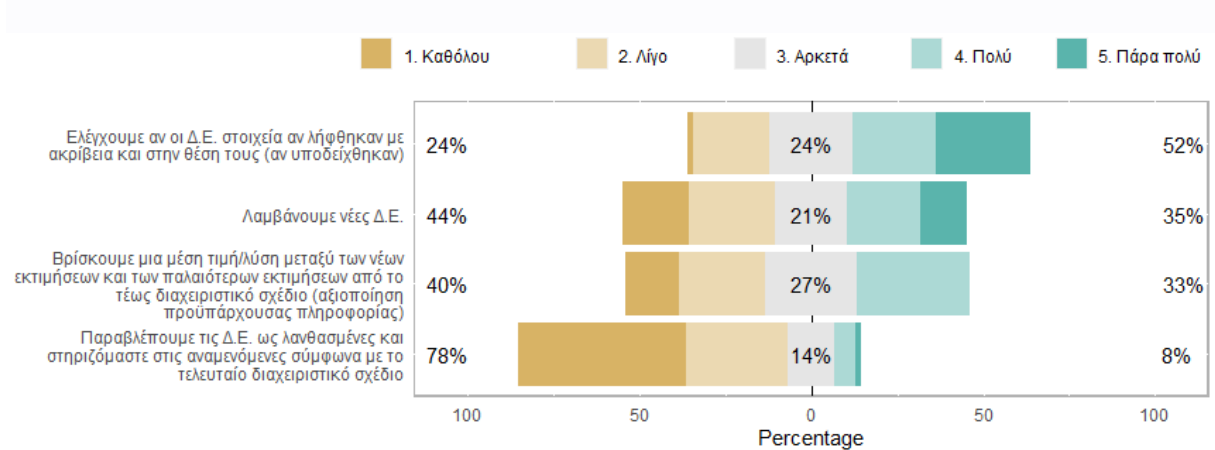
Σχήμα 3. Ιεράρχηση των διαφορετικών μεθόδων εκτίμησης του ξυλαποθέματος (n=55)
Figure 3. Hierarchy of different methods of growing stock volume estimations (n=55)

Στην ερώτηση, πώς θα αυξηθεί η ακρίβεια των εκτιμήσεων του ξυλαποθέματος σε μια συστάδα, οι τέσσερις παράγοντες βελτίωσης των εκτιμήσεων που παρατίθενται ιεραρχικά είναι:

- η καλύτερη επιλογή θέσης των ΔΕ (71% επέλεξε πολύ και πάρα πολύ (n=55), ενώ αρκετά επέλεξε το 15%),
- η αύξηση του ποσοστού (ένταση) δειγματοληψίας (58% επέλεξε πολύ και πάρα πολύ (n=55), ενώ αρκετά επέλεξε το 29%),
- περισσότερες ΔΕ αλλά μικρότερης έκτασης (43% επέλεξε πολύ και πάρα πολύ (n=53), ενώ αρκετά επέλεξε το 17%) και ισοδύναμα

- η επιλογή του μεγέθους του δείγματος με στατιστική/μαθηματική μέθοδο ανάλογη με τη διακύμανση του ξυλώδους όγκου (37% επέλεξε πολύ και πάρα πολύ (n=52), ενώ αρκετά επέλεξε το 31%).

Στην ερώτηση "Ποιες είναι οι επόμενες ενέργειές σας όταν προκύπτουν σοβαρές αποκλίσεις στην εκτίμηση του ξυλαποθέματος;" ακολουθούνται ιεραρχικά σε συχνότητα επιλογής οι τρεις πρώτες (Σχήμα 5). Όταν υπάρχουν σοβαρές αποκλίσεις κυρίως γίνεται έλεγχος των θέσεων των ΔΕ και έπειτα λαμβάνονται καινούργιες.



Σχήμα 4. Ενέργειες όταν προκύπτουν αποκλίσεις στο ξυλαπόθεμα (n=53)
Figure 4. Actions when there are deviations in the growing stock volume (n = 53)

Συνοψίζοντας σχετικά με την ακρίβεια των εκτιμήσεων μέσω των απαντήσεων αντίστοιχων ερωτήσεων, δηλώθηκε ότι:

- η ακρίβεια των εκτιμήσεων εξαρτάται από την εμπειρία του διαχειριστή/απογραφέα και κρίνεται αναγκαία προκειμένου οι εκτιμήσεις αυτές να συμπεριληφθούν στα διαχειριστικά σχέδια,
- οι δασοπονικοί χάρτες επιδέχονται βελτίωση η οποία θα συμβάλει στην βελτίωση της εκτίμησης του ξυλαποθέματος και
- το σφάλμα της τάξης του 10-15% θεωρείται αποδεκτό από το 69% των ερωτηθέντων.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Μέσω του ερωτηματολογίου δόθηκε βήμα στους απογραφείς των διαχειριζόμενων δασών να εκφράσουν τις προτεραιότητές τους, να περιγράψουν την υφιστάμενη κατάσταση και να εκφέρουν την άποψη τους σε θέματα δειγματοληψίας και εκτιμήσεων από την πλευρά της εμπειρίας τους στο πεδίο (Bradburn κ.α. 2004, Brancato 2006, Σιώμοκος και Μαύρος 2008). Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στις εκτιμήσεις δασοβιομετρικών παραμέτρων σε επίπεδο δασικής συστάδας, ενώ οι μετρήσεις των ΔΕ δεν θεωρούνται βασικό πρόβλημα. Είναι όμως σημαντικό να απογράφονται με ακρίβεια οι μεταβλητές των ΔΕ αλλά και οι θέσεις λήψης τους (Saarela κ.α. 2016). Η δειγματοληψία με ρελασκόπιο φάνηκε να είναι περιορισμένη. Λαμβάνοντας την κοινή άποψη του υψηλού κόστους λήψης περισσότερων ΔΕ, έστω και με υποδιπλασιασμό του μεγέθους τους, τους περιορισμένους οικονομικούς πόρους, καθώς και τον ανταγωνισμό που αντιμετωπίζουν οι ελεύθεροι επαγγελματίες, συμπεραίνεται ότι είναι ασύμφορη η αύξηση του μεγέθους του δείγματος με σκοπό την αύξηση της ακρίβειας.

Εύκολα διαπιστώνεται το βασικό πρόβλημα της υποκειμενικότητας στην όλη διαδικασία των εκτιμήσεων από το μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων. Οι υποκειμενικές απογραφές μπορεί να είναι κάποιες φορές ακριβείς αλλά αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η εμπειρία του απογραφέα στην επιλογή των "αντιπροσωπευτικών" θέσεων των ΔΕ, ο τρόπος αναγωγής στην συστάδα, καθώς και η ακρίβεια των δασοπονικών χαρτών (έκταση των δασοπονικών ειδών ανά συστάδα ή συσταδικό τύπο). Στην εκτίμηση/αναγωγή μπορεί να υπεισέλθει ένας επιπλέον υποκειμενικός παράγοντας, δίνοντας μεγαλύτερη "βαρύτητα" (ποσοστό συμμετοχής) στις ΔΕ ανάλογα με το κατά πόσο αντιπροσωπεύουν την συστάδα/τμήμα. Όλα τα παραπάνω δεν είναι αντικειμενικά "μετρήσιμα" και αναπαραγόμενα, όπως και η ακρίβεια των εκτιμήσεων δεν μπορεί να εξαχθεί αντικειμενικά λόγω της υποκειμενικής επιλογής των ΔΕ (Koivuniemi και Korhonen 2006). Επίσης, εφαρμόζοντας κάποιο δειγματοληπτικό σχέδιο κάτω από την ισχύουσα/επικρατούσα ένταση δειγματοληψίας (0,5-1%) αποκτάμε ασφαλείς εκτιμήσεις για το

σύνολο του δάσους αλλά όχι και για κάθε συστάδα, όπου απαιτείται μεγαλύτερη ένταση δειγματοληψίας για να πετύχουμε την επιθυμητή ακρίβεια. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η εκτίμηση του συνολικού ξυλώδους όγκου (κ.μ./εκτάριο), που προκύπτει από την αναγωγή όλων των ΔΕ, δεν θα πρέπει να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το άθροισμα των εκτιμήσεων του ξυλαποθέματος όλων των συστάδων.

Ο υποκειμενικός τρόπος εκτίμησης είναι επισφαλής και αφήνει ανοιχτό το ενδεχόμενο μεγάλων σφαλμάτων. Στη δασική πράξη προτιμάται παραδοσιακά ο υποκειμενικός τρόπος λήψης ΔΕ και εκτίμησης του ξυλαποθέματος των δασοσυστάδων. Περισσότερο από το 50% των ερωτηθέντων δεν εφαρμόζουν/προτιμούν μια αντικειμενική μέθοδο η οποία θα απαιτούσε την εφαρμογή των αρχών της δειγματοληψίας και εκτιμητικής. Το επιχείρημα γι' αυτή την τοποθέτηση είναι το επιπλέον κόστος δειγματοληψίας που θεωρείται αρκετά μεγάλο. Επιπλέον πρόβλημα αποτελεί η πρακτική που υιοθετήθηκε τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα μ' αυτή, γίνεται ανάθεση της λήψης των ογκομετρικών και προσαυξητικών στοιχείων σε ελεύθερους επαγγελματίες (απογραφείς), αλλά η σύνταξη των διαχειριστικών σχεδίων ή η έκδοση πινάκων υλοτομίας γίνεται από τους διαχειριστές, υπαλλήλους της δασικής υπηρεσίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο διασπώνται οι εργασίες του διαχειριστικού σχεδίου σε επιμέρους τμήματα/αναθέσεις και χάνεται η συνολική "εικόνα" του δάσους.

Οι απογραφές των δασών, έως πρότινος, στηρίχθηκαν κυρίως στην αποκλειστική επιλογή και εφαρμογή ενός κατάλληλου δειγματοληπτικού σχεδίου για ένα συγκεκριμένο τύπο δασών (Μάτης 2004β, Köhl κ.α. 2006, Kershaw Jr κ.α. 2016). Η σύγχρονη πλέον τάση εκτίμησης δασικών παραμέτρων, περιλαμβάνει επιπλέον την αξιοποίηση τρισδιάστατων δεδομένων τηλεπισκόπησης, (ύψος κόμης/δέντρων από LiDAR ή φωτογραμμετρία) και τη χρήση στατιστικών μοντέλων, όπως μοντέλων μικρής έκτασης δείγματος (Goerndt κ.α. 2011, Breidenbach και Astrup 2012, Rao και Molina 2015, Mauro κ.α. 2017, Breidenbach κ.α. 2018, Georgakis 2019, Georgakis και Stamatellos 2020).

Ευχαριστίες

Από τη θέση αυτή εκφράζουμε τις θερμές ευχαριστίες μας σε όλους τους συμμετέχοντες για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν. Στους συναδέλφους δασολόγους ελεύθερους επαγγελματίες για την σημαντική συμμετοχή τους στην έρευνα, στους συναδέλφους που υπηρετούν τη δασική υπηρεσία, καθώς και στους ερευνητές των πανεπιστημιακών/ερευνητικών ιδρυμάτων της χώρας μας,

Χρηματοδότηση

Η έρευνα αυτή χρηματοδοτήθηκε από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) και το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔΕΚ.) (Κωδικός Υποτροφίας: 1319).

Abstract

Forest inventories are a key source of information on sustainable forest management, based on statistically acceptable methods, applying sampling methods (sampling design) and estimates. Forest inventories are achieved through the sampling of natural resources, where in combination with the estimation (aggregation) of the forest biometric variables, provide the necessary information for their sustainable forest management. The main quantitative variable of interest is the growing stock volume (timber volume). The forest inventories of the managed Greek forests, which are supervised by the forest service, are observed to face problems regarding the accuracy of the ground-truth growing stock volume estimations. For the above reason, a survey was conducted, using a questionnaire, in order to record both the current method of sample plots measurement and the process of the growing stock volume estimation at the forest stands/compartments.

Βιβλιογραφία

Bradburn, N., Sudman, S. and Wansink, B., 2004. Asking Questions, The Definitive Guide to Questionnaire Design - For Market Research, Political Polls and Social and Health Questionnaires. San Francisco: Jossey-Bass.

Brancato, S., Macchia, M., Signore, G., Simeoni, G., Blanke, K. and Koerner, T., 2006. Handbook of Recommended Practises for Questionnaire Development and Testing in the European Statistical System. ISTAT.

- Breidenbach, J., and Astrup, R., 2012. Small area estimation of forest attributes in the Norwegian National Forest Inventory. *Eur. J. For. Res.*, 131(4), 1255-1267. doi:10.1007/s10342-012-0596-7
- Breidenbach, J., Magnussen, S., Rahlf, J., and Astrup, R. (2018). Unit-level and area-level small area estimation under heteroscedasticity using digital aerial photogrammetry data. *Remote Sensing of Environment*, 212, 199-211. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.04.028
- Bryer, J., and Speerschneider, K., 2016. Package 'likert'.
- Cronbach, L. 1951. Coefficient Alpha and The Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Georgakis, A., 2019. Small Area Estimation in Forest Inventory. Το άρθρο εντάχθηκε στα πρακτικά του Seventh International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2019) And SECOTOX Conference, Mykonos island, Greece. <http://cemepe7.civil.auth.gr/>
- Georgakis, A., and Stamatellos, G., 2020. Sampling Design Contribution to Small Area Estimation Procedure in Forest Inventories. *Mod. concepts dev. agron.*, 7(1). doi:10.31031/MCDA.2020.07.000654
- Goerndt, M. E., Monleon, V. J., and Temesgen, H., 2011. A comparison of small-area estimation techniques to estimate selected stand attributes using LiDAR-derived auxiliary variables. *Can. J. For. Res.*, 41(6), 1189-1201.
- Gutierrez Garzon, A. R., Bettinger, P., Siry, J., Mei, B., and Abrams, J., 2020. The Terms Foresters and Planners in the United States Use to Infer Sustainability in Forest Management Plans: A Survey Analysis. 12(1), 17.
- IBM Corp. Released, 2019. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp
- Kershaw Jr, J. A., Ducey, M. J., Beers, T. W., and Husch, B., 2016. *Forest Mensuration* (5th ed.): John Wiley and Sons.
- Köhl, M., Magnussen, S., and Marchetti, M., 2006. Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory: Springer, Berlin, Heidelberg.
- Koivuniemi, J., and Korhonen, K., 2006. Inventory by Compartments. In (pp. 271-278).
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 5-55.
- Mauro, F., Monleon, V. J., Temesgen, H., and Ford, K. R., 2017. Analysis of area level and unit level models for small area estimation in forest inventories assisted with LiDAR auxiliary information. *PloS one*, 12(12), 14. doi:10.1371/journal.pone.0189401
- R Core Team., 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.r-project.org/index.html>
- Rao, J. N., and Molina, I., 2015. *Small area estimation*: John Wiley and Sons, Inc.
- Μάτης, Κ., 2004α. Δασική Βιομετρία ΙΙ. Δεντρομετρία. Θεσσαλονίκη: Πήγασος 2000.
- Μάτης, Κ., 2004β. Δειγματοληψία Φυσικών Πόρων. Θεσσαλονίκη: Πήγασος 2000.
- Παπαδόπουλος, Ι., Χριστοδούλου, Α., Μπλιούμης, Β., Στάθης, Κ., και Στάμου, Ν., 1998. Προβλήματα της δασικής πράξης και του δασολογικού κλάδου. Καταγραφή και ανάλυση απόψεων. Το άρθρο εντάχθηκε στα Πρακτικά Ελληνικής Δασολογικής Εταιρίας 8ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Σύγχρονα προβλήματα δασοπονίας", Θεσσαλονίκη
- Saarela, S., Schnell, S., Tuominen, S., Balazs, A., Hyypää, J., Grafström, A., and Ståhl, G., 2016. Effects of positional errors in model-assisted and model-based estimation of growing stock volume. *Remote Sensing Environ*, 172. doi:10.1016/j.rse.2015.11.002.
- Σιώμοκος, Γ., και Μαύρος, Δ., 2008. Έρευνα αγοράς. Αθήνα: Σταμμούλη Α.Ε.
- Tavakol, M. and Dennick, R., 2011. Making sense of Cronbach's alpha. *Int. J. Med. Educ.* 2, 53-55.
- Υπουργείο Γεωργίας, 1965. Προσωρινά πρότυποι τεχνικοί προδιαγραφές εργασιών συντάξεως δασοπονικών και λοιπών μελετών δασών και δασικών εκτάσεων. Εγκ. 158072/1120/1965. Αθήνα: Γενική Δ/ση Δασών.
- Υπουργείο Γεωργίας, 1953. Οδηγία συντάξεως διαχειριστικών εκθέσεων δημοσίων δασών και μη δημοσίων δασών. Εγκ. 10223/958/1953. Αθήνα: Γενική Δ/ση Δασών.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ

Καλούδης, Σπυρίδων¹; Πλατιά, Ευαγγελία²;
Παντέρα, Αναστασία³; Γαλανοπούλου, Σταυρούλα⁴

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας και Δ.Φ.Π., Δημοκρατίας 3, Καρπενήσι 36100, kaloudis@aua.gr

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γενικό Τμήμα, Δημοκρατίας 3, Καρπενήσι 36100, evagelia8787@yahoo.gr

³Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας και Δ.Φ.Π., Δημοκρατίας 3, Καρπενήσι 36100, pantera@aua.gr

⁴Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γενικό Τμήμα, Δημοκρατίας 3, Καρπενήσι 36100, sgalanop@aua.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνάται η αξία που αποδίδουν στις οικοσυστημικές υπηρεσίες οι ωφελούμενοι από το δάσος κάτοικοι του Δήμου Καρπενήσιου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με δομημένο ερωτηματολόγιο σε πενταβάθμια κλίμακα Likert. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε ερωτήσεις σχετικές με τις ωφέλειες που απολαμβάνουν από το δάσος οι κάτοικοι της περιοχής και την πρόθεσή τους να πληρώσουν για αυτές. Το μεγαλύτερο ποσοστό (49,5%) απάντησε «Δεν συζητώ αυτό το θέμα». Ποσοστό 15,5% δήλωσε προθυμία να δώσει 20 ευρώ ετησίως, 10 ευρώ είναι διατεθειμένο να δώσει ποσοστό 11,3% και ποσό 50 ευρώ ποσοστό 9,3%. Ποσοστά 8,2% και 6,2% δηλώνουν ποσά 5 και 0 ευρώ αντίστοιχα. Αθροιστικά προθυμία πληρωμής οποιουδήποτε ποσού δήλωσε το 53,7% από εκείνους που έχουν δευτερεύουσα απασχόληση στο δάσος και το 44,0% από εκείνους που έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος.

Λέξεις κλειδιά Οικοσυστημικές υπηρεσίες, διαχείριση δάσους, αειφόρος ανάπτυξη, οικονομική αποτίμηση, Καρπενήσι.

Εισαγωγή

Ο όρος «Οικοσυστημικές υπηρεσίες» περιγράφει ένα εννοιολογικό πλαίσιο για τη βιοφυσική περιγραφή και κατανόηση των οικοσυστημικών διαδικασιών από τη θεώρηση της ανθρώπινης ευημερίας (Mooney και Ehrlich 1997). Οι οικοσυστημικές υπηρεσίες δύνανται να διακριθούν σε τέσσερις κατηγορίες (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει υπηρεσίες όπως είναι τα τρόφιμα, η ξυλεία, το νερό και γενικά οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται άμεσα από τον άνθρωπο και είναι εμπορεύσιμες. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις ρυθμιστικές υπηρεσίες που συντηρούν το περιβάλλον σε βιώσιμη κατάσταση για τον άνθρωπο. Υπηρεσίες αυτού του είδους είναι η σταθεροποίηση του κλίματος και η επικοινωνία των καλλιεργειών. Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι υπηρεσίες που διαμορφώνουν ένα ευχάριστο περιβάλλον για τον άνθρωπο, όπως είναι, η αναψυχή και δραστηριότητες οι οποίες συμβάλουν στην ευημερία του ανθρώπου. Στην τέταρτη κατηγορία εντάσσονται οι υποστηρικτικές υπηρεσίες οι οποίες είναι απαραίτητες για τη παραγωγή των προηγούμενων υπηρεσιών (Brauman κ.α. 2007, Οικονομου κ.α. 2011).

Η αυξανόμενη κατανόηση και ευαισθητοποίηση της αλληλεξάρτησης μεταξύ των οικοσυστημικών λειτουργιών και της ανθρώπινης ευημερίας έχει συνεισφέρει στην αναγνώριση της ανάγκης ανάλυσης και ενσωμάτωσης των πολλαπλών ωφελειών των φυσικών οικοσυστημάτων σε μια ολιστική διαδικασία σχεδιασμού της διαχείρισης τους (Egoh κ.α. 2007, Raymond κ.α. 2009).

Η ενσωμάτωση στον γενικό σχεδιασμό των οικοσυστημικών λειτουργιών προϋποθέτει την οικονομική αποτίμησή τους. Στο πλαίσιο αυτό έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες για την αποτίμηση της αξίας των οικοσυστημικών λειτουργιών που έχουν αποδειχθεί πολύ χρήσιμες στη λήψη αποφάσεων σχετικών με τη διαχείριση των οικοσυστημάτων (Wilson και Carpenter 1999). Μια δημοφιλής μέθοδος για τη διενέργεια εκτιμήσεων αυτού του είδους είναι η Μέθοδος Εξαρτώμενης Αποτίμησης (Contingent

Valuation Method) η οποία χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη (Mitchell και Carson 1989, Carson 2000, Venkatachalam 2004, Pantera κ.α. 2014).

Η φύση των οικοσυστημικών λειτουργιών εμπεριέχει σημαντική αβεβαιότητα αλλά και ο ίδιος ο σχεδιασμός αντιμετωπίζει πολλές αντικρουόμενες απαιτήσεις. Συνεπώς, μόνο η οικονομική αποτίμηση των οικοσυστημικών λειτουργιών δεν επαρκεί για την ορθή λήψη αποφάσεων (Farber κ.α. 2002, Chee 2004, Petr κ.α. 2019). Η ενσωμάτωση πολλών οικοσυστημικών υπηρεσιών στον σχεδιασμό της διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων έχει καταστεί εφικτή, σε αρκετές περιπτώσεις, με τη χρήση πολυκριτηριακών αναλύσεων στο πλαίσιο μιας ολιστικής θεώρησης της διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων (Munda 2004, Messner κ.α. 2006, Kaloudis κ.α. 2008, Kaloudis κ.α. 2010). Η Ευρυτανία διαθέτει ένα σημαντικό πλούτο περιβαλλοντικών αποθεμάτων που προσφέρουν μια πλούσια ποικιλία οικοσυστημικών λειτουργιών. Ειδικότερα, αυτά χαρακτηρίζονται από τη βιοποικιλότητά τους και την εξαιρετική αισθητική τους και παραδοσιακά αποτελούν σημαντική πλουτοπαραγωγική πηγή για την τοπική οικονομία (Καλούδης κ.α. 2013). Πέραν των παραδοσιακών προϊόντων ξυλείας που παρέχουν αυτά τα οικοσυστήματα προβάλλει και ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον του κοινού, λόγω της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και της αυξημένης ζήτησης για παραδοσιακά προϊόντα υψηλής ποιότητας και υπηρεσίες αναψυχής και ορεινού τουρισμού.

Στην εργασία αυτή επιχειρείται η αποτίμηση της αξίας ορισμένων οικοσυστημικών υπηρεσιών στην περιοχή του Δήμου Καρπενησίου. Η αποτίμηση της αξίας των οικοσυστημικών υπηρεσιών πραγματοποιείται με τη διερεύνηση της προθυμίας των κατοίκων να καταβάλουν κάποιο αντάλλαγμα για τις υπηρεσίες που απολαμβάνουν από το δάσος.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα υλοποιήθηκε με τη μέθοδο των ανώνυμων ερωτηματολογίων στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Καρπενησίου. Χρησιμοποιήθηκε ένα δομημένο ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις, κυρίως, κλειστού τύπου και λίγες ανοιχτές ερωτήσεις, κυρίως, για την επιλογή «Άλλο». Η προσέγγιση αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι αφήνει μικρά περιθώρια για παρανοήσεις και μειώνει την παρέμβαση του ερευνητή (Papasygrououlos κ.α. 2012). Οι ερωτήσεις ήταν δομημένες σε κλίμακα Likert πέντε σημείων (από "Συμφωνώ απόλυτα" σε "Διαφωνώ απόλυτα").

Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε τυχαία σε άτομα ηλικίας άνω των 18 ετών σε διάφορους χώρους εργασίας. Στην αρχική φάση της διανομής των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε ενημέρωση για το περιεχόμενο της έρευνας και δόθηκαν διευκρινήσεις. Η συγκέντρωση των ερωτηματολογίων ανά σημείο επίσκεψης πραγματοποιήθηκε σε διαφορετική χρονική ημερομηνία, συνήθως, δύο με τρεις ημέρες μετά τη διανομή των ερωτηματολογίων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα από 20 Δεκεμβρίου του 2019 έως 17 Ιανουαρίου του 2020. Το τελικό μέγεθος του δείγματος ήταν 100 ερωτηματολόγια, που θεωρείται ικανοποιητικό σε σχέση με το συνολικό μέγεθος του πληθυσμού της περιοχής μελέτης και το ποσοστό εκείνων που ασχολούνται με το δάσος.

Η οικονομική αποτίμηση των οικοσυστημικών λειτουργιών βασίστηκε στη μέθοδο της Εξαρτώμενης Αποτίμησης (Mitchell και Carson 1989, Carson 2000, Venkatachalam 2004, Papasygrououlos κ.α. 2012, Pantera κ.α. 2014). Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η αξία μη εμπορεύσιμων οικοσυστημικών υπηρεσιών και βασίζεται στην προθυμία των χρηστών να καταβάλουν κάποιο αντίτιμο προκειμένου να συνεχίσουν να επωφελούνται στο μέλλον από τις οικοσυστημικές υπηρεσίες που απολαμβάνουν και σήμερα.

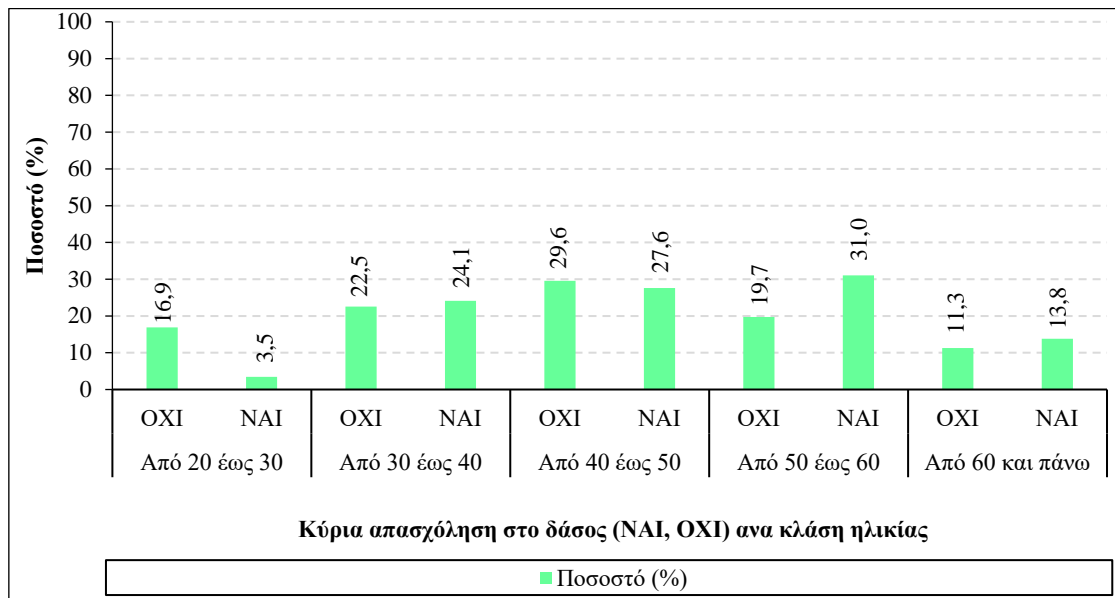
Η έρευνα βασίστηκε στο υποθετικό σενάριο όπου ο ιδιοκτήτης του δάσους, το κράτος στη συγκεκριμένη περίπτωση, σχεδιάζει να εφαρμόσει ένα σχέδιο διαχείρισης για το δάσος της περιοχής που δεν θα επιτρέπει στο μέλλον τη χρησιμοποίηση του δάσους με τον τρόπο που χρησιμοποιείται σήμερα από τους κατοίκους της περιοχής. Στη συνέχεια οι χρήστες του δάσους καλούνται να απαντήσουν ποιο ποσό είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν σήμερα για να αποφύγουν μια τέτοια αλλαγή. Οι διαθέσιμες επιλογές ως απαντήσεις ήταν «Δεν Συζητώ αυτό το θέμα - ΔΣ», 0 €, 5 €, 10 €, 20 € και 50 €

Η τιμή 0 € σημαίνει την προθυμία πληρωμής αλλά την αδυναμία καταβολής κάποιου ποσού και ΔΣ τη διαφωνία με ένα τέτοιο σενάριο. Μια επιπλέον ερώτηση τέθηκε ώστε να διευκρινιστεί γιατί ορισμένοι πολίτες απάντησαν «ΔΣ».

Αποτελέσματα συζήτηση

Από την ανάλυση των ερωτηματολογίων προέκυψε μια σειρά αποτελεσμάτων που αφορούν είτε τα επιμέρους ερωτήματα είτε συνδυαστικά ή/και συνολικά το ζήτημα που μελετάται. Στο σύνολο των ερωτώμενων 65,0% είναι άνδρες και 35,0% γυναίκες. Από τους ερωτώμενους που δεν έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος ποσοστό 59,2% είναι άνδρες και από ερωτώμενους που έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος ποσοστό 79,3% είναι άνδρες.

Εκείνοι που έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος κατανομονται περισσότερο στις μεγαλύτερες ηλικίες (Σχήμα 1) και, ειδικότερα, υπερτερούν στις κλάσεις ηλικιών 50-60 και 60+. Εκείνοι που δεν έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος αλλά δευτερεύουσα δραστηριότητα κατανομονται στις μεσαίες και νεότερες, κυρίως, ηλικίες.



Σχήμα 1. Διάγραμμα της απασχόλησης στο δάσος ανά κλάση ηλικίας.
Figure 1. Chart of the employment in the forest by age class.

Οι περισσότεροι εργαζόμενοι στο δάσος έχουν πρωτοβάθμια ή δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Εντούτοις, υπάρχουν και εργαζόμενοι στο δάσος με τριτοβάθμια εκπαίδευση ή και κάτοχοι μεταπτυχιακών τίτλων σπουδών, συνολικά, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 20%.

Από το σύνολο των 100 συμμετεχόντων στην έρευνα, ποσοστό 30,0% έχει κύρια απασχόληση που σχετίζεται με το δάσος και ποσοστό 70,0% έχει κύρια απασχόληση που δεν σχετίζεται με το δάσος. Από τους ερωτώμενους που έχουν κύρια απασχόληση σχετιζόμενη με το δάσος δήλωσαν: α) Κτηνοτρόφοι 33,3%, δασικές εργασίες 16,7%, υλοτόμοι 13,3% και μελισσοκόμοι 10,0% β) από 6,7% πυροσβέστες, δασεργάτες και ασχολούμενοι με τη συλλογή βοτάνων και γ) από 3,3% απασχόληση σε χωματουργικές εργασίες και τοπογραφικές αποτυπώσεις. Ως δευτερεύουσες δραστηριότητες από το σύνολο των ερωτώμενων δηλώθηκαν η περιήγηση, η βόσκηση κοπαδιών, η θήρα και η μελισσοκομία. Οι περισσότεροι ερωτώμενοι (64,2%) δήλωσαν ότι έχουν οικονομικό όφελος από το δάσος. Επίσης, ποσοστό 90,7% δηλώνει ότι έχει κάποιου είδους όφελος από το δάσος.

Μεγάλο ποσοστό των ερωτώμενων «Συμφωνεί απόλυτα» ή «συμφωνεί» ότι η υποβάθμιση του δάσους θα προκαλέσει μείωση της δραστηριότητάς του σε αυτό και οι μισοί περίπου δηλώνουν ότι η οικονομική κρίση τους επηρέασε ώστε να ασχοληθούν με τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Με βάση τις απαντήσεις, συνολικό ποσοστό 62,3% δηλώνει ότι θα επιθυμούσε περαιτέρω ευκαιρίες για απασχόληση στη γεωργία, την κτηνοτροφία, τη δασοπονία και το δάσος γενικότερα. Το παραπάνω εύρημα είναι σημαντικό επειδή υποδηλώνει την επιθυμία των κατοίκων να παραμείνουν στον τόπο τους και να απασχοληθούν στον πρωτογενή τομέα.

Σχετικά με τον τόπο διαμονής των απασχολούμενων στο δάσος προκύπτει ότι, γενικά, οι περισσότεροι με ποσοστό μεγαλύτερο του 87% διαμένουν στην πόλη του Καρπενησίου. Το αποτέλεσμα υποδεικνύει ότι η διαμονή στην μεγαλύτερη πόλη της περιοχής δεν εμποδίζει τους εργαζόμενους να ασχοληθούν με το δάσος. Η πόλη του Καρπενησίου βρίσκεται μέσα στον κύριο δασικό κορμό της περιοχής μελέτης και οι αποστάσεις πρόσβασης στο δάσος δεν είναι μεγάλες. Παράλληλα η πόλη

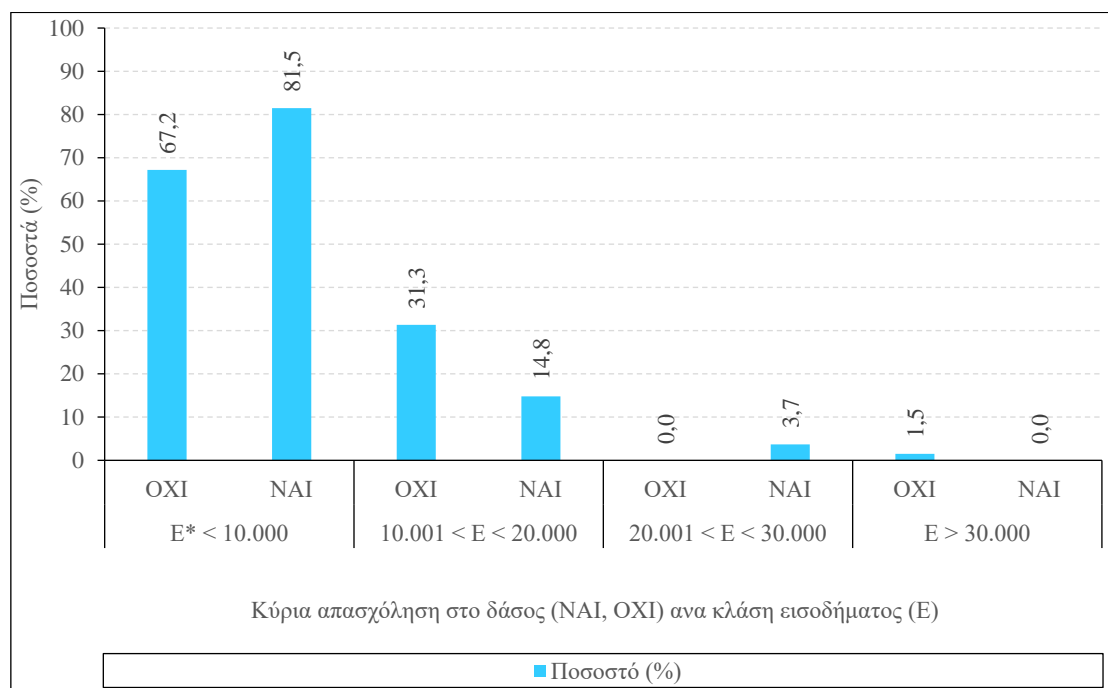
παρέχει περισσότερες ευκολίες και υπηρεσίες στη διαβίωση των εργαζομένων στο δάσος και των οικογενειών τους.

Οι ερωτώμενοι οι οποίοι είναι κτηνοτρόφοι, στην πλειονότητά τους, είναι άνδρες ηλικίας άνω των 40 ετών και στην κατοχή τους έχουν, κυρίως, κοπάδια προβάτων. Οι περισσότεροι κτηνοτρόφοι έχουν μικρές επιχειρήσεις με μικρό αριθμό ζώων. Από όσους ασκούν κτηνοτροφική δραστηριότητα ποσοστό 64,7% δήλωσε ότι δεν ασκεί νομαδική κτηνοτροφία τη σημερινή εποχή και το 35,3% δήλωσε ότι ασκεί νομαδική κτηνοτροφία. Επίσης, ποσοστό 61,5% απάντησε ότι δεν ασκούσε νομαδική κτηνοτροφία στο παρελθόν, ενώ ποσοστό 38,5% ασκούσε νομαδική κτηνοτροφία παλιότερα. Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στον τρόπο άσκησης της κτηνοτροφίας σε σχέση με το παρελθόν.

Οι γεωργοί, κυρίως, είναι άνδρες ηλικίας 40 έως 50 ετών και καλλιεργούν εκτάσεις, συνήθως, μικρότερες από 5 στρέμματα. Αναλυτικότερα, σχετικά με το μέγεθος των γεωργικών επιχειρήσεων, γενικά, οι αγρότες είναι μικροκαλλιεργητές με καλλιεργούμενη έκταση κάτω από 5 στρέμματα σε ποσοστό 74,1% και μεταξύ 5 – 10 στρέμματα ποσοστό 22,2%. Οι καλλιεργητές προτιμούν τις ντόπιες ποικιλίες φυτών, κατά κύριο λόγο, σε σχέση με άλλες που ενδεχομένως αποδίδουν περισσότερη ποσότητα αλλά δεν είναι εγκλιματισμένες στις απαιτητικές κλιματικές συνθήκες της περιοχής και υστερούν σε ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως είναι, η γεύση.

Γενικά οι ερωτώμενοι δήλωσαν ότι δεν ενοχλούνται από την παρουσία επισκεπτών στο δάσος ούτε επηρεάζονται οι δραστηριότητές τους. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει την εκτίμηση ότι η αναψυχή στο δάσος, σε ήπια μορφή, δεν επηρεάζει σημαντικά άλλες οικοσυστημικές υπηρεσίες.

Σχετικά με τη μελλοντική οικονομική ανάπτυξη της περιοχής τους οι κάτοικοι προτείνουν την παραγωγή προϊόντων βελτιωμένης ποιότητας και υψηλής ζήτησης στην αγορά που βασίζεται στις δυνατότητες της περιοχής. Τομείς που προτείνονται για ανάπτυξη είναι η βιολογική γεωργία και κτηνοτροφία με αθροιστικό ποσοστό όσων συμφωνούν απόλυτα ή συμφωνούν 96,0%, ακολουθούν η μελισσοκομία με 93,0% και άλλοι τομείς της οικονομίας. Πατροπαράδοτοι τομείς της οικονομίας, όπως είναι, για παράδειγμα, η παραγωγή ξυλείας από το δάσος και η θήρα έχουν μικρότερη αποδοχή.



Σχήμα 2. Διάγραμμα απασχόλησης στο δάσος ανά κλάση συνολικού ετήσιου εισοδήματος (*E = Ετήσιο εισόδημα).
Figure 2. Chart of employment in the forest by class of total annual income (*E = Annual income).

Οι ασχολούμενοι με το δάσος, γενικά, δηλώνουν σχετικά μικρά ετήσια εισοδήματα (Σχήμα 2). Αναλυτικότερα, εισόδημα μικρότερο από 10.000 € δηλώνει το 81,5% όσων έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος και το 67,2% όσων έχουν δευτερεύουσα απασχόληση στο δάσος. Στο βασικό ερώτημα της έρευνας, δηλαδή, «Υποθέστε ότι το κράτος μελετάει τη διαχείριση και προστασία του δάσους και η απόφαση που παίρνει έχει ως αποτέλεσμα να μη μπορείτε να ασκήσετε πλέον τη δραστηριότητά σας στο δάσος. Τι ποσό

θα ήσασταν σήμερα διατεθειμένοι να δίνετε ετήσια ώστε να αποτρέψετε μια τέτοια αλλαγή και να έχετε τη δυνατότητα και στο μέλλον να χρησιμοποιείτε το δάσος για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα;» στο σύνολο των συμμετεχόντων δόθηκαν οι ακόλουθες απαντήσεις: α) Ποσοστό (49,5%) δήλωσε «Δεν συζητώ αυτό το θέμα» β) ποσοστό 15,5% δήλωσε διατεθειμένο να δώσει το ποσό των 20 ευρώ ετησίως για να συνεχίσει τη δραστηριότητα του στην περιοχή του δάσους γ) ποσοστό 11,3%, προσφέρει 10 ευρώ και δ) ποσοστό 9,3% δήλωσε διατεθειμένο να δώσει το ποσό των 50 ευρώ ετησίως. Ακολουθούν μικρότερα ποσοστά 8,2% και 6,2% που αντιστοιχούν στα ποσά των 5 ευρώ και 0 ευρώ.

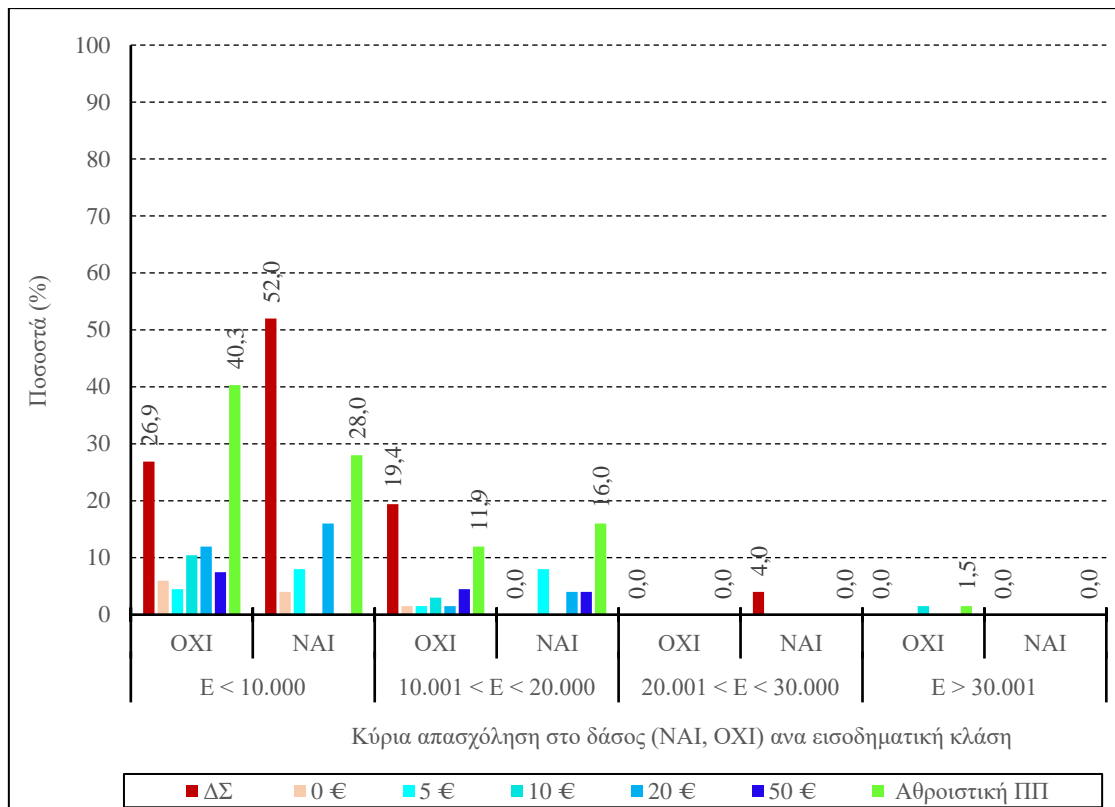
Στο Σχήμα 3 δίδονται τα ευρήματα σχετικά με την προθυμία και το ποσό πληρωμής για οικοσυστημικές υπηρεσίες σε ποσοστά (%). Τα ποσοστά των απαντήσεων δίδονται ξεχωριστά για κάθε κατηγορία ερωτωμένων ανάλογα με την σχέση της κύριας απασχόλησης τους στο δάσος (κύρια ή δευτερεύουσα απασχόληση στο δάσος). Αναλυτικότερα, στην εισοδηματική κατηγορία κάτω από 10.000 € οι ερωτώμενοι που δεν έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος δηλώνουν μικρότερη άρνηση στο να συζητήσουν πιθανή πληρωμή κάποιου ποσού και συγκεκριμένα 26,9% έναντι 52,0% εκείνων που έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος. Εκείνοι που δεν έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος παρουσιάζουν μεγαλύτερη αθροιστική προθυμία πληρωμής οποιουδήποτε ποσού (Αθροιστική ΠΠ) σε ποσοστό (40,3%) έναντι εκείνων που αρνούνται να συζητήσουν το ζήτημα πληρωμής (26,9%). Αντίθετα, όσοι έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος έχουν μικρότερη Αθροιστική ΠΠ οποιουδήποτε ποσού (28,0%) σε σχέση με όσους αρνούνται να συζητήσουν το θέμα της πληρωμής (52,0%).

Στην εισοδηματική κατηγορία από 10.001€ έως 20.000€ οι ερωτώμενοι που δεν έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος εκφράζουν μεγαλύτερη άρνηση να συζητήσουν την καταβολή κάποιου ποσού (19,4%) σε σχέση με εκείνους που έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος (0,0%). Επίσης, εκείνοι που δεν έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος εκφράζουν μικρότερη Αθροιστική ΠΠ να πληρώσουν κάποιο ποσό σε σχέση με εκείνους που έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος (Σχήμα 3).

Τα αποτελέσματα ανά εισοδηματική κατηγορία υποδεικνύουν ότι εκείνοι που έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος και έχουν μεγαλύτερο εισόδημα είναι περισσότερο πρόθυμοι να πληρώσουν για τις ωφέλειες που αποκομίζουν από το δάσος σε σχέση με εκείνους που έχουν μικρότερο εισόδημα. Το εύρημα αυτό υποστηρίζεται και από τις απαντήσεις στο ερώτημα «Ποιος είναι ο λόγος που επιλέξατε δεν συζητώ αυτό το θέμα». Αναλυτικότερα, οι ερωτώμενοι που δεν έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος δηλώνουν σε ποσοστό 6,9% ότι «Δεν έχω τη δυνατότητα να πληρώσω» ενώ ποσοστό 93,1% δηλώνουν ότι «Θεωρώ ότι το κράτος πρέπει να μεριμνά για την κάλυψη των αναγκών όλων των εμπλεκόμενων στο δάσος». Οι ερωτώμενοι που έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος δηλώνουν, σε ποσοστό 26,7%, ότι δεν έχουν τη δυνατότητα να πληρώσουν και σε ποσοστό 73,3% ότι «Θεωρώ ότι το κράτος πρέπει να μεριμνά για την κάλυψη των αναγκών όλων των εμπλεκόμενων στο δάσος». Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι η μεγαλύτερη άρνηση όσων έχουν κύριο επάγγελμα στο δάσος να καταβάλουν κάποιο ποσό οφείλεται, κατά ένα μέρος, στην αδυναμία πληρωμής και όχι στην ισχυρότερη πεποίθηση τους ότι το κράτος πρέπει να φροντίζει για αυτούς.

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων για τη σπουδαιότητα που αποδίδουν οι συμμετέχοντες στις οικοσυστημικές υπηρεσίες που απολαμβάνουν από το δάσος είναι αρκετά σύνθετη διαδικασία. Ειδικότερα, η ερμηνεία αυτή θα πρέπει να βασιστεί σε μια ποιο σύνθετη ανάλυση που θα λαμβάνει υπόψη της το εισόδημα των ενδιαφερομένων, τη σχέση της απασχόλησής τους με το δάσος και τη μέχρι τώρα πρακτική κατά την οποία οι οικοσυστημικές υπηρεσίες διατίθεντο δωρεάν.

Σε σχετική έρευνα για την αξιολόγηση της οικονομικής αξίας που προσδίδουν οι ντόπιοι σε ένα δάσος βαλανιδιάς στην Αιτωλοακαρνανία (Pantera κ.α. 2014) διαπιστώθηκαν αντίστοιχα αποτελέσματα με αυτά της παρούσας έρευνας. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες και στις δύο έρευνες δήλωσαν απροθυμία να συζητήσουν το θέμα της μεταβολής της τρέχουσας κατάστασης του δάσους. Λίγοι ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν το μέγιστο ποσό των 50 ευρώ ενώ υπάρχει ένα μικρό σχετικά ποσοστό που θα πλήρωνε κάποιο άλλο ποσό.



Σχήμα 3. Διάγραμμα προθυμίας πληρωμής (%) ανά κλάση συνολικού ετήσιου εισοδήματος και τύπου απασχόλησης στο δάσος (E= Ετήσιο εισόδημα, ΔΣ = Δεν συζητώ αυτό το θέμα, ΠΠ = Προθυμία Πληρωμής).

Figure 3. Willingness to pay chart (%) per class of total annual income and type of occupation in the forest (*E = Annual income, ΔΣ = I do not discuss this issue, ΠΠ = Willingness to pay).

Η προσέγγιση που υιοθέτησαν οι συμμετέχοντες και στις δύο έρευνες είναι ότι, γενικά, δεν επιθυμούν μια νέα παρέμβαση να επηρεάσει τις δραστηριότητές τους στο δάσος και δηλώνουν ότι το κράτος θα πρέπει να λάβει υπόψη τις ανάγκες των ντόπιων πριν αλλάξει το σχέδιο διαχείρισης του δάσους.

Σε ορισμένες χώρες, όπως είναι, ο Ισημερινός, η Κόστα Ρίκα και το Βιετνάμ, εφαρμόζονται προγράμματα επιδότησης των ιδιοκτητών γαιών ή των δικαιούχων χρήσης τους. Οι επιδοτήσεις εφαρμόζονται για εκτάσεις που είναι σημαντικές για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες που προσφέρουν τόσο από περιβαλλοντική όσο και από κοινωνικοοικονομική άποψη, με σκοπό να διατηρηθεί η υπάρχουσα μορφή χρήσης των γαιών αυτών (Το κ.α. 2012). Στην παρούσα έρευνα ο ιδιοκτήτης του δάσους είναι το ελληνικό δημόσιο το οποίο παρέχει, κατά κανόνα, δωρεάν τις οικοσυστημικές υπηρεσίες στους χρήστες. Εντούτοις, η αποτίμηση της αξίας των οικοσυστημικών υπηρεσιών και η προτεραιοποίησή τους από τους ίδιους τους χρήστες έχει ιδιαίτερη σημασία για την ένταξη αυτών των υπηρεσιών στον γενικό σχεδιασμό της διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων. Η παραπάνω διαδικασία είναι σημαντική στο πλαίσιο της συμμετοχικής λήψης αποφάσεων για τον σχεδιασμό της διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων και την εστιασμένη προσφορά οικοσυστημικών υπηρεσιών στους κατοίκους των δασικών περιοχών.

Τα οικοσυστήματα και οι οικοσυστημικές υπηρεσίες αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, το ίδιο και οι δημόσιες συμπεριφορές, ανάγκες και προτιμήσεις προς αυτά. Η καλύτερη κατανόηση του βαθμού και της διαδικασίας υποβάθμισης του περιβάλλοντος έχει προκαλέσει κινήσεις προστασίας του στο παρελθόν και μπορεί επίσης να υποστηρίξει την πληρωμή για οικοσυστημικές υπηρεσίες από τους χρήστες.

Η εφαρμογή κάποιου τέλους για τη χρήση οικοσυστημικών υπηρεσιών στη χώρα μας θα μπορούσε να έχει εφαρμογή σε περιπτώσεις που απειλείται το οικοσύστημα από την υπερβολική χρήση όπως είναι, για παράδειγμα, από την υπερβόσκηση που υποβαθμίζει τα οικοσυστήματα. Ένα άλλο παράδειγμα πληρωμής για οικοσυστημικές υπηρεσίες είναι η καταβολή αντιτίμου για τις άδειες θήρας, που ήδη εφαρμόζεται στη χώρα μας και έχει έναν πολλαπλό ρυθμιστικό αντίκτυπο.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι εκείνοι που η κύρια απασχόλησή τους δεν σχετίζεται με το δάσος δηλώνουν συνολικά μεγαλύτερη προθυμία πληρωμής κάποιου ποσού σε σχέση με εκείνους που έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος. Το εύρημα αυτό αιτιολογείται, μερικώς, από τη μεγαλύτερη δυνατότητα καταβολής κάποιου ποσού από εκείνους που δεν έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος και δηλώνουν αδυναμία πληρωμής σε ποσοστό 6,9% σε σχέση με όσους έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος και δηλώνουν αδυναμία πληρωμής 26,7%. Η διαπίστωση αυτή ενισχύεται και από επιλογή της απάντησης «Θεωρώ ότι το κράτος πρέπει να μεριμνά για την κάλυψη των αναγκών όλων των εμπλεκόμενων στο δάσος» όπου εκείνοι που έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος θεωρούν, σε ποσοστό 73,3%, ότι το κράτος πρέπει να μεριμνά για την κάλυψη των αναγκών όλων των εμπλεκόμενων στο δάσος, σε σχέση με ποσοστό 93,1% όσων έχουν δευτερεύουσα απασχόληση στο δάσος. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι όσοι έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος αναγνωρίζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό τη δωρεάν παροχή οικοσυστημικών υπηρεσιών, από τα δημόσια δάση, σε σχέση με όσους δεν έχουν κύρια απασχόληση στο δάσος.

Η ερμηνεία της σπουδαιότητας που αποδίδουν οι ωφελούμενοι από τις οικοσυστημικές υπηρεσίες του δάσους, με βάση τη μέθοδο μέτρησης της Εξαρτώμενης Αποτίμησης, θα πρέπει να βασιστεί σε μια περισσότερο σύνθετη ανάλυση που θα λαμβάνει υπόψη της το εισόδημα των ενδιαφερομένων, τη σχέση της απασχόλησής τους με το δάσος και τη μέχρι τώρα πρακτική κατά την οποία οι οικοσυστημικές υπηρεσίες διατίθενται δωρεάν.

Η εκτίμηση της σημασίας που δίδουν οι ωφελούμενοι στις οικοσυστημικές υπηρεσίες είναι χρήσιμη στον σχεδιασμό της διαχείρισης των δασικών και φυσικών, εν γένει, οικοσυστημάτων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισής τους και της ενίσχυσης της τοπικής οικονομίας. Στη χώρα μας τα δάση είναι, κατά κύριο λόγο, δημόσια και η καταβολή αντιτίμου για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες θα μπορούσε να λειτουργήσει ρυθμιστικά, μαζί με άλλα μέτρα, στην περίπτωση υπερβολικής χρήσης των πόρων, όπως είναι η υπερβόσκηση ή σε περίπτωση σημαντικής διατάραξης του οικοσυστήματος.

Abstract

This work explores the value that residents of the Municipality of Karpenisi, who benefit from the forest, place (Willingness to Pay) to forest ecosystem services. This research was conducted with a structured questionnaire on a Likert five-point scale. The questionnaire included questions about the benefits that the forest provides to the life of local inhabitants and their willingness to pay for the benefits they enjoy. The largest percentage (49.5%) chose the answer "I do not discuss this issue". A 15.5% percentage of the participants expressed their willingness to provide 20 euros per year while another 11.3% are willing to give 10 euros and 9.3% 50 euros. Finally, 8.2% and 6.2% of the participants chose amounts of 5 and 0 euros respectively. On a cumulative basis, 53.7% of those who possess a secondary job in the forest expressed their willingness to pay some amount whereas those who have a main job in the forest were 44,0%.

Βιβλιογραφία

Brauman, K.A., Daily, G.C., Duarte, T.K. and Mooney, H.A., 2007. The nature and value of ecosystem services: An overview Highlighting Hydrologic Services. *Annual Review of Environment and Resources* 32(1):67–98.

Carson R.T., 2000. Contingent Valuation: A user's guide. *Environ. Sci. Technol.* 34:1414–8.

Chee, Y.E., 2004. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation* 120:549–565.

Egoh, B., Rouget, M., Reyers, B., Knight, A.T., Cowing, R.M., Jaarsveld, A.S. and Welz, A., 2007. Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics* 63:714–721.

Farber, S.C., Constanza, R. and Wilson, M.A., 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics* 41:375–392.

Kaloudis, S., Costopoulou, C.I., Lorentzos, N.A., Sideridis, A.B., Karteris, M., 2008. Design of Forest Management Planning DSS for Wildfire Risk Reduction. *Ecological Informatics* 3(1):122–133.

Kaloudis, S.T., Yialouris, C.P., Lorentzos, N.A., Karteris, M. and Sideridis, A.B., 2010. Forest management planning expert system for wildfire damage reduction. *Comput. Electron. Agric.*

70(2):285-291.

Καλούδης, Σ., Γαλανοπούλου, Σ., Βασιλείου, Ι. και Τζουρμανά, Α., 2013. Διαχείριση του Φυσικού Περιβάλλοντος και Τουριστική Ανάπτυξη: Η περίπτωση του Νομού Ευρυτανίας. Σε: Πρακτικά 16^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη 6-9 Οκτωβρίου 2013, σελ. 123-133.

Messner F., Zwirner O. and Karkuschke M., 2006. Participation in multicriteria decision support for the resolution of a water allocation problem in the Spree River basin. *Land Use Policy* 23:63–75.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Statement of the board, <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.429.aspx.pdf>, accessed at 12 June 2021.

Mitchell R.C. and Carson R.T., 1989. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Washington, DC: Resources for the Future p. 484.

Mooney, H.A. and Ehrlich, P.R., 1997. Ecosystem services: A fragmentary history. In G.C. Daily, ed. *Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems*, pp. 11–19. Island Press, Washington, DC.

Munda, G., 2004. Social multi-criteria evaluation: methodological foundations and operational consequences. *Eur. J. Oper. Res.* 158:662–677

Oikonomou, V., Dimitrakopoulos, P.G. and Troumbis, A.Y., 2011. Incorporating ecosystem function concept in environmental planning and decision making by means of multi-criteria evaluation: The case-study of Kalloni, Lesbos, Greece. *Environ. Manage.* 47(1):77-92.

Pantera, A., Papaspyropoulos, K.G., Papadopoulos, A., Kaloudis, S. and Kandrelis, S., 2014. Willingness to pay for ecosystem services in a valonia oak forest. 12th International Conference on Protection and Restoration of the environment, June 29 to July 3, 2014, Skiathos island, Greece, pp. 941-947.

Papaspyropoulos, K.G., Koufis, J., Turlida, L. and Georgakopoulou, A., 2012. Estimating the economic impact of a long-term hunting ban on local businesses in rural areas in Greece: A hypothetical scenario. *Anim. Biodivers. Conserv.* 35(2):163–170.

Petr, M., Vacchiano, G., Thom, D., Mairota, P., Kautz, M., Goncalves, L.M.S., Yousefpour, R., Kaloudis, S. and Reyer, C.P.O., 2019. Inconsistent recognition of uncertainty in studies of climate change impacts on forests. *Environ. Res. Lett.* 14(11).

Raymond, C.M., Bryan, B.A., MacDonald, D.H., Cast, A., Strathearn, S., Grandgirard, A., Kalivas, T., 2009. Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics*, 68:1301-1315.

To, P.X., Dressler, W. H., Mahanty, S., Pham, T.T. and Zingerli, C., 2012. The prospects for payment for ecosystem services in Vietnam: A look at three payment schemes. *Human ecology* 40(2):237-249.

Venkatachalam, L., 2004. The contingent valuation method: A review. *Environmental Impact Assessment Review* 24:89–124.

Wilson, M.A., and Carpenter, S.R., 1999. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971–1997. *Ecol. Appl.* 9:772–783.

ΕΡΕΥΝΑ ΕΛΛΗΝΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΓΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΞΥΛΟΥ

Λιασκοπούλου, Αικατερίνη¹; Παπαδόπουλος, Ιωάννης¹; Τρίγκας, Μάριος¹

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Β. Γρίβα 11-13, Καρδίτσα, ΤΚ 43100, aliaskop@uth.gr, papadio@uth.gr, mtrigkas@uth.gr

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στις προτιμήσεις των Ελλήνων καταναλωτών την περίοδο του COVID-19 με σκοπό να προετοιμαστούν οι ενδιαφερόμενοι κατασκευαστές πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου, πωλητές ή διαμορφωτές στάσεων αγοραστικής συμπεριφοράς, διαφημιστές αλλά και επίσημοι φορείς να μελετήσουν το θέμα της μαζικότερης παραγωγής και εμπορίας πιστοποιημένου και ανακυκλωμένου ξυλινού προϊόντος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει αύξηση στην αγορά σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, αλλά αυτή δεν έχει να κάνει με τη γνώση αυτή κάθε αυτή της αιφόρου ανάπτυξης δασών και δασικών προϊόντων. Μια περαιτέρω έρευνα που θα απευθυνόταν σε καταναλωτές μεταξύ 18-35 ετών θα ήταν καλή πρόταση ώστε να σχεδιαστεί η καμπύλη ανάπτυξης του προϊόντος στην ελληνική αγορά και να ακολουθήσει το κατάλληλο μείγμα μάρκετινγκ. Μια πιθανή καμπάνια που θα στραφεί στους καταναλωτές σχετικά με την αιφóρική διαχείριση δασών και την πιστοποίηση πρέπει να συμπεριλάβει και αυτήν την κατηγορία των καταναλωτών και όχι μόνο. Η κρατική και ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με τη πιστοποίηση των προϊόντων από ξύλο φαίνεται ότι δεν είναι πολύ γνωστή στους Έλληνες καταναλωτές.

Λέξεις κλειδιά: Αιφóρος διαχείριση των δασών, πιστοποίηση δασών, πιστοποίηση ξύλου, πράσινο μάρκετινγκ.

Εισαγωγή

Για τα προϊόντα του δάσους, πιστοποιημένο θεωρείται εκείνο το προϊόν το οποίο περιλαμβάνει πιστοποιημένη πρώτη ύλη, το περιεχόμενο του οποίου επαληθεύεται από τη διαδικασία της αλυσίδας προέλευσης (Κόλλιας 2012). Η διαδικασία αυτή αποτελεί έναν μηχανισμό παρακολούθησης το πιστοποιητικού από το δάσος ως το τελικό προϊόν. Τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την έκδοση πιστοποιητικών κατά τη συμμόρφωση είναι διαφορετικά, τόσο μεταξύ των συστημάτων πιστοποίησης όσο και εντός του ίδιου συστήματος όταν εφαρμόζεται σε διαφορετικές περιοχές. Ωστόσο, είναι τουλάχιστον ίσες με τις νομικές απαιτήσεις και συχνά περιλαμβάνουν στοιχεία που ορίζουν πραγματικά υψηλότερα πρότυπα (Rametsteiner 2003).

Οι Rametsteiner και Simula (2003), θεωρούν ότι με την πιστοποίηση των δασών, μπορεί να επιτυγχάνεται: α) βελτίωση των προτύπων απόδοσης, β) ενίσχυση του ελέγχου των πόρων, γ) βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης, στα οποία συμπεριλαμβάνονται οι μηχανισμοί εσωτερικού σχεδιασμού, παρακολούθησης, αξιολόγησης και υποβολής εκθέσεων, δ) βελτιωμένη πρόσβαση στην αγορά και περιστασιακά υψηλότερες τιμές, ε) βελτίωση της εικόνας της επιχείρησης και της επιχειρηματικής ηθικής. Η πιστοποίηση της βιώσιμης προέλευσης των δασικών προϊόντων μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις ελληνικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ξυλείας ως αποτελεσματικό εργαλείο μάρκετινγκ για τη δυναμική είσοδο σε νέες αγορές και τη βελτίωση του οικολογικού τους προφίλ (Papadopoulos και Karagouni 2007).

Από την άλλη, οι πράσινοι καταναλωτές φαίνεται να αποτελούν κινητήρια δύναμη πίσω από τον τρόπο με τον οποίο οι εταιρείες δραστηριοποιούνται και δημιουργούν μια νέα οικονομία. Οι υποστηρικτές αυτού του νέου «κινήματος πράσινων καταναλωτών» στην Ελλάδα είναι πιο συνειδητοί και έχουν μεγαλύτερη ευθύνη για τη διαχείριση των φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος. Ο αριθμός τους αυξάνεται συνεχώς στην Ελλάδα, όπως σε όλο τον κόσμο και είναι οι κύριοι στόχοι για τους παραγωγούς πιστοποιημένων προϊόντων ξυλείας. Σε σχετική έρευνα (Papadopoulos κ.α. 2010) αναδείχθηκε ότι η έννοια της πιστοποιημένης ξυλείας που παράγεται από αιφóρα διαχειριζόμενα δάση είναι μάλλον «θολή» για το 24% των ερωτώμενων. Η ίδια έρευνα έδειξε

ότι οι καταναλωτές είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για να αγοράσουν πιστοποιημένη ξυλεία από αειφορικά διαχειριζόμενα δάση ή από εκείνα που προμηθεύονται προϊόντα επίπλων γνωρίζοντας ότι έχουν παραχθεί χρησιμοποιώντας πιστοποιημένη ξυλεία ως πρώτη ύλη. Η πλειονοψηφία τους (41,2%) πιστεύει ότι δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1-5% της συμβατικής τους αξίας. Ο σταθμισμένος μέσος όρος αυτής της πρόσθετης τιμής ανέρχεται σε 5,6%. Μια παρόμοια έρευνα έδειξε ότι αυτό το ποσοστό για τη φινλανδική ξυλεία ταλαντεύεται από 1-4%.

Σε έρευνα της Ελληνικής αγοράς πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου αειφορικά διαχειριζόμενων δασών ο Κόλλιας (2012) απευθύνθηκε τόσο σε καταναλωτές όσο και σε επαγγελματίες του κλάδου και έβγαλε τα εξής πορίσματα: Οι Έλληνες καταναλωτές δείχνουν υποστηρικτικές ενεργειών που προστατεύουν το περιβάλλον και τις σχετικές δράσεις στη πλειονότητα τους και διατίθεται να ενισχύσουν οικονομικά αυτές τις προσπάθειες. Η πλειονότητα δηλώνει ότι δεν είναι ευχαριστημένοι με τη κατάσταση των δασών στη χώρα μας. Οι 3 στους 4 δίνουν πολύ μεγάλη σημασία στην τιμή ενώ οι 2 στους 4 δίνουν πολύ μεγάλη σημασία στη φιλικότητα του προϊόντος. Η πλειονότητα σε γνωρίζει για την πιστοποίηση αειφορικής διαχείρισης δασών ενώ μόνο το 28,4% έχουν ακούσει για πιστοποιημένα προϊόντα ξύλου. Ωστόσο η έρευνα καταγράφει μία θετική στάση στην αγορά πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου.

Σε έρευνα των Papadopoulos κ.α. (2012) φαίνεται ότι μεγάλες ελληνικές εταιρείες επίπλων προτιμούν να επενδύουν στη μείωση του κόστους των διαδικασιών και στην καθοδήγηση του κόστους για να αντιμετωπίσουν τον υπάρχων ανταγωνισμό. Από την άλλη πλευρά, οι μικρές και οι μικροεπιχειρήσεις προτιμούν τη στρατηγική διαφοροποίηση εφαρμογή συγκεκριμένων πρωτοβουλιών, μεταξύ άλλων την «πράσινη επιχειρηματικότητα» και την πιστοποίηση. Ωστόσο, υπάρχουν εταιρείες που προσπαθούν να εφαρμόσουν σχετικά συστήματα διαχείρισης και ακολουθούν σχετικά πρακτικές όπως προϊόντα και πιστοποίηση διεργασιών και πράσινο σχεδιασμός (Trigkas κ.α. 2012). Η ανάγκη απόλυτης δέσμευσης, καθώς και η ανάγκη να αφιερωθούν σημαντικοί πόροι για να «γίνουν πράσινοι» επιβάλλουν ορισμένα εμπόδια στις ελληνικές μικρές και μικροεπιχειρήσεις της βιομηχανία. Έτσι, μια «πράσινη» στρατηγική δεν είναι εύκολη ή απλή στην εφαρμογή, ενώ αντίθετα υπάρχουν ορισμένες προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται σε όλη την αλυσίδα αξίας της εταιρείας.

Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο επιδιώκουν να επανεκκινήσουν τις οικονομίες τους μετά από τα lockdown σε όλο τον κόσμο σε μια νέα βιώσιμη πορεία (Mazzucato 2020). Αυτό περιλαμβάνει τη δημιουργία προϋποθέσεων για τη μείωση του άνθρακα, την πράσινη καινοτομία και τις προσεγγίσεις όλων των μερών και όχι μόνο των μετόχων, ως μέρος των πακέτων κρατικής βοήθειας που καταρτίζονται επί του παρόντος σε όλο τον κόσμο. Οι Mazzucato και McPherson (2019) προχώρησαν σε προτάσεις για την στροφή προς μια νέα μορφή οικονομικής θεωρίας πιο φιλικής με το περιβάλλον, όπως: α) δημιουργία φιλόδοξων πράσινων πακέτων δημόσιων επενδύσεων για την αναζωογόνηση της παγκόσμιας οικονομίας, β) διαμόρφωση συστημάτων καινοτομίας με χρηματοδότηση προς όφελος κάποιων ασθενέστερων οικονομικοκοινωνικά ομάδων, γ) αυτό απαιτεί τη χρήση στρατηγικών προϋποθέσεων για κυβερνητική βοήθεια, βιομηχανική πολιτική με αποστολή και εγγύηση για πράσινες θέσεις εργασίας, δ) πράσινο το χρηματοπιστωτικό σύστημα και ε) σχέδια επέκτασης και οικονομικής ανάπτυξης που δίνουν προτεραιότητα στη βιώσιμη και περιβαλλοντική προστασία και δεν ακολουθούν τις βιομηχανικές οδούς ιστορικών βιομηχανικών επαναστάσεων με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τις παραπάνω προτάσεις γίνεται εύκολα αντιληπτό γιατί η παραγωγή αλλά και η κατανάλωση των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου είτε αυτά βρίσκονται σε μορφή δομικών υλικών, είτε σε έπιπλα είτε μορφή άλλων αντικειμένων έχει τόσο μεγάλη σημασία.

Βασικός σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση του βαθμού προτίμησης των Ελλήνων καταναλωτών στα πιστοποιημένα προϊόντα ξύλου. Επιμέρους στόχοι ήταν η διερεύνηση: α) της γνώσης των καταναλωτών σχετικά με την έννοια της αειφορίας και της πιστοποίησης των δασών και των προϊόντων αυτών, β) των λόγων προτίμησης των προϊόντων ξύλου, γ) το ποσοστό της επιπλέον δαπάνης που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν οι καταναλωτές για την αγορά των προς διερεύνηση προϊόντων (δομικών κατασκευών ή μη), δ) των καναλιών πληροφόρησης που οδήγησαν στην απόφαση για την αγορά, ε) τη στάση τους απέναντι στην ανακύκλωση των προϊόντων που είναι κομμάτι της κυκλικής οικονομίας και τέλος στ) τα εξωτερικά κίνητρα (επιδοτήσεις, φοροαπαλλαγές κλπ) που θα οδηγούσαν στην αγορά αλλά και στην ανακύκλωση των προϊόντων). Με βάση την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας η κεντρική υπόθεση της έρευνας είναι ότι οι καταναλωτές, ειδικά οι νεότερες ηλικίες αρχίζουν να

αγοράζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό πιστοποιημένα προϊόντα ξύλου. Η ανάπτυξη αγοράς έχει να κάνει με την μεγαλύτερη γνώση σχετικά με την πιστοποίηση των αειφορικά διαχειριζόμενων δασών και των τελικών προϊόντων τους. Οι συμπληρωματικές υποθέσεις ήταν οι εξής:

- H1: Η πλειονότητα των καταναλωτών πάνω από 35 και με ανώτερο μορφωτικό επίπεδο γνωρίζουν για την πιστοποίηση των προϊόντων από ξύλο και είναι πρόθυμοι να διαθέσουν ποσό άνω των 5 % επιπλέον του βασικού κόστους.
- H2: Οι περισσότεροι οικογενειάρχες επιλέγουν το προϊόν γιατί συνδυάζει ποιότητα και τιμή και θα προχωρούσαν στην ανακύκλωση εφόσον επιδοτούνταν από το κράτος.
- H3: Τα μέσα επικοινωνίας και κυρίως η εμπιστοσύνη στην προσωπική εμπειρία είναι ο βασικός λόγος της προτίμησης των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου.

Υλικά και Μέθοδοι

Λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους, 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 (Κεπλανίδης 1999). Η διανομή των ερωτηματολογίων έγινε σε διαδικτυακή μορφή δεδομένου των συνθηκών προστασίας από τον Covid-19. Οι ερωτήσεις διαμορφώθηκαν μέσα από το πρότυπο της Google Form και στάλθηκαν είτε μέσω email, είτε μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης (Facebook, Messenger, Viber). Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει δεκαεννέα (19) ερωτήσεις, εκ των οποίων οι πέντε (5) αφορούσαν το προφίλ των καταναλωτών (Πίνακας 1). Οι περισσότερες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν κλειστές, τύπου: ιεράρχησης, διχοτόμησης, κλίμακας Likert, πρόθεσης αγοράς, με μία σωστή απάντηση, πολλαπλών επιλογών και ερωτήσεις κλίμακας Thurstone. Σε πολλές περιπτώσεις χρειάστηκε να γίνει επανάληψη της ηλεκτρονικής αποστολής του ερωτηματολογίου ή να χρησιμοποιηθούν πολλαπλά κανάλια διαμοιρασμού του ερωτηματολογίου. Τελικά το δείγμα της έρευνας ανήλθε σε 118 Έλληνες καταναλωτές σε όλη την επικράτεια. Η συλλογή των δεδομένων της έρευνας πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2020. Υπήρχε μια πρώτη φάση πιλοτικής έρευνας με δέκα (10) ερωτώμενους όπου ρυθμίστηκαν κάποιες ασάφειες. Μετά τη συγκέντρωση των ερωτηματολογίων του δείγματος ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων με το πρόγραμμα SPSS 26.

Πίνακας 1. Προφίλ των ερωτώμενων Ελλήνων καταναλωτών
Table 1. Profile of the surveyed Greek consumers

Φύλο	Ποσοστό %	Επαγγελματική κατάσταση	Ποσοστό %
Άνδρες	45,3%	Δημόσιος υπάλληλος	55,6
Γυναίκες	54,7%	Ιδιωτικός υπάλληλος	18,8
Κλάσεις ηλικίας	Ποσοστό %	Συνταξιούχος	6,0
18-25	8,5	Άνεργος	6,8
26-35	18,8	Ελεύθερος επαγγελματίας	8,5
36-45	17,1	Άλλο	4,3
46-60	49,6		
>60	6,0	Οικογενειακή κατάσταση	Ποσοστό %
Μορφωτικό επίπεδο	Ποσοστό %	Άγαμος/η	24,8
Δημοτικό	0,9	Έγγαμος/η	29,1
Γυμνάσιο-Λύκειο	9,4	Έγγαμος/η με παιδιά	21,4
Πανεπιστήμιο	46,2	Διαζευγμένος/η	2,6
Μεταπτυχιακό	35,0	Με παιδιά	11,1
Διδακτορικό	8,5	Άλλο	11,1

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των ερωτηματολογίων της έρευνας ανέδειξε ότι το ποσοστό Ελλήνων καταναλωτών γνωρίζει για την αειφορική διαχείριση των δασών σε ποσοστό 60,7%. Επίσης, όσον αφορά τη γνώση της πιστοποίησης των προϊόντων ξύλου, το 54,7% των Ελλήνων δηλώνει να γνωρίζει την ύπαρξη της στην αγορά. Φαίνεται να υπάρχει πρόθεση αγοράς πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου από τους Έλληνες καταναλωτές σε ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 87,9%. Τα χαρακτηριστικά που παίζουν σημαντικότερο λόγο στην επιλογή των προϊόντων από ξύλο ιεραρχούνται με την εξής σειρά: χαμηλή

τιμή>ποιότητα κατασκευής>άριστη σχέση ποιότητας-τιμής>μεγάλη αντοχή στο χρόνο>υψηλή αισθητική>κατασκευή από οικολογικά υλικά>μεγάλη εγγύηση>πρωτότυπη σχεδίαση (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά προτίμησης των προϊόντων ξύλου από Έλληνες καταναλωτές
Table 2. Preference characteristics of wooden products by the Greek consumers

Χαρακτηριστικά	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Χαμηλή τιμή	117	2,91	,187
Υψηλή ποιότητα κατασκευής	117	2,97	,230
Άριστη σχέση ποιότητας-τιμής	117	2,96	,237
Μεγάλη αντοχή στο χρόνο	117	3,16	,227
Υψηλή αισθητική	117	3,36	,216
Κατασκευή από οικολογικά υλικά	117	3,19	,214
Μεγάλος χρόνος εγγύησης	117	3,60	,232
Πρωτότυπη σχεδίαση	117	3,61	,213

Στην ερώτηση πόσα χρήματα επιπλέον είναι διατεθειμένοι οι Έλληνες καταναλωτές να διαθέσουν για πιστοποιημένα προϊόντα ξύλου, όπως π.χ. έπιπλα, το 27,4% αυτών θα δήλωσε ένα επιπλέον ποσό της τάξης των 6-10%, ενώ υπάρχουν και καταναλωτές σε ποσοστό 19,7% που θα πλήρωναν 11-20%, ενώ μόνο το 7,7% αυτών θα πλήρωναν και πάνω από 20% της τιμής των συμβατικών προϊόντων. Το ποσοστό που θα πλήρωνε από 0-5% αφορά το 16,2% των καταναλωτών αυτών.

Με βάση τη προηγούμενη ανάλυση ακολουθεί η επαλήθευση ή μη των βασικών υποθέσεων που τέθηκαν μετά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Κεντρική υπόθεση της έρευνας είναι ότι οι καταναλωτές, ειδικά οι νεότερες ηλικίες αρχίζουν να αγοράζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό πιστοποιημένα προϊόντα ξύλου. Η ανάπτυξη αγοράς έχει να κάνει με την μεγαλύτερη γνώση σχετικά με την πιστοποίηση των αειφορικά διαχειριζόμενων δασών και των τελικών προϊόντων τους. Συνδυάζοντας τις μεταβλητές της ηλικίας με την πρόθεση αγοράς των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου διαπιστώνεται ότι μόνο το 0,9% δεν θα αγόραζε πιστοποιημένα προϊόντα και αυτό ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 36-45. Επίσης στις νεότερες ηλικιακές ομάδες καταναλωτών (18-35) μόνο το 15,4% δεν είναι σίγουροι αν θα αγόραζαν πιστοποιημένα προϊόντα ξύλου. Χρησιμοποιώντας τη διαδικασία crosstabsγια την επαλήθευση των υποθέσεων ο δείκτης Pearson $X^2=14.192$, για $p<0.001$, επομένως η συσχέτιση της ηλικίας με την πρόθεση αγοράς προϊόντων ξύλου είναι στατιστικά σημαντική.

Επίσης, συσχετίζοντας τις μεταβλητές της αγοράς πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου με τη γνώση των αειφορικών δασών και των προϊόντων αυτών εξάγεται το συμπέρασμα ότι η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική όπου $p<0.001$. Σε σχέση με την ηλικία και τη γνώση της αειφορικής διαχείρισης τα συμπεράσματα από τα τεστ επαλήθευσης είναι ότι, στο ηλικιακό δείγμα 56,2% γνωρίζουν για την αειφορική διαχείριση των δασών. Η συσχέτιση των δύο μεταβλητών φαίνεται να είναι στατιστικά λιγότερο σημαντική, αφού ο συντελεστής Pearson X^2 είναι 8,98 σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0,01$.

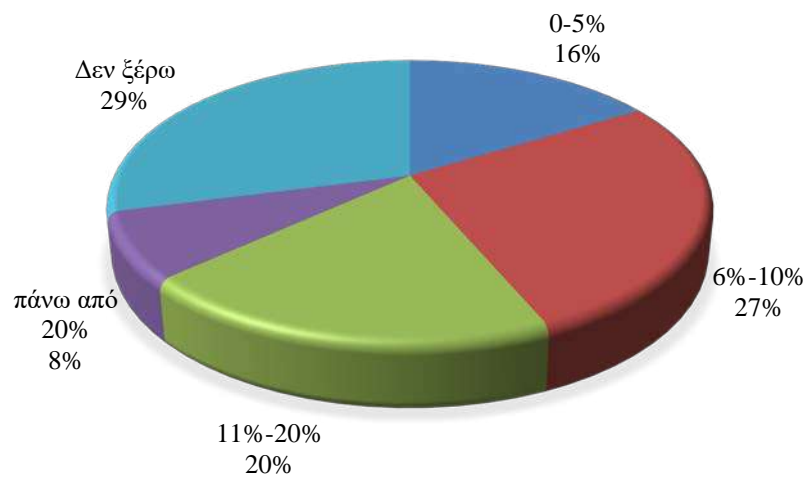
Συμπερασματικά, σχετικά με τη βασική υπόθεση της έρευνας ότι όλο και περισσότεροι καταναλωτές και στις νεότερες ηλικίες αρχίζουν να αγοράζουν προϊόντα πιστοποιημένης ξυλείας αφού έχουν γνώση για την αειφόρο ανάπτυξη, φαίνεται ότι επιβεβαιώνεται κατά το ήμισυ αφού ναι μεν υπάρχει αύξηση στην αγορά αλλά αυτή η αύξηση δεν έχει να κάνει με τη γνώση αυτή κάθε αυτή της αειφόρου ανάπτυξης δασών και δασικών προϊόντων. Θα ήταν πιο ολοκληρωμένη η εικόνα αν είχε ληφθεί μεγαλύτερο δείγμα των ηλικιών μεταξύ 18-35 ώστε να ήταν δυνατόν να σχεδιαστεί η καμπύλη ανάπτυξης της αγοράς για την επόμενη πενταετία. Μια πιθανή καμπάνια που θα στραφεί στους καταναλωτές σχετικά με την αειφορική διαχείριση δασών και την πιστοποίηση πρέπει να συμπεριλάβει και αυτήν την κατηγορία των καταναλωτών.

Άλλες υποθέσεις:

H1: Η πλειονότητα των καταναλωτών πάνω από 35 και με ανώτερο μορφωτικό επίπεδο γνωρίζουν για την πιστοποίηση των προϊόντων από ξύλο και είναι πρόθυμοι να διαθέσουν ποσό άνω των 5 % επιπλέον του βασικού κόστους.

Το 27% των ερωτώμενων έδειξε ότι είναι πρόθυμοι να διαθέσουν 6-10% επιπλέον ποσό επί των τιμών των συμβατικών προϊόντων για την αγορά πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου (Σχήμα 1). Ο έλεγχος X^2 για τη διαπίστωση ύπαρξης στατιστικά σημαντικής σχέσης μεταξύ των ηλικιακών ομάδων των καταναλωτών και ιδιαίτερα όσοι ανήκουν σε αυτή άνω των 35 ετών σε σχέση με το ποσοστό % προθυμίας των καταναλωτών που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν ένα επιπλέον ποσό επί των τιμών

των συμβατικών προϊόντων για την αγορά πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου, έδειξε τελικά ότι αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική (Pearson $X^2 = 17,688$, για $p=0,342$). Οι καταναλωτές αυτοί στη πλειονότητα τους (84%) έχουν ανώτερο μορφωτικό επίπεδο. Όσον αφορά όμως την γνώση των πιστοποιημένων προϊόντων από ξύλο, ο έλεγχος X^2 έδειξε ότι αν και πάνω από τους μισούς καταναλωτές έχουν ανώτερο μορφωτικό επίπεδο, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του μορφωτικού επιπέδου αυτών και της πρόθεσης επιπλέον διάθεσης ποσού για την αγορά πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου (Pearson $X^2 = 1,741$, για $p=0,783$). Έτσι προκύπτει το συμπέρασμα ότι η υπόθεση H1 δεν επιβεβαιώνεται πλήρως αφού ναι μεν στη συγκεκριμένη ομάδα καταναλωτών δεν γνωρίζουν οι περισσότεροι αλλά λίγο πάνω από τους μισούς για την πιστοποίηση και οι μισοί είναι πρόθυμοι να διαθέσουν ένα ποσό άνω των 5%. Να σημειωθεί όμως ότι επειδή υπάρχουν αρκετοί που δεν γνωρίζουν και δηλώνουν ότι δεν είναι σίγουροι για το παραπάνω ποσό που θα έδιναν, θα μπορούσαν με το σωστό μάρκετινγκ να συμπεριληφθούν στην ομάδα. Άρα φαίνεται καθαρά ένα ενδεχόμενο φαινόμενο ανάπτυξης της αγοράς των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου.



Σχήμα 1. Πρόθεση καταναλωτών διάθεσης επιπλέον ποσού για αγορά πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου.
Figure 1. Willingness of consumers to pay an extra amount for purchasing certified wooden products.

H2: A. Οι περισσότεροι οικογενειάρχες επιλέγουν το προϊόν γιατί συνδυάζει ποιότητα και τιμή. B. Θα προχωρούσαν στην ανακύκλωση εφόσον επιδοτούνταν από το κράτος.

A: Παρατηρείται από τα παρακάτω αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA, ότι η σχέση ποιότητας και τιμής για την αγορά των πιστοποιημένων προϊόντων αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα και για τους έγγαμους (3,06) και για αυτούς που έχουν παιδιά (3,00) αλλά και για αυτούς που είναι έγγαμοι με παιδιά (2,48).

Στο συγκεκριμένο αποτέλεσμα της ανάλυσης (Πίνακας 3) ισχύει ότι: LeveneStatistics = 2,629 ($p < 0,028$), οπότε το τεστ αυτό είναι στατιστικά σημαντικό και άρα η διακύμανση είναι η ίδια μεταξύ όλων των ομάδων της οικογενειακής κατάστασης. Ο Πίνακας ANOVA δείχνει την πιθανότητα του F-test = 1,161 για ($df=5$, $p=0,333$). Το p είναι στατιστικά σημαντικό. Συνεπώς γίνεται αποδεκτό ότι η οικογενειακή κατάσταση επηρεάζει την επιλογή του πιστοποιημένου προϊόντος ξύλου. Επομένως, η υπόθεση αυτή όσον αφορά το πρώτο μέρος ισχύει. Όσον αφορά την υπόθεση ότι οι οικογενειάρχες θα προχωρούσαν στην ανακύκλωση εφόσον επιδοτούνταν από το κράτος, παρατηρείται ότι για τους έγγαμους είναι πολύ σημαντικός λόγος, όπως και για τους έγγαμους με παιδιά, ακολουθώντας την ίδια ανάλυση, καθώς τα αποτελέσματα είναι: LeveneStatistics = 1,213 ($p < 0,308$) οπότε το τεστ αυτό είναι στατιστικά σημαντικό και άρα η διακύμανση είναι η ίδια μεταξύ όλων των ομάδων της οικογενειακής κατάστασης. Επίσης, ο Πίνακας ANOVA δείχνει την πιθανότητα του F-test = 0,692 για ($df=5$, $p=0,631$). Το p είναι στατιστικά σημαντικό. Συνεπώς γίνεται αποδεκτό ότι η οικογενειακή κατάσταση επηρεάζει την επιλογή του πιστοποιημένου προϊόντος ξύλου.

Πίνακας 3. Ανάλυση ANNOVA σχέσης οικογενειακής κατάστασης και ποιότητας – τιμής
Table 3. ANNOVA between family situation and value for money

	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	95% διαστήματα εμπιστοσύνης		Ελάχιστο	Μέγιστο
					Ανώτερο	Κατώτερο		
Άγαμος/η	29	3,72	2,644	,491	2,72	4,73	1	8
Έγγαμος/η	34	3,06	2,870	,492	2,06	4,06	1	8
Έγγαμος με παιδιά	25	2,48	1,873	,375	1,71	3,25	1	7
Διαζευγμένος/η	3	1,33	,577	,333	-,10	2,77	1	2
Με παιδιά	13	3,00	2,915	,809	1,24	4,76	1	8
Άλλο	13	2,23	2,421	,671	,77	3,69	1	8
Σύνολο	117	2,96	2,564	,237	2,49	3,43	1	8
				LeveneStatistic	df1	df2	Sig.	
Αριστη σχέση ποιότητας-τιμής	Based on Mean			2,629	5	111	,028	
	Based on Median			,955	5	111	,449	
	Based on Median and with adjusted df			,955	5	94,524	,450	
	Based on trimmedmean			2,334	5	111	,047	
		Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.		
Between Groups		37,897	5	7,579	1,161	,333		
Within Groups		724,890	111	6,531				
Total		762,786	116					

H3: Τα μέσα επικοινωνίας και κυρίως η εμπιστοσύνη στην προσωπική εμπειρία είναι ο βασικός λόγος της προτίμησης των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου.

Ο έλεγχος της υπόθεσης με τη βοήθεια της Factor Analysis έδειξε, ύστερα από την περιστροφή της μήτρας παραγόντων ότι και οι 6 μεταβλητές ομαδοποιημένες περιγράφουν τον βαθμό επηρεασμού των καταναλωτών για την αγορά πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου, οι οποίες όμως κατατάσσονται σε 2 ομάδες. Η 1^η αφορά τις μεταβλητές (1-5) και η 2^η τις μεταβλητές 5 και 6 με κυριότερες τη διαφήμιση και την επιτόπια έρευνα. Οι δύο αυτές μεταβλητές εξηγούν το 61,6% περίπου της συνολικής διακύμανσης. Επομένως, με βάση τα αποτελέσματά μας επιβεβαιώνεται και η 3^η υπόθεση, λαμβάνοντας υπόψη και τις υπόλοιπες μεταβλητές που συμμετείχαν στην ανάλυση.

Πίνακας 4. Ανάλυση παραγόντων αναφορικά με την επιρροή επιμέρους καναλιών μέσων επικοινωνίας για επιλογή πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου

Table 4. Factor analysis of the communication means role for the selection of certified wooden products

ComponentMatrix^a

	Component	
	1	2
Διαφήμιση	,347	,530
Επιτόπια έρευνα	,692	-,563
Γνώμη φίλων/συγγενών	,768	-,360
Διαδίκτυο	,762	,054
Άρθρα	,709	,465
Άλλο	,167	,670

Component	Total Variance Explained			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	Initial Eigenvalues % of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,301	38,349	38,349	2,301	38,349	38,349
2	1,395	23,246	61,596	1,395	23,246	61,596
3	,900	14,999	76,595			
4	,680	11,341	87,936			
5	,438	7,299	95,235			
6	,286	4,765	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Συμπερασματικά σχετικά με την βασική μας υπόθεση ότι, όλο και περισσότεροι καταναλωτές και στις νεότερες ηλικίες αρχίζουν να αγοράζουν προϊόντα πιστοποιημένης ξυλείας αφού έχουν γνώση για την αιφόρο ανάπτυξη, επιβεβαιώνεται κατά το ήμισυ αφού ναι μεν υπάρχει αύξηση στην αγορά αλλά αυτή η αύξηση δεν έχει να κάνει με τη γνώση αυτή κάθε αυτή της αιφόρου ανάπτυξης δασών και δασικών προϊόντων. Μια περαιτέρω έρευνα που θα απευθυνόταν σε καταναλωτές μεταξύ 18-35 ετών θα ήταν καλή πρόταση ώστε να σχεδιαστεί η καμπύλη ανάπτυξης του προϊόντος στην ελληνική αγορά και να ακολουθήσει το κατάλληλο μείγμα μάρκετινγκ.

Μια πιθανή καμπάνια που θα στραφεί στους καταναλωτές σχετικά με την αιφορική διαχείριση δασών και την πιστοποίηση πρέπει να συμπεριλάβει και αυτήν την κατηγορία των καταναλωτών και όχι μόνο. Η κρατική και ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με τη πιστοποίηση των προϊόντων από ξύλο φαίνεται ότι δεν είναι πολύ γνωστή, αφού υπάρχει πολύ μεγάλο ποσοστό σχεδόν το μισό που δε τη γνωρίζει. Ίσως η σήμανση των προϊόντων να μην είναι πολύ ευκρινής και η σχετική ενημέρωση να μην υπάρχει σε ικανοποιητικό βαθμό.

Από την έρευνα διαπιστώνεται ότι μπορεί ένα μεγάλο μέρος των καταναλωτών να μη γνωρίζει για την πιστοποίηση αλλά οι μισοί εξ' αυτών είναι πρόθυμοι να διαθέσουν ένα ποσό άνω των 5% σε σχέση με την τιμή αυτών χωρίς πιστοποίηση, για την αγορά τέτοιων προϊόντων. Να σημειωθεί ότι επειδή υπάρχουν καταναλωτές που δηλώνουν ότι δεν είναι σίγουροι για το παραπάνω ποσό που θα έδιναν, θα ήταν δυνατόν με τις κατάλληλες στρατηγικές μάρκετινγκ να αποτελέσουν μια δυναμική καταναλωτική ομάδα. Άρα υπάρχει πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη της αγοράς των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου.

Η επιλογή των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου (επίπλων και δομικών υλικών) είναι ανεξάρτητη από την ηλικία και την οικογενειακή κατάσταση. Αυτοί που προβαίνουν στην αγορά το κάνουν κυρίως σε συναισθηματικό επίπεδο γιατί το συνδέουν με το περιβάλλον. Από την έρευνα συνάγεται επίσης ότι θα μπορούσαν να δοθούν κίνητρα για την αγορά ή την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησης του ξύλου σε όλες τις μορφές, κάποια από αυτά όπως η κρατική επιδότηση είναι σημαντικά και κυρίως για οικογενειάρχες με παιδιά. Επίσης, μια οποιαδήποτε ομαδοποίηση καταναλωτών ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο μείγμα μάρκετινγκ δεν είναι εμφανής αφού δεν υπάρχουν έρευνες σχετικές τα τελευταία χρόνια. Τέλος, τα δίκτυα συνεργασίας μεταξύ επιχειρήσεων που είναι τόσο δημοφιλή στην Ευρώπη και είναι οι νέες μορφές επιχειρηματικότητας πρέπει να αναδειχθούν περισσότερο και στην Ελλάδα.

Είναι αναγκαία η σύγκριση των αποτελεσμάτων της έρευνας με άλλες αντίστοιχες έρευνες σε διεθνές επίπεδο όσον αφορά την προτίμηση των καταναλωτών στην αγορά των πιστοποιημένων προϊόντων ξύλου.

Abstract

This research focused to give a picture of Greek consumers in the year of 2020 who are under pressure, to prepare any interested manufacturers of certified wood products, sellers or shoppers, advertisers and officials to study the possibility of mass production and marketing of certified and recycled wood product. The results showed that there is an increase in the market compared to previous years but this increase has nothing to do with this knowledge of sustainable development of forests and forest products. Further research aimed at consumers between the ages of 18-35, would be a good solution in order to design a curve of growth for this item, in the Greek market and follow the appropriate marketing mix. A potential consumer-focused campaign on sustainable forest management and certification should include this category of consumers and not only. The national and European legislation on the certification of wood products do not seem to be well known, from Greek consumers.

Βιβλιογραφία

Κελλανίδης, Μ., 1999. Μεθοδολογία της Παιδαγωγικής Έρευνας με Στοιχεία Στατιστικής. Εκδόσεις Κώδικας, Θεσσαλονίκη

Κόλλιας, Ε., 2012. Έρευνα της Ελληνικής αγοράς Πιστοποιημένων Προϊόντων Ξύλου αειφορικά διαχειριζόμενων Δασών(Διδακτορική Διατριβή). ΑΠΘ. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φυσικών Πόρων, Εργαστήριο Δασικής Οικονομίας, Θεσσαλονίκη.

Mazzucato, M. and Mc Pherson, M., 2019. The green entrepreneurial state: What the Green New Deal can learn from the IT revolution. UCL Institute for Innovation and Public Purpose Policy Brief Series (IIPP PB 08). Αντλήθηκε από: <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2019/aug/what-green-revolution-can-learn-it-revolution>. (16 Νοεμβρίου 2020)

Mazzucato, M., 2020. Αποφεύγοντας ένα κλιματικό lock-down. Naftemporiki (online), 8 Νοεμβρίου. Αντλήθηκε 10/11/20 από <https://www.naftemporiki.gr/story/1655721/apofeugontas-ena-klimatiko-lockdown>.

Papadopoulos, I. and Karagouni, G., 2007. European timber trade analysis: an economical overview and regional market potential, International Workshop, Larnaka, Cyprus, Cost Action E34 «Bonding of Timber», 22-23 March, pp. 141-9.

Παπαδόπουλος, Ι., 2010. Μάρκετινγκ Επίπλου και Προϊόντων Ξύλου, Αθήνα: εκδ. Σταμούλη.

Papadopoulos, I., Karagouni, G., Trigkas, M. and Platogianni, E., 2010. Green marketing. The case of Greece in certified and sustainably managed timber products. Euro Med Journal of Business. Vol. 5, Issue 2, pp. 166-190.

Papadopoulos, I., Trigkas, M. and Papadopoulou, A., 2012. Cross Country Contagion of Economic Crisis at Firm Level. Evidence from Cypriote and Greek Furniture and Wood Enterprises. 5th Annual International EuroMed Conference, Building New Business Models For Success Through Competitiveness and Responsibility, ISBN: 978-9963711079, Montreaux, Switzerland, Oral presentation, October 4-6, 2012, pp 1253-1270.

Rametsteiner, E. and Simula, M., 2003. Forest Certification: An instrument to promote sustainable forest management. J. Environ. Manage. 67: 87-98.

Trigkas, M., Papadopoulos, I. and Karagouni, G., 2012. Economic efficiency of wood and furniture innovation system. Eur. J. Innov. Manag., Vol. 15 No. 2, pp. 150-176.

ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΥΠΟ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ: ΕΝΑ ΝΕΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΤΑΙΡΙΚΗΣ ΛΟΓΟΔΟΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΠΤΗΝΟΠΑΝΙΔΑΣ

Ναζάκη, Αναστασία; Παπασπυρόπουλος, Κωνσταντίνος Γ.

Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, anaxaki96@gmail.com, kodafype@for.auth.gr

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, ο κίνδυνος απώλειας της βιοποικιλότητας και των ειδών έχει φέρει στο προσκήνιο αρκετές προσπάθειες για την παροχή οδηγιών προς τις εταιρείες για να κατανοήσουν πώς μπορούν να την ενσωματώσουν στα επιχειρηματικά τους μοντέλα. Δεδομένου του σημερινού διλήμματος μεταξύ της ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας και της προστασίας της άγριας ζωής, η παρούσα έρευνα εξετάζει εάν ένα πλαίσιο λογοδοσίας για τα είδη υπό εξαφάνιση, μπορεί να ασκήσει πίεση στις εταιρείες του τομέα της αιολικής ενέργειας ώστε να εκτιμήσουν και να αποκαλύψουν τις επιπτώσεις τους στα απειλούμενα είδη άγριας πανίδας. Στην έρευνα γίνεται αρχικά μία ανάλυση της λογιστικής των ειδών υπό εξαφάνιση, σε συνδυασμό με ένα προτεινόμενο πλαίσιο πιθανών δεικτών, οι οποίοι έχουν προληπτικά και κατασταλτικά χαρακτηριστικά. Η εργασία αποτελεί μία από τις πρώτες προσπάθειες για τη λειτουργία της λογιστικής ειδών υπό εξαφάνιση για τις επιχειρήσεις, ιδιαίτερα στον τομέα της αιολικής ενέργειας.

Λέξεις κλειδιά: λογιστική της βιοποικιλότητας, τομέας αιολικής ενέργειας, άγρια ζωή, πλαίσιο αναφοράς της εξαφάνισης.

Εισαγωγή

Σήμερα, από τα 7.745 τοπικά είδη ζώων που εξακολουθούν να υφίστανται, το 26% αυτών κινδυνεύουν να εξαφανιστούν, ενώ η κατάσταση του 67% είναι άγνωστη. Μόνο το 7% αυτών δεν διατρέχει κίνδυνο (FAO 2019). Οι κύριοι λόγοι που έχουν προκαλέσει τη σημερινή απώλεια ειδών είναι η εισαγωγή χωροκατακτητικών ξένων ειδών, η ανεξέλεγκτη ρύπανση, η εκμετάλλευση των πόρων (ύδατα, εδάφη, άγρια χλωρίδα και πανίδα) καθώς και η υπερκμετάλλευση των φυσικών περιοχών για αγροτική και αστική ανάπτυξη (IUCN 2015, Adler κ.α. 2018). Έτσι σήμερα ένα μέρος της επιστημονικής κοινότητας κάνει λόγο για την είσοδο της Γης στην έκκτη μαζική εξαφάνιση ειδών (Rockstrom κ.α. 2009), επισημαίνοντας την ανάγκη λήψης άμεσων μέτρων διατήρησης (Barnosky κ.α. 2011). Ωστόσο, οι επιστήμονες έχουν διαπιστώσει πολλές δυσκολίες στην εκτίμηση του αριθμού των ειδών, επισημαίνοντας ότι «μια μεγάλη ποσότητα ειδών θα εξαφανιστούν πριν καν ανακαλυφθούν» (Wheeler κ.α. 2012). Πράγματι, η απώλεια της βιοποικιλότητας και η εξαφάνιση των ειδών αποτελούν πλέον κρίσιμα προβλήματα, με το ποσοστό εξαφάνισης ειδών να είναι υψηλότερο από το ποσοστό ανακάλυψης νέων ειδών (Ceballos κ.α. 2017).

Η έννοια της βιοποικιλότητας έχει εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια, με πολλές πρωτοβουλίες να αναπτύσσονται κατά καιρούς, προωθώντας το ρόλο που πρέπει να διαδραματίσουν οι επιχειρήσεις και οι επενδυτές στην προστασία της βιοποικιλότητας (EU Business, Biodiversity Platform 2019). Συγκεκριμένα, ολοένα και περισσότερες προσπάθειες γίνονται για την παροχή πλαισίων για τις επιχειρήσεις, προκειμένου να αρχίσουν να λογοδοτούν για τους κινδύνους που σχετίζονται με την απώλεια βιοποικιλότητας και προστατευόμενων ειδών (De Villiers κ.α. 2017).

Ο Jones (2010) τόνισε ότι οι βαθιά οικολογικοί λογαριασμοί των κινδύνων εξαφάνισης των ειδών πρέπει να συνδυαστούν με μια μέθοδο λογιστικής που εμπλέκει τα ενδιαφερόμενα μέρη που είτε έχουν ανθρωποκεντρική προσέγγιση για τον πλανήτη είτε αγνοούν τη σημαντικότητα της διατήρησης του περιβάλλοντος (Atkins και Maroun 2018). Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη τον επείγοντα χαρακτήρα με τον οποίο μειώνονται τα είδη, η παρακολούθηση των οικοτόπων και της άγριας πανίδας έχει αναγνωριστεί ως ένας πολύ σημαντικός δείκτης παρακολούθησης της βιοποικιλότητας (Samkin και

Schneider 2010, Thomson 2014), με τη λογιστική για τα απειλούμενα είδη να αποτελεί μέρος της αειφόρου λογιστικής (Rimmel και Jonäll 2013, Atkins κ.α. 2014).

Στο πλαίσιο του σημερινού 'πράσινου διλήμματος' αιολική ενέργεια-άγρια ζωή (Voigt κ.α. 2019), η συγκατάθεση για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου μπορεί να χορηγηθεί εάν είναι βέβαιο ότι δεν θα υπάρξουν ζημιές στη βιολογική ποικιλομορφία μιας τοποθεσίας Natura (Άρθρο 6 παράγραφος 4 της οδηγίας 92/43 / ΕΟΚ). Εστιάζοντας λοιπόν στους πιθανούς κινδύνους των αιολικών πάρκων στην ακεραιότητα των βιοτόπων και στη βιολογική ποικιλομορφία, επηρεάζοντας κυρίως τα πτηνά, σε συνδυασμό με την άμεση σχέση που έχουν αποκτήσει σήμερα ο τομέας της λογιστικής με την προστασία της φύσης, σκοπός αυτής της εργασίας είναι η πρόταση ενός πλαισίου λογοδοσίας για τον τομέα της αιολικής ενέργειας με σκοπό οι εταιρείες του να ενισχύσουν τις περιβαλλοντικές τους αναφορές για τα απειλούμενα είδη πτηνοπανίδας.

Υλικά και Μέθοδοι

Αρχικά, στην παρούσα έρευνα, πραγματοποιείται μια ανασκόπηση της ακαδημαϊκής έρευνας στη λογιστική των ειδών υπό εξαφάνιση προκειμένου να εντοπιστεί η διασύνδεση μεταξύ των εταιρικών αναφορών και της προστασίας και διατήρησης των ειδών. Σύμφωνα με τους Seuring κ.α. (2005), η βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι «ένας ρητός και αναπαραζήμιος σχεδιασμός για τον προσδιορισμό, την αξιολόγηση και την ερμηνεία υπάρχοντων εγγράφων σε ένα συγκεκριμένο θέμα», παρέχοντας επίσης μια εικόνα για την ανάπτυξη του και επισημαίνοντας τα ερευνητικά κενά (Khan κ.α. 2020). Επιπρόσθετα, οι Dale και Beleyer (2001) έχουν επισημάνει ότι η ορθή επιλογή των δεικτών είναι υψίστης σημασίας και πρέπει να βασίζεται στη διαθεσιμότητα δεδομένων, την ύπαρξη κατευθυντήριων γραμμών και την άμεση αντίδραση σε ανθρωπογενείς πιέσεις (Zhen και Routray 2003).

Το Διεθνές Πρότυπο 14031 που αποτελεί μέρος του ISO 14001 περιλαμβάνει οδηγίες για τη χρησιμότητα των περιβαλλοντικών λειτουργικών και διαχειριστικών δεικτών για μια εταιρεία (ISO 14031: 2021). Οι διαχειριστικοί δείκτες στοχεύουν στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής και τη διαχείριση περιβαλλοντικών πτυχών κάθε εταιρείας (ISO 2004), με τους λειτουργικούς δείκτες να αποτελούνται κυρίως από μετρήσιμα στοιχεία και να αντικατοπτρίζουν τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν από την εκάστοτε εταιρεία, εξετάζοντας την αποτελεσματικότητα των διαχειριστικών δεικτών (ISOUPDATE, 2018). Το προτεινόμενο λοιπόν παρόν πλαίσιο ενσωματώνει ένα σύνολο λειτουργικών και διαχειριστικών δεικτών, για την ενίσχυση των περιβαλλοντικών πολιτικών των αιολικών βιομηχανιών για τα απειλούμενα είδη, καθώς και για την παρότρυνση μέτρησης των άμεσων και έμμεσων επιπτώσεων τους στα είδη.

Λογιστική της βιοποικιλότητας

Στο πλαίσιο του παγκόσμιου στόχου για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, οι επιχειρήσεις, οι κυβερνητικοί και μη κυβερνητικοί οργανισμοί, αποτελούν τα βασικά ενδιαφερόμενα μέρη (Houdet και Germaneau 2014). Ένας ακριβής ορισμός του όρου «λογοδοσία για τη βιοποικιλότητα» προήλθε από τη Γαλλική Επιτροπή της Διεθνούς Ένωσης Προστασίας της Φύσης (2014), ορίζοντας τον ως «τα διάφορα έγγραφα αναφοράς» ή τμήματα των «εγγράφων αναφοράς» που δημοσιεύονται από εταιρείες και περιέχουν πληροφορίες για τη βιοποικιλότητα, τόσο υποχρεωτικές όσο και πληροφορίες που παρέχονται εθελοντικά» (σελ. 13). Η συγκεκριμένη σύνδεση μεταξύ της βιοποικιλότητας και των χρηματοοικονομικών θεμάτων έχει ως στόχο να συνδυάσει τη διατήρηση της βιολογικής ποικιλομορφίας με την ανάπτυξη των επιχειρήσεων (Suutari και Virtanen, 2019). Υπάρχουν πολλά εθνικά και διεθνή πρότυπα που ασχολούνται με αυτό που αναφέρεται γενικά ως «αειφορική λογοδοσία» (Dumay κ.α. 2010), όπως το Global Reporting Initiative (GRI), το System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) και το International Integrated Reporting Council (IIRC), με περισσότερες από 90% των μεγαλύτερων εταιρειών που λογοδοτούν για το περιβάλλον να χρησιμοποιούν τις οδηγίες του GRI (Usher και Maroun 2018).

Παρόλο που θα αναμενόταν ότι οι εταιρείες και οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν τις κατευθυντήριες γραμμές του GRI, έχουν αναπτύξει συστήματα παρακολούθησης ειδών και ενδιατημάτων που πιθανόν επηρεάζονται άμεσα από τις δραστηριότητές τους και έχουν λάβει μέτρα για την πρόληψη της απώλειάς τους (Atkins κ.α. 2015), η λογιστική της βιοποικιλότητας φαίνεται να είναι σε μεγάλο βαθμό περιγραφική (Jones και Solomon 2013, Mansoor και Maroun 2016), προωθώντας ελάχιστα την ατζέντα της λογοδοσίας για τα απειλούμενα με εξαφάνιση είδη.

Λογιστική των ειδών υπό εξαφάνιση

Οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις για τη λογιστική των ειδών υπό εξαφάνιση δείχνουν τη δυσκολία συνδυασμού του παραδοσιακού ρόλου της λογιστικής με οικολογικές λειτουργίες (Weir 2018). Παρόλα αυτά, καθώς τα λογιστικά συστήματα μπορούν να κινητοποιηθούν για να οδηγήσουν σε πραγματικές μεταρρυθμίσεις βιωσιμότητας (Atkins κ.α. 2015), η λογιστική των ειδών υπό εξαφάνιση απεικονίζει μια πιο εξειδικευμένη μορφή λογοδοσίας και διαφοροποιείται από τη λογιστική της βιοποικιλότητας, καθώς μπορεί να δράσει προληπτικά, αποτρέποντας την εκτόπιση και την εξαφάνιση ειδών (Cho κ.α. 2015). Όπως αναφέρει ο Jones (1996), ένα πλαίσιο λογοδοσίας για τα είδη υπό εξαφάνιση πρέπει να περιλαμβάνει επαρκής πληροφόρηση για τα πληγέντα είδη, τους λόγους που συγκεκριμένα είδη απειλούνται με εξαφάνιση, καθώς και τις πολιτικές που υιοθετούν για την αντιμετώπιση της απώλειάς τους (Jones και Solomon 2013, Tregidga 2013). Προχωρώντας λοιπόν ένα βήμα παραπέρα, οι προσπάθειες των εταιρειών πρέπει να βελτιωθούν και να προσαρμοστούν προκειμένου να αρχίσουν να αναφέρουν τις επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους στη βιοποικιλότητα και στα είδη (Atkins και Maroun 2018). Με άλλα λόγια οι εταιρείες πρέπει να αρχίσουν να εστιάζουν περισσότερο στην αντιστροφή των αρνητικών τάσεων, διαφοροποιώντας τις εταιρικές τους δραστηριότητες, λαμβάνοντας υπόψιν την εγγενή αξία των ειδών και τη σημαντική τους συνεισφορά στα βιολογική ποικιλομορφία (Atkins κ.α. 2018).

Αναφορές των αιολικών βιομηχανιών για τα είδη

Τα τελευταία χρόνια, εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε περιβαλλοντικά ευαίσθητους τομείς, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ο κατασκευαστικός τομέας βρίσκονται στο επίκεντρο της προσοχής των υπευθύνων χάραξης πολιτικής (Rahaman κ.α. 2004), καθώς επιδιώκεται μεγαλύτερη λογοδοσία από τους ίδιους στους σχετικούς ενδιαφερόμενους φορείς (ρυθμιστικές αρχές, τοπικές κοινωνίες, εργαζόμενοι & περιβάλλον) (KPMG 2011). Η φιλική προς το περιβάλλον παραγωγή ενέργειας έχοντας αυξανόμενη σημασία σήμερα, εγείρει το ζήτημα της αναμενόμενης επαρκούς και διαφανούς λογοδοσίας για τις αποδόσεις τέτοιων νέων βιομηχανιών όπως η ηλιακή, αιολική και πυρηνική ενέργεια (Moseñe κ.α. 2013).

Παρόλ' αυτά, οι μετρήσεις επιτόπιας έρευνας των επιπτώσεων υπεράκτιων ή χερσαίων αιολικών πάρκων στον πληθυσμό των πτηνών δεν φαίνεται να είναι πάντα ακριβείς και αμερόληπτες (Green κ.α. 2016). Επιπλέον ο Armeni (2016) μελέτησε σε ποιο βαθμό συμμετέχουν τα ενδιαφερόμενα μέρη στη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων, στον τομέα της αιολικής ενέργειας, διαπιστώνοντας ότι η προβολή των μοντέλων δέσμευσης είναι συχνά σιωπηρή και αόριστη. Οι αρχικές θεσμικές πιέσεις για λεπτομερείς αναφορές έχουν σήμερα αντικατασταθεί από απομιμήσεις από διάφορες εταιρείες, μειώνοντας έτσι τις βασικές διαφορές μεταξύ περιβαλλοντικών γνωστοποιήσεων (Moseñe κ.α. 2013). Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, η αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ ενδιαφερομένων μερών, όπως περιβαλλοντικών ΜΚΟ, εταιρειών αιολικής ενέργειας και κυβερνητικών οργανισμών φαίνεται να ελκύει κυρίως το ενδιαφέρον των τοπικών κοινωνιών και όχι τόσο του ενεργειακού τομέα (Wolsink και Breukers 2010)

Τρόποι βελτίωσης της λογοδοσίας των αιολικών βιομηχανιών για τα είδη υπό εξαφάνιση

Φαίνεται λοιπόν ότι περισσότερα μέτρα πρέπει να ληφθούν για να καταστεί η παραγωγή αιολικής ενέργειας πιο βιώσιμη για το περιβάλλον, με στόχο την ενίσχυση της νομικής προστασίας των ειδών άγριας πανίδας. Η ύπαρξη ξεχωριστών εταιρικών εκθέσεων που ασχολούνται με περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα αποτελεί ένα τρόπο λογοδοσίας πέρα από τους παραδοσιακούς ενδιαφερόμενους φορείς (ρυθμιστικές αρχές, μέτοχοι και επενδυτές, πελάτες και προμηθευτές) και άλλες ομάδες, όπως η κοινωνία, η δημόσια διοίκηση και τα μέσα ενημέρωσης (Adams και Larrinaga 2007), με τη συνεργασία με οργανισμούς άγριας ζωής να συμβάλει στην αποφυγή των ευαίσθητων περιοχών για την άγρια ζωή (U.S. Fish and Wildlife Service, 2011). Ένας άλλος τρόπος αύξησης της ακρίβειας της λογιστικής των ειδών υπό εξαφάνισή του τομέα της αιολικής ενέργειας είναι να αρχίσουν να συγκρίνουν τα αποτελέσματά τους με μελέτες άλλων αιολικών πάρκων για να προσαρμόσουν τις εκτιμήσεις τους (Sovacool 2009). Επιπρόσθετα, μια πρόσφατη έρευνα εντόπισε μια σειρά από ευρωπαϊκές κατάλληλες τοποθεσίες για εγκατάσταση 13,4 terawatts αιολικής ενέργειας (Ryberg κ.α. 2019). Συνεπώς, μέσω της χαρτογράφησης ορνιθολογικά ευαίσθητων στα αιολικά πάρκα περιοχών, όπως είναι τα αναγνωρισμένα μεταναστευτικά περάσματα, καθώς και υγροτόπων διεθνούς σημασίας, ο τομέας της αιολικής ενέργειας

θα στραφεί στην κατασκευή αιολικών πάρκων σε τοποθεσίες με μικρότερους κινδύνους για τα πουλιά. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με το σωστό τρόπο και στις κατάλληλες θέσεις (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία 2010).

Πλαίσιο εταιρικής λογοδοσίας για τα απειλούμενα είδη πτηνοπανίδας

Ο Πίνακας 1 περιλαμβάνει έναν συνδυασμό της τρέχουσας κατάστασης της περιβαλλοντικής νομοθεσίας, δηλαδή του νόμου 4014/2011 ως ισχύει και των ΑΕΠΟ που εκδίδονται καθώς και της απουσίας πολλών καθεστώτων λογοδοσίας για τον αιολικό τομέα στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, ενσωματώνει τη νομοθεσία για τις αναφορές των εταιρικών επιπτώσεων στα απειλούμενα είδη, καθώς και για την ενημέρωση των ενδιαφερόμενων μερών τους, συμπεριλαμβανομένων και πτυχών του κύκλου ζωής ενός αιολικού πάρκου που βρίσκονται ακόμη υπό διερεύνηση και πρόκειται να υιοθετηθούν στο μέλλον, όπως η απουσία ειδικού νόμου για τη μετέπειτα χρήση/ανακύκλωση της πληθώρας Α/Γ μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους.

Πίνακας 1. Παρούσα κατάσταση και έλλειψη πλαισίου λογοδοσίας για τον τομέα των αιολικών πάρκων
Table 1. Present status and lacks of accountability regimes for wind farm sector

Καθεστώς λογοδοσίας	Πριν από τη λειτουργία του αιολικού πάρκου	Περίοδος παρακολούθησης κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου	Μετά την περίοδο παρακολούθησης κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου	Λήξη λειτουργίας
Λογοδοσία 'προς τα πάνω'	Υποχρεωτική Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση υποβληθείσα στη Διοίκηση (όταν είναι σε περιοχή Natura)	Υποχρεωτική ετήσια έκθεση επιπτώσεων κατά τα 2-3 πρώτα έτη λειτουργίας υποβληθείσα στη Διοίκηση	Χωρίς υποχρέωση	Χωρίς υποχρέωση για τη μετέπειτα χρήση/ανακύκλωση στροβίλων
Λογοδοσία 'προς τα κάτω'	Υποχρεωτική γνώμη των ενδιαφερόμενων μερών/ Απουσία εθελοντικού καθεστώτος	Υποχρεωτική γνώμη των ενδιαφερόμενων μερών/ Απουσία εθελοντικού καθεστώτος	Χωρίς υποχρέωση/Απουσία εθελοντικού καθεστώτος	Χωρίς υποχρέωση για τη μετέπειτα χρήση/ανακύκλωση στροβίλων

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη την τρέχουσα περιβαλλοντική νομοθεσία στον τομέα της αιολικής ενέργειας (ν. 4014/2011) και αξιολογώντας έτσι την απειλή που τίθεται στα είδη πανίδας, ιδίως των πτηνών υπό εξαφάνιση, είναι φανερό ότι βασικά μέτρα πρέπει να υιοθετηθούν από τις εταιρείες ανεμογεννητριών (Α/Γ). Στον Πίνακα 2 παρέχεται ένα πλαίσιο για την αποκάλυψη πληροφοριών από τις εταιρείες Α/Γ, καλύπτοντας το λειτουργικό στάδιο των αιολικών πάρκων, με στόχο να συνδυαστεί η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντική συνεισφορά των ειδών στα οικοσυστήματα. Το προτεινόμενο αυτό πλαίσιο αποτελεί επέκταση του δείκτη GRI 304 (GRI 304: Biodiversity 2016), ο οποίος ενσωματώνει γνωστοποιήσεις σχετικά με τις επιπτώσεις εταιρικών δραστηριοτήτων σε προστατευόμενους οικοτόπους και είδη με βάση την Κόκκινη Λίστα Απειλούμενων Ειδών της Διεθνούς Ένωσης Προστασίας της Φύσης (IUCN).

Κάθε εταιρία Α/Γ μέσω της υιοθέτησης των λειτουργικών δεικτών θα έχει τη δυνατότητα να καταγράφει τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις της στα είδη υπό εξαφάνιση, να καταγράφει το κόστος για τις τεχνικές μετριάσεις, καθώς και για το ειδικό προσωπικό που εργάζεται στην αξιολόγηση των επιπτώσεων στα είδη κ.α. Από την άλλη πλευρά, οι διαχειριστικοί δείκτες (Πίνακας 3) θα ωθήσουν τις εταιρείες Α/Γ να αναφέρουν τις περιβαλλοντικές πολιτικές που υιοθετούν, το βαθμό που οι ενδιαφερόμενοι είναι ενημερωμένοι για τις εκθέσεις για τα είδη εξαφάνισης, για τα μαθήματα κατάρτισης που τους έχουν δοθεί καθώς και για τη συνεργασία των ίδιων των εταιριών με οργανισμούς άγριας ζωής.

Πίνακας 2. Λειτουργικοί δείκτες καταγραφής επιπτώσεων στα είδη υπό εξαφάνιση
Table 2. Operational indicators for the monitoring of impacts on endangered species

<ul style="list-style-type: none"> Καταγραφή του αριθμού των ειδών άγριας πανίδας και των οικοτόπων τους, τα οποία αναγνωρίζονται ως απειλούμενα από την Κόκκινη Λίστα της IUCN, και επηρεάζονται άμεσα από τις δραστηριότητες των εταιρειών ανεμογεννητριών.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά του ποσοστού της προστατευόμενης περιοχής που καλύπτεται από το αιολικό πάρκο.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά των αποστάσεων των Α/Γ από τις φωλιές ενδημικών ειδών (κυρίως πτηνών), σύμφωνα με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας της Ε.Ε. για τη φύση.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά των τεχνικών μετριάσμου, όπως τα ραντάρ, η προσωρινή παύση λειτουργίας των Α/Γ και τα συστήματα μετριάσμου της θνησιμότητας των πτηνών, όπως το Dtbird, και ποια είναι τα κόστη και οι ενέργειες των επιχειρήσεων γι' αυτές.
<ul style="list-style-type: none"> Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της εξέτασης των ρυθμιστικών οργανισμών σχετικά με το βαθμό που οι εταιρείες Α/Γ συμμορφώνονται με τις κατευθυντήριες γραμμές τους, διασφαλίζοντας έτσι ότι διεξάγεται ο υπολογισμός και ο μετριάσμος των επιπτώσεων.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά του συνόδου έργου κάθε αιολικού πάρκου, καθώς οι εγκαταστάσεις Α/Γ απαιτούν τεράστιες ποσότητες γης, επηρεάζοντας και άλλα είδη που απειλούνται, όπως τα πουλιά των στεπών.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά του κόστους για το ειδικό προσωπικό που εργάζεται για την εκτίμηση των επιπτώσεων στην άγρια φύση.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά των δράσεων αντιστάθμισης για την απώλεια ενδιαιτημάτων που προκλήθηκαν στην προστατευόμενη περιοχή.

Πίνακας 3. Διαχειριστικοί δείκτες καταγραφής επιπτώσεων στα είδη υπό εξαφάνιση
Table 3. Management indicators for the monitoring of impacts on endangered species

<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά των πολιτικών που πρέπει να εφαρμοστούν για την αποτροπή της εξαφάνισης ειδών, που προτάθηκαν από ενδιαφερόμενους φορείς, δείχνοντας έτσι τη συνεργασία και τη δέσμευση με φορείς όπως οργανισμούς προστασίας άγριας ζωής.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά του τρόπου ενημέρωσης των ενδιαφερόμενων για τις αναφορές/ γνωστοποιήσεις για τα είδη υπό εξαφάνιση, σε σχέση με κάθε επιχειρηματική δραστηριότητα.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά των μαθημάτων κατάρτισης και του αριθμού των σεμιναρίων που παρέχονται στο προσωπικό που απασχολείται στην εκάστοτε εταιρεία Α/Γ.
<ul style="list-style-type: none"> Λογοδοσία για τη γενική διαφάνεια της εταιρείας, αποκαλύπτοντας αξιόπιστες πληροφορίες στα ενδιαφερόμενα μέρη σχετικά με την απώλεια ειδών, επισημαίνοντας αν προωθεί και λαμβάνει υπόψη τη δημόσια διαβούλευση με τα εκάστοτε ζητήματα των ΑΠΕ.
<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά των μελλοντικών σχεδίων, στοχεύοντας στην ενσωμάτωση των λογαριασμών των ειδών υπό εξαφάνιση στην εταιρική κουλτούρα της εταιρείας και στην πρόληψη της εξαφάνισης των ειδών.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια, τα ερευνητικά δεδομένα για τη βιοποικιλότητα και τα απειλούμενα είδη έχουν αυξηθεί επειδή το κοινωνικό ενδιαφέρον για την προστασία των ειδών αυτών έχει αυξηθεί, με τη λογιστική των ειδών υπό εξαφάνιση να αποτελεί πρόσφατα αναπτυγμένη μέθοδο. Ωστόσο, σύμφωνα με την επιστημονική κοινότητα η λογιστική των ειδών υπό εξαφάνιση λειτουργεί επί του παρόντος ως απλή καταγραφή των ειδών που κινδυνεύουν, δίνοντας λίγη προσοχή στην πρόληψη και στη λογοδοσία για την απώλειά τους. Υπάρχοντα τμήματα της αιφορικής λογοδοσίας που αναφέρουν δεδομένα, όπως απώλεια βιοποικιλότητας και αριθμός ειδών που τραυματίστηκαν ή σκοτώθηκαν μέσω της λειτουργίας ενός οργανισμού, αποτελούν μόνο μια βασική μορφή λογοδοσίας για τα απειλούμενα είδη (Atkins κ.α. 2016b), δείχνοντας ότι λογιστική των ειδών υπό εξαφάνιση πρέπει να μετασχηματιστεί, ενσωματώνοντας δείκτες για την πρόληψη της εξαφάνισης των απειλούμενων ειδών.

Σήμερα, οι επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στους πληθυσμούς πτηνών βρίσκονται υπό διερεύνηση, επειδή η συλλογή εξακριβωμένων δεδομένων καθώς και η καταγραφή και μοντελοποίηση των επιπτώσεων στα πληθυσμιακά ποσοστά εξακολουθούν να είναι ανεπαρκή (Del Rio και Burguillo 2009). Φαίνεται λοιπόν ότι οι ερευνητές βρίσκουν μια δυσκολία στην πρόβλεψη του αντίκτυπου μιας εγκατάστασης αιολικού πάρκου πριν από την κατασκευή του (Stewart κ.α. 2007). Συνεπώς, ο ορθός χωροταξικός σχεδιασμός, με άλλα λόγια η ορθή χωροθέτηση μακριά από σημαντικές περιοχές για τα πτηνά φαίνεται να είναι η κύρια βιώσιμη επιλογή που κάθε κράτος πρέπει να κάνει για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, ο στόχος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών με ένα μεγάλο ποσοστό ΑΠΕ πρέπει να επιτευχθεί με τους ασφαλέστερους όρους για οικολογικά σημαντικές περιοχές, όπως περιοχές του δικτύου Natura 2000, περιοχές σημαντικές για πουλιά καθώς και πολιτιστικά τοπία διεθνούς σημασίας.

Είναι σημαντικό, πάντως, να τονιστεί ότι ερευνητές διαπιστώνουν πώς σε μια βιομηχανία που βασίζεται σε μια περιβαλλοντική λογική, το περιβάλλον δε θεωρείται από τα κύρια ενδιαφερόμενα μέρη (Moseñe κ.α. 2013). Με άλλα λόγια, θα αναμενόταν ότι τομείς όπως η αιολική ενέργεια θα ήταν άμεσα

συνδεδεμένη με την πράσινη διαφάνεια των δραστηριοτήτων τους, με τις περιβαλλοντικές αναφορές τους να είναι υψίστης σημασίας. Συνεπώς, η ανάπτυξη των ΑΠΕ πρέπει να είναι διαφανής, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη που ορίζονται από το νόμο, για συμμετοχή στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Στην Ελλάδα, εκτός από τα κύρια μέρη του περιβαλλοντικού νόμου για τον τομέα της αιολικής ενέργειας, η απουσία εθελοντικού καθεστώτος για τη λογοδοσία στα ενδιαφερόμενα μέρη καθώς και η έλλειψη υποχρέωσης για καταγραφή των εταιρικών τους επιπτώσεων μετά τα πρώτα δύο χρόνια λειτουργίας, είναι φανερά. Το γεγονός αυτό μας οδήγησε στην κατασκευή του προτεινόμενου πλαισίου αναφοράς των ειδών υπό εξαφάνιση, περιλαμβάνοντας λειτουργικούς και διαχειριστικούς δείκτες, ωθώντας έτσι τις εταιρείες να ενισχύσουν τις ως τώρα περιβαλλοντικές πολιτικές τους, στο πλαίσιο μιας περιβαλλοντικά βιώσιμης κοινωνίας.

Abstract

In recent years, the rapid decline of biodiversity and species has resulted to the emergence of several efforts for the provision of frameworks for companies and organizations to understand how they can incorporate biodiversity loss into their business models. Moreover, given the current dilemma between wind energy development and wildlife protection, the present research examines if extinction reporting can put pressure on companies in the wind energy sector to measure and disclose their impacts on threatened wildlife species. Thus, the contribution of this thesis is an initial analysis of extinction accounting, coupled with a proposed framework of possible indicators, having proactive and reactive attributes, being one of the first attempts for the operationalization of extinction accounting for businesses, and maybe the first for companies in the wind energy sector.

Βιβλιογραφία

- Adams, C.A. and Larrinaga, C., 2007. Engaging with organizations in pursuit of improved sustainability accounting and performance. *Account. Audit. Account. J.* 20 (3): 333-355
- Adler Ralph, Mansi Mansi and Pandey Rakesh, 2018. Biodiversity and threatened species reporting by the top Fortune Global companies. *Account. Audit. Account. J.* 31(3), 787-825.
- Armeni, C., 2016. Participation in Environmental Decision-making: Reflecting on Planning and Community Benefits for Major Wind Farms. *J. Environ. Law*, 28: 415-441.
- Atkins, J., Maroun, W., Atkins, B. C. and Barone, E., 2018. From the Big Five to the Big Four? Exploring extinction accounting for the rhinoceros. *Account. Audit. Account. J.*, 31(2), 674-702
- Atkins, J. and Maroun, W., 2018. Integrated Extinction accounting and accountability: building an ark. *Accounting, Account. Audit. Account. J.*, 31(3): 750-786.
- Atkins, J., Barone, E., Maroun, W. and Atkins, B., 2016b. 'From the Big Five to the Big 4? Exploring extinction accounting for the rhinoceros', in GARI Conference, April 18, 2016, Henley-on-Thames, United Kingdom.
- Atkins, J., Solomon, A., Norton, S. D. and Joseph, N. L., 2015. The emergence of integrated private reporting. *Meditari Account. Res.*, 23 (1): 28-61. ISSN 2049-372X
- Atkins, J., Atkins, B., Thomson, I. and Maroun, W., 2015. Good news from nowhere: imagining utopian sustainable accounting. *Account. Audit. Account. J.* 28(5): 651-670
- Atkins, J., Gräbsch, C. and Jones, M.J., 2014. Biodiversity reporting: exploring its anthropocentric nature", in Jones, M. (Ed.), *Accounting for biodiversity*, Routledge, Abingdon, Oxon: 215-245.
- Barnosky, A., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G., Swartz, B., Quental, T., Marshall, C., McGuire, J., Lindsey, E., Maguire, K., Mersey, B. and Ferrer, E., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471: 51-57.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. and Dirzo, R., 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *PNAS*, Available at: <https://www.pnas.org/content/114/30/E6089>
- Cho C.H., Laine M., Roberts R.W. and Rodrigue M., 2015. Organized hypocrisy, organizational façades, and sustainability reporting. *Account. Organ. Soc.*, 40 (0): 78-94
- Dale, V. H., and Beyeler, S. C., 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 262: 201-204

De Villiers, C., Venter, E. and Hsiao Pei-Chi, K., 2017. Integrated reporting: background, measurement issues, approaches and an agenda for future research. *Accounting and Finance*, Wiley Online Library 57: 937-959

Del Rio, P. and Burguillo, M., 2009. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renew. Sustain. Energy Rev.*,13(6-7): 1314-1325

Δημαλέξης, Α., Καστρίτης, Θ., Μανωλόπουλος, Α., Κορμπέτη, Μ., Φριτζ, Γ., Saravia MuLlin, V., Ξηρουχάκης, Σ. και Μπούσμπουρας, Δ., 2010. Προσδιορισμός και χαρτογράφηση των ορνιθολογικά ευαίσθητων στα αιολικά πάρκα περιοχών της Ελλάδας. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, Αθήνα, σελ:126

Dumay, J., Farneti, F. and Guthrie, J., 2010. GRI sustainability reporting guidelines for public and third sector organizations: a critical review, *Public Management Review*, 12(4): 531-54.

FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, 2019. The states of the worlds. Biodiversity for Food and Agriculture. Available at: <http://www.fao.org/state-of-biodiversity-for-food-agriculture/en/>

Green, R. E., Langston, R. H., McCluskie, A., Sutherland, R., and Wilson, J. D. , 2016. Lack of sound science in assessing wind farm impacts on seabirds. *J. Appl. Ecol.*, 53(6), 1635-1641.

GRI 304: BIODIVERSITY 2016. GRI STANDARDS

<https://www.globalreporting.org/standards/media/1011/gri-304-biodiversity-2016.pdf>

Houdet, J. and Germaneau, C., 2014. Accounting for biodiversity and ecosystem services from an Ema perspective. Towards a standardized biodiversity footprint methodology. In Jones Michael. Ed. *Accounting for Biodiversity*. New York: Routledge

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2018. Διαχείριση των τόπων του δικτύου Natura 2000 Οι διατάξεις του άρθρου 6 της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για τους οικοτόπους. Βρυξέλλες: Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

ISO 14001, 2004. Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Available at: <https://www.iso.org/standard/31807.html>

ISO 14031, 2021. Environmental management- Environmental performance evaluation- Guidelines. Online Browsing Platform (OBP). Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14031:ed-3:v1:en>

ISOUPDATE, 2018. Information, Resources and Updates for the Standards and Certification Industry. Typical Performance Indicators for an ISO 14001 Management System. Available at: <https://isoupdate.com/resources/kpi-iso-14001-management-system/>

IUCN French Committee, 2014. Corporate Biodiversity Reporting And Indicators. Situation Analysis & Recommendations. Paris, France

IUCN, 2017. 2015 annual report of the Species Survival Commission and the Global Species Programme. ISSN: 1016-927X

Jones, M. J., and Solomon, J. F., 2013. Problematizing accounting for biodiversity. *Account. Audit. Account. J.*

Khan, M., Hassan, A., Harrison, C., and Tarbert, H., 2020,. CSR reporting: A review of research and agenda for future research. *Manag. Res. Rev.* Available at: <https://doi.org/10.1108/MRR-02-2019-0073>

KPMG, 2011. KPMG International Survey of Corporate Responsibility Reporting 2011. KPMG Global Sustainability Services and University of Amsterdam Graduate Business School.

Lammerant, J., Grigg, A., Leach, K., Burns, A., Dimitrijevic, J., Brooks, S., Berger, J., Houdet, J., Goedkoop, M., Van Oorschot, M., Kisielewicz, J. and Müller, L., 2019. Assessment of biodiversity measurement approaches for businesses and financial institutions. Update Report 2. Project: UNEP-WCMC Outputs. EU Business @ Biodiversity Platform.

Mansoor, H., and Maroun, W., 2016. An initial review of biodiversity reporting by South African corporates: The case of the food and mining sectors. *S. Afr. J. Econ. Manag. Sci.*, 19(4), 592-614.

Mosene José A., Burritt Roger L, M. Victoria Sanagustín, Moseñe, J. A., Burritt, R. L., Sanagustín, M. V., Moneva, J. M., and Tingey-Holyoak, J., 2013. Environmental reporting in the Spanish wind energy sector: an institutional view. *J. Clean. Prod.*, 40, 199-211.

ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 4014/2011 (ΦΕΚ Α-209/Α/21-9-2011) Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/periballontike-adeiodotese/n-4014-2011.html>

- Rahaman, A. S., Lawrence, S., and Roper, J., 2004. Social and environmental reporting at the VRA: institutionalised legitimacy or legitimisation crisis. *Crit. Perspect. Account.* 15(1), 35-56.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... and Foley, J. A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475.
- Ryberg, D. S., Caglayan, D. G., Schmitt, S., Linßen, J., Stolten, D., and Robinius, M., 2019. The future of European onshore wind energy potential: Detailed distribution and simulation of advanced turbine designs. *Energy*, 182, 1222-1238.
- Samkin, G. and Schneider, A., 2010. Accountability, narrative reporting and legitimisation: The case of a New Zealand public benefit entity. *Account. Audit. Account. J.*, 23(2): 256-289
- Seuring, S., Kotzab, H., Muller, M. and Reiner, G., 2005. Research methodologies in supply chain management. Germany: Physica-Verlag Heidelberg
- Sovacool, B.K., 2009. Contextualizing avian mortality: A preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil-fuel, and nuclear electricity. *Energy Policy*, 37: 2241-2248
- Stewart, G. B., Pullin, A. S., and Coles, C. F., 2007. Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. *Environmental Conservation*, 34(1), 1-11.
- Suutari M. and Virtanen T., 2019. Biodiversity in the sustainability reporting and financial statements: Linking biodiversity, SDGs and GRI standards. Proceedings of the 23th Conference of the Environmental and Sustainability Management Accounting Network (EMAN), Prague, 2019
- Thomson, I., 2014. Biodiversity, international conventions, government strategy and indicators: the case of the UK, in Jones, M. (Ed.), *Accounting for Biodiversity*, Routledge, London: 149-171.
- Tregidga, H., 2013. Biodiversity offsetting: problematization of an emerging governance regime. *Account. Audit. Account. J.*, 26 (5): 806-832
- Usher, K., and Maroun, W., 2018. A review of biodiversity reporting by the South African seafood industry. *S. Afr. J. Econ. Manag. Sci.*, 21(1), 1-12.
- Voigt, C., Straka, T.M. and Fritze, M., 2019. Producing wind energy at the cost of biodiversity: A stakeholder view on a green-green dilemma featured. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 11(6) Available at: <https://doi.org/10.1063/1.5118784>
- U.S. Fish and Wildlife Service, 2011. U.S. Fish and Wildlife Service, Land-based wind energy guidelines. Washington, D. C., USA Available at: https://www.fws.gov/ecological-services/es-library/pdfs/WEG_final.pdf
- Weir, K., 2018. The purposes, promises and compromises of extinction accounting in the UK public sector. *Account. Audit. Account. J.*, 31(3): 875-899.
- Wolsink, M. and Breukers, S., 2010. Contrasting the core beliefs regarding the effective implementation of wind power. An international study of stakeholder perspectives, *J. Environ. Plan. Manag.*, 53(5): 535-558,
- Wheeler, Q. D., Knapp, S., Stevenson, D. W., Stevenson, J., Blum, S. D., Boom, B. M., ... and Woolley, J. B., 2012. Mapping the biosphere: exploring species to understand the origin, organization and sustainability of biodiversity. *Systematics and biodiversity*, 10(1), 1-20.
- Zhen, L., and Routray, J. K., 2003. Operational indicators for measuring agricultural sustainability in developing countries. *Environmental management*, 32(1), 34-46.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΠΕΡΤΟΥΛΙΟΥ

Τρίγκας, Μάριος¹; Λαζαρίδου, Δήμητρα²

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού – Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Μάρκετινγκ, Καινοτομίας και Επιχειρηματικότητας, Καρδίτσα, 43100, mtrigkas@uth.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος - Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Θεσσαλονίκη, 55124, dimitral@for.auth.gr

Περίληψη

Βασικός στόχος της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι, η οικονομική αξιολόγηση της λειτουργίας της πρότυπης Δασικής Εκμετάλλευσης του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου αναφορικά με τη διάθεση των παραγόμενων προϊόντων ξύλου και την κοστολόγηση λειτουργίας του. Η μελέτη αφορά στη λειτουργία της δασικής εκμετάλλευσης του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου κατά την περίοδο 2010-2018, παρέχοντας μία ολοκληρωμένη χρονοσειρά αναφορικά με τη διάθεση των προϊόντων ξύλου από το Πανεπιστημιακό δάσος. Ειδικότερα, εφαρμόστηκε το σύστημα δεικτών διάθεσης προϊόντων ξύλου για το Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου. Ακολούθησε η κοστολόγηση της λειτουργίας του Δασαρχείου για την εν λόγω περίοδο και η κατανομή των δαπανών σε θέσεις κόστους όπου επιλέχθηκαν. Η παρούσα έρευνα οικονομικής αξιολόγησης, ακολουθεί μια ολιστική προσέγγιση για τις δασικές εκμεταλλεύσεις, καθώς παρουσιάζει μία ολοκληρωμένη αξιολόγηση και σύγκριση των αποτελεσμάτων της διάθεσης των εκροών (προϊόντων) της παραγωγικής διαδικασίας. Καθώς το Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου αποτελεί πρότυπο δασικής εκμετάλλευσης στον ελληνικό χώρο, η παρούσα έρευνα μπορεί να αποτελέσει οδηγό και για τις υπόλοιπες ελληνικές δασικές εκμεταλλεύσεις, στο πλαίσιο εξορθολογισμού της λειτουργίας τους.

Λέξεις κλειδιά: Κοστολόγηση, Δασική Οικονομική, Δείκτες Διάθεσης Προϊόντων Ξύλου, Προϊόντα Ξύλου, Κοστολόγηση κατά Θέσεις.

Εισαγωγή

Οι δασικές εκμεταλλεύσεις, που το κύριο ή ένα σημαντικό ποσοστό της δραστηριότητας τους το αφιερώνουν στον εφοδιασμό της αγοράς με ξύλο, παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι διαφορές εντοπίζονται τόσο από την άποψη της οικονομικής τους θέσης σε σχέση με τους τόπους κατανάλωσης του ξύλου, όσο και σε σχέση με την αγορά διαθέσεως της παραγωγής τους, την οποία επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τα μέτρα που λαμβάνονται από αυτές και αφορούν στη διάθεση του ξύλου. Τα μέτρα που συγκροτούν την πολιτική κάθε δασικής εκμετάλλευσης, αναφορικά με τη διάθεση του ξύλου, προγραμματίζονται ή πρέπει να προγραμματίζονται από το προηγούμενο της παραγωγής έτος και καθορίζονται από το διαχειριστικό σχέδιο. Αυτό πραγματοποιείται μέσα στο πλαίσιο της ορθολογικής οργάνωσης της παραγωγής. Αφορούν, δε, τον καθορισμό του συνολικού ύψους του ετήσιου λήμματος, τον κατά προσέγγιση υπολογισμό των ποσοτήτων των επί μέρους προϊόντων ξύλου που θα παραχθούν, την εποχή προσφοράς του ξύλου στην αγορά και συνεπώς την εποχή συγκομιδής, τις ελάχιστες τιμές και τον τρόπο προσφοράς των προϊόντων ξύλου καθώς και τους συμβατικούς όρους διάθεσης αυτών (Στάμου 1985). Τα παραπάνω αφενός καθιστούν δυνατό τον προσανατολισμό της παραγωγής κατ' όγκο και σύνθεση προς τις ανάγκες της ζήτησης, και αφετέρου προφυλάσσουν από προσφορά στην αγορά παραγωγής, που δεν θα απορροφηθεί ή θα απορροφηθεί, με δυσμενείς συνέπειες στην διαμόρφωση των τιμών. Εκτός από τα ανωτέρω η δασική εκμετάλλευση θα πρέπει να προσανατολίζεται στην άσκηση ενεργού πολιτικής στην διαμόρφωση της κατάστασης στην αγορά του ξύλου. Το ύψος των αδιάθετων υπολοίπων δασικών προϊόντων στο τέλος κάθε έτους, είναι το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης επίδρασης του ύψους και της σύνθεσης της προσφερόμενης στην αγορά παραγωγής, της ασκούμενης από τη δασική εκμετάλλευση πολιτικής επί της διάθεσης, καθώς και των αναγκών της ζήτησης. Η εκτίμηση των αναγκών της ζήτησης είναι για ευνόητους λόγους υποχρέωση

κάθε δασικής εκμετάλλευσης, προσανατολισμένης κατά κύριο λόγο στον εφοδιασμό της αγοράς με προϊόντα ξύλου, όπως είναι και το Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου (Αλεξανδρίδης κ.α. 2009).

Ο σχηματισμός δεικτών, που να χαρακτηρίζουν το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης επίδρασης των ανωτέρω παραγόντων είναι αναμφισβήτητα χρήσιμος για κάθε δασική εκμετάλλευση. Η ανάπτυξη επομένως ενός συστήματος δεικτών, αντί ενός μόνο δείκτη, είναι αναγκαία. Η καταλληλότητα ενός τέτοιου συστήματος πρέπει να κριθεί από την ικανότητα του να παρέχει πληροφορίες ικανές για την διαχρονική σύγκριση της δραστηριότητας της δασικής εκμετάλλευσης, που σχετίζεται με την διάθεση των παραγομένων από αυτή προϊόντων. Είναι σημαντικό η ανάλυση της λειτουργίας της δασικής εκμετάλλευσης να στηρίζεται σε ένα σταθερό τυποποιημένο σχήμα, που να εξασφαλίζει αποτελέσματα τα οποία να είναι συγκρίσιμα αλλά και να προσφέρουν επαρκείς πληροφορίες, ποιοτικά και ποσοτικά, για τη λήψη αποφάσεων (Στάμου 1985, 2005).

Επιπλέον, για να καταστεί δυνατή η μελέτη και ο έλεγχος των δαπανών της δασικής εκμετάλλευσης, τα διάφορα είδη δαπανών πρέπει να ερευνηθούν από την άποψη του είδους των δραστηριοτήτων ή του ειδικότερου τομέα εργασιών που τις προκάλεσαν, καθώς επίσης και από την άποψη του προϊόντος ή της υπηρεσίας, που προέκυψε από τις δαπάνες αυτές. Στη δασική εκμετάλλευση, διακρίνονται συνήθως «κύριες», «δευτερεύουσες» και «βοηθητικές» θέσεις κόστους. Ο υπολογισμός των δαπανών κατά θέση ονομάζεται κοστολόγηση κατά θέση αντίστοιχα (Στάμου 1985). Η απολογιστική κοστολόγηση δίνει πληροφορίες για το πραγματικό ύψος, στο οποίο διαμορφώθηκαν οι δαπάνες περιόδου απολογισμού, και επιπρόσθετα οδηγεί σε πραγματικά μεγέθη που θα συγκριθούν με τα πρότυπα της ίδιας περιόδου. Τυχόν αποκλίσεις μεταξύ πραγματικών και πρότυπων μεγεθών οδηγούν στην αναζήτηση των αιτίων που τις προκάλεσαν, στην ανάλυση αυτών και στη συνέχεια στην αναζήτηση των κατάλληλων μέτρων για τον παραμερισμό των αιτίων αυτών.

Το Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου αποτελεί μια ιδανική περίπτωση δασικής εκμετάλλευσης εφαρμογής πρότυπων δεικτών διάθεσης προϊόντων ξύλου και συγκρότησης ενός τυπικού σχήματος κοστολόγησως και υπολογισμού του ετήσιου αποτελέσματος λειτουργίας της, με σκοπό αυτοί να αποτελέσουν ένα μέσο για τη συνεχή βελτίωση της λειτουργίας της και την αντίστοιχη επίτευξη των σκοπών της.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μελέτη αφορά στη λειτουργία της δασικής εκμετάλλευσης του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου κατά την περίοδο 2010-2018, παρέχοντας μία ολοκληρωμένη χρονοσειρά αναφορικά με τη διάθεση των προϊόντων ξύλου. Στο πλαίσιο της μελετήθηκαν και αναλύθηκαν η διαμόρφωση των μέσων ετήσιων τιμών των προϊόντων, καθώς και η εξέλιξη αυτών από έτος σε έτος. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκε το σύστημα δεικτών διάθεσης προϊόντων ξύλου για το Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου.

Αρχικά έγινε συγκέντρωση και ανάλυση όλων των σχετικών δαπανών και εσόδων του Π.Δ. με βάση τις εκθέσεις πεπραγμένων του ΤΔΔΠΔ για κάθε έτος. Επιπλέον έγινε υπολογισμός αντιστοίχων αριθμοδεικτών για τα έξοδα κάθε έτους, με έτος βάσης το 2010. Αντίστοιχα τα έσοδα του Π.Δ. αναλύθηκαν με βάση τα έσοδα προερχόμενα από το Π.Δ. και από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων. Επιπλέον γίνεται ανάλυση των εσόδων ανά προϊόν ξύλου. Ακολουθεί η συγκέντρωση και η ανάλυση των μέσων τιμών διάθεσης των παραχθέντων προϊόντων χωριστά για τα προϊόντα που διατέθηκαν στο ελεύθερο εμπόριο και χωριστά για αυτά που διατέθηκαν σε τρίτους με μειωμένο μίσθωμα για κοινωνικούς λόγους αλλά και με βάση την κατηγορία του κάθε προϊόντος (στρογγύλη >2m, στρογγύλη <2m, έμφλοια στρογγύλη ξυλεία ελάτης >2m, ξυλεία θρυμματισμού και κιβωτοποιίας, καυσόξυλα). Η συνέχεια της έρευνας αφορά το σχηματισμό του συστήματος δεικτών διάθεσης των προϊόντων ξύλου που πρότεινε ο Στάμου (1985) και το οποίο αφορά στους παρακάτω δείκτες:

- Δείκτης ολικής διάθεσης $E_{\Delta i} = [\Delta i / (\Pi i + U i)] * 100$
- Δείκτης έντασης ξυλαγοράς $E_{\xi i} = [\Delta \xi i / (\Pi U \xi i)] * 100$
- Δείκτης διάθεσης παραγωγής $E_{\delta i} = (\delta i / \Pi i) * 100$
- Δείκτης ειδικής έντασης ξυλαγοράς $e_{\xi i} = (\delta \xi i / \Pi \xi i) * 100$,

όπου:

Δi = η συνολικά διατεθείσα ετησίως ποσότητα του προϊόντος i προς όλους τους αποδέκτες του προϊόντος αυτού κατά το υπόψη έτος.

Πi = η συνολική παραγωγή του προϊόντος i κατά το υπόψη έτος.

U_i = ο όγκος των αδιάθετων υπολοίπων του προϊόντος i παραγωγής προηγούμενων ετών.

$\Delta\xi_i$ = η συνολική διαθεσίσα, κατόπιν υπογραφής των σχετικών συμβάσεων, ετησίως στην ελεύθερη ξυλαγορά ποσότητα του προϊόντος i .

$\Delta\lambda_i$ = η συνολική διαθεσίσα ετησίως ποσότητα του προϊόντος i στους υπόλοιπους αποδέκτες ξύλου, εκτός από τους αγοραστές του ελεύθερου εμπορίου.

$\Pi\Upsilon\xi_i$ = η διαθέσιμη ετησίως στο ελεύθερο εμπόριο ποσότητα του προϊόντος i προερχόμενη από την παραγωγή Π_i και τα υπόλοιπα U_i .

δi = η συνολικά από την παραγωγή του έτους μόνο διαθεσίσα ποσότητα του προϊόντος i προς τους αποδέκτες αυτού.

$\delta\xi_i$ = η συνολικά από την παραγωγή του έτους μόνο διαθεσίσα ποσότητα του προϊόντος i προς τους αγοραστές του ελεύθερου εμπορίου.

$\delta\lambda_i$ = η συνολικά από την παραγωγή του έτους μόνο διαθεσίσα ποσότητα του προϊόντος i προς τους λοιπούς αποδέκτες, εκτός από τους αγοραστές του ελεύθερου εμπορίου.

$\Pi\xi_i$ = το μέρος της παραγωγής της παραγωγής του έτους του προϊόντος i , το διαθέσιμο για το ελεύθερο εμπόριο.

Αναφορικά με την κοστολόγηση της λειτουργίας του; κατ' αρχή έγινε συγκέντρωση των δαπανών κατά είδος, που αφορούν τη λειτουργία του Δασαρχείου Περτουλίου για την περίοδο 2010-2018, με κριτήριο τη φύση των δαπανών αυτών. Σημειώνεται ότι, από τις λεγόμενες λογιστικές δαπάνες του Δασαρχείου, ήτοι οι δαπάνες αποσβέσεων και οι δαπάνες τόκων του επενδυθέντος και του κυκλοφοριακού κεφαλαίου, υπολογίστηκαν μόνο οι τόκοι του κυκλοφοριακού κεφαλαίου για κάθε χρονιά, καθώς θεωρούμε ότι τα πάγια του Δασαρχείου έχουν αποσβεστεί. Το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των τόκων του κυκλοφοριακού κεφαλαίου είναι ίσο με 3,5% (Υ.ΠΕ.Κ.Α., 2012). Επίσης, οι δαπάνες που αφορούν τους μισθούς των υπαλλήλων του Δασαρχείου Περτουλίου, δε λαμβάνονται υπόψη καθώς αυτοί καταβάλλονται από το Δημόσιο και δεν επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό του Δασαρχείου αλλά και του Τ.Δ.Δ.Π.Δ.

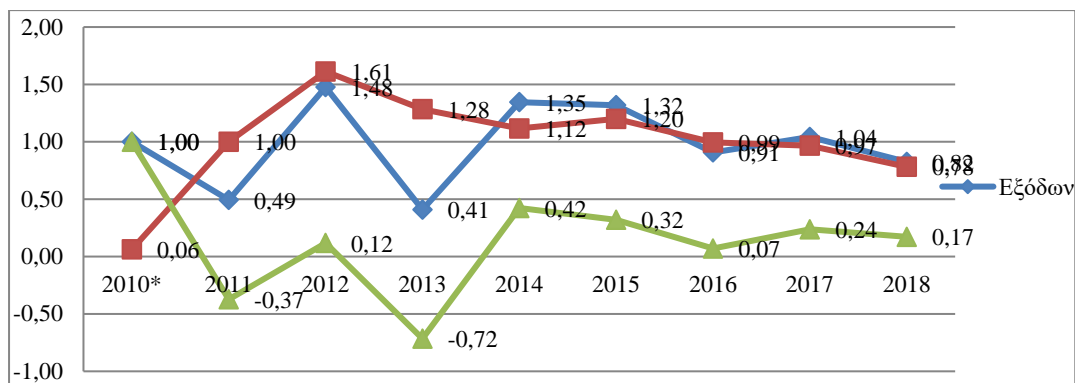
Στη συνέχεια, οι δαπάνες επιμερίστηκαν στις θέσεις κόστους. Οι θέσεις κόστους στις οποίες έγινε αυτός ο επιμερισμός αφορούν: • Διοίκησης • Παραγωγής δασικών προϊόντων • Προστασίας – τεχνικών έργων • Υλικά - κτιριακά – υποδομές • Μηχανήματα – οχήματα.

Αποτελέσματα

Ανάλυση συστήματος δεικτών διάθεσης προϊόντων ξύλου Δασαρχείου Περτουλίου

Στο σχήμα 1 φαίνεται η εξέλιξη του απλού δείκτη τιμών εσόδων ($I_0=2011$), εξόδων ($I_0=2010$) και διαφοράς εσόδων-εξόδων ($I_0=2010$). Παρατηρείται παρόμοια εξέλιξη και των τριών δεικτών για την περίοδο αναφοράς, η οποία ομοίως εμφανίζει σταθερά μειούμενη τάση σε σχέση με το έτος βάσης (I_0). Η ανάλυση μας οδηγεί σε ασφαλέστερα συμπεράσματα όσον αφορά την εξέλιξη των τιμών διάθεσης των παραγόμενων προϊόντων, αλλά και των ποσοτήτων αυτών στις επιμέρους κατηγορίες.

Πιο συγκεκριμένα, με βάση και την εξέλιξη του δείκτη εσόδων (Σχήμα 5), παρατηρείται ότι η αρνητική αυτή εικόνα γίνεται πιο έντονη από το 2016 και μετά, καθώς ο δείκτης με έτος βάσης το 2011 αρχίζει να βαίνει μειούμενος ενώ ο δείκτης δαπανών (έτος βάσης 2010) παρουσιάζει μία πιο ανώμαλη διακύμανση, έχοντας μία μείωση για ολόκληρη την περίοδο αναφοράς 18% και 22% αντίστοιχα. Αντίστοιχη είναι και η πορεία του συνολικού δείκτη διαφοράς εσόδων - εξόδων (έτος βάσης 2010), φθάνοντας στο τέλος της περιόδου αναφοράς να παρουσιάζει μία συνολική μείωση κατά 83%! Από την επεξεργασία των στοιχείων, προέκυψε ότι όπως ήταν αναμενόμενο, το πιο δυναμικό από τα παραγόμενα προϊόντα είναι η στρογγύλη ξυλεία >2μ. ελάτης, αντιπροσωπεύοντας το 86% των συνολικών πωλήσεων, με τα υπόλοιπα προϊόντα να ακολουθούν με πολύ μικρότερη συμμετοχή στο σύνολο των εσόδων. Το σύνολο των εσόδων του Δασαρχείου Περτουλίου για την υπό εξέταση περίοδο από τη διάθεση των επιμέρους δασικών προϊόντων, ανήλθε στο ποσό των 2.075.497,98€. Τα περισσότερα έσοδα από τη διάθεση των προϊόντων ξυλείας επιτεύχθηκαν το έτος 2012 με ύψος 370.808€.



Σχήμα 1. Χρονοσειρά του απλού δείκτη τιμών εσόδων ($I_0=2011$), εξόδων ($I_0=2010$) και διαφοράς εσόδων-εξόδων ($I_0=2010$).

Figure 1. Time series of the simple revenue index ($I_0=2011$), expenditures index ($I_0=2010$) and difference revenue-expenditures index ($I_0=2010$).

Για να μπορέσουμε να έχουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα σε σχέση με τα παραπάνω, ακολουθεί η ανάλυση και η χρονοσειρά της εξέλιξης των μέσων τιμών διάθεσης των επιμέρους προϊόντων ξύλου του Δασαρχείου Περτουλίου για την ίδια περίοδο (Πίνακας 1). Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι, για τα κύρια προϊόντα στα οποία έχουμε μία συνεπή διάθεση για όλα/τα περισσότερα από τα χρόνια της υπό εξέταση, ήτοι την διάθεση στρογγύλης ελάτης >2m στο ελεύθερο εμπόριο, τη στρογγύλη ελάτης <2m στο ελεύθερο εμπόριο, τη στρογγύλη ελάτης >2m σε τρίτους και τη βιομηχανική ξυλεία/καυσόξυλα σε τρίτους, η εξέλιξη παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις, πλην της στρογγύλης ελάτης >2m στο ελεύθερο εμπόριο και της βιομηχανικής ξυλεία/καυσόξυλα σε τρίτους περιόδου. Με βάση τα αποτελέσματα του Πίνακα 1, βλέπουμε ότι για την περίοδο 2010-2018, η μέση τιμή διάθεσης της στρογγύλης ελάτης >2m στο ελεύθερο εμπόριο ήταν 64,01€/κ.μ. με υψηλότερη τιμή αυτή του έτους 2018 (83,24€/κ.μ.), της στρογγύλης ελάτης <2m 29,96€/κ.μ. με υψηλότερη αυτή του έτους 2017 και τιμή 47€/κ.μ. και της βιομηχανικής/καυσόξυλων σε τρίτους με μέσο όρο τιμής διάθεσης τα 11,84€/κ.μ. και υψηλότερη τιμή αυτή του 2012 με 19€/κ.μ. Από τη χρονοσειρά βλέπουμε επίσης ότι, η εξέλιξη της μέσης τιμής διάθεσης της στρογγύλης ελάτης >2m στους αγοραστές του ελεύθερου εμπορίου είναι ανοδική για το ίδιο διάστημα, σε αντίθεση με αυτή της βιομηχανικής/καυσόξυλων σε τρίτους που εμφανίζει μία πτωτική τάση. Παράλληλα, όπως ήδη αναφέρθηκε οι τιμές των υπολοίπων προϊόντων παρουσιάζουν μία έντονη διακύμανση.

Πίνακας 1. Εξέλιξη των μέσων τιμών διάθεσης των προϊόντων ξύλου του Δασαρχείου Περτουλίου.
Table 1. Evolution of the average distribution prices of wood products for the forest service of Pertouli

ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΞΥΛΟΥ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	M.O
Στρογγύλη ξυλεία >2 μ (€/κμ) στο ελεύθερο εμπόριο	0,00	70,01	62,03	63,52	76,43	68,01	75,01	77,84	83,24	64,01
Στρογγύλη ξυλείας <2 μ (μπόσια) στο ελεύθερο εμπόριο	0,00	45,01	41,83	0,00	45,82	46,01	44,01	47,00	0,00	29,96
Έμφλοια στρόγγυλη ξυλεία στο ελεύθερο εμπόριο	0,00	0,00	0,00	0,00	36,38	38,01	0	0	0	8,27
Βιομηχανική ξυλεία στο ελεύθερο εμπόριο	0,00	0,00	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	6,33
Στρογγύλη ξυλεία >2 μ (€/κμ) σε τρίτους	0,00	36,18	30,20	3,70	3,70	3,70	3,70	0,00	11,73	10,32
Βιομηχανική ξυλεία σε τρίτους	10,00	10,00	19,00	10,00	13,00	13,00	13,00	10,90	7,65	11,84
Στρογγύλη >2 μ με ανάθεση λόγω άγονου διαγωνισμού	0	0	54,95	59	0	71	74	0	0	
Στρογγύλη <2μ με ανάθεση λόγω άγονου διαγωνισμού	0	0	0	40	0	0	44	0	0	
Βιομηχανική με ανάθεση λόγω άγονου διαγωνισμού	0	0	32	27,15	27,28	0	26	20,02	0	
Βιομηχανική με ανάθεση 134	0	0	7,35	8	0	8	0	0	0	

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται όλοι οι προτεινόμενοι δείκτες διάθεσης για τη στρόγγυλη ξυλεία ελάτης >2 μ μήκους του Παν/κού Δάσους Πετρουλίου, που αναφέρονται στην περίοδο 2010-2018. Καθώς το 2010 δεν έγινε διάθεση του εν λόγω προϊόντος, ο δείκτης αρχίζει να υπολογίζεται από το 2011 και μετά. Ο δείκτης ολικής διάθεσης ΕΔι παρουσιάζει κάποιες έντονες διακυμάνσεις μεταξύ 41 – 76% περίπου, αλλά τα έτη 2011, 2017 και 2018 έχει πέσει κάτω από 50%. Αντίστοιχη πορεία με τον παραπάνω δείκτη έχει και ο δείκτης έντασης ξυλαγοράς Εξi, παρουσιάζοντας ωστόσο μία πολύ χαμηλή τιμή 38,96% για το έτος 2018. Η ερμηνεία της εξέλιξης του δείκτη δείχνει, επίσης, τη φθίνουσα συμμετοχή του ελεύθερου εμπορίου στη διάθεση της στρόγγυλης ελάτης >2μ. Ο δείκτης διάθεσης της παραγωγής Εδi εμφανίζει μια μεγαλύτερη διακύμανση καθ' όλη τη διάρκεια της υπό εξέταση περιόδου και μάλιστα σε τιμές από 15,19% έως 100%. Σχεδόν ομοειδής είναι και η εξέλιξη του δείκτη ειδικής έντασης της ξυλαγοράς εξi.

Πίνακας 2. Δείκτες διάθεσης στρόγγυλης ξυλείας ελάτης >2 μ μήκους του Παν/κού Δάσους Πετρουλίου για την περίοδο 2011-2018

Table 2. Distribution indexes of *Abies roundwood* >2m. at the university forest of Pertouli for the period 2010-2018

Μεταβλητές	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Δ_i	1.446, 48	5.376,4 5	4.001, 07	3.058, 32	3.576, 13	3.012, 25	2.895, 11	2.493, 79
Π_i	1.446, 48	5.277,3 2	4.967, 81	3.125, 06	3.616, 48	3.060, 97	3.464, 20	2.596, 87
U_i	1.805, 81	1.805,8 1	1.706, 68	2.673, 42	2.740, 16	2.780, 51	2.829, 23	3.398, 32
Δ_{ξ_i}	1.445, 48	5.066,4 5	4.419, 24	2.648, 32	3.018, 13	2.721, 49	2.895, 11	2.234, 39
Δ_{λ_i}	155,72	385,00	385,00	426,50	558,00	290,76	0,00	259,40
ΠU_{ξ_i}	3.096, 57	6.698,1 3	6.289, 49	5.371, 98	5.798, 64	5.550, 72	6.293, 43	5.735, 79
δ_i	219,70	5.277,3 2	4.001, 07	3.058, 32	3.576, 13	3.012, 25	2.895, 11	2.493, 79
δ_{ξ_i}	75,20	5.066,4 5	4.001, 07	2.648, 32	3.018, 13	2.721, 49	2.895, 11	2.234, 39
δ_{λ_i}	144,50	210,87	0,00	410,00	558,00	290,76	0,00	259,40
Π_{ξ_i}	1.301, 98	5.066,4 5	4.967, 81	2.715, 06	3.058, 48	2.770, 21	3.464, 20	2.337, 47
ΕΔi	44,48 %	75,91 %	59,95 %	52,74 %	56,26 %	51,57 %	46,00 %	41,60 %
Εξi	46,68 %	75,64 %	70,26 %	49,30 %	52,05 %	49,03 %	46,00 %	38,96 %
Εδi	15,19 %	100,00 %	80,54 %	97,86 %	98,88 %	98,41 %	83,57 %	96,03 %
εξi	5,78% %	100,00 %	80,54 %	97,54 %	98,68 %	98,24 %	83,57 %	95,59 %

Για τη στρόγγυλη ξυλεία <2 μ μήκους, τα κοινώς λεγόμενα «μπόσια», του Παν/κού Δάσους Πετρουλίου για την περίοδο 2011-2018, οι δείκτες ολικής διάθεσης ΕΔi και έντασης ξυλαγοράς Εξi είναι ακριβώς οι ίδιοι καθώς το προϊόν αυτό διατίθεται αποκλειστικά και μόνο στο ελεύθερο εμπόριο. Για όλη την εξεταζόμενη περίοδο οι δείκτες αυτοί εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ 39 – 88%. Βέβαια, οι δείκτες παρουσιάζουν μία πολύ μεγάλη αύξηση από το 2011-2012, επανερχόμενοι όμως με τον ίδιο ακριβώς δραματικό τρόπο σε πολύ χαμηλά επίπεδα την περίοδο 206-2017. Ο δείκτης διάθεσης της παραγωγής Εδi και ειδικής έντασης της ξυλαγοράς εξi εμφανίζεται σταθερός και στο 100% για ολόκληρη την υπό εξέταση περίοδο, γεγονός που αποδεικνύει ότι η προσφορά και η ζήτηση του προϊόντος αυτού βρίσκονται σε ισορροπία και η τιμή του φαίνεται να ικανοποιεί απόλυτα και τα δύο

μέρη. Σημειώνεται ότι, για το έτος 2018 δεν έγινε καθόλου διάθεση του συγκεκριμένου προϊόντος. Ακολουθεί η ανάλυση των εν λόγω δεικτών και για το τελευταίο από τα προϊόντα που εξετάστηκαν, που είναι αυτά της βιομηχανικής ξυλείας/καυσοξύλων. Ο Δείκτης ολικής διάθεσης ΕΔι κινείται καθ'όλη την εξεταζόμενη περίοδο σε μία ικανοποιητική πορεία μεταξύ 77% και 100%, δείχνοντας ότι η διάθεση συνολικά των εν λόγω προϊόντων γίνεται αρκετά ικανοποιητικά. Αντίστοιχα, με αρκετά μεγαλύτερες διακυμάνσεις κινούνται οι δείκτες έντασης της ξυλαγοράς Εξι και ειδικής έντασης της ξυλαγοράς εξι παρουσιάζοντας σε ορισμένες χρονιές (2013 και 2018) τιμές αρκετά κάτω από το 50%.

Κοστολόγηση λειτουργίας Δασαρχείου Πετρουλίου

Τέλος, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της συνολικής κοστολόγησης. Στον πίνακα 3, παρουσιάζεται συνολική κοστολόγηση του Δασαρχείου στις θέσεις κόστους που επιλέχθηκαν, για την περίοδο 2010-2018.

Πίνακας 3. Συνολική τελική κοστολόγηση Δασαρχείου Πετρουλίου για την περίοδο 2010- 2018
Table 3. Total final accounting of Pertouli forestry service for the period 2010-2018

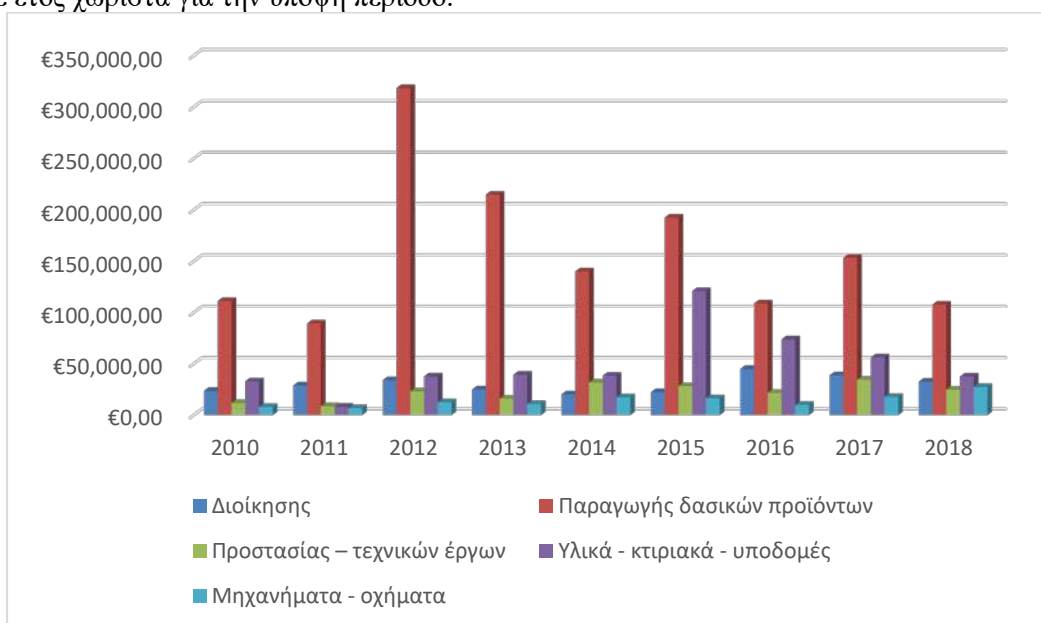
ΕΤΟΣ/ΘΕΣΕΙΣ ΚΟΣΤΟΥΣ	Διοίκησης	Παραγωγής δασικών προϊόντων	Προστασίας – τεχνικών έργων	Υλικά - κτιριακά - υποδομές	Μηχανήματα - οχήματα	ΣΥΝΟΛΟ
2010	23.673,05 €	111.227,03 €	11.757,94 €	32.909,40 €	7.967,67 €	187.535,09 €
2011	28.981,79 €	89.380,63 €	8.643,67 €	8.090,51 €	6.858,10 €	141.954,70 €
2012	34.081,41 €	318.479,28 €	23.147,59 €	37.644,10 €	12.473,09 €	425.825,47 €
2013	24.996,60 €	214.826,59 €	16.086,23 €	39.351,79 €	10.772,17 €	306.033,38 €
2014	20.271,59 €	140.105,95 €	31.783,23 €	38.473,47 €	17.331,05 €	247.965,29 €
2015	22.351,06 €	192.554,71 €	28.334,81 €	120.878,00 €	16.326,97 €	380.445,55 €
2016	44.992,01 €	108.850,06 €	21.672,17 €	73.822,45 €	10.021,36 €	259.358,05 €
2017	38.744,76 €	153.445,66 €	34.479,11 €	56.266,33 €	17.600,51 €	300.536,37 €
2018	32.579,25 €	107.755,15 €	24.886,28 €	37.597,00 €	27.397,64 €	230.215,32 €
ΣΥΝΟΛΟ	270.671,52 €	1.436.625,06 €	200.791,03 €	445.033,05 €	126.748,56 €	2.479.869,22 €

Όπως είναι αναμενόμενο, το μεγαλύτερο ποσοστό (58%) των δαπανών για την υπόψη περίοδο αφορά την παραγωγή των δασικών προϊόντων και ακολουθούν με ποσοστό 18% και 11% επί του συνόλου οι δαπάνες υλικών -κτιριακών και υποδομών και διοίκησης αντίστοιχα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Συνολική ποσοστιαία κατανομή δαπανών Δασαρχείου Πετρουλίου για την περίοδο 2010-2018
Figure 2. Total percentage distribution of expenditures of the Pertouli forest service for the period 2010-2018.

Τέλος, στο επόμενο σχήμα 3, παρουσιάζεται γραφικά αναλυτικά η κοστολόγηση του Δασαρχείου για κάθε έτος χωριστά για την υπόψη περίοδο.



Σχήμα 3: Συνολική κατανομή δαπανών Δασαρχείου Περτουλίου για την περίοδο 2010-2018
Figure 3. Total distribution of expenditures of the Pertouli forest service for the period 2010-2018.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η πολιτική του Δασαρχείου Περτουλίου είναι τέτοια που επικεντρώνει το βάρος της παραγωγής του σε προϊόντα ξυλείας υψηλής αξίας, όπως είναι η στρογγύλη ξυλεία ελάτης > 2m. Το γεγονός αυτό κινείται μεν προς τη θετική κατεύθυνση, από την άποψη πολιτικής των τιμών, ωστόσο δημιουργεί τον κίνδυνο μη έγκαιρης ανταπόκρισης σε έντονες διακυμάνσεις και αναταράξεις της αγοράς για διάφορους λόγους, όπως π.χ. η οικονομική ύφεση, η πτώση της οικοδομικής δραστηριότητας και της ζήτησης τεχνικής ξυλείας. Η αύξηση της μέσης τιμής διάθεσης του πιο δυναμικού προϊόντος του Δασαρχείου Περτουλίου, δεν μπορεί να μεταφραστεί και σε αύξηση των εσόδων της εκμετάλλευσης συνολικά!

Ο δείκτης ολικής διάθεσης ΕΔι παρουσιάζει κάποιες έντονες διακυμάνσεις μεταξύ 41 – 76% περίπου, αλλά τα έτη 2011, 2017 και 2018 έχει πέσει κάτω από 50%. Η χαμηλή τιμή του δείκτη αυτού υποδηλώνει αρχικά πρόβλημα για τη λειτουργία της δασικής εκμετάλλευσης του Π.Δ. Περτουλίου. όμως, αν αυτό οφείλεται σε σκόπιμη στρατηγική κίνηση της Διοίκησης με σκοπό να διατεθεί το προϊόν αυτό σε καλύτερες τιμές την ερχόμενη χρονιά, αυτό δύναται να αποτελέσει θετικό στοιχείο. Αντίστοιχη πορεία με τον παραπάνω δείκτη έχει και ο δείκτης έντασης ξυλαγοράς Εξι, προφανώς για τους λόγους που προαναφέρθηκαν, παρουσιάζοντας ωστόσο μία πολύ χαμηλή τιμή 38,96% για το έτος 2018. Η ερμηνεία της εξέλιξης του δείκτη δείχνει επίσης τη φθίνουσα συμμετοχή του ελεύθερου εμπορίου στη διάθεση της στρογγύλης ελάτης >2μ. Η ανάλυση των εν λόγω δεικτών διενεργήθηκε και για τα προϊόντα της βιομηχανικής ξυλείας/καυσοξύλων. Ο Δείκτης ολικής διάθεσης ΕΔι κινείται καθ'όλη την εξεταζόμενη περίοδο σε μία ικανοποιητική πορεία, μεταξύ 77% και 100%, δείχνοντας ότι η διάθεση συνολικά των εν λόγω προϊόντων γίνεται αρκετά ικανοποιητικά.

Από την ανάλυση του συστήματος των προτεινόμενων δεικτών διάθεσης της στρογγύλης ξυλείας ελάτης μεγάλου μήκους φανερώνεται ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσής της. Η Διοίκηση του Παν/κού Δάσους Περτουλίου προτείνεται να προβεί στην ακόμη εκτενέστερη ανάλυση των στοιχείων που παρουσιάστηκαν στην παρούσα εργασία, για να επιτευχθεί η άντληση ακόμη πιο σημαντικών συμπερασμάτων. Πέρα από τα παραπάνω κυριότερα συμπεράσματα, η μελέτη παρέχει πολλά στοιχεία και δείκτες που μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμα στοιχεία για τον υπεύθυνο της εκμετάλλευσης, τόσο για το σχεδιασμό, όσο και για τον έλεγχο και τη σύγκριση της εκμετάλλευσης με άλλες αντίστοιχες δασικές εκμεταλλεύσεις. Ο υπολογισμός των δεικτών διάθεσης επιτρέπει την αποτελεσματικότερη διάθεση των υπολοίπων της παραγωγής από προηγούμενα έτη στον ετήσιο προγραμματισμό του Δασαρχείου Περτουλίου, πετυχαίνοντας την προστασία του περιβάλλοντος στην περιοχή, αλλά και ταυτόχρονα την αντιμετώπιση κρίσεων στην αγορά των προϊόντων ξύλου.

Αναφορικά με την κοστολόγηση της λειτουργίας του Δασαρχείου Περτουλίου για την περίοδο 2010-2018, το μεγαλύτερο ποσοστό του κόστους αφορά τη θέση κόστους «παραγωγή δασικών προϊόντων» συνολικά σε ποσοστό 58%, με μεγαλύτερη κατανομή των δαπανών στη συγκεκριμένη θέση κόστους το έτος 2012 και σε ποσοστό 75%. Έπειτα παρατηρείται μία πτωτική τάση στις δαπάνες που αφορούν τη συγκεκριμένη θέση κόστους. Αντίστοιχα, οι δαπάνες που αφορούν τη θέση κόστους «κυλικά – κτιριακά – υποδομές» παρουσιάζει μια μεγάλη αύξηση κατά το έτος 2015, στοιχείο που δείχνει ότι έγιναν κάποιες σημαντικές προσπάθειες βελτίωσης των υποδομών του δασαρχείου.

Το Δασαρχείο Περτουλίου ακολουθεί ένα πολύ καλό και αναλυτικό σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής των δαπανών με αποτέλεσμα να καθίσταται σχετικά εύκολη η κατανομή του σε επιμέρους θέσεις κόστους. Ωστόσο, αυτό σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από τις συγκεκριμένες θέσεις κόστους που επιλέγουμε κάθε φορά και τη διαθεσιμότητα των στοιχείων των δαπανών. Προτείνεται, λοιπόν, η καταγραφή αυτή να είναι όσο το δυνατό πιο αναλυτική ώστε να διευκολύνεται η κοστολόγηση με βάση τα κριτήρια που θα επιλεγούν κάθε φορά και να επιτυγχάνεται μία συστηματική παρακολούθηση της λειτουργίας του Δασαρχείου. Οι διοικητικές δαπάνες παραμένουν σχετικά σταθερές, ως ποσοστό των συνολικών δαπανών. Ως εκ τούτου, η διοίκηση του Δασαρχείου δύναται να αναζητήσει τους καταλληλότερους τρόπους αξιοποίησης αυτών των δαπανών για την επίτευξη του πολυλειτουργικού ρόλου του Δασαρχείου. Αυτό συμπεραίνεται και σε συνδυασμό με την κατανομή των δαπανών στη θέση κόστους της προστασίας – τεχνικών έργων, καθώς η ποσοστιαία κατανομή αυτή της κατηγορίας είναι σχετικά χαμηλή (Μ.Ο. 8% για την περίοδο αναφοράς), Το στοιχείο αυτό δείχνει τον προσανατολισμό του Δασαρχείου στην παραγωγή δασικών προϊόντων, και όχι τόσο σε άλλες δραστηριότητες προστασίας – βελτίωσης του δάσους και σχετικών μελετών.

Χρηματοδότηση έρευνας

Η παρούσα εργασία είναι αποτέλεσμα του ερευνητικού έργου με τίτλο "Οικονομική αξιολόγηση λειτουργίας του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου (Ανάλυση συστήματος δεικτών διάθεσης προϊόντων ξύλου και κοστολόγηση λειτουργίας του Δασαρχείου Περτουλίου)", το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το Ταμείο Διοικήσεως και Διαχειρίσεως Πανεπιστημιακών Δασών (ΤΔΔΠΔ) στο πλαίσιο της πρόσκλησης διαγωνισμού προτάσεων για μικρά ερευνητικά έργα - 139/12-2-2019 και όπως αυτό εγκρίθηκε με βάση το 634/7-5-2019 έγγραφο του ΤΔΔΠΔ.

Abstract

The main aim of the present research paper is, the economic evaluation of the operation of a formulary forest unit such as the University Forest of Pertouli, regarding the distribution of the produced wood products and the accounting of its operation. The research refers to the operation of the Pertouli university forest for the period 2010-2018, offering an integrated time series regarding the distribution of wood products. The system of distribution of wood products indexes was applied. The accounting of the operation of the Pertouli forestry service followed and for the same period and the distribution of expenditures to selected cost-positions. The present research of economic assessment follows an integrated approach for the forest units since it presents a complete assessment and benchmarking of the results for the distribution of the production outputs. Since the Pertouli university forest, constitutes a formulary forest unit in Greece, the present research could constitute a guide for the rest of the Greek forest units under the framework of their operation rationalization.

Βιβλιογραφία

Αλεξανδρίδης, Φ., Παπαδόπουλος, Ι., Τρίγκας, Μ. και Αλεξανδρίδης, Μ., 2009. «Ανάλυση συστήματος δεικτών διάθεσης προϊόντων ξύλου του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου». Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου της ΕΔΕ, Πάτρα 4-7/10/2009, σελ. 251 – 262.

Στάμου, Ν., 1985. Οικονομική των δασικών εκμεταλλεύσεων. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, σελ. 537.

Στάμου, Ν., 2005. Εμποριολογία δασικών προϊόντων. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, σελ. 236

ΥΠΕΚΑ, 2012. Εγκύκλιος 171010/101/23-5-2012. Προσδιορισμός Δασικού Επιτοκίου. Ειδική Γραμματεία Δασών. Αθήνα.

ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

Τσουκαρέλλα, Σωτηρία¹; Τρίγκας, Μάριος²; Ανδρεοπούλου, Ζαχαρούλα³

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, tsousoti@for.auth.gr

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού, Καρδίτσα, mtrigkas@uth.gr

³Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, randreop@for.auth.gr

Περίληψη

Οι Δημόσιες Υπηρεσίες αποτελούν το μεγαλύτερο αποδέκτη προϊόντων και υπηρεσιών μέσω της διαδικασίας των Δημοσίων Συμβάσεων. Οι Πράσινες Δημόσιες Συμβάσεις αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών στόχων. Απαραίτητη προϋπόθεση διενέργειας διαγωνισμών για την προμήθεια προϊόντων και υπηρεσιών, αποτελεί η χρήση περιβαλλοντικών κριτηρίων. Η προμήθεια αγαθών και υπηρεσιών στο Δημόσιο τομέα μέσω των Πράσινων Συμβάσεων συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της εφαρμογής του θεσμού των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων στη Δασική Υπηρεσία.

Λέξεις κλειδιά: Πράσινες Δημόσιες Συμβάσεις, Πράσινες Προμήθειες, Πράσινες Αγορές, Δασική Υπηρεσία.

Εισαγωγή

Στις μέρες μας, η προστασία και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος απασχολούν τους ανθρώπους παγκοσμίως. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι υπεύθυνες για την περιβαλλοντική υποβάθμιση του πλανήτη (Helm 2008). Η μεταστροφή σε φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα οδήγησε στη στήριξη ενός βιώσιμου περιβάλλοντος, επηρεάζοντας θετικά την πορεία της κλιματικής αλλαγής (Chamorro και Bañegil 2006).

Οι δημόσιες δαπάνες για αγαθά και υπηρεσίες αντιπροσωπεύουν το 16% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Nissinen κ.α. 2009). Για αυτό, οι Δημόσιοι Οργανισμοί θεωρούνται από τους πιο σημαντικούς τομείς όπου μπορούν να διατεθούν φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα - υπηρεσίες, για τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Pacheco-Blanco και Bastante-Ceca 2016). Έτσι, οι δημόσιες υπηρεσίες αποτελούν το επίκεντρο των πράσινων συμβάσεων επειδή είναι σημαντικοί αποδέκτες αγαθών, υπηρεσιών και έργων (Palmujoki κ.α. 2010). Ο Δημόσιος τομέας προμηθεύεται πλέον προϊόντα με μειωμένο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, μέσω του θεσμού των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων (Cheng κ.α. 2018).

Οι Πράσινες Δημόσιες Συμβάσεις ορίζονται ως η διαδικασία με την οποία οι δημόσιες αρχές αποκτούν αγαθά και υπηρεσίες με μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Πρόκειται ουσιαστικά για προϊόντα- υπηρεσίες ενεργειακά αποδοτικότερα, οικονομικότερα, που εκπέμπουν λιγότερους ή καθόλου ρύπους, επισκευάζονται εύκολα και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να ανακυκλωθούν, σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά τους. (Cheng κ.α. 2018).

Η πολιτική των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων βασίζεται σε ένα σύνολο κατευθυντήριων αρχών, όπως είναι η αρχή της διαφάνειας, της νομιμότητας, της δημοσιότητας και της ίσης μεταχείρισης (Brammer και Walker 2011). Κατά τη διαδικασία προμήθειας προϊόντων και υπηρεσιών κάθε φορέας γνωστοποιεί τις ανάγκες του στην αρμόδια υπηρεσία. Πραγματοποιείται υποβολή προσφορών από πιθανούς προμηθευτές, οι οποίοι ανταγωνίζονται για ένα ή περισσότερα συμβόλαια. Στη συνέχεια, η αναθέτουσα αρχή αξιολογεί τις προσφορές, επιλέγει την πιο συμφέρουσα και προχωράει στη σύναψη και εκτέλεση της σύμβασης (Lundberg και Marklund 2013). Ο νόμος 4412/2016 αναφορικά με τις Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών προωθεί τη χρήση περιβαλλοντικών και κοινωνικών κριτηρίων στις Δημόσιες Συμβάσεις (Νόμος 4412/2016).

Την τελευταία δεκαετία έχει αυξηθεί η χρήση περιβαλλοντικών κριτηρίων κατά τη διενέργεια διαγωνισμών για την προμήθεια προϊόντων από τους φορείς (Testa κ.α. 2012). Η εφαρμογή των ΠΔΣ προϋποθέτει τη χρήση περιβαλλοντικών κριτηρίων, όπως οικολογικά σήματα, πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και πιστοποίηση αειφορικής διαχείρισης (Rainville 2017). Έχουν καθοριστεί κοινά περιβαλλοντικά κριτήρια για δέκα τομείς προϊόντων και υπηρεσιών από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η δημιουργία των κριτηρίων αυτών βασίζεται σε υπάρχοντα Ευρωπαϊκά και Εθνικά οικολογικά σήματα (Palmujoki κ.α. 2010). Η οικολογική σήμανση έχει αναπτυχθεί και εξαπλωθεί σε πολλές χώρες και αποτελεί αποτελεσματικό εργαλείο για τη μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων (Gallastegui 2002).

Η παρούσα έρευνα αποτελεί πρωτότυπη έρευνα για τα ελληνικά δεδομένα αποτελώντας μία πρώτη προσέγγιση για την συστηματική ανάπτυξη του τομέα των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων στην Ελλάδα και ειδικότερα στη Δασική Υπηρεσία, η οποία μπορεί να αποτελέσει μία βιώσιμη εναλλακτική αναφορικά με την εξοικονόμηση πολύτιμων περιβαλλοντικών πόρων, κεφαλαίων, την προώθηση της καινοτομίας και της ανταγωνιστικότητας σε επιμέρους κλάδους της ελληνικής οικονομίας, με ταυτόχρονη μείωση της συνολικής ετήσιας εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τη διαδικασία προμηθειών του Δημοσίου. Στόχος της εργασίας είναι να μελετηθεί σε τι βαθμό εφαρμόζονται περιβαλλοντικά κριτήρια κατά τη σύναψη Δημοσίων Συμβάσεων από τη Δασική Υπηρεσία της χώρας μας.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τη συγκέντρωση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικά δομημένο ερωτηματολόγιο σε ηλεκτρονική μορφή με τη χρήση φορμών google (google.docs). Το ερωτηματολόγιο απευθύνθηκε σε φορείς και οργανισμούς που απαρτίζουν τη Δασική Υπηρεσία (Δασαρχεία, Διευθύνσεις Δασών), αλλά και φορείς της έρευνας και της Δημόσιας Διοίκησης ευρύτερα που έχουν ως αντικείμενο δραστηριότητας το φυσικό περιβάλλον ευρύτερα και τα δάση ειδικότερα (Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα, Υπουργεία). Η συλλογή των δεδομένων έγινε το διάστημα Ιουνίου - Σεπτεμβρίου 2019. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 15 πλήρως συμπληρωμένα ερωτηματολόγια.

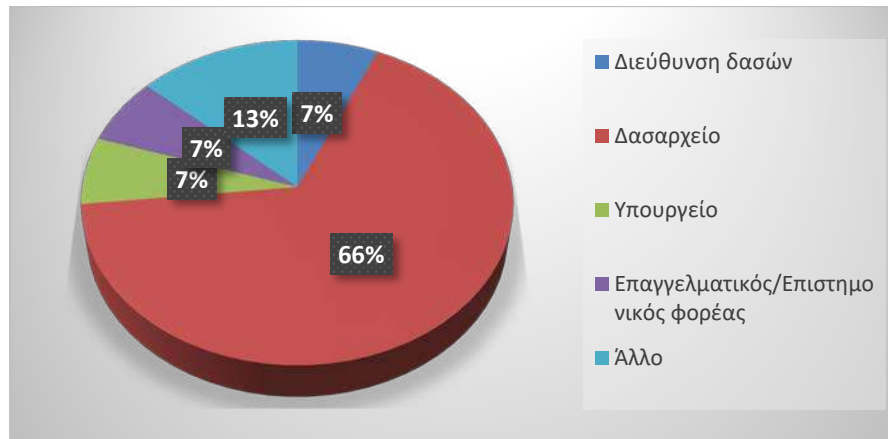
Οι ερωτήσεις ομαδοποιήθηκαν σε κατηγορίες προσανατολισμένες στο αντικείμενο της έρευνας για να υπάρξει ομοιογένεια στις απαντήσεις και ευκολία στην ανάλυση των στοιχείων αργότερα. Το ερωτηματολόγιο της έρευνας περιελάμβανε ερωτήσεις κλειστού τύπου με ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, ομαδοποιημένες σε 4 διαφορετικές ομάδες και στο σύνολο του 19 ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο βασίστηκε στο καθοδηγητικό κείμενο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «Πράσινες αγορές! Εγχειρίδιο για τις πράσινες δημόσιες συμβάσεις» (2011).

Η πρώτη ομάδα περιλάμβανε 5 ερωτήσεις σχετικά με τη γνώση της έννοιας των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων (ΠΔΣ). Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από 2 ερωτήσεις σχετικές με την αξιολόγηση πολιτικών των φορέων που συμμετείχαν στην έρευνα, για την εφαρμογή συστήματος ΠΔΣ. Η τρίτη ομάδα περιλάμβανε 6 ερωτήσεις σχετικές με πρακτικές εφαρμογές υλοποίησης συστήματος των ΠΔΣ και αξιολόγηση αυτών από τους συμμετέχοντες στην έρευνα και τέλος η τέταρτη ομάδα περιλάμβανε 6 ερωτήσεις σχετικές με το προφίλ του φορέα.

Οι ερωτήσεις επιλέχθηκαν με τρόπο τέτοιο ώστε να είναι σύντομες και κατανοητές για τη μέγιστη δυνατή διευκόλυνση των ερωτώμενων. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν μέσω του ειδικού στατιστικού προγράμματος SPSSWIN ver 24.0 και έγιναν οι σχετικοί έλεγχοι συχνοτήτων (Frequencies) και περιγραφικής στατιστικής (Descriptives).

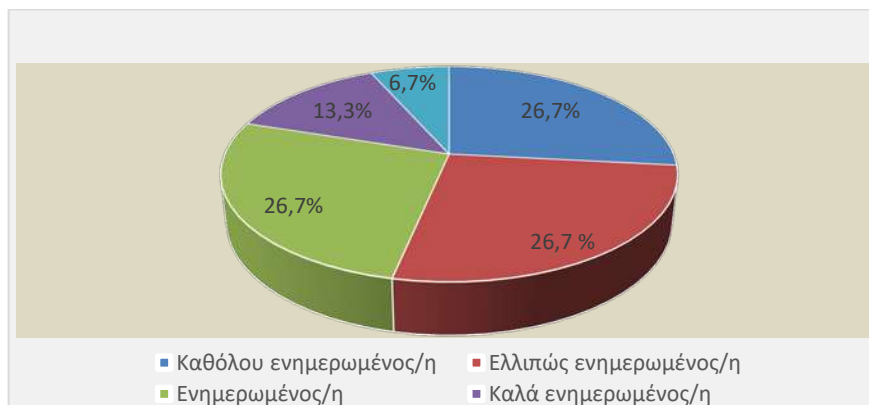
Αποτελέσματα

Σχετικά με το βασικό αντικείμενο των ερωτηθέντων το 66% προέρχεται από το Δασαρχείο, ενώ το 7% προέρχεται ισόποσα από Διευθύνσεις δασών, Επαγγελματικούς- Επιστημονικούς φορείς και το Υπουργείο. (Σχήμα 1)



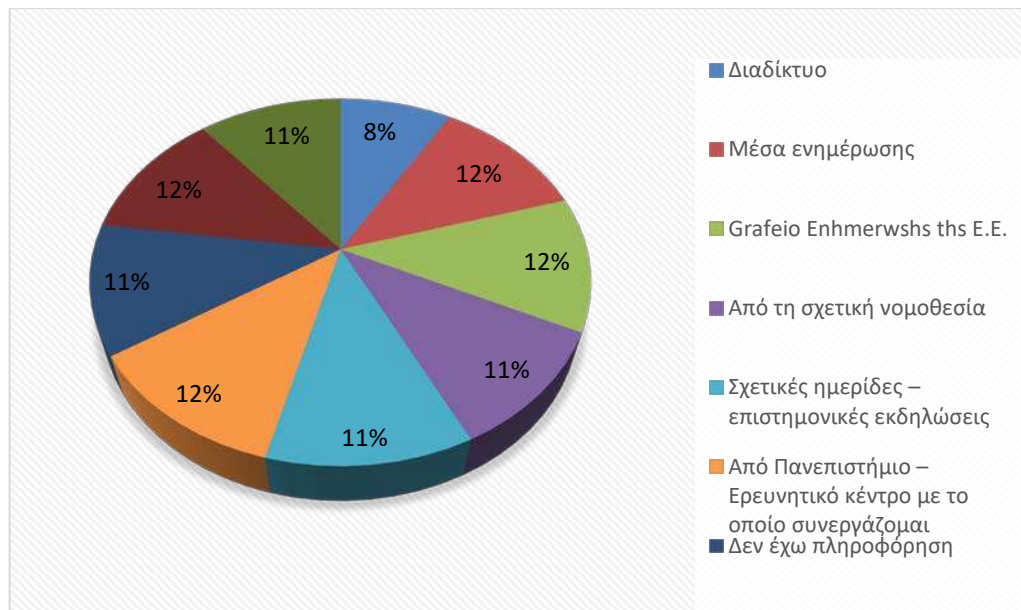
Σχήμα 1. Βασικό αντικείμενο δραστηριότητας των φορέων που απάντησαν στην έρευνα
Figure 1. Main activity of the bodies that responded to the survey

Η πρώτη κατηγορία ερωτήσεων αφορά τη γνώση και την ευαισθητοποίηση της Δασικής Υπηρεσίας γύρω από την έννοια των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων. Έτσι, αναφορικά με τη γνώση της έννοιας των ΠΔΣ το 67%, απάντησε θετικά, ενώ το 33% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν γνωρίζει την έννοια. Σχετικά με το πόσο καλά είναι πληροφορημένοι για τις ΠΔΣ, το 53,3% των ερωτηθέντων απάντησε ότι έχει καμία έως ελάχιστη ενημέρωση (Σχήμα 2). Αντίστοιχα, το 40% δήλωσε ενημερωμένο, με το ποσοστό των «Απόλυτα ενημερωμένων» να αγγίζει μόνο το 6,7%.



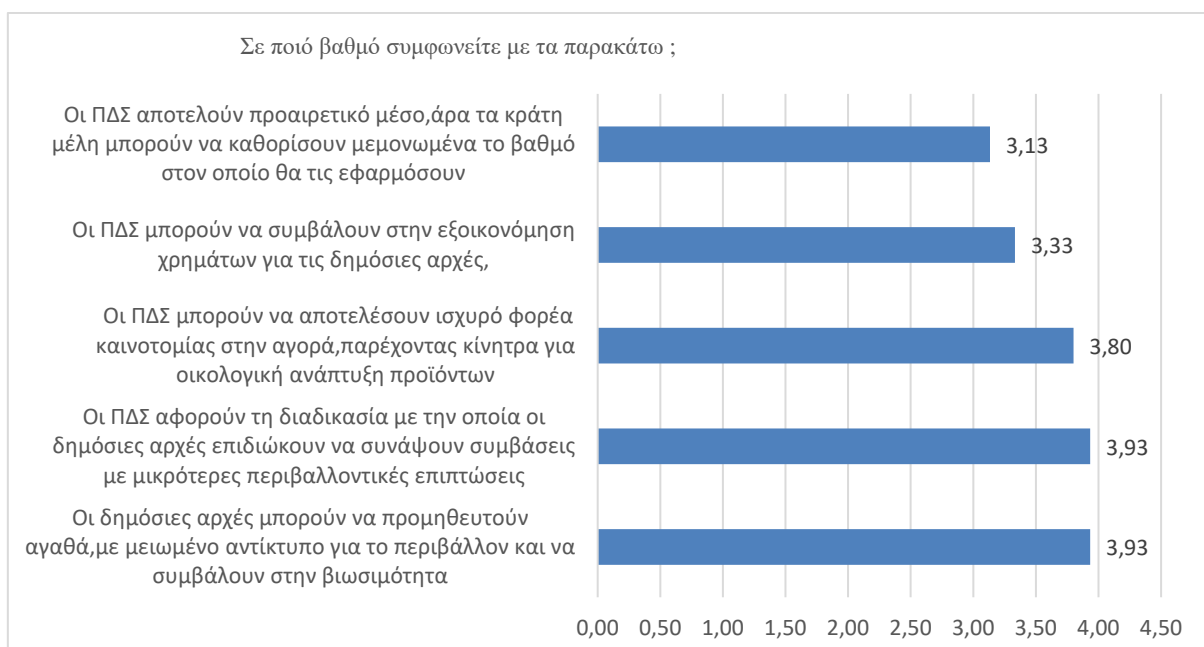
Σχήμα 2. Πληροφόρηση των φορέων που συμμετείχαν στην έρευνα σχετικά με τις ΠΔΣ
Figure 2. Information of the bodies that participated in the research on GPP

Όσον αφορά την πηγή πληροφόρησης των ερωτηθέντων για τις ΠΔΣ, η ενημέρωση προέρχεται σχεδόν με το ίδιο ποσοστό από όλες τις πηγές (Σχήμα 3). Οι συνηθέστεροι τρόποι με τους οποίους ο αποδέκτης λαμβάνει την ενημέρωση για τις ΠΔΣ είναι κάποιο υπηρεσιακό email, μέσω του Πανεπιστημίου ή κάποιου συνεργαζόμενου ερευνητικού κέντρου, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης αλλά και αυτόνομη αναζήτηση πληροφοριών από το γραφείο ενημέρωσης της Ε.Ε. Επόμενοι σε συχνότητα διάυλοι ενημέρωσης σχετικά με τις ΠΔΣ είναι η αναζήτηση στη σχετική νομοθεσία, η παρακολούθηση σχετικών ημερίδων-επιστημονικών εκδηλώσεων αλλά και η ενημέρωση από τις κυβερνητικές-περιφερειακές αρχές. Ως λιγότερο συχνός τρόπος ενημέρωσης φέρεται να είναι το διαδίκτυο.



Σχήμα 3. Πηγή πληροφόρησης των φορέων που απάντησαν στην έρευνα για τις ΠΔΣ
Figure 3. Source of information of the bodies that responded to the survey on GPP

Στη συνέχεια, οι ερωτηθέντες συμφωνούν στο μεγαλύτερο βαθμό ότι οι Δημόσιες αρχές μπορούν να προμηθευτούν αγαθά, με μειωμένο αντίκτυπο για το περιβάλλον και να συμβάλλουν στη βιωσιμότητα καθώς και ότι οι ΠΔΣ αφορούν τη διαδικασία με την οποία οι Δημόσιες αρχές επιδιώκουν να συνάψουν συμβάσεις με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, με μέσο όρο απαντήσεων 3,93. Πιστεύουν επίσης, σε ελαφρώς μικρότερο βαθμό, ωστόσο, ότι οι ΠΔΣ μπορούν να αποτελέσουν ισχυρό φορέα καινοτομίας στην αγορά, παρέχοντας κίνητρα για οικολογική ανάπτυξη προϊόντων με μέσο όρο απαντήσεων 3,80. Μικρότερη βαρύτητα δίνουν στην εξοικονόμηση χρημάτων και στον τρόπο με τον οποίο συνάπτουν συμβάσεις οι Δημόσιες Υπηρεσίες με μέσο όρο απαντήσεων 3,33 και 3,13 αντίστοιχα. (Σχήμα 4)



Σχήμα 4. Οριοθέτηση της έννοιας των ΠΔΣ στη Δασική Υπηρεσία
Figure 4. Delimitation of the concept of GPP in the Forest Service

Η δεύτερη κατηγορία ερωτήσεων αφορά την αξιολόγηση πολιτικών φορέων για εφαρμογή συστήματος ΠΔΣ. Προκειμένου να διευκολυνθεί η υιοθέτηση του συστήματος των ΠΔΣ πολύ σημαντικό είναι για τους ερωτηθέντες η συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων και μελών του προσωπικού ενός φορέα και

η κατάρτιση ενός επιχειρησιακού σχεδίου εφαρμογής με μέσο όρο απαντήσεων 4,13. Επίσης μεγάλη βαρύτητα δίνουν οι ερωτηθέντες στην ύπαρξη σαφών στόχων προτεραιότητας, χρονοδιαγραμμάτων, παρακολούθηση των επιδόσεων, καθώς και στην κοινοποίηση του περιεχομένου της πολιτικής και του σχεδίου εφαρμογής με μέσο όρο απαντήσεων 4,07. (Πίνακας 1)

Πίνακας 1. Αξιολόγηση της σημασίας των ακόλουθων πολιτικών σε επίπεδο φορέων προκειμένου να διευκολυνθεί η υιοθέτηση του συστήματος ΠΔΣ

Table 1. Assessment the importance of the following policies at agency level in order to facilitate the adoption of the GPP system

Αξιολόγηση της σημασίας των ακόλουθων πολιτικών σε επίπεδο φορέων προκειμένου να διευκολυνθεί η υιοθέτηση του συστήματος ΠΔΣ	Mean
Οι ΠΔΣ απαιτούν αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων και μελών του προσωπικού ενός φορέα	4,13
Να περιλαμβάνουν σαφείς στόχους, τομείς προτεραιότητας και χρονοδιαγράμματα	4,07
Εάν καλύπτουν ολόκληρο τον φορέα ή μόνο ορισμένα τμήματά, ποιες ομάδες προϊόντων και υπηρεσιών	3,60
Να επισημαίνουν τις γενικές ευθύνες σχετικά με την εφαρμογή της πολιτικής	3,47
Να περιλαμβάνουν μηχανισμό για την κατάλληλη παρακολούθηση των επιδόσεων	4,07
Να ευθυγραμμίζονται με τυχόν άλλες υφιστάμενες πολιτικές και στρατηγικές	3,60
Να σχεδιάζονται σε διαβούλευση με τους κύριους ενδιαφερόμενους, όπως οι εσωτερικοί χρήστες, οι προμηθευτές και η διοίκηση.	3,80
Να καταρτιστεί ένα είδος επιχειρησιακού σχεδίου εφαρμογής	4,13
Το περιεχόμενο της πολιτικής και το σχέδιο εφαρμογής να κοινοποιηθούν σε όσο το δυνατόν ευρύτερο επίπεδο	4,07
Άλλο (παρακαλώ αναφέρατε)	1,53

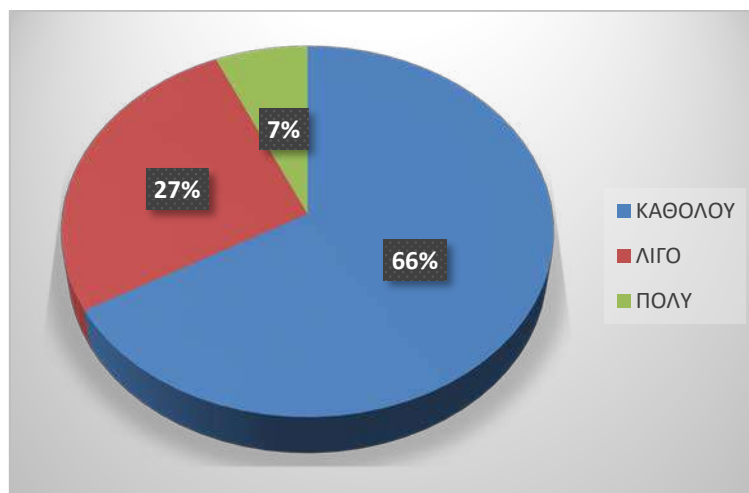
Σχετικά με τον καθορισμό προτεραιοτήτων και στόχων για τις ΠΔΣ, το σύνολο των ερωτηθέντων πιστεύει ότι πρέπει να εστιάσει στην ύπαρξη ειδικών τοπικών περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων με μέσο όρο απαντήσεων 4. Επίσης, μεγάλη βαρύτητα δίνουν οι ερωτηθέντες στον οικονομικό τομέα. Δεν θα ήθελαν οι οικολογικότερες εναλλακτικές λύσεις να επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό τους, να είναι όσον το δυνατόν ουδέτερες και να μην επιλεγούν προϊόντα ή υπηρεσίες με πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, με μέσο όρο απαντήσεων 3,80 και 3,73 αντίστοιχα. (Πίνακας 2)

Πίνακας 2. Τι πρέπει να περιλαμβάνει ο καθορισμός προτεραιοτήτων και στόχων για τις ΠΔΣ σύμφωνα με τους φορείς που απάντησαν.

Table 2. What should be included in the setting of priorities and objectives for the GPP according to the respondents.

Καθορισμός προτεραιοτήτων και στόχων για τις ΠΔΣ σύμφωνα με τους φορείς που απάντησαν.	Mean
Να επιλεγεί ένας μικρός αριθμός ομάδων προϊόντων και υπηρεσιών στις οποίες θα επικεντρωθείτε σε πρώτη φάση (προοδευτική προσέγγιση)	3,33
Να μην επιλεγούν τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες με πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους	3,73
Να επικεντρωθούν οι προσπάθειές σας σε τομείς σημαντικών δαπανών εντός του φορέα.	3,47
Να εστιάσετε σε τομείς με τη μεγαλύτερη δυνατότητα επίδρασης στην αγορά. (μεγαλύτερο ύψος σύμβασης ή αξία πελάτη του Δημόσιου τομέα)	3,20
Ύπαρξη ειδικών τοπικών περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων, (ποιότητα του αέρα, η κατανάλωση ενέργειας/ύδατος κτλ	4,00
Οι οικολογικότερες εναλλακτικές λύσεις να είναι ουδέτερες από πλευράς κόστους ή πρόκειται να επηρεάσουν τον προϋπολογισμό σας;	3,80
Διαθεσιμότητα των πράσινων κριτηρίων αγορών για προϊόντα που μπορούν να ενσωματωθούν απευθείας στο διαγωνισμό	3,60
Πόσο αναμένεται να προβληθούν οι δραστηριότητες σχετικά με τις ΠΔΣ στο κοινό, την αγορά, τις αναθέτουσες αρχές και το προσωπικό σας;	3,60
Η ύπαρξη σημαντικών συμβάσεων με φορείς του Δημοσίου που πρόκειται να ανανεωθούν ή μακροπρόθεσμες συμβάσεις σε ισχύ προϊόντων/υπηρεσιών	3,40
Άλλο (αναφέρατε)	1,60

Η τρίτη κατηγορία ερωτήσεων αφορά την πρακτική εφαρμογή υλοποίησης του συστήματος των ΠΔΣ. Αναφορικά με τη χρήση του συστήματος των ΠΔΣ, το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων απάντησε ότι ο φορέας τους τις χρησιμοποιεί λίγο (27 %) έως καθόλου (66 %). Ενώ μόλις το 7% απάντησε ότι ο φορέας τους χρησιμοποιεί πολύ το σύστημα των ΠΔΣ. (Σχήμα 5)



Σχήμα 5. Χρήση του συστήματος των ΠΔΣ από τους φορείς που απάντησαν στην έρευνα
Figure 5. Use of the GPP system by the bodies that responded to the survey

Σχετικά με την εφαρμογή ενός συστήματος ΠΔΣ μεγάλη βαρύτητα δίνουν οι ερωτηθέντες στον αποκλεισμό ενός προμηθευτή από διαγωνισμούς του δημοσίου μετά από συστηματική παραβίαση των περιβαλλοντικών όρων, με μέσο όρο απαντήσεων 4,47. Επίσης, σύμφωνα με τον Πίνακα 3 είναι σημαντικό να υπάρχουν κίνητρα για τους προμηθευτές για συμμετοχή σε διαγωνισμούς ΠΔΣ (με μέσο όρο απαντήσεων 4,40), όπως μειωμένη φορολογία, προβολή, ευκολότερη πρόσβαση σε παρόμοιους διαγωνισμούς κτλ. Τέλος, οι ερωτηθέντες δίνουν βαρύτητα στην τήρηση στοιχείων για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αγοραστικών αποφάσεων που έχουν ληφθεί και στην εφαρμογή αποτελεσματικού συστήματος παρακολούθησης για την αξιολόγηση της προόδου με μέσο όρο απαντήσεων 4,27 και 4,0 αντίστοιχα.

Πίνακας 3. Αξιολόγηση των παρακάτω χαρακτηριστικών κατά την εφαρμογή ενός συστήματος ΠΔΣ από ένα φορέα
Table 3. Evaluation of the following characteristics during the implementing of a GPP system by a body

Αξιολόγηση των παρακάτω χαρακτηριστικών κατά την εφαρμογή ενός συστήματος ΠΔΣ από ένα φορέα	Mean
Η αξιολόγηση της προόδου σχετικά με την επίτευξη των στόχων απαιτεί την εφαρμογή αποτελεσματικού συστήματος παρακολούθησης	4,20
Τήρηση αρχείου των προσφορών και/ή αναθεσιών συμβάσεων που περιελάμβαναν κριτήρια για τις ΠΔΣ	4,00
Τήρηση στοιχείων για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αγοραστικών αποφάσεων που έχουν ληφθεί.	4,27
Τακτική ποιοτική εξέταση των δραστηριοτήτων των ΠΔΣ εστιάζοντας στα εμπόδια, τις περαιτέρω βελτιώσεις και την αξιολόγηση στόχων.	4,07
Τήρηση αρχείου με τον συνολικό αριθμό των αναθεσιών συμβάσεων και της αξίας τους	3,87
Ανάπτυξη δικτύωσης και δραστηριότητες συνεργασίας με άλλες αρχές για ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τα περιβαλλοντικά κριτήρια	3,93
Κίνητρα σε προμηθευτές για συμμετοχή σε διαγωνισμούς ΠΔΣ	4,40
Αποκλεισμός από διαγωνισμούς του δημοσίου μετά από συστηματική παραβίαση περιβαλλοντικών όρων ενός προμηθευτή	4,47
Άλλο	1,40

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι απαντήσεις της πρώτης κατηγορίας ερωτήσεων θεωρούνται ιδιαίτερης σημασίας, καθώς η έννοια των ΠΔΣ δεν είναι ευρέως διαδεδομένη γενικότερα στην Ελληνική Δημόσια Διοίκηση και ειδικά στη Δασική Υπηρεσία. Στην ενότητα αυτή συμπεραίνουμε ότι γνωρίζουν την έννοια των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων σε ποσοστό 67% και είναι μερικώς ενημερωμένοι (53,3 %) από διάφορες πηγές (όπως τη νομοθεσία, το διαδίκτυο κτλ.) Ακόμα, οι ερωτηθέντες συμφωνούν ότι οι Δημόσιες αρχές μπορούν να προμηθευτούν αγαθά, με μειωμένο αντίκτυπο για το περιβάλλον και να συμβάλλουν στη βιωσιμότητα καθώς και ότι οι ΠΔΣ αφορούν τη διαδικασία με την οποία οι Δημόσιες αρχές επιδιώκουν να συνάψουν συμβάσεις με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις με μέσο όρο απαντήσεων 3,93.

Το αποτέλεσμα αυτό είναι αρκετά ενθαρρυντικό αν λάβουμε υπόψη τη συνολική εικόνα της Ελληνικής Δημοσίας Διοίκησης όπως αναφέρθηκε. Το γεγονός αυτό, μπορεί να βασίζεται στο ότι η Δασική Υπηρεσία, είναι μία Δημόσια δομή με κατεξοχήν περιβαλλοντική στόχευση και προσανατολισμό, οπότε και τα στελέχη της αναμένεται να είναι πιο ευαισθητοποιημένα σε αντίστοιχα ζητήματα. Λόγω της σπουδαιότητας των ΠΔΣ, θα πρέπει να υπάρξει μια συντονισμένη προσπάθεια πληροφόρησης της Δασικής Υπηρεσίας από αξιόπιστες πηγές.

Η δεύτερη ενότητα ερωτήσεων αφορά την αξιολόγηση πολιτικών φορέων για εφαρμογή συστήματος ΠΔΣ. Οι ερωτηθέντες έδειξαν ότι μεγάλη βαρύτητα έχει η επικοινωνία μεταξύ των φορέων και η κατάρτιση ενός επιχειρησιακού σχεδίου εφαρμογής με μέσο όρο απαντήσεων 4,13. Σχετικά με τον καθορισμό προτεραιοτήτων και στόχων για τις ΠΔΣ, το σύνολο των ερωτηθέντων πιστεύει ότι πρέπει να εστιάσει στην ύπαρξη ειδικών τοπικών περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων με μέσο όρο απαντήσεων 4. Αυτό θα συμβάλλει στην ενίσχυση της τοπικής κοινωνίας και στην παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και υπηρεσιών φιλικών προς το περιβάλλον με ταυτόχρονη σήμανση. Όταν μια τοπική κοινωνία έχει ως προτεραιότητα τη διατήρηση της ποιότητας του αέρα και την λογική κατανάλωση ενέργειας/ύδατος συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος

Η τρίτη κατηγορία ερωτήσεων αφορά την πρακτική εφαρμογή υλοποίησης του συστήματος των ΠΔΣ. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων έδειξαν ότι, χρησιμοποιούν λίγο (27%) έως καθόλου (66%) τα κριτήρια των ΠΔΣ. Το αποτέλεσμα αυτό δεν είναι θετικό αλλά προκύπτει από το γεγονός ότι δεν υπάρχει η κατάλληλη πληροφόρηση σχετικά με τις ΠΔΣ στη Δασική Υπηρεσία. Ακόμα, οι ερωτηθέντες πιστεύουν ότι πρέπει να αποκλείεται ένας προμηθευτής από διαγωνισμούς του Δημοσίου μετά από συστηματική παραβίαση των περιβαλλοντικών όρων, με μέσο όρο απαντήσεων 4,47. Επίσης, είναι σημαντικό να γίνεται έρευνα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επιφέρει το προϊόν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του κατά την επιλογή του προμηθευτή με μέσο όρο απαντήσεων 4,27. Σημαντικό πλεονέκτημα για την επιλογή αποτελούν τα οικολογικά σήματα, καθώς και τα ISO.

Οι Δασικές Υπηρεσίες διατηρούν θετική στάση σχετικά με τη μελλοντική χρησιμοποίηση του μοντέλου των ΠΔΣ, καθώς θεωρούν ότι στις σημερινές συνθήκες ενδέχεται να προσφέρουν πολλαπλά οφέλη. Παραδείγματος χάριν, στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας και της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης, στην οικονομική ανάπτυξη χωρίς την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, καθώς και στη μείωση των ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κ. Τρίγκα Μάριο και κ. Ανδρεοπούλου Ζαχαρούλα για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή τους κατά τη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας.

Abstract

Public Services are the largest recipient of products and services through the Public Procurement process. Green Procurement is an important tool for achieving environmental, social and economic goals. A necessary condition for conducting tenders for the supply of products and services is the use of environmental criteria. The supply of goods and services to the Public Sector through Green Contracts contributes to the protection of the environment and the achievement of sustainable development. The purpose of this paper is to investigate the implementation of the institution of Green Public Procurement in the Forest Service.

Βιβλιογραφία

- Brammer, S. and Walker, H., 2011. Sustainable procurement in the public sector: An international comparative study. *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, 31(4), 452-476.
- Chamorro, A. and Bañegil, T.M., 2006. Green marketing philosophy: a study of Spanish firms with ecolabels. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.*, 13(1), 11-24.
- Cheng, W., Appolloni, A., D'Amato, A. and Zhu, Q., 2018. Green Public Procurement, missing concepts and future trends—A critical review. *J. Clean. Prod.* 176, 770-784.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011. Πράσινες αγορές! Εγχειρίδιο για τις πράσινες δημόσιες συμβάσεις, 2η έκδοση. Λουξεμβούργο: Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- Gallastegui, G. I., 2002. The use of eco-labels: a review of the literature. *European Environment*, 12(6), 316-331.
- Helm, D., 2008. Climate-change policy: why has so little been achieved?. *Oxford Review of Economic Policy*, 24(2), 211-238.
- Lundberg, S. and Marklund, P.O., 2013. Green public procurement as an environmental policy instrument: cost effectiveness. *Environmental Economics*, 4(4), 75-83.
- Nissinen, A., Parikka-Alhola, K. and Rita, H., 2009. Environmental criteria in the public purchases above the EU threshold values by three Nordic countries: 2003 and 2005. *Ecological Economics*, 68(6), 1838-1849.
- Νόμος 4412/2016, Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών (προσαρμογή στις Οδηγίες 2014/24/ΕΕ), (ΦΕΚ Α' 147/08-08-2016)
- Pacheco-Blanco, B. and Bastante-Ceca, M.J., 2016. Green public procurement as an initiative for sustainable consumption. An exploratory study of Spanish public universities. *J. Clean. Prod.* 133, 648-656.
- Palmujoki, A., Parikka-Alhola, K., and Ekroos, A., 2010. Green public procurement: analysis on the use of environmental criteria in contracts. *Rev. Eur. Community Int. Environ. Law*, 19(2), 250-262.
- Rainville, A., 2017. Standards in green public procurement—A framework to enhance innovation. *J. Clean. Prod.* 167, 1029-1037.
- Testa, F., Iraldo, F., Frey, M. and Daddi, T., 2012. What factors influence the uptake of GPP (green public procurement) practices? New evidence from an Italian survey. *Ecological Economics*, 82, 88-96.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΙΔΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Σαμαρά, Θεανώ¹; Τσιάρας, Στέφανος²; Τσιρούκης, Αχιλλέας³; Σπανός, Ιωάννης¹

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη, Βασιλικά Τ.Κ. 57006, theasam@fri.gr, ispanos@fri.gr

²Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος και Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, stsiaras@uth.gr, stefanostsiaras@emt.ihu.gr

³Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Λάρισα, Campus Γαϊόπολις, Τ.Κ. 41110, tsirouk@uth.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση ειδών δέντρων που έχουν φυτευτεί στην πόλη της Θεσσαλονίκης, λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια με σκοπό την ποιοτική αναβάθμιση του αστικού πρασίνου της πόλης. Δημιουργήθηκε ένα σενάριο με τη βοήθεια του λογισμικού Visual PROMETHEE, Academic Edition στο οποίο δέκα είδη δέντρων (σφενδάμι πεδινό, κελτίδα, κερλεουτέρια, υγράμβαρα, κουκουναριά, λεύκη, πλάτανος ψευδοακακία, φιλύρα, φτελιά) αποτέλεσαν τις εναλλακτικές επιλογές και αξιολογήθηκαν με βάση πέντε κριτήρια (αντοχή στην ξηρασία, αντοχή στην αλατότητα του εδάφους, εκπομπές βιογενετικών πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC's), εκπομπές γύρης, κλιματική ζώνη ανθεκτικότητας φυτών). Το είδος δέντρου το οποίο επιτυγχάνει καλύτερα αποτελέσματα στα υπό εξέταση κριτήρια είναι η κερλεουτέρια, ακολουθεί η κουκουναριά, ενώ τη χειρότερη επίδοση παρουσιάζει η λεύκα. Η Πολυκριτήρια Ανάλυση Λήψης Αποφάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο Αστικής Δασοπονίας αρχικά για την αξιολόγηση και στη συνέχεια για την επιλογή ειδών δέντρων κατάλληλων για αστικό πράσινο σε ένα ευρύτερο πλαίσιο σχεδιασμού Δασικής και Περιβαλλοντικής Πολιτικής.

Λέξεις κλειδιά: Αστική Δασοπονία, Χώροι Πρασίνου, Δασική και Περιβαλλοντική Πολιτική, Λήψη Αποφάσεων, Κλιματική Αλλαγή.

Εισαγωγή

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση ειδών δέντρων που έχουν φυτευτεί στην πόλη της Θεσσαλονίκης, λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια με σκοπό την ποιοτική αναβάθμιση του αστικού πρασίνου της πόλης. Το αστικό πράσινο αποτελεί βασικό στόχο περιβαλλοντική πολιτικής, καθώς συμβάλλει στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις πόλεις (Baró κ.α. 2014, Samara και Tsitsoni 2014, Samara κ.α. 2016). Οι χώροι πρασίνου στις αστικές περιοχές αποδεδειγμένα συντελούν στην κοινωνικοποίηση των κατοίκων των πόλεων και στη βελτίωση της υγείας τους και κατ' επέκταση της ευημερίας τους (Samara και Tsitsoni 2010, Krekel κ.α. 2016), καθώς αποτελούν σημαντικό δείκτη εκτίμησης της ποιότητας ζωής στις πόλεις (Garau και Pavan 2018). Οι πολιτικές που προωθούν τους χώρους πρασίνου σε αστικές περιοχές είναι πολύ σημαντικές, ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονη αστικοποίηση (Zhou και Wang 2011) και σε πόλεις όπως η Θεσσαλονίκη που χαρακτηρίζονται από πολύ μικρή αναλογία πρασίνου ανά κάτοικο (m^2 πρασίνου ανά κάτοικο - Κολυμάνης κ.α. 2015). Σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν αναπτυχθεί αρκετές πρωτοβουλίες σχεδιασμού Δασικής-Περιβαλλοντικής Πολιτικής που σχετίζονται με το αστικό πράσινο, ιδιαίτερα στη Βόρεια Αμερική όπου πρωτοχρησιμοποιήθηκε ο όρος "αστική δασοπονία" (Johnston 1996). Στην Ευρώπη ο σχεδιασμός της Δασικής-Περιβαλλοντικής Πολιτικής σχετικά με την αστική δασοπονία είναι λιγότερο αναπτυγμένος σε σχέση με τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής· τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί σημαντικές δράσεις όπως η δράση του προγράμματος COST με τίτλο "Αστικά Δάση και Δέντρα", η οποία είχε ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων στη Δασική-Περιβαλλοντική Πολιτική για το αστικό πράσινο (Konijnendijk 2004). Στην Ελλάδα ολοκληρώθηκε πρόσφατα το πρόγραμμα URBAN που αφορούσε στην ανάπτυξη ενός Πληροφοριακού Συστήματος για τη διαχείριση των χώρων αστικών πρασίνου· το τελικό παραδοτέο του προγράμματος ήταν η

δημιουργία μιας βάσης δεδομένων η οποία περιλαμβάνει όλα τα δέντρα αστικού πρασίνου στην περιοχή της Ηπείρου (Varras κ.α. 2016). Ένα άλλο πρόγραμμα που δημιουργήθηκε στην Ελλάδα, και πιο συγκεκριμένα με περιοχή έρευνας τη Θεσσαλονίκη, με τη χρήση ενός συστήματος Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ICT) με την ονομασία "GreenTree", αποτελεί ένα εργαλείο πολιτικής για την παρακολούθηση του αστικού πρασίνου της Θεσσαλονίκης (Tsitsoni κ.α. 2015). Η Πολυκριτήρια Ανάλυση χρησιμοποιείται ευρέως ως εργαλείο λήψης αποφάσεων στον τομέα της Δασολογίας, του Περιβάλλοντος και της Γεωργίας (Kiker κ.α. 2005), ενώ η μέθοδος PROMETHEE που επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία θεωρείται μία από τις καλύτερες μεθόδους για τον συγκεκριμένο τομέα (Velasquez και Hester 2013). Για την αξιολόγηση βέλτιστων ειδών δέντρων για αστικές περιοχές οι Vlachokostas κ.α. (2014) χρησιμοποίησαν έναν συνδυασμό μεθόδων Πολυκριτήριας Ανάλυσης (μεθόδους PROMETHEE και ELECTRE) με περιοχή μελέτης την πόλη της Θεσσαλονίκης, ενώ τα κριτήρια που επιλέχθηκαν για την αξιολόγηση του αστικού πρασίνου ήταν περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά. Επιπρόσθετα, άλλη μία πρόσφατη εργασία με περιοχή μελέτης τη Θεσσαλονίκη χρησιμοποίησε τη μέθοδο PROMETHEE για την επιλογή βέλτιστων ειδών δέντρων σε αστικές περιοχές με βάση την ικανότητα τους να συγκρατούν βάρεα μέταλλα (Tsiaras και Samara 2019).

Υλικά και Μέθοδοι

Η μέθοδος PROMETHEE που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία ανήκει στην κατηγορία των μεθόδων σχέσεων υπεροχής (outranking relations methods) και παρέχει στον λήπτη της απόφασης μία κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών η οποία βασίζεται σε βαθμούς προτίμησης (preference degrees). Η PROMETHEE είναι σταθερή και φιλική προς τον χρήστη (Brans κ.α. 1986), ενώ χρησιμοποιείται ευρέως για ζητήματα του ευρύτερου δασικού, περιβαλλοντικού και γεωργικού τομέα (Behzadian κ.α. 2010). Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας δημιουργήθηκε ένα σενάριο με τη βοήθεια του λογισμικού Visual PROMETHEE, Academic Edition (Mareschal 2013) στο οποίο δέκα είδη δέντρων αποτέλεσαν τις εναλλακτικές επιλογές και αξιολογήθηκαν με βάση πέντε κριτήρια. Τα είδη δέντρων που επιλέχθηκαν έχουν καλή προσαρμογή στην πόλη της Θεσσαλονίκης, αλλά και σε άλλες περιοχές της Μεσογείου: 1) Σφενδάμι το πεδινό (*Acer campestre*), 2) Κελτίδα η ανατολική (*Celtis australis*), 3) Κερλευντέρια η ανθλοφόρος (*Koelreuteria paniculata*), 4) Υγράμβαρα η στυρακοφόρος (*Liquidambar styraciflua*), 5) Πεύκη η κουκουναριά (*Pinus pinea*), 6) Πλάτανος ο ανατολικός (*Platanus orientalis*), 7) Λεύκη η λευκή (*Populus alba*), 8) Ροβίνια η ψευδοακακία (*Robinia pseudoacacia*), 9) Φιλύρα η καρδιόσχημος (*Tilia cordata*), 10) Φτελιά (*Ulmus sp.*). Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από δύο πρόσφατες εργασίες που μελέτησαν είδη δέντρων κατάλληλων για αστικό πράσινο στη Μεσόγειο (Cariñanos κ.α. 2019) και στο Ηνωμένο Βασίλειο (Barwise και Kumar, 2020). Τα κριτήρια που επιλέχθηκαν ήταν πέντε (5): 1) Αντοχή στην ξηρασία, 2) Αντοχή στην αλατότητα του εδάφους, 3) Εκπομπές Βιογενετικών Πτητικών Οργανικών Ενώσεων - bVOCs (Biogenetic Volatile Organic Compounds), 4) Εκπομπές γύρης, 5) Κλιματική Ζώνη Ανθεκτικότητας Φυτών (Hardiness Zone). Όλα τα κριτήρια ήταν ποιοτικά και χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικές μεταβλητές (Σχήμα 1).

Evaluations

Scenario: Scenario1 (active)

Active	Scenario1	Drought Tolernace	Salt Tolernace	bVOCs Emissions	Pollen Emissions	Hardiness Zone
yes	<i>Acer campestre</i>	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00
yes	<i>Celtis australis</i>	4,00	1,00	1,00	2,00	2,00
yes	<i>Koelreuteria paniculata</i>	4,00	1,00	1,00	1,00	4,00
yes	<i>Liquidambar styraciflua</i>	3,00	1,00	3,00	2,00	3,00
yes	<i>Pinus pinea</i>	4,00	1,00	1,00	1,00	3,00
yes	<i>Platanus orientalis</i>	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00
yes	<i>Populus alba</i>	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
yes	<i>Robinia pseudacacia</i>	4,00	1,00	1,00	2,00	1,00
yes	<i>Tilia cordata</i>	2,00	0,00	1,00	2,00	2,00
yes	<i>Ulmus sp.</i>	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00

Preference parameters

Scenario: Scenario1 (active)

Active	yes	yes	yes	yes	yes
	Drought Tolernace	Salt Tolernace	bVOCs Emissions	Pollen Emissions	Hardiness Zone
Min/Max	max	max	min	min	max
Weight	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Σχήμα 1. Οι εναλλακτικές επιλογές και τα κριτήρια του σεναρίου της εργασίας
Figure 1. Alternatives and criteria for the PROMETHEE scenario

Αποτελέσματα

Ύστερα από την επεξεργασία των δεδομένων όπως περιγράφηκε στη μεθοδολογία, το είδος δέντρου το οποίο επιτυγχάνει καλύτερα αποτελέσματα στα υπό εξέταση κριτήρια είναι η Κερλευτέρια (*Koelreuteria paniculata*), ενώ ακολουθεί η Κουκουναριά (*Pinus pinea*). Οι επόμενες δύο αποδεκτές επιλογές είναι το πεδινό σφενδάμι (*Acer campestre*) και η Κελτίδα (*Celtis australis*), ενώ η τελευταία αποδεκτή λύση με θετική διαφορά θετικών και αρνητικών ροών ως είδος δέντρου είναι η ψευδοακακία (*Robinia pseudoacacia*) (0,0444). Τα υπόλοιπα δέντρα από τις εναλλακτικές επιλογές έχουν αρνητικές επιδόσεις. Τη χειρότερη επίδοση έχει η λεύκα (*Populus alba*) (-0,4444), ενώ και η καρδιάσχημος φιλύρα (*Tilia cordata*) παρουσιάζει χαμηλή επίδοση στα υπό εξέταση κριτήρια (Πίνακας 1). Ο δείκτης Phi παίρνει τιμές από -1 έως +1 (ιδεατή λύση) και δείχνει πόσο κοντά στην ιδεατή λύση (+1) βρίσκεται κάθε είδος δέντρου και είναι το αποτέλεσμα των θετικών ροών (Phi+) μείον των αρνητικών ροών (Phi-).

Πίνακας 1. Κατάταξη των υπό εξέταση δέντρων βάσει τιμών Phi (διαφορά ροών εξόδου - εισόδου)
Table 1. Tree species ranking according to Phi

Κατάταξη	Είδος Δέντρου	Phi
1	<i>Koelreuteria paniculata</i>	0,6222
2	<i>Pinus pimea</i>	0,4667
3	<i>Acer campestre</i>	0,1111
4	<i>Celtis australis</i>	0,1111
5	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,0444
6	<i>Liquidambar styraciflua</i>	-0,1111
7	<i>Ulmus sp.</i>	-0,1111
8	<i>Platanus orientalis</i>	-0,2889
9	<i>Tilia cordata</i>	-0,4000
10	<i>Populus alba</i>	-0,4444

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η Πολυκριτήρια Ανάλυση Λήψης Αποφάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο Αστικής Δασοπονίας αρχικά για την αξιολόγηση και στη συνέχεια για την επιλογή ειδών δέντρων κατάλληλων για αστικό πράσινο σε ένα ευρύτερο πλαίσιο σχεδιασμού Δασικής και Περιβαλλοντικής Πολιτικής. Εξετάστηκαν δέκα είδη δέντρων αρκετά διαδεδομένα και με καλή προσαρμογή στην πόλη της Θεσσαλονίκης. Στα υπό εξέταση κριτήρια κάποια είδη είχαν πολύ καλή επίδοση, όπως η Κερλεουτέρια και η Κουκουναριά, ενώ κάποια άλλα όχι, όπως η Λεύκα και η Φλαμουριά. Αυτό δεν σημαίνει ότι σε όλες τις δεντροφυτεύσεις θα πρέπει να προτιμηθούν τα είδη που είναι ψηλά στην κατάταξη, αλλά ότι στα συγκεκριμένα κριτήρια που επιλέχθηκαν είναι καλύτερες επιλογές έναντι των υπόλοιπων εναλλακτικών. Και τα δύο είδη με τις υψηλότερες επιδόσεις έχουν καλή επίδοση σε όλα τα υπό εξέταση κριτήρια. Στον αντίποδα η Λεύκα δεν έχει καλή επίδοση σε κανένα από τα υπό εξέταση κριτήρια και αν συνυπολογίσουμε την ευπάθειά της σε ανεμοθλασίες και ανεμορριπίες, φαίνεται ότι είναι ένα μάλλον ακατάλληλο είδος ως επιλογή για το αστικό πράσινο της Θεσσαλονίκης. Η παρούσα εργασία μπορεί να επεκταθεί και να συμπεριλάβει περισσότερα είδη δέντρων και περισσότερα κριτήρια όπως για παράδειγμα το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης των δέντρων, η ευαισθησία σε ασθένειες, ο κίνδυνος πτώσης και η πρόκληση ατυχήματος από ανέμους κλπ.

Abstract

The aim of the paper is to evaluate tree species planted in the city of Thessaloniki taking into consideration criteria that focus on the improvement of the city's urban green. A scenario was developed with the aid of the software Visual PROMETHEE Academic Edition, in which ten tree species (*Acer campestre*, *Celtis australis*, *Koelreuteria paniculata*, *Liquidambar styraciflua*, *Pinus pinea*, *Platanus orientalis*, *Populus alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata*, *Ulmus sp.*) were the examined alternatives under five criteria (drought tolerance, salt tolerance, biogenetic volatile organic compounds emissions (VOC's), pollen emissions, hardiness zone). *Koelreuteria paniculata* is the tree species with the best performance under the examined criteria followed by *Pinus pinea*, while *Populus alba* has the worst performance. Multiple Criteria Decision Analysis can be used as a tool in Urban Forestry for the selection of suitable tree species for urban green in a broader framework of Forest and Environmental Policy planning.

Βιβλιογραφία

- Baró, F., Chaparro, L., Gómez-Baggethun, E., Langemeyer, J., Nowak, D.J. and Terradas, J., 2014. Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: the case of urban forests in Barcelona, Spain. *Ambio* 43(4): 466-479.
- Barwise, Y. and Kumar, P., 2020. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. *npj Climate and Atmospheric Science* 3(1): 1-19.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A. and Aghdasi, M., 2010. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *Eur. J. Oper. Res.* 200(1): 198-215.
- Brans, J.P., Vincke, P. and Mareschal, B., 1986. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *Eur. J. Oper. Res.* 24(2): 228-238.
- Cariñanos, P., Grilo, F., Pinho, P., Casares-Porcel, M., Branquinho, C., Acil, N., Andreucci, M.B., Anjos, A., Bianco, P.M., Brini, S., Calaza-Martínez, P., Calvo, E., Carrari, E., Castro, J., Chiesura, A., Correia, O., Gonçalves, A., Gonçalves, P., Mexia, T., Mirabile, Paoletti, E., Santos-Reis, M., Semenzato, P. and Vilhar, U., 2019. Estimation of the Allergenic Potential of Urban Trees and Urban Parks: Towards the Healthy Design of Urban Green Spaces of the Future. *Int. J. Env. Res. Pub. He.* 16(8): 1357.
- Garau, C. and Pavan, V.M., 2018. Evaluating urban quality: Indicators and assessment tools for smart sustainable cities. *Sustainability* 10(3): 575.
- Johnston, M., 1996. A brief history of urban forestry in the United States. *Arboricultural Journal* 20(3): 257-278.
- Κολυμάνης, Α., Τσακαλδήμη, Μ. και Γκανάτσας, Π., 2015. Χαρακτηριστικά και Διαχείριση του Αστικού Πρασίνου: Η Περίπτωση δύο Μεγάλων Πόλεων: Wuppertal-Θεσσαλονίκη. Πρακτικά 17ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Κεφαλλονιά 2015. Σελ. 533-543.

- Kiker, G.A., Bridges, T.S., Varghese, A., Seager, T.P. and Linkov, I., 2005. Application of multicriteria decision analysis in environmental decision making. *Integr. Environ. Assess.* 1(2): 95-108.
- Konijnendijk, C.C., 2004. Enhancing the forest science-policy interface in Europe: Urban forestry showing the way. *Scand. J. Forest Res.* 19(S4): 123-128.
- Krekel, C., Kolbe, J. and Wüstemann, H., 2016. The greener, the happier? The effect of urban land use on residential well-being. *Ecol. Econ.* 121: 117-127.
- Mareschal, B., 2013. Visual PROMETHEE 1.4 Manual [PDF]. VPSolutions. Available at: www.promethee-gaia.net.
- Samara, T. and Tsitsoni, T., 2010. The effects of vegetation on screening road traffic noise from a city ring road. *Noise Control Engineering Journal*, 59 (1):68-74.
- Samara, T. and Tsitsoni, T., 2014. Selection of forest species for use in urban environment in relation to their ability to retain heavy metals. *Global Nest Journal*, 16 (5): 966-974.
- Samara, T., Tsitsoni, T. and Syrpi, M., 2016. Biomonitoring of heavy metal pollution on the leaves of *Cupressus arizona* and *Albizia julibrissin* and their contamination sources in Thessaloniki city (Greece). *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17 (4): 1285-1293.
- Tsiaras, S. and Samara, T., 2019. Selection of the most suitable tree species in urban areas based on their capability of capturing heavy metals: a forest policy approach. *Int. J. Sust. Agr. Manag. Inform.* 5(1): 15-24.
- Tsitsoni, T., Gounaris, N., Kontogianni, A.B. and Xanthopouloy-Tsitsoni, V., 2015. Creation of an Integrated System Model for Governance in Urban MTEs and for Adapting Cities to Climate Change: Preliminary Results. *Ecologia Mediterranea*, 41(2): 33-44.
- Varras, G., Andreopoulou, Z., Tasoulas, E., Papadimas, C., Tsirogiannis, I., Myriounis, C. and Koliouka, C., 2016. Multi-purpose internet-based information system 'URBAN': Urban tree database and climate impact evaluation. *J. Environ. Prot. Ecol.* 17(1): 380-386.
- Velasquez, M. and Hester, P.T., 2013. An analysis of multi-criteria decision making methods. *Int. J. Oper. Res.* 10(2): 56-66.
- Vlachokostas, C., Michailidou, A.V., Matziris, E., Achillas, C., Moussiopoulos, N., 2014. A multiple criteria decision-making approach to put forward tree species in urban environment. *Urban Climate* 10: 105-118.
- Zhou, X. and Wang, Y.C., 2011. Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. *Landscape Urban Plan.* 100(3): 268-277.

Θεματική Ενότητα: Αστικό Πράσινο

ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ: ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ

Σιάφαλη, Ευαγγελία¹; Ζάγκα, Θεοδώρα²;
Δρόσος, Βασίλειος³; Καραγιάννης, Αθ. Ευάγγελος¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας, ΤΚ 54124, Θεσσαλονίκη, esiafali@for.auth.gr

²Διδάκτορας, MSc Αρχιτεκτονικής Τοπίου Α.Π.Θ

³Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας

Περίληψη

Ο κατάλληλος σχεδιασμός και η κατασκευή ενός μονοπατιού σύμφωνα με συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές, αποσκοπεί στην εξοικονόμηση πόρων, στην ελαχιστοποίηση των προβλημάτων συντήρησης, διαχείρισης και επέμβασης στο περιβάλλον και στην βελτίωση της ποιότητας υπηρεσιών αναψυχής. Η παρούσα ερευνητική εργασία αναλύει το φυσικό τοπίο του δάσους του Σείχ Σου, εξετάζει το βαθμό ακρίβειας αποτύπωσης περιαστικών μονοπατιών με συσκευή GPS χειρός, με εφαρμογή συσκευής Android και εφαρμογή Google Earth και γίνεται στατιστική ανάλυση λαμβάνοντας ως αληθείς τιμές, τις τιμές που προήλθαν από το γεωδαιτικό GPS. Αναλύονται οι μέθοδοι λήψης στοιχείων στο ύπαιθρο και γίνεται εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ακρίβεια που επιτεύχθηκε στις μετρήσεις των συντεταγμένων των σημείων.

Λέξεις κλειδιά: διάνοιξη δάσους, περιαστικά μονοπάτια, αποτύπωση, γεωδαιτικό GPS, GPS Android App, GPS χειρός.

Εισαγωγή

A. Αναψυχή

Η ζήτηση αναψυχής, ειδικότερα σε αστικές περιοχές έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, αφενός λόγω της υποβάθμισης των συνθηκών διαβίωσης στις πόλεις και αφετέρου λόγω της αυξανόμενης τάσης για έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής, στον οποίο η τακτική σωματική άσκηση παίζει σημαντικό ρόλο. Τα περιαστικά δάση συμβάλλουν σημαντικά στην προσφορά αναψυχικών υπηρεσιών, δεχόμενα μεγάλο όγκο επισκεπτών από τα κοντινά αστικά κέντρα (Δρόσος κ.α. 2008).

Η δημιουργία περιαστικών δασών που ενσωματώνονται στο αστικό τοπίο ως φυσική και λειτουργική του συνέπεια είναι απαραίτητη για τη βιωσιμότητα των σημερινών μεγαλουπόλεων. Η Θεσσαλονίκη αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα πυκνοδομημένης πόλης με έλλειψη αστικών υπαίθριων χώρων και αναλογία πρασίνου ανά κάτοικο περί τα 2,15 τ.μ (σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Δήμου), την ώρα που ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας θέτει ως ελάχιστα αποδεκτά όρια τα 8 – 10 τ.μ./ κάτοικο.

Όπως και πολλά άλλα περιαστικά δάση της Ελλάδος «ιδρύθηκε» ώστε να συμβάλλει στη βελτίωση των συνθηκών της πόλης της Θεσσαλονίκης (Ζάγκας 2010). Αποτελεί τόπο αναφοράς λόγω της πολλαπλής σημασίας του για αυτή αλλά και τους κατοίκους, καθώς εξυπηρετεί και εκπληρώνει σημαντικές οικολογικές, κοινωνικές και αισθητικές λειτουργίες (Stavrinou και Tsiioni 2018). Οι λειτουργίες του αυτές είναι πολλαπλές και πολυσήμαντες καθιστώντας το απαραίτητο για τη βελτίωση της βιωσιμότητας της πόλης, ιδιαίτερα για τον προστατευτικό ρόλο που διαδραματίζει από υδρονομικής και αντιδιαβρωτικής άποψης (Στεφανίδης κ.ά. 1999, Ζάγκας 2003), κάτι που ίσως δεν γίνεται αντιληπτό από τους κατοίκους, καθώς η χρήση του από αυτούς προορίζεται κυρίως για άσκηση και αναψυχή.

Η χάραξη και κατασκευή ενός μονοπατιού βασιζόταν στην επιλογή της συντομότερης και ασφαλέστερης διαδρομής. Η γνώση του ανάγλυφου της περιοχής ήταν και είναι σημαντική για τεχνικές λύσεις, φιλοπεριβαλλοντικές και αισθητικά ελκυστικές διαδρομές (Σιάφαλη και Καραγιάννης 2016).

Ο σκοπός που θα εξυπηρετεί κάθε μονοπάτι πρέπει να καθορίζεται εξαρχής. Τα μονοπάτια μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες ανάλογα με τον σκοπό χρησιμοποίησής τους. Έτσι υπάρχουν μονοπάτια Περιπάτου, Αθλητικά, Ορειβατικά, Ποδηλασίας, Ιππασίας, Γεωλογικά, Βοτανικά, Αγροτικά, Μονοπάτια Μελέτης της Φύσης, μονοπάτια Cross-country σκι, Μονοπάτια για μηχανοκίνητα δίκυκλα (Σιάφαλη και Καραγιάννης 2015).

Με την αποτύπωση των μονοπατιών, ο μελετητής δασολόγος μπορεί να επικεντρωθεί στα γεωμετρικά στοιχεία σχεδιασμού αυτών, στις τεχνικές προδιαγραφές τους, στα έργα συντήρησής τους, να ασχοληθεί με το κομμάτι της κατασκευής των δασικών μονοπατιών, να αντλήσει χρήσιμες πληροφορίες και να διευκολύνει αποτελεσματικά την χάραξη, κατασκευή και συντήρηση της περιπατητικής διαδρομής (Σιάφαλη και Καραγιάννης 2016). Επιπλέον, με την εφαρμογή κατάλληλης σήμανσης ο επισκέπτης αισθάνεται ασφάλεια και βελτιώνεται η ποιότητα υπηρεσιών αναψυχής (Σιάφαλη και Καραγιάννης 2015).

B. Ακρίβεια θέσης γεωδαιτικού GPS και GPS χειρός

Η επιλογή του κατάλληλου δέκτη και των μεθόδων μπορεί να είναι περίπλοκη όταν ένα μεγάλο μέρος της συλλογής δεδομένων GPS βρίσκεται μέσα σε δασικά περιβάλλοντα (Rodriguez-Pérez κ.α. 2006). Έχει επίσης αναφερθεί ότι η γεωμετρική δορυφορική κατανομή κάτω από κομοστέγη και η γεωμετρική δορυφορική κατανομή στη βάση της είναι σημαντικοί παράγοντες που μπορεί να εξηγήσουν την ακρίβεια. Ωστόσο, σε μελέτη, το PDOP δεν επηρέασε σημαντικά την ακρίβεια ($R^2 = 0,007$). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι τιμές PDOP κυμαίνονταν μεταξύ 1,4 και 2,7 και ότι το PDOP πάνω από την κομοστέγη είναι ένας κακός δείκτης των συνθηκών που επικρατούν κάτω από την κομοστέγη (Næsset 2001).

Γ. Συσκευές Android

Η ακρίβεια επιπέδου του ενός μέτρου που παρέχεται από τους δέκτες GNSS σε smartphones, δημιούργησε ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών βάσει τοποθεσίας, όπως κοινωνική δικτύωση, παρακολούθηση οχημάτων, υπηρεσίες καιρού κ.λπ. Στο άλλο άκρο του φάσματος, ο ακριβότερος εξοπλισμός GNSS μπορεί να παρέχει ακρίβεια σε επίπεδο εκατοστόμετρου και ακόμη και χιλιοστόμετρου, λαμβάνοντας σήματα σε πολλές συχνότητες και χρησιμοποιώντας υψηλής ποιότητας εξαρτήματα κεραίας και δέκτη. Τέτοιοι δέκτες GNSS χρησιμοποιούνται σε μια ποικιλία εφαρμογών, όπως παρακολούθηση τεκτονικής κίνησης, έρευνα χρήσεων γης, γεωργία ακριβείας, εξερεύνηση πετρελαίου και φυσικού αερίου και έλεγχος μηχανών (GPS World 2016).

Το λειτουργικό σύστημα Android καθορίζει διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (APIs), τα οποία είναι μια συλλογή πρωτοκόλλων που επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στις λειτουργίες του συστήματος. Οι ανεπεξέργαστες μετρήσεις του GNSS περιλαμβάνονται στα λογισμικά GnssClock και GnssMeasurement, οι οποίες περιγράφονται σε τοποθεσία του Android στα APIs. Η Google κυκλοφόρησε την εφαρμογή GnssLogger μαζί με τον πηγαίο κώδικα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει για να καταγράψει κάποιος τις μετρήσεις GNSS σε ένα αρχείο κειμένου ή μπορεί να χρησιμοποιήσει τον πηγαίο κώδικα για να δημιουργήσει τις μετρήσεις GNSS στο δικό του API μετρήσεων εφαρμογών (GPS World 2016).

Με τιμές PDOP μεταξύ 1,3 και 1,5 και καλή δορυφορική γεωμετρία, οι μετρήσεις επιπέδου του ενός μέτρου που λαμβάνονται, αντικατοπτρίζουν την ποιότητα των μετρήσεων ψευδοαποστάσεων. Έρευνα (GPS World 2016) αναφέρει ότι είναι δυνατόν να βελτιωθούν αυτά τα αποτελέσματα με τη χρήση φάσης φέροντος κύματος και με προσεκτική μοντελοποίηση των πηγών σφάλματος που επηρεάζουν τις παρατηρήσεις GPS και είναι δυνατόν να προκύψει μετατόπιση σε επίπεδο εκατοστόμετρου. Τα τηλέφωνα Android με το λειτουργικό σύστημα Android N (ή νεότερο), όταν συνδυάζονται με GPS chips που κατασκευάστηκαν το 2016 ή αργότερα, υποστηρίζουν το GNSS raw. Στην παρακάτω σελίδα υπάρχει μια λίστα με παραδείγματα τηλεφώνων Android τα οποία υποστηρίζουν raw GNSS μετρήσεις (<https://developer.android.com/guide/topics/sensors/gnss>).

Δ. Google Earth Pro

Το Google Earth, ο εικονικός πλανήτης, προσφέρει μια υπηρεσία ανοιχτού κώδικα, εύκολη πρόσβαση και δωρεάν δεδομένα. Χρησιμοποιεί το World Geodetic Coordinate System 1984 WGS84 ως ένα παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων. Τα ύψη που προήλθαν από το Google Earth θα μπορούσαν

να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς σχεδιασμού, δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εδάφους και για εργασίες έρευνας που δεν απαιτούν μεγάλη ακρίβεια.

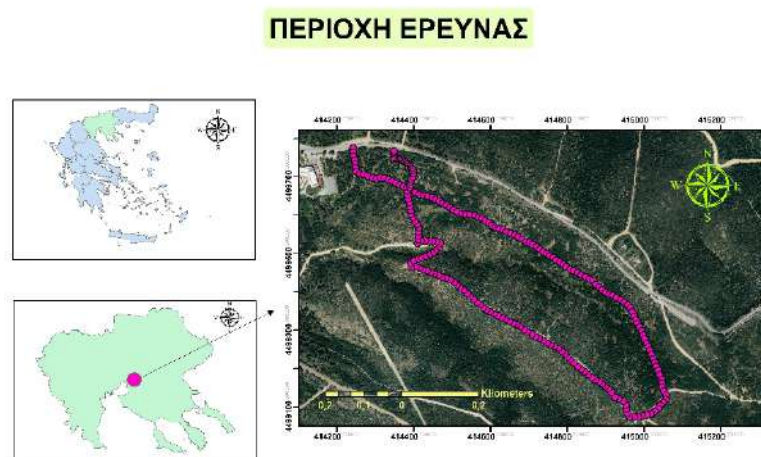
Ε. Σκοπός έρευνας

Ο σκοπός της έρευνάς μας είναι να συγκρίνει ψυχαγωγικούς δέκτες GPS (GARMIN Montana 680, την Mobile Topographer App για συσκευές Android), σημεία που αποτυπώθηκαν σε υπόβαθρο Google Earth και ακριβέστερους δέκτες GPS (TITAN TR7). Στόχος ήταν να προσδιοριστεί η καταλληλότερη μέθοδος και δέκτης για αξιολόγηση θέσης σε περιβάλλον Τραχειάς Πεύκης (*Pinus brutia*), όσον αφορά την ευκολία χρήσης, την ακρίβεια, την αξιοπιστία και την αναλογία ακρίβειας / κόστους.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Τα όρια και η έκταση του περιαστικού Δάσους του Σείχ Σου (Εικόνα 1) καθορίζονται από την αριθ. 94325/10-5-1971 Νομαρχιακή απόφαση «Περί καθορισμού των ορίων της αναδασωτέας έκτασης του Δάσους Πάρκου» (Ιωακειμίδης 2012).



Εικόνα 1. Χάρτης περιοχής έρευνας (Πηγή: Σιάφαλη Ευαγγελία 2021)
Picture 1. Map of research area (Source: Siafali Evangelia 2021)

A. Το τοπίο του περιαστικού δάσους Σείχ Σου

Όσον αφορά το τοπίο στο περιαστικό Δάσος της Θεσσαλονίκης, αυτό δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο αισθητικό ενδιαφέρον από άποψη ποιότητας, παρόλο που η αξία του είναι μεγάλη για την πόλη, καθώς η έλλειψη πρασίνου στον αστικό ιστό, η εγγύτητα, η ευκολία πρόσβασης πεζή ή με όχημα το καθιστούν δημοφιλή πόλο έλξης για μεγάλο ποσοστό των κατοίκων.

Πιο αναλυτικά, στα κυρίαρχα στοιχεία του τοπίου (μορφή, γραμμή, χρώμα και υφή) εντοπίζεται διαφοροποίηση στη γραμμή.

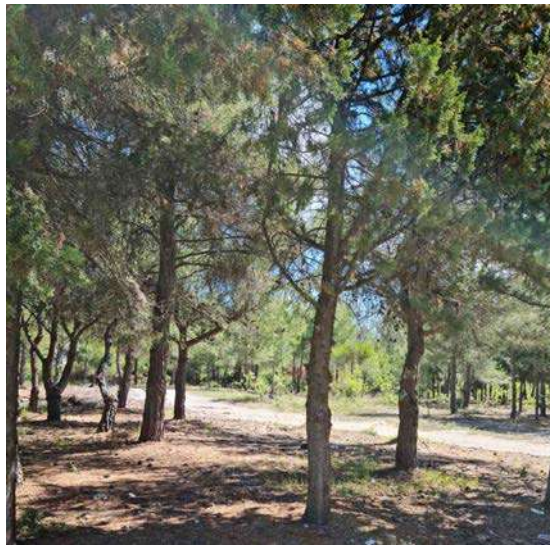
Αυτό οφείλεται κυρίως στη μονοτονία της βλάστησης στη μεγαλύτερη έκταση του δάσους, το οποίο αποτελείται από αμιγείς συστάδες Τραχειάς Πεύκης (*Pinus brutia*) κατά τόπους σε μίξη με κυπαρίσσια και πουρνάρια.

Οι τύποι τοπίων που μπορεί κανείς να συναντήσει είναι:

- τα εστιακά, κυρίως κατά την περιδιάβαση των διαδρομών εντός του δάσους,



- τα στεγασμένα με αρκετά μεγάλη οπτική διείσδυση κατά τόπους λόγω ομοιομορφίας βλάστησης,



- τα περικόλιστα.



Η κατά τόπους εναλλαγή αναγλύφου, οι οπτικές φυγές προς διαφορετικά σημεία της πόλης, και η ύπαρξη ρεμάτων όπου απαντάται διαφορετική βλάστηση κατά τόπους τοπία που προσφέρουν τόσο δυνατότητες προοπτικής, όσο και δυνατότητες προφύλαξης (Appleton 1996). Παράγοντας μυστηριακότητας και εξερεύνησης (Παπαδόπουλος 2018) και διαδοχής λόγω των γραμμών που δημιουργούνται εξαιτίας της μορφολογίας του εδάφους.



Στο περιαστικό δάσος εντοπίζονται οχτώ οργανωμένοι χώροι Δασικής Αναψυχής αλλά και θέσεις θέας ούτως ώστε οι επισκέπτες να συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένους χώρους για την προφύλαξη του δασικού οικοσυστήματος (Χαριτάκης 2017).

Οι χώροι αναψυχής συνδέονται μεταξύ τους με τέσσερα μονοπάτια πεζοπορίας συνολικού μήκους 6,7 χλμ. (Γκατζογιάννης κ.ά. 1996).

B. Υλικά

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα έρευνα είναι ο νέος υψηλής ποιότητας δέκτης νέας γενιάς **GNSS TITAN TR7**, με 440 ταυτόχρονα κανάλια λήψης, έχει πλήρη υποστήριξη από όλα τα δίκτυα τηλεφωνίας 4G/3G/2G και υποστηρίζει WiFi/Bluetooth/NFC/OTG. Σε συνδυασμό με το χειριστήριο **THC30** με ιδιαίτερες δυνατότητες και με το ενσωματωμένο **πλήρες λογισμικό πεδίου SatSurv**, μπορεί να υποστηρίξει πλήρως όλες τις σύγχρονες τοπογραφικές εργασίες. Επιπλέον, υποστηρίζει τη χρήση αρχείο txt, dxf, Shapefile καθώς και εικόνων Raster. (TR7 GNSS Receiver-User Manual-EN-20200224).

Το **Garmin Montana 680** είναι ένα GPS χειρός σχεδιασμένο για χρήση στην πεζοπορία, στο δρόμο ή στο νερό, έχει οθόνη αφής 4” που είναι ορατή στον ήλιο και τη δυνατότητα συνδυασμού GPS και GLONASS. Έχει προεγκατεστημένο χάρτη TopoDrive Hellas και χαρτογραφικά δεδομένα φέρουν την υπογραφή της εταιρείας Geodata106 (<https://www.meimaris.com>).

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν η συσκευή τηλεφώνου **Samsung Galaxy Note20** με εγκατεστημένη την εφαρμογή Mobile Topographer και το **Google Earth** (<https://el.wikipedia.org>), ένα ελεύθερο πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της Γης το οποίο είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο και το οποίο συνθέτει εικόνες και πληροφορίες από δορυφορικές φωτογραφίες, αεροφωτογραφίες, στοιχεία GIS .

Γ. Μέθοδος

Οι εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν κατά τον μήνα Μάιο 2021, κάτω από καθαρό ουρανό. Για την εκτίμηση του βαθμού ακρίβειας του GPS Garmin Montana 680, της εφαρμογής Android και των σημείων που προέκυψαν από το υπόβαθρο Google Earth Pro και την απόκλιση που παρουσιάζει η αποτύπωση του μονοπατιού σε σχέση με τις μετρήσεις με τον γεωδαιτικό δέκτη TITAN TR7 GNSS Receiver με την τεχνική VRS – RTK), ελήφθησαν, μετά από στατιστική επεξεργασία και προσδιορισμό του μεγέθους δείγματος, σημεία με την τυχαία δειγματοληψία στον άξονα του μονοπατιού, ανά 3 μέτρα. Οι μετρήσεις με τον γεωδαιτικό δέκτη αποτέλεσαν την «αληθή τιμή» με βάση τα οποία έγινε ο έλεγχος των μετρήσεων που προέκυψαν από τις άλλες τρεις μεθόδους αποτύπωσης.

Στην συνέχεια έγινε εξαγωγή των μετρήσεων σε φύλλο Excel και υπολογίσθηκαν τα σφάλματα θέσης από τα παρακάτω κριτήρια:

- Το κριτήριο του μέσου αριθμητικού σφάλματος μ_a :

Το πηλίκο του αθροίσματος των απόλυτων τιμών των αποκλίσεων των μετρήσεων με τον αριθμό των μετρήσεων, που δίνεται από τον τύπο:

$$\mu_a = \pm \sum_{j=1}^n |v_j - vm_j| / n$$

όπου:

μ_a = μέσο αριθμητικό σφάλμα

$$\sum_{j=1}^n |v_j - vm_j| = \text{το άθροισμα των απολύτων τιμών των διαφορών}$$

v_j = είναι μία από τις συντεταγμένες E, N, Z του σημείου j

vm_j = είναι η αληθής τιμή της v_j .

n = το πλήθος των παρατηρήσεων

- Το κριτήριο του μέσου τετραγωνικού σφάλματος των μετρήσεων (μ_r) που δίνεται από τον τύπο:

$$\mu_r = \pm \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j - vm_j)^2 / n}$$

όπου:

μ_r = μέσο τετραγωνικό σφάλμα.

$$(v_j - vm_j)^2 = (E_T - E_i)^2, (v_j - vm_j)^2 = (N_T - N_i)^2, (v_j - vm_j)^2 = (Z_T - Z_i)^2$$

E_T, N_T, Z_T = η αληθής συντεταγμένη από το γεωδαιτικό σταθμό

E_i, N_i, Z_i = η συντεταγμένη που μετρήθηκε με τις υπόλοιπες μεθόδους ξεχωριστά

n = ο αριθμός των μετρήσεων

- Το κριτήριο του μέσου τετραγωνικού σφάλματος του μέσου όρου (μ_M):

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 δίνεται από τον τύπο:

$$\mu_M = \pm \mu_r / (n)^{0.5}$$

όπου:

μ_M = το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου.

μ_r = μέσο τετραγωνικό σφάλμα.

n = ο αριθμός των μετρήσεων.

δηλαδή η αληθής τιμή X βρίσκεται μεταξύ των αριθμών $(L + \mu_M)$, $(L - \mu_M)$,

όπου: L = ο μέσος όρος της αληθούς τιμής X .

Για τον έλεγχο ακρίβειας των σημείων που ελήφθησαν πάνω στο υπόβαθρο Google Earth Pro υπολογίστηκε μόνο το σφάλμα θέσης για τη συνιστώσα Z , διότι μόνο στο υψόμετρο υπήρχε σημαντική διαφορά με την αληθή τιμή.

Επιπλέον, δημιουργήθηκαν στον ArcCatalog της πλατφόρμας ArcGIS (<https://www.esri.com>) τέσσερα shapefiles για κάθε σετ που προέκυψε από το αντίστοιχο όργανο, έγινε μετατροπή των σημείων από το προβολικό σύστημα WGS84 στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ87 ώστε να είναι συγκρίσιμα τα μεγέθη με το προβολικό σύστημα του γεωδαιτικού GPS. Στον ArcMap δημιουργήθηκαν σύμφωνα με τις συντεταγμένες, το ίχνος του μονοπατιού για κάθε αποτύπωση που προέκυψε από τις τέσσερις μεθόδους. Στον Attribute Table υπολογίστηκαν οι διαφορές στις συντεταγμένες E, N και Z και οπτικοποιήθηκαν με τη δημιουργία χαρτών, ώστε να φανεί και οπτικά το σφάλμα θέσης με τις μεθόδους αποτύπωσης με διαφορετικά όργανα.

Αποτελέσματα

Από την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων και με βάση τη θεωρία των σφαλμάτων, προέκυψαν αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 1-3) και σχήματα (Σχήματα 1-5).

Πίνακας 1. Ακρίβεια έρευνας μεταξύ δέκτη GNSS και GPS χειρός
Table 1. Research accuracy between GNSS receiver and handheld GPS

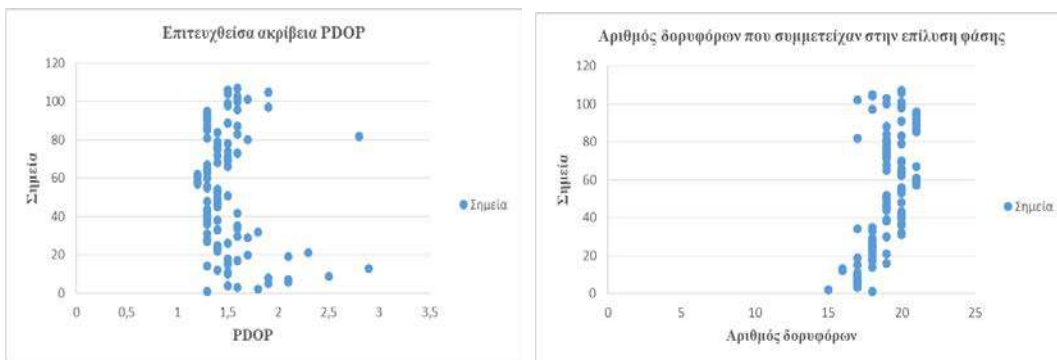
Μέσο αριθμητικό σφάλμα μ_a (m)			Μέσο τετραγωνικό σφάλμα μ_r (m)			Μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου μ_M (m)		
E	N	Z	E	N	Z	E	N	Z
1,493	1,775	3,851	1,884	2,145	4,712	0,183	0,208	0,457

Πίνακας 2. Ακρίβεια έρευνας μεταξύ δέκτη GNSS και εφαρμογής GPS συσκευής Android
 Table 2. Research accuracy between GNSS receiver and Android GPS App

Μέσο αριθμητικό σφάλμα μ_a (m)			Μέσο τετραγωνικό σφάλμα μ_r (m)			Μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου μ_M (m)		
E	N	Z	E	N	Z	E	N	Z
1,483	1,781	3,089	1,850	2,686	3,434	0,180	0,261	0,334

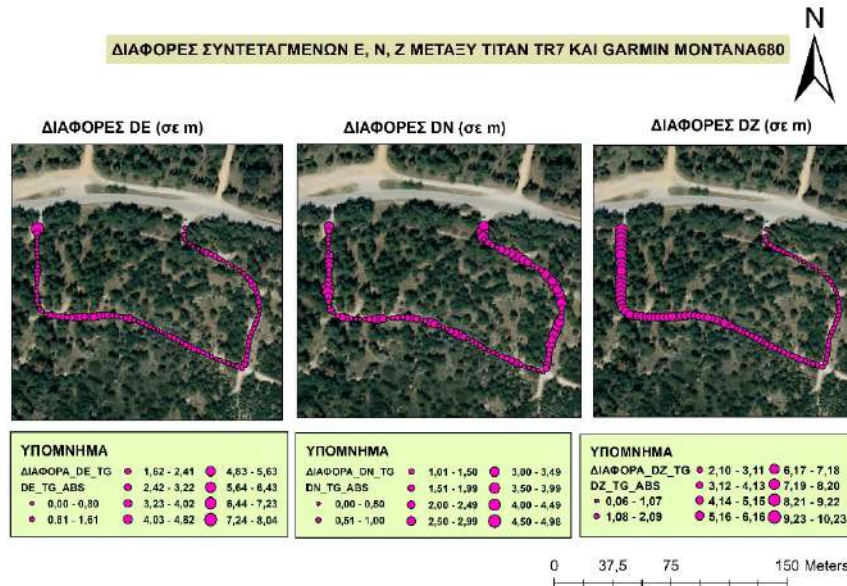
Πίνακας 3. Ακρίβεια έρευνας μεταξύ δέκτη GNSS και λήψης σημείων από υπόβαθρο Google Earth Pro
 Table 3. Research accuracy between GNSS receiver and survey points taken from Google Earth Pro

Μέσο αριθμητικό σφάλμα μ_a (m)	Μέσο τετραγωνικό σφάλμα μ_r (m)	Μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου μ_M (m)
Z	Z	Z
5,306	6,262	0,608



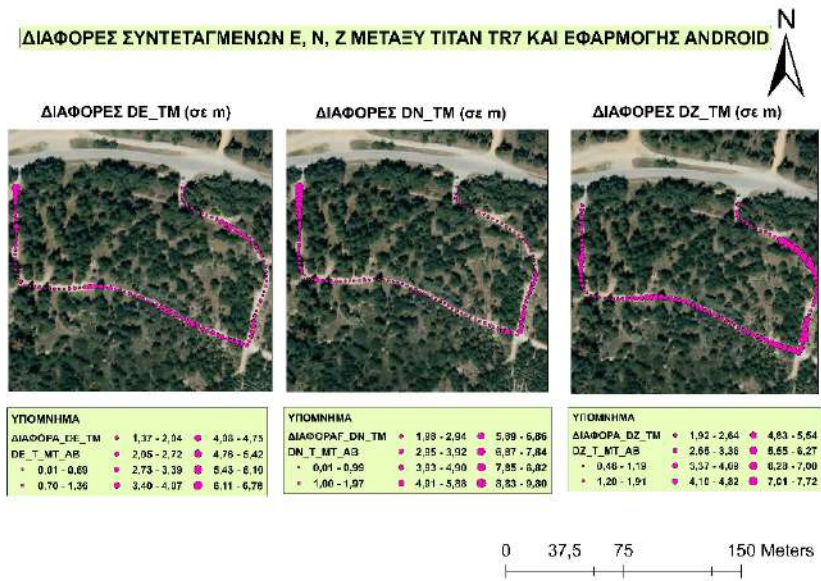
Σχήμα 1 και 2. Επιτευχθείσα ακρίβεια PDOP και Αριθμός δορυφόρων δέκτη GNSS, που συμμετείχαν στην επίλυση φάσης

Figure 1 and 2. Achieved accuracy and Number of GNSS receiver satellites involved in phase resolution



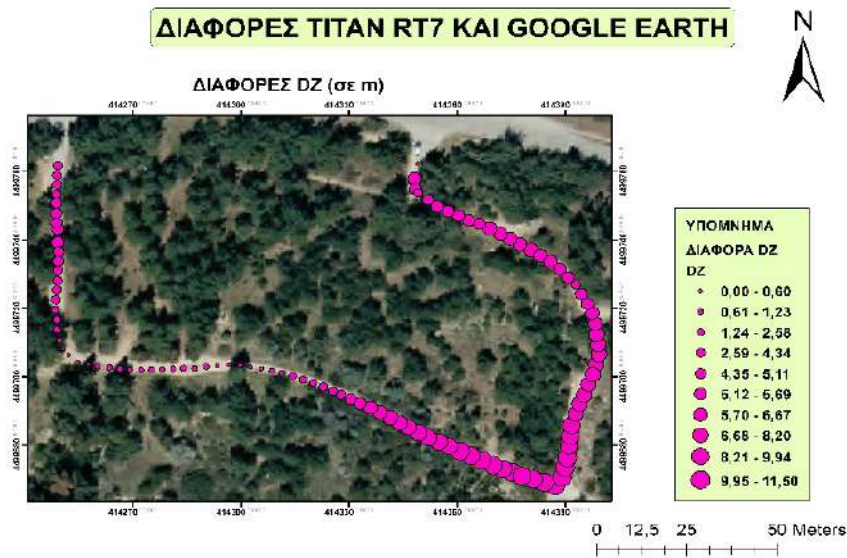
Σχήμα 3. Χάρτες διαφορών στις συντεταγμένες E, N, Z σε απόλυτη τιμή, μεταξύ δέκτη GNSS και GPS χειρός (Πηγή: Σιάφαλη Ευαγγελία 2021)

Figure 3. Maps of differences in the coordinates E, N, Z in absolute value, between GNSS receiver and handheld GPS (Source: Siafali Evangelia 2021)



Σχήμα 4. Χάρτες διαφορών στις συντεταγμένες E, N, Z σε απόλυτη τιμή, μεταξύ δέκτη GNSS και εφαρμογής GPS συσκευής Android (Πηγή: Σιάφαλη Ευαγγελία 2021)

Figure 4. Maps of differences in the coordinates E, N, Z in absolute value, between GNSS receiver and Android GPS App (Source: Siafali Evangelia 2021)



Σχήμα 5. Χάρτες διαφορών στις συντεταγμένες E, N, Z σε απόλυτη τιμή, μεταξύ δέκτη GNSS και λήψης σημείων από Google Earth Pro (Πηγή: Σιάφαλη Ευαγγελία 2021)

Figure 5. Maps of differences in the coordinates E, N, Z in absolute value, between GNSS receiver and survey points taken from Google Earth Pro (Source: Siafali Evangelia 2021)

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Στους Πίνακες 1, 2 και 3 η συνιστώσα Z (υψόμετρο) εμφανίζει μεγαλύτερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα από ότι οι συνιστώσες E και N και η συνιστώσα E μεγαλύτερο τετραγωνικό σφάλμα από την συνιστώσα N. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η μαγνητική απόκλιση και ο μαγνητικός βορράς είναι διαφορετικός από το βορρά του χάρτη και το γεωγραφικό βορρά (Δρόσος κá 2008).

Από τους πίνακες 1 και 2 προκύπτει ότι η Mobile Topographer App σε συνδυασμό με το GPS της συσκευής Samsung Galaxy Note 20 έδωσε μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα και στις τρεις συνιστώσες E, N, Z (1,850m, 2,686m, 3,434m αντίστοιχα) σε σχέση με το μέσο τετραγωνικό σφάλμα που προέκυψε από την αποτύπωση με το GPS Garmin Montana 680 (1,884m, 2,145m, 4,712m αντίστοιχα). Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι η συσκευή Samsung Galaxy Note 20 χρησιμοποιεί

το λειτουργικό σύστημα Android N (ή νεότερο) και συνδυάζεται με GPS chips που κατασκευάστηκαν το 2016 ή αργότερα και υποστηρίζουν το GNSS raw. Σε ότι αφορά στη σύγκριση κατά την συνιστώσα Z και συγκρίνοντας τους πίνακες 1, 2 και 3, το μεγαλύτερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα έδωσε η λήψη σημείων από το υπόβαθρο Google Earth Pro (0,608m), ενώ το Samsung Galaxy Note 20 έδωσε $\mu_M = 0,334m$ και το GPS χειρός Garmin έδωσε $\mu_M = 0,457m$. Οι Buca κá 2015, αναφέρουν ότι μέσος όρος των διαφορών στα ύψη των σημείων που προήλθαν από το υπόβαθρο Google Earth ήταν 15.138μ.

Σε ότι αφορά στα σφάλματα θέσης ενός γεωδαιτικού GPS σε αποτύπωση με καθαρό ουρανό, κυμαίνονται σε μερικά χιλιοστά. Κατά τη συλλογή δεδομένων σε δασικό περιβάλλον, η ακρίβεια θέσης μειώνεται σημαντικά, έως και δέκα φορές (Δρόσος και Μαλέσιος 2012, Sigrist P. at all 2012).

Σύμφωνα με τους Δρόσο και Μαλέσιο 2012, το μέσο σφάλμα οριζοντιογραφικής θέσης για το GPS χειρός Garmin φτάνει τα 1,724 μέτρα ($SD = 1,401 m$) μέσα σε δασικά περιβάλλοντα, ενώ σύμφωνα με τους Nasset και Jonmeister 2002, για αντίστοιχο δέκτη GPS χαμηλού κόστους, τα σφάλματα κυμαίνονται μεταξύ 0,49 και 3,60 m. Ωστόσο, κάποιοι δέκτες GPS χαμηλού κόστους δίνουν πολύ μεγαλύτερα σφάλματα θέσης.

Η επιτευχθείσα ακρίβεια PDOP του γεωδαιτικού δέκτη κυμάνθηκε από 1,3 έως 2,5 με μέση τιμή την τιμή 1,5 και ο αριθμός των δορυφόρων που συμμετείχαν στην επίλυση φάσης κυμάνθηκαν από 16 έως 21 με μέση τιμή τους 19 δορυφόρους.

Στα σχήματα 3, 4 και 5 φαίνονται οπτικά οι διαφορές (σφάλματα) στις συνιστώσες E, N και Z μεταξύ δέκτη GNSS και GPS χειρός, μεταξύ δέκτη GNSS και εφαρμογής GPS συσκευής Android και μεταξύ δέκτη GNSS και λήψης σημείων από Google Earth Pro.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα είναι τα εξής:

Σημεία τα οποία λαμβάνονται από το υπόβαθρο Google Earth έχουν μεγάλη ακρίβεια στις συνιστώσες E και N, αλλά υστερούν στην ακρίβεια στη συνιστώσα Z λόγω της διαφορετικής θέσης του ελλειψοειδούς αναφοράς του WGS84 σε σχέση με το ΕΓΣΑ87. Συνεπώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εργασίες οι οποίες απαιτούν υψηλές ακρίβειες.

Οι συσκευές Android με λειτουργικό σύστημα Android N (ή νεότερο) είναι πολύ καλή επιλογή για την αποτύπωση διαδρομών και σημείων ενδιαφέροντος και η χρήση τους είναι εύκολη σε δραστηριότητες αναψυχής όπου δεν χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια θέσης. Επίσης, είναι εφικτή η εξαγωγή των δεδομένων σε μορφή .txt και .csv files για περαιτέρω επεξεργασία. Επομένως μπορεί να αντικαταστήσει το GPS χειρός, αφού και η στάθμη της μπαταρίας του smartphone δεν εξαντλήθηκε αισθητά κατά την διάρκεια της αποτύπωσης του μονοπατιού. Σε σχέση με άλλες φορητές συσκευές GPS, η χρήση γεωδαιτικού δέκτη GPS μειώνει τον χρόνο διεξαγωγής των μετρήσεων και διευκολύνει την καταγραφή ψηφιακά ενός σημείου-στόχου, αφού δεν απαιτείται ορατότητα μεταξύ των σημείων που αποτυπώνονται. Ωστόσο, οι φορητές συσκευές GPS έχουν μικρότερες ακρίβειες από έναν γεωδαιτικό δέκτη GPS. Οι δέκτες GPS χρειάζονται δορυφορικό σήμα που συχνά δεν είναι εφικτό κάτω από την κομοστέγη. Οι ανακρίβειες στην τοποθεσία και τις δραστηριότητες χαρτογράφησης συχνά έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους διαχείρισης των δασών και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα ασφάλειας.

Abstract

The proper design and construction of a trail according to specific technical specifications, aims to save resources, minimize problems of maintenance, management and intervention in the environment and improve the quality of leisure services. This research paper analyzes the natural landscape of Seich Sou forest, examines the degree of accuracy of surveying suburban trails with a handheld GPS device, Android device and Google Earth application and performs statistical analysis taking as true values, the values derived from the geodetic GPS. The methods of obtaining data in the field are analyzed and conclusions are drawn about the accuracy achieved in the measurements of the coordinates of the points.

Βιβλιογραφία

Appleton, J., 1996. The Experience of Landscape, (Revised Edition). London and New York: John Wiley & Sons.

Buca, L., Maruziva, R. and Nenhowe, P., 2015. A comparison of extracted Google Earth points with surveyed GPS points. Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management 8(5): 484 – 493, 2015. ISSN:1998-0507 doi: <http://dx.doi.org/10.4314/ejesm.v8i5.2>

Γκατζογιάννης Σ., Κυριακίδης Π. και Γκίγκης Χ., 1996. Διαχειριστικό Σχέδιο του Περιαστικού Δάσους Θεσσαλονίκης.

Δρόσος, ΚΒ., Λιάμπας, Γ.Α-Σ, Σταματίου, Κ.Χ, Γιοβαννόπουλος, Ρ. και Φαρμάκης, Ε.Δ. 2008. Αποτύπωση μονοπατιών περιαστικού δάσους με τη βοήθεια του συστήματος GPS. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του ΔΠΘ. Τιμητικός τόμος στον πρώην Πρόεδρο του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων κ. Αθανάσιο Καραμπίνη: 415 – 426.

Drosos, V.C. and Malesios, Ch., 2012. Measuring the Accuracy and Precision of the Garmin GPS Positioning in Forested Areas: A Case Study in Taxiarchis-Vrastama University Forest, J. Environ. Eng. Sci. B 1 566-576 Formerly part of Journal of Environmental Science and Engineering, ISSN 1934-8932

Ζάγκας Θ., 2010. Η σημασία της ενοποίησης των περιαστικών δασών της Θεσσαλονίκης στη βιοποικιλότητα της περιοχής και στη βιωσιμότητα της πόλης, ημερίδα «Βιοποικιλότητα στην πόλη και στους περιαστικούς βιότοπους», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 17 Δεκεμβρίου 2010.

Ιωακειμίδης, Σ., 2012. Τηλεπισκόπηση και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών σε δασικές εφαρμογές: Η περίπτωση του Σέιχ Σου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Βέροια.

Næsset, E., 2001. Effects of differential single- and dual-frequency GPS and GLONASS observations on point accuracy under forest canopies. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67 (2001):1021-1026

Næsset, E. and Jonmeister, T., 2002. Assessing point accuracy of DGPS under forest canopy before data acquisition, in the field and after postprocessing, Scand. J. For. Res., 17 (2002): 351-358

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. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασικής Παραγωγής – Προστασίας Δασών – Φυσικού Περιβάλλοντος – Εργαστήριο Δασοκομίας.

Precise GNSS for Everyone: Precise Positioning Using Raw GPS Measurements from Android Smartphones, November 2016 GPS World 27(11):43-48

Rodriguez-Pérez, J.R., Alvarez, M.F., Sanz, E. and Gavela, A., 2006. Comparison of GPS receiver accuracy and precision in forest environments, practical recommendations regarding methods and receiver selection, in: Proceedings XXIII FIG Congress, Munich, Germany, Oct. 8-13, 2006.

Σιάφαλη, Ε. και Καραγιάννης, Ε., 2015. Τεχνικές Προδιαγραφές των μονοπατιών σε δάση και δασικές εκτάσεις, 17^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο “Η Συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων Περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη” που διοργανώθηκε στην Κεφαλονιά από τη Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά Συνεδρίου, σελ. 613-623, Θεσσαλονίκη.

Σιάφαλη, Ε. και Καραγιάννης, Ε., 2016. Συνθήκες ορεινών μονοπατιών στην Ελλάδα. Έκδοση τόμου προς τιμήν του τ. Προέδρου του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας και Δασολογίας, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ομότιμου Καθηγητή Κωνσταντίνου Σούτσα, με θέμα «Περιβαλλοντική Πολιτική και Περιφερειακή Ανάπτυξη»

Sigrist P., Coppin, P. and Hermy, M., 1999. Impact of forest canopy on quality and accuracy of GPS measurements, Int. J. Remote Sens. 20 (18) 3595-3610.

Στεφανίδης, Π., Στάθης, Δ. και Μήτογλου, Α., 1999. Τα αντιδιαβρωτικά και αντιπλυμμηρικά έργα στις καμένες περιοχές του περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης, Διεθνές Επιστημονικό Συνέδριο «Πυρκαγιές στα Μεσογειακά Δάση: Πρόληψη-Καταστολή-Διάβρωση του Εδάφους-Αναδασώσεις», Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 1999.

Stavrinou, V., and Tsitsoni, T., 2018. The Development of Green Networks in Order to Link Urban Areas with the Peri-Urban Forests. The Case of Thessaloniki, Curr. Environ. Eng. 2018; 5(3) . <https://doi.org/10.2174/2212717805666181106155206>

Χαριτάκης Δ., 2017. Σχεδιασμός ενοποίησης των περιαστικών δασών της μείζονος Θεσσαλονίκης, Μεταπτυχιακή διατριβή, Σχολή Γεωπονίας Δασολογίας Και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας Και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασικής Παραγωγής - Προστασίας Δασών - Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

https://el.wikipedia.org/wiki/Google_Earth (Ημ/νία ανάκτησης: 25/05/2021)

<https://www.esri.com>

<https://developer.android.com/guide/topics/sensors/gnss> (Ημ/νία ανάκτησης: 25/05/2021)
<http://www.geosense.gr/titan-tr7/>, TR7 GNSS Receiver-User Manual-EN-20200224 (Ημ/νία
ανάκτησης: 25/05/2021)
<https://www.meimaris.com> (Ημ/νία ανάκτησης: 25/05/2021)

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Τσαγκάρη, Κωνσταντινιά¹; Αβραμίδου, Β. Ευαγγελία¹;
Κοντογιάννη, Αιμιλία²; Σολωμού, Δ. Αλεξάνδρα¹; Προύτσος, Νικόλαος¹; Κορακάκη, Ευαγγελία¹;
Καρέτσος, Γεώργιος¹; Κόντος, Κωνσταντίνος²; Γεωργιάδης, Χρήστος¹

¹Ινστιτούτο Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων - Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ", Ιλίσια - Αθήνα, Τέρμα Αλκμάνος 11528, director@fria.gr.

²ΤΕΧΝΟΟΜΟΙΟΣΤΑΣΗ Ο.Ε. - Εταιρεία Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, Αιγαίου 102, Τ.Κ. 55133, Καλαμαριά Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Οι χώροι αστικού πρασίνου είναι ζωτικής σημασίας για τις πόλεις μας, καθώς μπορούν να βελτιώσουν την υγεία και την ποιότητα ζωής των κατοίκων και να γίνουν ταυτόχρονα ασπίδα στις επηρεαζόμενες κλιματικές μεταβολές. Το έργο LIFE GrIn, παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι αστικές περιοχές, μέσω της ανάπτυξης και εφαρμογής Στρατηγικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αστικών Χώρων Πρασίνου, για την ενίσχυση της προσαρμογής των πόλεων στην κλιματική αλλαγή, καθώς και για το μετριασμό των φαινομένων της, βάσει των αρχών της Δασοκομίας Πόλεων. Επίσης, το έργο προωθεί Ευρωπαϊκές οδηγίες προκειμένου οι Δήμοι της χώρας μας, να υιοθετήσουν το Ευρωπαϊκό πρότυπο-μοντέλο διαχείρισης του αστικού πρασίνου. Η κλίμακα εφαρμογής του προγράμματος εστιάζεται σε 2 Δήμους (Αμαρουσίου – Ηρακλείου), προκειμένου να εφαρμοστούν τα προτεινόμενα μέτρα διαχείρισης και να επαναξιολογηθούν με απώτερο σκοπό την θεσμική καθιέρωσή τους. Στόχος του προγράμματος είναι οι πόλεις μας να είναι προσαρμοσμένες και ανθεκτικές απέναντι σε μία νέα πραγματικότητα, πόλεις που εξασφαλίζουν μια αναβαθμισμένη ποιότητα ζωής και μια προοπτική ευημερίας για τους πολίτες τους. Μετέχουν 6 εταίροι, καλύπτοντας διαφορετικές προσεγγίσεις (έρευνα – εφαρμογή – νομοθεσία), στο στόχο των κατευθύνσεων για τον στρατηγικό σχεδιασμό και διαχείριση των αστικών πρασίνων χώρων και αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

Λέξεις κλειδιά: Διαχείριση Αστικού πρασίνου, κλιματική αλλαγή, αστικό πράσινο, δασοκομία πόλεων.

Εισαγωγή

Το αστικό πράσινο είναι ένα βασικό μέρος του αστικού μεταβολισμού και δυστυχώς οι πόλεις μας στερούνται επαρκούς έκτασης φυτοκαλυμμένους χώρους με αποτέλεσμα να έχουν επιβαρυνμένο περιβάλλον και διαταραγμένες ενεργειακές ροές. Η κλιματική αλλαγή βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη και συνιστά μία από τις μεγαλύτερες παγκόσμιες προκλήσεις της εποχής μας. Ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής και η προσαρμογή σε αυτή μπορούν να προσφέρουν πολλαπλά οφέλη για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Στο έργο LIFEGrIn με τίτλο «Πρώθηση της ενσωμάτωσης πρασίνων υποδομών στον αστικό ιστό για τη βελτίωση της κλιματικής διακυβέρνησης των πόλεων», στο οποίο το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, είναι συντονιστής, ένας βασικός στόχος του είναι η προώθηση ανάπτυξης και εφαρμογής στρατηγικού σχεδιασμού διαχείρισης αστικού πρασίνου για την ενίσχυση της προσαρμογής των πόλεων στην κλιματική αλλαγή, με ταυτόχρονη ενσωμάτωση και προώθηση των Ευρωπαϊκών πολιτικών. Στο εν λόγω πρόγραμμα μετέχουν άλλοι πέντε φορείς, η Γενική Δ/ση Δασών του ΥΠΕΝ, η ΤΕΧΝΟΟΜΟΙΟΣΤΑΣΗ (εταιρεία εκπόνησης μελετών περιβαλλοντικής διαχείρισης), οι Δήμοι Αμαρουσίου (Περιφέρεια Αττικής) και Ηρακλείου (Περιφέρεια Κρήτης) και Κεντρική Ένωση Δήμων Ελλάδας (ΚΕΔΕ). Στην χώρα μας οι χώροι πρασίνου δεν είναι επαρκείς αλλά με κατάλληλη διαχείριση μπορούν να γίνουν η απαραίτητη ασπίδα για βιώσιμες πόλεις, θωρακισμένες έναντι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Η στρατηγική διαχείρισης αστικού πρασίνου ενισχύει τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, αναπτύσσει ένα κοινό όραμα για τις ανάγκες, τις αξίες και τις προτεραιότητες για την παροχή ποιοτικής παροχής υπηρεσιών. Το αστικό πράσινο λογίζεται ως περιβαλλοντικό και δημόσιο αγαθό (εξ' ου και ο δημόσιος χαρακτήρας του), το οποίο συμμετέχει στον χωρικό και πολεοδομικό σχεδιασμό για τη συγκρότηση βιώσιμων πόλεων. Οι

προδιαγραφές για την ορθολογική διαχείριση των χώρων αστικού πρασίνου σε συνδυασμό με την δημιουργία και ανάπτυξη πλατφόρμας καταγραφής μητρώου χώρων αστικού πρασίνου η οποία θα αποτελέσει μια εθνική βάση δεδομένων, θα δημιουργήσουν τις συνθήκες για ολιστική και ορθολογική αντιμετώπιση τους, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας και της σύνδεσης χώρων πρασίνου, αποβλέποντας στη μείωση α. του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας β. της χρήσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη στα κτίρια γ. της επιφανειακής απορροής των κατακρημνισμάτων δ. του ατμοσφαιρικού CO² στοχεύοντας στη δημιουργία ανθεκτικότερων πόλεων στην κλιματική αλλαγή. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές συνέπειες μίας επερχόμενης κλιματικής αλλαγής στις πόλεις, όλες οι ειδικότητες που εμπλέκονται στον αστικό σχεδιασμό, όπως η πολεοδομία, η χωροταξία, η βιοκλιματολογία, η μετεωρολογία, η αρχιτεκτονική κά., να δημιουργήσουν συνδέσμους μεταξύ του μικροκλίματος, της θερμικής άνεσης, της προσαρμοστικότητας και του αστικού σχεδιασμού.

Οι προδιαγραφές καθώς και οι δείκτες βιοποικιλότητας που για την αξιολόγηση της οικολογικής ποιότητας και της σταθερότητας των Χώρων Αστικού Πρασίνου στόχο έχουν να χρησιμοποιηθούν από το ΥΠΕΝ για την ανάπτυξη ενός πλαισίου πολιτικής για τη διευκόλυνση της διαχείρισης των ΧΑΠ και την ανάγκη ενσωμάτωσής τους στον πολεοδομικό σχεδιασμό ως αναπόσπαστο μέρος της πράσινης υποδομής κάθε πόλης.

Τα τελευταία χρόνια πλήθος ερευνών διεξάγονται ανά τον κόσμο με απώτερο σκοπό να κατανοηθούν και να προσδιοριστούν οι ιδανικές συνθήκες, όπως στην Ταϊβάν (Lin κ.α. 2010), Ιαπωνία (Ginoni και Noguchi 2004), Σιγκαπούρη (Yang κ.α. 2013), Equador (Johansson και Yahia 2011), Δαμασκό (Yahia και Johansson 2011). Επίσης, ένας μεγάλος αριθμός ερευνών διερεύνησης της θερμικής άνεσης διεξάγεται στην Ευρώπη. Οι Nikolopoulou και Lykoudis, (2006) εξέτασαν τις συνθήκες θερμικής άνεσης επτά Ευρωπαϊκών χωρών στα πλαίσια του project RUROS. Οι Tseliou κ.α. (2013) και Pantavou κ.α. (2013) εξέτασαν τις συνθήκες θερμικής άνεσης στο Μεσογειακό κλίμα της Αθήνας, ενώ οι Tsiros κ.α. (2012), επικεντρώθηκαν στις βιοκλιματικές συνθήκες που διαμορφώνονται σε αστικούς υπαίθριους χώρους της Αθήνας κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου. Οι Stathopoulos κ.α. (2004), ανέδειξαν την σημαντική συνεισφορά της θερμοκρασίας στον καθορισμό των συνολικών επιπέδων άνεσης σε σχέση με τους άλλους μετεωρολογικούς παράγοντες (άνεμο, σχετική υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία) και οι Metje κ.α. (2008), απέδειξαν ότι μετά την θερμοκρασία, ο άνεμος είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στη θερμική άνεση. Ο Tsiros 2010, 2012, επισήμαναν τη θετική συνεισφορά του εξωτερικού περιβάλλοντος στο περιβάλλον εσωτερικών χώρων, καθώς αυτό συνεισφέρει στην μείωση κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη των χώρων και κατ'επέκταση στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων. Οι Tseliou κ.α. (2013) και Yang κ.α. (2013), προσπάθησαν να καθορίσουν τα αποδεκτά εύρη θερμοκρασιακών τιμών που συνδέονται με θερμική άνεση (Αθήνα και Σιγκαπούρη). Αναλυτικότερα, οι ορθολογικά διαχειριζόμενοι χώροι πρασίνου είναι δυνατόν, να ρυθμίζουν τις ακραίες θερμοκρασίες, να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, να μειώνουν την ένταση των θορύβων, να περιορίζουν την επιφανειακή απορροή και να συμβάλλουν στον έλεγχο της διάβρωσης και τον εμπλουτισμό των υπογείων υδάτων, να μειώνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση, να βελτιώνουν την ποιότητα νερού και αέρα, καθώς επίσης να έχουν θετική επίδραση στην ψυχολογική υγεία των ανθρώπων (Haugu κ.α. 2015, Gómez-Baggethun και Barton 2013, Davies κ.α. 2011, Good 2008, Jim και Chen 2008, Nowak και Dwyer 2007, Burden 2006, Li κ.α. 2005 κλπ). Έχει διαπιστωθεί ότι, η μη ορθή επιλογή φυτικών ειδών και ο πρόχειρος σχεδιασμός των χώρων αστικού πρασίνου (ΧΑΠ), μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στις αστικές υποδομές και τους πολίτες, καθιστώντας τη συντήρησή τους δαπανηρή (Kirkpatrick κ.α. 2012, Moore 2009, McPherson και Peper 1996). Τα Ηνωμένα Έθνη, μέσω του προγράμματος UN-Habitat (United Nations Human Settlements Programme, 2009), παρουσιάζουν τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι πόλεις σε σχέση με το αστικό πράσινο, προτείνουν τρόπους ώστε, ο σχεδιασμός και η διαχείριση των χώρων αστικού πρασίνου να βασίζεται στις αρχές της αειφορίας. Επιπλέον στοχεύουν στην προσαρμογή των πόλεων στην κλιματική αλλαγή και προτείνουν μεθόδους για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της Στρατηγικής. Τονίζεται επιπρόσθετα, η σημασία της εκπαίδευσης των πολιτών, η δέσμευση φορέων λήψης αποφάσεων κ.α. Οι κάτοικοι των ελληνικών πόλεων απολαμβάνουν τη χαμηλότερη κατά κεφαλήν αναλογία πρασίνου στην Ε.Ε. (Μπελαβίλας 2009). Ο συνδυασμός της ραγδαίας αστικοποίησης, πυκνής δόμησης και μη ορθού πολεοδομικού σχεδιασμού, επιβαρύνουν τις σύγχρονες Ευρωπαϊκές πόλεις. Για το λόγο αυτό η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δρομολόγησε το Σύμφωνο των Δημάρχων το 2008 και, ως μια από τις βασικές δράσεις της Στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (2013), ώστε να ωθήσει και στηρίξει

τις τοπικές αρχές να λάβουν μέτρα για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και την προσαρμογή σε αυτήν. Πλέον, η πρωτοβουλία συγκεντρώνει περισσότερες από 7.000 τοπικές και περιφερειακές αρχές σε 57 χώρες, οι οποίες αξιοποιούν τα πλεονεκτήματα ενός παγκόσμιου, πολυμερούς κινήματος. Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι οι δύο συμμετέχοντες Δήμοι (Αμαρούσιον και Ηράκλειο) έχουν υπογράψει το εν λόγω σύμφωνο των Δημάρχων.

Υλικά και Μέθοδοι

Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι ΧΑΠ, ως εργαλεία για την ανάσχεση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της, απαιτείται:

- Στρατηγικός Σχεδιασμός Αστικού Πρασίνου σε επίπεδο Δήμου,
- Προσδιορισμός του ισχύοντος Νομικού και Κανονιστικού πλαισίου που διέπει τον ορισμό και τη διαχείριση του αστικού πρασίνου στην Ελλάδα,
- Προδιαγραφές σύνταξης και εφαρμογής των επιμέρους Σχεδίων Διαχείρισης των ΧΑΠ σε κάθε Δήμο και
- Δημιουργία συστήματος δεικτών/κριτηρίων σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, σύμφωνα με το Urban Adaptation Support Tool (UAST: εργαλείο που δημιουργήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τη προσαρμογή και μετριασμό των φαινομένων της κλιματικής μεταβολής σε αστικό ιστό: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-ast/step-0-0>).

Ο όρος Στρατηγικός Σχεδιασμός Αστικού Πρασίνου (ΣΣΑΠ) των Δήμων αναφέρεται σε ένα σύνολο στόχων και πολιτικών, που συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των αστικών κέντρων, μέσω των οικοσυστημικών υπηρεσιών των ΧΑΠ. Σύμφωνα με τον Στρατηγικό Σχεδιασμό κάθε Δήμος οφείλει να προσαρμόζει τα επιμέρους διαχειριστικά σχέδια των ΧΑΠ του, έτσι ώστε να εξυπηρετούν του γενικότερους στόχους και πολιτικές.

Το Στρατηγικό Σχέδιο Αστικού Πρασίνου (ΣΣΑΠ) κάθε Δήμου (που είναι εναρμονισμένο με το UAST) περιλαμβάνει τα εξής βήματα.

Βήμα 1. Προετοιμασία του σχεδίου για την προσαρμογή των πόλεων στην κλιματική αλλαγή (Preparing the ground for adaptation). Ο κατά το δυνατόν επανασχεδιασμός των ΧΑΠ, σε επίπεδο Δήμου, με την τροποποίηση των ρυμοτομικών σχεδίων, για την επαύξηση, τη διασύνδεση και τη συγκροτημένη λειτουργία του.

Βήμα 2. Αξιολόγηση των κλιματικών συνθηκών και των ευπαθειών (Assessing climate change risks and vulnerabilities). Περιλαμβάνει τον εντοπισμό παλαιών και νέων κλιματικών απειλών, την αξιολόγηση των κινδύνων, τον προσδιορισμό των στόχων και των κινδύνων αποτυχίας.

Βήμα 3. Προσδιορισμός και επιλογή των μέσων και μέτρων για την προσαρμογή (Identifying adaptation options). Περιλαμβάνει τη δημιουργία καταλόγου μέτρων, κριτηρίων και δεικτών προσαρμογής και την εύρεση καλών πρακτικών.

Βήμα 4. Αξιολόγηση των μέσων και μέτρων για την προσαρμογή (Assessing and selecting adaptation options). Περιλαμβάνει την ανάλυση κόστους-οφέλους για τα μέτρα προσαρμογής, τους δείκτες/κριτήρια προσαρμογής και μετριασμού, την κατηγοριοποίηση και την ιεράρχησή τους.

Βήμα 5. Εφαρμογή της στρατηγικής της προσαρμογής (Implementing adaptation). Περιλαμβάνει την εκπόνηση αποτελεσματικού σχεδίου προσαρμογής, σύμφωνα με τις καλές πρακτικές που έχουν εξεταστεί προηγουμένως, για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μέσω της προσαρμογής και του μετριασμού.

Βήμα 6. Παρακολούθηση και αξιολόγηση της προσαρμογής (Monitoring and evaluating adaptation). Περιλαμβάνει την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της μεθόδου που τελικά ακολουθήθηκε, μέσα από τον προσδιορισμό δεικτών/κριτηρίων παρακολούθησης, την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων και την αυτοαξιολόγηση.

Βασικό στοιχείο για την προετοιμασία των προδιαγραφών σύνταξης του Στρατηγικού Σχεδίου είναι η ενσωμάτωση του εργαλείου Urban Adaptation Support Tool, που έχει αναπτυχθεί και προτείνεται από τον Πανευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΕΑ), για την οργάνωση της Στρατηγικής Αντιμετώπισης των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής. Οι σημαντικότερες δράσεις που προτείνονται μέσω του Urban Adaptation Support Tool (UAST) και θα πρέπει να ενσωματωθούν στον εν λόγω στρατηγικό σχεδιασμό, είναι: η Δέσμευση των Δημοτικών Αρχών, η συλλογή και διαχείριση δεδομένων που να περιγράφουν την υφιστάμενη κατάσταση των περιοχών ενδιαφέροντος, η δημιουργία Επιτροπής για την παρακολούθηση του σχεδιασμού και υλοποίησης του Στρατηγικού Σχεδίου, ο εντοπισμός των

αδυναμιών σε ανθρώπινο δυναμικό και άλλων διαθέσιμων πόρων τεχνικής υποστήριξης - Διερεύνηση πιθανών πηγών χρηματοδότησης, ο εντοπισμός και εμπλοκή των ενδιαφερόμενων μερών (stakeholders), η επικοινωνία και διάχυση του Στρατηγικού Σχεδιασμού σε διαφορετικά σύνολα κοινού.

Για την αξιολόγηση των κλιματικών συνθηκών και των ευπαθειών (Assessing climate change risks and vulnerabilities) έχουν ενταχθεί δείκτες. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν οι παρακάτω δείκτες /κριτήρια προσαρμογής και μετριασμού – εύρεση καλών πρακτικών (Identifying adaptation options).

1.1. Δείκτες Τυπολογίας Αστικού Πρασίνου, όπου περιλαμβάνονται επιμέρους δείκτες που αφορούν στο είδος και τη μορφή πρασίνου, τη χωρική αναλογία πρασίνου, την κατανομή αστικού πρασίνου, την κατανομή περιαστικού πρασίνου, τη διασύνδεση του πρασίνου της πόλης με την ιστορική και πολιτιστική ταυτότητα της περιοχής, το δείκτη ανταγωνισμού πράσινης και γκριζας υποδομής, όπως:

- *Δείκτης Χωρικής Αναλογίας Πρασίνου (Share of Green Urban Areas)*
- *Δείκτης Κατανομής Αστικού Πρασίνου (Distribution of Green Urban Areas)*
- *Δείκτης Αποτελεσματικότητας Αστικού Πρασίνου (Effective Green Infrastructure)*
- *Δείκτης Αναλογίας Περιαστικού πρασίνου (Peri-Urban Forest)*
- *Δείκτης Διαπερατότητας εδαφών (Degree of soil sealing)*

1.2. Δείκτες Σύνθεσης και Δομής Αστικού Πρασίνου, όπου περιλαμβάνει επιμέρους δείκτες που αφορούν τον αριθμό δέντρων, τον αριθμό των ειδών, τον δείκτη κάλυψης της κόμης, το δείκτη αναλογίας πρασίνου ανά κάτοικο, την οργανική και λειτουργική διασύνδεση του πρασίνου της αστικής περιοχής, με την αντίστοιχη σε επίπεδο κλίμακας πόλης καθώς και αναφορές για την ανθεκτικότητα.

1.3. Δείκτες καλής φαινολογίας Αστικού Πρασίνου, όπου περιλαμβάνει επιμέρους δείκτες που αφορούν την υγεία των υφιστάμενων δέντρων, θάμνων που φύονται στους αστικούς χώρους πρασίνου, και το δείκτη θνησιμότητας της βλάστησης.

- *Δείκτης αριθμού δένδρων (Tree Number)*
- *Δείκτης Συγκόμωσης - Κάλυψης (Tree Canopy Cover)*
- *Δείκτης αριθμού ειδών δένδρων και θάμνων (Species Number)*
- *Δείκτης αναλογίας Χώρων αστικού πρασίνου ανά κάτοικο*
- *Δείκτης αναλογίας Χώρων αστικού Πρασίνου που διαχειρίζεται από τον Δήμο / κάτοικο*

1.4. Δείκτες βιοποικιλότητας, όπου περιλαμβάνει τον πλούτο, την αφθονία την ισοκατανομή και την ποικιλότητα των ειδών καθώς και τον αριθμό ξενικών ειδών.

- *Ο πλούτος των ειδών (species richness)* είναι ο πιο απλός τρόπος μέτρησης της βιοποικιλότητας και αναφέρεται στον αριθμό των ειδών σε μία περιοχή ή σε ένα ενδιαίτημα.
- *Η αφθονία (abundance)* είναι ο συνολικός αριθμός των ατόμων ενός είδους σε μία περιοχή ή σε ένα ενδιαίτημα.
- *Σχετική Αφθονία Ειδών (relative abundance)* είναι το ποσοστό των ατόμων ενός είδους (ni) στο σύνολο των ατόμων όλων των ειδών σε μια περιοχή ή σε ένα ενδιαίτημα.
- *Η ισοκατανομή (evenness)* δείχνει κατά πόσο διαφέρουν οι σχετικές αφθονίες των ειδών μιας βιοκοινότητας.
- *Η ποικιλότητα (diversity)* των ειδών είναι συνάρτηση του αριθμού των παρόντων ειδών (species richness) και της ισοκατανομής (evenness) αυτών.

1.5. Δείκτες ανάλυσης τοπίου, που περιλαμβάνονται οι δείκτες που αφορούν τη σύνθεση τοπίου, την απομόνωση/γειτνίαση των χωροψηφίδων, της επιρροής αστικού πρασίνου.

- *Δείκτης αριθμού χωροψηφίδων (Patches (NP))*
- *Δείκτης AREA (Patch Area)*
- *Δείκτης σύνθεσης του τοπίου PD (Patch Density)*
- *Δείκτης συνδεσιμότητας CONNECT (Connectance Index)*

1.6. Δείκτες αποθήκευσης άνθρακα, που σχετίζονται με την ποσότητα της ζωντανής και νεκρής βιομάζας. Προκειμένου να υπολογιστεί ο αποθηκευμένος άνθρακας των δένδρων χρησιμοποιούνται

γενικές αλλομετρικές εξισώσεις για τον υπολογισμό της υπέργειας ξηρής βιομάζας από τη βιβλιογραφία. Η επιλογή της κατάλληλης εξίσωσης πρέπει να γίνεται προσεκτικά, σύμφωνα με το δασοπονικό είδος – σε περίπτωση απουσίας το γένος – και την κλιματική ζώνη ανάπτυξης των φυτών ενδιαφέροντος. Επιπλέον, πρέπει να ελέγχεται αν η εξίσωση υπολογίζει ξηρή ή χλωρή βιομάζα, ή αν αποδίδεται σε μάζα ή όγκο. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλοι συντελεστές μετατροπής σε ξηρή βιομάζα σε kg.

1.7. *Κλιματικοί δείκτες*, όπως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία, αλλά και η φυσιολογικά ισοδύναμη θερμοκρασία (Physiological Equivalent Temperature, PET) και η προβλεπόμενη μέση ψήφου (Predicted Mean Vote, PMV), οι οποίοι αποτελούν βιοκλιματικούς – δείκτες αξιολόγησης της δυσφορίας των πολιτών με καλή εφαρμογή στο αστικό περιβάλλον.

- ο *Θερμικοί βιοκλιματικοί δείκτες PET και PMV*
- ο *Φυσιολογικά ισοδύναμη θερμοκρασία PET*

1.8. *Κοινωνικό -οικονομικοί δείκτες*, που θα αφορούν στην αξιολόγηση της ευημερίας των πολιτών από την ύπαρξη χώρων αστικού.

- ο *Δείκτης ευημερίας πολιτών από την ύπαρξη χώρων αστικού πρασίνου*

2. *Αξιολόγηση των δεικτών/κριτηρίων προσαρμογής και μετριασμού (Assessing and selecting adaptation and mitigation options).*

Μετά την επιλογή των κριτηρίων – δεικτών προσαρμογής και μετριασμού, το επόμενο βήμα είναι να γίνει η αξιολόγησή τους. Δεδομένου ότι κάθε δήμος έχει τις ιδιαιτερότητές του, οι προτεινόμενοι δείκτες πρέπει να αξιολογηθούν για να προσδιοριστεί η καταλληλότητά τους σε τοπικό επίπεδο, η αποτελεσματικότητά τους στη μείωση της ευπάθειας ή στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας και του ευρύτερου αντίκτυπου τους στη βιωσιμότητα. Ο στόχος είναι να αποφευχθούν αποφάσεις που οδηγούν στην επιλογή ακατάλληλων ενεργειών ή ανεπαρκούς προσαρμογής. Η επιλογή των προτιμώμενων κριτηρίων – δεικτών προσαρμογής θα πρέπει να γίνεται σε στενή αλληλεπίδραση με όλους τους εμπλεκόμενους παράγοντες και τα ενδιαφερόμενα μέρη, στη διαδικασία προσαρμογής. Χρήσιμο είναι τα κριτήρια – δείκτες να εξετάζονται δεσμευτικά και ολοκληρωμένα και να ακολουθεί η κατά περίπτωση αξιολόγησή τους. Οι δείκτες αυτοί θα εφαρμοστούν κατά τη διάρκεια του έργου LIFE GrIn, τόσο για την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης των ΧΑΠ, όσο και για την παρακολούθηση της διαχείρισής τους, ενώ βασικός στόχος είναι το σύστημα να ενσωματωθεί στις προδιαγραφές διαχείρισης ΣΣΔΑΠ.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Μέχρι σήμερα, οι χώροι αστικού πρασίνου υφίστανται διαχείριση χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι κλιματικές μεταβολές, η τρωτότητα που ενέχει το αστικό περιβάλλον και οι επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργηθούν στους εν λόγω χώρους. Κατά συνέπεια, οι Δήμοι καλούνται πλέον να προσαρμόσουν τους διαχειριστικούς σκοπούς και τις πρακτικές που εφαρμόζουν, στοχεύοντας στην αναβάθμιση και διατήρηση των χώρων αστικού πρασίνου, υπό τις νέες κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Το πρόγραμμα LIFE GrIn με τις νέες διαχειριστικές πρακτικές που προτείνει μέσω της σύνταξης κατευθυντήριων γραμμών για το στρατηγικό σχεδιασμό και για τα Σχέδια Διαχείρισης του Αστικού Πρασίνου, επιτυγχάνει αφενός μείωση της τρωτότητας και αύξηση της ελαστικότητάς τους και αφετέρου προσδοκά στις ωφέλειες από τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, κρίνεται αναγκαία η συνέργεια μεταξύ επιστήμης και διαχείρισης στην πράξη, ώστε οι Δήμοι να ανταποκρίνονται σε θέματα όπως η εκτίμηση της τρωτότητας των χώρων αστικού πρασίνου, ο σχεδιασμός ενδεδειγμένων διαχειριστικών μέτρων και η εφαρμογή τους, η παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και των αποτελεσμάτων των μέτρων προσαρμογής κ.ά. Τα παραδοτέα του προγράμματος απευθύνονται στους Δήμους και κυρίως στους υπεύθυνους άσκησης διαχείρισης πρασίνου, στους ιδιώτες γεωτεχνικούς που αναλαμβάνουν μελέτες διαχείρισης, φυτωριούχους, κυρίως σε τοπικό επίπεδο. Ωστόσο, καθώς οι επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος είναι ευρύτερες, για τη διατύπωση προτάσεων προσαρμογής μπορεί να απαιτείται και σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Πολλές από τις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος (π.χ. πυρκαγιές, επιδημίες παθογόνων οργανισμών κλπ), λόγω της φύσης και της έκτασής τους ή θεμάτων

δικαιοδοσίας/αρμοδιοτήτων και οικονομικού κόστους, μπορεί να ξεπερνούν τα όρια αρμοδιότητας ενός Δήμου.

Το LIFE GrIn έρχεται για πρώτη φορά στον Ελλαδικό χώρο να προωθήσει και να ενσωματώσει όλες τις ανωτέρω καλές πρακτικές που είναι εναρμονισμένες με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα και να συμβάλλει στον εκσυγχρονισμό και στην εκ νέου θεσμοθέτηση προδιαγραφών διαχείρισης των Χώρων Αστικού Πρασίνου. Τα οφέλη που θα προκύψουν μετά την αποπεράτωση του έργου θα συμβάλλουν και θα καθορίσουν πως οι ΧΑΠ θα διαχειρίζονται ορθολογικότερα τονίζοντας το μέγιστο ρόλο που προσφέρουν στην ομαλότερη διαβίωση των κατοίκων στις πόλεις που ασφυκτιούν λόγω κλιματικών μεταβολών.

Χρηματοδότηση

Το έργο “Promoting urban integration of Green Infrastructure to improve climate governance in cities” (LIFE17GIC GR000029) συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE και έχει επιδοτηθεί και από το Πράσινο Ταμείο.

Abstract

Urban green spaces are vital to our cities, as they can improve health and quality of life of residents and at the same time become a shield against threatening climate change. The LIFE GrIn project provides an integrated approach in order to address the challenges facing urban areas, through the development and implementation of a Strategic Urban Green Planning Plan, to enhance the adaptation and mitigation of cities to climate change based on the principles of Urban Forestry. The project also promotes European directives in order the Municipalities of Greece can adopt the urban green management model according to European standards (e.g. Urban Adaptation Support Tool). The scale of implementation of the program focuses on 2 Municipalities (Amaroussion - Heraklion), in order to implement the proposed management measures and to re-evaluate with the ultimate goal of their institutional establishment. The goal of LIFE GrIn is for our cities to be adapted and resilient to a new reality, and to become cities that ensure an upgraded quality of life and a prospect of prosperity for their citizens. Six partners are involved, covering different approaches (research - implementation - legislation), having as main objective to improve directions for the strategic planning and management of urban green spaces towards climate changes.

Βιβλιογραφία

- Burden, D., 2006. 22 benefits of urban street trees. Διαθέσιμο στο: www.michigan.gov/documents/dnr/22benefits_208084_7.pdf
- Davies, Z. G., Edmondson, J.L., Heinemeyer, A., Leake, J.R. and Gaston, K.J., 2011. Mapping an Urban Ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *J. Appl. Ecol.* 48:1125–1134.
- EU-Habitat. 2009. Planning Sustainable Cities: Global Report on Human Settlements. <https://unhabitat.org/planning-sustainable-cities-global-report-on-human-settlements-2009>
- Givoni, B., Noguchi, M. 2004. Outdoor Comfort Responses of Japanese Persons, Plea 2004 The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Eindhoven.
- Gómez-Baggethun, E. and Barton, D.N. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecol Econ.* 86:235–245.
- Good, T., 2008. Benefits of Trees. Διαθέσιμο: <http://www.mq.edu.au/sustainability/documents/n/NationalTreeDay.pdf>
- Hauru, K., Eskelinen, H., Yli-Pelkonen, V., Kuoppamäki, K., Setälä, H. 2015. Residents' perceived benefits and the use of urban nearby forests. *Int J Appl For* 2:1-23.
- Jim, C.Y., Chen, W.Y. 2008. Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China). *Environ. Manage.* 88:665–676.
- Johansson, E., Yahia, M.W. 2011. Subjective Thermal Comfort in Urban Spaces in the Warm-humid City of Guayaquil, Ecuador. PLEA 2011 - 27th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Louvain-la-Neuve, Belgium, 13-15 July.

- Kirkpatrick, J. B., Davison, A. and Daniels, G.D. 2012. Resident attitudes towards trees influence the planting and removal of different types of trees in Australian cities. *Landsc. Urban Plan.* 107:147–158.
- Kontogianni, A., Tsitsoni, T. and Goudelis, G. 2011. An index based on silvicultural knowledge for tree stability assessment and improved ecological function in urban ecosystem. *Ecol. Eng.* 37: 914-919.
- Li, F., Wang, R., Paulussen, J. and Liu, X. 2005. Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. *Landsc Urban Plan.* 72: 325–336.
- McPherson, E.G., Peper, P.J. 1996. Costs of street tree damage to infrastructure. *Arboric. J.* 20:143–160.
- Metje, N., Sterling, M. and Baker, C.J. 2008. Pedestrian comfort using clothing values and body temperatures. *J Wind Eng Aerod* 96:412–435.
- Moore, G. 2009. Urban trees: Worth more than they cost. In 10th National Street Tree Symposium. Adelaide University, Adelaide, South Australia. Διαθέσιμο: https://www.treenet.org/wp-content/uploads/2017/08/2009_SymposiumProceedings_FINAL.pdf
- Nikolopoulou, M., Lykoudis, S. 2006. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Build Environ.* 41:1455-1470.
- Nowak, D. J. and Dwyer, J.F. 2007. Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: J.Kuser, eds. *Urban and Community Forestry in the Northeast*. New York: Springer Science.
- Stathopoulos, T., Wu, H. and Zacharias, J. 2004. Outdoor human comfort in an urban climate. *Build Environ* 39:297-305.
- Tseliou, A., Tsiros, I.X., Nikolopoulou, M., Psyloglou, V. and Lykoudis, S. 2013. Aspects of human thermal preferences in the urban outdoor environment of Athens: A preliminary study. *Proceedings of the 13th International Conference of Environmental Science and Technology Athens, Greece.*
- Tsiros, I.X., Efthimiadou, A.P., Hoffman, M.E. and Tseliou, A. 2012. Summer Thermal Environment and Human Comfort in Public Outdoor Urban Spaces in a Mediterranean Climate (Athens), PLEA 2012.
- Tsiros, I.X., 2010. Assessment and energy implications of street air temperature cooling by shade trees in Athens (Greece) under extremely hot weather conditions. *Renew. Energy* 35: 1866-1869.
- Yang, W., Wong, N.H., Jusuf, S.K. 2013. Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. *Build Environ* 59: 426-435
- Yahia, M.W. and Johansson, E. 2011. Evaluating the behavior of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *Int.J. Biometeorol.* 57:615-63.
- Yang, W., Wong, N.H. and Jusuf, S.K. 2013. Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. *Build Environ.* 59: 426-435
- Μπελαβίλας, Ν. και Βαταβάλη, Φ. 2009. Οδηγός για το περιβάλλον: Πράσινο και ελεύθεροι χώροι στην πόλη. Αθήνα: WWF Ελλάς.

Θεματική Ενότητα: Αστικό Πράσινο

Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ LIFECLIVUT

Τσιτσώνη, Κ. Θέκλα¹; Κοντογιάννη, Β. Αιμιλία²; Γούναρης, Νικόλαος²;
Σακελλαρίου, Αρχοντία²; Ξανθοπούλου – Τσιτσώνη, Βάλια¹; Παπαγιαννοπούλου, Δήμητρα¹;
Σιώπη, Μαρία¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., Τ.Θ. 262, 54124 Θεσσαλονίκη, diparag@yahoo.gr; tsitsoni@for.auth.gr, valiaxt@gmail.com

²HomeotechCo., Αιγαίου 102, 55133, Καλαμαριά, aimbkon.homeo@gmail.com, ngounaris@homeotech.gr, asakellariou@homeotech.gr

Περίληψη

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι πλέον εμφανείς, και στα αστικά οικοσυστήματα δημιουργώντας πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων. Σύμφωνα με τη στρατηγική της ΕΕ για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, οι Δήμοι πρέπει να αναλάβουν περισσότερη δράση, θέτοντας στόχους σε τοπικό επίπεδο, για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα και τον σχεδιασμό και την εφαρμογή σχεδίων για τη βιωσιμότητα των πόλεων και την αντοχή τους στις νέες συνθήκες. Ο γενικός στόχος του προγράμματος LIFE CLiVUT – Climatic Value of Urban Trees (LIFE18 GIC/IT/001217), είναι να αναπτυχθεί και να εφαρμοστεί ενιαία Στρατηγική για το αστικό κλίμα και την πράσινη υποδομή σε 4 μεσαίου μεγέθους πόλεις της Μεσογείου, με βασικό άξονα τον σχεδιασμό και τη διαχείριση των χώρων αστικού πρασίνου, τόσο από τους σχετικούς επιστήμονες και επαγγελματίες, όσο και με τη βοήθεια των πολιτών. Μερικά από τα αναμενόμενα αποτελέσματα θα είναι οι μειωμένες εκπομπές άνθρακα και λοιπών ρύπων, λόγω της απορρόφησης τους από τις νέες φυτεύσεις, η προώθηση δράσεων *citizen science*, μέσα από τις πιλοτικές δράσεις, η αύξηση έως 10% των δεικτών βιοποικιλότητας, στις 4 πόλεις και η δημιουργία νέων εκπαιδευτικών προγραμμάτων.

Λέξεις κλειδιά: Αστικό Πράσινο, Διαχείριση, Φαινολογία, Οικοσυστημικές Λειτουργίες, Κλιματική Αλλαγή.

Εισαγωγή

Η σχέση των αστικών περιοχών με την κλιματική αλλαγή είναι διττή. Από τη μία πλευρά επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις επιπτώσεις του φαινομένου, και από την άλλη αποτελούν σημαντικούς παράγοντες επιβάρυνσης, συμβάλλοντας μέχρι και 70% στις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι πλέον εμφανείς, τόσο στις υποδομές, όσο και στα οικοσυστήματα, δημιουργώντας πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως ακραία καιρικά φαινόμενα, υπερθέρμανση και φαινόμενο της θερμικής νησίδας, λιώσιμο των άγρων, πλημμύρες και εκτεταμένες λειψυδρίες, διάβρωση και υποβάθμιση των εδαφών, απώλεια της βιοποικιλότητας. Έτσι, κατά τις επόμενες δεκαετίες και σύμφωνα με τα σενάρια για την κλιματική αλλαγή, οι αστικές περιοχές θα πρέπει να διαχειρίζονται ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα και καταστάσεις, όπως:

- Ακραίες βροχοπτώσεις και θερμοκρασίες.
- Αυξημένη συχνότητα και ένταση καταιγίδων.
- Αύξηση της στάθμης της θάλασσας.
- Αύξηση ξηρασίας.
- Αυξημένο κίνδυνο δασικών πυρκαγιών, κοκ.

Οι κίνδυνοι αυτοί φαίνεται πως πρόκειται να ενταθούν και να επηρεάσουν τόσο τα φυσικά οικοσυστήματα, όσο και το ανθρωπογενές περιβάλλον, την υγεία και γενικότερα τη διαβίωση στις πόλεις. Σύμφωνα με τη στρατηγική της ΕΕ για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, οι Δήμοι πρέπει να αναλάβουν περισσότερη δράση, θέτοντας στόχους σε τοπικό επίπεδο, για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα και τον σχεδιασμό και την εφαρμογή σχεδίων για τη βιωσιμότητα των πόλεων και την αντοχή τους στις νέες συνθήκες.

Υπό αυτό το πρίσμα, η ΕΕ στην προσπάθεια να αμβλύνει αυτές τις μεταβολές, αλλά και να βοηθήσει τα κράτη μέλη να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες, προωθεί πολιτικές που έχουν στόχους τη μείωση των εκπομπών, μέσα από σενάρια βιώσιμου αστικού σχεδιασμού και διαχείρισης για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των πόλεων. Σε αυτά τα σενάρια βασικό ρόλο διαδραματίζει η αστική πράσινη υποδομή, αποδίδοντας οικοσυστημικές λειτουργίες και παράγοντας σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Με άλλα λόγια, οι αστικοί χώροι πρασίνου αποκτούν έναν σημαντικό ρόλο στη θωράκιση των πόλεων στην κλιματική αλλαγή, παρέχοντας πλήθος ωφελειών, όπως η ρύθμιση των ακραίων θερμοκρασιών και η απορρόφηση και αποθήκευση άνθρακα, αλλά και η βελτίωση της ποιότητας του αέρα, μείωση των επιπέδων του θορύβου, σταθερότητα των εδαφών και ενίσχυση της βιοποικιλότητας.

Πίνακας 1. Γενική περιγραφή του Προγράμματος LIFE ClivUT
Table 1. General Information about LIFE ClivUT

Εταίροι	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Università degli Studi di Perugia - Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale ▪ Aristotle University of Thessaloniki ▪ Municipality of Bologna ▪ CESAR Centro per lo Sviluppo Agricolo e Rurale ▪ ISG-Instituto Superior de Gestão, ENSINUS-Estudios Superiores SA ▪ Comune Di Perugia
Συνεργάτες	Homeotech Co.
Διάρκεια	01/09/2019 έως 28/02/2023
Περιοχές Εφαρμογής	Περουτζία, Μπολόνια, Θεσσαλονίκη, Λισαβόνα
Συνολικός Προϋπολογισμός	2,348,819 Euro
Χρηματοδότηση ΕΕ	1,291,850 Euro
Χρηματοδότηση Πράσινου Ταμείου	20,000 Euro

Ο γενικός στόχος του προγράμματος LIFE ClivUT – *Climatic Value of Urban Trees* (LIFE18 GIC/IT/001217), είναι να αναπτυχθεί και να εφαρμοστεί ενιαία Στρατηγική για το αστικό κλίμα και την πράσινη υποδομή - *Urban Climate Green Assets Strategy* - σε 4 μεσαίου μεγέθους πόλεις της Μεσογείου, με βασικό άξονα τον σχεδιασμό και τη διαχείριση των χώρων αστικού πρασίνου, τόσο από τους σχετικούς επιστήμονες και επαγγελματίες, όσο και με τη βοήθεια των πολιτών.

Η στρατηγική, σχεδιάστηκε σύμφωνα με προσεγγίσεις βασισμένες στα φυσικά οικοσυστήματα και θεωρώντας ότι το αστικό πράσινο αποτελεί έναν ακόμη φυσικό πόρο. Έτσι, αναμένεται να βελτιώσει την ικανότητα προσαρμογής του αστικού οικοσυστήματος, να μεγιστοποιήσει τη δυναμική επίδραση στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής της πράσινης υποδομής και να προσφέρει ενίσχυση της βιοποικιλότητας και προσθέτοντας φυσικά χαρακτηριστικά μέσα στον αστικό ιστό, βελτιώνοντας τις περιβαλλοντικές συνθήκες και συνεπώς την ευημερία των κατοίκων.

Επιπλέον, με βάση τις αναπτυσσόμενες ευρωπαϊκές πολιτικές, το πρόγραμμα LIFE ClivUT προωθεί την ιδέα να ενταχθούν και ιδιωτικοί χώροι αστικού πρασίνου, στην αναπτυσσόμενη στρατηγική, με τρόπο αντισταθμιστικών μέτρων.

Αναλυτικότερα, οι **επιμέρους στόχοι** του έργου είναι:

- Να βελτιωθεί η ικανότητα προσαρμογής των αστικών οικοσυστημάτων,
- Να μεγιστοποιηθεί το δυναμικό επίδρασης στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής,
- Να ενισχυθούν τα φυσικά στοιχεία και χαρακτηριστικά μέσα στις αστικές περιοχές, γεγονός που θα ευνοήσει την προστασία και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας.
- Να αναπτυχθεί και να δοκιμαστεί ένα πρόγραμμα υποστήριξης αποφάσεων, που θα παρέχει σε όσους ασχολούνται με την εγκατάσταση, προστασία και διαχείριση του αστικού πρασίνου ποσοτικά

- δεδομένα και τάσεις, προκειμένου να θέτουν καίριους στόχους και να οργάνουν τις εργασίες τους.
- Να συμμετέχουν οι πολίτες, τόσο στον σχεδιασμό, όσο και στην εφαρμογή των στρατηγικών που αφορούν στην κλιματική αλλαγή και στη διαχείριση των χώρων αστικού πρασίνου με στόχο την άμβλυση του φαινομένου.
- Αυτό πρόκειται να συμβεί επικοινωνώντας αφενός τα πλεονεκτήματα των αστικών χώρων πρασίνου και ταυτόχρονα οικοδομώντας μία συμμετοχική διαδικασία, ενθαρρύνοντας τους να συμβάλλουν στην παρακολούθηση και διαχείριση του αστικού πρασίνου.
- Να συμπεριληφθούν οικονομικοί παράγοντες και επιχειρηματίες στην ανάπτυξη αυτών των στρατηγικών.
- Αυτό προβλέπεται να επιτευχθεί μέσω της εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησής τους γύρω από την οικονομική διάσταση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, την κλιματική ευθύνη των επιχειρήσεων και το αντίστοιχο οικονομικό κέρδος, αναπτύσσοντας μία πιλοτική ανταποδοτική συμμετοχική διαδικασία.
- Να δοκιμαστούν καλές πρακτικές και να αναπτυχθούν νέες μέθοδοι εκπαίδευσης, προκειμένου να εμψυχήσει σε παιδιά και εφήβους το νόημα της προστασίας του πλανήτη από την επίδραση της κλιματικής αλλαγής και της σημασίας τους αστικού πρασίνου προς αυτή την εκπαίδευση, μέσα από βιωματικές δραστηριότητες.
 - Η γενική απόκτηση περιβαλλοντικής συνείδησης και η κατανόηση της σημασίας του αστικού πρασίνου στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής.
- Έτσι, το έργο θα συμβάλει:
- στην εφαρμογή της ευρωπαϊκών στρατηγικών για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, αλλά και την ενίσχυση των πράσινων υποδομών και της πράσινης καινοτομίας
 - στην εφαρμογή των στόχων που τίθενται από το Σύμφωνο των Δημάρχων για το Κλίμα και την Ενέργεια
 - στην εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/50 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, μέσω της ενίσχυσης των αστικών περιοχών με βλάστηση
 - στην εφαρμογή των ευρωπαϊκών πολιτικών για την προστασία και ενίσχυση της βιοποικιλότητας.

Υλικά και Μέθοδοι

Για την πιλοτική εφαρμογή των δράσεων και των αποτελεσμάτων του έργου έχουν επιλεγεί 4 μεσογειακές πόλεις, μετρίου μεγέθους: η Bologna και η Perugia της Ιταλίας, η Θεσσαλονίκη της Ελλάδας και το Cascais της Πορτογαλίας.

Βασικός άξονας για την υλοποίηση του έργου, θα είναι η εκτίμηση της αξίας των αστικών δέντρων, που εκφράζεται με την οικοσυστημική δυναμική τους για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, σε κάθε πιλοτική πόλη. Η εκτίμηση αυτή περιλαμβάνει:

- Υπολογισμό της συμβολής κάθε δασοπονικού είδους, που χρησιμοποιείται στον αστικό χώρο, στη μείωση των εκπομπών CO₂, των ατμοσφαιρικών ρύπων (PM₁₀) και της μείωσης της θερμότητας.
- Προσδιορισμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα δέντρα παρακολουθώντας τις φαινολογικές φάσεις τους σε 3 φαινολογικούς κήπους.

Τελικά, θα δημιουργηθεί λίστα δασοπονικών ειδών, στην οποία θα φαίνεται η επίδραση που έχουν στις κλιματικές συνθήκες μίας πόλης, καθώς και ο τρόπος που επηρεάζουν κοινωνικές και οικονομικές παραμέτρους. Η λίστα αυτή θα αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τους διαχειριστές του αστικού πρασίνου, τους υπαλλήλους των Δήμων και γενικά με όσους ασχολούνται με τον αστικό σχεδιασμό.

Συγκεκριμένα, οι δράσεις υλοποίησης αναπτύσσονται ως εξής:

Προπαρασκευαστική Δράση A1_ Έναρξη Έργου, όπου σηματοδοτείται η έναρξη του έργου και τίθεται το διαχειριστικό πλαίσιο, προκειμένου να διευκολύνονται οι εταίροι.

Προπαρασκευαστική Δράση A2_ Περιγραφή και Χαρακτηρισμός της αστικής πράσινης υποδομής και των περιβαλλοντικών και κλιματικών παραμέτρων. Στη δράση αυτή ορίζονται 10 πιλοτικοί χώροι αστικού πρασίνου – σε κάθε Δήμο, όπου διεξάγεται απογραφή των δέντρων τους, προσδιορίζονται τα φαινολογικά και δασοκομικά χαρακτηριστικά τους και χαρτογραφούνται. Οι χώροι αυτοί θα χρησιμοποιηθούν – κατά τις δράσεις υλοποίησης - τόσο για την εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση των πολιτών, όσο και για την εφαρμογή των μέτρων που θα προταθούν από τη Στρατηγική.

Προπαρασκευαστική Δράση A3_Δημιουργία Κήπων Φαινολογικής Παρακολούθησης. Επιλέχθηκαν τρεις περιοχές σε κάθε πόλη. Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης οι περιοχές αυτές είναι ο Δασοβοτανικός Κήπος της Σχολής Δασολογίας, ΑΠΘ, στον Φοίνικα, ο αύλειος χώρος του εργοστασίου ΤΙΤΑΝ και η Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή.

Οι διαφορετικές οικολογικές απαιτήσεις κάθε είδους αντικατοπτρίζονται στις φάσεις ανάπτυξης τους – τις φαινολογικές φάσεις. Τα φυτά δηλαδή, ανταποκρίνονται στις περιβαλλοντικές και κλιματολογικές συνθήκες μιας δεδομένης περιοχής και στις ετήσιες κλιματικές διακυμάνσεις, επισπεύδοντας ή καθυστερώντας αυτές τις φάσεις, πχ την ανθοφορία. Συνεπώς, παρακολουθώντας τις φαινολογικές φάσεις είναι δυνατόν να επισημανθεί η κλιματική αλλαγή και ο τρόπος με τον οποίον τα φυτά προσαρμόζονται σε αυτήν.

Η παρακολούθηση στους φαινολογικούς κήπους θα πραγματοποιείται τα επόμενα χρόνια εβδομαδιαίως από επιστήμονες, πολίτες και μαθητές με επίβλεψη εκπαιδευτικών που θα λάβουν βασική εκπαίδευση, ώστε να μπορούν να ερμηνεύουν τις εξωτερικές εκδηλώσεις τους με επαρκώς λεπτομερή τρόπο.

Προπαρασκευαστική Δράση A4_Σύστημα Διαχείρισης Αστικού Πρασίνου. Στο πλαίσιο αυτής της δράσης αναπτύσσεται μία διαδικτυακή πλατφόρμα, μέσω της οποίας θα παρέχονται πληροφορίες και εργαλεία προβολής, σχετικά με τους χώρους αστικού πρασίνου και τα χαρακτηριστικά των δέντρων που εμπεριέχονται σε αυτούς. Επιπλέον, θα υπάρχουν δεδομένα για τις περιβαλλοντικές και κλιματικές επιδόσεις τους, αλλά και τις καλές πρακτικές για τη μεγιστοποίηση των λειτουργιών και της απόδοσής τους. Μέσω αυτή της εφαρμογής όσοι ασχολούνται ερευνητικά ή επαγγελματικά με το αστικό πράσινο, αλλά και πολίτες ή επιχειρήσεις θα αλληλοεπιδρούν και θα λαμβάνουν απαραίτητες πληροφορίες για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή της Στρατηγικής για το αστικό κλίμα και την πράσινη υποδομή.

Δράση Εφαρμογής και Υλοποίησης C1_Ενίσχυση των Δεξιοτήτων των Ενασχολούντων με το Αστικό Πράσινο. Η δράση αποσκοπεί στην ενίσχυση της βασικής γνώσης και των τεχνικο-θεωρητικών δεξιοτήτων των υπαλλήλων των Δήμων, μέσα από εκπαιδευτικές διαδικασίες. Επιπλέον, δημιουργήθηκαν ομάδες μελέτης ανά πιλοτικό Δήμο, προκειμένου να συνταχθεί και να υλοποιηθεί Στρατηγική για το αστικό κλίμα και την πράσινη υποδομή. Οι ομάδες αυτές είναι επίσης επιφορτισμένες με την ενημέρωση των ενδιαφερόμενων μερών, μέσα από fora και διαβουλεύσεις.

Δράση Εφαρμογής και Υλοποίησης C2_Συμμετοχικές Δράσεις των Πολιτών για το Αστικό Κλίμα. Η δράση, μέσα από τη διενέργεια 10 θεματικών περιπάτων για τους πολίτες, σκοπεύει στην ευαισθητοποίηση και εμπλοκή τους στη διαχείριση δημόσιων και ιδιωτικών χώρων αστικού πρασίνου, μέσω δραστηριοτήτων απογραφής, καθημερινής φροντίδας, και εγκατάστασης φυτικού υλικού. Οι περίπατοι, στους οποίους επικεφαλής θα είναι επιστήμονες Δασολόγοι, θα οργανωθούν στις πιλοτικές περιοχές που εγκαταστάθηκαν κατά τη Δράση A2, ενώ η απογραφή και παρακολούθηση θα γίνουν με τη χρήση της εφαρμογής που δημιουργείται στη Δράση A4, αφού προηγηθεί σχετική εκπαίδευση.

Δράση Εφαρμογής και Υλοποίησης C3_Δημιουργία Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων για το Κλίμα. Η δράση περιλαμβάνει εκπαιδευτικά προγράμματα για νέους και μαθητές, με στόχο οι νέες γενιές πολιτών να συνειδητοποιήσουν τις δυνατότητές τους στο να περιορίσουν και να προσαρμοστούν στις κλιματικές αλλαγές, υιοθετώντας περιβαλλοντικά υπεύθυνες συμπεριφορές. Έτσι, σε κάθε δήμο δημιουργήθηκαν σχετικά curricula, τα οποία θα εφαρμοστούν πιλοτικά σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης. Τα προγράμματα αυτά προβλέπουν θεωρητική εκπαίδευση και δράσεις στο πεδίο, με έμφαση στην παρακολούθηση των φαινολογικών φάσεων.

Δράση Εφαρμογής και Υλοποίησης C4_Συμμετοχικές Δράσεις Επιχειρήσεων για το Αστικό Κλίμα. Κατά τη δράση αυτή επιχειρήσεις από τους 4 βασικούς επιχειρηματικούς τομείς (βιομηχανία, τουρισμό, λιανεμπόριο, μεταφορές) θα δεσμευτούν να ενσωματώσουν τέτοια πολιτική, η οποία θα προωθεί την περιβαλλοντική και κλιματική βιωσιμότητα, ενώ ταυτόχρονα θα εξασφαλίζει το οικονομικό ενδιαφέρον. Αυτό θα γίνει μέσω ειδικών εργαστηρίων (workshops) εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης, αλλά και ενός πλαισίου κινήτρων για τη μείωση των εκπομπών ή την αντιστάθμισή τους μέσω φυτεύσεων και συντήρησης των δέντρων.

Δράση Εφαρμογής και Υλοποίησης C5_Επαναληψιμότητα και Μεταφορά Τεχνογνωσίας, η οποία στοχεύει στη μεταφορά του μοντέλου του LIFE CliVUT και σε άλλους Δήμους με αντίστοιχα χαρακτηριστικά.

Δράση Παρακολούθησης D1_Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής των Περιβαλλοντικών και Κλιματικών Επιπτώσεων της Στρατηγικής για το Αστικό Κλίμα και την Πράσινη Υποδομή.

Στόχος της παρακολούθησης είναι η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων σχετικά με τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, την αύξηση της χρήσης των αυτόχθονων ειδών, τον αριθμό των νέων δέντρων που φυτεύονται από την τοπική διοίκηση και τους ιδιώτες, και οποιαδήποτε άλλη περιβαλλοντική παράμετρο μπορεί το LIFE CliVUT να επηρεάζει

Δράση Παρακολούθησης D2_ Παρακολούθηση των Κοινωνικο-οικονομικών Επιπτώσεων_ Ο οικονομικός αντίκτυπος του έργου θα αξιολογηθεί υιοθετώντας την προσέγγιση **κοστολόγησης κύκλου ζωής** λαμβάνοντας υπόψη μεταβλητές όπως το κόστος διαχείρισης του αστικού πρασίνου, οι εκπομπές άνθρακα, η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας κ.λπ.

Η εκτίμηση του κοινωνικού αντίκτυπου θα αξιολογηθεί με την υιοθέτηση της μεθόδου **κοινωνικής εκτίμησης του κύκλου ζωής**, κατά την οποία λαμβάνονται δεδομένα όπως ο αριθμός πολιτών που συμμετέχουν στην απογραφή των δέντρων, ο αριθμός των μαθητών που συμμετέχουν στις δράσεις, χρήση του υπολογιστή εκπομπών από επιχειρηματίες και πολίτες, αριθμός άρθρων και δημοσιεύσεων σχετικά με το έργο, αύξηση της χρήσης δημόσιων χώρων πρασίνου, αλλαγή στη διαχείριση πρασίνου, κ.λπ..

Δράση Επικοινωνίας E1_ Επικοινωνία, Διάδοση Αποτελεσμάτων και Δικτύωση, κατά την οποία λαμβάνει χώρα η κοινοποίηση των κύριων στόχων του έργου στο ευρύτερο κοινό και η ευρεία προβολή των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, καθ' όλη τη διάρκεια του έργου, πραγματοποιείται δικτύωση με άλλα έργα του LIFE και όχι μόνο, αλλά και η συνεργασία με εμπειρογνώμονες. Αυτό θα εξασφαλίσει συνεχή ανταλλαγή εμπειριών και συνεργίες μεταξύ ομάδων εργασίας στην Ευρώπη, που ασχολούνται με τη στρατηγική για τον μετριασμό και την προσαρμογή της κλιματικής αλλαγής στον αστικό χώρο.

Στην Ελλάδα, η εμβληματική δράση επικοινωνίας του Προγράμματος θα είναι η διοργάνωση του τελικού συνεδρίου στη Θεσσαλονίκη, σε συνεργασία με την Ελληνική Δασολογική Εταιρεία.

Αναμενόμενα αποτελέσματα

Το πρόγραμμα LIFE CliVUT θα προσφέρει, τόσο στους συμμετέχοντες Δήμους, όσο και γενικά κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη μέσω της ανάπτυξης εργαλείων και εκπαίδευσης, αλλά και της δέσμευσης των policy makers για την εγκατάσταση, προστασία και διαχείριση των χώρων αστικού πρασίνου.

Έτσι, στο σύνολο των Δήμων που συμμετέχουν, μερικά από τα αναμενόμενα αποτελέσματα θα είναι:

1. Μειωμένες εκπομπές άνθρακα και λοιπών ρύπων, λόγω της απορρόφησης τους από τις νέες φυτεύσεις
2. Προώθηση δράσεων citizen science, μέσα από τις πιλοτικές δράσεις
3. Αύξηση της δέσμευσης και αποθήκευσης του άνθρακα από τα ξυλώδη είδη που θα φυτευτούν
3. Εξοικονόμηση ενέργειας, εξαιτίας της βελτίωσης των μικροκλιμάτων στις αστικές περιοχές όπου θα εγκατασταθεί η βλάστηση
4. Αύξηση έως 10% των δεικτών βιοποικιλότητας, στις 4 πόλεις
5. Προσπάθεια μείωσης ή και εξάλειψης των ξενικών ειδών
6. 2.000 δέντρα και θάμνοι θα φυτευτούν στο σύνολο της πόλης
7. Δημιουργία νέων εκπαιδευτικών προγραμμάτων

Ευχαριστίες

Το πρόγραμμα LIFE CliVUT – *Climatic Value of Urban Trees* (LIFE18 GIC/IT/001217) έχει λάβει χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το Πράσινο Ταμείο.

Abstract

The effects of climate change are now evident and in urban ecosystems creating several environmental problems. According to the EU strategy for climate change adaptation, municipalities need to take more action, setting goals at local level, to reduce carbon emissions and design and implement plans for the sustainability of cities and their resilience to new conditions. The general goal of the LIFE CliVUT program - Climatic Value of Urban Trees, is to develop and implement a unified Strategy for urban climate and green infrastructure in 4 medium-sized Mediterranean cities, with a focus on the design and management of urban green spaces, with the help of scientists and professionals, but also the citizens. Some of the expected results will be the reduced emissions of carbon and other pollutants, due to their

absorption by the new plantations, the promotion of citizen science actions, through the pilot actions, the increase of up to 10% of biodiversity indicators in the 4 cities and the creation of new educational programs.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Baycan-Levent, T., Vreeker, R. and Nijkamp, P., 2009. A multi-criteria evaluation of green spaces in European cities. *Eur. Urban. Reg. Stud.*, 16(2): 193-213.

Bolund, P., Hunhammar, S., 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29: 293-301.

Burcham, D.C., 2009. Urban Forest Management for Multiple Benefits: An Analysis of Tree Establishment Strategies Used by Community Tree Planting Programs. Thesis submitted to the Faculty of the University of Delaware. pp. 213.

Jo, H. K., McPherson, E.G., 1995. Carbon Storage and Flux in Urban residential greenspace. *J. Environ. Manage.*, 45: 109-133.

Gill, S., Handley, J., Ennos, R. and Pauleit, S., 2007. Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Journal of the Built Environment* 33 (1): 115–133.

Gomes, C. S., Moretto and E. M., 2011. A framework of indicators to support urban green area planning: a Brazilian case study. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(1): 47-56.

Kenney, W.A., van Wassenae, P.J.E. and Satel, A.L., 2011. Criteria and Indicators for Strategic Urban Forest Planning and Management. *Arboriculture and Urban Forestry*, 37(3): 108–117.

McPherson, E.G., 1998. Atmospheric carbon dioxide reduction by Sacramento's urban forest. *Journal of Arboriculture*, 24(4): 215–223.

Leibowitz, R., 2012. Urban tree growth and longevity: An international meeting and research symposium white paper. *Arboric Urban For.*, 38: 237-241.

McPherson, E.G., 1994. Using Urban Forest for Energy Efficiency and Carbon Storage. *J. For.*, 92(10): 36-41.

Miller, R. W., 1997. *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, pp. 576.

Rusche, K., 2011. The Value of Green Infrastructure in Urban Quality of Life. *Proceedings REAL CORP. Change for Stability: Lifecycles of Cities and Regions* In: Eds. Manfred Schrenk, Vasily V. Popovich, Peter Zeile, pp. 1029-1037. 18-20 May, Tagungsband, Essen.

Samara, T. and Tsitsoni, T., 2010. The effects of vegetation on screening road traffic noise from a city ring road. *Noise Control Eng. J.*, 59 (1): 68-74.

Samara, T. and Tsitsoni, T., 2014. Selection of forest species for use in urban environment in relation to their potential capture to heavy metals. *Global NEST Journal*. 16 (5): 966-974.

Tsitsoni, T., Gounaris, N., Kontogianni, B. A. and Xanthopoulou-Tsitsoni, V., 2015. Creation of an Integrated System Model for Governance in Urban MTEs and for Adapting Cities to Climate Change – preliminary results. *Ecologia mediterranea* Vol.41(2): 33-44.

Tsitsoni, T., Gounaris, N., Kontogianni, B. A. and Xanthopoulou-Tsitsoni, V., 2015. A multidimensional assessment of urban greening aiming to the urban adaptation to the climate change. *In: 5th International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2015)*, June 14-18, 2015, Mykonos Island, Greece, 06/2015.

Tsitsoni, T., Gounaris, N., Kontogianni, B. A. and Xanthopoulou-Tsitsoni, V., 2015. Creation of a system of monitoring, evaluation, and management of urban greenery for the adaptation of cities in climatic change 2015. *In: 5th International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics*, Mykonos, Greece; 06/2015.

Wolf, K. L., 2004. Economics and public value of urban forests. *Urban Agriculture Magazine*. Issue on Urban and Peri-urban Forestry, 13: 31–33.

Venn, S. J. and Niemelä J. K., 2004. Ecology in a multidisciplinary study of urban green space: the URGE project. *Boreal Environment Research*, 9: 479–489.

Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΓΡΕΒΕΝΩΝ

Γκιουλέκα, Αθανασία; Ανδρεοπούλου, Ζαχαρούλα

Εργαστήριο Δασικής Πληροφορικής, Τμήμα: Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, agkioulek@for.auth.gr

Περίληψη

Οι φυσικοί πόροι σε μια περιοχή αποτελούν τον βασικότερο παράγοντα για την περιφερειακή ανάπτυξη και συμβάλλουν με δυναμικό τρόπο στα είδη της ανάπτυξης που εμφανίζονται. Για την περίπτωση των Γρεβενών, το μανιτάρι αποτελεί ένα σημαντικό φορέα τοπικής ανάπτυξης που χαρακτηρίζει την περιοχή. Τελευταία, αξιοποιούνται οι ψηφιακές μέθοδοι για την προβολή του προϊόντος αυτού σε διάφορα ηλεκτρονικά καταστήματα πώλησης τοπικών προϊόντων του μανιταριού. Στην εργασία αυτή γίνεται αξιολόγηση των ιστοχώρων των επιχειρήσεων, που εμπορεύονται μανιτάρια, με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης ιστοχώρων, ενώ παράλληλα γίνεται έρευνα των μεθόδων και εργαλείων του ψηφιακού μάρκετινγκ που χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις και μελέτη του τρόπου αξιοποίησης των τεχνολογιών του διαδικτύου στο ψηφιακό μάρκετινγκ για την ψηφιακή προβολή τοπικών προϊόντων μανιταριού του Νομού Γρεβενών. Τέλος, γίνεται παρουσίαση των βασικών στοιχείων των επιχειρήσεων.

Λέξεις κλειδιά: Μανιτάρι, Μάρκετινγκ, Τεχνολογίες διαδικτύου, Χαρακτηριστικά ιστοχώρων, Αξιολόγηση, Γρεβενά.

Εισαγωγή

Η περιφερειακή ανάπτυξη σε μια περιοχή επιτυγχάνεται με την κατάρτιση ενός οικονομικού προγράμματος ή σχεδίου εντός των πλαισίων μιας πολιτικής που στοχεύει στην οικονομική ανάπτυξη ποικίλων περιοχών μέσα από ένα καινοτόμο και αποτελεσματικό προγραμματισμό (Ανδρεοπούλου 2015). Οι αναπτυξιακοί φορείς σε συνεργασία στοχεύουν στην υποστήριξη της ολοκληρωμένης τοπικής ανάπτυξης σε αγροτικές περιοχές, συμβάλλοντας στον μετασχηματισμό της τοπικής οικονομίας. Καθώς το Διαδίκτυο διευκόλυνε νέες προοπτικές και ευκαιρίες για όφελος όλων, δημιουργήθηκαν επίσης διάφοροι ιστοχώροι που εκπροσωπούν τοπικούς φορείς ανάπτυξης (Andreopoulou κ.α. 2007, Andreopoulou κ.α. 2014). Ο σύγχρονος αναπτυξιακός στόχος για μια περιοχή περιλαμβάνει τη σωστή οργάνωση και την επίτευξη της ψηφιακής καινοτομίας για την εξασφάλιση προϊόντων, που συχνά χαρακτηρίζονται από ποιότητα και πιστοποίηση (Ανδρεοπούλου 2015). Στη σύγχρονη εποχή το ψηφιακό μάρκετινγκ αξιοποιεί τις διάφορες μεθόδους και εργαλεία, με σκοπό να συγκεντρώσει το καταναλωτικό κοινό με δυναμικό τρόπο. Χωρίζεται σε δύο κατηγορίες που είναι η άμεση επιχειρηματική χρήση του Διαδικτύου, η οποία αναφέρεται σε οποιαδήποτε δραστηριότητα έχει να κάνει με πωλήσεις και marketing μέσα στο Διαδίκτυο και η έμμεση (αφανής), η οποία αναφέρεται σε κάθε δραστηριότητα που πραγματοποιείται από την επιχείρηση μέσα στο δίκτυο (Βλαχοπούλου 1999). Στις κορυφές της Πίνδου, στα μονοπάτια της Βάλια-Κάλντα καθώς και στα πυκνά δάση του Νομού Γρεβενών και πιο συγκεκριμένα κοντά στην επαρχία Βοίου Κοζάνης φυτρώνουν σύμφωνα με τους ειδικούς περισσότερα από χίλια είδη άγριων μανιταριών, και αποτελούν βασικό χαρακτηριστικό ανάπτυξης για την περιοχή ειδικά μέσω της ψηφιακής προβολής τους (Tsiaras κ.α. 2013, Tsiaras κ.α. 2015).

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση των ιστοχώρων των επιχειρήσεων που εμπορεύονται μανιτάρια, με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης ιστοχώρων, ενώ παράλληλα γίνεται έρευνα των μεθόδων και εργαλείων του ψηφιακού μάρκετινγκ που χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις και μελέτη του τρόπου αξιοποίησης των τεχνολογιών του διαδικτύου στο ψηφιακό μάρκετινγκ.

Υλικά και μέθοδοι

Η περιοχή μελέτης είναι η περιοχή του Νομού Γρεβενών. Σε επίπεδο χρήσεων γης τα δάση κυριαρχούν, έπειτα οι αγροί, οι βοσκότοποι, οι οικισμοί και τέλος οι καλυπτόμενες από νερό επιφάνειες. Σχετικά με τα δάση, η πλειοψηφία ανήκει στην κατηγορία των πλατύφυλλων φυλλοβόλων και ακολουθούν τα κωνοφόρα (Δήμος Γρεβενών 2014). Στην περιοχή παρουσιάζονται πολλές κατηγορίες οικοσυστημάτων στις αντίστοιχες ζώνες δασικής βλάστησης, με κυριότερες την ανατολική ζώνη δασών οξιάς-ελάτης και ορεινών παραμεσόγειων κωνοφόρων με δυο υποκατηγορίες, τα οικοσυστήματα ψυχροβιότερων πλατύφυλλων όπως και αυτών των με τα χαρακτηριστικά δάση οξιάς. Παρατηρούνται τα οικοσυστήματα ορεινών παραμεσόγειων κωνοφόρων - (Δήμος Γρεβενών 2020). Στην περιοχή των Γρεβενών κυριαρχούν διάφορα είδη μανιταριών με χαρακτηριστικά είδη μανιταριών το βασιλομανιταρο ή *Boletus edulis*, το πορτομπέλο *Portobello*, ο Αμανίτης ή *Amanita Caesarea*, το πλευρώτους ή *Pleurotus Ostreatus*, η μορχέλα ή *Morchella sp.*, το κέρας της Αμάλθειας ή *Craterellus Cornucopioides*, καθώς και η πανάκριβη τρούφα ή *Tuber sp.*

Επιπρόσθετα, παρατηρούνται δύο ξεχωριστές μικρές λίμνες, πάνω στα υποαλπικά υψίπεδα του όρους Μαυροβουνίου στη Φλέγγα. Το πρώτο αρχίζει από το Αρκουδόρεμα στο ύψος της συμβολής με το ρέμα «Μνήματα», το δεύτερο από το ρέμα «Σαλατούρα» και το τρίτο απ' το διάσελο «Σαλατούρα Μηλιάς» και ακολουθεί την κορυφογραμμή του Μαυροβουνίου. Τέλος από το χωριό Βοβούσα διασχίζοντας το Αρκουδόρεμα ανηφορικά εντοπίζεται μονοπάτι που φτάνει στην πεδιάδα της Βάλια Κάλντα και στις λίμνες φλέγγας.(Δήμος Γρεβενών 2020). Ο Δήμος Γρεβενών περιλαμβάνει ένα έντονο γεωγραφικό ανάγλυφο και έχει τον χαρακτηρισμό «ορεινός-ημιορεινός». Στα δυτικά, εντοπίζεται η οροσειρά της βόρειας Πίνδου και βορειοανατολικά παρατηρείται το όρος Βούρινος και η πιο ψηλή κορυφή του είναι στα όρια των δήμων Βοΐου και Γρεβενών.(Δήμος Γρεβενών 2020).



Εικόνα 1. Χάρτης Νομού Γρεβενών
Picture 1. Map of the Prefecture of Grevena

Συλλογή δεδομένων

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε τους μήνες Οκτώβριο με Δεκέμβριο 2020. Αρχικά αναζητήθηκαν με λέξεις κλειδιά ψηφιακοί ιστοχώροι που προβάλλουν τοπικά προϊόντα μανιταριού στα Γρεβενά. Οι επιχειρήσεις καταγράφηκαν και παρουσιάζονται αναλυτικά οι ιστοσελίδες από κάθε επιχείρηση για τα τοπικά προϊόντα μανιταριών, καταγράφονται οι διαδικτυακές τεχνολογίες μάρκετινγκ που αξιοποιήθηκαν και γίνεται ανάλυση των χαρακτηριστικών των διαδικτυακών ιστοχώρων. Τα αρχικά κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν είναι ο τίτλος του ψηφιακού καταστήματος, η ύπαρξη ιστορικών στοιχείων, η ύπαρξη περιβαλλοντικών, οικονομικών στοιχείων, η δυνατότητα επιλογής μεταξύ της ελληνικής και της αγγλικής γλώσσας, η ύπαρξη περιγραφής των προϊόντων και εναλλακτικών μεθόδων πληρωμής.

Ακολουθεί ποιοτικός έλεγχος για τα χαρακτηριστικά των έξι κατηγοριών κριτηρίων όπως η πλοήγηση, ο σχεδιασμός, η διαδραστικότητα, η προσβασιμότητα, η χρησιμότητα πληροφοριών και οι ηλεκτρονικές υπηρεσίες ιστοσελίδας (Andreopoulou κ.α. 2007, Andreopoulou κ.α. 2008, Andreopoulou κ.α. 2011, Tsekouropoulos κ.α. 2012).

Αποτελέσματα

Βρέθηκαν στην αναζήτηση οι παρακάτω 3 ιστοχώροι.:

- <https://tomanitari.gr/> «Μανιταροπροϊόντα Γρεβενών γήινες γεύσεις»,
- <http://www.idigeston.gr/index.php/el/> Ηδύγευστον και
- <https://www.facebook.com/groups/tamanitariatwngrevenwn> Καραγιάννης ΑΕ.

Σχετικά με το κατάστημα «μανιταροπροϊόντα Γρεβενών με γήινες γεύσεις» παρατηρείται η χρήση της μεθόδου του μάρκετινγκ μηχανών αναζήτησης ή «SEM, Search Engine Marketing, η χρήση του «SEO», «search engine optimization»,. Ακόμα, παρατηρείται η αξιοποίηση του «SMM», του μάρκετινγκ διαδικτυακού περιεχομένου, των αμειβόμενων διαφημίσεων paid placement, του «inbound μάρκετινγκ», του «affiliate marketing» και του μάρκετινγκ ψηφιακού ταχυδρομείου «e-mail marketing». Τέλος χρησιμοποιείται το αυτοματοποιημένο μάρκετινγκ ή «Automation system» και το «online PR».

Στην περίπτωση του καταστήματος «Ηδύγευστον» γίνεται η χρήση της μεθόδου του μάρκετινγκ μηχανών αναζήτησης ή «SEM, Search Engine Marketing, η χρήση του «SEO» ή «search engine optimization», καθώς και η χρήση των αμειβόμενων διαφημίσεων paid placement.. Ακόμα, παρατηρείται η χρήση του μάρκετινγκ διαδικτυακού περιεχομένου, του «affiliate marketing» και τέλος του μάρκετινγκ ψηφιακού ταχυδρομείου ή «e-mail marketing» και του «online PR».

Στην περίπτωση της εταιρίας «Καραγιάννης Α.Ε» παρατηρείται η αξιοποίηση των μεθόδων του ψηφιακού μάρκετινγκ όπως η μέθοδος μάρκετινγκ μηχανών αναζήτησης ή «SEM, Search Engine Marketing, η χρήση του «SEO» ή «search engine optimization», η χρήση των αμειβόμενων διαφημίσεων paid placement, η χρήση του «SMM». Ακόμα, επισημαίνεται η χρήση του μάρκετινγκ διαδικτυακού περιεχομένου, του «inbound μάρκετινγκ», του «affiliate marketing», του μάρκετινγκ ψηφιακού ταχυδρομείου ή «e-mail marketing» , του αυτοματοποιημένου μάρκετινγκ ή «Automation system» και τέλος η χρήση του «online PR».

Στον Πίνακα 1, βλέπουμε συνολικά τα χαρακτηριστικά των ιστοχώρων με κριτήρια αξιολόγησης

Πίνακας 1. Συγκριτικός Πίνακας των επιχειρήσεων
Table 1. Business Comparative Table

Κριτήρια αξιολόγησης	Μανιταροπροϊόντα Γρεβενών γήινες γεύσεις	Ηδύγευστον	Καραγιάννης Α.Ε
Διάθεση άνω των δύο γλωσσών	NAI	NAI	NAI
Παροχή πληροφοριών για τα προσφερόμενα προϊόντα / τις προσφερόμενες υπηρεσίες	NAI	NAI	NAI
Παροχή στοιχείων επικοινωνίας	NAI	NAI	OXI
Διάθεση πληροφοριών τοπικού ενδιαφέροντος	NAI	NAI	NAI
Παροχή ψηφιακού χάρτη	NAI	OXI	OXI
Διάθεση φωτογραφικού / οπτικοακουστικού υλικού	NAI	NAI	NAI
Υπηρεσία ζωντανής μετάδοσης μέσω διαδικτυακής κάμερας (live web camera)	OXI	OXI	NAI
Διάθεση χάρτη ιστοσελίδας	NAI	OXI	OXI
Δυνατότητα εγγραφής επισκεπτών ως μέλη της ιστοσελίδας	NAI	OXI	NAI
Παράθεση απαντήσεων συχνών ερωτήσεων	OXI	OXI	OXI
Παροχή εφαρμογής ημερολογίου / ρολογιού	OXI	OXI	OXI
Παροχή δυνατότητας κοινοποίησης της ιστοσελίδας σε κοινωνικά δίκτυα (share)	NAI	NAI	NAI

Παροχή πληροφοριών για σχετικά θέματα	NAI	NAI	NAI
Παροχή εφαρμογής ημερολογίου εκδηλώσεων	OXI	OXI	OXI
Παροχή χρήσιμων συνδέσμων	NAI	NAI	NAI
Ιστορικά στοιχεία	NAI	NAI	NAI
Περιβαλλοντικά στοιχεία	NAI	NAI	NAI
Οικονομικά στοιχεία	NAI	NAI	NAI
Δυνατότητα επιλογής Ελληνικής-Αγγλικής Γλώσσας	NAI	NAI	NAI
Είδη προϊόντων	NAI	NAI	NAI
Εναλλακτικοί μέθοδοι πληρωμής	Αντικαταβολή, paypal	Αντικαταβολή, paypal	Τιμολόγιο ή Λιανική απόδειξη

Στο κατάστημα «μανιταροπροϊόντα Γρεβενών με γήινες γεύσεις» εντοπίζουμε τη χρήση ιστορικών, περιβαλλοντικών, στοιχείων της περιοχής της Βόρειας Πίνδου, των Γρεβενών και παρέχονται πληροφορίες για τα διάφορα είδη διαθέσιμων προϊόντων, προς πώληση και υπάρχει η δυνατότητα χρήσης ελληνικής ή αγγλικής γλώσσας. Σχετικά με τα ιστορικά στοιχεία, η ιδέα άρχισε πριν μερικά χρόνια εξαιτίας των καθημερινών εξορμήσεων στο βουνό για συλλογή μανιταριών, με την υποστήριξη της ομάδας «manitari.gr». Συμπληρωματικά, παρουσιάζονται τα είδη προϊόντων μανιταριών όπως, γλυκά από μανιτάρια, δημητριακά με μανιτάρια, ζυμαρικά με μανιτάρια, λικέρ από μανιτάρια σε σκόνη μανιτάρια αφυδατωμένα, μανιτάρια σε ελαιόλαδο προϊόντα τρούφας, σάλτσες με μανιτάρια σούπες με μανιτάρια, καλάθια με προϊόντα μανιταριών, μανιταρόπιτα με χωριάτικο φύλλο, παγωτό με μανιτάρι. Τέλος, η πληρωμή των παραπάνω προϊόντων γίνεται με αντικαταβολή, κατάθεση σε τράπεζα και paypal. (μανιταροπροϊόντα Γρεβενών με γήινες γεύσεις 2021).

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, στην περίπτωση του καταστήματος «Ηδύγευστον» εντοπίζουμε τη χρήση ιστορικών, περιβαλλοντικών, στοιχείων της περιοχής των Γρεβενών και του Εθνικού Δρυμού «Βάλια Κάλντα» καθώς και πληροφορίες για τα διάφορα είδη διαθέσιμων προϊόντων, προς πώληση όπου υπάρχει η δυνατότητα χρήσης της ελληνικής ή αγγλικής γλώσσας και εναλλακτικών μεθόδων πληρωμής. Ειδικότερα, σχετικά με τη χρήση ιστορικών στοιχείων, το κατάστημα Ηδύγευστον, βρίσκεται στην πόλη των Γρεβενών, με ιδιοκτήτη τον Ανδρέα Σλιάρα, το οποίο ξεκίνησε την πορεία του το 2006 και μετατράπηκε η ενασχόληση του σπιτιού σε επαγγελματική δραστηριότητα. Προϊόντα πώλησης αποτελούν γλυκά του κουταλιού από μανιτάρι, διάφορα είδη αποξηραμένων μανιταριών, μανιτάρια σε λάδι, ζυμαρικά από μανιτάρι, μανιταρόσουπα, κριθαράκι με μανιτάρι, χορτόσουπα με μανιτάρι ακόμα και πουρές με μανιτάρι. Τέλος, η ιστοσελίδα περιλαμβάνει οικονομικά στοιχεία όπως οι τιμές των προϊόντων και εναλλακτικοί μέθοδοι πληρωμής (αντικαταβολή, κατάθεση σε τράπεζα και «paypal»). (Ηδύγευστον 2021).

Σχετικά με το κατάστημα «Καραγιάννης Α.Ε.», εντοπίζουμε τη χρήση ιστορικών, περιβαλλοντικών, στοιχείων της περιοχής του Νομού Γρεβενών και παρέχονται πληροφορίες για τα διάφορα είδη διαθέσιμων προϊόντων, προς πώληση με τη δυνατότητα χρήσης της ελληνικής ή αγγλικής γλώσσας. Η συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής μανιταριών ιδρύθηκε το 2013 από τον Καραγιάννη Γεώργιο, ο οποίος είναι ο πρώτος ιδρυτής της μονάδας παραγωγής μανιταριών «τα μανιτάρια των Γρεβενών». Πιο αναλυτικά, καταγράφονται το φρέσκα μανιτάρια, αποξηραμένα μανιτάρια, ζυμαρικά από μανιτάρι, φωλιές μανιταριού, μανιταρόσουπα και γλυκά με μανιτάρι. Ακόμα, σχετικά με την δυνατότητα πληρωμής των προϊόντων, γίνεται με τιμολόγιο (χονδρικών) ή λιανική απόδειξη. Τέλος, παρατηρήθηκε η απουσία ηλεκτρονικής ιστοσελίδας παρά μόνο εταιρικό προφίλ στο μέσο κοινωνικής δικτύωσης, όπου υπάρχει δυνατότητα επιλογής της ελληνικής ή αγγλικής γλώσσας. (Καραγιάννης Α.Ε. 2021).

Στη συνέχεια γίνεται αξιολόγηση των ιστοσελίδων των εταιριών σχετικά με τη χρήση των έξι γενικών κατηγοριών κριτηρίων όπως η πλοήγηση, ο σχεδιασμός, η διαδραστικότητα, η προσβασιμότητα, η χρησιμότητα πληροφοριών καθώς και οι ηλεκτρονικές υπηρεσίες ιστοσελίδας.

Στην περίπτωση του καταστήματος «Ηδύγευστον», σχετικά με την πλοήγηση, υπάρχει μηχανή αναζήτησης ιστοχώρου, με λέξεις κλειδιά, ή κουμπιού επιστροφής στην αρχική σελίδα. Όσο αφορά, τη

διαδραστικότητα, παρατηρείται η απουσία ύπαρξης χάρτη με στίγμα εντοπισμού και υπάρχει δυνατότητα δήλωσης/ διαμοιρασμού παρουσίας σε social media, διατίθεται τηλέφωνο, e-mail επικοινωνίας και υπάρχει παραπομπή στη σελίδα της επιχείρησης στα social media καθώς και υποστήριξη διαφορετικής γλώσσας ανάλογα με το κοινό. Σχετικά με τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες, παρατηρείται η απουσία ηλεκτρονικού καταστήματος με καλάθι αγορών, δεν υπάρχει δυνατότητα διαφορετικών τρόπων πληρωμής και τέλος η χρησιμότητα πληροφοριών δείχνει την παρουσία πληροφοριών σχετικά με το ιστορικό αναζήτησης της εταιρίας ενώ δεν διατίθεται τιμοκατάλογος.

Σχετικά με το κατάστημα μανιταροπροϊόντα Γρεβενών γήινες γεύσεις», αναφορικά με την πλοήγηση, υπάρχει μηχανή αναζήτησης ιστοχώρου, με λέξεις κλειδιά, αλλά όχι κουμπί επιστροφής στην αρχική σελίδα. Όσο αφορά, τη διαδραστικότητα, παρατηρείται η παρουσία ύπαρξης χάρτη με στίγμα εντοπισμού και υπάρχει δυνατότητα δήλωσης, διαμοιρασμού παρουσίας σε «social media, όμως διατίθεται τηλέφωνο, e-mail επικοινωνίας και υπάρχει παραπομπή στη σελίδα της επιχείρησης στα social media καθώς και υποστήριξη διαφορετικής γλώσσας ανάλογα με το κοινό. Σχετικά με τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες, επισημαίνεται το ηλεκτρονικό κατάστημα με καλάθι αγορών και υπάρχει δυνατότητα διαφορετικών τρόπων πληρωμής, ενώ η χρησιμότητα πληροφοριών δείχνει την παρουσία πληροφοριών σχετικά με το ιστορικό της εταιρίας και διατίθεται τιμοκατάλογος.

Όσο αφορά το κατάστημα Καραγιάννης «Α.Ε.», σχετικά με την πλοήγηση, υπάρχει μηχανή αναζήτησης ιστοχώρου, με λέξεις κλειδιά, αλλά όχι κουμπί επιστροφής στην αρχική σελίδα. Όσο αφορά, τη διαδραστικότητα, παρατηρείται απουσία ύπαρξης χάρτη με στίγμα εντοπισμού και υπάρχει δυνατότητα δήλωσης, διαμοιρασμού παρουσίας σε «social media, όμως δεν διατίθεται τηλέφωνο, «e-mail» επικοινωνίας και παρατηρείται υποστήριξη διαφορετικής γλώσσας ανάλογα με το κοινό. Σχετικά με τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες, έχουμε απουσία ηλεκτρονικού καταστήματος με καλάθι αγορών και μάλιστα υπάρχει δυνατότητα διαφορετικών τρόπων πληρωμής και σχετικά με τη χρησιμότητα πληροφοριών, παρατηρούνται πληροφορίες σχετικές με το ιστορικό της εταιρίας και δεν διατίθεται τιμοκατάλογος.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Στη σύγχρονη εποχή, παρατηρείται ιδιαίτερα ανταγωνισμός των επιχειρήσεων. Σε γενικές γραμμές, οι εταιρίες πώλησης τοπικών προϊόντων μανιταριού παρουσιάζουν περισσότερες ομοιότητες από ότι διαφορές και τα σημεία στα οποία διαφοροποιούνται οι τρεις εταιρίες καταδεικνύουν τους διαφορετικούς τρόπους αξιοποίησης του ψηφιακού μάρκετινγκ και προσέγγισης του καταναλωτικού κοινού με στόχο την πώληση των προϊόντων και ο τρόπος με τον οποίο ασκούν το ψηφιακό μάρκετινγκ, οι τρεις εταιρίες, αποτελεί πολύ καλό παράδειγμα που μπορούν να ακολουθήσουν κι άλλες εταιρίες του κλάδου, αλλά κι άλλων κλάδων, παρεμφερών και μη.

Παρατηρείται η διάθεση άνω των δύο γλωσσών, πληροφοριών για τα προσφερόμενα προϊόντα-υπηρεσίες, στοιχείων επικοινωνίας, με εξαίρεση το κατάστημα Καραγιάννης Α.Ε. , πληροφοριών τοπικού ενδιαφέροντος, του ψηφιακού χάρτη, με εξαίρεση το κατάστημα Ηδύγευστον και Καραγιάννης Α.Ε., φωτογραφικού -οπτικοακουστικού υλικού, υπηρεσία ζωντανής μετάδοσης μέσω διαδικτυακής κάμερας, εκτός από το κατάστημά μανιταροπροϊόντα με γήινες γεύσεις και το κατάστημα Ηδύγευστον και χάρτης ιστοσελίδας, με εξαίρεση την περίπτωση του καταστήματος Ηδύγευστον και Καραγιάννης Α.Ε. Αξίζει να σημειωθεί η δυνατότητα εγγραφής επισκεπτών ως μέλη της ιστοσελίδας, με εξαίρεση την ιστοσελίδα της εταιρίας Ηδύγευστον, η απουσία απαντήσεων συχνών ερωτήσεων, και εφαρμογής ημερολογίου-ρολογιού, η δυνατότητα κοινοποίησης της ιστοσελίδας σε κοινωνικά δίκτυα και πληροφοριών για σχετικά θέματα, η απουσία εφαρμογής ημερολογίου εκδηλώσεων, ενώ τονίζεται η δυνατότητα παροχής χρήσιμων συνδέσμων.

Είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθεί η αξιολόγηση αυτή με σκοπό τη βελτίωση των ιστοχώρων, την αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών διαδικτύου ώστε τελικά να συντελούν θετικά στην τοπική ανάπτυξη της περιοχής των Γρεβενών. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός χρειάζεται ενημέρωση των εμπλεκόμενων φορέων και ψηφιακή ανάπτυξη και εξειδίκευση των επιχειρήσεων.

Abstract

Natural resources in an area are the key factor for regional development and contribute in a dynamic way to the types of development that occur. In the case of Grevena, mushroom is important in local development that characterizes the area. Lastly, digital methods are being used to promote this product at various online stores selling local mushroom products. This paper evaluates the websites of companies that market mushrooms, based on the criteria for evaluating websites, while at the same time researching the methods and tools of digital marketing used by companies and studying how to use internet technologies in digital marketing for digital display of local mushroom products of the Prefecture of Grevena. Finally, the key elements of the business are presented.

Βιβλιογραφία

- Ανδρεοπούλου, Ζ., 2015. Περιφερειακή Ανάπτυξη. Ανοιχτά ακαδημαϊκά Μαθήματα <https://opencourses.auth.gr/courses/OCRS390/>.
- Andreopoulou, Z., Arabatzis, G., Manos, B. and Sofios, S., 2007. Promotion of rural regional development through the WWW. *Int. J. Appl. Syst. Stud.*, 1(3), 290-304.
- Andreopoulou, Z., Manos, B., Polman, N. and Viaggi, D. (Eds.), 2011. *Agricultural and Environmental Informatics, Governance and Management: Emerging Research Applications*. IGI Global (701 E. Chocolate Avenue, Hershey, Pennsylvania, 17033, USA).
- Andreopoulou, Z., Tsekouropoulos, G., Koutroumanidis, T., Vlachopoulou, M. and Manos, B., 2008. «Typology for e-business activities in the agricultural sector», *Int. J. Business Information Systems*, Vol. 3, No. 3, 2008, pp 231-251
- Andreopoulou, Z., Tsekouropoulos, G., Koliouka, C. and Koutroumanidis, T., 2014. Internet marketing for sustainable development and rural tourism. *International journal of business information systems* 16 (4), 446-461
- Βλαχοπούλου, Μ., 1999. *e-Marketing. Πληροφοριακά Συστήματα – Νέες Τεχνολογίες στο Μάρκετινγκ*, εκδόσεις Rosili, σ.272, ISBN: 960-7745-03-5, Αθήνα
- Δήμος Γρεβενών, 2020. Επιχειρησιακό σχέδιο Δήμου Γρεβενών-Φάση Α': Στρατηγικός Σχεδιασμός Γρεβενά, Δεκέμβριος, σ. 19-22.
- Δήμος Γρεβενών, 2014. Επιχειρησιακό σχέδιο Δήμου Γρεβενών-Α Φάση – Στρατηγικός Σχεδιασμός, σ. 77-79
- Ηδύγευστον, 2021. <http://www.idigefston.gr/index.php/el/>
- Καραγιάννης, Α.Ε., 2021. <https://www.facebook.com/groups/tamanitariatwngrevenwn/>
- Μανιταροπροϊόντα Γρεβενών με γήινες γεύσεις, 2021. <https://tomanitari.gr/>
- Tsekouropoulos, G., Koliouka, C. and Andreopoulou, Z., 2013. Marketing and Digital Functions in Greek Rural Agribusiness: A Case of Classification, Vol. 3(2), 1-10.
- Tsekouropoulos, G., Andreopoulou, Z., Samathrakis, V., and Grava, F., 2012. Sustainable development through agriculture entrepreneurship opportunities: introducing internet consulting for market places. *J. Environ. Prot. Ecol.*, 13(4), 2240-2248.
- Tsiaras, S. and Domakinis, C., 2013. Assessment of the Relationship between Forest Habitats of Mushrooms and Geology in Grevena, Greece Using Geographic Information Systems (GIS). *Procedia Technology*, 8, 122-129.
- Tsiaras, S. and Domakinis, C., 2015. Correlating Mushroom Habitats and Geology in Grevena Prefecture (Greece) with the Use of Geographic Information Systems (GIS). *Int. J. Agric. Environ. Inf. Syst. (IJAEIS)*, 6(2), 1-14

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΦΟΔΡΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΜΕΣΩ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥΣ

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

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα, Ιερά Οδός 75, 118 55, emmazergoli@gmail.com, mpsomiadis@aua.gr, i.pap@aua.gr

²Ελληνικός Αγροτικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ» Ινστιτούτο Μεσογειακών & Δασικών Οικοσυστημάτων, Αθήνα, Τέρμα Αλκμάνος 11528, gxnrct@fria.gr

Περίληψη

Η σφοδρότητα ή δριμύτητα μιας δασικής πυρκαγιάς δηλαδή η έκφραση της επίδρασης της έντασης της στο περιβάλλον αποτελεί πολύ σημαντική έννοια καθώς η αξιόπιστη καταγραφή της έχει μεγάλη σημασία για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των καμένων εκτάσεων. Σκοπός της εργασίας είναι αρχικά η εφαρμογή στην Ελλάδα της ευρέως χρησιμοποιούμενης διεθνώς μεθόδου Composite Burn Index (CBI) για την αξιολόγηση της σφοδρότητας με βάση δεδομένα πεδίου. Στη συνέχεια είναι η διερεύνηση της συσχέτισης του δείκτη σφοδρότητας differenced Normalized Burn Ratio (dNBR), που υπολογίζεται χωρικά με βάση δορυφορικά δεδομένα, με τον CBI, για πυρκαγιές στα μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα της χώρας μας, ώστε να αξιολογηθεί η δυνατότητα και αξιοπιστία της χαρτογράφησης της σφοδρότητας με τηλεπισκόπηση. Η έρευνα περιελάμβανε μετρήσεις πεδίου για υπολογισμό του CBI σε 5 επιφάνειες σε τέσσερις δασικές πυρκαγιές του θέρους του 2020. Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του δορυφόρου Sentinel-2 για χαρτογράφηση των 4 πυρκαγιών και τον χωρικό υπολογισμό του dNBR. Η γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης μεταξύ CBI και dNBR με $R^2 = 0,5714$ δείχνει ότι η χρήση του dNBR ως δείκτη σφοδρότητας μπορεί να παράγει αξιόπιστα αποτελέσματα στα μεσογειακά οικοσυστήματα. Η μη σημαντικότητα της εξίσωσης σημαίνει ότι αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιχειρησιακά. Απαιτείται μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος για τη δημιουργία μιας ισχυρής στατιστικά εξίσωσης.

Λέξεις κλειδιά: δασική πυρκαγιά, σφοδρότητα πυρκαγιάς, Τηλεπισκόπηση, CBI, dNBR, μεταπυρικές επιπτώσεις.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν ιδιαίτερα μεγάλη απειλή για την ανθρώπινη ζωή, τις ιδιοκτησίες, τις υποδομές και τα οικοσυστήματα (Petropoulos κ.α. 2011). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), οι περισσότερες δασικές πυρκαγιές (έως και 90%) συμβαίνουν σε χώρες της Μεσογείου (Xanthopoulos και Nikolov 2019), ενώ η συχνότητα, η έκταση και η σοβαρότητα των πυρκαγιών έχουν αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Οι περιοχές αυτές υφίστανται τις μεγαλύτερες απώλειες όσον αφορά δασικές και γεωργικές εκτάσεις, ανθρώπινες ζωές, ζώα, κατοικίες, καθώς και υποδομές. Το μεσογειακό κλίμα και τα βιογεωγραφικά χαρακτηριστικά διευκολύνουν το ξέσπασμα πυρκαγιών και την εκδήλωση μεταπυρικών φαινομένων, όπως οι πλημμύρες και η διάβρωση (Efthimiou κ.α. 2020, Psomiadis κ.α. 2020).

Η δασική πυρκαγιά είναι μια φυσική λειτουργία των δασικών οικοσυστημάτων που όμως δεν παύει να αποτελεί μία διαταραχή η οποία επηρεάζει, όχι μόνο τα χερσαία, αλλά και τα υδατικά και ατμοσφαιρικά συστήματα (Lentile κ.α. 2006, Pausas κ.α. 2008). Η επίδρασή της διαφέρει σημαντικά ως προς την κατανομή της στο χώρο καθώς πρόκειται για δυναμικό φαινόμενο επηρεαζόμενο από πολλούς μεταβαλλόμενους παράγοντες. Πολλοί μελετητές έχουν αναφερθεί στις πιέσεις που δέχονται οι παράγοντες του περιβάλλοντος που αφορούν τη ρύπανση των ατμοσφαιρικών, χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων, την αλλαγή στη σύσταση της βιοποικιλότητας (πανίδα και χλωρίδα), τις επιδράσεις στις ιδιότητες του εδάφους καθώς και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις όπως η εδαφική

διάβρωση, οι πλημμύρες, οι λασπορροές, οι κατολισθήσεις αλλά και υποβάθμιση των εδαφικών πόρων (De Bano κ.α. 1998, Neary κ.α. 1999, Neary κ.α. 2005, Doerr και Cerdà 2005, Αριανούτσου 2012, Martin κ.α. 2016).

Η σφοδρότητα της πυρκαγιάς (fire severity) ορίζεται ως η επίδραση της φωτιάς και ο βαθμός αλλαγής ενός οικοσυστήματος από τη πρότερη κατάσταση του με βασική αναφορά στα στοιχεία που το συνθέταν πριν τη πυρκαγιά και είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί (Key και Benson 2006, Keeley 2009). Πολλοί μελετητές διαχωρίζουν την σφοδρότητα της φωτιάς (fire severity) ως την έκφραση των βραχυπρόθεσμων περιβαλλοντικών αλλαγών στη δομή της βλάστησης και τα μέρη του οικοσυστήματος και την σφοδρότητα της καύσης (burn severity) ως τις μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές αλλαγές και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της φωτιάς (Lentile κ.α. 2006, French κ.α. 2008, Veraverbeke κ.α. 2010, Morgan κ.α. 2014, Mitsopoulos κ.α. 2019). Συμπερασματικά, η σφοδρότητα εκφράζει τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς στο οικοσύστημα και η αξιολόγηση της έντασης και της χωρικής κατανομής της είναι πολύ σημαντική καθώς επιτρέπει την πρόβλεψη των οικολογικών συνθηκών μετά την φωτιά, περιλαμβανομένης και της ετερογένειας που προκαλείται (Keeley 2009, Morgan κ.α. 2014).

Η ετερογένεια που συναντάται τόσο σε μεγαλύτερες όσο και σε μικρότερης έκτασης πυρκαγιές εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της φωτιάς, όπως οι καιρικές συνθήκες, η κατάσταση της καύσιμης ύλης που θα καθορίσουν και τον τύπο της πυρκαγιάς, τοπογραφικές συνθήκες (White κ.α. 1996, Xanthopoulos και Athanasiou 2020) καθώς και τα μέτρα καταστολής που θα χρησιμοποιηθούν. Η αξιόπιστη αποτύπωση της σφοδρότητας ως θεματικό χωρικό επίπεδο πληροφωρίας έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί: α) συμβάλλει στον γρήγορο περιβαλλοντικό και οικονομικό απολογισμό της καταστροφής, β) υποβοηθά τον σχεδιασμό αποκατάστασης και τον προληπτικό σχεδιασμό από μεταπυρικές φυσικές καταστροφές, γ) συνεισφέρει στην εκτίμηση της πορείας αναγέννησης των οικοσυστημάτων και του ελέγχου τυχόν μεταβολών χρήσεων γης, δ) εισάγεται ως ένα από τα θεματικά επίπεδα μοντέλων εδαφικής διάβρωσης μετά από πυρκαγιά (Karamesouti κ.α. 2016, Efthimiou κ.α. 2020). Η ανάγκη για την αποτύπωση της σφοδρότητας και των συνεπαγόμενων επιδράσεων οδηγούν στη δημιουργία, δοκιμή και εφαρμογή μεθόδων και εργαλείων για άμεση εκτίμηση τους (Robichaud κ.α. 2003).

Η χρήση της τηλεπισκόπησης η οποία προσφέρει χαμηλού κόστους, πολυφασματικά εργαλεία σε διάφορες κλίμακες (τοπικές, παγκόσμιες) και σε μεγάλες γεωγραφικές εκτάσεις, αποτελεί μία αποτελεσματική και ποσοτική μέθοδο (Szprakowski και Jensen 2019), που σε συνδυασμό με δεδομένα υπαίθρου χρησιμοποιείται για να περιγραφούν τα αποτελέσματα της σφοδρότητας μιας πυρκαγιάς στο περιβάλλον (Lentile κ.α. 2006, Keeley 2009). Παγκοσμίως, ερευνητές έχουν εξερευνήσει τη χρήση της δορυφορικής τηλεπισκόπησης για την εκτίμηση της σφοδρότητας της πυρκαγιάς με εφαρμογές σε διαφορετικά οικοσυστήματα και χρήση διαφορετικών πολυφασματικών δεικτών (NBR, dNBR, RBR, NDVI, dNDVI) και διαφορετικούς δορυφορικούς αισθητήρες (White κ.α. 1996, Key και Benson 2006, Veraverbeke κ.α. 2010, Athanasakis κ.α. 2017, Mallinis κ.α. 2018, Psomiadis κ.α. 2020).

Το πρόγραμμα Copernicus της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (ESA) που τέθηκε σε λειτουργία την προηγούμενη δεκαετία παρέχει καινοτόμα και συνεχή δορυφορικά δεδομένα. Ο οπτικός δορυφόρος Sentinel-2 (S2), παρέχει εικόνες υψηλής χωρικής, φασματικής και χρονικής ανάλυσης. Ο S2 είναι εξοπλισμένος με τον αισθητήρα MSI (Multi-Spectral Imager) που λειτουργεί σε 13 διαφορετικά φασματικά κανάλια, με χωρική ανάλυση 10 μ. (4 κανάλια), 20 μ. (6 κανάλια) και 60 μ. (3 κανάλια). Τα δεδομένα που παρέχει και τα οποία είναι ελεύθερα προσβάσιμα, προσφέρουν σημαντική πληροφορία σε έρευνες που ασχολούνται με τις φυσικές καταστροφές, την παρακολούθηση των μεταβολών χρήσης/κάλυψης Γης (Efthimiou κ.α. 2020, Psomiadis κ.α. 2020).

Όσον αφορά την εκτίμηση της σφοδρότητας στο πεδίο, μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος που χρησιμοποιείται και για τη σύνδεση των δεδομένων πεδίου με την χρήση δορυφορικών εικόνων είναι ο δείκτης Composite Burn Index (CBI) που προτάθηκε από τους Key και Benson το 2006 για τα δεδομένα της Αμερικής. Παρακάτω αναφέρεται ως μέθοδος CBI. Στην παγκόσμια βιβλιογραφία, βρίσκουμε πολλές εφαρμογές της συγκεκριμένης μεθόδου αλλά και τροποποιήσεων αυτής στη προσπάθεια των ερευνητών για εφαρμογή της σε διαφορετικά οικοσυστήματα, χρησιμοποιώντας και συγκρίνοντας διάφορους δορυφορικούς πολυφασματικούς δείκτες και αισθητήρες (Key και Benson 2006, Miller και Thode 2007, Miller κ.α. 2009, De Santis και Chuvieco 2009, French κ.α. 2008, Mallinis κ.α. 2018)

Στη μελέτη μας, ως σφοδρότητα της πυρκαγιάς θεωρήσαμε το βαθμό αλλαγής των στοιχείων που συνθέτουν το οικοσύστημα (βλάστηση, έδαφος), δίνοντας μια πιο βραχυπρόθεσμη έννοια λόγω των

παραγόντων που μετρήθηκαν με τη χρήση της CBI και θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Στόχος μας ήταν η εφαρμογή της μεθοδολογίας CBI σε συνθήκες ενός Μεσογειακού Οικοσυστήματος και σε διαφορετικές πυρκαγιές και η συσχέτιση των αποτελεσμάτων της μεθόδου με τις δορυφορικές εικόνες του Sentinel-2 με τη χρήση κυρίως του δείκτη dNBR. Μακροπρόθεσμος σκοπός ήταν η επιβεβαίωση ή μη της μεθοδολογίας και η πρόταση χρήσης της στον Ελλαδικό χώρο για άμεση αποτύπωση και εκτίμηση της σφοδρότητας μιας πυρκαγιάς.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή Μελέτης

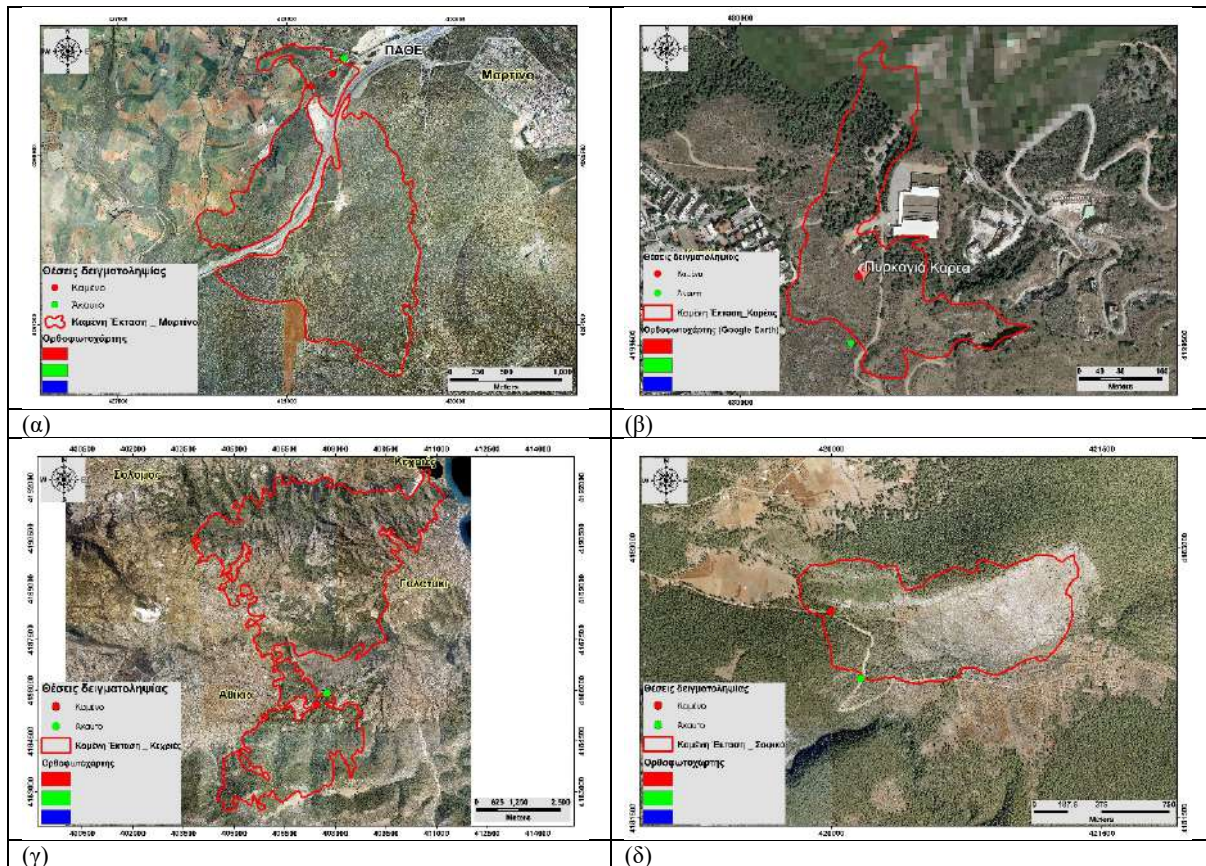
Οι περιοχές μελέτης μας κατανεμήθηκαν σε τέσσερις δασικές πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν στο Μαρτίνο Φθιώτιδας στις 19 Ιουνίου του 2020, στις Κεχρίες και στο Σοφικό Κορινθίας στις 22 Ιουλίου και 4 Σεπτεμβρίου του 2020 αντίστοιχα και τέλος στον Καρέα Αττικής στις 26 Σεπτεμβρίου του 2020 (Σχήμα 1). Η επικρατούσα βλάστηση σε όλες τις περιοχές μελέτης ήταν πευκοδάσος χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων, εκτός από την περιοχή που βρίσκεται στο Καρέα όπου κάηκε θαμνώνας αείφυλλων πλατύφυλλων χωρίς ανώροφο πεύκων (Σχήμα 2).



Σχήμα 1. Οι τέσσερις περιοχές μελέτης σε Μαρτίνο Φθιώτιδας, Καρέα Αττικής, Κεχρίες και Σοφικό Κορινθίας
Figure 1. The four study areas at Martino (Fthiotida prefecture), Kareas (Attica), Kechries and Sofiko (Corinth)

Μεθοδολογία Μετρήσεων Υπαίθρου

Για τις παρατηρήσεις των παραμέτρων της CBI πραγματοποιήθηκαν και στις τέσσερις περιοχές μετρήσεις και δειγματοληψίες υπαίθρου σε επιλεγμένα χαρακτηριστικά σημεία των πληγέντων περιοχών (Σχήμα 2). Στην πυρκαγιά στο Μαρτίνο επιλέχθηκαν δύο θέσεις δειγματοληψίας μέσα στη καμένη περιοχή μελέτης και η επίσκεψη έλαβε χώρα στις 17 Σεπτεμβρίου του 2020. Στις υπόλοιπες περιοχές επιλέχθηκε μία περιοχή δειγματοληψίας. Στην περιοχή της Κορινθίας οι εργασίες υπαίθρου πραγματοποιήθηκαν στις 26 Σεπτεμβρίου 2020 και στον Καρέα στις 3 Οκτωβρίου του 2020. Όλες οι θέσεις είχαν μέγεθος 30 x 30 μ και μέσα σε αυτό το πλαίσιο (plot) εφαρμόστηκε η κλασική μέθοδος CBI που προτάθηκε από τους Key και Benson (2006) και εκτιμήθηκαν οι παράμετροί της.



Σχήμα 2. Τα όρια των καμένων εκτάσεων (α) στο Μαρτίνο Φθιώτιδας, (β) στον Καρέα Αττικής, (γ,δ) στις Κεχρίες και στο Σοφικό Κορινθίας.

Figure 2. The outlines of the burned areas (a) Martino Fthiotida, (b) Kareas Attica, (c,d) Kechries and Sofiko Corinth

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο της CBI, οι μελετητές μέσω οπτικών παρατηρήσεων στο πεδίο, συμπληρώνουν έναν πίνακα στον οποίο περιγράφονται πέντε επίπεδα (ή στρώσεις) βλάστησης (strata) καθένα από τα οποία περιέχει τέσσερις ή πέντε παράγοντες, η κατάσταση των οποίων αξιολογείται. (Σχήμα 3). Τα στρώματα αυτά είναι τα εξής:

- i) εδαφικό στρώμα, υποστρώματα (φυλλοτάπητας, χούμος, λεπτά, μέτρια, παχιά καύσιμα υλικά, έδαφος)
- ii) χαμηλή καύσιμη ύλης επιφανείας (χόρτα, χαμηλοί θάμνοι και δέντρα κάτω από ένα μέτρο),
- iii) υψηλοί θάμνοι και δέντρα (1 έως 5 μέτρα),
- iv) μεσαία δέντρα (subcanopy, pole-sized trees),
- v) μεγάλα δέντρα (ανώροφος, κυρίαρχα, συν κυρίαρχα δέντρα).

Σε κάθε στρώμα βαθμολογούνται οι επιμέρους παράγοντες με νούμερα από το 0 (άκαφτο) έως 3 (υψηλή σφοδρότητα) και προκύπτει μια μέση τιμή για το κάθε στρώμα. Στο τέλος, ο δείκτης CBI που αντιπροσωπεύει την θέση μελέτης είναι ο μέσος όρος των επιμέρους μέσων τιμών που υπολογίστηκαν για κάθε στρώμα. Παρόλο που ο πίνακας της CBI περιλαμβάνει ένα στρώμα που αφορά την επίδραση της φωτιάς στο έδαφος, θεωρείται πιο πολύ ως δείκτης σφοδρότητας της πυρκαγιάς στη βλάστηση λόγω των περισσότερων στρώσεων που αναφέρονται σε αυτή.

Μεθοδολογία επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων

Για την παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικά δεδομένα από τον δορυφόρο Sentinel-2 πριν και μετά τα συμβάντα των πυρκαγιών στις τέσσερις περιοχές που μελετήθηκαν. Η βάση δεδομένων των εικόνων του S2 διατίθεται δωρεάν, μέσω της πύλης της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας (<https://scihub.copernicus.eu/>). Τα διαθέσιμα προϊόντα S2 ήταν σε επίπεδο επεξεργασίας 2A, γεωμετρικά διορθωμένα στο σύστημα συντεταγμένων WGS84 και στην προβολή UTM (ζώνη 34) και ατμοσφαιρικά διορθωμένα.



Σχήμα 3. (α) Μέτρηση κλίσης και γεωγραφικών συντεταγμένων στο κέντρο της θέσης με την εφαρμογή FieldMove Clino, (β) Μέτρηση βάθους εδάφους και στάχτης, (γ) Εφαρμογή της WDPT στη θέση 2 Μαρτίνο Φθιώτιδας, (δ) Συλλογή εδαφικού δείγματος από τη θέση δειγματοληψίας στις Κεχριές Κορινθίας.

Figure 3. (a) Slope and GPS measurements taken in the center of the plot with FieldMove Clino, (b) WDPT method in the field at plot 2 in Martino Fthiotida, (c) Soil sampling at Kechries Corinth

Πίνακας 1. Τα δορυφορικά δεδομένα Sentinel-2 που αποκτήθηκαν στην παρούσα εργασία
Table 1. Sentinel-2 data acquired for the present study

Δεδομένα	Κωδικός Εικόνας	Λήψη	Περιοχή
Sentinel-2	S2A_MSIL2A_20200831T092031_N0214_R093_T34SFH_20200831T122905	31/08/20	Μαρτίνο
	S2B_MSIL2A_20200518T092029_N0214_R093_T34SFH_20200518T123506	18/05/20	
	S2B_MSIL2A_20200803T090559_N0214_R050_T34SFG_20200803T122751	03/08/20	Σοφικό-Κεχριές
	S2A_MSIL2A_20200629T090601_N0214_R050_T34SFG_20200629T120110	29/06/20	
	S2A_MSIL2A_20200927T090731_N0214_R050_T35SKC_20200927T120403	27/09/20	Καρέας
	S2A_MSIL2A_20200831T092031_N0214_R093_T34SFH_20200831T122905	31/08/20	

Συγκεκριμένα, ελήφθησαν έξι εικόνες του S2 (πριν και μετά την πυρκαγιά) για την οριοθέτηση και την εκτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς στις τέσσερις υπό μελέτη περιοχές. Για τις περιοχές Σοφικό και Κεχριές χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες εικόνες λόγω της κοντινής απόστασης τους (Πίνακας 1). Η ψηφιακή επεξεργασία των εικόνων και η χωρική ανάλυση πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τα λογισμικά SNAP (έκδοση 8.0, European Space Agency), ENVI (έκδοση 5.5, Harris Geospatial Solutions, USA) και ArcGIS (έκδοση 10.8, Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA).

Αρχικά εφαρμόστηκαν δύο μάσκες, μία για τα σύννεφα και μία για τις υδάτινες επιφάνειες, χρησιμοποιώντας τα βοηθητικά αρχεία που συνοδεύουν την ατμοσφαιρικά διορθωμένη εικόνα και είναι τα εξής: (α) scl_cloud_medium_proba, (β) scl_cloud_high_proba και (γ) scl_thin_cirrus. Η μάσκα

νερού δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας τα φασματικά κανάλια B3 (πράσινο ορατού) και B8 (κοντινό υπέρυθρο), υπολογίζοντας τον δείκτη Normalized Difference Water Index (NDWI) (McFeeters 1996), ο οποίος χρησιμοποιεί την μεγιστοποίηση της ανάκλασης των υδάτινων επιφανειών στο πράσινο του ορατού (B3) και την ελαχιστοποίηση της αντίστοιχα στο κοντινό υπέρυθρο (NIR). Ο υπολογισμός του δείκτη έγινε με την ακόλουθη εξίσωση (1):

$$NDWI = \frac{(B3 - B8)}{(B3 + B8)} \quad (1)$$

Η δημιουργία των масκών για τα σύννεφα και τις υδάτινες περιοχές πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις 2 και 3, αντίστοιχα:

$$\text{if (scl_cloud_medium_proba+scl_cloud_high_proba+ scl_thin_cirrus) < 255 then 0 else 1} \quad (2)$$

$$\text{if cloud_water_mask == 0 then (image) else NaN} \quad (3)$$

Κατά το στάδιο της προεπεξεργασίας των εικόνων, πραγματοποιήθηκε ραδιομετρική διόρθωση και αναδόμηση (resample) όλων των εικόνων ώστε να έχουν την ίδια χωρική ανάλυση (10 m), ενώ εφαρμόστηκε χωρική και φασματική περικοπή στα όρια των περιοχών μελέτης και εξάγοντας μόνο τα κανάλια B3, B8 και B12.

Όσον αφορά τους δείκτες πυρκαγιάς, δημιουργήθηκε ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος δείκτης για τη χαρτογράφηση της σφοδρότητας μιας καμένης περιοχής, Normalized Burn Ratio (NBR) ή Κανονικοποιημένος Λόγος Καύσης. Η υγιής βλάστηση έχει πολύ υψηλή ανάκλαση κοντά στην κοντινή υπέρυθρη ακτινοβολία και χαμηλή ανάκλαση στο τμήμα του μέσου υπέρυθρου φάσματος. Οι καμένες περιοχές, από την άλλη πλευρά, έχουν σχετικά χαμηλή ανακλαστικότητα στην κοντινή υπέρυθρη ζώνη και υψηλή ανάκλαση στη μέση υπέρυθρη ζώνη. Ο δείκτης έχει την ικανότητα να αναδεικνύει τη σοβαρότητα της επίδρασης της πυρκαγιάς στη βλάστηση. Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από -1 έως 1. Οι χαμηλές τιμές NBR (<0,2 και αρνητικές) υποδηλώνουν υγιή βλάστηση και άλλες χρήσεις γης που δεν επηρεάστηκαν από την πυρκαγιά, ενώ υψηλές τιμές του δείκτη >0,2 και όσο αυξάνεται μέχρι το 1 καταδεικνύουν την σοβαρότητα της επίδρασης της πυρκαγιάς στη βλάστηση σε αναλογία και με το είδος της βλάστησης (δέντρα, θάμνοι κλπ) ή το είδος της πυρκαγιάς (έρπουσα, κόμης κλπ.) (Keeley 2009, Athanasakis κ.α. 2017). Η εξίσωση (4) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του NBR χρησιμοποιεί τα δορυφορικά κανάλια του κοντινού υπέρυθρου (B8) και μέσου υπέρυθρου (B12) δίνεται από την σχέση:

$$NBR = \frac{(B8 - B12)}{(B8 + B12)} \quad (4)$$

Για την χαρτογράφηση της σφοδρότητας της πυρκαγιάς και την καλύτερη αναγνώριση των καμένων περιοχών από τις μη-καμένες, αλλά και από το γυμνό έδαφος και άλλες χρήσεις που δεν σχετίζονται με βλάστηση χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης σφοδρότητας dNBR. Ο δείκτης αυτός εκφράζεται από την διαφοροποίηση του δείκτη NBR πριν και μετά την πυρκαγιά (prefire and postfire), που δίνεται από την εξίσωση (5):

$$dNBR = NBR_{prefire} - NBR_{postfire} \quad (5)$$

Αποτελέσματα

Πληγείσες περιοχές

Από την ανάλυση των δεδομένων στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών υπολογίστηκαν οι καμένες εκτάσεις, καθώς και το είδος της κάλυψης γης που κάηκε. Για την περιοχή στο Μαρτίνο η καμένη έκταση υπολογίστηκε σε 292,32 ha, εκ των οποίων τα 143 ha (48,92% της καμένης έκτασης) ήταν καλυμμένα με χαλέπιο πεύκη, τα 30,91 ha (10,57%) με αείφυλλα πλατύφυλλα και τα 86,13 ha (29,46%) με μίξη χαλεπίου πεύκης και αείφυλλων πλατύφυλλων. Στις Κεχρίες χαρτογραφήθηκε η μεγαλύτερη σε έκταση πυρκαγιά που μελετήθηκε, που έκαψε 3.403,53 ha εκ των οποίων τα 2388,44 ha (70,18% της καμένης έκτασης) αφορούσαν χαλέπιο πεύκη και τα 172,72 ha (5,07%) αφορούσαν αείφυλλα πλατύφυλλα. Στο Σοφικό η καμένη έκταση υπολογίστηκε σε 81,84 ha από τα οποία τα 40,30 ha (49,25%) είχαν χαλέπιο πεύκη και τα 38,95 ha (47,59%) ήταν αείφυλλα πλατύφυλλα. Τέλος, στον Καρέα η καμένη έκταση υπολογίστηκε σε 10,69 ha, εκ των οποίων τα 4,93 ha (46,05% της καμένης έκτασης) ήταν καλυμμένα με χαλέπιο πεύκη, και 5,37 ha (50,20%) ήταν αείφυλλα πλατύφυλλα.

CBI

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία, καταγράψαμε μετά από παρατήρηση στο πεδίο όλες τις πληροφορίες που ζητούνται από τον πίνακα της CBI ώστε να υπολογιστούν οι συνολικές τιμές του δείκτη για κάθε θέση δειγματοληψίας.

Οι δύο θέσεις δειγματοληψίας που επιλέχθηκαν στην ευρύτερη περιοχή του Μαρτίνου, αφορούσαν πευκοδάση χαλεπίου με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων και η συνολική CBI που υπολογίστηκε για τις δύο θέσεις ήταν 2,14 και 2,56 για τη πρώτη και τη δεύτερη θέση αντίστοιχα (Πίνακας 2). Σύμφωνα με τα όρια της CBI που προτάθηκαν από τους Miller κ.α. (2009), για τιμές CBI από 0,0 έως 0,1 δεν παρατηρούνται αλλαγές στο πεδίο, από 0,1 έως 1,25 η σφοδρότητα που παρατηρείται είναι χαμηλή, από 1,25 έως 2,25 η σφοδρότητα είναι μεσαία και από 2,25 έως 3 η σφοδρότητα είναι υψηλή. Έτσι, σύμφωνα με την τιμή της CBI, στην πρώτη θέση δειγματοληψίας στο Μαρτίνο η σφοδρότητα ήταν μεσαία ενώ στη δεύτερη θέση ήταν υψηλή. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφοροποίηση που παρατηρούμε για τις δύο αυτές θέσεις μέσα στην ίδια πυρκαγιά, επιβεβαιώνει την ετερογένεια που μπορεί να υπάρξει στο πεδίο ακόμα και σε θέσεις που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Επισημαίνεται ότι στην πρώτη θέση δειγματοληψίας με μεσαία σφοδρότητα πυρκαγιάς, η τιμή CBI για το χαμηλότερο στρώμα καύσιμης ύλης (i), δίνει σφοδρότητα οριακά μεσαία και πολύ κοντά στην χαμηλή. Στη δεύτερη θέση, για την οποία η συνολική τιμή CBI δίνει υψηλή σφοδρότητα, η CBI του πρώτου στρώματος (i) δίνει μεσαία σφοδρότητα, ευρισκόμενη μάλιστα κοντά στα όρια της χαμηλής.

Η θέση δειγματοληψίας που μελετήθηκε στην πυρκαγιά που έλαβε χώρα στην ευρύτερη περιοχή των Κεχριών και αφορούσε πευκοδάσος χαλεπίου με υπόροφο από αείφυλλα πλατύφυλλα, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις και τους υπολογισμούς, έδωσε συνολική τιμή CBI για τη θέση 2,92 (Πίνακας 2). Σύμφωνα με τα όρια των Miller κ.α. (2009), η θέση αυτή εμφανίζει υψηλή σφοδρότητα.

Η θέση δειγματοληψίας στην ευρύτερη περιοχή του Σοφικού, αφορούσε και αυτή πευκοδάσος χαλεπίου με υπόροφο από αείφυλλα πλατύφυλλα αλλά και νεαρά, ομήλικα πεύκα, με μεγάλη πυκνότητα στο πίσω μέρος της θέσης, προερχόμενα πιθανώς από αναδάσωση. Η τιμή της CBI που προέκυψε για την θέση συνολικά ήταν 2,48 δηλαδή η σφοδρότητα της πυρκαγιάς ήταν υψηλή (Πίνακας 2).

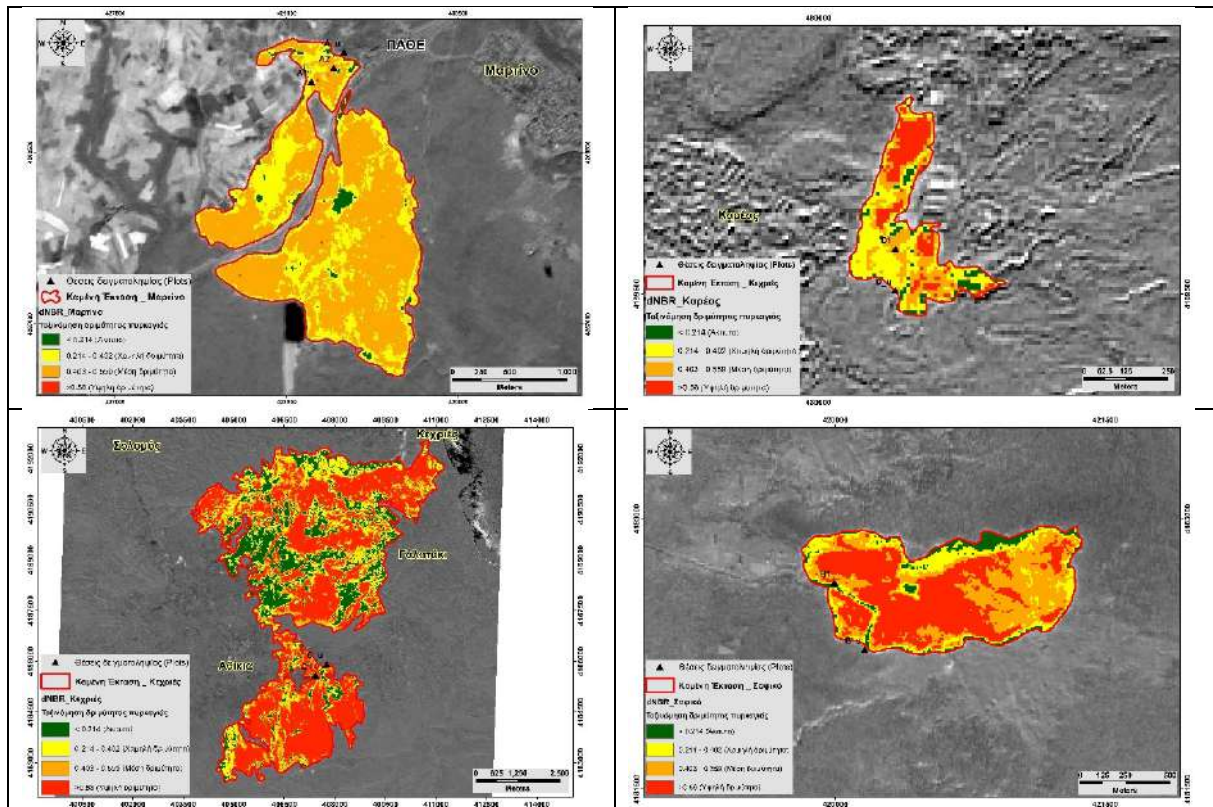
Τέλος, η θέση δειγματοληψίας που μελετήθηκε στην περιοχή του Καρέα, αφορούσε θαμνώνα αείφυλλων πλατύφυλλων με έντονη παρουσία χόρτων και η τιμή της CBI που προέκυψε ήταν 2,44 και άρα η σφοδρότητα της πυρκαγιάς στη θέση ήταν υψηλή (Πίνακας 2). Για το υπολογισμό της CBI στη συγκεκριμένη θέση λόγω της απουσίας κάποιων στρωμάτων του πίνακα τα οποία δεν λήφθηκαν υπόψιν, οι επιμέρους τιμές της CBI αφορούσαν μόνο τα στρώματα που παρατηρήθηκαν στη θέση και την αντιπροσώπευαν.

Πίνακας 2. Οι τιμές της CBI των θέσεων δειγματοληψίας και τα χαρακτηριστικά της βλάστησης πριν την πυρκαγιά
Table 2. CBI values, of the selected plots and the vegetation characteristics before the fire event

plots	Περιοχή	x	y	Βλάστηση	CBI
A1	Μαρτίνο	23,18916667	38,57027778	Πευκοδάσος χαλεπίου με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων	2,14
A2	Μαρτίνο	23,191389	38,571389	Πευκοδάσος χαλεπίου με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων	2,56
B1	Σοφικό	23,09305556	37,79027778	Πευκοδάσος χαλεπίου με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων και νεαρών πεύκων (πιθανά από αναδάσωση)	2,48
C1	Κεχριές	22,95	37,81555556	Πευκοδάσος χαλεπίου με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων	2,92
D1	Καρέας	23,77666667	37,94666667	Θαμνώνας αείφυλλων πλατύφυλλων και έντονη παρουσία χόρτων	2,44

Σφοδρότητα Πυρκαγιάς – dNBR

Από τα αποτελέσματα υπολογισμού της σφοδρότητας με βάση τις τιμές του dNBR για τις τέσσερις υπό μελέτη πυρκαγιές (Σχήμα 4, Πίνακας 3), και την ταξινόμησή τους με βάση την εργασία των Mallinis κ.α. 2018, το μεγαλύτερο ποσοστό της κλάσης «υψηλή σφοδρότητα» υπάρχει στο Σοφικό (59,87%) και Κεχριές (43,53%), ενώ το μικρότερο ποσοστό εμφανίζεται στην περιοχή του Μαρτίνου.



Σχήμα 4. Η κατανομή των τιμών του δείκτη σφοδρότητας πυρκαγιάς dNBR στις τέσσερις περιοχές μελέτης
 Figure 4. The dNBR burn severity index values distribution in the four areas under study

Το μεγαλύτερο ποσοστό «μέτριας σφοδρότητας» εμφανίζεται στο Μαρτίνο (64,20%) και το μικρότερο ποσοστό στις Κεχριές (15,98%). Το μεγαλύτερο ποσοστό «χαμηλής σφοδρότητας» εντοπίζεται στο, Καρέα (40,27%) και Μαρτίνο (31,67%), ενώ τα μικρότερα ποσοστά των «άκαυτων» περιοχών να είναι στο Μαρτίνο (4,09%) και το Σοφικό (4,12%).

Πίνακας 3. Αποτελέσματα του δείκτη dNBR ανά ποσοστό κλάσης σφοδρότητας για τις 4 περιοχές
 Table 3. Results of the dNBR index per percentage of severity class for the 4 regions

Κλάσεις ταξινόμησης σφοδρότητας πυρκαγιάς	Μαρτίνο	Καρέας	Κεχριές	Σοφικό
	dNBR (%)	dNBR (%)	dNBR (%)	dNBR (%)
Άκαυτο (<0,214)	4,09	10,40	19,80	4,12
Χαμηλή (0,215 – 0,402)	31,67	40,27	20,69	7,89
Μέτρια (0,403 - 0,559)	64,20	27,48	15,98	28,12
Υψηλή (0>0,56)	0,04	21,86	43,53	59,87

Συσχέτιση αποτελεσμάτων

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται για κάθε μία από τις 5 θέσεις δειγματοληψίας η τιμή του CBI και η τιμή του δείκτη dNBR. Η συσχέτιση (Pearson correlation) μεταξύ τους είναι $r=0,756$. Για τις τιμές αυτές υπολογίστηκε μια απλή εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης, ως εξής:

$$CBI = 1,425 + 2,158 dNBR \quad (6)$$

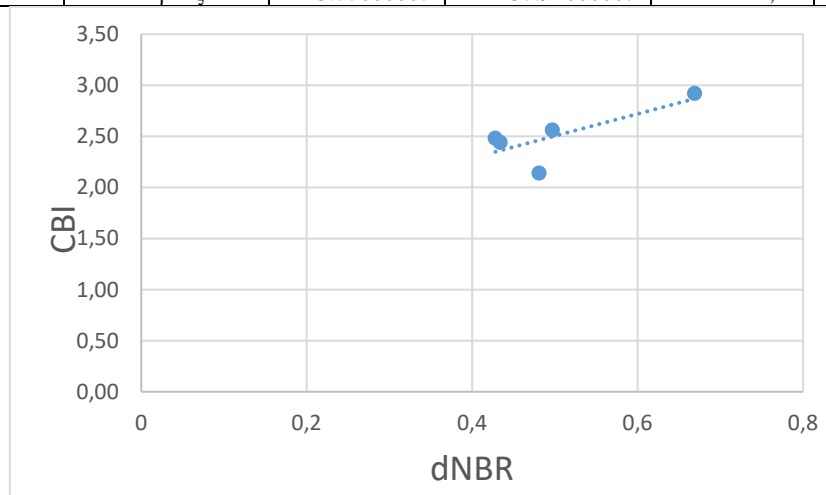
(0,081) (0,139)

Όπου $R^2 = 0,571$ και Adjusted $R^2 = 0,429$ και σημαντικότητα εξίσωσης $p=0,139$

Η εξίσωση δεν είναι στατιστικά σημαντική, κάτι αναμενόμενο λόγω του πολύ μικρού δείγματος ($N=5$). Παρόλα αυτά η παρουσιαζόμενη συσχέτιση μπορεί να θεωρηθεί αρκετά ικανοποιητική (Σχήμα 5).

Πίνακας 4. Αποτελέσματα σύγκρισης τιμών CBI με τον δείκτη σφοδρότητας πυρκαγιάς dNBR στις 5 θέσεις δειγματοληψίας
 Table 4. Comparison results of CBI & dNBR fire severity index values at the 5 sampling locations

Θέσεις Δειγματοληψίας	Περιοχή	X	Y	CBI	dNBR
A1	Μαρτίνο	23.18916667	38.57027778	2,14	0,481
A2	Μαρτίνο	23.191389	38.571389	2,56	0,497
B1	Σοφικό	23.09305556	37.79027778	2,48	0,428
C1	Κεχριές	22.95	37.81555556	2,92	0,669
D1	Καρέας	23.77666667	37.94666667	2,44	0,434



Σχήμα 5. Διάγραμμα συσχέτισης των τιμών CBI & dNBR
 Figure 5. Correlation chart for CBI & dNBR

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη αφορά τα Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα στη χώρα μας. Μελετήθηκαν τέσσερις περιοχές που κάηκαν κατά την περίοδο του καλοκαιριού του 2020. Στις περιοχές αυτές επιλέχθηκαν 5 θέσεις δειγματοληψίας όπου εφαρμόστηκε η μέθοδος CBI, μια ιδιαίτερα επιτυχημένη, περιγραφική μέθοδος που εκτιμά τις επιπτώσεις της πυρκαγιάς στα διαφορετικά επίπεδα (strata) της βλάστησης της πληγείσας περιοχής. Ένα πρώτο συμπέρασμα από τη χρήση της μεθόδου είναι ότι η διεξοδική εξέταση των πέντε επιπέδων με βάση συγκεκριμένα κριτήρια βοηθάει τον διαχειριστή να αποφύγει μια επιπόλαια εκτίμηση δίνοντας του μια λεπτομερή τεκμηρίωση των δεδομένων που στοιχειοθετούν την τελική τιμή του CBI.

Μια άλλη παρατήρηση είναι ότι η εξέταση του πίνακα υπολογισμού του CBI σε κάθε θέση μπορεί να δώσει μια βαθύτερη κατανόηση της επίδρασης της πυρκαγιάς, καθώς εξετάζεται κάθε επίπεδο βλάστησης για να γίνει η τελική συνολική εκτίμηση, και αυτό μπορεί να διαφέρει ανά θέση. Έτσι, στην πρώτη θέση δειγματοληψίας στο Μαρτίνο με μεσαία σφοδρότητα πυρκαγιάς, η τιμή CBI για το χαμηλότερο στρώμα καύσιμης ύλης (i), δίνει σφοδρότητα οριακά μεσαία και πολύ κοντά στην χαμηλή. Στη δεύτερη θέση, για την οποία η συνολική τιμή CBI δίνει υψηλή σφοδρότητα, η CBI του πρώτου στρώματος (ii) δίνει μεσαία σφοδρότητα, ευρισκόμενη μάλιστα κοντά στα όρια της χαμηλής.

Η εκτίμηση της σφοδρότητας των πυρκαγιών στο πεδίο μέσω της CBI είναι μεν ακριβής αλλά η χαρτογράφηση με βάση συστηματικές μετρήσεις σε πολλές θέσεις θα ήταν επίπονη και ακριβή. Ο δείκτης σφοδρότητας dNBR επέτρεψε τη χαρτογράφηση του συνόλου των καμένων εκτάσεων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικά δεδομένα του Sentinel-2 για χαρτογράφηση του συνόλου της καμένης έκτασης σε κάθε πυρκαγιά και για τον υπολογισμό της τιμής του δείκτη σφοδρότητας πυρκαγιάς dNBR σε όλα τα σημεία της έκτασης. Στη συνέχεια μελετήθηκε ο βαθμός συσχέτισης της CBI με τις τιμές του dNBR, στις 5 θέσεις δειγματοληψίας.

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει μελετηθεί αρκετά και σε διαφορετικά οικοσυστήματα η χρήση του δείκτη dNBR για την αξιολόγηση της σφοδρότητας μιας πυρκαγιάς. Στις περισσότερες έρευνες ο δείκτης dNBR δίνει συντελεστή συσχέτισης R^2 μεγαλύτερο από 0,85 και άρα θεωρείται πολύ αξιόπιστος δείκτης σφοδρότητας (Garcia και Caselles 1991, Van Wagtenonk κ.α. 2004, Epting κ.α. 2005, Key και Benson 2006, Walz κ.α. 2007, Miller και Thode 2007, Veraverbeke κ.α. 2010, Mallinis κ.α. 2018). Στην παρούσα έρευνα η εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης δεν είναι σημαντική και παρουσιάζει αρκετά

μικρότερο R^2 (0,571) και Adjusted R^2 (0,429), κάτι που δεν αποτελεί έκπληξη λόγω το μικρού δείγματος ($N=5$). Επίσης, στο χαμηλό R^2 συνετέλεσε και το περιορισμένο εύρος τιμών του CBI καθώς δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε θέσεις με πολύ χαμηλή σφοδρότητα. Εντούτοις, το αποτέλεσμα κρίνεται ως ενθαρρυντικό καθώς δείχνει ότι η χρήση του dNBR ως δείκτη σφοδρότητας μπορεί να παράγει αξιόπιστα αποτελέσματα στα μεσογειακά οικοσυστήματα. Βέβαια, η μη σημαντικότητα της εξίσωσης σημαίνει ότι αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιχειρησιακά. Θα απαιτηθούν περισσότερες δειγματοληψίες πεδίου για να δημιουργηθεί μια στατιστικά σημαντική εξίσωση, η οποία θα επιτρέψει και την ποσοτικοποίηση της ακρίβειας των δεικτών που εξάγονται από δεδομένα τηλεπισκόπησης. Τέλος, αναδεικνύεται η σημασία επαλήθευσης των δεδομένων τηλεπισκόπησης στο πεδίο.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής διατριβής της πρώτης συγγραφέως στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται προς τον Χαράλαμπο Παπουτσάκη και Βασίλη Γιαννακόπουλο για την εθελοντική συμβολή τους στις εργασίες πεδίου.

Abstract

Forest fires burn with varying severity across landscapes. As severity is tied with fire's ecological effects, evaluating and mapping it after a fire, is highly useful for efficient post-fire assessment and management. The aim of this study is to introduce the broadly used Composite Burn Index (CBI) for assessment of fire severity in Greece. Additionally, to examine the extent to which, through correlation of the satellite image derived dNBR (differenced Normalized Burn Ratio) index with CBI, it is possible to map severity efficiently across Greek landscapes. The CBI method was applied in five 30x30 m plots within the burned area of four fires of 2020 in Greece. Sentinel-2 satellite imagery was used for deriving and mapping dNBR. A linear regression equation between CBI and dNBR with $R^2=0.5714$ shows that dNBR can be used as an indicator of severity in Mediterranean ecosystems. However, the small sample size does not allow to propose operational application of the derived linear regression equation. A larger sample size will be required for derivation of a robust equation.

Βιβλιογραφία

- Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη, Μ. 2012. Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς στα χερσαία οικοσυστήματα της Ελλάδας Σελ 103-116 στο βιβλίο «Το Δάσος – Μία ολοκληρωμένη προσέγγιση». Παπαγεωργίου Α. Κ., Καρέτσος, Γ., Κατσαδωράκης Γ. (επιμέλεια). WWF Ελλάς, σελ.265.
- Athanasakis, G., Psomiadis, E. and Chatziantoniou, A., 2017. High-resolution Earth Observation data and spatial analysis for burn severity evaluation and post-fire effects assessment in the Island of Chios, Greece. Proceedings of SPIE 10428, Remote Sensing- Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications VII, Volume 10428, Poland, Warsaw, 104281P.
- De Santis, A., and Chuvieco, E., 2009. GeoCBI: A modified version of the Composite Burn Index for the initial assessment of the short-term burn severity from remotely sensed data. Remote Sens. Environ. 113(3), 554-562 p.
- DeBano, L.F., Neary, D.G. and Ffolliott, P.F., 1998. Fire effects on ecosystems. John Wiley & Sons, 319 p.
- Doerr, S.H. and Cerdà, A., 2005. Fire effects on soil system functioning: new insights and future challenges. Int. J. Wildland Fire, 14(4), pp.339-342.
- Efthimiou, N., Psomiadis, E. and Panagos, P., 2020. Fire severity and soil erosion susceptibility mapping using multi-temporal earth observation data: The case of Mati fatal wildfire in eastern Attica, Greece. Catena, 187, 104320.
- Epting, J., Verbyla, D. and Sorbel, B., 2005. Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+. Remote Sens. Environ., 96(3-4), pp.328-339.
- French, N.H., Kasischke, E.S., Hall, R.J., Murphy, K.A., Verbyla, D.L., Hoy, E.E. and Allen, J.L., 2008. Using Landsat data to assess fire and burn severity in the North American boreal forest region: an overview and summary of results. Int. J. Wildland Fire, 17(4), pp.443-462.
- García, M.L. and Caselles, V., 1991. Mapping burns and natural reforestation using Thematic Mapper data. Geocarto International, 6(1), pp.31-37..

- Karamesouti, M., Petropoulos, G. P., Papanikolaou, I. D., Kairis, O., and Kosmas, K., 2016. Erosion rate predictions from PESERA and RUSLE at a Mediterranean site before and after a wildfire: Comparison & implications. *Geoderma*, 261, 44-58.
- Keeley, J.E., 2009. Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage *Int. J. Wildland Fire* 18(1), pp.116-126.
- Key, C.H. and Benson, N.C., 2006. Landscape assessment (LA). In: Lutes, D. C., Keane, R. E., Caratti, J. F., Key, Ψ. H., Benson, N. C., Sutherland, S. Gangi, L. J., 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. LA-1-55, 164.
- Lentile, L.B., Holden, Z.A., Smith, A.M., Falkowski, M.J., Hudak, A.T., Morgan, P., Lewis, S.A., Gessler, P.E. and Benson, N.C., 2006. Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. *Int. J. Wildland Fire*, 15(3), pp.319-345.
- 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 & Remote Sensing*, 55(1), pp.1-18.
- Martin, D., Tomida, M. and Meacham, B., 2016. Environmental impact of fire. *Fire Sci. Rev.*, 5(1), pp.1-21.
- McFeeters, S.K., 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens.*, 17, 1425–1432, doi:10.1080/01431169608948714.
- Miller, J.D. and Thode, A.E., 2007. Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR). *Rem. Sens. Env.*, 109(1), pp.66-80.
- Miller, J.D., Knapp, E.E., Key, C.H., Skinner, C.N., Isbell, C.J., Creasy, R.M. and Sherlock, J.W., 2009. Calibration and validation of the relative differenced Normalized Burn Ratio (RdNBR) to three measures of fire severity in the Sierra Nevada and Klamath Mountains, California, USA. *Remote Sens. Environ.*, 113(3), pp.645-656.
- Mitsopoulos, I., Chrysafi, I., Bountis, D. and Mallinis, G., 2019. Assessment of factors driving high fire severity potential and classification in a Mediterranean pine ecosystem. *J. Environ. Manage.* 235, pp.266-275.
- Morgan, P., Keane, R.E., Dillon, G.K., Jain, T.B., Hudak, A.T., Karau, E.C., Sikkink, P.G., Holden, Z.A. and Strand, E.K., 2014. Challenges of assessing fire and burn severity using field measures, remote sensing and modelling *Int. J. Wildland Fire*, 23(8), pp.1045-1060.
- Neary, D.G., Klopatek, C.C., DeBano, L.F. and Ffolliott, P.F., 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest ecology and management*, 122(1-2), pp.51-71. *For. Ecol. Manag.*
- Neary, D.G., Ryan, K.C. and DeBano, L.F., 2005. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 4. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 250 p., 42.
- Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., Vallejo, R., 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? – A review. *Int. J. Wildland Fire* 17, 713-723.
- Petropoulos, G. P., Kontoes, C. and Keramitsoglou, I., 2011. Burnt area delineation from a uni-temporal perspective based on Landsat TM imagery classification using Support Vector Machines. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, Vol. 13, No 1, 70–80.
- Psomiadis, E., Soulis, K.X. and Efthimiou, N., 2020. Using SCS-CN and earth observation for the comparative assessment of the hydrological effect of gradual and abrupt spatiotemporal land cover changes. *Water (Switzerland)*, 12, doi:10.3390/W12051386.
- Robichaud, P. R., Lewis, S. A., Laes, D. Y., Hudak, A. T., Kokaly, R. F. and Zamudio, J. A., 2007. Postfire soil burn severity mapping with hyperspectral image unmixing. *Remote Sens. Environ.* 108(4), 467-480 p.
- Szapkowski, D.M. and Jensen, J.L., 2019. A review of the applications of remote sensing in fire ecology. *Remote Sensing*, 11(22), p.2638.
- Van Wagtenonk, J.W., Root, R.R. and Key, C.H., 2004. Comparison of AVIRIS and Landsat ETM+ detection capabilities for burn severity. *Remote Sens. Environ.* 92(3), pp.397-408.

Veraverbeke, S., Verstraeten, W.W., Lhermitte, S. and Goossens, R., 2010. Evaluating Landsat Thematic Mapper spectral indices for estimating burn severity of the 2007 Peloponnese wildfires in Greece. *Int. J. Wildland Fire*, 19(5), pp.558-569.

Walz, Y., Maier, S.W., Dech, S.W., Conrad, C. and Colditz, R.R., 2007. Classification of burn severity using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): A case study in the jarrah-marri forest of southwest Western Australia. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 112(G2).

White, J.D., Ryan, K.C., Key, C.C. and Running, S.W., 1996. Remote sensing of forest fire severity and vegetation recovery. *Int. J. Wildland Fire*, (3), pp.125-136.

Xanthopoulos G. and Athanasiou M., 2020. Crown Fire. In: Manzello S. (eds) *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8_13-1

Xanthopoulos G. and Nikolov N., 2019. Wildfires and fire management in the eastern mediterranean, southeastern Europe, and middle east regions. *Fire Management*, v.77, No1, pp. 29-38.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΙΑΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Μάρας, Γεώργιος¹; Ανδρεοπούλου, Ζαχαρούλα²

¹Εργαστήριο Δασικής Πληροφορικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ταχ. Θυρ.247, georgmaras@for.auth.gr

²Εργαστήριο Δασικής Πληροφορικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ταχ. Θυρ.247, randreop@for.auth.gr

Περίληψη

Η εποπτεία διαχείρισης - παραγωγής των ελληνικών δασών είναι αδιάλειπτη. Απαιτεί έμπειρο προσωπικό, πολυάριθμα έγγραφα, πίνακες ή δελτία. Κάθε έτος δαπανώνται πολλές εργατοώρες κατά την εκτέλεση όλων των προγραμμάτων διαχείρισης. Ως εκ τούτου, αποτελεί επιτακτική ανάγκη ο εκσυγχρονισμός των λειτουργιών διαχείρισης των δασών μέσω της μηχανοργάνωσης και της καθιέρωσης ενός ενιαίου συστήματος εξειδικευμένου λογισμικού. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της εφαρμογής που ξεκίνησε να αναπτύσσετε τον Δεκέμβριο του 2020 αλλά και της εν γένει έρευνας για τη μηχανοργάνωση των διαδικασιών διαχείρισης των δασών. Παρουσιάζονται καινοτόμες προτάσεις εξέλιξης που αναμένεται να οργανώσουν, βελτιώσουν και επιταχύνουν ακόμη περισσότερο τις διαδικασίες αυτές καθώς και ιδέες οι οποίες εμπνεύστηκαν από τα πρόσφατα μέτρα της πολιτείας για τον κορονοϊό.

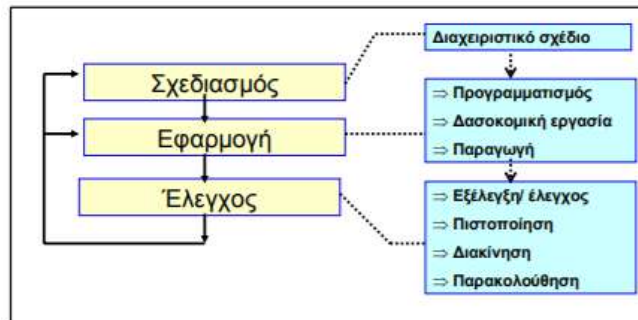
Λέξεις κλειδιά: Δάσος, μηχανοργάνωση διαχείρισης δασών, ERP διαχείρισης δασών, ηλεκτρονική διαχείριση δασών, τυποποίηση εκμετάλλευσης δασών.

Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα στην ιστορία της ελληνικής δασοπονίας και δασολογίας ήταν η θέσπιση «των οδηγιών σύνταξης διαχειριστικών εκθέσεων για τα δημόσια και μη δάση» του 1953, όπως επίσης και «οι συμπληρωματικές προσωρινές πρότυπες τεχνικές προδιαγραφές εργασιών συντάξεως δασοπονικών και λοιπών μελετών δασών και δασικών εκτάσεων» του 1965, από το άλλοτε Υπουργείο Γεωργίας. Αυτές οι προδιαγραφές επικεντρώθηκαν αποκλειστικά σε ένα σύστημα αειφορίας, το οποίο ήταν προσανατολισμένο στην επίτευξη της μέγιστης δασικής προσόδου και βασίζονταν στην παραδοσιακή αειφορική παραγωγή και εκμετάλλευση ξύλου (Καλαπόδης 2011).

Μετέπειτα εδραιώθηκε και ξεκίνησε η μέθοδος δι' αυτεπιστασίας εκμετάλλευσης των δημόσιων δασών η λεγόμενη Κρατική Εκμετάλλευση Δασών (ΚΕΔ) (ΦΕΚ7/τ.Α/18-1-69, 1969) και στη συνέχεια, το 1986 με το Προεδρικό Διάταγμα (Π.Δ.) 126/86 (ΦΕΚ-44/τ.Α/17-4-1986, 1986) ξεκίνησε μια νέα διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης σε Δασικούς Συνεταιρισμούς. Στην πορεία προστέθηκαν και άλλοι νόμοι και εγκύκλιες διαταγές που ρυθμίζουν αναλυτικότερα τις διαδικασίες διαχείρισης - διακίνησης της παραγωγής του ξύλου στις δασικές υπηρεσίες & τη λογιστική παρακολούθηση στην πράξη. Η διαχείριση των δασών ήταν μια από τις πολλές εργασίες που χρειάζονται βελτίωση η οποία είχε επιτευχθεί σε σημαντικό βαθμό με την εισαγωγή της πληροφορικής στη Δασική Υπηρεσία. Ήδη έχουν πραγματοποιηθεί σχετικές έρευνες με συμπεράσματα ότι η χρήση της πληροφορικής αποτελεί μονόδρομο διαδικασία για την κάλυψη των εκτεταμένων αναγκών των τοπικών Δασικών Μονάδων (Ανδρεοπούλου 2000, Andreopoulou 2006, 2007, Καρακύριος 2015)

Σημαντική επίσης είναι η έρευνα για τις σύγχρονες τάσεις (αειφορικής) διαχείρισης δασών (Γκατζογιάννης 2005) μέσα από την οποία επισημαίνεται η διαρκής διαδικασία σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων που αποτελούν προϋπόθεση και οδηγό στο σχεδιασμό οποιουδήποτε πληροφοριακού συστήματος με σκοπό την αειφορική διαχείριση των δασών μας (εικόνα 1).



Εικόνα 1. Η διαρκής διαδικασία σχεδιασμού & λήψης αποφάσεων (Πηγή: Γκατζογιάννης, 2005)
 Picture 1. The ongoing planning & decision-making process (Source: Gatzojannis, 2005)

Ένα πρόσφατο παράδειγμα ταχείας καθιέρωσης ενός πληροφοριακού συστήματος το οποίο σχετίζεται άμεσα με τη διαχείριση δασών είναι η λειτουργία του ηλεκτρονικού Μητρώου Δασικών Συνεταιριστικών Οργανώσεων και Δασεργατών με την ονομασία «ΜΗ.ΔΑ.Σ.Ο.» στο δικτυακό τόπο <https://mds.yren.gr>. Αυτό ξεκίνησε με την ψήφιση του Ν.4423/2016 (ΦΕΚ 182/τ.Α/27-09-2016, 2016) με τον οποίο συστήνονταν Δασικοί Συνεταιρισμοί Εργασίας (ΔΑ.Σ.Ε.). Για πρώτη φορά υπήρξε, σε ένα διαδικτυακό τόπο, υποχρεωτική χρήση ενός τέτοιου είδους "εργαλείου" για το σύνολο των Δασικών Υπηρεσιών. Μέσω αυτού επιτυγχάνεται πλέον η καταχώρηση, ο έλεγχος και η άντληση πλήθους δεδομένων για τους ΔΑ.Σ.Ε. και κατ' επέκταση και για τη διαχείριση των δασών.

Ένα ακόμη βήμα που φανερώνει την τάση σταδιακής μετάβασης της διαχείρισης δασών μέσα από ψηφιακές εφαρμογές, είναι οι αλλαγές στον τρόπο σύνταξης διαχειριστικών εκθέσεων για τα δημόσια και μη δάση. Στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ 1420τ.Β/25-04-2018, 2018) δημοσιεύθηκε η αρ. 166780/1619/19-4-2018 απόφαση του Αν. Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας με την οποία τροποποιήθηκαν οι «Προσωρινές Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές Εργασιών Σύνταξης Δασοπονικών και λοιπών Μελετών Δασών και Δασικών Εκτάσεων». Πλέον κάθε διαχειριστική μελέτη επιβάλλεται να υποβληθεί και σε ηλεκτρονική μορφή και κάθε διαχειριστικός χάρτης απεικονίζεται υποχρεωτικά με τεχνολογίες τοπολογίας και εξαγωγής μοντέλων δεδομένων που υποστηρίζουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).

Οι παραπάνω αλλαγές επιβεβαιώνουν τη μεγάλη προσοχή στη στρατηγική και συντονισμένη χρήση των Τεχνολογιών των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη δημόσια διοίκηση, σύμφωνα και με την Εθνική Ψηφιακή Στρατηγική 2016-2021 (Ιστοσελίδα: ΔΙΑΥΓΕΙΑ 2018)

Η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση (e-governance) υπήρξε μια πτυχή με υψηλό δυναμικό που εισήχθη στη Δημόσια Διοίκηση στα τέλη της δεκαετίας του '90 (Moon 2002). Αφορά στον εκσυγχρονισμό του Κράτους και της Δημόσιας Διοίκησης, με όχημα τις ΤΠΕ, με στόχο το ριζικό μετασχηματισμό των υφιστάμενων διαδικασιών και την αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών, σε υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, προκειμένου η Διοίκηση να καταστεί αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη (Ιστοσελίδα: Δικτυακός Τόπος Διαβουλεύσεων, 2014).

Σήμερα, στη λεγόμενη «εποχή της πληροφορίας», όπου η γνώση είναι εξουσία, αναγνωρίζεται γενικά ότι οι οργανισμοί εξαρτώνται από τις πληροφορίες τους (Andreopoulou 2007). Όσον αφορά την κυβερνητική δομή, η βελτίωση της προσβασιμότητας στην πληροφόρηση μέσω βελτιωμένων συνδέσεων και εγκαταστάσεων στο Διαδίκτυο μπορεί να βελτιώσει τις δημόσιες υπηρεσίες και να προωθήσει τη λογοδοσία και τη διαφάνεια (OECD 2003). Οι ΤΠΕ μπορούν να στηρίξουν με επιτυχία την ενίσχυση των παρεχόμενων υπηρεσιών στο κοινό, να εξαλείψουν τη γραφειοκρατία και να αυξήσουν την παραγωγικότητα (Andreopoulou 2006).

Στόχος της παρούσας δημοσίευσης είναι, η παρουσίαση της εφαρμογής που ξεκίνησε τέλη του 2020 και συνεχίζει να αναπτύσσεται, αλλά και της έρευνας που διεξάγεται στην προσπάθεια για τη δημιουργία ενός ενιαίου συστήματος λογισμικού μηχανοργάνωσης κάθε εργασίας γραφείου που σχετίζεται με τη διαχείριση των δασών, με σκοπό την άμεση και καθολική εφαρμογή από όλες τις δασικές υπηρεσίες της χώρας μας.

Προϋπόθεση για την ολοκλήρωση της εφαρμογής είναι η εμβριθή μελέτη της ισχύουσας νομοθεσίας, των εγκυκλίων διαταγών που εφαρμόζονται στις διάφορες υπηρεσίες, των διαδικασιών που ήδη ακολουθούνται σ' αυτές αλλά και ο εντοπισμός των διαφορών μεταξύ υπηρεσιών, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις εκτέλεσης πανομοιότυπων εργασιών. Θα απαιτηθεί επιπλέον καταγραφή του εξοπλισμού

και λογισμικού που διαθέτουν οι διάφορες δασικές υπηρεσίες προκειμένου να αξιολογηθεί η δυνατότητα άμεσης εφαρμογής του συστήματος που αναπτύσσεται και το επίπεδο δυσκολίας κατά τη χρήση του . Θα αναζητηθούν τέλος έρευνες αντίστοιχων εφαρμογών τόσο σε ελληνική όσο και σε ξένη βιβλιογραφία και θα διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες αισθητήρων που έχουν αναπτυχθεί τελευταία χρόνια με σκοπό την αξιοποίησή κατά περίπτωση για της ανάγκες της διαχείρισης δασών σε συνδυασμό με τη χρήση της εφαρμογής.

Η κύρια δυσκολία που αναμένεται να αντιμετωπίσουμε είναι η πολυνομία και το δαιδαλώδες της ελληνικής νομοθεσίας, η μεγάλη συχνότητα των νομοθετικών μεταβολών αλλά και ο μεγάλος όγκος των σχετικών εγκυκλίων διαταγών που σχετίζονται με τη διαχείριση των ελληνικών δασών.

Ελληνικές δημοσιεύσεις και εφαρμογές οι οποίες ξεχώρισαν μέσα από την έρευνα, είναι:

1. «Η χρήση Η/Υ στη διαχείριση των δασών» (Σούτσας κ.α. 2001) όπου είχε γίνει ένα πρώτο βήμα αξιοποίησης των βάσεων δεδομένων στη δασική διαχειριστική. Είχε κατασκευαστεί ένα πρόγραμμα επεξεργασίας στοιχείων ξυλαποθέματος και εξαγωγής αποτελεσμάτων και πινάκων υλοτομίας.
2. Το άρθρο για την υιοθέτηση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη δημόσια δασική υπηρεσία στην Ελλάδα (Andreopoulou 2009). Η συγκεκριμένη έρευνα είχε πραγματοποιηθεί μεταξύ 2003-2005 συμπεραίνοντας ότι η συνολική δικτύωση στη Δασική Υπηρεσία θα αναβαθμίσει την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών, θα εξαλείψει τη γραφειοκρατία και θα βελτιώσει την παραγωγικότητά τους.
3. Η διδακτορική διατριβή «Ανάπτυξη μοντέλου πληροφοριακού συστήματος με αξιοποίηση των βάσεων δεδομένων για διοικητικές πράξεις στη δασική υπηρεσία» από την οποία αναδείχθηκε επίσης η σημασία αξιοποίησης των βάσεων δεδομένων στη Δασική Υπηρεσία και εξετάστηκαν τα διάφορα είδη πληροφοριακών συστημάτων και τα οφέλη των Συστημάτων Ενδοεπιχειρησιακού Σχεδιασμού ή Enterprise Resource Planning (ERP) (Καρακύριος 2015)
4. Το άρθρο «Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η περίπτωση του Δημοσίου Δάσους Σκρα-Φανού» (Φιλιππίδης κ.α. 2015). όπου από τη συνδυαστική χρήση των τεχνολογιών GIS και RFID κατά την πιλοτική εφαρμογή της διαχειριστικής μελέτης του συγκεκριμένου δάσους .
5. Το δημοσίευμα «Μετάβαση σε ένα σύστημα Ηλεκτρονικής Διαχείρισης των Δημοσίων Δασών» (Ιστοσελίδα: dasarxeio.com 2015) μέσα από το οποίο γίνεται παρουσίαση της πρώτης έκδοσης λογισμικού για την διαχείριση των δημοσίων δασών επιταχύνοντας τον απαιτούμενο χρόνο σύνταξης εγγράφων διαχείρισης.

Αντίστοιχα, δύο συστήματα, άλλων κρατών, τα οποία επίσης διακρίθηκαν κατά την έρευνά μας είναι:

1. Το Εθνικό Σύστημα Πληροφοριών για τα Δάση του Καναδά (NFIS Canada), (Gillis 2001, Gillis κ.α. 2005) με το οποίο επιτυγχάνεται ο σχεδιασμός του νέου Εθνικού Δασικού Αποθέματος του Καναδά, με απογραφή δασών μέσω ενός συστήματος μόνιμων παρατηρούμενων μονάδων που συγκροτούν εθνικό δίκτυο.
2. Το CFForest του Trimble Forestry το οποίο είναι ένα σύστημα χωροταξικού σχεδιασμού εταιρικών πόρων (ERP) για ιδιοκτήτες δασών (Ιστοσελίδα: Forestry.Trimble.Com 2021). Έμφαση δόθηκε στην εφαρμογή Mobile Builder η οποία είναι μια διαμορφώσιμη πλατφόρμα για κινητά που αντικαθιστά τις παραδοσιακές επιχειρηματικές διαδικασίες που βασίζονται σε χαρτί μέσω της δημιουργίας φορμών για συσκευές iOS και Android.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την έρευνα ανάπτυξης της εφαρμογής, αρχικά, επικεντρώνεται στην αναζήτηση και ορθή κατανόηση της ιεράρχησης τόσο στη νομοθετική πρακτική όσο και στην εφαρμογή της νομοθεσίας σχετικά με τη διαχείριση. Στην αναζήτηση επίσης και βιβλιογραφική τεκμηρίωση αντίστοιχων ερευνών ή υλοποιηθέντων εφαρμογών διαχείρισης δασών καθώς και των ιδιαιτεροτήτων και εξελίξεων των ποικίλων πληροφοριακών συστημάτων και Συστημάτων Ενδοεπιχειρησιακού Σχεδιασμού (ERP) που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τις ανάγκες της διαχείρισης δασών.

Αποτελέσματα

Με τις ισχύουσες συνθήκες, χωρίς την πλήρη αξιοποίηση ΤΠΕ στα διάφορα στάδια διαχείρισης των ελληνικών δασών, διαπιστώθηκε ότι οι Δασικές Υπηρεσίες ακολουθούν διαφορετική μεταξύ τους διοικητική πρακτική αναφορικά με τη διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης των δημοσίων δασών. Η διαπίστωση αυτή ήταν εκτός των άλλων και αποτέλεσμα των πυκνών αναφορών και καταγγελιών σχετικά με τις διαδικασίες αυτές. Ο Συντονιστής της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας-Θράκης Α.Δ.Μ.Θ. κ. Ιωάννης Σάββας, ως δέκτης αντίστοιχων καταγγελιών ενήργησε άμεσα καθώς διέκρινε την ανάγκη προστασίας του δημόσιου συμφέροντος και ενίσχυσης των αρχών της χρηστής διοίκησης και της δικαιολογημένης εμπιστοσύνης του διοικούμενου, της αμεροληψίας των οργάνων της δημόσιας διοίκησης, της ισότητας, της αξιοκρατίας, της διαφάνειας, της αποτελεσματικότητας και της λογοδοσίας της διοικητικής δράσης. Για το λόγο αυτό εξέδωσε την αριθ. πρωτ. 904/09-07-2020 απόφασή του (Ιστοσελίδα: ΔΙΑΥΓΕΙΑ 2020) με την οποία συγκροτήθηκε ομάδα εργασίας με σκοπό την τυποποίηση της διαδικασίας παραχώρησης της εκμετάλλευσης των δημοσίων δασών. Ένα από τα σημαντικότερα αποτελέσματα της συγκεκριμένης ομάδας εργασίας ήταν προτυποποίηση του συνόλου των εγγράφων που απαιτούνται και ανταλλάσσονται κατά τις διαδικασίες διαχείρισης.

Κατά την εφαρμογή των αποτελεσμάτων της προαναφερθείσας ομάδας εργασίας διαπιστώθηκαν οι πρώτες δυσκολίες και αναδείχθηκε μια ακόμη ανάγκη. Αυτή της "σχεδίασης και υλοποίησης μίας και ενιαίας Βάσης Δεδομένων και διαδικτυακής εφαρμογής για αξιοποίηση και υποχρεωτική χρήση από το σύνολο των Δασικών Υπηρεσιών της Α.Δ.Μ.Θ. για τη διαχείριση των Δημοσίων Δασών με τρόπο ώστε να προστατεύεται και να διαφυλάσσεται ο Δασικός Πλούτος χωρικής αρμοδιότητας της Α.Δ.Μ.Θ. σύμφωνα με την συνταγματική επιταγή του άρθρου 24 και το Δημόσιο Συμφέρον, να διασφαλίζονται και να ελέγχονται ανά πάσα στιγμή από κάθε ενδιαφερόμενο οι αρχές της διαφάνειας της αποτελεσματικότητας και αναλογικότητας της διοικητικής δράσης και αμεροληψίας των διοικητικών οργάνων. της ισότητας και της αξιοκρατίας". (αρ.οικ.1602/11-12-2020 απόφαση του Συντονιστή Α.Δ.Μ.Θ.)

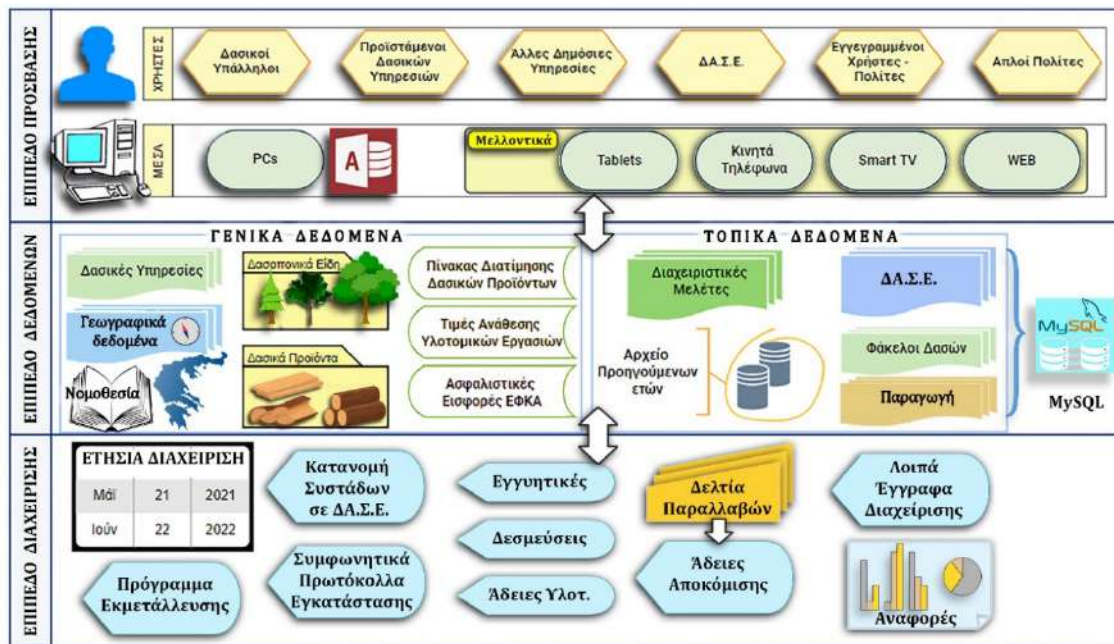
Η βασική φιλοσοφία ανάπτυξης της εφαρμογής στηρίχθηκε στα Συστήματα Ενδοεπιχειρησιακού Σχεδιασμού (ERP) ενσωματώνοντας εσωτερικές και εξωτερικές πληροφορίες διαχείρισης ολόκληρης της δομής των δασικών υπηρεσιών συνδυάζοντας στοιχεία δασικών προϊόντων, δεδομένα ΔΑ.Σ.Ε., τιμές και λογιστικές παραμέτρους, στοιχεία δασών, ποσότητες παραγωγής κλπ. καθώς και των σχέσεων μεταξύ όλων των δεδομένων. Όπως τα συστήματα ERP, μέσα από μια ολοκληρωμένη κοινή εφαρμογή λογισμικού, αυτοματοποιούνται όλες οι δραστηριότητες διαχείρισης των δασών. Διευκολύνονται η ροές των πληροφοριών μεταξύ όλων των λειτουργιών της υπηρεσίας μέσα στα όρια της οργάνωσης και επιτυγχάνονται όλες καταχωρίσεις ή εξαγωγές εγγράφων & πινάκων μεταξύ υπηρεσίας, ΔΑ.Σ.Ε. και άλλων εμπλεκόμενων προσώπων ή εποπτικών μηχανισμών.

Σύμφωνα με το κείμενο της αρ.οικ.1602/11-12-2020 απόφασης του Συντονιστή Α.Δ.Μ.Θ. η ανάθεση περιελάμβανε την ανάπτυξη Βάσης Δεδομένων με δυνατότητα επέκτασης σε διαδικτυακή εφαρμογή για τη Διαχείριση Δημοσίων Δασών της χωρικής αρμοδιότητας Α.Δ.Μ.Θ. Θα συμπεριλαμβάνει τα στάδια διαχείρισης εκμετάλλευσης, παραχώρησης και κατανομής συστάδων σε ΔΑ.Σ.Ε., μίσθωσης και αυτεπιστασίας σύμφωνα με την ισχύων κανονιστικό πλαίσιο, αξιοποιώντας το τελικό παραδοτέο της Ομάδας Εργασίας που είχε συσταθεί με προηγούμενη απόφαση του ιδίου.

Ο προεκτιμώμενος χρόνος υλοποίησης της εφαρμογής είχε οριστεί σε τρεις (3) μήνες. Τον Μάρτιο του 2021 υποβλήθηκε έκθεση προόδου των εργασιών στην οποία καταγράφηκαν οι ιδιαιτερότητες και τα προβλήματα που αναδείχθηκαν και οδήγησαν στην επανασχεδίαση ολόκληρης της βάσης δεδομένων και τελικά καθυστέρηση της παράδοσης. Οι εργασίες και η έρευνα συνεχίζονται ακόμη προκειμένου να προηγηθούν όλες οι απαραίτητες δοκιμές και ο έλεγχος λειτουργίας κάθε σταδίου διαχείρισης. Μια πρώτη, λειτουργική έκδοσή της εφαρμογής, παραδόθηκε και δοκιμάζεται σήμερα στη Δ/ση Δασών Πιερίας και κατά περιπτώσεις και στο Δασαρχείο Κιλκίς.

Η κεντρική βάση δεδομένων όπου φυλάσσονται και ανταλλάσσονται όλες οι πληροφορίες διαχείρισης των δασών φιλοξενείται σε κεντρικό server της Α.Δ.Μ.Θ. Σε κάθε δασική υπηρεσία πρόκειται να διανεμηθεί ένα αρχείο Access το οποίο θα συνδέεται αυτόματα, μέσω του δικτύου της Α.Δ.Μ.Θ., με την κεντρική βάση.

Η εφαρμογή διαχωρίζεται σε τρία βασικά επίπεδα όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα 3:



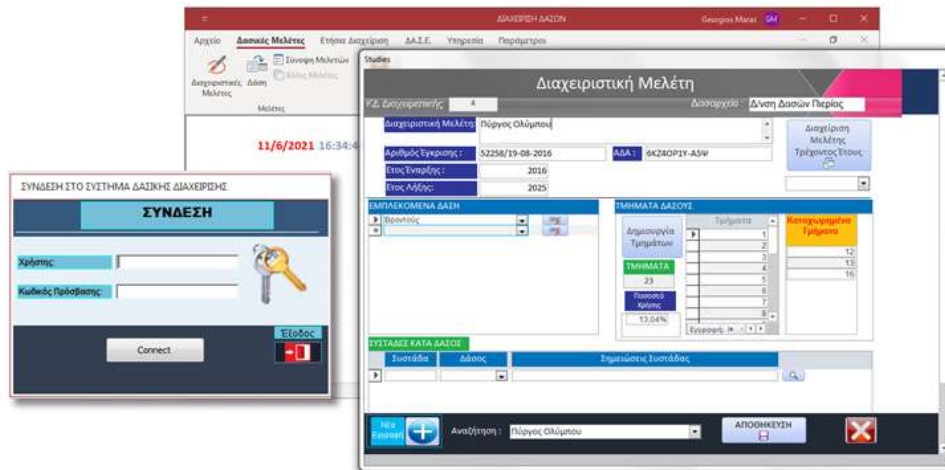
Εικόνα 3. Τα τρία βασικά επίπεδα της εφαρμογής Διαχείρισης Δασών
 Picture 3. The three main levels of the Forest Management app

Αυτό που παρουσιάζει το μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας στον τρόπο ανάπτυξης και έχει τη μεγαλύτερη σημασία για τη σωστή εξέλιξη της εφαρμογής είναι το επίπεδο δεδομένων το περιλαμβάνει όλους τους πίνακες τόσο γενικών όσο και τοπικών δεδομένων κάθε υπηρεσίας και τις μεταξύ τους σχέσεις.

Τα **Γενικά δεδομένα** καταχωρούνται & ενημερώνονται κεντρικά και είναι κοινά και διαθέσιμα σε κάθε Δασική Υπηρεσία εξαλείφοντας έτσι λάθη του παρελθόντος και διαφορές μεταξύ υπηρεσιών. Τα **Τοπικά δεδομένα** καταχωρούνται & ενημερώνονται από τους χρήστες των διαφόρων δασικών υπηρεσιών και περιλαμβάνουν πληροφορίες διαχείρισης της υπηρεσίας τους. Για την εισαγωγή τους δόθηκε ιδιαίτερη σημασία ο χρήστης να εκτελεί σταδιακά βήματα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο & την ίδια σειρά που ήδη εφαρμόζεται για κάθε διαχειριστικό έτος και για κάθε διαχειριστική μελέτη.

Σύντομη παρουσίαση της εφαρμογής : Προς το παρόν απαιτείται διανομή του αρχείου της εφαρμογής Access στις δασικές υπηρεσίες της Α.Δ.Μ.Θ. Μετά την αποθήκευση τοπικά και εκτέλεση της εφαρμογής, δημιουργείται αυτόματα σύνδεση με την κεντρική βάση δεδομένων στην οποία είναι αποθηκευμένα όλα τα γενικά δεδομένα διαχείρισης που αναφέρθηκαν παραπάνω καθώς και οι κωδικοί χρηστών. Εμφανίζεται τότε μια φόρμα εισόδου χρήστη όπου γίνεται έλεγχος πιστοποίησης υπαλλήλου και ακολουθεί η κεντρική οθόνη με τις βασικές επιλογές και το μενού, προσαρμοσμένο ανάλογα με τα δικαιώματα και τον τύπο κάθε χρήστη.

Σε πρώτο στάδιο απαιτείται να καταχωρηθούν τα βασικά τοπικά δεδομένα (στοιχεία υπηρεσίας, προσωπικό, ΔΑ.Σ.Ε., δάση εντός διοικητικών ορίων υπηρεσίας κλπ). Μετά την εισαγωγή των παραπάνω δεδομένων, εμφανίζεται η φόρμα Διαχειριστικές Μελέτες (εικόνα 4).



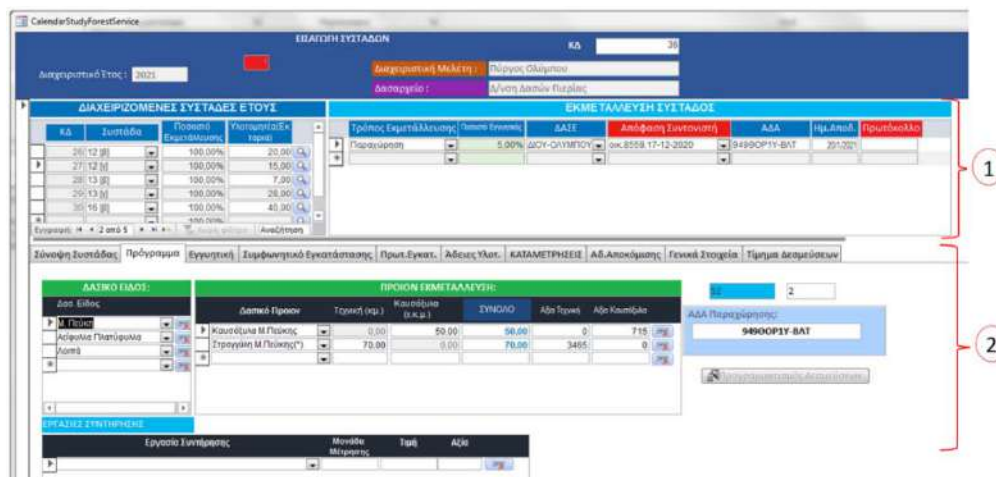
Εικόνα 4. Προεπισκόπηση της Φόρμας Εισόδου και φόρμα Διαχειριστικές Μελέτες στην εφαρμογή Διαχείρισης Δασών
 Picture 4. Preview of the Entry Form and the Management Studies form in the Forest Management app

Στη φόρμα αυτή καταχωρούνται ή τροποποιούνται τα δεδομένα για όλες οι διαχειριστικές μελέτες της υπηρεσίας.

Απαραίτητα στοιχεία για κάθε διαχειριστική μελέτη είναι είτε όσα γίνεται αναφορά τους σε οποιοδήποτε έγγραφο και σε οποιοδήποτε στάδιο της διαχείρισης (π.χ. αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης μελέτης, έτος έναρξης-λήξης μελέτης κλπ) είτε όσα περιλαμβάνουν οντότητες με ξεχωριστή σημασία στη διαχείριση (εμπλεκόμενο δάσος, τμήμα, συστάδα).

Από τη συγκεκριμένη φόρμα «Διαχειριστικές Μελέτες» επιλέγεται οποιαδήποτε μελέτη προκειμένου να επεξεργαστούμε ή εμφανίσουμε στοιχεία διαχείρισης. Πιέζοντας στη συνέχεια το κουμπί "Ετήσια Διαχείριση" εμφανίζεται η φόρμα της επιλεγμένης διαχειριστικής μελέτης για το τρέχον έτος. Δίνεται η δυνατότητα επιλογής άλλου διαχειριστικού έτους, εφόσον επιθυμούμε να προβάλλουμε δεδομένα προηγούμενων διαχειριστικών περιόδων ή να προγραμματίσουμε τη διαχείριση του επόμενου έτους.

Όλα τα μετέπειτα στάδια διαχείρισης εκτελούνται ή παρουσιάζονται μέσα από τη νέα φόρμα «Ετήσια Διαχείριση» η οποία χωρίζεται σε δύο βασικά τμήματα κατακόρυφης διάταξης (εικόνα 5):



Εικόνα 5. Η εμφάνιση της φόρμας Ετήσια Διαχείριση στην εφαρμογή Διαχείρισης Δασών
 Picture 5. The appearance of the Annual Management form in the Forest Management application

1. Το επάνω τμήμα εμφανίζονται όλες οι διαχειριζόμενες συστάδες έτους και δίπλα η μέθοδος εκμετάλλευσης κάθε συστάδας.

2. Το κάτω τμήμα το οποίο μεταβάλλεται αυτόματα μετά από κάθε επιλογή εγγραφής (συστάδας) του επάνω τμήματος. Αποτελείται από καρτέλες που καθοδηγούν τον χρήστη στα διάφορα στάδια διαχείρισης. Σ' αυτό το τμήμα εμφανίζονται ή καταχωρούνται πληροφορίες και εργασίες για κάθε συστάδα.

Επιλέγοντας, από το κάτω τμήμα, τις διάφορες καρτέλες κατά τη σειρά εμφάνισης, μεταβαίνουμε σταδιακά σε όλα τα βήματα διαχείρισης των συστάδων: από τον προγραμματισμό έτους, υπολογισμό εγγυητικών, σύνταξη συμφωνητικών και πρωτοκόλλων εγκατάστασης, έκδοση αδειών υλοτομίας, καταμέτρηση και παραλαβή προϊόντων, έκδοση αδειών αποκόμισης και ολοκλήρωση – τελική επιθεώρηση συστάδας.

Η πρώτη καρτέλα εμφανίζει συνοπτικά τα βασικά στοιχεία διαχείρισης της συστάδας και παρουσιάζει με γράφημα τις προβλεπόμενες/παραγόμενες ποσότητες παρέχοντας μια κεντρική εικόνα της επιλεγμένης συστάδας.

Η εφαρμογή διαθέτει και κεντρικό μενού επιλογών με μορφή κορδέλας (ribbon) το οποίο επιτρέπει την παρακολούθηση ή τροποποίηση πλήθος πρόσθετων δεδομένων διαχείρισης. Από το μενού αυτό τροποποιούνται στοιχεία της δασικής υπηρεσίας, ΔΑ.Σ.Ε. ή άλλων τοπικών παραμέτρων ή προβάλλονται και εκτυπώνονται γενικά δεδομένα όπως τύποι δασικών προϊόντων, τιμές ανάθεσης υλοτομικών εργασιών, νομοθεσίες κλπ.

Μια από τις ζητούμενες λειτουργίες της εφαρμογής, η οποία ακόμη βρίσκεται το στάδιο της ανάπτυξης, είναι η αυτόματη αξιολόγηση και κατάταξη των ΔΑ.Σ.Ε., σύμφωνα με τα κριτήρια που καθορίστηκαν από την ομάδα εργασίας που είχε ασχοληθεί με την τυποποίηση των διαδικασιών διαχείρισης.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η άνευ προηγουμένου ανάπτυξη και ευρεία υιοθέτηση ενός νέου σημαντικού τύπου επιχειρηματικού λογισμικού, των Συστημάτων Ενδοεπιχειρησιακού Σχεδιασμού (ERP) από μεγάλες και μεσαίες εταιρείες ή επιχειρήσεις είναι κάτι που έπρεπε να ερευνηθεί και για τις ανάγκες της δασικής υπηρεσίας. Η νέα εφαρμογή που ξεκίνησε να αναπτύσσεται στην Α.Δ.Μ.Θ. στηρίζει το σχεδιασμό της στη μελέτη συστημάτων ERP και ενσωματώνει και ενοποιεί όλες τις διαδικασίες και τις πηγές δεδομένων σε μια κοινή βάση δεδομένων, συμπεριλαμβάνοντας δασικά, οικονομικά, λογιστικά, νομοθετικά δεδομένα, στοιχεία ανθρώπινων πόρων, υπηρεσιών και άλλων ενοτήτων.

Με την παρούσα εργασία γίνεται παρουσίαση της μέχρι σήμερα έρευνας και πορείας εξέλιξης της εφαρμογής η οποία αναπτύσσεται αυτή τη στιγμή ως εφαρμογή Windows μέσω της Access και συνδέεται διαδικτυακά με κεντρική βάση δεδομένων της Α.Δ.Μ.Θ.. Όταν ολοκληρωθεί η διανομή των αρχείων της εφαρμογής σε περισσότερες υπηρεσίες, θα αξιολογηθεί η δραστηριότητα, αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητά της προκειμένου να καθιερωθεί η καθολική χρήση της.

Από τη χρήση της πρώτης έκδοσης εκτιμάται ότι τα τελικά αποτελέσματα θα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά. Θα αναδειχθούν οι πραγματικές ωφέλειες στην υπηρεσία, θα διασφαλίζονται και θα ελέγχονται ανά πάσα στιγμή από κάθε ενδιαφερόμενο οι αρχές της διαφάνειας της αποτελεσματικότητας και αναλογικότητας της διοικητικής δράσης και το κυριότερο όλες οι εργασίες διαχείρισης θα διενεργούνται παντού με ένα ενιαίο και σταθερό τρόπο, με έλεγχο λαθών στα διάφορα στάδια, με αντικειμενικότητα και συγκριτικά μεγαλύτερη ταχύτητα από τα σημερινά δεδομένα.

Είναι θέμα χρόνου να επιβεβαιωθούν οι παραπάνω προβλέψεις. Στο άμεσο μέλλον ο σχεδιασμός ολόκληρης της εφαρμογής αναμένεται και θα είναι εύκολο να μετατραπεί από Access σε καθαρά διαδικτυακή εφαρμογή στην οποία όλες οι λειτουργίες θα εκτελούνται μέσω περιηγητών ιστού (web browsers) ακόμη και από κινητά τηλέφωνα.

Μέσα από την έρευνα προέκυψαν και νέες ιδέες εξέλιξης οι οποίες είναι ρεαλιστικά πραγματοποιήσιμες. Κάποιες άλλες ιδέες ενδεχομένως είχαν προταθεί και στο παρελθόν θεωρητικά, όμως χάρη στην εφαρμογή είναι πλέον εύκολη η υλοποίησή τους.

Όλα τα έντυπα που θα δημιουργούνται προς αποθήκευση ή εκτύπωση από την εφαρμογή, θα μπορούν να φέρουν στο επάνω μέρος γραμμωτό κώδικα δύο διαστάσεων ή αλλιώς Quick Response code (QR code) και αντίστοιχο αλφαριθμητικό κωδικό. Οι κωδικοί αυτοί θα δημιουργούνται αυτόματα, θα είναι μοναδικοί και θα ανακατευθύνουν αυτόματα στις πληροφορίες κάθε αντίστοιχου εντύπου. Τα οφέλη από την προσθήκη αυτή θα είναι πολλαπλάσια καθώς θα επιτρέπεται η ιχνηλασιμότητα και παρακολούθηση του συστήματος (Tzoulis κ.α. 2014) συμβάλλοντας στην έναρξη ενός Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας (Quality Management System) με πιστοποίηση των υπηρεσιών και παραγόμενων προϊόντων.

Μια ιδέα που γεννήθηκε μέσα από τα μέτρα που εφάρμοσε η κυβέρνηση για τον κορονοϊό είναι η διασύνδεση της κεντρικής βάσης δεδομένων της Α.Δ.Μ.Θ. με κατάλληλο Σύστημα Δικτύου Κινητής

Τηλεφωνίας GSM (Global System for Mobile communications) το οποίο θα λαμβάνει γραπτά μηνύματα SMS (Short Message Service) και θα αποκρυπτογραφεί και καταχωρεί πληροφορίες με βάση το περιεχόμενο των γραπτών μηνυμάτων. Όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια καραντίνας, στα πλαίσια των μέτρων προστασίας κατά του κορονοϊού, απαιτούνταν αποστολή μηνύματος SMS για την μετακίνηση των πολιτών, κάτι αντίστοιχο θα μπορούσε να γίνει και για τις μεταφορές δασικών προϊόντων ή άλλων εργασιών. Μέσω μηνυμάτων από κινητά τηλέφωνα, πριν την μεταφορά δασικών προϊόντων, είτε θα σαρώνονται οι κωδικοί των δελτίων μεταφοράς είτε θα αποστέλλονται κατάλληλοι κωδικοί και ποσότητες προϊόντων σε μηνύματα SMS. Με αυτό τον τρόπο για πρώτη φορά θα υπάρχει μέσω της εφαρμογής αυτόματη καταγραφή όλων των δεδομένων μεταφοράς δασικών προϊόντων, θα μπορεί να γίνει αυτόματη διασταύρωση των στοιχείων και οι έλεγχοι παράνομης μεταφοράς δασικών προϊόντων θα είναι περισσότερο αποτελεσματικοί ιδιαίτερα εάν δηλώνεται αυτόματα με το SMS και η θέση έναρξης της μεταφοράς η οποία μπορεί να προκύπτει από τη θέση του κινητού, εφόσον διαθέτει σύστημα GPS (Global Positioning System).

Η ενσωμάτωση επίσης στην εφαρμογή και ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. (Geographic Information System) είναι μια επίσης σκέψη έρευνας λαμβάνοντας υπόψη τα αναρίθμητα πλεονεκτήματα και τις δυνατότητες χρήσης GIS στις διαχειριστικές μελέτες.

Κάποιες άλλες, ιδιαίτερα καινοτόμες προτάσεις εξέλιξης της εφαρμογής, πρόκειται να δημοσιευτούν σε επόμενο άρθρο, δεδομένου ότι αποτελούν μέρος έρευνας διατριβής σε εξέλιξη.

Abstract

Supervision of management - production of Greek forests is uninterrupted. It requires experienced staff, numerous documents, tables, or reports. Several working hours are spent each year in the implementation of all management programs. It is therefore imperative to modernize the forest management modes by computerization and establishment of a single system of specialized software. The purpose of this article is to present the application that began to be developed in December 2020 and the general research for the computerization of forest management procedures. Innovative development proposals are presented that are expected to organize, improve, and accelerate even more these processes as well as ideas inspired by the state's recent measures for the coronavirus.

Βιβλιογραφία

Andreopoulou, Z., 2006. Educational Perspectives And The Impact Of Information And Communication Technologies (ICT's) In An Environmental Government Division. *J. Environ. Prot. Ecol.*, 7(4), 721–732.

Andreopoulou, Z., 2007. E-Organization Of Forest Records In Greece. *J. Environ. Prot. Ecol.*, 8(2), 455–466.

Andreopoulou, Z., 2009. Adoption of Information and Communication Technologies (ICTs) in Public Forest Service in Greece. *J. Environ. Prot. Ecol.*, 1194–1204.

Checkland, P., 2008. *Soft systems methodology: A 30-year retrospective* (Repr.). Wiley.

Fruchter, R., and Lewis, S., 2003. Mentoring Models in Support of P5BL in Architecture/Engineering/Construction Global Teamwork. *Int. J. Eng. Educ.* 19(5), 663–671.

Gillis, M., 2001. Canada's National Forest Inventory. *Environ. Monit. Assess.*, 67, 121–129.

Gillis, M. D., Omule, A. Y. and Brierley, T., 2005. Monitoring Canada's forests: The National Forest Inventory. *For. Chron.*, 81(2), 214–221. <https://doi.org/10.5558/tfc81214-2>

Kock, N. F., 2007. *Information systems action research: An applied view of emerging concepts and methods*. Εκδόσεις Springer., 7-11

Moon, M. J., 2002. The Evolution of E-Government among Municipalities: Rhetoric or Reality? *Public Administration Review*, 62(4), 424–433. <https://doi.org/10.1111/0033-3352.00196>

OECD, 2003. *Organisation for Economic Co-operation and Development* (Eds.), *The e-government imperative*, OECD e-Government Studies, Paris, 2003, p.199.

Tzoulis, I. K., Andreopoulou, Z. S. and Voulgaridis, E., 2014. Wood Tracking Information Systems To Confront Illegal Logging. *Journal of Agricultural Informatics*, 5(1). <https://doi.org/10.17700/jai.2014.5.1.130>

Ανδρεοπούλου, Ζ., 2000. Η Συμβολή της Δασικής Πληροφορικής στο Σχεδιασμό της Δασικής Διοίκησης. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.

Γκατζογιάννης, Σ., 2005. Αειφορία και σύγχρονες τάσεις (αειφορικής) διαχείρισης των δασών. Πιστοποίηση της Αειφορικής Διαχείρισης των Παραγόμενων δασικών Προϊόντων, Αθήνα.

Ιστοσελίδα: dasarxeio.com, 2015, [online]. [Ημερ. Πρόσβασης: 21 Απριλίου 2021]. Δικτ. Τόπος: <<https://dasarxeio.com/2015/02/21/19825/>>

Ιστοσελίδα: forestry.trimble.com, [online]. [Ημερ. Πρόσβασης: 15 Φεβρουαρίου 2021] Δικτ. Τόπος: <<https://forestry.trimble.com/solutions/cfforest/>>

Ιστοσελίδα: ΔΙΑΥΓΕΙΑ., 2018. [online]. [Ημερ. Πρόσβασης: 19 Απριλίου 2021], Υ.Α. 14785/2018: Έγκριση αναφοράς Λειτουργικής Προόδου Εθνικής Ψηφιακής Στρατηγικής 2016-2021, Δικτ. Τόπος: <<https://diavgeia.gov.gr/decision/view/ΩΜΠΙΧ465ΧΘ0-49Φ>>

Ιστοσελίδα: ΔΙΑΥΓΕΙΑ., 2020. [online]. [Ημερ. Πρόσβασης: 19 Απριλίου 2021], Συγκρότηση Ομάδας Εργασίας για την τυποποίηση της διαδικασίας παραχώρησης της εκμετάλλευσης των δημοσίων δασών., Δικτ. Τόπος: <<https://diavgeia.gov.gr/decision/view/6HB4OP1Y-PKE>>

Ιστοσελίδα: Δικτυακός Τόπος Διαβουλευσεων, 2014., [online]. [Ημερ. Πρόσβασης: 15 Φεβρουαρίου 2021] Δικτ. Τόπος: <<http://www.opengov.gr/minreform/?p=1389>>

Καλαπόδης, Ν., 2011. Αναπροσανατολισμός της Δασικής Διαχειριστικής στην Ελλάδα. Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Institute of Forest Economy.

Καρακύριος, Δ., 2015. Ανάπτυξη μοντέλου πληροφοριακού συστήματος με αξιοποίηση των βάσεων δεδομένων για διοικητικές πράξεις στη δασική υπηρεσία.

Σούτσας, Κ., Τσιρούκης, Α., Καραμανώλης, Δ., Λεφάκης, Π. και Δασκάλου, Θ., 2001. Η χρήση Η/Υ στη διαχείριση των δασών. Επιστημονική Επετηρίδα Α.Π.Θ.

ΦΕΚ 182/τ.Α/27-09-2016. (2016). Ν. 4423/16: Δασικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις και άλλες διατάξεις.

ΦΕΚ 1420τ.Β/25-04-2018. (2018). Αριθμ. 166780/1619/18: Τροποποίηση των «Προσωρινών Πρότυπων Τεχνικών Προδιαγραφών Εργασιών Σύνταξης Δασοπονικών και λοιπών Μελετών Δασών και Δασικών Εκτάσεων».

ΦΕΚ7/τ.Α/18-1-69. (1969). Ν.Δ. 86/69: Δασικός Κώδιξ.

ΦΕΚ-44/τ.Α/17-4-1986. (1986). Π.Δ. 126/86: Διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης των δασών που ανήκουν στο Δημόσιο και στο νομικό πρόσωπο του δημόσιου τομέα στους δασικούς συνεταιρισμούς.

Φιλιππίδης, Ε., Καριώτης, Σ., Παναγιωτόπουλος, Ε., & Καριώτης, Γ., 2015. Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η περίπτωση του Δημοσίου Δάσους Σκρα-Φανού. Χωρο-Γραφίες, 4.

ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΤΟΠΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΟΥΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ποϊραζίδης, Κωνσταντίνος¹; Ξόφης, Παντελεήμων²; Κεφαλάς, Γεώργιος³;
Χατζηλιάδης, Ιωάννης¹; Πέττας, Ηλίας¹; Παναγιωτοπούλου, Μαρία⁴

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Τεχνολογίας Λογισμικού και Εφαρμογών Γεωπληροφορικής, Παναγούλα 29100, Ζάκυνθος, kroiraz@ionio.gr

²Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 1^ο χλμ Δράμας - Μικροχωρίου, Δράμα, pxofis@for.ihu.gr

³DRAXIS, Environmental SA, Θεμιστοκλή Σοφούλη 54-56, 54655, Θεσσαλονίκη, gkefalas@draxis.gr

⁴Φραγκίνη 9, Θεσσαλονίκη, 54624, buru97@gmail.com

Περίληψη

Η συνδυαστική δράση βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων αλλά και η μακροχρόνια παρουσία του ανθρώπου στη Μεσόγειο έχει οδηγήσει σε τοπία με υψηλό δυναμικό αλλαγών και υψηλής πολυπλοκότητας. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα πολύ υψηλής χωρικής ανάλυσης και μια μέθοδος αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης που βασίζεται σε λογικούς κανόνες και όχι σε δεδομένα εκπαίδευσης, προκειμένου να αποτυπωθούν οι καλύψεις γης του Εθνικού Πάρκου Λιμνών Κορώνειας – Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών που χαρακτηρίζεται από ποικιλία ενδιαιτημάτων και έντονη μωσαϊκότητα. Αναγνωρίστηκαν συνολικά 27 καλύψεις γης με συνολική ακρίβεια που ξεπερνά το 90%. Η μεθοδολογία που υιοθετήθηκε αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της χρήσης προηγμένων μεθόδων τηλεπισκόπησης για την ικανοποίηση των αναγκών παρακολούθησης των προστατευόμενων περιοχών της Ελλάδος και της Ευρώπης.

Λέξεις κλειδιά: Ετερογένεια, Πολυπλοκότητα τοπίου Δείκτες βλάστησης, Κανόνες ταξινόμησης.

Εισαγωγή

Το Μεσογειακό τοπίο έχει διαμορφωθεί μέσα από μακροχρόνια (σε επίπεδο χιλιετιών) συνεπίδραση φυσιογραφικών παραμέτρων, βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων αλλά και του ανθρώπου. Η επίδραση αυτή και κυρίως σε ότι αφορά τον ρόλο του ανθρώπου δεν υπήρξε γραμμική αλλά πέρασε μέσα από διάφορες φάσεις. Έτσι η μετατροπή δασικών εκτάσεων σε αγροτικές καλλιέργειες αποτέλεσε το σημαντικότερο παράγοντα υποβάθμισης των φυσικών δασικών οικοσυστημάτων, σε συνδυασμό και με άλλες δραστηριότητες όπως κτηνοτροφία αλλά και ανθρωπογενής δασικές πυρκαγιές για εκατοντάδες χρόνια (Blondel 2006). Παράλληλα όμως, ιδιαίτερα σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές αποτέλεσε και έναν μηχανισμό δημιουργίας ενός τοπίου με υψηλό βαθμό ετερογένειας και υψηλής βιοποικιλότητας (Farina 1997, Otero κ.α. 2015). Από το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα, ωστόσο παρατηρείται μια τάση εγκατάλειψης των ορεινών και ημιορεινών αγροτικών εκτάσεων και μια σταδιακή ανάκαμψη της φυσικής και δασικής βλάστησης (Vacchiano κ.α. 2017). Η τάση αυτή και αν επιτρέψει στη Φύση να ανακάμψει, με θετική επίδραση στο σύνολο των οικοσυστημικών υπηρεσιών που προφέρουν τα φυσικά οικοσυστήματα (Navaγιο και Pereira 2012), εντούτοις δημιουργεί και τις προϋποθέσεις για ένα πιο ομογενοποιημένο τοπίο με αρνητικές, πολλές φορές, επιπτώσεις στην τοπική βιοποικιλότητα Zakkak κ.α. 2015).

Ανεξάρτητα από τη θετική ή αρνητική αποτίμηση της παραπάνω τάσης που διαμορφώθηκε από το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα και σε σημαντικό βαθμό συνεχίζεται ως σήμερα, είναι βέβαιο πως έχει οδηγήσει σε τοπία με υψηλή δυναμική και συνεχείς στο χρόνο διαφοροποιήσεις. Προκειμένου να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις αυτών των αλλαγών είναι απολύτως απαραίτητη η συνεχής, περιοδική αποτύπωση και παρακολούθηση των αλλαγών στις καλύψεις γης με την μέγιστη δυνατή θεματική και χωρική ακρίβεια. Παράλληλα η συνεχής παρακολούθηση των αλλαγών των καλύψεων γης αποτελεί θεμελιώδη διαδικασία στην προσπάθεια της Ευρώπης να σταματήσει την απώλεια βιοποικιλότητας και στην εφαρμογή των Ευρωπαϊκών δεικτών Βιοποικιλότητας, γνωστών ως SEBI 2020 (European

Environment Agency 2012). Η χαρτογράφηση, ωστόσο, δυναμικών και υψηλής ετερογένειας τοπίων, με υψηλή χωρική και θεματική ακρίβεια, αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση. Η χρήση μεθόδων και δεδομένων τηλεπισκόπησης σε αυτή τη διαδικασία δεν είναι απλά απαραίτητη αλλά και αναγκαία για την υλοποίηση των παραπάνω αναγκών.

Στις μέρες μας υπάρχει υψηλή διαθεσιμότητα προϊόντων δορυφορικής τηλεπισκόπησης με συνεχώς βελτιούμενη ποιότητα και μειούμενο κόστος απόκτησης. Δορυφορικές εικόνες υψηλής φασματικής ανάλυσης που καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με πολλαπλά κανάλια επιτρέπουν την διάκριση με υψηλή ακρίβεια μεταξύ καλύψεων με όμοια φασματικά χαρακτηριστικά (Zhang κ.α. 2017). Παράλληλα εικόνες πολύ υψηλής χωρικής ανάλυσης που φτάνει τα 50 εκατοστά διασφαλίζουν την αποτύπωση των διαφόρων καλύψεων με τη μέγιστη δυνατή χωρική ακρίβεια. Παράλληλα έχουν εξελιχθεί σημαντικά και οι μέθοδοι ανάλυσης των δορυφορικών εικόνων ώστε να επιτρέπουν την εκμετάλλευση των βελτιωμένων χαρακτηριστικών τους, την ευελιξία στον χρήστη να χρησιμοποιήσει επιστημονική γνώση κατά την ταξινόμηση αλλά και την διαθεσιμότητα πληθώρας ταξινομητών υψηλής αποτελεσματικότητας. Η αντικειμενοστραφής ταξινόμηση (*object-based*), που επιλέχθηκε για την παρούσα εργασία αποτελεί μια εξελιγμένη μέθοδο ανάλυσης δορυφορικών εικόνων. Σε αντίθεση με άλλες παραδοσιακές μεθόδους ταξινόμησης όπου ταξινομούνται μεμονωμένα εικονοστοιχεία (*pixels*), στην αντικειμενοστραφή ταξινόμηση ταξινομούνται γεωγραφικά αντικείμενα, όπως αυτά έχουν οριστεί μέσα από μια διαδικασία κατάτμησης (*segmentation*) της εικόνας, σε φασματικά ομοιογενή γεωγραφικά αντικείμενα (Benz κ.α., 2004, Bock κ.α., 2005). Αυτό επιτρέπει την ανάλυση εικόνων πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας με το τελικό προϊόν να μην χαρακτηρίζεται από τον θόρυβο (*salt and pepper*) που συνήθως χαρακτηρίζει χαρτογραφικά προϊόντα που προκύπτουν από παραδοσιακές μεθόδους ταξινόμησης όταν εφαρμόζονται σε πολύ υψηλής ανάλυσης εικόνες. Παράλληλα επιτρέπουν την ταξινόμηση με χρήση κανόνων που ακολουθούν την ανθρώπινη λογική και βασίζονται στην επιστημονική γνώση και εμπειρία του χρήστη. Φυσικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αυτόματοι ταξινομητές που βασίζονται σε προηγμένες μεθόδους στατιστικής ανάλυσης και πιθανοτήτων.

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εθνικό Πάρκο Λιμνών Κορώνειας – Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών (ΕΠΚΒ) που περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων, από παράκτιες περιοχές έως υψηλά δάση πλατύφυλλων. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της ημιορεινής ζώνης του ΕΠΚΒ είναι η μωσαϊκότητα του τοπίου που χαρακτηρίζεται από εναλλαγές αγροτικών καλλιεργειών, αραιών θαμνώνων, λιβαδιών και δασών διαφορετικής πυκνότητας. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει την αποτελεσματικότητα της χρήσης υψηλής διακριτικής ικανότητας δορυφορικών εικόνων και αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης για τη χαρτογράφηση των καλύψεων γης ενός τοπίου που χαρακτηρίζεται από υψηλή ετερογένεια. Οι επιμέρους στόχοι της εργασίας είναι: α) η χαρτογραφική αποτύπωση των καλύψεων γης με την μέγιστη δυνατή θεματική και χωρική ακρίβεια, β) η ενσωμάτωση στη διαδικασία ταξινόμησης γεωχωρικών δεδομένων που επιτρέπουν την ακριβέστερη διάκριση των καλύψεων γης και γ) η ολοκλήρωση της ταξινόμησης και χαρτογράφησης με την χρήση κανόνων και όχι αυτόματων ταξινομητών ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή της ίδιας μεθοδολογίας σε διαφορετικές περιοχές και ενδεχομένως με διαφορετικά δεδομένα.

Υλικά και Μέθοδοι

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει το ΕΠΚΒ και καταλαμβάνει έκταση 2.580 Km². Χαρακτηρίζεται κυρίως από λοφώδεις -ημιορεινές περιοχές με μέσο υψόμετρο 362m ± 227m, ενώ το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής φθάνει στα 1.196m (Σχήμα 1). Το μεγαλύτερο τμήμα της, ανήκει στο νομό Θεσσαλονίκης με μικρή έκταση να περιλαμβάνεται στο νομό Χαλκιδικής (κυρίως στο ΝΑ τμήμα της) και μια μικρή ζώνη στο νομό Κιλκίς (στα ΒΑ της περιοχής).



Σχήμα 1. Περιοχή μελέτης (με διακεκομμένες γραμμές εμφανίζονται τα όρια των νομών)
Figure 1. Study area (dashed lines show prefecture boundaries)

Η ταξινόμηση βλάστησης για την καταγραφή των καλύψεων γης βασίστηκε στην ανάλυση δορυφορικής εικόνας *RapidEye* με πέντε φασματικές ζώνες, χωρικής ανάλυσης 5m και λήψη Ιουνίου 2012. Για την ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον ψηφιακό μοντέλο εδάφους ASTERdem της περιοχής σε ανάλυση 30m, καθώς και πέντε φασματικοί δείκτες βλάστησης που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση για τον καλύτερο διαχωρισμό των τύπων κάλυψης:

- Blue_Ratio: $[Mean\ NIR]/[Mean\ RED-EDGE]$,
- Green_ratio: $[Mean\ GREEN]/([Mean\ BLUE]+[Mean\ GREEN]+[Mean\ RED])$,
- NDBI: $([Mean\ NIR]-[Mean\ BLUE])/([Mean\ NIR]+[Mean\ BLUE])$,
- NDVI: $([Mean\ NIR]-[Mean\ RED])/([Mean\ NIR]+[Mean\ RED])$,
- NDVI_edge: $([Mean\ NIR]-[Mean\ RED-EDGE])/([Mean\ NIR]+[Mean\ RED-EDGE])$.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με αντικειμενοστραφή ταξινόμηση με βάση το λογισμικό *eCognition 9.0*, για να αποτυπωθούν οι διαφορετικοί τύποι κάλυψης γης σε μια δομημένη ιεραρχική βάση ταξινόμησης, αλλά και να ενσωματωθούν στην ανάλυση και άλλα δεδομένα, όπως διανυσματικά αρχεία και πληροφορίες υψομέτρου. Βοηθητικά και συμπληρωματικά στην ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε και το λογισμικό *Envi 5.0*, που στηρίζεται στην ανάλυση των δορυφορικών εικόνων με βάση το εικονοστοιχείο. Η ταξινόμηση βασίστηκε αποκλειστικά σε διανυσματική πληροφορία και κανόνες ταξινόμησης. Συνοπτικά η ταξινόμηση της βλάστησης δομήθηκε ιεραρχικά σε τρία επίπεδα ανάλυσης τα οποία περιλάμβαναν 4, 11 και 23 κατηγορίες αντίστοιχα, ενώ η κατηγορία 3^{ου} επιπέδου «πυκνά δάση» ταξινομήθηκε και σε ένα 4^ο επίπεδο (με 4 επιπλέον κατηγορίες για τα βασικά είδη δασών) (Πίνακας 1).

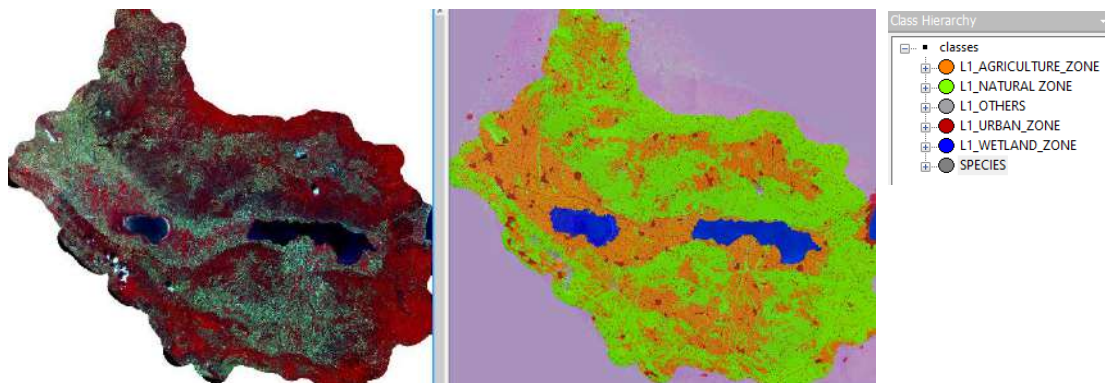
Η πρώτη βασική εργασία στην αντικειμενοστραφή ταξινόμηση είναι η κατάτμηση της εικόνας σε διακριτά αντικείμενα, ώστε να γίνει μεταπήδηση από το επίπεδο του εικονοστοιχείου στο επίπεδο του αντικειμένου. Μετά από πειραματισμούς, η αρχική κατάτμηση για την διάκριση των αντικειμένων, έγινε με συντελεστή κλίμακας 20 και με μεγάλη έμφαση στο σχήμα των αντικειμένων (*scale:20, shape:0.9, compactness:0.5*). Αρχικά από το σύνολο των αντικειμένων, όσα αντικείμενα ικανοποιούσαν τον κανόνα: *Brightness* ≥ 65.000 , χαρακτηρίστηκαν ως υπόβαθρο (περιοχή εκτός ορίων περιοχής μελέτης) και παρέμεινε η υπόλοιπη περιοχή για ταξινόμηση.

Πίνακας 1. Ποσοστό κάλυψης γης με βάση την ταξινόμηση στο ΕΚΠΒ
Table 1. Landcover percentages resulted from the applied classification scheme in EKPV

1. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ		
1.1. Αστική Ζώνη		1,54%
1.2. Δρόμος		
1.2.1. Βασικός δρόμος		1,23%
1.2.2. Αγροτικός δρόμος		3,48%
2. ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΖΩΝΗ		
2.1. Ξηρική καλλιέργεια		
2.1.1. Ξηρική καλλιέργεια		21,06%
2.1.2. Ξηρική μικτή καλλιέργεια		6,17%
2.1.3. Ξηρική καλλιέργεια - Αστικά		0,25%
2.2. Ποτιστική καλλιέργεια		
2.2.1. Πεδινή ποτιστική καλλιέργεια		2,85%
2.2.2. Ορεινή ποτιστική καλλιέργεια		0,50%
2.3. Δενδρώδη καλλιέργεια		
2.3.1. Πεδινή δενδρώδη καλλιέργεια		2,07%
2.3.2. Ορεινή δενδρώδη καλλιέργεια		1,26%
3. ΥΓΡΟΤΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ		
3.1. Υδάτινη περιοχή		
3.1.1. Θάλασσα		0,25%
3.1.2. Λιμναία ύδατα		3,49%
3.1.3. Εσωτερικά νερά - Φράγμα		0,10%
3.1.4. Κοίτη ρέματος		0,37%
3.2. Υγροτοπική βλάστηση		
3.2.1. Καλαμιόνας		0,58%
3.2.2. Καλαμιόνας σε νερό		0,03%
3.2.3. Βαλτότοπος		0,18%
3.3. Παρόχθια Βλάστηση		
3.3.1. Παρόχθιο δάσος		0,29%
3.3.2. Αραιό παρόχθιο δάσος		0,17%
4. ΦΥΣΙΚΗ ΖΩΝΗ		
4.1. Δασική Ζώνη		
4.1.1. Πυκνό δάσος		
4.1.1.1. Ορεινό δάσος		12,82%
4.1.1.2. Δάσος υψηλής μακίας βλάστησης και δάσος χαμηλού υψομέτρου		8,77%
4.1.1.3. Μακία βλάστηση		16,27%
4.1.1.4. Αναδάσωση		0,54%
4.1.2. Αραιό δάσος		3,51%
4.2. Μερικώς δασοσκεπής Ζώνη		
4.2.1. Πυκνότερη μερικώς δασοσκεπής ζώνη		3,18%
4.2.2. Αραιότερη μερικώς δασοσκεπής ζώνη		2,39%
4.3. Ποολίβαδο		6,65%

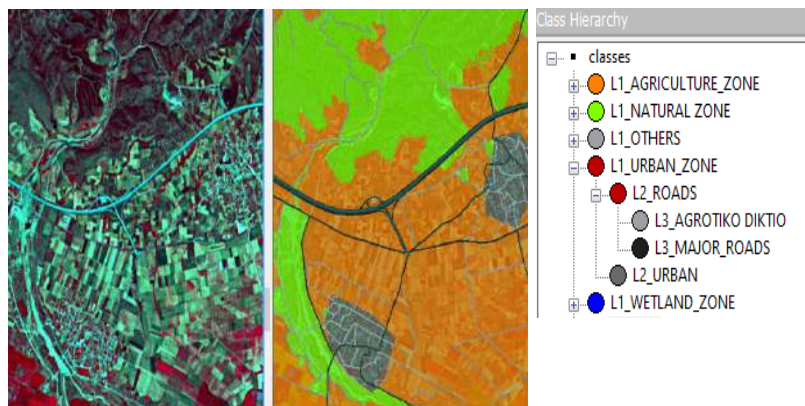
Στο 1ο Επίπεδο, καθορίστηκαν οι κατηγορίες α) Δομημένη περιοχή, β) Αγροτική ζώνη, γ) Υγροτοπική περιοχή και δ) Φυσική ζώνη. Η Δομημένη περιοχή καθώς και η Αγροτική ζώνη διαφοροποιήθηκαν αρχικά από τα άλλα αντικείμενα με βάση κυρίως διανυσματική πληροφορία. Η διανυσματική πολυγωνική πληροφορία της δομημένης περιοχής διαμορφώθηκε στο πλαίσιο αυτής της μελέτης, ενώ η Αγροτική ζώνη καθορίστηκε αρχικά με βάση τα επίσημα πολύγωνα ILOTS χρησιμοποιώντας τους κωδικούς 40 (αρόσιμη γη) και 41 (αρόσιμη γη με μικτή βλάστηση). Η Υγροτοπική περιοχή καθορίστηκε αρχικά και αυτή με πολυγωνικό αρχείο που έγινε με ψηφιοποίηση στην οθόνη, για να συμπεριλάβει τόσο το υδάτινο οικοσύστημα όσο και την υγροτοπική βλάστηση γύρω από αυτό. Τα υπόλοιπα αντικείμενα στην περιοχή μελέτης, μετά τον χαρακτηρισμό των προηγούμενων ενοτήτων, χαρακτηρίστηκαν ως Φυσική ζώνη (Σχήμα 2). Παράλληλα, στην εικόνα υπήρχαν μικρές

περιοχές με νέφωση και σκίαση νεφών. Αυτές οι περιοχές αρχικά ψηφιοποιήθηκαν και χαρακτηρίστηκαν με διακριτό τρόπο και σε ένα τελικό στάδιο ταξινομήθηκαν οπτικά με βάση εικόνες Landsat παρόμοιας εποχής και χροιάς και αντιστοιχίστηκαν τα αντικείμενα στην κοντινότερη κάλυψη γης.



Σχήμα 2. Αποτύπωση των καλύψεων γης στο 1^ο επίπεδο
Figure 2. Land covers after 1st level classification

Στο 2^ο επίπεδο, η Δομημένη περιοχή ταξινομήθηκε σε δύο κατηγορίες ως: 1.1. Αστική και 1.2. Δρόμοι, με βάση τη διανυσματική πολυγωνική πληροφορία που είχε διαμορφωθεί για την ανάλυση αυτή. Τα όρια των οικισμών δημιουργήθηκαν με ψηφιοποίηση επί της οθόνης με βάση τη δορυφορική εικόνα, ενώ τα γραμμικά αρχεία των δρόμων προήλθαν από διαθέσιμα αρχεία αλλά και με νέα ψηφιοποίηση για να συμπεριληφθούν νεότερες πληροφορίες (π.χ. Εγνατία Οδός). Στα γραμμικά αυτά αρχεία δόθηκε καθορισμένο πλάτος με βάση την κατηγορία τους. Το πλάτος των βασικών κυμάνθηκε από 20m (στους επαρχιακούς δρόμους) μέχρι τα 60m (Εγνατία Οδός), ενώ για όλους τους αγροτικούς καθορίστηκε ένα σταθερό πλάτος 16m, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν δύο νέες κατηγορίες που αποτέλεσαν το 3^ο επίπεδο στην κλάση 1.2. Δρόμοι ως: 1.2.1. Βασικοί δρόμοι και 1.2.2. Αγροτικοί δρόμοι (Σχήμα 3).

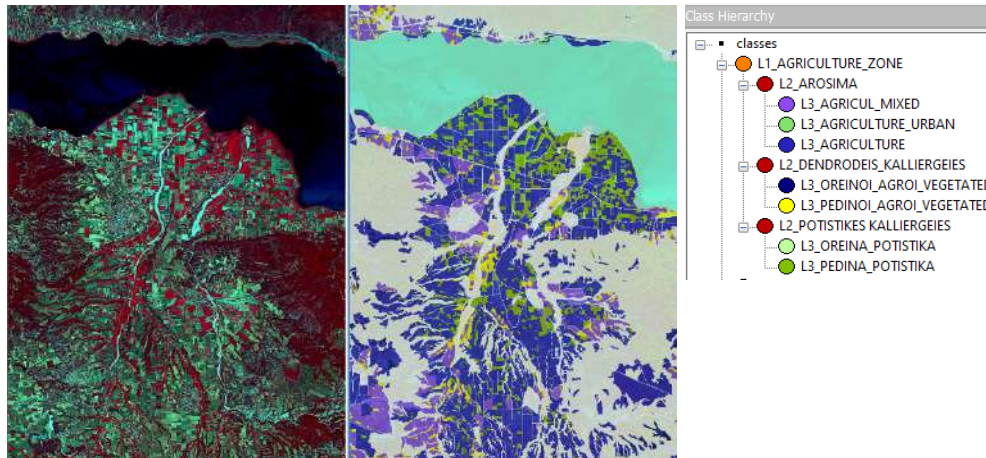


Σχήμα 3. Ιεραρχική ταξινόμηση της Δομημένης περιοχής σε τρία επίπεδα (Διακρίνεται η Εγνατία οδός και οι συνδετήριοι οδοί άξονες)

Figure 3. Hierarchical classification of urban areas at three levels (Egnatia Odos and secondary roads are shown)

Η Αγροτική ζώνη (που είχε δημιουργηθεί με βάση τα Pots στο 1^ο επίπεδο), υποδιαιρέθηκε στο 2^ο επίπεδο σε 2.1. Ξηρικές καλλιέργειες, 2.2. Ποτιστικές καλλιέργειες και 2.3. Δενδρώδεις καλλιέργειες. Για το διαχωρισμό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης βλάστησης NDVI edge. Στην κατηγορία Pot ως Αρώσιμη γη (κωδικός ILOTS:40) αντικείμενα με τιμή NDVI_edge ≥ 0.16 καθορίστηκαν ως Ποτιστικές καλλιέργειες και με μικρότερη τιμή ως 2.1.1 Αμυγείς Ξηρικές καλλιέργειες (επίπεδο 3^ο). Στην κατηγορία Pot ως Αρώσιμη γη με μικτή βλάστηση, (κωδικός ILOTS:41) αντικείμενα αυτής της ζώνης με τιμή NDVI_edge ≥ 0.16 καθορίστηκαν ως Δενδρώδεις Καλλιέργειες και μικρότερη τιμή ως

2.1.2 Ξηρικές μικτές (επίπεδο 3^ο). Επιπρόσθετα, με βάση διανυσματική πληροφορία σε συνδυασμό με αντικείμενα, ταξινομήθηκε μηχανικά και μια περιοχή στο επίπεδο 2.1 Ξηρικές καλλιέργειες, όπου υπήρχε μεγάλη πυκνότητα δομημένης έκτασης μέσα σε αγρούς ως 2.1.3. Αγροτική - Αστική. Το υψόμετρο χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο με διχοτομικό όριο τα 200m για το διαχωρισμό των άλλων δύο κατηγοριών Αγροτικής Ζώνης σε Πεδινές ή Ορεινές Ποτιστικές καλλιέργειες και αντίστοιχα σε Πεδινές ή Ορεινές Δενδρώδεις καλλιέργειες. Με μηχανική διόρθωση τα ποτιστικά χωράφια στην πρώην λίμνη Μαυρούδα μετονομάστηκαν σε 2.2.2. Ορεινά ποτιστικά και τα αντίστοιχα της πεδινής ζώνης ως 2.2.1. Πεδινά Ποτιστικά χωράφια (Σχήμα 4).

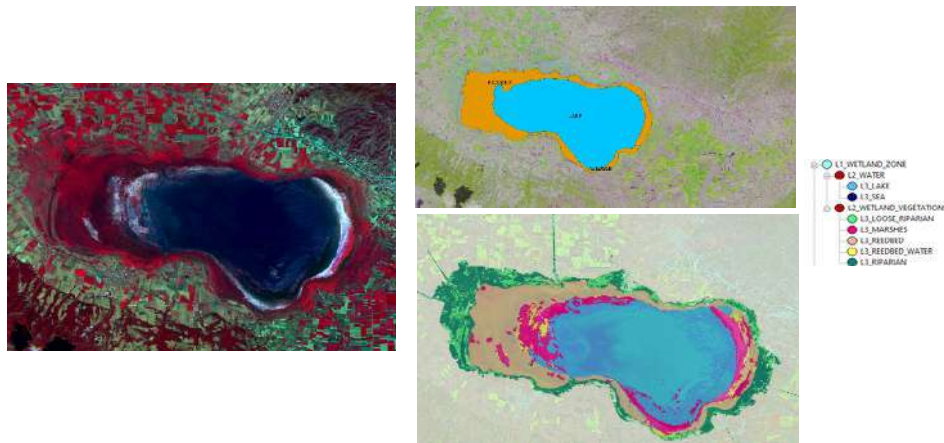


Σχήμα 4. Ιεραρχική ταξινόμηση της Αγροτικής ζώνης σε τρία επίπεδα
Figure 4. Hierarchical classification of Agricultural areas at three levels

Η Υγροτοπική έκταση που αρχικά είχε καθοριστεί με θεματικό πολυγωνικό αρχείο διακρίθηκε στο 2^ο επίπεδο με βάση την αρχική θεματική πληροφορία σε δύο διακριτές ενότητες 3.1 Υδάτινες περιοχές που διαχωρίστηκε σε 3.1.1. Θάλασσα και 3.1.2 Λιμναία ύδατα και σε 3.2. Υγροτοπική Βλάστηση (Σχήμα 5). Στη συνέχεια με βάση μια σειρά φασματικών δεικτών έγινε η ταξινόμηση ή /και διόρθωση στο 3^ο επίπεδο σε μια πιο περίπλοκη διαδικασία, για να καταγραφεί με ακρίβεια το σύνθετο μωσαϊκό των υγροτοπικών ενδιαιτημάτων (που είναι μια μίξη από Καλαμιώνες, Καλαμιώνες σε νερό και Βαλτότοποι).

Αναλυτικότερα, με βάση το δείκτη NDVI_{edge}, τα αντικείμενα στις αρχικές κατηγορίες 3.1.2. Λιμναία ύδατα και 3.2. Υγροτοπική Βλάστηση με τιμές ≤ 0.2 , ταξινομήθηκαν προσωρινά ως περιοχές με ρηγά νερά, ενώ επανακαθορίστηκαν ξανά στην κατηγορία 3.1.2 Λιμναία ύδατα όσα αντικείμενα σε αυτή την ενδιάμεση κατηγορία (ρηγά νερά) είχαν τιμές κοντινού υπέρυθρου NIR ≤ 50 . Στη συνέχεια, με βάση την τιμή του δείκτη NDBI ≤ 0.1 τα αντικείμενα στην αρχική κατηγορία 2^{ου} επιπέδου 3.2 Υγροτοπική Βλάστηση, αλλά και στην προσωρινή κατηγορία των ρηχών νερών, ταξινομήθηκαν ως 3.2.3. Βαλτότοποι, ενώ τα αντικείμενα με μεγαλύτερες τιμές αυτού του δείκτη ταξινομήθηκαν ως 3.2.1. Καλαμιώνες. Στα εναπομείναντα αντικείμενα της προσωρινής κατηγορίας των ρηχών νερών αυτά που είχαν τιμή Blue Ratio > 1.1 και κοινή πλευρά ≥ 1 εικονοστοιχείο με τα χαρακτηρισμένα ως 3.2.3. Βαλτότοποι, χαρακτηρίστηκαν σε 3^ο επίπεδο ως μια νέα κατηγορία: 3.2.2 Καλαμιώνες σε νερό και ότι έμεινε από την προσωρινή κατηγορία εντάχθηκαν στην 3.2.3. Βαλτότοποι.

Η παραλίμνια δασική βλάστηση (αναλύεται παρακάτω), που εντάχθηκε στην Υγροτοπική ζώνη, ταξινομήθηκε με κανόνες γειννίας μεσα από το λογισμικό αφού ολοκληρώθηκε η ταξινόμηση της δασικής βλάστησης και πήρε ατομική αρίθμηση ως 3.3. Παρόχθια βλάστηση (Σχήμα 5).

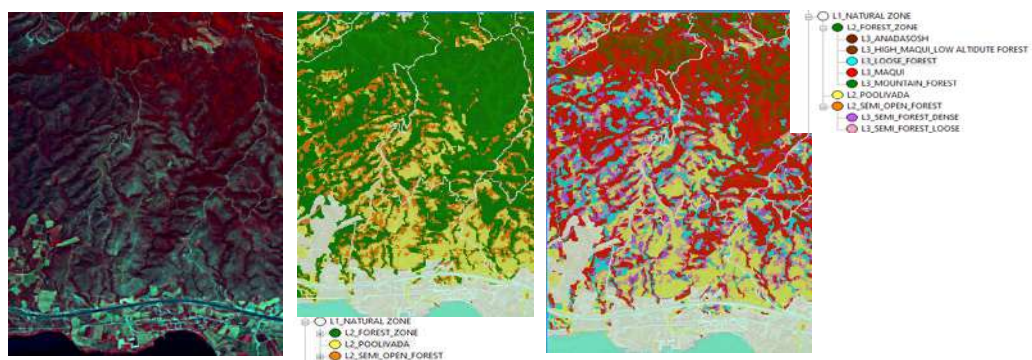


Σχήμα 5. Ιεραρχική ταξινόμηση της Υγροτοπικής ζώνης σε τρία επίπεδα. Η αριστερή εικόνα δείχνει την αρχική ταξινόμηση της λίμνης Κορώνειας (2^ο επίπεδο) και η δεξιά εικόνα την ταξινόμηση της στο 3^ο επίπεδο
 Figure 5. Hierarchical classification of wetlands at three levels. Left figure shows the initial classification of Lake Koroneia (2nd level) and right figure the 3rd level classification)

Η εναπομείνουσα περιοχή που καθορίστηκε ως Φυσική Ζώνη περιλάμβανε όλες τις δασικές και αγρολιβαδικές εκτάσεις. Αρχικά τα αντικείμενα στη Φυσική ζώνη, κατατμήθηκαν ξανά σε μικρότερα αντικείμενα με έμφαση τώρα στις φασματικές τιμές (*scale:10, shape: 0.1, compactness:0.5*) και στη συνέχεια ταξινομήθηκαν σε 2^ο επίπεδο ως 4.1. Δασική Ζώνη, 4.2. Μερικώς δασοσκεπής ζώνη και 4.3. Ποολίβαδα (Σχήμα 6). Ο βασικός κανόνας διαχωρισμού ήταν ο δείκτης βλάστησης NDVI, όπου τιμές $NDVI \leq 0$, χαρακτήρισαν τα Ποολίβαδα, τιμές NDVI από 0-0.2 χαρακτήρισαν τις Μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις και τιμές μεγαλύτερες από 0.2 τις Δασικές ζώνες.

Στο 3^ο επίπεδο ενσωματώθηκε και ο παράγοντας πυκνωσης των παραπάνω δύο δασοσκεπών κατηγοριών, χαρακτηρίζοντας αραιά και πυκνά δάση, καθώς και αραιές ή πυκνότερες μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις. Ειδικότερα, στη δασική ζώνη, τα αντικείμενα με τιμές $NDVI > 0.35$ καθορίστηκαν ως 4.1.1. Πυκνά δάση, ενώ τα αντικείμενα από τιμές NDVI: 0.2 - 0.35 ως 4.1.2. Αραιά δάση. Στη ζώνη τιμών του δείκτη NDVI από 0 - 0.2, που καταλαμβάνεται από τις μερικώς δασωμένες περιοχές, τα αντικείμενα με τιμές ≤ 0.1 ταξινομήθηκαν ως 4.2.2. Αραιή μερικώς δασοσκεπής ζώνη (ουσιαστικά πολύ αραιοί θαμνώνες) και από 0.1 - 0.2 σε 4.2.1. Πυκνότερη μερικώς δασοσκεπής Ζώνη (αραιοί θαμνώνες). Για τον επιπλέον διαχωρισμό της 4.1.1. (Πυκνά δάση) σε ένα 4^ο επίπεδο ανάλυσης με βάση τις φυτοκοινωνικές ζώνες βλάστησης, χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά οι δείκτες NDVI_edge και GREEN_RATIO, όπου περιοχές τιμών με $NDVI_edge \leq 0.25$ και $GREEN_RATIO \leq 0.6$ ταξινομήθηκαν ως 4.1.1.3. Μακία βλάστηση. Στην υπόλοιπη ζώνη της κατηγορίας 4.1.1. περιοχές με $GREEN_RATIO \leq 0.75$ ταξινομήθηκαν ως 4.1.1.2. Δάση υψηλής μακίας και δάση χαμηλού υψομέτρου, ενώ η υπόλοιπη κατηγορία ως 4.1.1.1 Ορεινά δάση. Η κατηγορία 4.1.1.4. Αναδασώσεις, προήλθε κυρίως από οπτική ερμηνεία με τη βοήθεια του Google Earth και αντιστοίχιση αντικειμένων σε αυτή την κατηγορία (Σχήμα 6).

Για τον προσδιορισμό της παραλίμνιας δασικής βλάστησης (κυρίως με αλμυρικά)- κατηγορία 2^{οο} επιπέδου ως 3.3. Παρόχθια βλάστηση και την ενσωμάτωσής τους στην ενότητα των Υγροτοπικών εκτάσεων χρησιμοποιήθηκαν κανόνες γειννίας μεσα από το *eCognition*. Ειδικότερα, όσα αντικείμενα από την κατηγορία 4.1 Δασική ζώνη είχαν κοινή περιοχή ≥ 1 εικονοστοιχείου με υγροτοπική βλάστηση, ταξινομήθηκαν ως 3.3.1 Παρόχθια δάση και όσα αντικείμενα από τις κατηγορίες 4.1.2. Αραιά δάση, 4.2.2. Πυκνότερη μερικώς δασοσκεπής Ζώνη, 4.2.1. Αραιή μερικώς δασοσκεπής Ζώνη είχαν κοινή περιοχή ≥ 1 εικονοστοιχείου με υγροτοπική βλάστηση, ταξινομήθηκαν ως 3.3.2. Αραιά παρόχθια δάση. Στη συνέχεια με βάση την ταξινόμηση των παρόχθιων δασών, όσες από τις εναπομείναντες παραπάνω δασικές κατηγορίες είχαν γειννίαση με τις κατηγορίες 3.3.1 και 3.3.2, χαρακτηριζόντουσαν με την αντίστοιχη παρόχθια κατηγορία (Σχήμα 7).



Σχήμα 6. Ταξινόμηση της Φυσικής ζώνης στο 2^ο και 3^ο επίπεδο.
Figure 6. Classification of the natural zone at the 2nd and 3rd level.



Σχήμα 7. Ταξινόμηση της Παρόχθιων δασών στο 3^ο επίπεδο.
Figure 7. Classification of riparian forest at the 3rd level

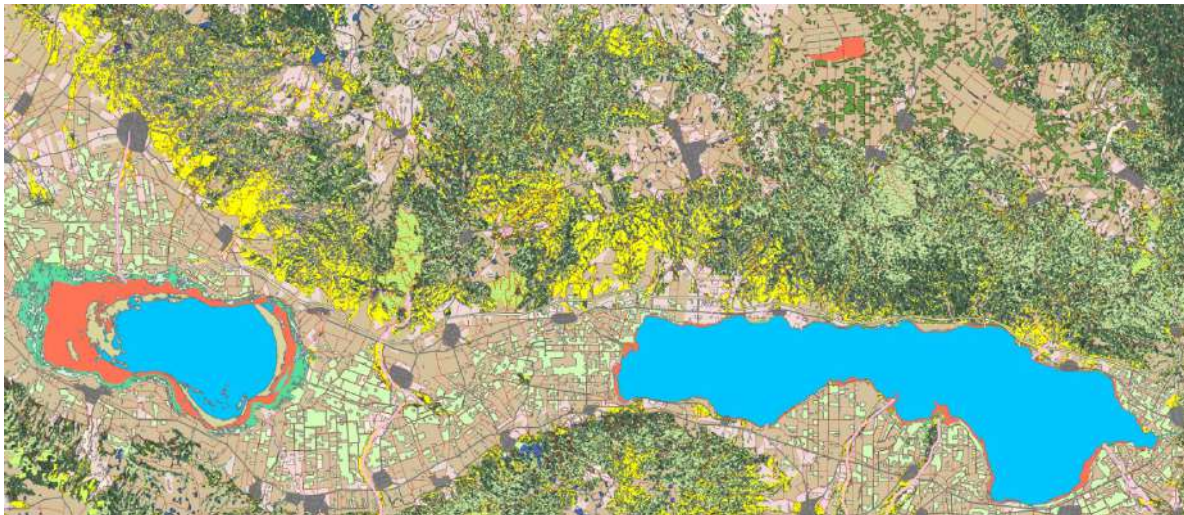
Τέλος, η ταξινόμηση ολοκληρώθηκε με τον καθορισμό άλλων δύο κατηγοριών κάλυψης γης. Τα εσωτερικά νερά - μικρά φράγματα (3.3.5) όπου ταξινομήθηκαν με οπτική διόρθωση ήδη χαρακτηρισμένων αντικειμένων και η κοίτη των βασικών ρεμάτων (3.3.6), όπου έγινε αρχικά γραμμική ψηφιοποίηση τους με καθορισμό δύο τιμών πλάτους ζώνης κοίτης, τα 40m και 100m για τα μικρά και μεγάλα ρέματα αντίστοιχα. Με βάση αυτά τα πολύγωνα και με εργασίες σε περιβάλλον ΓΣΠ έγινε υπέρθεση αυτής της πληροφορίας στο τελικό αρχείο ταξινόμησης για τον χαρακτηρισμό αυτών των περιοχών ως κοίτη ρεμάτων.

Το τελικό στάδιο σε κάθε διαδικασία ταξινόμησης είναι η εκτίμηση της ακρίβειας των εκτιμήσεων. Αυτό συνήθως γίνεται επιλέγοντας ένα τυχαίο δείγμα περιοχών στις οποίες, έπειτα από επίσκεψη σε αυτές, ο αναλυτής διαπιστώνει την πραγματική κάλυψη. Ως ακρίβεια θεωρείται το επίπεδο συμφωνίας μεταξύ των ετικετών που ορίζονται από την ταξινόμηση και των ετικετών που προέκυψαν από την επιτόπια παρατήρηση. Το πιο κοινό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ακρίβειας ταξινόμησης είναι η μήτρα σύγχυσης (*confusion matrix*). Από τη μήτρα αυτή μπορούν να υπολογιστούν διάφοροι δείκτες ακρίβειας, όπως η συνολική ακρίβεια (*overall accuracy*), η ακρίβεια του αναλυτή (*producer's accuracy*), η ακρίβεια του χρήστη (*user's accuracy*), αλλά και πιο πολύπλοκοι δείκτες όπως είναι ο συντελεστής Kappa, που χρησιμοποιεί πληροφορίες που παρέχει το σύνολο της μήτρας. Για τον υπολογισμό του μεγέθους του δείγματος ακολουθήθηκε η μέθοδος που προτάθηκε από τους Congatton και Green (2020), οι οποίοι χρησιμοποιούν τη σχέση: $n = BΠ(1-Πi)/bi2$ (όπου B : η μεγαλύτερη τιμή X^2 , για πιθανότητα α/k (α : επίπεδο ακρίβειας (π.χ 0.05 - επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) - και k : το πλήθος των κατηγοριών) $Π$: % έκταση της κάλυψης i). Με βάση το αποτέλεσμα της παραπάνω σχέσης ο κατ' ελάχιστο αριθμός των δειγμάτων είναι 644, τα οποία μοιράστηκαν ισομερώς σε 18 ευρείες κατηγορίες χρήσεων/καλύψεων γης. Στη συνέχεια, ο έλεγχος ακρίβειας ταξινόμησης πραγματοποιήθηκε μέσω οπτικής ερμηνείας εικόνων πολύ υψηλής ανάλυσης (*Very-High-Resolution, VHR*), και δημιουργήθηκε μήτρα όπου υπολογίστηκαν η συνολική ακρίβεια (*overall accuracy*), η ακρίβεια του αναλυτή (*producer's accuracy*), η ακρίβεια του χρήστη (*user's accuracy*) και ο συντελεστής Kappa.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η περιοχή μελέτης αποτελείται κυρίως από φυσικά οικοσυστήματα. Η Φυσική και Υγροτοπική ζώνη καλύπτουν το 59,6% της περιοχής (54,1% και 5,6% αντίστοιχα), ενώ η Αγροτική Ζώνη καλύπτει το 34,2% και η δομημένη έκταση μόλις το 6,2%. Η κυρίαρχη κάλυψη είναι τα πυκνά δάση καταλαμβάνοντας το 38,4% της έκτασης, ακολουθούμενη από της Ξηρικές καλλιέργειες (27,5%). Σημαντικό ποσοστό καταλαμβάνουν και οι αραιά δασωμένες εκτάσεις στην περιοχή (12,3%) με ισόποση σχεδόν συμμετοχή των μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων και των ποολίβαδων (6,7% και 5,6% αντίστοιχα). Μια μεγάλη έκταση στην περιοχή μελέτης καλύπτεται από υγροτοπικά ενδιαιτήματα, φθάνοντας σε ένα ποσοστό 5,5%, με αρκετά μεγάλη έκταση (3.237 στρ) να καλύπτεται από υγροτοπική βλάστηση (1,25%). Αναλυτικά το ποσοστό κάλυψης σε όλες τις χαρτογραφημένες κατηγορίες παρουσιάζεται στον πίνακα 1 και ένα τμήμα της συνολικής ταξινόμησης στο σχήμα 8.

Η συνολική ακρίβεια (*overall accuracy*) υπολογίστηκε ως 0,91 και ο συντελεστής Kappa ως 0.90, ενώ και οι τιμές ακρίβειας του αναλυτή (*producer's accuracy*) και του χρήστη κυμάνθηκαν κοντά στις συνολικές τιμές ακρίβειας. Οι μικρότερες ακρίβειες του αναλυτή (*user's accuracy*) βρέθηκαν στις κατηγορίες Δενδρώδεις καλλιέργειες (0.69) και Πυκνό παρόχθιο δάσος (0,81), η οποία μπορεί να οφείλεται και σε αλλαγές ανάμεσα στη χρονιά λήψης της δορυφορικής εικόνας και της εκτίμησης της αξιολόγησης. Οι μικρότερες τιμές στην ακρίβεια του χρήστη βρέθηκαν στις κατηγορίες Ποολίβαδα (0,76) και Αναδασώσεις (0,79) που πάλι μπορεί να οφείλεται σε δυναμική αλλαγή αυτών των κατηγοριών στο χρόνο.



Σχήμα 8. Απεικόνιση τμήματος ταξινομημένης εικόνας στην περιοχή ανάμεσα στις λίμνες Κορώνεια και Βόλβη
Figure 8. Subset of the classified image in the area between lakes Koroneia and Volvi

Στην παρούσα εργασία με τη χρήση πολύ υψηλής ανάλυσης δορυφορικής εικόνας *RapidEye* (5.0m), επιπρόσθετων γεωχωρικών δεδομένων και τη χρήση αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης αναγνωρίστηκαν συνολικά 27 καλύψεις γης με συνολική χαρτογραφική ακρίβεια που ξεπερνά το 90%. Παράλληλα η ακρίβεια χαρτογράφησης ήταν υψηλή, ξεπερνώντας το 80%, για όλες, πλην μίας, από τις καλύψεις που αναγνωρίστηκαν. Με δεδομένο τον υψηλό βαθμό ετερογένειας που χαρακτηρίζει την περιοχή μελέτης αλλά και το δυναμικό της χαρακτήρα λόγω της ύπαρξης υδάτινων οικοσυστημάτων, η ακρίβεια που επιτεύχθηκε είναι εξαιρετικά ικανοποιητική. Πιθανόν η ακρίβεια της ταξινόμησης να ήταν ακόμη μεγαλύτερη εάν στην ίδια διαδικασία ταξινόμησης είχαν ενσωματωθεί εικόνες χαμηλότερης χωρικής ανάλυσης που να καλύπτουν όμως όλες τις εποχές του έτους. Η χρήση χρονοσειράς εικόνων έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την ακρίβεια της χαρτογράφησης σε δυναμικά και πολύπλοκα από άποψη ετερογένειας τοπία (Lucas κ.α. 2007, Xofis και Poirazidis 2018).

Παρά την βελτίωση της διαθεσιμότητας και της ποιότητας δορυφορικών δεδομένων αλλά και τον μεθόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση, εξακολουθεί να υπάρχει ένα σημαντικό κενό ανάμεσα στην επιστημονική έρευνα και γνώση πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο και στην επιχειρησιακή χρήση των μεθόδων που περιγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Ένας σημαντικός λόγος για αυτό το κενό είναι η αδυναμία που πολλές φορές διαπιστώνεται στην εφαρμογή των

παρουσιάζομενων μεθόδων σε περιοχές διαφορετικές από αυτές στις οποίες δοκιμάστηκαν και αναπτύχθηκαν (Walker κ.α. 2008). Η χρήση πολύπλοκων ταξινομητών αυτόματης ή ημιαυτόματης ταξινόμησης που βασίζεται στην χρησιμοποίηση δεδομένων εκπαίδευσης καθιστά την ευελιξία άρα και την προσαρμογή τους σε νέες περιοχές αρκετά δύσκολη. Στην παρούσα εργασία υιοθετήθηκε μια μεθοδολογία αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης που δεν βασίζεται στην χρήση δεδομένων εκπαίδευσης αλλά σε λογικούς κανόνες που απορρέουν από την ανθρώπινη λογική και επιστημονική γνώση και βασίζονται είτε στα πρωτογενή δεδομένα των εικόνων είτε σε εύκολα υπολογίσιμους δείκτες (Hofmann κ.α. 2011, Kefalas κ.α. 2018). Η συγκεκριμένη προσέγγιση επιτρέπει την μεταφορά τους σε άλλες περιοχές ή ακόμη και σε μελέτες όπου χρησιμοποιούνται διαφορετικά δεδομένα απαιτώντας μόνο μια μικρή προσαρμογή των τιμών που υιοθετήθηκαν για την διάκριση μιας κάλυψης γης από μια άλλη. Με δεδομένη την υψηλή διαθεσιμότητα δορυφορικών δεδομένων στην εποχή μας, που μάλιστα απαιτούν και ελάχιστη προεπεξεργασία πριν την χρησιμοποίησή τους, επιτρέπει την εφαρμογή της μεθόδου και από χρήστες που δεν διαθέτουν ενδεχομένως βαθιά επιστημονική γνώση του αντικείμενου της δορυφορικής τηλεπισκόπησης, άρα καθίσταται δυνατή και η επιχειρησιακή της εφαρμογή.

Είναι βέβαιο ότι τα δεδομένα και οι μέθοδοι τηλεπισκόπησης αποτελούν και θα συνεχίσουν να αποτελούν σε ακόμη σημαντικότερο βαθμό τη βάση κάθε προσπάθειας παρακολούθησης και περιοδικής αποτύπωσης της δυναμικής του τοπίου στις προστατευόμενες περιοχές της Ευρώπης και όχι μόνο (Nagendra κ.α. 2013). Η συνεχής βελτίωση της διαθεσιμότητας και ποιότητας των δεδομένων και μεθόδων δορυφορικής τηλεπισκόπησης διασφαλίζει τη συνεχή βελτίωση των παραγόμενων προϊόντων. Εργασίες όπως αυτή που παρουσιάζεται στο παρόν άρθρο βελτιώνουν σημαντικά την δυνατότητα επιχειρησιακής εφαρμογής προηγμένων μεθόδων τηλεπισκόπησης και θα συμβάλει σημαντικά στην κατεύθυνση αυτή.

Ευχαριστίες

Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφορικής Ανάπτυξης 2007 – 2013, στο πλαίσιο της εποπτείας ορνιθοπανίδας για το ΕΠ Κορώνειας – Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών. Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το προσωπικό και τα μέλη του ΔΣ του Φορέα Διαχείρισης του ΕΠ για τη συνεργασία τους σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος.

Abstract

The combined action of biotic and abiotic factors as well as the long-term human presence in the Mediterranean has led to landscapes with a high dynamic for change and high complexity. In the present work, very high spatial resolution data and an object-oriented classification method, based on logical rules and not training data, were used in order to map the land cover of the National Park of lakes Koronia - Volvi and Macedonian Tempi which is characterized by a variety of habitats and a diverse mosaic. The final cartographic product is characterized by high thematic and spatial accuracy having identified a total of 27 land covers with a total accuracy exceeding 90%. The methodology adopted in this study is expected to significantly contribute to the improvement of the operational use of advanced methods and remote sensing data to meet the monitoring requirements of the protected areas of Greece and Europe.

Βιβλιογραφία

Benz, U.C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I. and Heynen, M., 2004. Multiresolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS J. Photogramm.* 58, 239–258.

Bock, M., Xofis, P., Rossner, G., Wissen, M. and Mitchley, J., 2005. Object oriented methods for habitat mapping in multiple scales: case studies from Northern Germany and North Downs, GB. *J. Nat. Conserv.* 13, 75–89.

Blondel, J., 2006. The “design” of Mediterranean landscapes: a millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human Ecology*, 34, 713–729.

Congalton, R.G. and Green, K., 2020. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. CRC Press, 348 Pages.

European Environment Agency, 2012. *Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process*. EEA Techn. report No 11, 45 pp.

- Farina, A., 1997. Landscape structure and breeding bird distribution in a sub-Mediterranean agro-ecosystem. *Landscape Ecol.*, 12, 365-378.
- Hofmann, P., Blaschke, T. and Strobl, J., 2011. Quantifying the robustness of fuzzy rule sets in object-based image analysis, *Int. J. Remote Sens.*, 32(22), 7359-7381.
- Kefalas, G., Poirazidis, K., Xofis, P. and Kalogirou, S., 2018. Mapping and understanding the dynamics of landscape changes on heterogeneous Mediterranean islands with the use of OBIA: The case of Ionian Region, Greece. *Sustainability*, 10, 2986.
- Lucas, R., Rowlands, A., Brown, A., Keyword, S. and Bunting, P., 2007. Rule-based classification of multi-temporal satellite imagery for habitat and agricultural land cover mapping. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 62, 165-185.
- Nagendra, H., Lucas, R., Honrado, J.P., Jongman, R.H.G., Tarantino, C., Adamo, M. and Mairota, P., 2013. Remote sensing for conservation monitoring: Assessing protected areas, habitat extent, habitat condition, species diversity, and threats. *Ecological Indicators*, 33, 45–59.
- Navarro, L. M. and Pereira, H. M., 2012. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe. *Ecosystems* 15, 900-912.
- Otero, I., Marull, J., Tello, E., Diana, G.L., Pons, M., Coll, F. and Martí Boada, M., 2015. Land abandonment, landscape, and biodiversity: questioning the restorative character of the forest transition in the Mediterranean. *Ecology and Society*, 20, 7.
- Vacchiano, G., Garbarino, M., Lingua, E. and Motta, R., 2017. Forest dynamics and disturbance regimes in the Italian Apennines. *Forest Ecology and Management*, 388, 57-66.
- Walker, J. S. and Blaschke, T., 2008. "Object Based Land Cover Classification for the Phoenix Metropolitan Area: Optimization vs. Transportability." *Int. J. Remote Sens.* 29 (7), 2021–2040.
- Xofis, P. and Poirazidis, K. 2018. Combining different spatio-temporal resolution images to depict landscape dynamics and guide wildlife management. *Biol. Conserv.*, 218, 10-17.
- Zakkak, S., A. Radovic, A., Nikolov, S., Shumka, S., Kakalis, L. and Kati, V., 2015. Assessing the effect of agricultural land abandonment on bird communities in southern-eastern Europe. *J. Environ. Manage.* 164: 171–179
- Zhang, C., Smith, M., Jie Lv, J. and Fang, C., 2017. Applying time series Landsat data for vegetation change analysis in the Florida Everglades Water Conservation Area 2A during 1996–2016. *Int. J. Appl. Earth Obs.* 57, 214-223.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ «ΕΞΥΠΝΟΥ» ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΑΧΥΜΕΤΡΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ

Σιούτας, Κωνσταντίνος¹; Νινίκας, Ευθύμιος²; Λαλλάς, Κωνσταντίνος¹;
Νταλός, Γεώργιος³; Καραγεώργος, Αντώνιος¹

¹Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Ψηφιακών Τεχνολογιών, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, sioutako@gmail.com, elallas@uth.gr, karageorgos@uth.gr.

²Εργαστήριο Σχεδιασμού Προϊόντων & Βιομηχανικής Παραγωγής, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, kninikas@uth.gr.

³Εργαστήριο Τεχνολογίας & Ποιοτικού Ελέγχου Επίπλων & Ξυλοκατασκευών, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, gntalos@uth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής ενός πρωτότυπου «έξυπνου» ψηφιακού παχύμετρου, που περιλαμβάνει τη σχεδίαση και υλοποίηση του με χρήση και σύνδεση σύγχρονου εξοπλισμού, παράλληλα με τη δυνατότητα καταγραφής της γεωγραφικής θέσης του και της αποστολής των δεδομένων και μετρήσεων, με κατάλληλο λογισμικό (εφαρμογή app) σε κάποιο τερματικό, (smartphone ή desktop), όπου στη συνέχεια, θα μπορεί να επεξεργαστεί και να διοχετευτεί on-line στο πληροφοριακό σύστημα της Δασικής Υπηρεσίας, εξοικονομώντας ταυτόχρονα πόρους τόσο υλικούς όσο και ανθρώπινους ειδικά σε μια περίοδο όπου η συνέντευξη σε εργασιακούς χώρους απαιτεί τον ελάχιστο δυνατό αριθμό εργαζομένων.

Λέξεις κλειδιά: Σχεδιασμός ψηφιακού παχύμετρου, κωδικός αναγνώρισης (ID) κορμοτεμαχίου, ιχνηλάτηση εφοδιαστικής αλυσίδας βιομηχανίας ξύλου.

Εισαγωγή

Το πλαίσιο λειτουργίας μιας σύγχρονης Δασικής Υπηρεσίας απαιτεί τον εκσυγχρονισμό της τεχνολογικής-ψηφιακής υποδομής με τις τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις. Εξειδικευμένοι άνθρωποι πόροι καθώς και τα «έξυπνα» πληροφοριακά συστήματα μπορούν να μεγιστοποιήσουν την αποδοτικότητα του. Μέχρι σήμερα, η καταγραφή του μήκους και του πάχους ενός δέντρου γίνεται χειροκίνητα, με χρήση αναλογικών μέσων μέτρησης, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε κινδύνους σφάλματος των αριθμητικών δεδομένων. Επιπρόσθετα, η καταγραφή των δεδομένων σε χαρτί καθιστά τη διαδικασία χρονοβόρα και τα δεδομένα αναξιόπιστα για στατιστικούς ή άλλους αναλυτικούς σκοπούς. Αυτό οφείλεται στην αδυναμία διασταύρωσης αρχικά των μετρήσεων (αφού χρειάζονται δύο υπάλληλοι οι οποίοι δεν έχουν τρόπο ο ένας να επιβεβαιώσει τις μετρήσεις και ο δεύτερος να επαληθεύσει ότι αυτό που γράφει είναι το σωστό. Επίσης, οι μετρήσεις σε χαρτί είναι πολύ δύσκολο να αξιοποιηθούν λόγω της ανάγκης μεταφοράς τους με κάποιο τρόπο σε ηλεκτρονική μορφή το οποίο απαιτεί επιπλέον πόρους. Σε ένα τέτοιο σύστημα δεν μπορούν να αξιοποιηθούν λύσεις αυτοματοποίησης εργασιών που συνεισφέρουν καθοριστικά σε μια αποτελεσματική ψηφιακή διοίκηση. Η οδηγία 995/2010 (Κανονισμός 995/2010) της Ευρωπαϊκής Ένωσης απαιτεί την Δέουσα επιμέλεια κατά την οποία θα πρέπει να προβλέπεται η πρόσβαση στις πληροφορίες παραγωγής και διακίνησης της ξυλείας. Κατόπιν τούτου προκύπτει η θεμελιώδης ανάγκη δημιουργίας ενός μέσου που θα χρησιμοποιείται για την καταγραφή των εργασιών που τελούνται στα πλαίσια της λειτουργίας ενός δασαρχείου. Η ανάπτυξη ενός έξυπνου ψηφιακού παχύμετρου επιχειρεί να καλύψει μέρος της προαναφερθείσας ανάγκης, προσφέροντας στους υπαλλήλους του δασαρχείου τη δυνατότητα καταγραφής των διαστάσεων της ξυλείας και της ταυτοποίησης αυτής. Δυνητικά, η άμεση καταγραφή των δεδομένων με αυτοματοποιημένο τρόπο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί περαιτέρω με μεταφόρτωση τους σε διαδικτυακές υπηρεσίες, γεγονός που θα οδηγούσε σε άμεση πληροφόρηση των ενδιαφερόμενων και σε ασφάλιση των δεδομένων από τυχόν μελλοντική αλλοίωση.

Συσκευές μέτρησης κλασικές

Βασικό στοιχείο της Δασολογικής Επιστήμης, όσον αφορά τις μετρήσεις πεδίου, είναι ο όγκος των κατακείμενων ή ιστάμενων δέντρων ή ακόμη και ολόκληρων συστάδων. Όμως η απευθείας μέτρηση του όγκου ενός δέντρου, αν και θεωρητικά είναι εφικτή, στην πράξη εμφανίζει δυσκολίες. Για τον λόγο αυτό, αντί του όγκου, μετρούνται άλλα χαρακτηριστικά όπως το ύψος ή το μήκος, η διάμετρος κλπ. και στη συνέχεια υπολογίζεται ο όγκος με τη βοήθεια τύπων γνωστών από τη Στερεομετρία. (Μάτης 1994). Οι Clark κ.α., (2000) διεξήγαγαν μια πλήρη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τα δενδρομετρικά όργανα και τη χρήση τους στη διαχείριση των δασών και δασικών προϊόντων, αλλά και στην έρευνα. Υπάρχουν δύο κατηγορίες δενδρομετρικών οργάνων που έχουν χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως για τη μέτρηση της διαμέτρου: τα όργανα που μετρούν εξ επαφής και τα όργανα που μετρούν από απόσταση. Τα εξ' επαφής δενδρόμετρα πρώτα έρχονται σε φυσική επαφή με τον κορμό, έτσι ώστε να μετρηθεί η διάμετρος του. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν η παχυμετρική ταινία, η οποία περιτυλίγεται στον κορμό, τα παχύμετρα διαφόρων ειδών, οι ωρολογιακοί μετρητές (dial gauges), οι κανόνες (π.χ. ο κανόνας Biltmore, ο κανόνας Samoan), οι οπτικές ταρίφες (sector forks) (π.χ. Οπτική ταρίφα του Bitterlich), (Jackson 1911, Brown κ.α. 1947, Tryon και Finn 1949, Bower και Blocker 1966, Dixon 1973, Matern 1990, Keeland 1993, Costella 1995, Bitterlich 1998, Link κ.α. 1998, Goldhamer κ.α. 1999). Τα τηλεσκοπικά δενδρόμετρα μετρούν τη διάμετρο από κάποια απόσταση. Παραδείγματα οργάνων αυτής της κατηγορίας είναι το ρελασκόπιο του Bitterlich, το πεντάπρισμα του Wheeler (Wheeler pentaprism), το οπτικό δενδρόμετρο Barr και Stroud (Barr και Stroud dendrometer) (Clark κ.α. 2000).

Σύγχρονες συσκευές μέτρησης

Οι Qiang κ.α. (2006) χρησιμοποίησαν την υπερηχητική τεχνολογία εμβέλειας για τη μέτρηση του ύψους του δέντρου και τη διακριτική τεχνολογία γραμμωτού κώδικα για τον προσδιορισμό του μινύματος δεδομένων διαμέτρου. Το όργανο μέτρησης διαπιστώθηκε ότι μπορεί να διαβάσει και να καταγράψει τα δεδομένα μέτρησης με τεχνολογία υπερήχων, η οποία μπορεί να βελτιώσει τη στατιστική απόδοση και να παρέχει έναν βολικό τρόπο για την έρευνα και ανάλυση των δεδομένων μέτρησης. Το αποτέλεσμα της δοκιμής επιβεβαίωσε το μικρότερο, σχετικό σφάλμα αυτού του οργάνου (εντός $\pm 1\%$) σε σύγκριση με τις μετρήσεις με συμβατικές ταινίες μέτρησης δέντρων (ποιο είναι το σφάλμα μέτρησης με χρήση ταινίας) ;. Με βάση την τεχνολογία επεξεργασίας εικόνας στο smartphone android και τη θεωρία φωτογραμμετρίας στενής λήψης, οι Shen κ.α. (2017) πρότειναν δύο μεθόδους μέτρησης της στηθαίας διαμέτρου ενός δέντρου. Η πρώτη μέθοδος συνίσταται στη χρησιμοποίηση της γωνίας κλίσης που λαμβάνουν οι αισθητήρες κάμερας στο smartphone και της διαφοράς ύψους μετά την αλλαγή της θέσης κατά τη μέτρηση, κατά την οποία χρησιμοποιείται τριγωνομετρική συνάρτηση. Στη δεύτερη μέθοδο χρησιμοποιείται η αντίστροφη ακμής εικόνας. Οι Shen κ.α. (2017) συμπεράναν ότι οι δύο μέθοδοι μέτρησης είναι κατάλληλα για τις μετρήσεις πεδίου, με τα αποτελέσματα της δεύτερης μεθόδου να υπερέχουν σε πρακτικότητα και σταθερότητα. Από τους Chen κ.α. (2016) σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα φορητό ψηφιακό έξυπνο δενδρόμετρο, αποτελούμενο από έναν μικροελεγκτή STM32F103VET6, έναν αισθητήρα on9655, έναν αισθητήρα γωνίας LIS331DLTR, ένα πληκτρολόγιο, αισθητήρες εύρους λέιζερ, οθόνες, τροφοδοτικό και την αντίστοιχη μονάδα κυκλώματος.

Διαδικασία μέτρησης κορμού από τη Δασική Υπηρεσία

Η συνήθης μέθοδος μέτρησης της διαμέτρου είναι με τη χρήση συμβατικού παχύμετρου. Δύο υπάλληλοι είναι απαραίτητοι για την μέτρηση. Ο πρώτος μετρά με την χρήση παχύμετρου ενώ ο δεύτερος υπάλληλος καταγράφει τα δεδομένα σε χαρτί τα οποία στη συνέχεια εισάγονται σε υπολογιστικά φύλλα, Ο υπολογισμός του όγκου γίνεται με την χρήση του τύπου:

$$V = \pi * \frac{d^2}{4} * h$$

όπου d: η διάμετρος του κορμού και h: το ύψος του ιστάμενου κορμού (ή μήκος εάν πρόκειται για κατακείμενο κορμό).

Προκειμένου να εντοπιστούν τα προβλήματα που προκύπτουν στη διαδικασία μέτρησης της ξυλείας πρέπει πρώτα να αναφερθούν τα βήματα που ακολουθούνται. Αυτά είναι τα εξής:

- i. Συνεργείο υπαλλήλων του δασαρχείου μεταβαίνει στο χώρο γνωρίζοντας το δάσος, και την θέση της συστάδας που πρόκειται να μετρηθεί καθώς και το είδος ξυλείας.

- ii. Αριθμεί την ξυλεία τοποθετώντας μεταλλικά (πλακίδια) λαμάκια με αύξοντα αριθμητικό κωδικό αναγνώρισης (ID) σε κάθε διαμορφωμένο κορμοτεμάχιο.
- iii. Ένας υπάλληλος καταμετρεί το μήκος και τη διάμετρο του κορμοτεμαχίου με χρήση μετροταινίας και παχύμετρου.
- iv. Οι αριθμητικές τιμές μέτρησης αποτυπώνονται από δεύτερο υπάλληλο σε τυποποιημένο φύλλο χαρτιού.
- v. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία μέτρησης όλων των κορμοτεμαχίων, το συνεργείο επιστρέφει στην υπηρεσία και διαδικαστικά πληκτρολογούνται οι τιμές σε αριθμομηχανές ή υπολογιστικά φύλλα ή εφαρμόζονται σε έτοιμους πίνακες διαμέτρου/μήκους προκειμένου να εξαχθεί η τελική τιμή του όγκου ανά κορμοτεμάχιο και το συνολικό άθροισμα ανά είδος ξυλείας.

Περιγραφή Εφαρμογής «Έξυπνου» Παχύμετρου

Περιγραφή βασικών λειτουργιών και μετρήσεων «Έξυπνου» Παχύμετρου

Επομένως κατά ανάλογο τρόπο, και το ψηφιακό παχύμετρο, μετρά και καταγράφει, κωδικό αναγνώρισης (ID), μήκος, και διάμετρο κορμοτεμαχίου, και φυσικά, είδος του δέντρου προς μέτρηση και καταγραφή. Συγκεκριμένα, σε πρώτη φάση καταγράφεται ο κωδικός ID του κορμοτεμαχίου, όπως αναγράφεται στο μεταλλικό tag. Ο κωδικός αυτός τίθεται μια φορά και αυξάνεται αυτόματα σε κάθε καταγραφή, χωρίς να χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση. Στη συνέχεια καταγράφεται το μήκος του δέντρου ή κορμοτεμαχίου που θα κοπεί, που συνήθως είναι το ίδιο. Σαν τρίτο βήμα, για το ψηφιακό παχύμετρο, ένας αισθητήρας μέτρησης απόστασης με laser, υψηλής ακρίβειας, χρησιμοποιείται για την μέτρηση και καταγραφή της διαμέτρου του τεμαχίου. Συνήθως ακολουθεί ηχητικό σήμα επιτυχούς καταγραφής της τιμής από κάποιον αισθητήρα ήχου (buzzer). Τέλος καταγράφεται το είδος του δέντρου ή κορμοτεμαχίου.

Τα δεδομένα αυτά καταχωρούνται σε ψηφιακό μέσο αποθήκευσης (πχ μια κάρτα μνήμης τύπου SD), ως τιμές 4 πεδίων αντίστοιχα, και αποτελούν μια εγγραφή (Σχήμα 1):

- ID – Ο κωδικός ID που χρησιμοποιούμε (αναγράφεται στο μεταλλικό tag)
- Mikos – Το μήκος του δέντρου που θα κοπεί
- Diam – Το πάχος (διάμετρος) του δέντρου που θα μετρήσει το laser στην στηθαία διάμετρο του ιστάμενου δέντρου.
- Eido – Το είδος του δέντρου



Σχήμα 1. Ένδειξη των μετρήσεων πάχους με το laser
Figure 1. Thickness readings with the laser.

Στο ίδιο ψηφιακό αποθηκευτικό μέσο αποθήκευσης περιλαμβάνονται και έχουν καταχωρηθεί από πριν, όλα τα μητρώα Δασαρχείων, Δασών και Συστάδων, αλλά και ειδών δέντρου, με τη μορφή αρχείων txt, με συγκεκριμένο αναγνωριστικό ID στα μητρώα που ανήκει καθένα από αυτά:

- Dasarx.txt – Περιλαμβάνει τη λίστα των Δασαρχείων
- Dasi.txt – Περιλαμβάνει τη λίστα των Δασών
- Sistades.txt – Περιλαμβάνει τη λίστα των Συστάδων

- Eidoi.txt – Περιλαμβάνει τη λίστα των Ειδών δέντρου

Κάθε μέτρηση και καταχώρηση εγγραφής ενός είδους δέντρου/κορμοτεμαχίου λοιπόν, αφορά συγκεκριμένο Δασαρχείο, (πχ Δασαρχείο Τρικάλων, *IdΔασαρχείου_4*), συγκεκριμένο Δάσος (πχ Δάσος Δολιανών, *IdΔάσους_2*), και συγκεκριμένη Συστάδα (πχ Συστάδα 24Δ, *IdΣυστάδας_4*), με τα αντίστοιχα αναγνωριστικά τους, και καταχωρείται σε συγκεκριμένο αρχείο txt, που ορίζεται μοναδικά από την τριπλέτα αναγνωριστικών ID (*IdΔασαρχείου_IdΔάσους_IdΣυστάδας.txt*), δηλαδή στη συγκεκριμένη περίπτωση το *4_2_4.txt*.

Κατά τη μετάβαση σε επόμενη εγγραφή για καταχώρηση νέων μετρήσεων κορμοτεμαχίων, η επόμενη εγγραφή, θα φέρει τα παρακάτω στοιχεία:

- ID – Προηγούμενο ID + 1 (επόμενη τιμή)
- Μήκος – Προηγούμενη τιμή αφού συνήθως είναι ίδιου μήκους τα τεμάχια
- Πάχος – 0
- Είδος – Προηγούμενη τιμή αφού συνήθως πρόκειται για το ίδιο είδος δέντρου

Το τελικό αρχείο με όλες τις εγγραφές, όπως επισημάναμε θα έχει τη μορφή: *_IdΔασαρχείου_IdΔάσους_IdΣυστάδας.txt* και ένα δείγμα ως προς το περιεχόμενό του είναι το εξής:

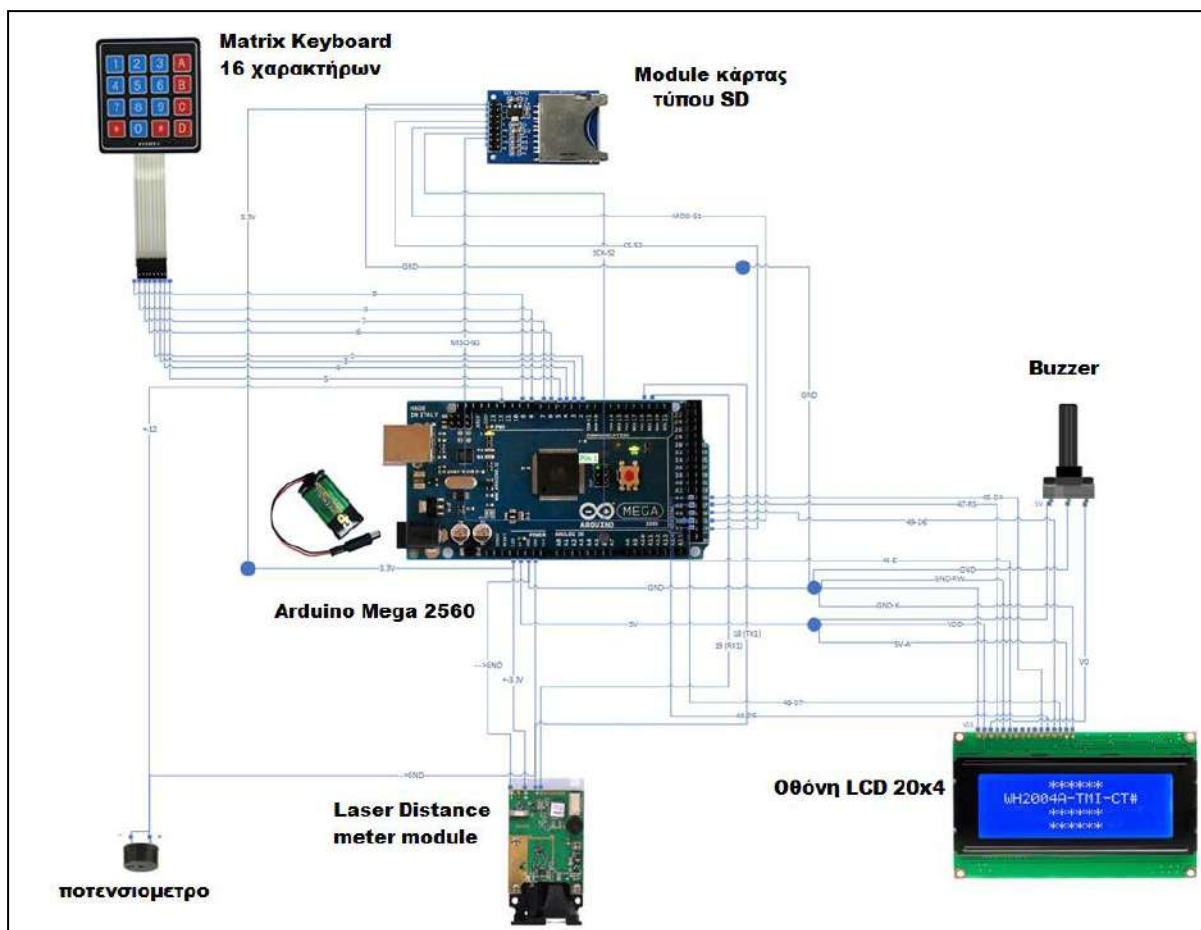
Πίνακας 1. Δείγμα εγγραφών μετρήσεων
Table 1. Registered measurements

A/A	Μήκος κορμοτεμαχίου (mm)	Στηθιαία Διάμετρος (mm)	Είδος δέντρου
1	2300	544	Έλατο
2	2300	509	Έλατο
3	1400	345	Έλατο

Κάθε γραμμή (εγγραφή) περιέχει τιμές 4 πεδίων, ένα Id (αύξων αριθμό), ένα Μήκος (double), ένα Πάχος (ακέραιο), και το Είδος του δέντρου.

- *Υλοποίηση-Κατασκευή Εφαρμογής*

Τα υλικά που επιλέχθηκαν για την κατασκευή του ψηφιακού παχύμετρου, όπως επισημάνθηκε, είναι φθηνά, αλλά σύγχρονα και αποδοτικά, και είναι συγκεκριμένα, ένα Matrix Keyboard (πληκτρολόγιο) 16 χαρακτήρων, μία μονάδα (Module) κάρτας τύπου SD, μια πλακέτα Arduino Mega 2560 (Arduino 101), ένα απλό ποτενσιόμετρο, μια οθόνη LCD 20X4, αισθητήρας απόστασης Laser (Distance-meter-module), και ένας αισθητήρας ήχου (Arduino buzzer) (Σχήμα 2.).



Σχήμα 2. Διάγραμμα Βασικού Σχεδιασμού, Εξοπλισμού και Σύνδεσης Ψηφιακού Παχύμετρου.
 Figure 2. Design and connection diagram of the digital calliper.

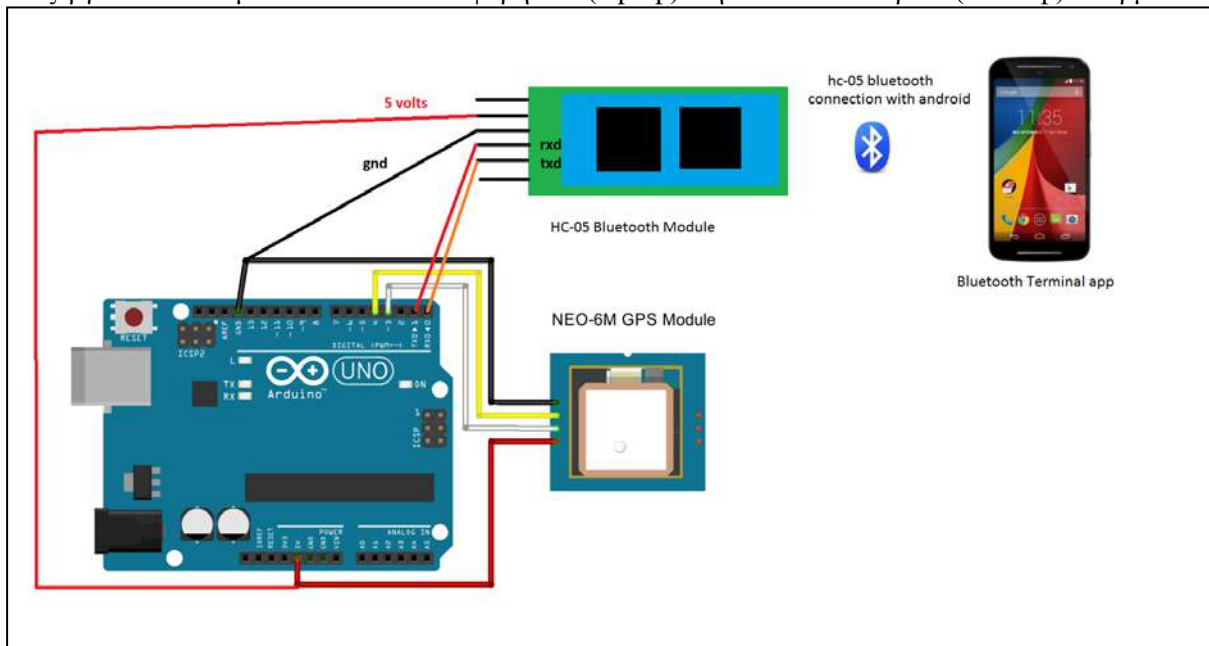
Η εισαγωγή των εκτελεστικών εντολών της διαδικασίας μέτρησης και καταγραφής γίνεται απο το πληκτρολόγιο, και η προσωρινή έκθεση (display) κάθε φάσης, αποτυπώνεται στην οθόνη LCD. Όλα τα δεδομένα, υπό μορφή εγγραφών σε αρχεία txt, αποθηκεύονται στη μονάδα κάρτα τύπου SD. Το Laser Distance Meter Module χρησιμοποιείται για την ακριβή μέτρηση της διαμέτρου κάθε κορμοτεμαχίου, και η επιτυχής καταμέτρηση ακολουθείται από ένα ηχητικό σήμα του buzzer. Η χρήση ενός ποτενσιομέτρου βοηθάει στην ομαλή μεταβολή στο μενού των παραμέτρων των περιφερειακών εξαρτημάτων της συσκευής κατά τη διαδικασία μέτρησης. Όλα τα περιφερειακά υλικά εξοπλισμού, συνδέονται και συντονίζονται σε μια κεντρική πλακέτα Arduino Mega 2560. Μετά τη διασύνδεση των υλικών, ακολουθεί η συγγραφή του κώδικα, με τη χρήση του λογισμικού Arduino IDE σε γλώσσα C/C++, στον μικροελεγκτή της πλατφόρμας Arduino Mega.

Αποτελέσματα

Επέκταση δυνατοτήτων Εφαρμογής

Το επόμενο βήμα, όπου πλέον επεκτείνει τις δυνατότητες του ψηφιακού παχύμετρου στα πρότυπα ολοκληρωμένης εφαρμογής, παρέχει τη δυνατότητα τα ψηφιακά δεδομένα-μετρήσεις (τα αρχεία των εγγραφών), να μπορούν να μεταφερθούν από την κάρτα SD του ψηφιακού παχύμετρου, με το συνδυασμό Wifi/Bluetooth μονάδας και κατάλληλης έξυπνης εφαρμογής (app), σε κάποιο τερματικό (πχ smartphone ή laptop), όπου με ειδικό λογισμικό θα μπορεί να υπολογίζεται αυτόματα ο όγκος κάθε κορμοτεμαχίου και το συνολικό άθροισμα αυτών. Επιπλέον, με την ενσωμάτωση ενός αισθητήρα GPS θα μπορούσε να διασφαλιστεί η γεωγραφική θέση της λήψης των δεδομένων, και κατ' επέκταση και αυτά τα δεδομένα να διοχετευτούν, μέσω Wifi/Bluetooth μονάδας σε τερματική συσκευή, και στη συνέχεια, να ενσωματωθούν στο μηχανογραφικό πληροφοριακό σύστημα της Δασικής υπηρεσίας, δίνοντας την δυνατότητα on line διανομής και άμεσης έκδοσης αναφοράς ελέγχου.

Με αυτόν τον τρόπο, θα έχει υλοποιηθεί μια ολοκληρωμένη υπηρεσία ιχνηλάτισης δασικών προϊόντων, όπου θα εμπεριέχει όλα τα στάδια, από την ψηφιακή καταγραφή, έως την καταχώρηση δεδομένων, και στη συνέχεια, αποστολή προς επεξεργασία αυτών στο δίκτυο και πληροφοριακό σύστημα της Δασικής υπηρεσίας, με απόλυτη ακρίβεια, ασφάλεια και εμπιστευτικότητα, αυτοματοποίηση και διασφάλιση της πιστότητας, και μηδαμινή ανθρώπινη παρέμβαση. Στο Σχήμα 2 φαίνεται η σύνδεση με την πλακέτα Arduino, των επιπλέον μονάδων που απαιτούνται για την επέκταση δυνατοτήτων της εφαρμογής, και συγκεκριμένα, ενός HC05 Bluetooth Module και ενός NEO-6M GPS Module τα οποία θα είναι ενσωματωμένα στην υπάρχουσα συσκευή. Η μονάδα NEO-6M GPS, χρησιμοποιείται για την μέτρηση και καταγραφή βασικών γεωγραφικών συντεταγμένων, όπως το γεωγραφικό μήκος και πλάτος (longitude and latitude), της συσκευής που εμπεριέχεται. Αν μια τέτοια μονάδα, ενσωματωθεί στην πλακέτα Arduino, μαζί με το ψηφιακό παχύμετρο, τότε θα παρέχεται επιπλέον με τα χαρακτηριστικά μετρήσεων όγκου κάθε κορμοτεμαχίου, και η ακριβής γεωγραφική τοποθεσία αυτού. Το HC05 Bluetooth Module χρησιμοποιείται ως μονάδα ασύρματης Bluetooth σύνδεσης και μεταφοράς δεδομένων σε κάποιο έξυπνο κινητό (smart phone) με λειτουργικό σύστημα Android. Επιπλέον απαιτείται η λήψη και χρήση κατάλληλης εφαρμογής app, στο έξυπνο κινητό (π.χ. Bluetooth Terminal app), ώστε με κατάλληλες ρυθμίσεις σε αυτό, να επιτραπεί η αναγνώριση της HC05 Bluetooth μονάδας (π.χ. η MAC διεύθυνση της μονάδας), και να εγκαθιδρυθεί η σύνδεση για την ολοκλήρωση της μεταφοράς των εγγράφων των δεδομένων του ψηφιακού παχύμετρου, στο smart phone τερματικό. Είναι επίσης εφικτή η σύνδεση περισσότερων από μία Bluetooth συσκευών με την εφαρμογή αυτή. Τα αποθηκευμένα δεδομένα του φορητού τερματικού μπορούν στη συνέχεια να διοχετευτούν on line στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα της Δασικής Υπηρεσίας και να γίνει μια εμπεριστατωμένη αναλυτική επεξεργασία δεδομένων σε ένα φορητό (laptop) ή ένα σταθερό (desktop) τερματικό.



Σχήμα 3. Εξοπλισμός και Σύνδεση Επέκτασης Εφαρμογής Ψηφιακού Παχύμετρου.
Figure 3. Application extension equipment and connection diagram of the digital calliper.

Σε σχέση με τη διαδικασία μέτρησης κορμών σήμερα από τη Δασική Υπηρεσία είναι αντιληπτό ότι δεν μπορεί να γίνει αξιολόγηση της αποδοτικότητας και των ικανοτήτων του προσωπικού, καθώς ακολουθείται μια χρονοβόρα διαδικασία που στερείται οποιασδήποτε τεχνολογίας. Επίσης, η διαδικασία αυτή δεν είναι συμμορφωμένη στην οδηγία 995/2001 της Ε.Ε. Το ψηφιακό παχύμετρο θα εξυπηρετήσει στην εξοικονόμηση υπαλλήλων που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των δεδομένων και για την εισαγωγή στα υπολογιστικά φύλλα προκειμένου να εξαχθεί η αριθμητική τιμή του κυβισμού. Πολύ συχνά για τον υπολογισμό του κυβισμού χρησιμοποιούνται έτοιμοι πίνακες διαμέτρου/μήκους. Καθώς σε αυτούς τους πίνακες ο βηματισμός γίνεται ανά x cm, το τελικό αποτέλεσμα του όγκου περιέχει αριθμητικό σφάλμα. Τα δεδομένα εγγράφονται σε αναλογικά αρχεία τα οποία λιμνάζουν και παραμένουν αναξιοποίητα στις αποθήκες της υπηρεσίας. Ο πλούτος ενός ψηφιακού αρχείου ιστορικού

θα μπορούσε να αξιοποιηθεί όχι μόνο για αναλυτικούς/στατιστικούς σκοπούς αλλά και για την αποτελεσματικότερη λήψη στρατηγικών αποφάσεων από τη διοίκηση. Το ψηφιακό παχύμετρο μπορεί να ενσωματώσει αισθητήρα GPS ως επιπρόσθετο μηχανισμό για τον αυτόματο εντοπισμό στο δάσος και της γεωγραφικής θέσης της ξυλείας, γεγονός που προσφέρει αυτοματοποίηση και διασφάλιση της πιστότητας των δεδομένων. Η διαδικασία της τοποθέτησης ταυτοτήτων μπορεί να καταργηθεί εξοικονομώντας ανθρώπινους πόρους αφού με τη χρήση του έξυπνου ψηφιακού παχύμετρου, η ταυτότητα (ένας κωδικός ID) τίθεται μια φορά και αυξάνεται αυτόματα σε κάθε καταγραφή, χωρίς να χρειάζεται παρέμβαση του υπαλλήλου κάθε φορά που τοποθετείται ο επόμενος κωδικός. Η χρήση των αναλογικών μέσων καταμέτρησης, όπως της μετροταινίας και του παχύμετρου εμπεριέχει τον κίνδυνο αριθμητικών σφαλμάτων και απειλεί άμεσα την ακρίβεια της μέτρησης. Στο ψηφιακό παχύμετρο, ένας αισθητήρας μέτρησης απόστασης με laser, υψηλής ακρίβειας μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα αυτό σε πολύ λίγο χρόνο σε σχέση με τα προαναφερόμενα μέσα. Όλα τα δεδομένα ήδη έχουν καταγραφεί ψηφιακά σε μια κάρτα μνήμης, τύπου SD τα οποία μπορούν να μεταφερθούν σε ειδικό λογισμικό που υπολογίζει αυτόματα τον όγκο κάθε κορμοτεμαχίου και το συνολικό άθροισμα αυτών. Αυτή η δυνατότητα δεν υπάρχει στην περίπτωση των αποτυπωμένων σε φύλλο χαρτιού δεδομένων.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η υλοποίηση του ψηφιακού παχύμετρου βοηθάει στην επίτευξη των στόχων της οδηγίας 995/2010, η οποία απαιτεί ιχνηλάτηση της ξυλείας. Το ψηφιακό παχύμετρο καταγράφει και δομεί την πληροφορία εν τη γενέσει, υποβοηθώντας τη διαδικασία της ιχνηλάτησης. Επίσης, με τη χρήση του παχύμετρου μπορεί να αντιμετωπιστεί η νοθεία και η διαφθορά στη δημόσια διοίκηση, καθώς η διακίνηση των δεδομένων γίνεται ψηφιακά και άμεσα, χωρίς καθυστερήσεις και επεμβάσεις. Τα δεδομένα που συλλέγονται ψηφιακά, θα μπορούσαν να κρυπτογραφηθούν και να αποσταλούν σε διαδικτυακές υπηρεσίες ή εφαρμογές εξασφαλίζοντας την ύπαρξη των δεδομένων, την ακεραιότητά τους. Επίσης, λόγω της έξυπνης τεχνολογίας η υπηρεσία του δασαρχείου εξοικονομεί χρόνο, προσωπικό και υλικό (χαρτιά, μελάνια κτλ.).

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής ενός πρωτότυπου έξυπνου ψηφιακού παχύμετρου, το οποίο επιτρέπει τη λήψη στοιχείων μέτρησης υψηλής ακρίβειας, και τη δυνατότητα καταγραφής των διαστάσεων και των γεωγραφικών συντεταγμένων της ξυλείας και ταυτοποίησης αυτής, καθώς και την επεξεργασία και τους υπολογισμούς επί των ληφθέντων δεδομένων, και την διαδικτυακή διακίνησή τους μετέπειτα στην εφοδιαστική αλυσίδα βιομηχανίας ξύλου.

Η παρούσα εργασία περιγράφει τη σχεδίαση και υλοποίηση του ψηφιακού παχύμετρου με χρήση και σύνδεση φθηνού αλλά και σύγχρονου εξοπλισμού. Βασικά χαρακτηριστικά του ψηφιακού παχύμετρου είναι η δυνατότητα καταγραφής της γεωγραφικής θέσης του, καθώς και της αποστολής των δεδομένων και μετρήσεων, με κατάλληλο λογισμικό (εφαρμογή app) σε κάποιον έξυπνη (smartphone/desktop ή έξυπνη στο υπολογιστικό νέφος), όπου στη συνέχεια μπορεί να επεξεργαστεί και να διοχετευτεί online στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα της Δασικής Υπηρεσίας.

Σήμερα, στα δασαρχεία της Ελλάδας δεν υπάρχουν ψηφιακά παχύμετρα προσαρμοσμένα στις νομοθετημένες ανάγκες του δασαρχείου και στην οδηγία 995/2010. Η έρευνα αυτή επιχειρήσε να τεκμηριώσει τη διαδικασία ανάπτυξης του ανωτέρω συστήματος, όχι μόνο σε κατασκευαστικό επίπεδο υλικού αλλά και σε επίπεδο υλοποίησης λογισμικού. Το τελικό προϊόν αποτελεί ένα ψηφιακό παχύμετρο που θα μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες των δασαρχείων καθώς και της βιομηχανίας ξύλου, χωρίς μεταβολή του υπάρχοντος νομοθετικού καθεστώτος. Κατόπιν τούτου, μπορεί δίκαια να αποδοθεί ο χαρακτηρισμός της καινοτομίας στο έξυπνο ψηφιακό παχύμετρο, αλλά και στον ευρύτερο χαρακτήρα αυτοματοποίησης και online διανομής και επεξεργασίας μετρήσεων, της εφαρμογής που αυτό εμπεριέχεται, ανοίγοντας έτσι, ένα νέο κόσμο δυνατοτήτων, που θα μπορεί δυναμικά να προσαρμόζεται αδιάλειπτα στις ανάγκες των δασαρχείων, της βιομηχανίας ξύλου, καθώς και στις ανάγκες συμμόρφωσης του υπάρχοντος νομοθετικού καθεστώτος του νόμου 995/2010.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως αρκεί ένα μόνο άτομο για τη λήψη των μετρήσεων διαμέτρου με το ψηφιακό παχύμετρο, γεγονός που αποτελεί αξιόλογο πλεονέκτημα στην εποχή της πανδημίας του COVID 19, κατά την οποία πρέπει να αποφεύγεται η σύσταση πολυμελών συνεργείων.

Anstract

In the present work, an attempt is made to create a complete application of an original "smart" digital calliper, which includes its design and implementation using and connecting modern equipment, along with the ability to record its geographical location and send data and measurements. With the use of an appropriate software (application) on a terminal (smartphone or desktop), the collected data can then be processed and channelled online into the FSIS (Forest Service Information System), while saving both material and human resources especially at this specific time where restrictions apply in workplaces requiring the minimum possible number of employees.

Βιβλιογραφία

Bower, D. R. and Blocker, W. W., 1966. Accuracy of bands and tape for measuring diameter increments. *J. For.* 64(1): 21-22.

Bitterlich, W., 1998. Sector-fork. Telekom Austria Group, Lassallestraße 9, 1020 Vienna, Austria. Available at: <http://www.telekomautria.com/index-en.php>. Brown, C. T., Jr., Rose, R. C. and Spurr, S. H. (1947). The dial gauge dendrometer as a tool in silvicultural research. *J. For.* 45(2): 102-104

Chen, J., Yue, D., Feng, Z., Ding, J., Yao, B. and Ye, T., 2016. A handheld dendrometer for automatic tree diameter measurement. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2016, 33(4): 589-598. doi: 10.11833/j.issn.2095-0756.2016.04.006.

Clark, N. A., Wynne, R. H. and Schmoltd, D. L., 2000. A review of past research on dendrometers. *For. Sci.* 46(4): 570-576.

Costella, J. P., 1995. The rubbery ruler. The School of Physics, The University of Melbourne, Victoria, Australia. Available at: <http://www.ph.unimelb.edu.au/inventions/rubberyruler/brochure.html>.

Dixon, R.G., 1973. The Samoan diameter stick. *Comm. For. Rev.* 52: 266-269.

Goldhamer, D. A., Fereres, E., Mata, M., Girona, J. and Cohen, M., 1999. Sensitivity of continuous and discrete plant and soil water stress monitoring in peach trees subjected to deficit irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(4): 437-44.

Qiang, G., Lili, L., Zhipeng, L. and Changshu, Z., 2006. Research of Measuring Instrument for Tree Diameter Based on Ultrasonic Distance Measurement. *Journal of Northeast Forestry University* 2006-04. Available at: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-DBLY200604010.htm.

Jackson, A. G., 1911. The Biltmore stick and its use on national forests. *For. Quart.* 9(3):406411.

Keeland, B. D. and Young, P. J., 2007. Construction and installation of dendrometer bands for periodic tree-growth measurements. Washington, D.C.: U.S. Department of the Interior and U.S. Geological Survey. Available at <http://www.nwrc.usgs.gov/Dendrometer/>.

Link, S. O., Thiede, M. E. and Van Bavel, M. G., 1998. An improved strain-gauge device for continuous field measurement of stem and fruit diameter. *J. Exper. Bot.* 49(326): 1583-1587

Matern, B., 1990. On the shape of the cross-section of a tree stem: An empirical study of the geometry of mensuration methods. Sweden: Swedish Univ. of Agric., Section of For. Biometry.

Shen, Y., Wangx, I, Gong, Y., Yan, W. and Nanjing, Y., 2017. Study on measurement of tree diameter size based on smartphone image analysis. *Journal of Jiangsu Forestry Science and Technology* 2017-01. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-JSLY201701006.htm.

Tryon, H. H. and Finn, R. F., 1949. On obtaining precise diameter measurements on hardwoods using the dial gauge. *J. For.* 47(5): 396-397.

Μάττης, Κ., 1994. Δασική Βιομετρία II (Δενδρομετρία). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δεδούσης Γ.

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Arduino101>: Arduino, Arduino 101. (Ανάκτηση 19 Αυγούστου 2019).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0995&from=EN>: Κανονισμός 995/2010 (Ανάκτηση 23 Ιουνίου 2021).

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΖΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΑΡΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ ΤΟΥ ΚΕΔΡΗΝΟΥ ΛΟΦΟΥ

Αμανατίδης, Ευστάθιος¹; Ζάγκας, Θεοχάρης²

^{1,2}Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ.
Εργαστήριο Δασοκομίας, amanatide@for.auth.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των συνθηκών αύξησης του νεαρού δάσους τραχείας πεύκης στην περιοχή του Κεδρηνού Λόφου Θεσσαλονίκης (Σείχ Σου), προκειμένου να δοθεί απάντηση στο πρόβλημα των μαζικών νεκρώσεων που έχουν παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια. Αντικείμενο της έρευνας αποτελούν οι συστάδες οι οποίες προέκυψαν μετά την πυρκαγιά του 1997. Σε επιλεγμένα σημεία τοποθετήθηκαν 22 πειραματικές επιφάνειες και σε αυτές μετρήθηκαν ο αριθμός των ατόμων τραχείας πεύκης, το ύψος, η σθηθιαία διάμετρος, εκτιμήθηκε η ζωτικότητα και η τάση εξέλιξής τους και καταγράφηκε ο αριθμός των νεκρών και κακόμορφων δένδρων. Στη συνέχεια αναλύθηκαν τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η υγεία και η ζωτικότητα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την πυκνότητα αλλά και από την ποιότητα του τόπου.

Λέξεις κλειδιά: Σταθμολογικές συνθήκες, πυκνότητα δένδρων, υγεία δένδρων, ζωτικότητα δένδρων, τραχεία πεύκη.

Εισαγωγή

Σήμερα ο σύγχρονος άνθρωπος ζει μακριά από τη φύση σε ένα αστικό περιβάλλον ιδιαίτερα υποβαθμισμένο, το οποίο επηρεάζει την ψυχική και τη σωματική του ισορροπία με θορύβους, ρύπους και βεβαρυσμένες κλιματικές συνθήκες. Έτσι οι πόλεις έχουν γίνει, αν όχι επικίνδυνες, εχθρικές για τους κατοίκους τους (Ντάφης 1993). Για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής των κατοίκων στις πόλεις, σημαντικά κριτήρια αποτελούν η παρουσία των πράσινων χώρων, η έκταση που καταλαμβάνουν, η λειτουργία τους και η αποτελεσματικότητά τους (Ζάγκας 1998).

Η πόλη της Θεσσαλονίκης είναι ιδιαίτερα πυκνοκατοικημένη. Υπάρχει έλλειψη αστικού πρασίνου και απουσία σύνδεσης των υπαρχόντων πράσινων χώρων, τόσο μεταξύ τους όσο και με το περιαστικό δάσος. Στο δάσος αυτό επιτελείται ένα πλήθος λειτουργιών, από τις οποίες απορρέουν ανεκτίμητες αξίες και υπηρεσίες προς τον άνθρωπο. Συγκεκριμένα, το Σείχ Σου προσφέρει προστασία από τις πλημμύρες και τη διάβρωση, εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων και βελτίωση της ποιότητας του νερού, της ποιότητας της ατμόσφαιρας με απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα και δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, μείωση ηχορύπανσης και άμβλυση ακραίων θερμοκρασιών, ενίσχυση και διατήρηση βιοποικιλότητας με στήριξη των τροφικών πυραμίδων. Επιπρόσθετα, το δάσος ως περιαστικό είναι ιδιαίτερα ελκυστικό μέρος για αναψυχικές δραστηριότητες και για ενίσχυση και προώθηση της έρευνας και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Οι κίνδυνοι που το απειλούν είναι πολλοί. Ανθρωπογενείς, όπως η πυρκαγιά του 1997, αλλά και διαταραχές από ενδογενείς βιοτικούς παράγοντες όπως είναι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και τα έντομα.

Το σημερινό του χαρακτήρα, το Σείχ Σου, τον απέκτησε από τις εκτεταμένες δενδροφυτεύσεις που ξεκίνησαν τη δεκαετία του '20 με συμμετοχή και του Τμήματος Δασολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Οι αναδασωτικές εργασίες καρποφόρησαν καθώς, έως το 1997, σχεδόν ολόκληρη η περιοχή καλυπτόταν από δάσος τραχείας πεύκης, ενώ κατά θέσεις εμφανίζονταν κυπαρίσσια αλλά κυρίως φυσικοί θαμώνες πουρναριού. Δυστυχώς, όμως, τον Ιούλιο του 1997, το περιαστικό δάσος Θεσσαλονίκης υπέστη φοβερή οικολογική καταστροφή, καθώς το 55% της συνολικής του έκτασης (1664 ha) κήκε.

(<https://www.thepressroom.gr/ellada/Thessaloniki-prokatarktiki-exetasi-gia-entomo-poy-katastrefei-seih-soy>)

Η ανόρθωση των οικοσυστημάτων που πλήττονται από τις δασικές πυρκαγιές μπορεί να πραγματοποιηθεί με φυσικές και τεχνητές μεθόδους. Οι τεχνητές μέθοδοι περιλαμβάνουν τη σπορά ή φύτευση ειδών τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση του εδάφους και της παραγωγικότητας του σταθμού ενώ οι φυσικές στηρίζονται στην άρση της βοσκής και όλων των αρνητικών ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (Ζάγκας κ. ά. 1998). Στην προκειμένη περίπτωση οι αναδασώσεις, μετά την πυρκαγιά, δεν είχαν τα αναμενόμενα αποτελέσματα καθώς τα περισσότερα είδη που φυτεύτηκαν είναι ξένα με τα οικολογικά δεδομένα της περιοχής. Από τα είδη αυτά, εκείνο το οποίο δεσπόζει σήμερα είναι το κυπαρίσσι και κυρίως το κυπαρίσσι της Αριζόνας, το οποίο, δυστυχώς, δείχνει ξένο και ασύμβατο με το τοπίο της περιοχής.

(<https://www.skai.gr/news/environment/lathi-sto-sxediasmo-anagennisis-tou-seix-sou>).

Είκοσι τέσσερα χρόνια μετά κι ενώ η λειτουργία του δάσους έχει αποκατασταθεί πλήρως στις καμένες εκτάσεις, το φλοιοφάγο έντομο- *Tomicus piniperda* - ένα είδος από μια οικογένεια τέτοιων εντόμων που ενδημούν στα δασικά οικοσυστήματα νέκρωσε μεγάλο αριθμό δένδρων του δάσους. Είναι ένα είδος που προσβάλλει περισσότερο τη δασική πεύκη, αλλά στο Σείχ Σου επεκτάθηκε πολύ και στην τραχεία πεύκη.

Σύμφωνα με τους Ζάγκα κ.α. 2013 όλα τα τεχνητά δάση κωνοφόρων, επειδή δεν έχουν τους μηχανισμούς αυτορρύθμισης που έχουν τα φυσικά, θέλουν περισσότερη φροντίδα και το δεύτερο βήμα στη διαδικασία αυτή είναι η μετατροπή τους σε ανομοιογενή μεικτά δάση. Το 1997, με τη μεγάλη πυρκαγιά, χάθηκε η ευκαιρία να σχεδιαστεί το καινούργιο δάσος. Τότε φυτεύτηκε ότι υπήρχε διαθέσιμο στα φυτώρια. Συγκεκριμένα, εκτός των άλλων δασοπονικών ειδών φυτεύτηκε η τραχεία πεύκη αλλά και κυπαρίσσι της Αριζόνας. Έτσι ανέλαβε η φύση, με το έντομο *Tomicus piniperda* και με υπερβολικό τρόπο, το ρόλο της απαιτούμενης ανθρώπινης παρέμβασης.

Με βάση τα παραπάνω κρίνεται απαραίτητο να αποκατασταθεί η οικολογική ισορροπία στο δάσος με κατάλληλους δασοκομικούς χειρισμούς.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε εκτάσεις που κάηκαν στην πυρκαγιά του 1997. Ορειογραφικά η έκταση χαρακτηρίζεται ως λοφώδης και υποορεινή. Τα εδάφη του Περιαστικού Δάσους Πάρκου Θεσσαλονίκης είναι πολύ φτωχά και αβαθή, με συχνή απουσία του Α ορίζοντα και σε μερικές θέσεις, κυρίως στις Νότιες εκθέσεις και του Β ορίζοντα (Αγγελίδου κ.α. 2018).

Σύμφωνα με τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού του Α.Π.Θ. το κλίμα της περιοχής είναι Μεσογειακό με ξηρό και θερμό θέρος. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται σε 459.82 mm. Η ελάχιστη ετήσια ποσότητα καταγράφεται το 2000 με 231 mm.

Η περιοχή υπάγεται στην Παραμεσογειακή Ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*) που αποτελεί μια ιδιόρρυθμη μεταβατική ζώνη βλάστησης από τα αείφυλλα πλατύφυλλα στα ξηρόφυλλα φυλλοβόλα (Λοφώδης, υποορεινή). Ειδικότερα ανήκει στην υποζώνη *Ostryo-carpinion* και στον αυξητικό χώρο *Coccifero carpinetum* (Σπανός κ. ά. 2000, Tsitsoni κ.α. 2004, Spanos κ.α. 2010). Η σημερινή σύνθεση της βλάστησης περιλαμβάνει τα αυτοφυή είδη της ζώνης και τα τεχνητώς εισαχθέντα τα οποία αναπτύχθηκαν και αποτελούν ήδη δάσος κωνοφόρων κυρίως τραχείας πεύκης και κυπαρισσιού αμιγές ή μεικτό μεταξύ των δύο ειδών και του πρίνου.

Για την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως πλατύφυλλα διότι κύριος σκοπός των αναδασώσεων ήταν η αλλαγή του είδους και η μείξη των πλατύφυλλων με τη φυσική αναγέννηση τραχείας πεύκης (Σπανός κ. ά. 2000). Λόγω όμως της αποτυχίας των πλατυφύλλων το αποτέλεσμα δεν ήταν το αναμενόμενο (Χατζηχρηστάκη 2011, Chatzixristaki και Zagas 2017).

Δειγματοληψία

Η λήψη των πειραματικών επιφανειών έγινε με τυχαία δειγματοληψία με βάση τον χάρτη καμένων εκτάσεων. Συνολικά λήφθηκαν 22 πειραματικές επιφάνειες σε όλη την έκταση της καμένης περιοχής, έκτασης 100 m² (10mX10m) η κάθε μία και σχήματος τετραγώνου. Μεταξύ των επιφανειών που μελετήθηκαν υπάρχουν δύο επιφάνειες οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της μεγάλης τους πυκνότητας. Οι επιφάνειες «21» και «22» με πυκνότητες 5100 N/ha και 4200 N/ha αντίστοιχα. Με τη χρήση *GPS Mobile* αποτυπώθηκαν οι γεωγραφικές συντεταγμένες όλων των πειραματικών επιφανειών. Με τη χρήση δασικής πυξίδας και *GPS* μετρήθηκαν η κλίση και το υψόμετρο της κάθε

πειραματικής επιφάνειας και έγινε προσδιορισμός της έκθεσης. Σε κάθε πειραματική επιφάνεια καταγράφηκαν τα άτομα τραχείας πεύκης. Στη συνέχεια υψομετρήθηκαν όλα τα δένδρα με τη χρήση υψομέτρου *Haga* και ακρίβεια 0,5 m και μετρήθηκε η στηθιαία διάμετρος όλων των δένδρων με ύψος ≥ 2 m με τη χρήση παχυμέτρου και ακρίβεια 1 cm. Ακολούθως εκτιμήθηκαν η ζωτικότητα των ατόμων και η τάση εξέλιξης σύμφωνα με την κατάταξη κατά *IUFRO*. Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε από το Φθινόπωρο του 2020 μέχρι την Άνοιξη του 2021.

Επεξεργασία στοιχείων

Μετά τη λήψη των στοιχείων υπαίθρου ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία με τη χρήση των προγραμμάτων SPSS 25.0 και Microsoft Excel 2007. Αρχικά καταχωρήθηκαν τα δεδομένα ανά πειραματική επιφάνεια και ανά έκθεση και στη συνέχεια υπολογίστηκαν συνολικά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά τους οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα. Σε ότι αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι για την εκτίμηση της κατάστασης του δάσους και ομαδοποιήθηκαν τα δεδομένα σε κλάσεις ύψους και στηθιαίας διαμέτρου. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν διαγράμματα κατανομής ύψους και στηθιαίας διαμέτρου για τα ομαδοποιημένα δεδομένα.

Αποτελέσματα

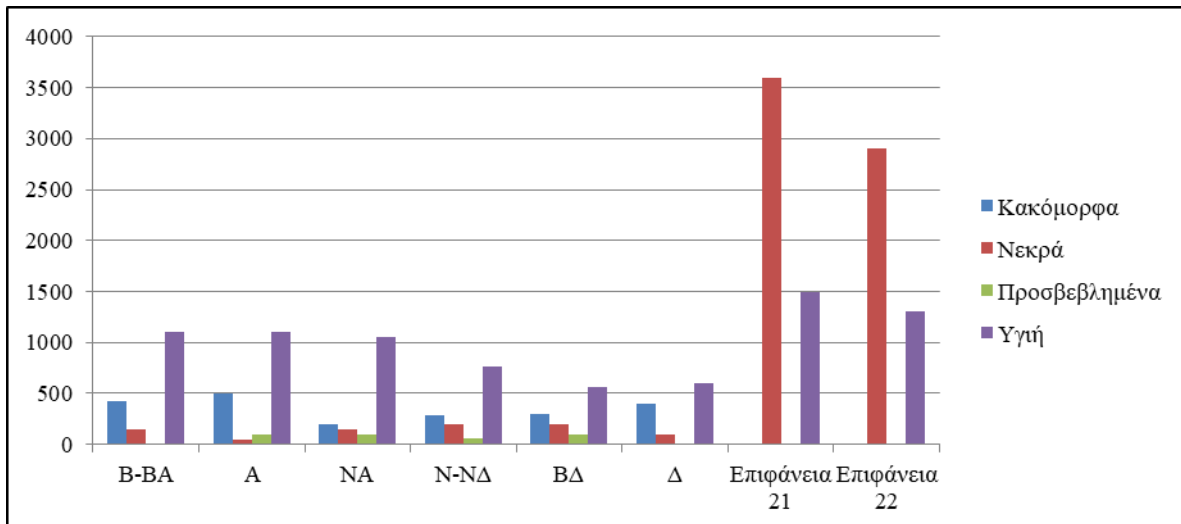
Αποτελέσματα δομής ανά έκθεση

Πίνακας 1. Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά πειραματικών επιφανειών.
Table 1. Physiographic characteristics of experimental plots.

Έκθεση	Υψόμετρο(m)	Κλίση%	Σταθμολογικές συνθήκες	Ποιότητα τόπου
B-BA	397-446.5	10-20	Μέτριες	Μέτρια-κακή
A	395.77-419.95	10-20	Κακές	Κακή
NA	170-429	0-30	Μέτριες	Μέτρια
N-NΔ	177.8-374.62	0-30	Μέτριες	Μέτρια
BΔ	170-315	10-30	Καλές	Καλή
Δ	172-253	30	Σχετικά καλές	Καλή
Επιφάνεια21 N	193.5	20	Κακές	Κακή
Επιφάνεια22 Δ	195.5	20	Κακές	Κακή

Πίνακας 2. Αναλογία υγιών- προβληματικών δένδρων στην περιοχή έρευνας.
Table 2. Analogy of healthy- problematic trees in the research area.

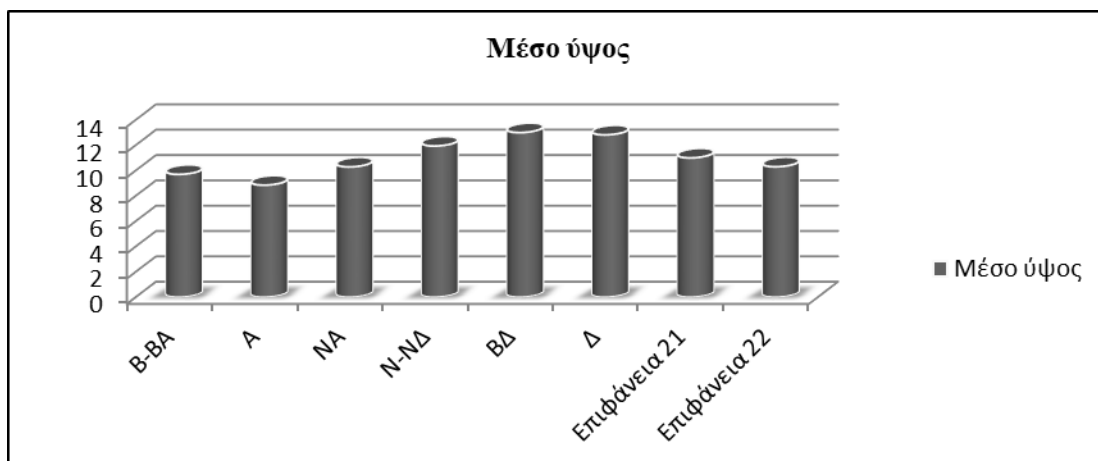
Έκθεση	Πυκνότητα (N/ha)	Κακόμορφα Άτομα %	Νεκρά άτομα %	Προσβεβλημένα άτομα %
B-BA	1675	25% (425N/ha)	9% (150 N/ha)	-
A	1650	30% (500 N/ha)	3% (50 N/ha)	6% (100 N/ha)
NA	1500	13% (200 N/ha)	10% (150 N/ha)	10% (100 N/ha)
N-NΔ	1302	22.6% (280 N/ha)	9.7% (194N/ha)	3% (60 N/ha)
BΔ	1167	25.7% (300 N/ha)	17% (200 N/ha)	11.4% (100 N/ha)
Δ	1100	36% (400 N/ha)	9% (100 N/ha)	-
Επιφάνεια 21 N	5100	-	70.6% (3600 N/ha)	-
Επιφάνεια 22 Δ	4200	-	69% (2900 N/ha)	-



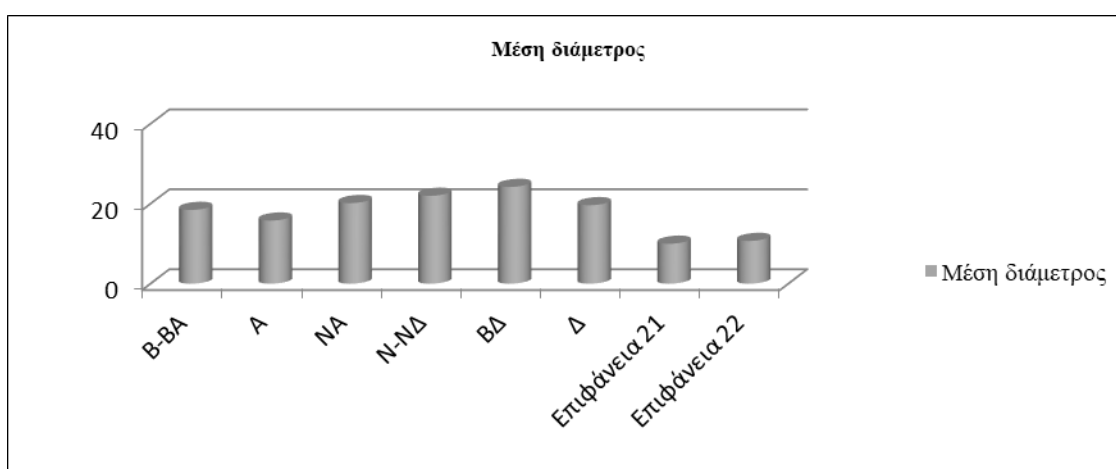
Σχήμα 1. Κατανομή υγιών- προβληματικών δένδρων στην περιοχή έρευνας.
Figure 1. Distribution of healthy- problematic trees in the research area.

Πίνακας 3. Στατιστικά στοιχεία παραμέτρων δομής στις εκθέσεις (ποσοτικά χαρακτηριστικά)
Table 3. Structure parameter statistics according to slope orientation (quantitative characteristics)

ΕΚΘΕΣΗ	Ύψος (m)			Διάμετρος (cm)		
	Μέση τιμή	Τυπική ή απόκλιση	Τυπικό σφάλμα	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Τυπικό σφάλμα
B-BA	9.7	2.86	0.35	18.4 7	9.87	1.2
A	8.85	2.73	0.47	15.8	5.64	0.98
NA	10.29	4.5	0.58	20.1 7	9.24	1.19
N-NA	11.94	2.75	0.35	22	2.93	0.37
ΒΔ	13	4.21	0.71	24.2 2	4.6	0.78
Δ	12.82	2.13	0.45	19.6 4	3.33	0.7
Επιφάνεια 21 N	11	2.96	0.4	10	2.42	0.34
Επιφάνεια 22 Δ	10.3	2.94	0.45	10.7	2.5	0.4



Σχήμα 2. Κατανομή κλάσεων μέσου ύψους
Figure 2. Distribution of mean height classes.



Σχήμα 3. Κατανομή κλάσεων μέσης διαμέτρου στο στήθιαίο ύψος.
Figure 3. Distribution of mean diameter at the breast height classes.

Πίνακας 4. Πυκνότητα, ζωτικότητα και τάση εξέλιξης ανά έκθεση.
Table 4. Density, vitality and trend of evolution per slope orientation.

Έκθεση	Πυκνότητα (N/ha)	Ζωτικότητα	Τάση εξέλιξης
B-BA	1675	18.33	1.625
A	1650	21.5	2
NA	1500	21.5	1.93
N-NΔ	1302	21.45	1.97
ΒΔ	1167	19.42	1.65
Δ	1100	22.72	1.14
Επιφάνεια 21 N	5100	26.9	2.4
Επιφάνεια 22 Δ	4200	26.2	2.4

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ανάλυση δομής και σύνθεσης

Από την ανάλυση της σύνθεσης των δειγματοληπτικών επιφανειών της καμένης περιοχής του Κεδρηνού Λόφου προέκυψε πως η μεγαλύτερη πυκνότητα παρατηρείται στη Βόρεια-Βορειοανατολική έκθεση (1675 N/ha). Οι σταθμολογικές συνθήκες είναι μέτριες και η ποιότητα του τόπου μέτρια προς κακή. Το ποσοστό των κακόμορφων ατόμων ανέρχεται σε 25% (425 N/ha) και των νεκρών 9% (150 N/ha).

Στη συνέχεια η Ανατολική έκθεση με πυκνότητα 1650 N/ha. Η ποιότητα του τόπου είναι κακή, όπως και οι σταθμολογικές συνθήκες. Όπου υπάρχει μεγάλη πυκνότητα παρατηρούνται πολλά νεκρά άτομα. Το ποσοστό των νεκρών δένδρων ανέρχεται σε 3% (50 N/ha), των κακόμορφων σε 30% (500 N/ha) και των προσβεβλημένων σε 6% (100 N/ha).

Ακολουθούν οι Νοτιοανατολικές και οι Νότιες - Νοτιοδυτικές εκθέσεις με πυκνότητες 1500 N/ha και 1302 N/ha αντίστοιχα. Στις περιοχές αυτές συναντώνται κατά τόπους καλές σταθμολογικές συνθήκες. Στη Νοτιοανατολική έκθεση το ποσοστό των κακόμορφων ατόμων ανέρχεται σε 13% (200 N/ha), των νεκρών 10% (150 N/ha) και των προσβεβλημένων 10% (150 N/ha). Στις Νότιες - Νοτιοδυτικές εκθέσεις το ποσοστό των κακόμορφων ατόμων ανέρχεται σε 22.6% (300 N/ha), των νεκρών 9.7% (194 N/ha) και των προσβεβλημένων 3% (60 N/ha).

Οι Βορειοδυτικές και Δυτικές εκθέσεις παρουσιάζουν τις μικρότερες πυκνότητες με 1167 N/ ha και 1100 N/ ha αντίστοιχα. Οι σταθμολογικές συνθήκες είναι καλές και η ποιότητα του τόπου επίσης καλή. Στη Βορειοδυτική έκθεση το ποσοστό των κακόμορφων ατόμων ανέρχεται σε 25.7% (300 N/ha), των νεκρών 17% (200 N/ha) και των προσβεβλημένων 11.4% (100 N/ha). Στις Δυτικές εκθέσεις το ποσοστό των κακόμορφων ατόμων ανέρχεται σε 36% (400 N/ha) και των νεκρών 9% (100 N/ha).

Τέλος στις επιφάνειες με μεγάλη πυκνότητα το ποσοστό των νεκρών ατόμων αγγίζει το 70% και στα υπόλοιπα η ζωτικότητα και η τάση εξέλιξης είναι κακές. Είναι φανερό ότι δεν έχουν εφαρμοστεί κατάλληλα καλλιεργητικά μέτρα στο εκάστοτε στάδιο εξέλιξης. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την υπερβολική πυκνότητα, η οποία οδήγησε σε μειωμένη ζωτικότητα και νέκρωση.

Στις επιφάνειες στις οποίες επικρατούν καλές σταθμολογικές συνθήκες υπάρχει φυσική αναγέννηση τραχείας πεύκης, κατά κύριο λόγο στα διάκενα και πλατύφυλλων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά τις αναδασώσεις μετά την πυρκαγιά του 1997.

Συμπεράσματα

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν τα εξής:

- Η έκθεση φαίνεται πως αποτελεί σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει τη δομή, τη σύνθεση και την πυκνότητα των δέντρων σε μεταπτυρικές συνθήκες (Τσιτσώνη 1991, Spanos και Spanos 1996, Tsitsoni 1997, Σπανός κ.ά. 2003).
- Η επίδραση του σταθμού είναι καθοριστική στην τάση εξέλιξης του νεαρού δάσους τραχείας πεύκης.
- Η υποβάθμιση του εδάφους σε συνδυασμό με τον χρόνο, τον τρόπο και τη θέση φύτευσης, ευθύνεται για το γεγονός ότι δεν ευδοκίμησαν τα πλατύφυλλα είδη τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για αναδάσωση.
- Η πυκνότητα των συστάδων παίζει αποφασιστικό ρόλο στην υγεία και ζωτικότητα των δένδρων.
- Η διενέργεια αραιώσεων και η ευνόηση των πλατύφυλλων δασοπονικών ειδών θα βοηθήσει στο να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα προσβολές εντόμων στο μέλλον.
- Οι κατάλληλοι δασοκομικοί χειρισμοί, στις προερχόμενες από φυσική αναγέννηση συστάδες, θα οδηγήσουν σε μια επιθυμητή σύνθεση και δομή η οποία θα ικανοποιεί όλους τους σκοπούς που επιτελεί σήμερα το δάσος του Κεδρηνού Λόφου.
- Πρέπει να αξιοποιηθεί η γνώση του επιστημονικού προσωπικού του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος και του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης.

Φωτογραφικό υλικό



Εικόνα 1. Επιφάνεια 21.

Πολύ μεγάλη πυκνότητα και έντονος συναγωνισμός οδήγησαν στη νέκρωση τα περισσότερα άτομα της συστάδας.

Picture 1. Experimental plot 21.

Very high density and intense competition led to necrosis most individuals of the stand.



Εικόνα 2. Επιφάνεια 22.

Η επίδραση της μεγάλης πυκνότητας στη ζωτικότητα των δένδρων είναι εμφανής.

Picture 2. Experimental plot 22.

The effect of high density on the vitality of trees is evident.

Abstract

The purpose of this work is to investigate the conditions of growth of the young Aegean pine forest in the area of Kedrinos Lofos Thessaloniki, in order to answer the problem of mass necrosis that have been observed in recent years. The subject of this study is the natural and artificial young forest stands they have established after the 1997 fire. At selected points in this area, 22 experimental plots were placed and the number of *Pinus brutia* individuals involved, height, breast diameter was measured and recorded the number of dead, affected or warped tree trunks. Their quantitative characteristics were then analyzed and the quality was assessed. Analysis of the results showed that slope orientation appears to affect density. Health and vitality are greatly influenced by the density but also by the site quality of the research area.

Βιβλιογραφία

- Δασαρχείο Θεσσαλονίκης, 2018. Διαχειριστική μελέτη Αγγελίδου Ελ., Γκάλφα Ολ., Φάσσας Θ., Γιαννάκης Α., περίοδος : 2019 – 2028, σελ 20-25.
- Ζάγκας, Θ., Γκανάτσας, Π., Τσιτσώνη, Θ. και Χατζηστάθης, Α., 1998. Ανόρθωση υποβαθμισμένων δασικών οικοσυστημάτων με προστασία από την βοσκή. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Σύγχρονα Προβλήματα Δασοπονίας», Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Αλεξανδρούπολη, 6-8 Απριλίου 1998, Θεσσαλονίκη, τόμος 1, σελ 401-408.
- Ζάγκας, Θ., 1998. Συμβολή του αστικού και περιαστικού πρασίνου στην ποιότητα ζωής μας. Πρακτικά Ημερίδας Πράσινο και Τοπική Αυτοκυοίκηση. ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, Καβάλα, σελ. 33-40.
- Ντάφης, Σ., 1993. Οικολογικά αποτελέσματα της αστικής και περιαστικής Δασοκομίας. Πρακτικά Συμποσίου «Αρχιτεκτονική Τοπίου Αστικών Υπαίθριων Χώρων» 1-3 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 97-113.
- Σπανός, Ι., Χατζηφιλιππίδης, Γ., Ζάγκας, Θ., Χατζηστάθης, Α., Πινακίδης, Ι., Αθανασιάδης Β. και Στεργιόπουλος Ι., 2000. Πορεία εγκατάστασης των αναδασώσεων των καμένων εκτάσεων του Περιαστικού Δάσους Πάρκου Θεσσαλονίκης: πρώτα αποτελέσματα, δύο έτη μετά τη μεγάλη πυρκαγιά. Δασική Έρευνα 13: 11-25.
- Σπανός, Ι., Γουδέλης, Γ., Ραυτογιάννης, Ι. και Τρακόλης, Δ., 2003. Εξελικτική πορεία της φυσικής αναγέννησης των καμένων εκτάσεων του περιαστικού δάσους πάρκου Θεσσαλονίκης : έξι έτη μετά την πυρκαγιά. 11ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο « Δασική Πολιτική-Πρεμνοφυή Δάση Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος». 30/09-3/10/2003 Αρχαία Ολυμπία. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Θεσσαλονίκη. Σελίδες 227-237.
- Τσιτσώνη, Θ., 1991. Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση χαλεπίου πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή που κατατέθηκε στο Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη. Σελίδες 144.
- Χατζηχρηστάκη, Χ., 2011. Η συμβολή της φυσικής και τεχνητής αναγέννησης στην αποκατάσταση του πυρόπληκτου τμήματος του Δάσους του Κεδρηνού Λόφου Θεσσαλονίκης. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Σελ.102
- Chatzichristaki, C. and Zagas, T., 2017. The contribution of natural and artificial regeneration at the restoration of fire-affected Peri-Urban forest of Thessaloniki (Northern Greece) Global NEST International Journal 19(191):29-36.
- Spanos I. and Spanos K., 1996. Postfire establishment and survival of *Pinus brutia* in the island Thasos. In: Investigation, Preservation and Utilization of Forest Resources. 2nd Balkan Scientific Conference, Sofia, Bulgaria, June 3-5, 1998. Vol.1, pp. 163-1.
- Spanos, I., Ganatsas, P. and Tsakalimi, M., 2010: Evaluation of postfire restoration in suburban forest of Thessaloniki, Northern Greece. Global Nest 2010. Article in press.
- Tsitsoni, T., 1997. Conditions determining natural regeneration after wildfires in the *Pinus halepensis* (Miller 1768) forests in Kassandra Peninsula (North Greece). For. Ecol. Manag., 92:199-208.
- Tsitsoni, T., Ganatsas, P., Zagas, T. and Tsakalimi, M., 2004. Dynamics of postfire regeneration of *Pinus brutia* Ten. in an artificial forest. Plant Ecology, 171:165-17 forests in Thasos island, Greece. Acta Oecologica 21(1): 13-20.
- Tsitsoni, T., Ganatsas, P., Zagas, T. and Tsakalimi, M., 2004. Dynamics of postfire regeneration of *Pinus brutia* Ten. in an artificial forest. Plant Ecology, 171:165-17
- Tsitsoni, T., Tsakalimi, M., Ganatsas, P. and Zagas, T., 2004. Effect of postfire treatments on the natural regenerations of *Pinus brutia* in Northern Greece. Proceedings of 10th International Conference MEDECOS, Rhodes, April 25-1 May 2004. Millpress, Rotterdam.
- <https://www.newsit.gr/topikes-eidhseis/den-einai-tyxaio-ayto-pou-symvainei-sto-dasos-tou-seix-sou-ti-symvainei-me-to-entomo-pou-apodekatizei-ta>

ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΤΗΣ ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ

Ανδριανός, Ιωάννης¹; Ζάγκας, Θεοχάρης²

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Φοιτητής, Θεσσαλονίκη, jiannisad@yahoo.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Καθηγητής, Θεσσαλονίκη, zagas@for.auth.gr

Περίληψη

Το δάσος της Απολλωνίας αποτελεί ένα από τα λίγα εναπομείναντα παραλίμνια δάση στην Ευρώπη, με ιδιαίτερη περιβαλλοντική σημασία. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την παραγνωρισμένη αξία του δάσους, λειτούργησε σαν εφαλτήριο για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας. Στην εργασία γίνεται μία προσπάθεια επισήμανσης των παραγόντων που υποβαθμίζουν το δάσος, ενώ επιπλέον γίνονται προτάσεις κάποιων μέτρων που θα συμβάλουν στην αισθητική του αναβάθμιση, υπό το πρίσμα της αειφορίας.

Λέξεις κλειδιά: αισθητική τοπίου, δάσος της Απολλωνίας, παραλίμνιο δάσος, ολιστική δασοκομία, αειφορική ανάπτυξη.

Εισαγωγή

Η Δασοκομία μέσα στο πέρασμα των χρόνων έχει αλλάξει αναθεωρώντας τους σκοπούς και στόχους της. Έτσι, η Δασοκομία μίας πιο ξυλοπονικής αντίληψης του δάσους, η οποία είχε σαν κύριο στόχο τη μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή ξυλείας, εξελίχθηκε σε μία πιο νατουραλιστική Δασοκομία, συχνά αναφερόμενη σαν «Νέα Δασοκομία» (Franklin 1989, Gillis 1990), η οποία έχει μια πιο πολυλειτουργική θεώρηση και λαμβάνοντας υπόψη λειτουργίες του δάσους όπως ρύθμιση υδρολογικού κύκλου, φυσικό ενδιαίτημα άγριας πανίδας, αποτροπή διάβρωσης του εδάφους, συμβολή ενάντια στην ατμοσφαιρική ρύπανση, αισθητική τοπίου και δασική αναψυχή.

Η αισθητική τοπίου δηλαδή αποτελεί πλέον αναπόσπαστο μέρος της αειφορικής διαχείρισης ενός δάσους, ενώ ο προσδιορισμός της έχει απασχολήσει τη Δασοκομία από τον 19ο αιώνα. Συγκεκριμένα ο Heinrich von Salisch με το σύγγραμμά του «Forstästhetik» το 1885 ορίζει τη δασική αισθητική ως “το δόγμα της ομορφιάς της Δασοκομίας - Die Lehre von der Schönheit des Wirtschaftswaldes”. Η αισθητική τοπίου είναι ένα σύνθετο ποιοτικό χαρακτηριστικό το οποίο για να προσδιοριστεί εξετάζονται τόσο αντικειμενικοί όσο και υποκειμενικοί παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα ο Bourasa (1990) προτείνει μία κατηγοριοποίηση των παραγόντων που επηρεάζουν τις προτιμήσεις ενός δασικού τοπίου σε βιολογικούς, πολιτισμικούς και ατομοκεντρικούς.

Γίνεται αντιληπτό ότι οι πολυποίκιλοι παράγοντες που επηρεάζουν την αισθητική ενός τοπίου, καθώς και οι διάφορες μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί, καθιστούν την αισθητική αξιολόγηση ενός τοπίου μία απαιτητική διαδικασία.



Εικόνα 1. Αποψη του Δάσους της Απολλωνίας
Picture 1. View of Apollonia Forest



Εικόνα 2. Αποψη του Δάσους της Απολλωνίας
Picture 2. View of Apollonia Forest

Το παραλίμνιο δάσος της Απολλωνίας, το οποίο βρίσκεται στη νότια όχθη της λίμνης Βόλβης, είναι ένα ζωντανό απομεινάρι ενός παλιότερου και μεγαλύτερου δάσους που υπήρχε στην περιοχή. Είναι ένα από τα λίγα εναπομεινάντα παραλίμνια δάση σε πανελλήνιο αλλά και πανευρωπαϊκό επίπεδο, ενώ πέρα από την αισθητική του αξία και τις συνήθειες φυσικές λειτουργίες που επιτελεί ένα παραλίμνιο δάσος, ξεχωρίζει λόγω κάποιων ιδιαίτερων οικολογικών του χαρακτηριστικών:

- I. Τα φυτικά είδη που συγκροτούν το δάσος, τα οποία κατά κύριο λόγο είναι σκλήθρα (*Alnus glutinosa*), πλατάνια (*Platanus orientalis*), λεύκες (*Populus alba*), (*Populus nigra*), ιτιές (*Salix alba*), (*Salix fragilis*), λυγαριές (*Vitex agnus castus*), σχηματίζουν τις σπάνιες φυτοκοινωνίες *Alnopopuletum*.
- II. Είναι η μοναδική περιοχή στην Ελλάδα που φιλοξενεί μεικτές αποικίες γκριζών ερωδιών (*Ardea cinerea*) και πελαργών (*Ciconia ciconia*).

Επίσης, σύμφωνα με το Μαντζαβέλα (1999) το δάσος της Απολλωνίας διακρίνεται στους εξής τύπους οικοτόπων:

- Υδροχαρή δάση ιτιάς, λεύκης και σκλήθρου
- Δάση ανατολικού πλατάνου
- Θερμομεσογειακές συστάδες με αρμυρίκια
- Υδροχαρή δάση ιτιάς, λεύκης και πλατάνου
- Βλάστηση των ορίων νερού και ξηράς (Καλαμώνες)
- Εγκαταλελειμμένοι αγροί και λιβάδια

Ενώ ξεχωριστή μνεία πρέπει να γίνει στην ορνιθολογική αξία του δάσους, αφού έχουν παρατηρηθεί 228 είδη. Από αυτά αξίζει να αναφερθούν τα σπάνια είδη: ο Βασιλαετός (*Aquila heliaca*), το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) και ο Μαυροπελαργός (*Ciconia nigra*).

Εν κατακλείδι, το δάσος της Απολλωνίας λόγω της μεγάλης οικολογικής του σημασίας χρήζει ιδιαίτερης και προσεκτικής διαχείρισης. Γι' αυτό το λόγο στην παρούσα εργασία θα γίνει μία προσπάθεια ολιστικής προσέγγισης και μέσω της συνολικής αναβάθμισης του δάσους, υπό το πρίσμα της αειφορίας να επιτευχθεί η έμμεση και άμεση αισθητική αναβάθμισή του.

Υλικά και Μέθοδοι

Το δάσος της Απολλωνίας βρίσκεται περίπου 50 χιλιόμετρα ανατολικά της Θεσσαλονίκης και αποτελεί μέρος του Εθνικού Πάρκου Λιμνών Βόλβης - Κορώνειας και Μακεδονικών Τεμπών. Ενώ πιο συγκεκριμένα βρίσκεται νότια της ακτογραμμής της λίμνης Βόλβης και βόρεια του οικισμού της Απολλωνίας. Η οικονομία της Απολλωνίας αλλά και της ευρύτερης περιοχής βασίζεται κατά κύριο λόγο στον πρωτογενή τομέα, με μικρή παρουσία ωστόσο του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση της εργασίας ήταν αρχικά η συλλογή πληροφοριών από βιβλία, μελέτες, εργασίες και επιστημονικά άρθρα. Στη συνέχεια έγινε αρκετές φορές επίσκεψη στην περιοχή με επιτόπια παρατήρηση και καταγραφή χαρακτηριστικών του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της περιοχής. Έπειτα έγιναν συνεντεύξεις υπεύθυνων φορέων, αλλά και κατοίκων της περιοχής μελέτης.

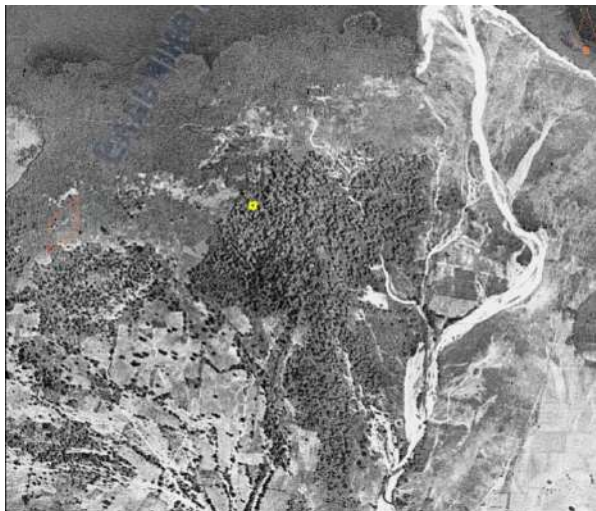
Τέλος, μετά από μελέτη και ανάλυση των στοιχείων και πληροφοριών που συλλέχθηκαν, έγινε επισήμανση των προβλημάτων της περιοχής έρευνας και διατύπωση προτάσεων για την αντιμετώπισή τους, αλλά και την περαιτέρω αναβάθμιση του δάσους της Απολλωνίας.

Αποτελέσματα

Υφιστάμενη Κατάσταση

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από χαμηλά επίπεδα ρύπανσης του περιβάλλοντος, καθώς δεν υπάρχει στην περιοχή κάποια σημαντική εστία ρύπανσης. Έτσι, με εξαίρεση μία σχετικά μικρή επιφόρτιση με υπολείμματα λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που προέρχονται από τις γύρω γεωργικές εκτάσεις, των υδάτων της λίμνης Βόλβης, από τα οποία τροφοδοτείται υπόγεια το δάσος, η έλλειψη βιομηχανικών μονάδων, η λειτουργία ενός πρότυπου σταθμού φυσικής επεξεργασίας λυμάτων στο δημοτικό διαμέρισμα της Νέας Μαδύτου και η γενικότερη τάση προς οικολογικές καλλιέργειες, έχουν ως αποτέλεσμα το δάσος της Απολλωνίας να μην αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα ρύπανσης. Σ' αυτό συνηγορούν και οι μέσες τιμές συγκέντρωσης Διαλυτού Οργανικού Άνθρακα (DOC) που ανιχνεύτηκαν στην περιοχή, όπου στη λίμνη Βόλβη ήταν 8,23 mg/l, ενώ στη λίμνη Κορώνεια ήταν 23,2 mg/l (Σαμαράς 2018).

Ο κύριος λόγος υποβάθμισης του δάσους της Απολλωνίας είναι οι εκχερσώσεις που έχουν γίνει εξαιτίας των πιέσεων που δέχεται από τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες της περιοχής. Οι απαιτήσεις γεωργικής γης των κατοίκων της περιοχής οδήγησαν σε εκχερσώσεις από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όπου είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της δασικής έκτασης κατά 50% κατά την περίοδο 1945-2000.



Εικόνα 3. Αεροφωτογραφία του δάσους (1945)
Picture 3. Aerial photograph of the forest (1945)



Εικόνα 4. Αεροφωτογραφία του δάσους (2007-2009)
Picture 4. Aerial photograph of the forest (2007-2009)

Αυτή η συρρίκνωση και ο κατακερματισμός που υπέστη το δάσος είχε σαν αντίκτυπο την δυσκολία τέλεσης κάποιων οικολογικών λειτουργιών του, αλλά και την αισθητική του υποβάθμιση.

Η διατάραξη του δάσους έχει επιπτώσεις και στην ορνιθοπανίδα της περιοχής οδηγώντας την σε αλλαγή συμπεριφοράς όπως: εγκατάλειψη της περιοχής, ικανοποίηση μόνο ενός μέρους των αναγκών της σ' αυτήν την περιοχή, συγκέντρωση μεγάλου αριθμού ατόμων σε μικρό χώρο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της τελευταίας περίπτωσης είναι η δασοσυστάδα λεύκης που βρίσκεται στα δυτικά του δάσους.



Εικόνα 5. Δείγμα της υπερβολικής συγκέντρωσης σταχτοτσικνιάδων στη δασοσυστάδα λεύκης
Picture 5. Sample of the extreme assemblage of grey herons at the populus grove



Εικόνα 6. Άποψη της δασοσυστάδας λεύκης
Picture 6. View of the populus grove

Η υπερβολική συγκέντρωση και φωλεοποίηση γκριζών ερωδιών στη δασοσυστάδα, έχει σαν αποτέλεσμα τη νέκρωση των δέντρων λόγω του μεγέθους των απεκκριμάτων που δέχονται.

Ωστόσο, παρά τον κατακερματισμό και τη διατάραξη του δάσους, πολύ ενθαρρυντική είναι η εικόνα της αναγέννησης που παρατηρείται σε μία έκταση βορειοδυτικά του δάσους και δίπλα στις εκβολές του χειμάρρου της Απολλωνιάς.



Εικόνα 7. Αποτύπωση της περιοχής (2002)
Image 7. Depiction of the area (2002)



Εικόνα 8. Αποτύπωση της περιοχής (2018)
Image 8. Depiction of the area (2018)

Τέλος, άξια αναφοράς είναι διάφορα τεχνικά έργα που παρατηρήθηκαν να έχουν γίνει στην περιοχή όπως: κατασκευές στεγάστρων, τοποθέτηση πινακίδων ερμηνείας του περιβάλλοντος, ξύλινη περίφραξη αλλά και κάποια διάνοιξη μονοπατιών.

Προτεινόμενα Μέτρα

Γίνεται σαφές ότι η περιοχή έρευνας όπως έχει διαμορφωθεί σήμερα δεν μπορεί να διακριθεί σε δυο ξεχωριστές ενότητες φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Ενώ οι πιέσεις που ασκεί το ανθρωπογενές περιβάλλον στο δάσος, μέσω των οικονομικών δραστηριοτήτων των κατοίκων της περιοχής αποτελούν τον κυριότερο λόγο υποβάθμισης του δάσους. Για το λόγο αυτό πρωταρχικής σημασίας, για την αναβάθμιση του δάσους, είναι η αλλαγή του χαρακτήρα της περιοχής από γεωργοκτηνοτροφική σε αγροτουριστική, καθώς και η κατάργηση της γεωργικής γης στη ζώνη Α1 μέσω απαλλοτριώσεων.

Στη συνέχεια προτείνεται η αποκατάσταση του δάσους μέσω αναδασώσεων και κάποιων καλλιεργητικών μέτρων. Στις νέες εκτάσεις που θα δημιουργηθούν από τις απαλλοτριώσεις προτείνεται η επέκταση του δάσους με αναδασώσεις. Κατά κύριο λόγο προτείνονται τεχνητές αναδασώσεις μέσω σποράς και φύτευσης μοσχευμάτων, αλλά σε κάποια σημεία όπου κρίνεται απαραίτητο μπορεί να γίνει φύτευση δενδρυλλίων. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί σε κάποια σημεία και φυσική αναδάσωση καθώς

οι κλιματικές και εδαφολογικές συνθήκες της περιοχής ευνοούν την φυσική αναγέννηση, η οποία μπορεί να έχει πολύ καλά αποτελέσματα μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος της διαδικασίας.

Οι βασικές κατευθύνσεις που θα πρέπει να ακολουθηθούν κατά τη διαδικασία των αναδασώσεων είναι:

- Χρήση ιθαγενών ειδών όπως: *Platanus orientalis* (Πλάτανος ο ανατολικός), *Populus alba* (Λεύκη η λευκή), *Salix alba* (Ιτιά η λευκή), *Alnus glutinosa* (Κλήθρα η κολλώδης)
- Διατήρηση μείξης των ειδών
- Διατήρηση και ενίσχυση των τύπων των οικοτόπων
- Δημιουργία μωσαϊκότητας με συνδεδεμένες διαφορετικών ειδών

Στις νεοφυτείες που θα δημιουργηθούν μετά την αναδάσωση, αλλά και στις ήδη υπάρχουσες όπως η πυκνοφυτεία στη βορειοανατολική μεριά του δάσους που αναφέρθηκε προηγουμένως, συνιστάται να γίνουν αραιώσεις εφαρμόζοντας τη μέθοδο της αρνητικής και θετικής κατά περίπτωση επιλογής. Δηλαδή να γίνει απομάκρυνση των ανεπιθύμητων ατόμων για την έμμεση ευνόηση των πολυτιμότερων και πιο υγιών, ή ευνόηση των επιθυμητών ατόμων με την απομάκρυνση των οξύτερων ανταγωνιστών τους.

Στο ήδη υπάρχον δάσος που βρίσκεται σε πιο προχωρημένο στάδιο εξέλιξης θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο διαχείρισής του. Ενώ σύμφωνα με τις παραδοσιακές αρχές της δασοπονίας των εξευγενιστικών αραιώσεων και υπεραραιώσεων, θα έπρεπε να προβούμε σε απομάκρυνση των νεκρών δέντρων ή ασθενών δέντρων με κοιλότητες, στην περίπτωση του δάσους της Απολλωνίας θα πρέπει να αποφευχθεί ή να γίνει με μεγάλη προσοχή μία τέτοια διαδικασία.

Ο κύριος λόγος που κάνει επιθυμητή τη διατήρηση αυτών των δέντρων στο δάσος είναι ότι αποτελούν πολύτιμο ενδιαίτημα για κάποια είδη ορνιθοπανίδας της περιοχής. Επιπλέον, ενώ παραδοσιακά τα ηλικιωμένα ή νεκρά δέντρα με κοιλότητες και ακανόνιστο σχήμα αποτελούσαν καθαρά αρνητικό παράγοντα αισθητικής ενός τοπίου, στις μέρες μας υπάρχει μία αυξημένη τάση ανοχής ή και προτίμησής τους από το κοινό. Σύμφωνα με τους Nielsen κ.α. (2007) ένας μικρός αριθμός κατακείμενων δέντρων είναι αποδεκτός, καθώς προσδίδει στο δάσος έναν πιο φυσικό χαρακτήρα.

Επίσης, προτείνεται η δημιουργία εξωτερικής προστατευτικής ζώνης με φυτοφράκτες και ξύλινη περίφραξη, που θα λειτουργήσει ως μέσο οριοθέτησης του δάσους, αλλά και ελέγχου πρόσβασης ανθρώπων και ζώων σε αυτό. Ύστερα από αντιπαραβολή του πίνακα της χλωριδικής σύστασης του δάσους και του πίνακα προτεινόμενων ειδών για χρήση φυτοφρακτών των Χατζησταθή και Ισπικούδη (1995), προτείνεται να χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω είδη:

- Δέντρα (ανώροφος): *Carpinus orientalis* (Γαύρος ο ανατολικός), *Ulmus campestris* (Φτελιά η πεδινή)
- Θάμνοι (μεσόροφος): *Crataegus monogyna* (Κράταιγος η μονόγυνη), *Laurus nobilis* (Δάφνη η ευγενής), *Nerium oleander* (Νήριον το ολέανδρον), *Rosa sp.* (Αγριοτριανταφυλλιά).

Προτείνεται ακόμα η ανάπτυξη αειφορικού τουρισμού, με τον προσδιορισμό της φέρουσας τουριστικής ικανότητας. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία εναλλακτικών λύσεων εξασφάλισης οικονομικών πόρων για τους κατοίκους της περιοχής, λειτουργώντας έτσι και σαν αντισταθμιστικό μέτρο για τις απαλλοτριώσεις, με ταυτόχρονη εξασφάλιση της ελάχιστης επιβάρυνσης του φυσικού τοπίου.

Στο πλαίσιο της τουριστικής ανάπτυξης κρίνεται σκόπιμο να αξιοποιηθούν τα μνημεία (Βήμα Αποστόλου Παύλου, Υπεραιωνόβιος Πλάτανος της Απολλωνίας, Αρχαία Εγνατία Οδός κ.α.) που βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση από το δάσος, δημιουργώντας έτσι έναν ενιαίο τουριστικό προορισμό.

Τέλος, προτείνεται η υλοποίηση κάποιων κατασκευών δασικής αναψυχής που θα έχουν σαν στόχο την ανάδειξη της αισθητικής του δάσους της Απολλωνίας, αλλά και της βελτίωσης της εμπειρίας των επισκεπτών.

I. Διάνοξη Μονοπατιών

Λόγω της επικείμενης επέκτασης του δάσους προτείνεται η χάραξη και διάνοξη ενός δικτύου μονοπατιών μέσα στο δάσος. Κατά κύριο λόγο τα μονοπάτια θα είναι χωμάτινα, ενώ σε σημεία που παρατηρείται πιο συχνά να πλημμυρίζει το έδαφος προτείνεται η δημιουργία ξύλινων υπερυψωμένων μονοπατιών.

II. Ανάπτυξη Χώρων Υπαίθριου Γεύματος (ΧΥΓ) και Ανάπαυσης

Προτείνεται να τοποθετηθούν ξύλινα παγκάκια, καθώς και η εγκατάσταση ΧΥΓ μονάδων κατά αθροίσματα με μικρή πυκνότητα.

III. Κατασκευή Παρατηρητηρίων Άγριας Ζωής

Ένα επιπλέον μέτρο που θα συμβάλει στην ανάδειξη της περιοχής είναι η κατασκευή και τοποθέτηση παρατηρητηρίων άγριας ζωής. Προσοχή πρέπει να δοθεί στη σωστή επιλογή θέσης, έτσι ώστε να πληροί τα κριτήρια της καλής ορατότητας και της μικρότερης δυνατής όχλησης στην πανίδα αλλά και στον επισκέπτη. Επίσης, ο τύπος κατασκευής προτείνεται να είναι λιτής σχεδίασης εναρμονισμένος με το περιβάλλον.

IV. Δημιουργία Υπερλίμνιας Θέσης Θέας

Η απόλαυση της θέας ωραίων τοπίων αποτελεί κατά μεγάλο ποσοστό κριτήριο αισθητικής εκτίμησης ενός τοπίου και μία από τις κύριες αιτίες ζήτησης δασικής αναψυχής. Λόγω της επίπεδης μορφολογίας του εδάφους της περιοχής όμως, δεν υπάρχει τέτοια θέση θέας. Γι' αυτό το λόγο προτείνεται η δημιουργία μίας υπερυψωμένης ξύλινης κατασκευής, η οποία θα εισέρχεται αρκετά μέτρα μέσα στη λίμνη δημιουργώντας στο τέλος μία πιο πλατιά επιφάνεια (πλατεία). Στο σημείο αυτό θα κατασκευαστεί ένας πύργος παρατήρησης όπου θα λειτουργεί σαν θέση θέας δίνοντας τη δυνατότητα μίας πανοραμικής παρατήρησης του δάσους.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μετά από βιβλιογραφική και επιτόπια έρευνα του δάσους της Απολλωνίας, αλλά και της ευρύτερης περιοχής του, εντοπίστηκαν και αναδείχθηκαν σημεία κρίσιμα ως προς την αισθητική αναβάθμιση του τοπίου.

Εν κατακλείδι προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Εξαιτίας της ιδιαίτερης περιβαλλοντικής αξίας του δάσους της Απολλωνίας, αλλά και της στενής αλληλεπίδρασης φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, απαιτείται μια ολιστική προσέγγιση και διαχείριση του δάσους για την αναβάθμισή του.
- Οι κύριοι λόγοι υποβάθμισης του δάσους είναι η συρρίκνωση και ο κατακερματισμός που υπέστη, εξαιτίας των πιέσεων αλλαγής χρήσης γης.
- Κρίνεται επιβεβλημένη η αλλαγή του χαρακτήρα της περιοχής από γεωργοκτηνοτροφική σε αγροτουριστική, καθώς και η κατάργηση της γεωργικής γης στη ζώνη Α1.
- Η αποκατάσταση του δάσους μέσω αναδασώσεων και φυσικής αναγέννησης εκτός από τη βελτίωση των οικολογικών λειτουργιών, θα προσδώσει και έναν πιο μεγαλειώδη χαρακτήρα στο δάσος, με αποτέλεσμα να το αναβαθμίσει αισθητικά.
- Προτείνεται η ανάπτυξη αειφορικού τουρισμού με αξιοποίηση της πολιτισμικής κληρονομιάς και των μνημείων της περιοχής.
- Οι κατασκευές δασικής αναψυχής που θα γίνουν θα πρέπει να είναι προσανατολισμένες στην ανάδειξη της αισθητικής αξίας του δάσους, αλλά και στην εναρμόνισή τους με το φυσικό περιβάλλον.

Abstract

The forest of Apollonia is one of the few last lakeside forests in Europe, with an individual environmental importance. This fact along with the unacknowledged value of the forest, worked as a triggering event for the implementation of this study. In the study takes place an attempt to indicate the factors that degrade the forest, while in addition there are some recommendations of measures that will contribute to the aesthetic improvement of the forest, in consideration of sustainability.

Βιβλιογραφία

- Bourassa, S.C., 1990. A paradigm for landscape aesthetics. Environ. Behav., Vol.22.
- Franklin, J.F., 1989. Toward a new forestry. American Forests November/December.
- Gillis, A.M., 1990. The New Forestry: An ecosystem approach to land management. BioScience, 40(8).
- Golivets, M., 2011. Aesthetic Values of Forest Landscapes. Master Thesis in Forest Management, Euroforester Master program, Swedish University of Agricultural Sciences.

- Karjalainen, E., 2006. The visual preferences for forest regeneration and field afforestation - four case studies in Finland. Academic dissertation, Finnish Forest Research Institute, Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki.
- Λιάκος, Λ., 1979. Η Αναφυγή στα Δάση. Μέρος II. Α.Π.Θ. Υπηρ. Δημοσιευμάτων. Θεσσαλονίκη.
- Μαντζαβέλας, Α., 1999. Ειδική Περιβαλλοντική - Διαχειριστική Μελέτη για την Αποκατάσταση, Προστασία και Ανάδειξη Δάσους Απολλωνίας, Α' φάση. Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον».
- Ντάφης, Σ., 1990. Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη.
- Nielsen, A.B. Olsen, S.B. and Lundhede, T., 2007. An economic valuation of the recreational benefits associated with nature-based forest management practices. *Landsc. Urban. Plan.*, Vol.80.
- Panagopoulos, T. and Ramos, B. (n.d.). Methods to assess aesthetic value for forest planning and design. Department of Landscape Architecture, Faculty of Natural Resources, University of Algarve
- Σαμαράς, Ι., 2018. Μελέτη της Διαλυτής Οργανικής Ύλης στις Λίμνες Βόλβη Κορώνεια και Καστοριάς. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Κατεύθυνση «Χημεία και Έλεγχος Ρύπανσης του Περιβάλλοντος», Σχολή Θετικών Επιστημών, Α.Π.Θ..
- Swanson, F.J. and Franklin, J.F., 1992. *New Forestry Principles from Ecosystem Analysis of Pacific Northwest Forests. Ecological Applications*, Vol.2, No.3, Published by Wiley.
- Τρατσέλα, Μ., 2003. Μελέτη Τοπίου: Πρόταση για την προστασία και ανάδειξη του δάσους Δραγουντέλι στη Σιθωνία Χαλκιδικής. Αειχώρος, 2.
- Τσιτσώνη, Θ., Ζάγκας, Θ. και Γκανάτσας, Π., 2006. Δασοκομία και Διαμόρφωση Φυσικού Τοπίου. Πρακτικά Επιστημονικής Δημερίδας «Φυσικό Τοπίο». Δράμα.
- Χατζηστάθης, Α. και Ισπικούδης, Ι., 1995. Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική του Τοπίου. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη.
- Zagas, T. Ganatsas, P., Tsitsoni, K. and Tsakalimi, N., 2004. Thinning effect on stand structure of holm oak stand in northern Greece. *Proceedings of 10th MEDECOS Conference*, April 25-1 May, 2004, Rhodes Greece, Arianoutsou and Papanastasis (eds) Millpress, Rotterdam.

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΧΟΥΣ ΔΕΚΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ
ΣΤΟ ΣΤΗΘΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΤΗΣ ΟΞΙΑΣ
ΜΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΣΕΙΡΑΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΤΗΣ**

Απατσίδης, Δ. Λάζαρος¹

¹Συνταξιούχος Δασολόγος- Ερευνητής, Καλογερόρραχη, 24200 Μεσσήνη, Τηλ. 27400820, lazarp34@gmail.com

Περίληψη

Σε ολόκληρη την περιοχή εξάπλωσης της Οξιάς στη χώρα μας έχουν εγκατασταθεί 118 Δοκιμαστικές Επιφάνειες και σε αυτές υλοτομήθηκαν 586 άτομα Οξιάς, από τα οποία τα 534 ήταν υγιή και 52 κουφαλωτά. Το υλικό που διαμορφώθηκε κατά κλάσεις διαμέτρων μας επέτρεψε να προσδιορίσουμε τα πρότυπα:

$$P=4,302 + 0,582d - 0,0061415d^2 \quad \text{και} \quad P=d \exp(0,047-0,022d)$$

P =πάχος δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων και d = έμφλοια στηθιαία διάμετρος.

Μετά και τον προσδιορισμό των συντελεστών C ένταξης τα πρότυπα αυτά πήραν αντίστοιχα τη μορφή:

$$P=C + 0,582d - 0,0061415d^2 \quad \text{και} \quad P=Cd \exp(0,047-0,022d) .$$

Το διαμορφωμένο υλικό κατά βαθμίδες διαμέτρου μας βοήθησε να προσδιορίσουμε μια σειρά από εννέα (9) πρότυπα. Αυτά εκτός από τα άλλα θα μας δίνουν τη δυνατότητα να εκτιμούμε ζημιές και να κάνουμε πραγματογνωμοσύνες.

Λέξεις κλειδιά: Εξάπλωση Οξιάς, Συντελεστής Ένταξης, Οδηγός Καμπύλη.

Εισαγωγή

Τα δάση της Οξιάς απαντώνται στα Γεωγραφικά Διαμερίσματα της χώρας μας: Στερεάς Ελλάδας (στο όρος Οξυά στη Φθιώτιδα), Ηπείρου, Θεσσαλίας, Μακεδονίας και Θράκης.

Η έκταση των δασών της Οξιάς μας ανέρχεται κατά: Μπασιώτη (1972) σε 230.000 ha, από τα οποία 97.000 σπερμοφυή, 96.000 πρεμνοφυή και 37.000 ha διφυή, κατά Γρίσπο (1973) σε 219.100 ha και κατά την **Ομάδα κατάρτισης** «Μελέτη Στρατηγικής για την Ανάπτυξη της Ελληνικής Δασοπονίας κ' Ξυλοπονίας» (1986) στο ΙΔΕ Θεσσαλονίκη σε 219.070 ha.

Επειδή η νεότερη καταγραφή των 219.070 ha υπολείπονται μόνο κατά 30 ha από αυτήν του Γρίσπου, στηριζόμενοι έτσι στην καταγραφή του Γρίσπου και παίρνοντας υπόψη μας την κατανομή σε διαχειριστικές μορφές του Μπασιώτη (1972) δημιουργήσαμε το **Πινάκιο α**, στο οποίο φαίνεται η κατανομή της έκτασης των δασών της Οξιάς κατά διαμερίσματα και διαχειριστικές μορφές.

Πινάκιο α
Κατανομή έκτασης δασών Οξιάς κατά διαμερίσματα και διαχειριστικές μορφές

Διαμερίσματα	Έκταση		Διαχειριστική Μορφή	Έκταση	
	Χώρας	ha		%	ha
1	2	3	4	5	6
Στερεά Ελλάδα	900	0,41	Σπερμοφυής	92403	42,17
Ήπειρος	18700	8,53	Πρεμνοφυής	91450	41,74
Θεσσαλία	34300	15,65	Διφυής	35247	16,09
Μακεδονία	142200	64,92			
Θράκη	23000	10,49			
Σύνολο	219100	100,00		219100	100,00

Η Οξιά είναι ένα λιγότερο ψυχρόβιο ίσαμε λιγότερο θερμόβιο, βραδυαυξές, σκιάφυτο είδος με την ικανότητα να αναλαμβάνει ύστερα από μεγάλη περίοδο σκίασης και όταν ελευθερώνεται να εξελίσσεται κανονικά (Ντάφης 1980, Ντάφης 1986, Απατσίδης 1989α).

Αυτή υφίσταται πολλές ζημιές από μύκητες. Αυτοί προκαλούν ταχεία σήψη του κορμού μπαίνοντας από τραύματα που προκαλούνται από ηλίαση, παγετό, χαλάζι, βοσκή τριχωτών θηραμάτων, κυρίως όμως και από πυρκαγιές και τον άνθρωπο με τσεκούρι, αιχμηρά αντικείμενα, μετατοπίσεις, βοσκή κλπ) (Μπασιώτης 1972). Με άλλα λόγια η Οξιά είναι πολύ ευπαθές είδος.

Κατά την εκπόνηση διαχειριστικών μελετών για τον προσδιορισμό της τρέχουσας ετήσιας προσαύξησης παίρνονται κατά κλάσεις διαμέτρων στο στήθιαίο ύψος τρυπανίδια με το προσαυξητικό τρυπάνι για τη μέτρηση του πάχους των δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων. Έτσι δημιουργούνται εστίες προσβολής από μύκητες. Αυτό επιβάλλει να προσδιοριστούν πρότυπα, ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί το πάχος αυτών των δακτυλίων και μερικά άλλα πρότυπα σχετικά με τα δάση της Οξιάς μας.

Συνεπώς σκοπός αυτής της εργασίας είναι ο προσδιορισμός διαφόρων προτύπων.

Υλικά και Μέθοδοι

Στα πλαίσια του υποπρογράμματος της Οξιάς του ερευνητικού προγράμματος: «Κατάρτιση Πολυμερών Ογκομετρικών και Προσαυξητικών Πινάκων για τα κύρια Δασοπονικά Είδη της Χώρας μας» Ο χώρος εξάπλωση της Οξιάς χωρίστηκε γεωγραφικά, φυσιολογικά και οικολογικά σε 10 συγκροτήματα – υποσυγκροτήματα.

Μέσα σε αυτά το 1987 έχουν εγκατασταθεί 118 Δοκιμαστικές Επιφάνειες (ΔΕ). Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την αναζήτηση, εγκατάστασή τους και λήψη υπαίθριων στοιχείων περιγράφεται στις εργασίες Απατσίδη κ.ά. 1990, Απατσίδης κ.ά 1999α και Απατσίδης κ.ά. 1999β. Εδώ θα αναφέρουμε πως έχουν υλοτομηθεί 586 άτομα Οξιάς, από τα οποία 534 ήταν υγιή και 52 με κουφάλες.

Τα στοιχεία των 534 ατόμων Οξιάς αποτελούν το ερευνητικό μας υλικό. Στο ερευνητικό υλικό περιλαμβάνεται και το γενικό πρότυπο της Οξιάς (Απατσίδης κ.ά 1990 Απατσίδης κ.ά 1999):

$$V_{\alpha} = 0,000040863913d^{1,985882}h^{0,9478463} \quad (1)$$

Η επεξεργασία του ερευνητικού υλικού έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS Statistics 17.0.

Αποτελέσματα

Το ερευνητικό υλικό μας επέτρεψε να κατασκευάσουμε τον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Δεδομένα
Table 1. Data

ΚΛ	n	d	Π	h	A _{1,3}	A _{0,3}	7	8
		cm	mm	m	έτη			
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	10	8,43	6,72	7,70	31,6	36,4	4,80	0,0187
I	163	18,37	13,22	15,14	70,5	79,,1	8,61	0,1826
II	176	28,86	15,81	20,32	98,3	105,6	7,36	0,5715
III	152	40,78	17,72	23,30	123,9	132,5	8,55	1,2916
IV	33	56,49	17,8	26,26	160,2	170,2	10,00	2,7532
ΑΘΡ.-Μ.Ο	534	30,38	15,52	19,72	99,68	107,86	8,20	0,78

Όπου: ΚΛ Κλάσεις Διαμέτρων, n πλήθος (συχνότητα), d έμφλοια στήθιαία διάμετρος, Π πάχος δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων στο στήθιαίο ύψος, h ύψος, A_{1,3} στήθιαία ηλικία, A_{0,3} πρεμνική ηλικία, A_{0,3}-A_{1,3} η ηλικία επίτευξης του στήθιαίου ύψους από το πρεμνικό..

Ο πίνακας αυτός μας βοήθησε να προσδιορίσουμε τα ακόλουθα πρότυπα:

$$\Pi = 4,302 + 0,582d - 0,0061415d^2 \quad R=0,988 \quad SD\%=2,21 \quad (2)$$

$$\Pi = d \exp(0,047 - 0,022d) \quad R=0,983 \quad SD\%=2,31 \quad (3)$$

$$V_{\alpha} K\Delta = 0,0000388811d^{1,882}h^{1,090} \quad R=1,000 \quad SD\%=0,31 \quad (4)$$

Ακόμα προσδιορίσαμε και χωρίς βάρη τα στατιστικά μεγέθη R, SD% και ΣΑ (Συνολική Απόκλιση) ετεροσκεδαστικά (δηλαδή οι εξισώσεις προσδιορίστηκαν με βάρη) (Γεωργόπουλος 1957, Kmenta 1971, Απατσιδής κ.ά.1990) :

Για το τετραγωνικό πρότυπο: R=0,974 SD%=7,32 και ΣΑ=1,86% και

Για το εκθετικό πρότυπο: R=0.993 SD%=4,26 και ΣΑ=1,12%

Με τα πρότυπα του Π (Πάχος δακτυλίων) κατασκευάσαμε τον Πίνακα 2, στον οποίο φαίνονται τα πάχη των δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων στο στήθιαίο ύψος.

Η στήλη 5 του Πίνακα 2 συμπληρώθηκε με το πρότυπα (2), δηλαδή με την καμπύλη- οδηγός, ενώ οι στήλες 6 και 7 του ίδιου Πίνακα με τη λήψη δύο δειγμάτων 1 και 2, αφού προηγουμένως υπολογίσαμε τους συντελεστές ένταξης με τους τύπους : $C = \frac{\Pi}{d} - \frac{\Pi m}{d^2}$ (για τετραγωνικό πρότυπο

C1=8,11 και C2=-0,19) και $C = \frac{\Pi}{d} \exp(\frac{\Pi m}{d})$ (για εκθετικό, C1=1,3 και C2=0,7).

Εδώ σημειώνεται πως και για το εκθετικό πρότυπο δημιουργήθηκε πίνακας παρόμοιος με τον Πίνακα 2, ο οποίος δεν τοποθετήθηκε εδώ.

Ύστερα από αυτά τα πρότυπα (2) και (3) γίνονται αντίστοιχα

$$\Pi = C + 0,582d - 0,0061415d^2 \quad \text{και} \quad \Pi = Cd \exp(-0,022d)$$

Πίνακας 2. Πάχη δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων στο στήθιαίο ύψος
Table 2. Thicknesses of ten annual growth out-ring the breast height

Πραγματικά μεγέθη				Εκτιμημένα μεγέθη			
1	2	3	4	5	6	7	8
		cm	mm				
ΚΑ	n	d	Π	Πm	Πmτετρ.1	Πmτετρ.2	Παρατ.
0	10	8,43	6,72	7,01	8,74	5,38	C1=8,11 C2=-0,19
I	163	18,37	13,24	13,11	17,19	10,58	
II	176	27,84	15,31	15,90	20,55	12,65	
III	152	40,77	17,72	17,55	23,14	14,24	
IV	33	56,49	17,80	18,75	23,04	14,18	
ΑΘΡ.-Μ.Ο	534	30,38	15,52	15,53	20,19	12,43	

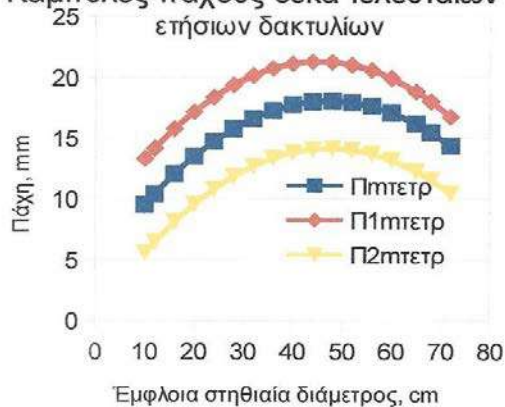
Όπου: Π πάχος δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων, Πm πάχος με εξίσωση – καμπύλη οδηγός, Πmτετρ.1 και Πmτετρ.2 πάχη των δύο τυχαίων δειγμάτων.

Εδώ σημειώνεται πως και για το εκθετικό πρότυπο δημιουργήθηκε Πίνακας παρόμοιος με τον Πίνακα 2, ο οποίος δεν τοποθετήθηκε εδώ.

Η Εικ.1 κατασκευάστηκε εκτιμώντας τις τιμές των Πmτετρ, Πm1τετρ και Πm2τετρ και με στήθιαίες διαμέτρους ευρισκόμενες μέσα στο διάστημα 10 -72

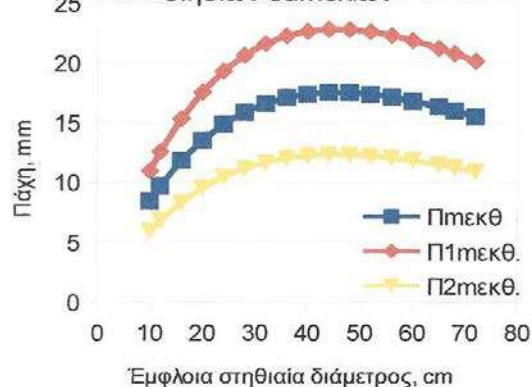
Κατά τον ίδιο τρόπο δημιουργήθηκε και η Εκ. 2

Καμπύλες πάχους δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων



Εικ. 1

Καμπύλες πάχους δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων



Εικ. 2

Επίσης το ερευνητικό μας υλικό μας έδωσε τη δυνατότητα να φτιάξουμε τον Πίνακα 3, στον οποίο φαίνονται τα δεδομένα των 534 δένδρων Οξιάς κατά βαθμίδες διαμέτρου.

Με τα δεδομένα του Πίνακα 3 προσδιορίσαμε τα εξής πρότυπα:

$$d\alpha = -0,253 + 0,979d\epsilon \quad r = 1,000 \quad SD\% = 0,17 \quad (5)$$

$$d\epsilon = 0,259 + 1,022d\alpha \quad r = 1,000 \quad SD\% = 0,17 \quad (6)$$

$$h = \exp(3,463 - 12,958/d\epsilon) \quad R = 0,987 \quad SD\% = 3,48 \quad (7)$$

$$h = 2,5020 + 0,819d\epsilon - 0,0072162d\epsilon^2 \quad R = 1,000 \quad SD\% = 0,21 \quad (8)$$

Πίνακας 3. Δεδομένα Οξιάς κατά βαθμίδες διαμέτρου

Table 3. Data of beech in diameter rungs

Κ Δ	n	d _{1,3ε}	d _{1,3α}	d _{0,3ε}	d _{0,3α}	A _{1,3}	A _{0,3}	h	V _ε	V _α	V _{κλ}
		cm				έτος		m	m ³		
1	2	3	4	5	6	7	8				
8	10	8,43	8,07	10,69	10,41	34,9	43,9				
12	26	11,90	11,45	15,45	14,81	53,3	61,8				
16	41	16,05	15,48	19,77	19,04	61,2	69,6				
20	58	19,90	19,26	23,64	22,97	69,5	77,3				
24	71	23,96	23,20	26,52	27,56	98,8	106,1				
28	74	27,76	26,84	32,02	30,98	86,7	93,9				
32	69	31,91	30,96	37,52	36,31	107,7	114,8				
36	47	35,87	34,84	41,54	40,24	118,3	126,9				
40	49	40,01	38,92	47,01	45,58	116,1	125,1				
44	33	43,96	42,83	51,37	50,23	121,5	129,8				
48	23	47,81	46,56	55,20	53,56	155,5	163,2				
52	14	52,23	50,84	59,84	58,07	151,6	162,0				
56	9	55,90	54,51	63,28	61,57	176,9	186,8				
60	6	60,28	59,02	68,58	66,31	150,8	159,2				
64	2	64,20	62,70	70,00	68,11	222,0	235,5				
68	1	68,10	66,00	81,10	78,80	100,0	104,0				

72	1	71,50	69,90	83,10	81,40	124,0	138,0				
AOP -M. O	534	30,38	29,49	35,35	34,52	99,7	106,0				

Όπου: ΒΔ Βαθμίδες Διαμέτρου, n αριθμός κορμών, d1,3ε, d1,3α, d0,3ε, d0,3α έμφλοιες και άφλοιες στηθιαίες και πρεμνικές διάμετροι αντίστοιχα, Α1,3 και Α0,3 στηθιαία και πρεμνική ηλικία αντίστοιχα, h ύψος δένδρων, Π πάχος δέκα τελευταίων ετήσιων δακτυλίων στο στηθιαίο ύψος, Vε,,Vα και Vκλ όγκοι έμφλοιοι, άφλοιοι και έμφλοιου κλαδοξύλου αντίστοιχα

$$V\alpha=0,0000303413d^{1,995}h^{1,031} \quad R=0,9998 \quad SD\%.=5,84 \quad (9)$$

$$V\alpha=0,0000324438d^{2,023}h^{0,977} \quad R=0,9998 \quad SD\%=6,29 \quad (9\alpha)$$

$$V\epsilon=0,002 + 1,064V\alpha \quad r=1,000 \quad SD\%.=0,70 \quad (10)$$

$$A0,3=6,841 + 1,014A1,3 \quad r=0,9995 \quad SD\%.=0,91 \quad (11)$$

$$A1,3=-6,640 + 0,986A0,3 \quad r=0,9995 \quad SD\%.=0,97 \quad (12)$$

$$d\epsilon=-6,167 + 0,367A1,3 \quad r=0,939 \quad SD\%.=13,44 \quad (13)$$

Με τέσσερα διαφορετικά πρότυπα προσδιορίσαμε τους συνολικούς όγκους και τα σφάλματά τους με τις επιμέρους τιμές των 534 κορμών, που καταχωρήθηκαν στον Πίνακα 4.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Το πρότυπο (2) μεσουρανεί στη στηθιαία διάμετρο $d=47,38$ cm και η τιμή $\Pi_{max}=18,09$ mm, ενώ το πρότυπο (3) στην $d=45,45$ και η τιμή $\Pi_{max}=17,53$ mm, Εικόνες 1 και 2 . (Εδώ παρενθετικά θα πούμε πως η πρώτη παράγωγος του προτύπου (3) ($\Pi' = d \exp(0,047-0,022d)$) είναι:

$\Pi' = (1-0,022d) \exp(0,047-0,022d)$. Θέτοντας $(1-0,022d) \exp(0,047-0,022d) = 0$ και λόγω του ότι η παράσταση $\exp(0,047-0,022d) > 0$, συνάγεται πως $1-0,022d = 0$, άρα $1-0,022d = 0 \rightarrow d = 45,45$ cm και η τιμή $\Pi_{max} = 17,53$ mm).

Πίνακας 4- Συνολικοί όγκοι εκτιμημένοι με διάφορα πρότυπα με τις 534 τιμές και σφάλματα
Table 4.- Estimated whole volumes by different models with 534 prices and errors

Ενδείξεις	Πραγματικός	Εκτιμημένος	Σφάλματα
	m ³		%
1	2	3	4
Συνολικός	412,393		
Συνολικός με πρότυπο (4) ΚΔ	-	412,049,	-0,08
Συνολικός με πρότυπο (9) ΒΔ	-	409,234	-0,25
Συνολικός με πρότυπο (1) ΓΠΟ	-	411,580	-0,20
Συνολικός με πρότυπο (9α) b+c=3		409,615	-0,62

Όπου: ΚΔ, ΒΔ και ΓΠΟ δηλώνουν εκτίμηση με πρότυπο Κλάση Διαμέτρου, Βαθμίδα Διαμέτρου , Γενικό Πρότυπο Οξιάς και σχέση μεταξύ των συντελεστών παλινδρόμησης b και c , b+c=3

Παίρνοντας υπόψη μας τα κριτήρια R και SD%, φαίνεται πως το πρότυπο (2) είναι ελαφρώς καλύτερο από το (3). Ενώ με τον προσδιορισμό αυτών των κριτηρίων και της ΣΑ (Σ καμπύλης συνολική απόκλιση) μόνο με τις μέσες τιμές, δηλαδή χωρίς βάρη, το εκθετικό πρότυπο είναι αρκετά καλύτερο, όπως φαίνεται στα αποτελέσματα της παρούσης και στις Εικ.1 και 2

Τη μορφή της εξίσωσης (πρότυπο) $Y = x \exp(a+bx)$, στην περίπτωση μας $\Pi = d \exp(a+bd)$, την επινοήσαμε κατά την κατάρτιση της Διδακτορικής Διατριβής (Απατσίδης 1977), θέλοντας να ποσοτικοποιήσουμε την επίδραση τεσσάρων παραγόντων στον συντελεστή αναγέννησης για την Ελάτη.

Το πρότυπο της καμπύλης-οδηγός εκφράζει τις μέσες τιμές ολόκληρου του φάσματος των επιμέρους τιμών ή των μέσων τιμών κατά βαθμίδες διαμέτρου ή κάθε άλλης βαθμίδωση. Έτσι, δημιουργήσαμε πρότυπα (συστήματα) που να ισχύουν για ολόκληρη την περιοχή εξάπλωσης των δασών εννέα δασοπονικών μας ειδών: Οξιάς, Ελάτης, Δρυός χαλεπίου, τραχείας, μαύρης και δασικής Πεύκης, Ερυθρελάτης και Κυπαρισσιού (Απατσίδης 2011).

Στην περίπτωση της συσταδικής διαχείρισης οι συστάδες ενός δάσους δεν ανήκουν στην ίδια ποιότητα τόπου, οπότε οι συστάδες χαμηλότερης ποιότητας τόπου θα έχουν μικρότερες μέσες τιμές

από της καμπύλης,- οδηγός ενώ της υψηλότερης μεγαλύτερες μέσες τιμές (Εικ.1 και 2). Αυτό σημαίνει, αν χρησιμοποιηθεί η καμπύλη- οδηγός θα έχουμε για τις χαμηλές ποιότητες τόπου υπερεκτιμήσεις και τις υψηλές υποεκτιμήσεις.

Στις περιπτώσεις αυτές δώσαμε λύση υπολογίζοντας ένα συντελεστή ένταξης. Στην περίπτωση του ύψους τον ονομάσαμε a_1 (Απατσίδης κ.ά. 1990, Απατσίδης 2011), ο οποίος για τα πρότυπα (συστήματα) για τα εννέα δασοπονικά είδη που προαναφέρθηκαν είναι:

$$a_1 = (HE)(EXP(b/dE))$$

(Όπου: **HE** ύψος ένταξης και **dE** η στηθαία διάμετρος που αντιστοιχεί στο HE)

Για τα συστήματα αυτά ο Dr Schmid – Haas εμπειρογνώμονας του FAO, μαθηματικός – στατιστικολόγος στο Ελβετικό Δασικό Ινστιτούτο του Birmensdorf, σε ένα εδάφιο της από 13-3-1990 απαντητικής του επιστολής προς επιτροπή καθηγητών της Δασολογικής Σχολής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης λέει: «**Παρ' όλο που εγώ και η ομάδα μου δουλεύουμε το πρόβλημα αυτό 20 χρόνια στην Ελβετία, δεν κατάφερα να κάνω ένα τέτοιο απλό σύστημα που να καταστήσει τις απογραφές τόσο αποτελεσματικότερες, όπως το σύστημα Απατσίδη. Καμία άλλη χώρα δεν έχει καλύτερο σύστημα.**».

Though I and my group have been working this problem for 20 years in Switzerland, I did not succeeded to get such a simple system which will make inventories so much more efficient as system of Apatsidis does. No other country has a better system».

Στην παρούσα εργασία μας το συντελεστή ένταξης τον ονομάσαμε C, όπως προαναφέρθηκε στα Αποτελέσματα αυτής της εργασίας μας. Τα πρότυπα (5) έως και (13) πέραν των άλλων, θα δώσουν τη δυνατότητα να εκτιμούμε ζημιές και να κάνουμε πραγματογνωμοσύνες, όταν έχουμε στη διάθεσή μας μόνο πρέμνα δένδρων που υλοτομήθηκαν παράνομα ή νόμιμα, αλλά εγείρονται αμφισβητήσεις από τους εμπλεκόμενους.

Το πρότυπο (9α) για να το προσδιορίσουμε με τα υφιστάμενα στατιστικά πακέτα τη λογαριθμική του μορφή την μετασχηματίσαμε στην μορφή: $\ln Va - 3 \ln h = \ln a + b(\ln d - \ln h)$.

Παρά το μικρότερο σφάλμα (Γραμμή 4, Στήλη 4 Πίνακα 4) καλό θα είναι, λόγω μικρότερου εύρους διαμέτρων, το πρότυπο (4), δηλαδή $VaKa = 0,0000388811d^{1,882}h^{1,090}$, θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο στις περιπτώσεις που το υλικό μας οργανώνεται κατά Κλάσεις Διαμέτρων (ΚΔ). Τα σφάλματα των τιμών των μεταβλητών **VaBA**, **VaKA**, **VaΓΠΟ** και **VaBA3** και για τα τέσσερα αυτά πρότυπα είναι **-1,19%**, **0,02%**, **-0,85%** και **1,9%** αντίστοιχα (Πίνακας 4), δηλαδή οι απόλυτες τιμές τους είναι πολύ μικρότερες από το 5%.

Abstract

On all expansion area of beech sp, in Greece 118 plots have been established and 586 of beech trees from that the 534 were healthy and the 52 were rotten decayed they have been cut.

The material which has been formed at the diameters classes allowed us to determine the next models: $\Pi = 4,302 + 0,582d - 0,0061415d^2$ και $\Pi = \text{dexp}(0,047-0,022d)$

Where Π thickness of out bark ten yearly rings and d diameter at the breast height.

After and the determination of the C coefficients enrollment these models obtain the next form:

$$\Pi = C + 0,582d - 0,0061415d^2 \quad \text{και} \quad \Pi = C \text{dexp}(0,047-0,022d).$$

The formed material at the diameter rungs helped us to determine a series of nine models.

Beyond of others these will give the possibility us to estimate damages and us to do expert valuation.

Key words: Beech expansion, slenderness coefficients, enrollment coefficient, guide curve.

Βιβλιογραφία

Απατσίδης, Λ., 1977. Φυσική αναγέννηση μαύρης Πεύκης. Διδακτορική Διατριβή. Αθήνα, σελ. 91.

Απατσίδης, Λ.Δ., 1989α. Δασοκομία και διαχείριση των δασών της Οξιάς μας. Πρακτικά Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Βελτίωση της παραγωγικότητας στην Ελληνική Δασοπονία", Δράμα, 4 - 6 Οκτ. 1989, σελ. 83 – 111.

Απατσίδης, Λ.Δ., 1989β. Η δασοπονία μας. Δασικά Χρονικά 31(1):50-59.

Απατσίδης, Λ.Δ., 2011. Πρότυπα εκτίμησης στατικών και δυναμικών στοιχείων δασοσυστάδων για

εννέα δασοπονικά είδη της χώρας μας- Η/Ε APSI. Παρέμβαση στο 15^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Καρδίτσα, 16-19 Οκτωβ. 2011.

Απατσίδης, Λ.Δ., 2013. Συντελεστής λυγρότητας δασοσυστάδων τραχείας Πεύκης και δασοκομική της σημασία. Πρακτικά 16^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, σελ. 214-229. Θεσσαλονίκη, 6-9 (13) Οκτωβρίου 2013.

Απατσίδης, Λ.Δ., 2015. Αναδασώσεις μαύρης Πεύκης στη χώρα μας. 17^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, σελ.53-69. Αργοστόλι Κεφαλονιάς, 4-7 Οκτ. 2015.

Aratsidis, L., Galanos, F. und Albanis, K., 1999. Ein Modell zur Ermittlung von Vottat und Zuwachs griechischer Buchenbestände. Jahrgang, Heft 3, S.159-172.

Απατσίδης, Λ.Δ., Μαστρογιαννάκης, Η.Δ. και Παπαδόπουλος Θ., 1990. Συστήματα για την εκτίμηση του ξυλαποθέματος και της προσάυξης των Δασών της Οξιάς μας. Ινστιτούτο Μεσογειακών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων. Αθήνα Σελίδες 20, 1 Εικόνα, 1 Διάγραμμα, 12 Πίνακες και 6 Παραρτήματα.

Απατσίδης, Λ.Δ., Ζιάγκας, Ε.Χ., Περρής Ι.Γ., Σωτηρόπουλος Δ.Σ. και Τζιοβάρας, Ζ., 1999α. Πρότυπο εκτίμησης στατικών και δυναμικών στοιχείων δασοσυστάδων χαλεπίου Πεύκης

Απατσίδης, Λ.Δ., Τζιοβάρας, Ζ., Ζιάγκας, Περρής Ι.Γ. και Σωτηρόπουλος Δ.Σ., 1999β. Πρότυπο εκτίμησης στατικών και δυναμικών στοιχείων δασοσυστάδων τραχείας Πεύκης. ΔΑΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ 12: 47-56.

Γεωργόπουλος, Α.Δ. 1957. Κατάρτιση Μαζοπινάκων. Αυτοτελής έκδοσης Νο 1 Ιστιτούτου Ερευνών. Σελ. 47.

Γρίσπος, Π., 1973. *Δασική ιστορία της νεώτερης Ελλάδος*. ΑΡ. 25 Αυτοτελείς εκδόσεις της Υπηρεσίας Δασικών Ερευνών, εφαρμογών και Εκπαιδύσεως. Σελ.385

Kmenta, J., 1971. Elements of Econometrics. The Macmillan Company, New York, Collier-Macmill Limited London, 665 pp.

Μπασιώτης, Κ.Β., 1972. Μαθήματα Ειδικής Εφηρμοσμένης Δασοκομικής. Τυποπολυγραφήσεις Β. Κορακίδης και Υιός, Θεσσαλονίκη, σελ.411.

Ντάφης, Σ.Α., 1990. Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπολυλη, Θεσσαλονίκη, Σελ. 258.

Ντάφης, Σ.Α., 1980. Οι γενικές απαιτήσεις στη Δασοκομία κάτω από οικολογικές και οικονομικές ακραίες συνθήκες. Το Δάσος, Τεύχος 90:24-30. Αθήνα.

Ντάφης, Σ.Α., 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπολυλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 443.

ΠΟΛΥΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΟ ΣΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ

Κοντογιάννη, Β. Αιμιλία¹; Τσιτσώνης, Αλκιβιάδης²; Φιλιάδης, Δημήτριος²;
Χατζηδημητρίου, Μάγδα²; Στυλιάδου, Δέσποινα³; Γούναρης, Νικόλαος¹

¹HomeotechCo., Αιγαίου 102, 55133, Καλαμαριά, aimbkon.homeo@gmail.com

²Δασαρχείο Καβάλας, Τέρμα Αργυροκάστρου, ΤΚ 65404 Καβάλα, tdd-kav@damt.gov.gr, atsitson@damt.gov.gr, dimft8@gmail.com

³Διεύθυνση Δασών Καβάλας, Τέρμα Αργυροκάστρου, ΤΚ 65404 Καβάλα, tpdd-kav@damt.gov.gr

Περίληψη

Τα Αισθητικά Δάση αποτελούν περιοχές ή φυσικά τοπία, τα οποία χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα γνωρίσματα, υγιεινή και τουριστική σημασία. Στην κατηγορία αυτή ανήκει το περιαστικό Δάσος Καβάλας, το οποίο αποτελεί ιδιαίτερο τοπίο, τόπο αναψυχής και στοιχείο προστασίας για την πόλη. Ωστόσο, και παρόλη την πολυσχιδή σημασία του, μετά την αναδάσωσή του, δεν έχει ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να καθοριστεί η διαχείριση του Αισθητικού Δάσους Καβάλας, μέσα από ένα πολυλειτουργικό σύστημα, ώστε να εξασφαλιστούν οι μέγιστες οικοσυστημικές ωφέλειες. Η μέθοδος για να καθοριστούν οι κύριες λειτουργίες του Δάσους βασίστηκε στην Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία, κατά την οποία, βάσει μίας σειράς αξιωμάτων, οι συστάδες κατατάχθηκαν σε διαχειριστικές κλάσεις, σύμφωνα με τη λειτουργικότητά τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως σε 10 από τις 14 συστάδες υπερσχύει η Λειτουργία Αναψυχής, σε συνδυασμό με την Προστασία, ενώ ακολουθεί η Λειτουργία της Βιοποικιλότητας. Έτσι, για να ενισχυθεί τόσο ο αισθητικός χαρακτήρας του Δάσους, όσο και ο αναψυχικός, ακολουθήθηκε Ανάλυση του Τοπίου, από την οποία προέκυψαν έως 5 επιμέρους ενότητες τοπίου. Η σύνδεση των ενοτήτων, αισθητικά, λειτουργικά, οικολογικά, κοινωνικά, ιστορικά αποτέλεσε το εργαλείο διαχείρισης του τοπίου και τον οδηγό δημιουργίας των διαχειριστικών μέτρων.

Λέξεις κλειδιά: Περιαστικό Δάσος, Αναλυτική Ιεραρχική Μέθοδος, Διαχείριση Τοπίου, Ανάλυση Τοπίου, Οικοσυστημικές λειτουργίες.

Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι οι χώροι πρασίνου μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στη βελτίωση της ζωής των κατοίκων και στην αειφόρο ανάπτυξη των πόλεων. Λαμβάνοντας υπόψη το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αειφορία, οι κοινωνίες έχουν ευαισθητοποιηθεί, γεγονός που οδηγεί στον εκ νέου σχεδιασμό των χώρων πρασίνου, όχι μόνο στον αστικό αλλά και στον περιαστικό χώρο, με τη δημιουργία περιαστικών δασών υψηλής αισθητικής (Τσιτσώνη και Σαμαρά 2002).

Τα, κατά τη νομοθεσία, περιαστικά δάση στην Ελλάδα δεν είναι αποτέλεσμα πολεοδομικού ή χωροταξικού σχεδιασμού, αλλά υπολείμματα των δασικών εκτάσεων, που λόγω του καθεστώτος προστασίας που τις διέπει παρέμειναν αδόμητες. Έτσι, και ενώ η έννοια του περιαστικού δάσους υφίσταται στην Ελλάδα από το 1930, δεν περιλαμβάνεται σε συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο, παρά μόνο αποσπασματικά σε διατάξεις σχετικές με την προστασία των Δασών και του Φυσικού Περιβάλλοντος. Στα περισσότερα περιαστικά δάση της περιφέρειας δε δόθηκε η απαραίτητη σημασία κατά την εγκατάσταση και καλλιέργειά τους, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν μονότονα δάση, χαμηλής αισθητικής, αλλά και χαμηλής λειτουργικής, αντιληπτικής και συμβολικής αξίας.

Επίσης, από το 1969, με το Ν.Δ. 996/1971, δημιουργήθηκε μία επιπλέον κατηγορία προστατευόμενων φυσικών περιοχών, τα Αισθητικά Δάση. Πρόκειται για δάση ή φυσικά τοπία, τα οποία δεν αποτελούν Εθνικούς Δρυμούς, αλλά χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα αισθητικά γνωρίσματα, υγιεινή και τουριστική σημασία, και εξαιτίας αυτού επιβάλλεται η προστασία της πανίδας, χλωρίδας και του ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, κηρύσσονται ως αισθητικά δάση, ήτοι ως δάση αναψυχής, υγείας και περιπάτου ή τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.

Το Περιαστικό Δάσος Καβάλας, ανήκει στην ξεχωριστή κατηγορία των Αισθητικών Δασών, εκτείνεται σε μικρή έκταση και έτσι είναι σχετικά αδιάφορο για ξυλοπαραγωγή. Ωστόσο, αποτελεί σημαντική περιοχή ιδιαίτερου κάλους και οικολογικής αξίας. Λαμβάνοντας δε υπόψη τον περιαστικό του χαρακτήρα ενισχύεται το γεγονός ότι δε μπορεί να τίθεται ως διαχειριστική προτεραιότητα η παραγωγή ξύλου, παρά να δίνεται έμφαση στην πολυλειτουργικότητά του.

Ο όρος σε πολιτικό επίπεδο - θεσπίστηκε για πρώτη φορά το 1993, στην Υπουργική Διάσκεψη για την Προστασία των Δασών (Pan-European Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe – MCPFE) που έγινε στο Ελσίνκι. Εκεί τέθηκαν επίσης τα κριτήρια της πολυεπίπεδης, αειφορικής διαχείρισης τα οποία μπορούν να ικανοποιηθούν μέσα από τις πολλαπλές λειτουργίες των δασικών οικοσυστημάτων (Galatsidas 2001, Ράπτης 2011, Ζάγκας 2016):

- _ Προστατευτικές λειτουργίες
- _ Παραγωγικές λειτουργίες
- _ Διατήρηση βιοποικιλότητας
- _ Υδρονομικές λειτουργίες
- _ Λειτουργίες αναψυχής.

Δεδομένου ότι το τοπίο συμβάλλει στη διαμόρφωση της τοπικής κουλτούρας, αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο, όχι μόνο σε τοπικό αλλά και ευρωπαϊκό επίπεδο, της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς, συνεισφέροντας στην παγίωση της τοπικής ταυτότητας (ELC 2000). Επομένως, σε περιοχές χαρακτηρισμένες ως προστατευόμενες, εξαιτίας των αισθητικών χαρακτηριστικών τους, είναι απαραίτητη η μελέτη και ανάλυσή του.

Το τοπίο μιας χωρικής ενότητας πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ένα ενδογενές δυναμικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει όχι μόνο την ποιότητα ζωής των κατοίκων της περιφέρειας, αλλά και την οικονομική ανταγωνιστικότητα και ελκυστικότητά ως τουριστικού προορισμού. Η δε σύγχρονη αντίληψη για το τοπίο εκφράζει την προώθηση της ποιότητας του περιβάλλοντος που ζουν οι άνθρωποι, και η θεώρηση αυτή αποτελεί προϋπόθεση για την ατομική και κοινωνική ευεξία, για τη βιώσιμη ανάπτυξη και αποτελεί πόρο οικονομικής δραστηριότητας (Fry et al. 2009).

Συγκεκριμένα το δασικό τοπίο είναι συνισταμένη οπτικών στοιχείων, όπως το τοπογραφικό ανάγλυφο, η χλωρίδα, η πανίδα, τα ύδατα και διάφορες κατασκευές (ASLA 1978, Ζάγκας κ.α. 2006), που εντυπωσιάζουν με τα βασικά τους συνθετικά στοιχεία, τη μορφή, τη γραμμή, το χρώμα και την υφή (Ελευθεριάδης 1982, 1985), σε συνδυασμό με την επέμβαση του ανθρώπου κατά την μακρόχρονη παρουσία του στη γη, με τις διάφορες κατασκευές και τις χρήσεις γης (Τσιτσώνη κ.α. 2006). Συνεπώς, μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο και στη **βιώσιμη ανάπτυξη** ενός τόπου, ενσωματώνοντας στην έννοια του περιβάλλοντος, το δασικό οικοσύστημα και τις λειτουργίες του, την πολιτισμική και την οικονομικο-κοινωνική διάσταση.

Έτσι, **σκοπός της παρούσας εργασίας** είναι η κατανόηση και ανάλυση του τοπίου αισθητικά, λειτουργικά, οικολογικά, κοινωνικά, ιστορικά ως εργαλείο διαχείρισης, ώστε να ενισχυθεί ο αισθητικός και αναψυχικός χαρακτήρας του Δάσους, συνδυάζοντας διαφορετικές μεθοδολογίες.

Υλικά και Μέθοδοι

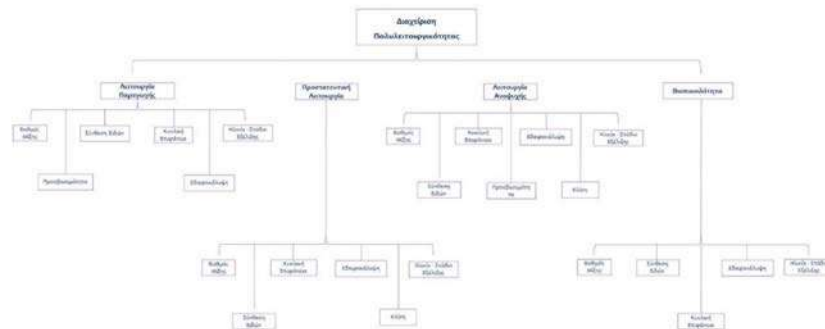
Το Αισθητικό Δάσος απέχει από την πόλη της Καβάλας περίπου 7km και καταλαμβάνει 2.482,98Ha, με μέσο υψόμετρο 225m. Έχει χαρακτηριστεί ως Αισθητικό σύμφωνα με το ΦΕΚ 606/Δ/1979 και ανήκει στο Εθνικό Σύστημα Προστατευόμενων Περιοχών, σύμφωνα με την παράγραφο 3 του άρθρου 4 του νόμου 3937/2011, για τη Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις. Η περιοχή συνορεύει με δύο περιοχές του Ευρωπαϊκού Δικτύου NATURA 2000. Έτσι, επιτρέπονται δραστηριότητες και έργα ανάλογα με αυτών της περιφερειακής ζώνης των Εθνικών Πάρκων και Δρυμών, καθώς και η ήπιας μορφής τουριστική δραστηριότητα, ο οικοτουρισμός και οι αθλητικές δραστηριότητες όπως η πεζοπορία, η ορειβασία και η ιππασία. Αρμόδια Υπηρεσία για την ευθύνη διαχείρισης του Αισθητικού Δάσους Καβάλας είναι το **Δασαρχείο Καβάλας** και η **Διεύθυνση Δασών Καβάλας**.

Η μέθοδος που επιλέχθηκε, για να γίνει η διαίρεση του Δάσους σε Διαχειριστικές κλασεις, είναι η **Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (ΑΗΡ)**, που αναπτύχθηκε από τον Thomas Saaty στη δεκαετία του 1970. Αυτή, σκοπεύει στην κατασκευή μοντέλων για τη λήψη αποφάσεων και βασίζεται μεν στη στατιστική, αλλά και στην υποκειμενική άποψη, θέτοντας έτσι το πλαίσιο επίλυσης πολυπαραγοντικών προβλημάτων (Ζάγκας 2016).

Η μέθοδος Saaty εφαρμόζεται καθώς, σύμφωνα με αυτήν, τα πάντα είναι μετρήσιμα, και μπορούν να ιεραρχηθούν με συνέπεια, και τελικά να προκύψει το πόρισμα σχετικά με την καλύτερη δυνατή απόφαση. Βασίζεται σε σειρά αξιωμάτων, που οριοθετούν με σαφήνεια το πεδίο του προβλήματος – εν προκειμένω την κατάταξη των συστάδων του Αισθητικού Δάσους Καβάλας, σε διαχειριστικές κλάσεις, σύμφωνα με τη λειτουργικότητά τους, δηλαδή:

- I. Διαχειριστική Κλάση Παραγωγής Βιομάζας και αποθήκευσης άνθρακα
- II. Διαχειριστική Κλάση Προστασίας
- III. Διαχειριστική Κλάση Αναψυχής
- IV. Διαχειριστική Κλάση Προστασίας Βιοποικιλότητας
- V. Διαχειριστική Κλάση Υδρονομική Λειτουργίας

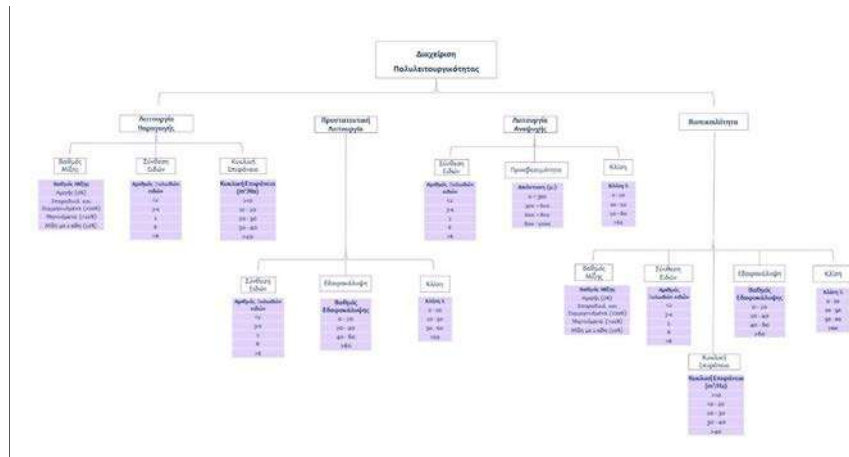
Οι διαφορετικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν κάθε συστάδα είναι και αυτοί που επηρεάζουν τις οικοσυστημικές της λειτουργίες. Οι σημαντικότεροι από αυτούς επιλέχθηκαν με έναν συνδυασμό βιβλιογραφίας και συνεντεύξεων, με τα μέλη της ομάδας μελέτης και εξειδικευμένους επιστήμονες (Ζάγκας 2016). Συνολικά έγιναν 15 συνεντεύξεις, σε δασολόγους, περιβαλλοντολόγους, με εμπειρία στις συνθήκες πεδίου, τις οικοσυστημικές λειτουργίες και τη δασική διαχειριστική. Κατόπιν τούτου συμφωνήθηκαν οι σημαντικότεροι παράγοντες, όπως φαίνονται στο σήμα 1, ενώ κατόπιν της αξιολόγησής τους, σύμφωνα με την κλίμακα Saaty (Πίν. 1), οι παράγοντες αυτοί αποκτούν διαφορετική βαρύτητα, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.



Σχήμα 1. Διάγραμμα Διαχείρισης Πολυλειτουργικότητας του Δάσους
Figure 1. Forest Multifunction Management Chart

Πίνακας 1. Κλίμακα αξιολόγησης ποιοτικών & ποσοτικών παραγόντων (Saaty 1980)
Table 1. Evaluation scale of qualitative & quantitative factors (Saaty 1980)

Κλίμακα Saaty	Ερμηνεία
1	Ελάχιστο σημαντικό
3	Λίγο σημαντικό
5	Μέτρια σημαντικό
7	Αρκετά σημαντικό
9	Πολύ σημαντικό



Σχήμα 2. Διάγραμμα Διαχείρισης Πολυλειτουργικότητας του Δάσους
Figure 2. Forest Multifunction Management Chart

Προκειμένου να δημιουργηθεί το μοντέλο της ΑΗΡ, ελήφθησαν 34 δειγματοληπτικές επιφάνειες με τυχαία στρωματομένη δειγματοληψία. Σε κάθε μία μετρήθηκαν και εκτιμήθηκαν τα δασοκομικά, βιομετρικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, καταγράφηκαν στάσεις (σημεία), ώστε να αποτυπωθεί τόσο φωτογραφικά, όσο και περιγραφικά η εναλλαγή των τοπίων στην περιοχή μελέτης.

Σε δεύτερη φάση, έγινε η Ανάλυση του Τοπίου, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο που προτείνεται από το Συμβούλιο της Ευρώπης (Council of Europe 2000), και είναι αυτή της ανάγνωσής του **αντιληπτικά, οικολογικά και κοινωνικό-οικονομικά**.

Στο Αισθητικό Δάσος Καβάλας, λόγω της ιδιαίτερης λειτουργίας και αξίας του, ακολουθήθηκε – πέραν της δειγματοληψίας - εξαντλητική βιβλιογραφική έρευνα. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούν την οπτική και βιοματική αντίληψη του επισκέπτη, την υποκειμενικότητά του σχετικά με τη συγκινησιακή του κατάσταση και την οπτική του περιπλάνηση, σε συνδυασμό με τα φυσικά στοιχεία του οικοσυστήματος. Το τοπίο εμπεριέχει τις έννοιες της **αντικειμενικής και υποκειμενικής παρατήρησης**, με το τελευταίο να απουσιάζει από την οπτική της Οικολογίας Τοπίου. Για τον λόγο αυτόν, είναι χρήσιμο να συνδυαστούν οι δύο προσεγγίσεις λαμβάνοντας υπόψη, τόσο τα ποσοτικοποιημένα στοιχεία (δείκτες) όσο και τα στοιχεία της υποκειμενικής αντίληψης, ή της αισθητικής, για να δημιουργηθεί μία συνολική εικόνα (Dramstad κ.α. 2006, Gobster κ.α. 2007, Fry κ.α. 2009, Llausàs κ.α.2012, Schirpke κ.α. 2013). Ακόμη, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα που αφορούν την ιστορική και κοινωνική διάσταση, καταγράφοντας τόσο τα γεγονότα όσο και τον τρόπο εμπλοκής των ανθρώπινων δραστηριοτήτων με το δάσος (Coeterier, 2002).

Καθώς **το τοπίο είναι παλίμψηστο**, οι εικόνες του μπορούν να διαβαστούν όχι μόνο στα υλικά και ορατά ίχνη του, αλλά και στις άυλες του διαστάσεις, στη μνήμη και στη βιοματική εμπειρία (Ananiadou - Tzimopoulou 2007). Συνεπώς, ο συνδυασμός παρατήρησης και ιστορικών δεδομένων θα αποδώσει τους λόγους που το Αισθητικό Δάσος Καβάλας ήταν και είναι πολύτιμο ή/και ενδιαφέρον, εντοπίζοντας κάθε δραστηριότητα και τους συνδυασμούς αυτών.

Στο πεδίο γίνεται η καταγραφή της συνέχειας των διάφορων περιοχών - ενοτήτων τοπίου - μέσω του προσδιορισμού των ορίων τους. Έτσι, οι θεωρητικές ενότητες τοπίου, που προκύπτουν στο πρώτο στάδιο της έρευνας λαμβάνουν τελικά πραγματική υπόσταση, όταν εξακριβώνονται και γίνονται αντιληπτές από τον άνθρωπο. Δηλαδή, μέσω της διαδικασίας ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται τις αισθητικές και αντιληπτικές ποιότητες του χώρου. Επιπρόσθετα, καταγράφηκε η θέση, η λειτουργική και αισθητική κατάσταση διαφορετικών υποδομών που βρίσκονται σε όλη την έκταση του αισθητικού Δάσους με σκοπό τη συντήρηση ή αποκατάστασή τους, ως μέσο διαχείρισης των επιμέρους ενοτήτων.

Τελικά, και λαμβάνοντας όλα τα παραπάνω υπόψιν, ο τρόπος διαχείρισης του τοπίου βασίζεται στα εξής (Antrop 2005)::

1. Κατανόηση της φύσης της κληρονομιάς που λαμβάνει ο άνθρωπος.
2. Διατήρηση, ενίσχυση βιώσιμων τρόπων ζωής και παραγωγή αγαθών που βοηθούν στη διατήρηση του τοπίου.
3. Βελτίωση της εκπαίδευσης και εφαρμογή πολιτικής διαχείρισης του τοπίου ώστε να από γενιά σε γενιά να λαμβάνεται υπόψη αυτή η ανάγκη για σύνδεση με την έννοια του τοπίου.

Αποτελέσματα

Από την παραμετροποίηση των δεδομένων και τη μοντελοποίηση κατά την ΑΗΡ προέκυψε ότι οι βαρύτητες, ανά λειτουργία καθορίζονται κυρίως από τους εξής παράγοντες:

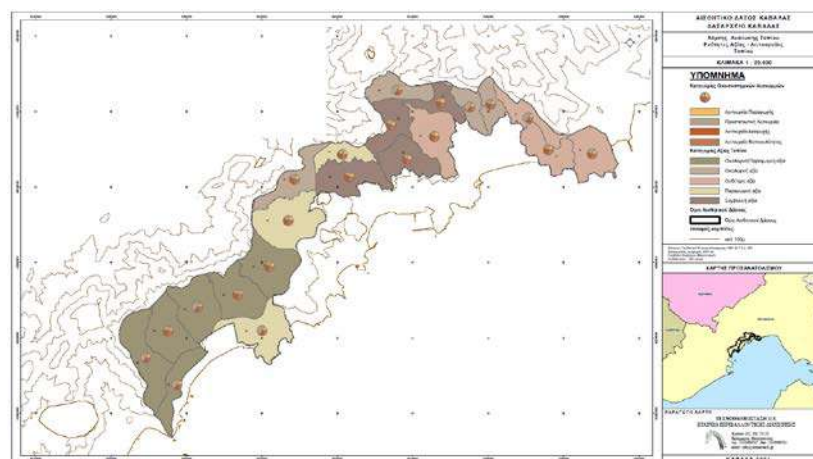
- Λειτουργία Παραγωγής από τον Βαθμό μίξης, τη Σύνθεση Ειδών και την Κυκλική Επιφάνεια.
- Προστατευτική Λειτουργία από τη Σύνθεση Ειδών, την Εδαφοκάλυψη και την Κλίση.
- Λειτουργία Αναψυχής από την Προσβασιμότητα, τη Σύνθεση Ειδών και την Κλίση.
- Λειτουργία Βιοποικιλότητας από τον Βαθμό Μίξης, τη Σύνθεση Ειδών, την Κλίση, την Κυκλική Επιφάνεια και την Εδαφοκάλυψη.

Η Υδρονομική Λειτουργία εξαιρέθηκε από τη διαδικασία μοντελοποίησης, καθώς ως ελάχιστη μονάδα διαχείρισης θεωρείται η λεκάνη απορροής και στην περίπτωση του Αισθητικού Δάσους Καβάλας, η έκταση είναι τόσο μικρή, που κανένα τμήμα δε μπορεί να βαθμονομηθεί με τέτοιο τρόπο.

Τελικά, οι συστάδες του Αισθητικού Δάσους Καβάλας κατανέμονται, όπως στον Πίνακα 2 και φαίνονται στον Χάρτη (Σχήμα 3).

Πίνακας 2. Κατανομή Συστάδων ανά Οικοσυστημική Λειτουργία
Table 2. Distribution of Clusters per Ecosystem Function

Συστάδα	Λειτουργία Παραγωγής (%)	Προστατευτική Λειτουργία (%)	Λειτουργία Αναψυχής (%)	Λειτουργία Βιοποικιλότητας (%)
1α	15.90	25.73	23.47	25.57
1β	15.96	19.37	24.88	22.20
1δ	14.36	18.81	23.47	20.16
2α	15.84	15.26	22.13	18.87
2γ	17.85	12.90	24.13	21.22
2δ	14.50	23.01	25.89	23.58
2ε	17.04	17.37	26.17	22.41
3α	18.07	25.93	26.62	28.17
3β	17.85	21.19	27.50	25.67
3γ	16.43	23.92	27.50	25.24
3δ	13.90	18.40	23.47	20.09
4α	12.86	17.81	22.47	19.01
4β	13.05	24.00	23.70	22.35
5α	13.05	25.73	23.47	23.23



Σχήμα 3. Χάρτης Λειτουργικότητας Αισθητικού Δάσους Καβάλας
Figure 3. Functionality map of the Aesthetic Forest of Kavala

Σχετικά με την **Ανάλυση του Τοπίου** τα δεδομένα έδειξαν τα εξής:

- Ως προς τη γεωμορφολογία, από 94% ορεινό και 6% πεδινό τοπίο (2 ενότητες τοπίου) και την ανθρώπινη οικιστική δραστηριότητα, από 91% φυσικό τοπίο και 9% δομημένο (2 ενότητες τοπίου)

- Η ορεινή – φυσική ενότητα βρίσκεται κυρίως στη βόρεια και δυτική πλευρά του δάσους. Η πεδινή, σε μεγαλύτερο ποσοστό δομημένη ενότητα τοπίου, βρίσκεται κυρίως στο νότιο και δυτικό κομμάτι του δάσους, κυρίως λόγω των τουριστικών πιέσεων που δέχεται η περιοχή.
- Ως προς την κατανομή της βλάστησης και την οικολογία, από 77% δασικό τοπίο, 16% δασικό - λιβαδικό τοπίο, 4% δασικό – αγροτικό τοπίο, 3% λιβαδικό – αγροτικό τοπίο (4 ενότητες τοπίου). Στις θέσεις αυτές, βρέθηκε πως δημιουργούνται σημαντικοί συνδυασμοί δασικών, λιβαδικών ή αγροτικών μωσαϊκών.
- Ως προς την αλληλεπίδραση ανθρώπινης δραστηριότητας – φύσης, από 75% ‘παρθένο’ τοπίο, 12% μνημειακό τοπίο, 9% πολιτιστικό τοπίο, 4% τοπίο με τουριστικές πιέσεις (4 ενότητες τοπίου). Αυτές, προέκυψαν από παρατήρηση και καταγραφή στοιχείων της καθημερινότητας και ιστορίας των ανθρώπων σε σχέση με τη φύση, καθώς συνδέονται με τη βιοποικιλότητα
- Ως προς την ανθρώπινη συγκινησιακή κατάσταση και αντίληψη, από 46% ‘συναισθηματικά’ ουδέτερο τοπίο, 35% οικείο τοπίο, 19% άγνωστο τοπίο (3 ενότητες τοπίου)
- Ως προς την ανθρώπινη αντίληψη και αναψυχική δραστηριότητα, από 58% όχι αναψυχικό τοπίο και 42% αναψυχικό τοπίο (2 ενότητες τοπίου)
- Ως προς την αξία του τοπίου, από 32% συμβολική αξία, 30% οικολογική αξία, 24% χωρίς ιδιαίτερη αξία, 9% παραγωγική αξία και 4% οικολογική & παραγωγική αξία (5 ενότητες τοπίου). Το μεγαλύτερο μέρος στο Αισθητικό Δάσος Καβάλας υπάγεται στην ενότητα που αναφέρεται στη συμβολική του αξία, δηλαδή την αντίληψη του τοπίου από τον περιπατητή ή τον επισκέπτη, ως προς την αισθητική και το συμβολισμό.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Γενικά, οι στόχοι κατά την άσκηση της Δασοπονίας είναι πολλαπλοί, γεγονός που οφείλεται κατά βάση στην πολυλειτουργικότητα των δασικών οικοσυστημάτων, και αφετέρου στο γεγονός ότι πολλές από τις λειτουργίες αποτελούν άμεσα ή έμμεσα αντικείμενο οικονομικής δραστηριότητας. Η διατήρηση στο διηνεκές των λειτουργιών αυτών αποτελεί, κατά συνέπεια, στοιχειώδη υποχρέωση, εφόσον εξασφαλίζουν μεν τη διατήρηση του δάσους ως φυσικού οικοσυστήματος και αφετέρου την ικανότητα παραγωγής και προσφοράς. Προκειμένου να εξασφαλιστεί αυτό το αξίωμα στο Αισθητικό Δάσος Καβάλας και σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων, όπως περιεγράφηκαν, ως **βασικοί στόχοι της διαχείρισης**, ανά λειτουργία ορίζονται οι εξής:

Λειτουργία Αναψυχής:

- _ Διαμόρφωση κατάλληλων φυσικών συνθηκών
- _ Οργάνωση περιοχής για εξυπηρέτηση των επισκεπτών, την ανάδειξη των αξιών της, δημιουργία ευκολιών περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ενημέρωσης
- _ Δημιουργία έργων αναψυχής

Προστατευτική Λειτουργία

- _ Επανάρθωση της διαβρωμένης γης, όπου είναι αναγκαίο
- _ Προστασία από κίνδυνους που απειλούν περιοχές με ισχυρές κλίσεις
- _ Προστασία του δάσους από πυρκαγιά

Λειτουργία Παραγωγής

_ Διατήρηση και ενίσχυση του ποσοστού κάλυψης προκειμένου να βελτιωθεί η δυνατότητα δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα.

_ Αποκατάσταση τυχόν υποβαθμισμένων δασικών γαιών

_ Ανόρθωση και ενίσχυση των συστάδων, στις οποίες η δομή και η σύνθεση δε είναι οι επιθυμητές.

Λειτουργία Βιοποικιλότητας

_ Διατήρηση και βελτίωση της βιοποικιλότητάς σε επίπεδο γενετικών πόρων, ειδών, οικοσυστημάτων και τοπίων.

Από την άποψη του τοπίου παρατηρήθηκε ότι σε όλη την έκταση του Αισθητικού Δάσους Καβάλας, υπάρχει έλλειψη ποικιλίας φυτικών ειδών. Επιπλέον, εντοπίστηκαν πολλές περιπτώσεις υποβάθμισης του αναψυχικού εξοπλισμού, ενώ υπάρχουν σημεία – θέσεις θέας που δε διαθέτουν εξοπλισμό. Στην περιοχή υπάρχουν κτίσματα εγκαταλελειμμένα ή σε υποβαθμισμένη κατάσταση. Τέλος, παρατηρείται οπτική και λειτουργική ασυνέχεια μεταξύ χώρων αναψυχής και των θέσεων θέας. Θεωρείται ότι η οπτική υποβάθμιση του τοπίου, σε αρκετές θέσεις, είναι εξαιτίας λόγω της μη οργανωμένης ή θεσμοθετημένης χρήσης τους.

Στα δάση αναψυχής οι συστάδες που βρίσκονται σε κοντινή ή λιγότερο κοντινή απόσταση από τον παρατηρητή, επηρεάζουν αισθητικά το τοπίο μόνο στις θέσεις εκείνες που είναι ορατές από τις θέσεις θέας (Τσιτσώνη κ.α 2003). Για αυτό οι δασοκομικοί χειρισμοί θα πρέπει να προσαρμόζονται με τις αισθητικές απαιτήσεις του τοπίου και σε δυναμική σχέση με την καθαρή θέαση τους από τον περιπατητή του δάσους. Επομένως, **οι διαφορετικές αναγνώσεις του τοπίου, διαμόρφωσαν τελικά και τα μέτρα διαχείρισης** που προτείνεται να εφαρμοστούν στο Αισθητικό Δάσος Καβάλας, και έχουν ως εξής:

- Για τις περιεγραμμένες επιφάνειες, προτείνεται η μετατροπή των ομήλικων συστάδων σε ανομήλικες, πολυώροφες, μέσω κατάλληλων δασοκομικών χειρισμών
- Για τις χρωματικές αντιθέσεις των διαφόρων δασοπονικών ειδών, προτείνεται η μετατροπή των αμιγών συστάδων σε μικτές, μέσω κατάλληλων δασοκομικών χειρισμών με ενίσχυση των ευγενών πλατύφυλλων
- Για την υφή της βλάστησης, προτείνεται η μετατροπή των συστάδων σε μικτές, κηπευτές, οι οποίες δημιουργούν εντυπωσιακά αποτελέσματα.
- Για την τοπογραφική διαμόρφωση, η οποία επηρεάζει τη βλάστηση, προτείνεται η εγκατάσταση βλάστησης στους υδροκρίτες, στις χαράδρες ή στις όχθες, η οποία διαφέρει και χρωματικά από τη γύρω βλάστηση, αναδεικνύοντας τις γραμμές του τοπίου.
- Διατήρηση των διάκενων στη διάρθρωση της βλάστησης, που δημιουργούν αντιθέσεις ευχάριστες στην αισθητική, αλλά και στην οικολογία του τοπίου.
- Αναβάθμιση του εξοπλισμού υπαίθριας αναψυχής, οι περιπατητικές διαδρομές καθώς και οι πινακίδες πληροφόρησης οι, χρήζουν αναβάθμισης ή αντικατάστασης για την εύκολη πρόσβαση και χρήση από τους περιπατητές και επισκέπτες του δάσους.
- Διαμόρφωση περαιτέρω θέσεων θέας που δεν διαθέτουν εξοπλισμό, με σκοπό την οργανωμένη και με συστάσεις χρήση τους από τους επισκέπτες του Δάσους.
- Αποκατάσταση ή επαναχρησιμοποίηση των εγκαταλελειμμένων κτισμάτων με σκοπό τη δημιουργία πόλων έλξης για τους επισκέπτες, ενημερώνοντας τους, ταυτόχρονα, για τη λειτουργία και προστασία του δάσους.
- Δημιουργία ενός οργανωμένου δικτύου μονοπατιών με σκοπό την εύκολη και κατευθυνόμενη κίνηση των επισκεπτών, αξιοποιώντας τις οπτικές φυγές προς τη θάλασσα, την πόλη ή το βουνό και, ταυτόχρονα, προστατεύοντας ενότητες τοπίου που υπάγονται στις Διαχειριστικές Κλάσεις της Προστασίας και της Βιοποικιλότητας
- Παράλληλα, πρέπει να λάβουν χώρα και μέτρα καλλιέργειας και προστασίας του δάσους (Τσιτσώνη κ.α. 2010, Tsitsoni et al. 2014, Zagas 2016), όπως:
- Εργασίες συντήρησης, που περιλαμβάνουν καθαρισμούς και φυτεύσεις
- Καθαρισμός των ξηρών και κατακείμενων δένδρων ή θάμνων ή κλαδιών, κλάδευση δέντρων μέχρι ύψους 3 μέτρων και θρυμματισμός των υπολειμμάτων.
- Αραιώσεις των συστάδων που βρίσκονται στα κράσπεδα των δρόμων, με στόχο την αισθητική βελτίωση του τοπίου, καθώς έτσι θα παραμένουν ανοιχτές οι οπτικές φυγές και οι θέσεις θέας.
- Διαχείριση του τοπίου, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ξεκάθαρη η χρήση των επιμέρους ενοτήτων τοπίου, είτε με αυστηρές συστάσεις χρήσεις του δασικού χώρου είτε με αυξημένους ελέγχους διατήρησης των μέτρων από τους επισκέπτες.

Abstract

Aesthetic Forests are areas or natural landscapes, which are characterized by special aesthetic features, hygienic and recreational importance. The suburban Forest of Kavala, belongs to this category, forms a special landscape, and constitutes a place of leisure and a protection shield for the city. However, despite its multifaceted importance, after its reforestation, the forest didn't have a comprehensive management plan. The aim of the present study is to determine the management approach of the Aesthetic Forest of Kavala through a multifunctional system, in order to ensure its maximum ecosystem benefits. The method to determine the main functions of the Forest was based on the Analytical Hierarchical Procedure, in which the clusters, according to their functionality, were classified into management classes based on a series of fundamentals. The results showed that in 10 of the 14 clusters the Leisure Function prevails, in combination with the Protection, followed by the Biodiversity Function. Thus, in order to strengthen both the aesthetic and the leisure character of the Forest, a Landscape Analysis was followed, from which up to 5 individual landscape units were emerged. The connection of the modules,

aesthetically, functionally, ecologically, socially, historically was the tool of landscape management and the guide of creation of the management measures.

Βιβλιογραφία

Ananiadou - Tzimopoulou, M., 2007. The square: a vivid urban landscape. *In: Kowalski K., & Mancuso F., (eds). Squares of Europe. Squares for Europe. Cracow: Jagiellonian University Press pp. 31-38.*

Antrop, M., 2005. Why landscapes of the past are important for the future. *Landsc. Urban Plan., 70: 21-34.*

ASLA, 1978. *Creating Land for Tomorrow. Landscape Architecture Technical Information Series. Vol. 1, No 3. Washington D.C.*

Coeterier, J.F, 2002. Lay people evaluation of historic sites. *Landscape and Urban Planning, 59: 111 - 123.*

Council of Europe, 2000. *The European Landscape Convention; Council of Europe: Strasbourg, France.*

Dramstad, W.E., Tveit, M.S., Fjellstad, W.J. and Fry, G.L.A., 2006. Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Landscape and Urban Planning, 78: pp. 465 - 474.*

Ελευθεριάδης, Ν., 1985. Οικονομική της Αναψυχής. Πρακτικά Συνεδρίου Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές, Αθήνα 1985.

Ζάγκας, Δ., 2016. Αξιολόγηση Μεθόδων Διαχείρισης σε Δασικά Οικοσυστήματα Υβριδογενούς Ελάτης. Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Δασολογίας και Φ.Π. ΑΠΘ. pp. 168.

Ζάγκας, Θ., Γκανάτσας, Π., Τσιτσώνη, Θ., 2006. Φυσικά δασικά τοπία της χώρας μας, ζωντανά παραδείγματα αρχιτεκτονικής του τοπίου. Πρακτικά Επιστημονικής Δημερίδας Φυσικό Τοπίο, Δράμα, 26-27 Μαΐου 2006.

Fry, G., Tveit, M. S., Ode, Å. and Velarde, M. D., 2009. The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological indicators 9(5): pp. 933 - 947.*

Galatsidas, S., 2001. Development of an inventory system for non-timber functions of forests in the frame of management inventories: the case of Greece. Inaugural- Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Albert-LudwigsUniversität, Freiburg i. Brsg. pp. 141.

Gobster, P.H., Nassauer, J.I., Daniel, T.C. and Fry, G., 2007. The shared landscape: what does aesthetics have to do with ecology?. *Landscape Ecology 22: 59-973.*

Llausàs, A. and Nogué, J., 2012. Indicators of landscape fragmentation: the case for combining ecological indices and the perceptive approach. *Ecological Indicators, 15(1): 85 - 91.*

Πολύζου, Β. και Τσακλίδου, Ε., 2007. Διαχείριση του Αισθητικού - Περιαστικού δάσους Αμυγδαλεώνα Καβάλας. Πτυχιακή Εργασία, ΤΕΙ Καβάλας, Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου.

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 Φ.Π., Α.Π.Θ. pp. 185.

Schirpke, U., Tasser, E., and Tappeiner, U., 2013. Predicting scenic beauty of mountain regions. *Landscape and Urban Planning 111, pp. 1-12.*

Τσιτσώνη, Θ., Κοντογιάννη, Α., Κετενίδου, Χ., 2010. Η συμβολή της δασοκομικής έρευνας στην αξιοποίηση του περιαστικού δάσους Τριλόφου Νομού Θεσσαλονίκης. Επιστημονική επετηρίδα της Σχολής Δασολογίας και Φ.Π., Α.Π.Θ., προς τιμή Ομ. Καθηγητού Α. Χατζηστάθη.

Tsitsoni, T., Raptis, D., Zagas, D., and Zagkas, T., 2014. Evaluating the Effects of Simulated Silvicultural Treatments and Management on Wildfire Severity in *Pinus halepensis* Mill. Even-Aged Stands. *Curr. Environ. Eng., Vol. 1 (2): 136 - 147.*

Τσιτσώνη, Θ. και Σαμαρά, Θ., 2002. Υπάρχουσα κατάσταση και διαχείριση του αστικού και περιαστικού πρασίνου στη Δ. Μακεδονία. Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου. «Έρευνα, Προστασία Και Διαχείριση Χερσαίων Οικοσυστημάτων Περαιστικών Δασών και Αστικού Πρασίνου», Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Τρίπολη.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΝΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΑΣΟΚΟΜΙΚΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΔΡΥΟΔΑΣΟΥΣ ΦΟΛΩΗΣ

Λάττας, Γ. Παναγιώτης¹; Ποϊραζίδης, Σ. Κωνσταντίνος²;
Χασιλίδης, Γ. Παύλος³; Τσάκωνα, Γ. Αγγελική⁴; Ζάγκας, Δ. Θεοχάρης⁵

¹Δασαρχείο Πύργου, Αλφειού 42, ΤΚ 27131 Πύργος, lattaspan@yahoo.gr

²Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, ΤΚ 29100 Ζάκυνθος, ecoroira@yahoo.gr

³Δασαρχείο Έδεσσας, ΤΚ 58200 Έδεσσα, hasp68@gmail.com

⁴Διεύθυνση Δασών Ηλείας, Αλφειού 42, ΤΚ 27131 Πύργος, kitsakona@yahoo.gr

⁵Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΤΚ 54124 Πανεπιστημιούπολη Θεσσαλονίκη, zagas@for.auth.gr

Περίληψη

Τα δρυοδάση της Ελλάδας είναι σημαντικά και δυναμικά φυσικά οικοσυστήματα και επιτελούν αλληλένδετες λειτουργίες όπως κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές. Η παρούσα εργασία αφορά το δρυοδάσος (*Quercus frainetto*) Φολόης που βρίσκεται στη Δυτική Πελοπόννησο. Με την μελέτη των δενδρομετρικών χαρακτηριστικών του, επιχειρείται να δημιουργηθεί το κατάλληλο μοντέλο εκτίμησης της ηλικίας, να προσδιοριστούν οι αντίστοιχες ποιότητες τόπου και να γίνει στατιστική συσχέτιση και ανάλυση της δομής του. Σύμφωνα με τη μελέτη η στηθαία διάμετρος συσχετίζεται θετικά με το μήκος κόμης τόσο με το γραμμικό όσο και με το εκθετικό μοντέλο ($R^2 = 0.677$ και $R^2 = 0.687$ αντίστοιχα), ενώ η σχέση της διαμέτρου με το ύψος εκφράζεται σημαντικότερα με το μοντέλο Richards ($R^2 = 0.738$). Τελικός στόχος είναι η δημιουργία συστάδων κηπευτής και υποκηπευτής δομής, ικανών να εκπληρώνουν όλες τις οικολογικές και κοινωνικές του λειτουργίες.

Λέξεις κλειδιά: Δρυς, Δάσος Φολόης, πρόγραμμα προσομοίωσης δάσους (SVS), δασοκομικές επεμβάσεις.

Εισαγωγή

Τα δρυοδάση αποτελούν τα πιο εκτεταμένα δασικά οικοσυστήματα της χώρας μας και συνιστούν διαχρονικά σημαντική οικολογική και κοινωνικοοικονομική παράμετρο (Υπουργείο Γεωργίας, 1992). Η παραγωγική ανασυγκρότησή τους με έμφαση στην αειφορική τους διαχείριση αποτελεί από παλιά μια πρόκληση με στόχο την ενσωμάτωση σύγχρονων απαιτήσεων, όπως η ενίσχυση της βιοποικιλότητας και η μεγιστοποίηση της συμβολής τους στην οικονομία, την απασχόληση και το περιβάλλον (Μελέτη Στρατηγικής 1986-2010). Τα δάση αυτά ως ανοικτά οικοσυστήματα βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τον άνθρωπο και κατά συνέπεια, δέχονται επεμβάσεις που πολλές φορές εξελικτικά είναι δυνατό να υποβαθμίζουν τον οικότοπο συνολικά. Το Δρυοδάσος Φολόης είναι ένα από τα σημαντικότερα σημεία της Χώρας μας, με υψηλή δασοοικολογική, περιβαλλοντική, ιστορική και μυθολογική αξία (Δημόπουλος και Bergmeier 2002).

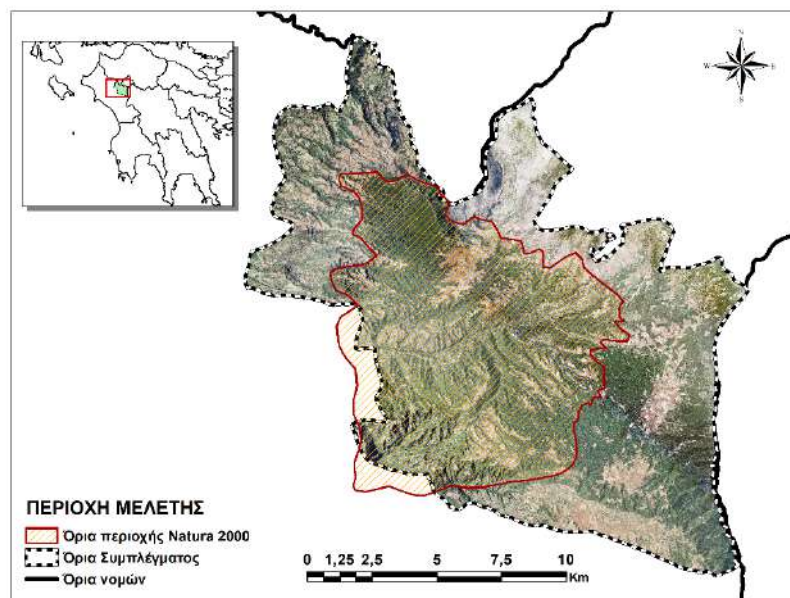
Οι παράνομες υλοτομίες, η κλαδονομή, οι εκχερσώσεις, οι δασικές πυρκαγιές και η βόσκηση είναι οι κυριότερες αιτίες αυτής της υποβάθμισης (Kyriazopoulos κ.α. 2010, Papachristou και Platis 2011, Milios κ.α. 2014, Milios κ.α. 2020). Η υποβάθμιση αυτή μπορεί να περιοριστεί εάν για κάθε μια από τις παραπάνω αιτίες ασκήσουμε την ανάλογη δράση, δηλαδή το δασολόγιο και οι δασικοί χάρτες θα εμποδίσουν τουλάχιστον την παραπέρα εκχέρσωση δάσους, η προστασία από την βοσκή θα αυξήσει τη φυσική αναγέννηση, που σε συνδυασμό με την καλλιέργεια και τις αναγωγικές αραιώσεις θα επηρεάσουν ευνοϊκά τις συνθήκες φωτισμού και υγρασίας κοντά στο έδαφος υπέρ της φυσικής αναγέννησης της δρυός. Επίσης μέσα από την αειφορική διαχείριση των δασών αυτών και τη διασφάλιση του πολυλειτουργικού τους ρόλου επιτυγχάνεται η βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας βασιζόμενη σε ένα νέο παραγωγικό μοντέλο με τη συνεργασία όλων των ενδιαφερομένων, που εξασφαλίζει την κοινωνική συνοχή, τη δημιουργία πλούτου και την περιβαλλοντική προστασία (Τρίγκας 2018).

Σκοπός της εργασίας είναι να επιδειχθεί η δυνατότητα βελτίωσης της διαχείρισης του δάσους μέσω των κατάλληλων δασοκομικών χειρισμών, βασισμένων στην ακριβέστερη δυνατή περιγραφή της δομής, της ποιότητας τόπου, και την εκτίμηση των λοιπών δενδρομετρικών χαρακτηριστικών του. Για τον αυτό επιδιώχθηκε αφενός η ανάπτυξη των κατάλληλων μοντέλων ποιότητας τόπου και δενδρομετρικών χαρακτηριστικών και αφετέρου η χρήση λογισμικού γεωμετρικής απεικόνισης (*Stand Visualization System*) για την περιγραφή της δομής. Η συνδυασμένη χρήση των παραπάνω εργαλείων παρέχει την δυνατότητα στο δασοδιαχειριστή να προχωρήσει σε ασφαλή συμπεράσματα και ορθολογικές αποφάσεις αναφορικά με την παραπέρα διαχείριση.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο κέντρο περίπου της Δυτικής Πελοποννήσου και εντός του δασικού συμπλέγματος Φολόης – Κάπελης – Πηνειάς όπως αναλυτικά αποτυπώνεται παρακάτω τόσο τα όρια του Συμπλέγματος και της περιοχής Natura 2000 (Σχήμα 1) όσο και το συνολικό εμβαδόν ανά κατηγορία κάλυψης του Συμπλέγματος (Πίνακας 1).



Σχήμα 1. Περιοχή μελέτης συμπλέγματος Δάσους Φολόης
Figure 1. Study area of Foloi Forest complex

Πίνακας 1. Έκταση και ποσοστό ανά κατηγορία κάλυψης στο Σύμπλεγμα Δάσους Φολόης
Table 1. Land cover area and percentage of Foloi Forest complex

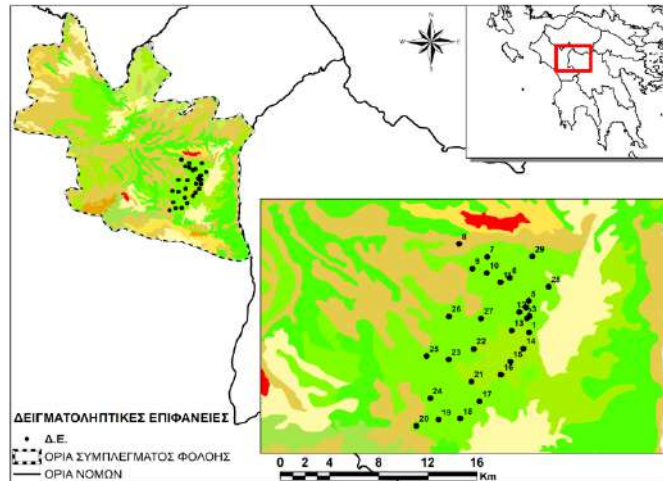
Δάση	Έκταση	Ποσοστό
α) Δρυός	4.078,357 Ha	21,90%
β) Κωνοφόρων	1.164,383 Ha	6,25%
Μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις αείφυλλων – πλατύφυλλων	5.132,874 Ha	27,56%
Αγροί και δενδροκομικές καλλιέργειες	5.171,482 Ha	27,77%
Γυμνές, άγονες κ.λπ. Εκτάσεις	3.078,217 Ha	16,53%
Σύνολο : 18.625,313 Ha		100,00%

Υλικά και μετρήσεις πεδίου

Για τις ανάγκες της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν παχύμετρα και διαμετροταινίες για την εκτίμηση της διαμέτρου, προσαυξητική τρυπάνη *Pressler* για τον προσδιορισμό ηλικίας και προσαύξησης, υψόμετρο *Vertex Laser Geo*, αποστασιόμετρο *MDL 300* και πυξίδα για τον προσδιορισμό πολικών

συντεταγμένων και δέκτες GPS για τον προσδιορισμό καρτεσιανών συντεταγμένων σύμφωνα με το Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ 87. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν λογισμικά Γ.Σ.Π. όπως το Esri ARCGIS και στατιστικά πακέτα επεξεργασίας δεδομένων κυρίως βασισμένων στην γλώσσα R (R Core Team 2017).

Εντός του κύριου τμήματος του δρυοδάσους εγκαταστάθηκαν είκοσι εννέα (29) δειγματοληπτικές επιφάνειες εμβαδού ενός στρέμματος η κάθε μία, διαστάσεων 50μ.Χ20μ., με τυχαία δειγματοληψία, στις οποίες αριθμήθηκαν όλα τα δέντρα διαμέτρου μεγαλύτερης των τεσσάρων εκατοστών, όπου για κάθε δέντρο μετρήθηκε η σθηθαία διάμετρος, το ύψος, το ύψος έναρξης και πλάτος της κόμης, ενώ εκτιμήθηκε ο όροφος, η ζωτικότητα και η τάση εξέλιξης (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Θέσεις Δειγματοληπτικών Επιφανειών στο Δάσος Φολόης
Figure 2. Distribution of the sampling sites in Foloji Forest

Ακολούθησε η τυχαία επιλογή πενήντα δέντρων δρυός, ώστε να υπάρχει μια πλήρη κάλυψη όλων των κλάσεων διαμέτρου και με τη βοήθεια της προσαυξητικής τρυπάνης του *Pressler* να προσδιοριστεί η ηλικία τους. Συγκεκριμένα εντός της περιοχής έρευνας επιλέχθηκαν στον γεωαναφερόμενο χάρτη τυχαία πενήντα (50) σημεία τα οποία εντοπίστηκαν στο πεδίο. Από τα σημεία αυτά και με τυχαίο αριθμό αζιμούθιου (0° έως 360°) επιλέχθηκε το κοντινότερο δέντρο με διάμετρο μεγαλύτερη των δέκα (10) εκατοστών και λήφθηκε το αντίστοιχο τρυπανίδιο με την προσαυξητική τρυπάνη του *Pressler*. Επίσης υλοτομήθηκαν δώδεκα ιστάμενα δέντρα όπου συλλέχθηκαν οι αντίστοιχοι κορμικοί δίσκοι στο σθηθαίο ύψος και υπολογίστηκε η ηλικία τους. Τα 50 δέντρα αλλά και τα 12 που υλοτομήθηκαν επιλέχθηκαν τυχαία σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης. Τα περισσότερα από αυτά ήταν κυρίαρχα αλλά επιλέχθηκαν και δέντρα μικρότερης ηλικίας.

Καθορισμός ποιότητας τόπου

Ο καθορισμός ποιότητας τόπου είναι εξαιρετικά σημαντικός στη δασική διαχείριση. Η ποιότητα τόπου καθορίζει την ποσότητα ξυλείας που μπορεί ένα δάσος να παράγει. Ενσωματώνει τις επιδράσεις του φωτός, της υγρασίας, της γονιμότητας και γενικά των εδαφικών ιδιοτήτων ενός τμήματος του δάσους και καθορίζει την πιθανή πορεία της φωτοσύνθεσης (Davis κ.α. 2001). Μπορεί δηλαδή να οριστεί ως η δυνατότητα παραγωγής ξύλου μιας έκτασης για δεδομένο δασοπονικό είδος ή δασικό τύπο (Clutton κ.α. 1983). Στην πράξη για να εκτιμήσουμε την ποιότητα τόπου, θα πρέπει να βρεθεί ένα μέτρο ή χαρακτηριστικό το οποίο να μπορεί να μετρηθεί εύκολα και με ακρίβεια, να είναι σχετικά ανεξάρτητο από την πυκνότητα των συστάδων και αν είναι δυνατόν να είναι σχετικά ανεξάρτητο από τα δασοπονικά είδη (Smith 1952). Δεδομένου ότι η ποιότητα τόπου είναι το άθροισμα πολλών αλληλεπιδρώντων παραγόντων η διαδικασία εύρεσης ενός απλού δείκτη είναι εξαιρετικά πολύπλοκη και δύσκολη υπόθεση αν όχι αδύνατη. Από όλες τις παραμέτρους που έχουν ερευνηθεί η παλαιότερη και περισσότερο πρακτική, συνεπής, χρήσιμη και ικανοποιητική για την εκτίμηση της ποιότητας τόπου στη δασοπονία είναι η αύξηση του ύψους (Davis κ.α. 2001). Παρόλο που δεν είναι ένα τέλειο μέσο εντούτοις παραμένει το βασικό με το οποίο άλλες παράμετροι συγκρίνονται (Μάτσης 2000). Επίσης αριθμητικά ο δείκτης ποιότητας τόπου ορίζεται ως το ανώτερο ύψος σε μια σταθερή ηλικία ή βασική ηλικία ή ηλικία

αναφοράς. Η βασική ηλικία ή η ηλικία αναφοράς επιλέγεται συνήθως κατά τέτοιον τρόπο ώστε να βρίσκεται κοντά στη μέση ηλικία του περίτροπου χρόνου, αν και έχει πολύ μικρή σημασία στην πράξη ποιά ηλικία επιλέγεται ως βασική ηλικία (Clutter κ.α. 1983).

- *Χαρτογράφηση Ποιοτήτων Τόπου*
 - Η χαρτογράφηση των ποιοτήτων τόπου αρχικά έγινε με τη χρήση της μεθόδου της «τοποδιαδοχής» (Ντάφης 1986, Ζάγκας 1990) σε συνδυασμό με τη χρήση φυσιογνωμικών παραγόντων (έκθεση, κλίση). Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τη χαρτογράφηση των ποιοτήτων τόπου είναι (Ζάγκας 1990, Ντάφης και Κακούρος 2006) :
- *Η θέση στην πλαγιά,*
- *Η κλίση και*
- *Η έκθεση της πλαγιάς*
 - Η χρήση της έκθεσης σε μαθηματικά μοντέλα θα πρέπει να μετατραπεί από κυκλική μέτρηση σε γραμμική μορφή χρησιμοποιώντας τις τιμές των ημίτονων και συνημίτονων, που κυμαίνονται από -1 σε +1. Η έκθεση με βάση το ημίτονο δείχνει την επίδραση της ανατολής και με βάση το συνημίτονο δείχνει την επίδραση του βορρά (Ποϊραζίδης 2003).
- Για το προσδιορισμό της ποιότητας τόπου επίσης χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο σύστημα για τη Δρυ (Απατσιδής κ.α. 1995), η οποία προκύπτει από την παρακάτω εξίσωση :

$$\Delta\text{ΠΤ}_{90} = H_0 / 1,2380145 (\exp (-19.2158/A))$$

Όπου : $\Delta\text{ΠΤ}_\alpha$: Δείκτης ποιότητας τόπου σε προκαθορισμένη ηλικία $\alpha=90$ έτη,

H_0 : Ανώτερο ύψος συστάδας σε μέτρα και

A : Ηλικία συστάδας στο στηθαίο ύψος σε έτη.

Ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης

Η μεθοδολογία της έρευνας ακολούθησε αυτή των Corral-Rivas κ.α. 2014. Σε πρώτο στάδιο επιλέχθηκε ένας αριθμός απλών μοντέλων ύψους – στηθιαίας διαμέτρου τα οποία προσαρμόστηκαν στα πρωτογενή δεδομένα. Στη συνέχεια, το μοντέλο που παρουσίασε την καλύτερη προσαρμογή αποτέλεσε τη βάση ανάπτυξης ενός μη γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων, η αξιολόγηση του οποίου έγινε με βάση στατιστικά κριτήρια καλύτερης προσαρμογής. Οι παράμετροι των μη γραμμικών εξισώσεων εκτιμήθηκαν με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (*least squares procedure*) (Sharma 2009). Η προσαρμογή των μοντέλων αξιολογήθηκε με βάση τα παρακάτω κριτήρια (Huang κ.α. 1992, Sharma 2009):

1. Οι τιμές των εκτιμώμενων παραμέτρων θα πρέπει να είναι στατιστικά διαφορετικές του μηδενός ($p < 0.05$),
2. **Η Ρίζα του Μέσου Τετραγώνου του Σφάλματος (RMSE - Root Mean Squared Error)** : που συνδέεται άμεσα με το τυπικό σφάλμα της παλινδρόμησης. Είναι ένας καλός δείκτης προσαρμογής μοντέλων που περιγράφει τη διαφορά μεταξύ των παρατηρούμενων και των προβλεπόμενων τιμών. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο (Sharma 2009):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \hat{h}_i)^2}{n - p}}$$

Όπου h_i και \hat{h}_i οι τιμές των παρατηρούμενων και των προβλεπόμενων τιμών της i παρατήρησης, n ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων που έγιναν κατά την προσαρμογή του μοντέλου, και p ο αριθμός των παραμέτρων του μοντέλου.

3. **Το κριτήριο του Akaike (AIC)** : Το συγκεκριμένο κριτήριο αποτελεί ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα για τη σύγκριση μοντέλων με διαφορετικό αριθμό παραμέτρων. Μοντέλα με μικρότερη τιμή του κριτηρίου AIC παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή. Η μαθηματική έκφραση του κριτηρίου είναι η παρακάτω:

$$AIC = n \cdot \ln(RMSE) + 2p$$

Όπου p ο αριθμός παραμέτρων του μοντέλου.

4. **Ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2 - Coefficient of Determination)** : Ο συγκεκριμένος συντελεστής παρουσιάζει το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από το μοντέλο με την

προσαρμογή των συντελεστών της παλινδρόμησης, όπου n ο αριθμός των παρατηρήσεων. Ο συντελεστής δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$R^2 = 1 - \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i)^2}{(n-p) \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_i)^2}$$

Όπου \bar{h}_i η μέση τιμή των προβλεπόμενων τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής.

5. **Βιολογική ερμηνεία των αποτελεσμάτων** : Σε γενικές γραμμές οι γραφικές απεικονίσεις των μοντέλων πρέπει να εμφανίζονται ως ρεαλιστικές παρουσιάζοντας μια σιγμοειδή ή κοίλη μορφή με εμφανές σημείο καμπής (*inflection point*) στην περίπτωση της καμπύλης ύψους-διαμέτρου.

Ανάλυση της δομής και προσομοίωση των συστάδων

Η ανάλυση της δομής και η προσομοίωση του δάσους έγινε μέσω του προγράμματος *Stand Visualization System (SVS)*. Είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα που επιτρέπει την αυτόματη σχεδίαση γεωμετρικών (διανυσματικών) απεικονίσεων της δομής ενός δασικού σταθμού (δοκιμαστική επιφάνεια συνήθως) χρησιμοποιώντας κυρίως αναλυτικά δεδομένα σε επίπεδο δένδρου και συμπληρωματικά γενικεύσεις, που καθορίζει ο χρήστης μόνο σε ορισμένες δευτερεύουσες περιπτώσεις χαρακτηριστικών ή και εφόσον δεν υπάρχουν πλήρη δεδομένα. Εισαγωγικά στοιχεία στο μοντέλο αποτέλεσαν οι μετρήσεις του πεδίου που αντιστοιχούσαν σε επιφάνειες διαστάσεων 50μ.Χ20μ. (δηλαδή ενός στρέμματος). Με τον τρόπο αυτό αξιολογήθηκε η υπάρχουσα δομή των συστάδων μελετώντας με ακρίβεια την κατανομή των κλάσεων διαμέτρου, τον βαθμό εδαφοκάλυψης, την κατανομή των κλάσεων ύψους, την αναλογία κορμού/κόμης καθώς και τη σύνθεση των ειδών μιας συστάδας συμπεριλαμβανομένου και του υπορόφου αν υπάρχει.

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Προσδιορισμός ηλικίας και δημιουργία γραμμικού μοντέλου εκτίμησης ηλικίας από τη σθηθιαία διάμετρο

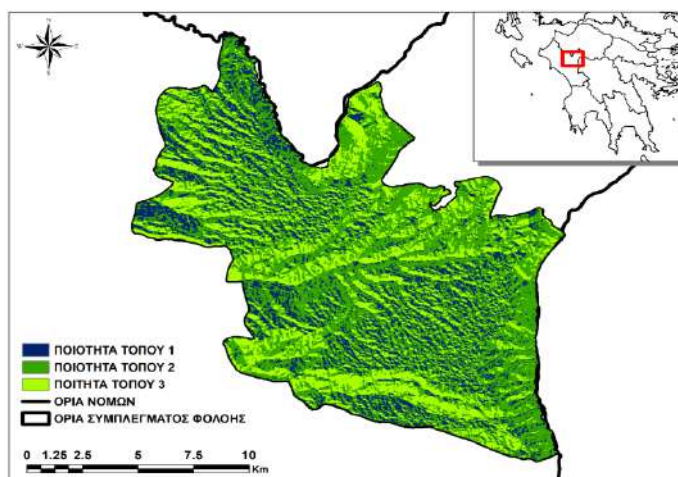
Από τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε και κυρίως με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R προκύπτει ότι για τους δύο τρόπους προσδιορισμού της ηλικίας (τρυπανίδια και κορμικοί δίσκοι) η παρακάτω γραμμική πρόβλεψη :

$$\text{Ηλικία} = - 0.3373 + (\text{Σθηθιαία Διάμετρος} * 3.0280)$$

Το γραμμικό μοντέλο εκτίμησης ηλικίας από τη σθηθιαία διάμετρο βρέθηκε ότι έχει πολύ σημαντική συσχέτιση ($F_{1,60} = 146.5$, $p < 0.001$, $R^2_{\text{adjusted}} = 0.7045$ και Residual standard error: 22.45). Πολλές είναι οι περιπτώσεις που υπάρχουν αποκλίσεις του μοντέλου από την πραγματική ηλικία. Δυστυχώς μέχρι σήμερα δεν βρέθηκε κανένα μοντέλο το οποίο ερμηνεύει με αποδεκτή ακρίβεια (1-5%) τη συσχέτιση σθηθιαίας διαμέτρου – ηλικίας. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι η πορεία αύξησης της διαμέτρου ακόμα και στο ίδιο είδος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (Ντάφης 1986, Ζάγκας 1990).

Καθορισμός και χαρτογράφηση ποιότητας τόπου (Δημιουργία μοντέλου ποιότητας τόπου)

Για τη δημιουργία του μοντέλου ποιότητας τόπου, το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης προσδιορισμού της ποιότητας τόπου με βάση τα GIS και τη θεωρία της «τοποδιαδοχής» είχε την καλύτερη απόδοση ($R\text{-squared: } 0.7995$, $F\text{-statistic: } 23.93$ και $p\text{-value} < 0.0001$) και με βάση την εξίσωση: **Ποιότητα Τόπου = 3.838 – 0.002*υψόμετρο + 0.005*κλίση – 0.903*βορράς – 0.344*ανατολή**, προκύπτει ο αντίστοιχος χάρτης (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Χωρική κατανομή ποιότητων τόπου με βάση την «τοποδιαδοχή»
Figure 3. Spatial distribution of site quality based on the GIS model «site succession»

Με βάση τον χάρτη κατανομής ποιότητων τόπου, προκύπτουν τα εξής :

- Εννέα (9) ΔΕ βρίσκονται στην Ι ποιότητα τόπου και 1.265,514 εκτάρια (31,03%),
- Δώδεκα (12) ΔΕ βρίσκονται στη ΙΙ ποιότητα τόπου και 1.687,624 εκτάρια (41,38%)
- Οκτώ (8) ΔΕ βρίσκονται στην ΙΙΙ ποιότητα τόπου και 1.125,219 εκτάρια (27,59%).

Στατιστική ανάλυση της δομής των δειγματοληπτικών επιφανειών

Τα δεδομένα πεδίου κατηγοριοποιήθηκαν ανά δειγματοληπτική επιφάνεια και στην συνέχεια αναλύθηκε η στατιστική συσχέτιση των δενδρομετρικών και προσαυξητικών δεδομένων ανά δειγματοληπτική επιφάνεια και συνολικά σε όλο το δείγμα των 938 δένδρων (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Στατιστική συσχέτιση δενδρομετρικών και προσαυξητικών δεδομένων
Table 2. Overall statistical correlation of dendrometric and incremental cores

	N	DBH	H	BA	CBH	CL	V
N	1	-0,841	-0,577	0,027	0,352	-0,794	-0,317
DBH		1	0,767	0,252	0,352	0,844	0,604
H			1	0,453	0,788	0,739	0,875
BA				1	0,600	0,068	0,675
CBH					1	0,168	0,792
CL						1	0,534
V							1

DBH: Στηθιαία διάμετρος, H: Ύψος δέντρου, BA: Κυκλική επιφάνεια, CBH: Ύψος έναρξης κόμης, CL: Μήκος κόμης, V: Ξυλαπόθεμα

Διάγραμμα μοντέλου ύψους – στηθιαίας διαμέτρου :

Για το διάγραμμα μοντέλου ύψους - διαμέτρου έγινε επιλογή 5 βασικών μη γραμμικών μοντέλων (Πίνακας 3) τα οποία προσαρμόστηκαν στο συνολικό δείγμα. Η γενική μορφή των μοντέλων ήταν η παρακάτω:

$$h_i = f(D_i, b) + \varepsilon_i$$

Όπου h το ύψος του δέντρου (m) της i παρατήρησης, DBH (D) η διάμετρος στο στηθιαίο ύψος (cm), b το διάνυσμα των παραμέτρων και ε το ανεξήγητο μέρος – υπόλοιπα – τα οποία είναι τυχαία και ακολουθούν την κανονική κατανομή. Ο σταθερός όρος 1.3 χρησιμοποιείται για την αποφυγή πρόβλεψης ατόμων με ύψος μικρότερο του στηθιαίου, όταν η διάμετρος προσεγγίζει την οριακή τιμή μηδέν.

Πίνακας 3. Μαθηματική έκφραση των μοντέλων ύψους – στηθιαίας διαμέτρου που δοκιμάστηκαν, εκτιμώμενοι παράμετροι και κριτήρια καλής προσαρμογής

Table 3. Mathematical expression of the height to DBH models tested, estimated parameters and criteria of good fit

Ύψος – Στηθιαία διάμετρος							
Μοντέλο	Αναφορά	a	b	c	R ²	RMS E	AIC
$h = 1.3 + \frac{D^2}{(aD + b)^2}$	Näslund	0.168	1.662	-	0.735	3.547	5043
$h = 1.3 + a \exp(-bD^{-1})$	Schumacher	31.54 8	13.08 1	-	0.735	3.542	5041
$h = 1.3 + aD^b$	Power	2.638	0.581	-	0.702	3.755	5150
$h = 1.3 + a(1 - \exp(-bD))$	Richards	25.777	0.064	1.451	0.738	3.524	5033
$h = 1.3 + a \exp\left(\frac{-b}{D + c}\right)$	Ratkows ky	32.90 8	15.23 2	1.428	0.736	3.538	5040

* οι τιμές όλων των παραμέτρων ήταν στατιστικά διαφορετικές του μηδενός ($p < 0.05$)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, το μοντέλο του Richards προσαρμόζεται καλύτερα στα πρωτογενή δεδομένα παρουσιάζοντας τη μικρότερη τιμή του AIC κριτηρίου και την καλύτερη προσαρμογή.

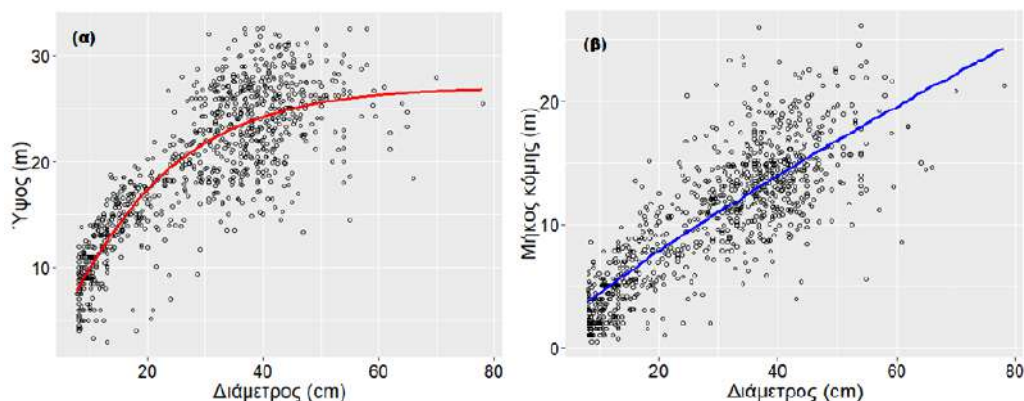
Διάγραμμα μοντέλου μήκους κόμης – στηθιαίας διαμέτρου

Αποτελεί μια βασική παράμετρο σε επίπεδο συστάδας επηρεάζοντας μια σειρά λειτουργιών όπως είναι η αύξηση, η φωτοσυνθετική ικανότητα και ο ανταγωνισμός, ενώ αποτελεί ένα βασικό μέγεθος που λαμβάνεται υπόψη κατά τη λήψη διαχειριστικών και δασοκομικών μέτρων. Με βάση τον μεγάλο βαθμό συσχέτισης του μήκους της κόμης και της στηθιαίας διαμέτρου, έχει αναπτυχθεί μια σειρά μοντέλων γραμμικών και μη που παρέχουν τη δυνατότητα εκτίμησης των διαστάσεων της κόμης, χρησιμοποιώντας τη στηθιαία διάμετρο ως ανεξάρτητη μεταβλητή (Πίνακας 4 και Σχήμα 4). Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα πρόβλεψης του αυξητικού χώρου τόσο μεμονωμένων δέντρων, όσο και ολόκληρων συστάδων (Nutto κ.α. 2006).

Πίνακας 4. Μαθηματική έκφραση των μοντέλων μήκους κόμης – στηθιαίας διαμέτρου που δοκιμάστηκαν, εκτιμώμενοι παράμετροι και κριτήρια καλής προσαρμογής

Table 4. Mathematical expression of the crown to DBH models tested, estimated parameters and criteria of good fit

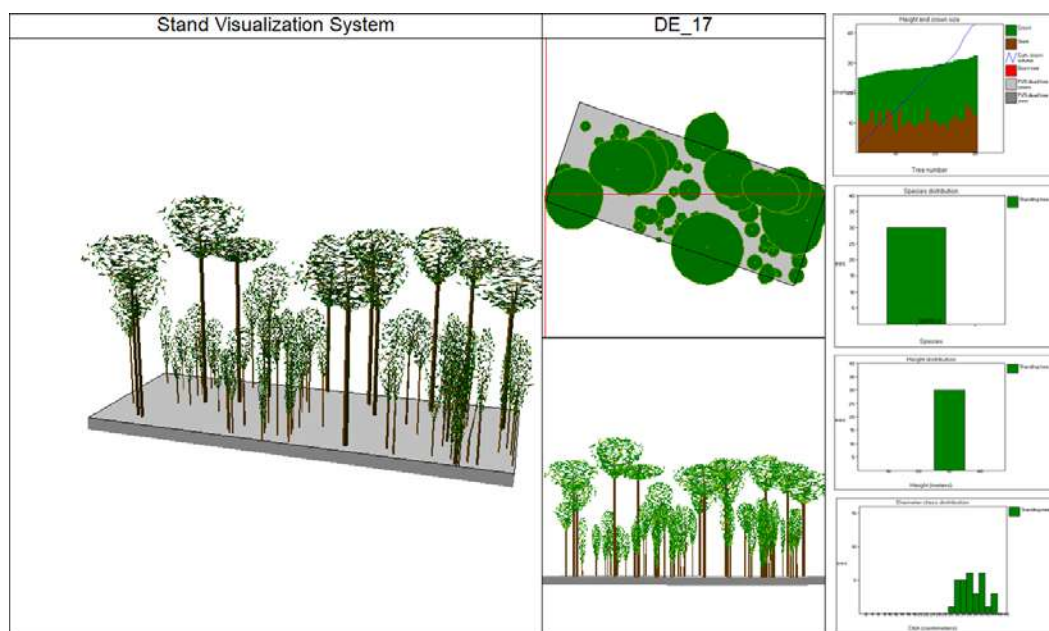
Μήκος κόμης – Στηθιαία διάμετρος							
Μοντέλο	Αναφορά	a	b	c	R ²	RMSE	AIC
$cl = aD^b$	Power	0.65 9	0.82 8	-	0.687	3.067	4770
$cl = a + bD$	Linear	1.13 5	0.32 0	-	0.677	3.115	4797



Σχήμα 4. Γραφική απεικόνιση της προσαρμογής του μοντέλου του Richards (1959) στα δεδομένα ύψους – στήθιαίας διαμέτρου (α) και του εκθετικού μοντέλου (Power) στα δεδομένα μήκους κόμης – στήθιαίας διαμέτρου (β) του συνολικού δείγματος
 Figure 4. Graphical representation of the fitting performance of (α) the model of Richard's (1959) on height – DBH data and (β) the Power model on crown length – DBH data for the entire oak sample

Απεικόνιση δομής και δενδρομετρικών στοιχείων με το SVS

Ολοκληρώνοντας, πραγματοποιήθηκε προσομοίωση του δάσους μέσω του προγράμματος *Stand Visualization System*, για όλες τις δειγματοληπτικές επιφάνειες. Γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από την ανάλυση της δομής των δειγματοληπτικών επιφανειών και τη γενική προσομοίωσή τους με το πρόγραμμα SVS είναι ότι το δρυοδάσος Φολόης παρουσιάζει μια τάση δημιουργίας ομήλικης μορφής. Η σημερινή μορφή του δρυοδάσους όμως δεν ανταποκρίνεται στις λειτουργίες με τις οποίες έχει επιφορτιστεί. Αυτό συμβαίνει κυρίως για τον λόγο ότι η επιθυμητή κηπευτή ή η υποκηπευτή δομή απουσιάζει από το σύνολο των συστάδων του και γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτό από τα αντίστοιχα διαγράμματα κλάσεων διαμέτρων που έχουν προκύψει για την κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια (παρακάτω παρατίθεται ενδεικτικά και τυχαία μια δειγματοληπτική επιφάνεια, η No 17 – Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Τρισδιάστατη απεικόνιση προφίλ, κάτοψη και τομή της ΔΕ 17
 Figure 5. Three-dimensional display of the profile (left), horizontal structure (top right), and vertical structure (bottom right) of the Sampling Site 17

Το δάσος της Φολόης μπορεί να λειτουργήσει ως πρότυπο για την επίτευξη ισοροπίας ανάμεσα στα μέτρα διαχείρισης και διατήρησης. Η διερεύνηση των συνθηκών αύξησής του ως εργαλείο αριστοποίησης των κατάλληλων δασοκομικών χειρισμών του, σχετίζεται επιπλέον άμεσα και με την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος η οποία περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό λειτουργιών. Η

ανάπτυξη μοντέλων σε συνδυασμό με σύγχρονες εφαρμογές της τηλεπισκόπησης, αναμένεται να ενισχύσει σε πρακτικό επίπεδο τη διαχείριση, αφού παρέχεται η δυνατότητα υπολογισμού της ηλικίας, σύνδεσης των διαστάσεων της κόμης και του ύψους με τη διάμετρο των δέντρων στο σθηθιαίο ύψος όπως ακριβώς προτείνεται από τους Gering και May (1995). Η ανάπτυξη παρόμοιων αυξητικών μοντέλων κατά κανόνα ενισχύει τον διαχειριστικό σχεδιασμό του δάσους, προσομοιώνοντας την εξέλιξη των συστάδων κάτω από διαφορετικό καθεστώς διαχείρισης (Leites κ.α. 2009), με εμφανείς προεκτάσεις και κατά τους αντίστοιχους δασοκομικούς χειρισμούς

Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προηγήθηκαν προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός συνεχούς και λεπτομερούς προγράμματος παρακολούθησης του δρυοδάσους Φολόης για να εντοπίζονται άμεσα τυχόν μελλοντικές αλλαγές από την ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή και να καθορίζονται επακριβώς τα όρια αντοχής, η μείωση της τρωτότητας και η αύξηση της ελαστικότητάς του.
- Η διαχείριση του δάσους πρέπει να γίνει με τις αρχές της Φυσικής Δασοκομίας ώστε να υποστηρίξει την οικονομία, να διασφαλίσει τα ενδιαιτήματα, να δημιουργήσει υπηρεσίες και να συμβάλλει στο να έχουμε αειφορικά και ανθεκτικά φυσικά οικοσυστήματα ικανά να αντεπεξέλθουν στις συνθήκες της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής.
- Για την εφαρμογή αυτών των αρχών είναι απαραίτητη η σύνταξη ενός νέου διαχειριστικού σχεδίου. Στα πλαίσια του είναι εφικτή η εφαρμογή ενός λεπτομερούς σχεδιασμού των δασοκομικών επεμβάσεων με στόχο προοδευτικές αλλαγές για τη δημιουργία της επιθυμητής δομής.
- Σημαντικό στοιχείο της επιθυμητής δομής πρέπει να είναι η δημιουργία δευτερεύουσας συστάδας, η οποία δεν θα αποκλείει την ποιοτική και ποσοτική παραγωγή ξύλου, καθότι η βελτίωση του ξυλαποθέματος αποτελεί κύριο διαχειριστικό σκοπό,
- Αλλαγή της δασοκομικής μορφής σε ανομήλικη υποκηπευτή, ώστε να ανταποκρίνεται πληρέστερα στο τυπικό μοντέλο του προστατευτικού δάσους,
- Εγκατάσταση – διεύρυνση κέντρων αναγέννησης (1-2 υψών δέντρων) ώστε να ευνοήσει την εγκατάσταση – εξέλιξη της φυσικής αναγέννησης και να επιτευχθεί η ανομήλικια, η ευνόηση της ορόφωσης και της καλύτερης δομής,
- Είναι απαραίτητη η κατά χώρο και χρόνο ρύθμιση της βόσκησης ώστε να συμβάλλει στη διατήρηση της επιθυμητής δευτερεύουσας συστάδας, στην προστασία του εδάφους και στην ευκολότερη εγκατάσταση της αναγέννησης όπου κρίνεται αναγκαίο
- Οι δασοκομικές επεμβάσεις που έχουμε προαναφέρει θα είναι ιδιαίτερα στοχευμένες, ώστε να δημιουργείται η αίσθηση του φυσικού δάσους δίχως εμφανείς ανθρωπογενείς επεμβάσεις που να αλλοιώνουν την ποιότητα του τοπίου.

Abstract

The oak forests in Greece are very important, and some of the most dynamically evolving, natural ecosystems. They perform interrelated functions such as social, economic and environmental. The present study is performed in the area of the Foloï forest, Western Peloponnesus, which is a sub-Mediterranean high oak forest (*Quercus frainetto*). Through the study of its dendrometric parameters we aim to create the appropriate model for estimating the age, to determine the corresponding site qualities index and to perform a statistical correlation and analysis of the structure. According to the study, the breast diameter is positively correlated with the crown length with both the linear and the exponential model ($R^2 = 0.677$ and $R^2 = 0.687$ respectively), while the relationship between the diameter and the height is more significantly expressed with the Richards model ($R^2 = 0.738$). The final target is the creation of uneven aged clusters, able to fulfill all its ecological and social functions.

Βιβλιογραφία

- Απατσιδής, Λ., 1995. Κατασκευή κανονικών πινάκων παραγωγής για τη δρυ μας. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου ΕΔΕ, σελ. 317-333, Καρδίτσα.
- Assmann E., 1961. *Waldtragskunde*, BLV Verlagsgesellschaft, München Bonn Wien.
- Chatziphilippidis, G. and Spyroglou, G., 2005. The growth of *Quercus frainetto* in Greece. In: Hasenauer, H., (ed), *Growth models for forest management in Europe*, p.p. 373-395, Springer Verlag.

- Clutter, J.L., Fortson, J.C. and Pienaar, L.V. 1983. Timber management: a quantitative approach. New York: John Wiley and Sons. 333 p.
- Corral-Rivas, S., Alvarez-Gonzalez, J.G., Crecente - Campo F. and Corral-Rivas J.J., 2014. Local and generalized height-diameter models with random parameters for mixed, uneven-aged forests in Northwestern Durango, Mexico. *Forest Ecosystems* 6:1-9.
- Δημόπουλος, Π. και Bergmeier, E., 2002. Διαχρονικές μεταβολές και στρατηγική διατήρησης υπομεσογειακού δάσους δρυός. Πρακτικά ημερίδας «*Δάση Βαλκανιδιάς παρελθόν, παρόν και μέλλον*», σελ.59-66, ΤΕΙ Λαμίας, Μεσολόγγι.
- Davis, L.S., Johnson, K.N., Bettinger, P. and Howard, T.E., 2001. *Forest Management*. Waveland Press, Long Grove, IL. 804 p.
- Hatzistathis, A., Zagas, T., Goudelis, G., Ganatsas, P. and Tsitsoni, T., 1996. Thinning treatment effects on stand structure and quality of holm oak coppice. *Proceedings of second Balkan scientific conference on study, conservation and utilization of forest resources*, Vol. I:11-16.
- Huang, S., Titus, S.J. and Wiens, D.P., 1992. Comparison of nonlinear height diameter functions for major Alberta tree species. *Can. J. For. Res.*, 22:1297-1304.
- Gatzojannis, S. and Grigoriadis, N., 2000. Ein polymorphes Höhenmodell für *Quercus frainetto* Bestände im Waldgebiet Arnäa (Griechenland). *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 171/2000: 67-74.
- Gering, L.R. and May, D.M., 1995. The relationship of diameter at breast height and crown diameter for four species groups in Hardin County, Tennessee South. *J. Appl. For.* 19: 177-181
- Kyriazopoulos, A.P., Abraham, E.M., Parissi, Z.M., Korakis, G. and Abas, Z., 2010. Floristic diversity of an open coppice oak forest as affected by grazing. *Options Méditerranéennes* 92: 247-250
- Leites, L., Robinson, A. and Crookston N., 2009. Accuracy and equivalence testing of crown ratio models and assessment of their impact on diameter growth and basal area increment predictions of two variants of the Forest Vegetation Simulator. *Can. J. For. Res.* 39: 655-665
- Milios, E., Kitikidou, K., Chatzakis, S. and Batziou, M., 2020. Structure analysis of a lowland grazed *Quercus pubescens* – *Quercus frainetto* forest in northeastern Greece. *Forestry Ideas* 26: 3-
- Milios, E., Pipinis, E., Kitikidou, K., Batziou, M., Chatzakis, S. and Akritidou, S., 2014. Are sprouts the dominant form of regeneration in a lowland *Quercus pubescens*–*Quercus frainetto* remnant forest in Northeastern Greece? A regeneration analysis in the context of grazing. *New Forests*, 45: 165-177
- Μάτης, Κ., 2000. Καμπύλες αύξησης ύψους και δεικτών ποιότητας τόπου για την πλατύφυλλο δρυ στο Πανεπιστημιακό Δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα ΓΕΩΤΕΕ (Τόμος 11/1/2000), σελ. 64-74.
- Μπόσκος, Λ. και Βασιλόπουλος, Γ., 2006. Αυξητικά στοιχεία και επίδραση των αραιώσεων στην ποσοτική και ποιοτική παραγωγή ξύλου συστάδων δρυός (*Quercus frainetto*) στον Αράκυνθο Μεσολογγίου. *Δασική Έρευνα* No 19, σελ. 3-22, ΙΔΕΑ, Αθήνα.
- Nutto, L., Spathelf, P. and Selting, I., 2006. Management of individual tree diameter growth and implications for pruning brazilian *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. *Floresta*, 36(3):397-413.
- Ντάφης, Σ., 1986. *Δασική Οικολογία*. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη
- Ντάφης Σ., 1990. *Εφηρμοσμένη Δασοκομική*. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης, Σ. και Κακούρος, Π., 2006. Οδηγίες για την ανόρθωση υποβαθμισμένων δασών δρυός και αριάς. *Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υδροβιοτόπων*, Θέρμη.
- Papachristou, T.G. and Platis, P.D. 2011. The impact of cattle and goats grazing on vegetation in oak stands of varying coppicing age. *Acta Oecologica* 37: 16-22
- Ποϊραζίδης, Κ., 2003. *Επιλογή βιοτόπων αναπαραγωγής από ημερόβια αρπακτικά πουλιά που συνυπάρχουν στο Εθνικό Πάρκο Δαδιάς – Λευκίμης – Σουφλίου*. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας, 264 σελ.
- Sharma, R.P., 2009. Modeling height-diameter relationships for Chir pine trees. *Banko Janakari* 19:3-9.
- Spurr, S.H. 1952. *Forest Inventory*. The Roland Press Co. New York. 476 p.
- Spyroglou, G., 2004. *A tree growth model for Quercus frainetto in Greece*. PhD Thesis, BOKU Wien.
- R Core Team, 2017. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Τρίγκας, Μ., 2018. Η αλυσίδα αξίας των δασών. Ενώνοντας τους κρίκους στη νέα στρατηγική για τα δάση. Πρακτικά ημερίδων για την αειφορία των ελληνικών δασών υπό το πρίσμα : «Περιβάλλον – Οικονομία – Κοινωνία» ΕΔΕ, σελ. 99-110, Θεσσαλονίκη.

Υπουργείο Γεωργίας, 1992. Αποτελέσματα πρώτης εθνικής απογραφής δασών. Γενική Γραμματεία Δασών Και Φ.Π. 162 σελ

Χατζηφιλιππίδης, Γ., Σπύρογλου, Γ., Αλμπάνης, Κ. και Βασιλόπουλος, Γ., 2005. Δασοκομική αξιολόγηση πειραματικών επιφανειών πλατύφυλλου δρυός (*Quercus frainetto*). Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου ΕΔΕ, σελ. 259-267, Δράμα.

Ζάγκας, Θ., 1990. Συνθήκες φυσικής εγκατάστασης της δασικής πεύκης σε περιοχή της Ροδόπης. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.

Ζάγκας, Θ., 2013. Πολυλειτουργική Δασοπονία και Οικονομική Κρίση. Πρακτικά 16^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου ΕΔΕ, σελ. 3-10, Θεσσαλονίκη.

Υπουργείο Γεωργίας - Ι.Δ.Ε.Θ., 1986. Μελέτη Στρατηγικής για την ανάπτυξη της Ελληνικής Δασοπονίας και Ξυλοπονίας 1986-2010, Αθήνα.

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΔΑΣΩΣΕΩΝ
ΕΙΔΩΝ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΗΝ Π.Ε. ΚΙΛΚΙΣ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ
ΤΗΣ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΠΡΟΣΒΟΛΗ
ΦΛΟΙΟΦΑΓΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ**

Ουρούζη, Αγγελική¹; Ζάγκας, Θεοχάρης²

¹Διδάκτωρ Δασολογίας, 21^{ης} Ιουνίου 207, 61100 Κιλκίς, Τηλ. 23410 22400, aourouzi@damt.gov.gr

²Καθηγητής Δασοκομίας Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310998903, zagas@for.auth.gr

Περίληψη

Στην περιοχή της Π.Ε. Κιλκίς έγιναν από το 1960, δασώσεις με είδη Πεύκης, σε έκταση 42.000 στρεμμάτων. Το 2018 διαπιστώθηκαν ξηράνσεις, από φλοιοφάγα έντομα της οικογένειας *Curculionidae*. Με την παρούσα εργασία διερευνήθηκαν οι συνθήκες αύξησης των αναδασώσεων στην περιοχή και τα καλλιεργητικά μέτρα που λήφθηκαν από δασοκομικής σκοπιάς σε συνδυασμό με τις ξηράνσεις. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν τον ρόλο της απουσίας δασοκομικών επεμβάσεων στις αναδασώσεις και την αστάθεια των οικοσυστημάτων τους. Καταγράφηκε μεγάλος αριθμός δένδρων στο Ηα, με έντονες ξηράνσεις αλλά και πλήρης απουσία προσβολών όπου έγιναν έγκαιρα δασοκομικές επεμβάσεις.

Λέξεις κλειδιά: Αναδασώσεις, ανάλυση δομής, φλοιοφάγα έντομα.

Εισαγωγή

Τα δασικά οικοσυστήματα είναι ανοιχτά συστήματα, τα οποία με την πάροδο του χρόνου, παρουσιάζουν συνεχείς μεταβολές στη δομή και τη λειτουργία τους. Εξαιτίας αυτών των μεταβολών παρουσιάζονται οικολογικές διαταραχές και διαδοχή των ειδών, που σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με αυτές. Οι οικολογικές διαταραχές οδηγούν το οικοσύστημα σε μία σειρά αλλαγών, οι οποίες στο σύνολό τους αποκαλούνται διαδοχή (Ζάγκας 1990, Binelli κ.α. 2012).

Είναι γεγονός ότι η ανθρώπινη παρέμβαση στα δασικά οικοσυστήματα είχε ως αποτέλεσμα μια αστάθεια σε αυτά (Hasenauer και Sterba 2000). Ως αποτέλεσμα των μακροχρόνιων αρνητικών ανθρωπογενών επεμβάσεων, τα δάση μας, παρουσιάζουν μειωμένη παραγωγική ικανότητα και φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους δημιουργώντας την αναγκαιότητα της πραγματοποίησης αναδασώσεων (Ζάγκας κ.α. 1998α).

Η απόκτηση γνώσεων για την κατάσταση των αναδασώσεων και τη λειτουργία τους ως τεχνητά οικοσυστήματα, έχει μεγάλη σημασία για τη σύνταξη αναδασωτικών προγραμμάτων από τους συναδέλφους της δασικής πράξης (Γκανάτσας και Τσιτσώνη 2003). Σε μεγάλο μέρος των αναδασωτικών προγραμμάτων χρησιμοποιήθηκαν κωνοφόρα είδη και ιδιαίτερα του γένους *Pinus* που είναι αειθαλή κωνοφόρα δένδρα και σπανιότερα θάμνοι. Το ύψος τους ποικίλει από 3 έως 80 μέτρα (Powell 2017). Ευδοκιμούν σε όξινα ή σπανιότερα σε αλκαλικά εδάφη, με κύριο χαρακτηριστικό την καλή αποστράγγιση του εδάφους και προτιμούν κυρίως ελαφρά εδάφη (Powell 2017).

Τα τεχνητά δάση αυτού του είδους, λόγω απουσίας συστηματικών καλλιεργητικών επεμβάσεων, εμφανίζουν πρόωρη γήρανση, προσβάλλονται από έντομα, απειλούνται διαρκώς από τις δασικές πυρκαγιές, αισθητικά είναι μονότονα, με αποτέλεσμα να κατατάσσονται από οικολογική άποψη στα ασταθή οικοσυστήματα (Ζάγκας κ.α. 2013).

Οι προσβολές από παράσιτα επηρεάζουν σημαντικά την υγεία και ποιότητα στα δασικά οικοσυστήματα. Οι Miura κ.α. (2015) αναφέρουν ότι στον Καναδά και τη Σιβηρία από το 2000 έως και το 2003, υποβαθμίστηκαν πάνω από 20 εκατομμύρια εκτάρια βορείων δασών, εξαιτίας προσβολών από επιβλαβή δασικά έντομα. Οι Τσόπελας και Καρανικόλα (2012) επισημαίνουν ότι στη δασική πράξη, η διαχείριση των δασών γίνεται κατά κανόνα, αγνοώντας τους κινδύνους από παθογόνα και έντομα.

Στην Ευρώπη επιδιώκεται η αύξηση του μέσου όγκου και της μέσης ηλικίας των δένδρων και από αυτή την άποψη είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε πως επιδρά η πυκνότητα και η ηλικία στην ανάπτυξη, στην ποικιλομορφία και στη θνησιμότητα (Spiecker 2000). Ο Dawkins (1962) και οι Foli κ.α. (2003), θεωρούν ότι η σχέση κόμης-διαμέτρου, εκφράζεται πιο πρακτικά με γραμμική εξίσωση. Ο αυξητικός χώρος κάθε ατόμου, ως συνάρτηση της διαμέτρου του, μπορεί να εκφραστεί με μαθηματικό τρόπο με την εξίσωση Foli κ.α. (2003): $GS = \pi/4 * cw^2$ (1), όπου GS ο αυξητικός χώρος του κάθε ατόμου σε m², cw=η διάμετρος κόμης σε m. Οι Ράπτης κ.α. (2020), κατέληξαν ότι για την πρόβλεψη της διαμέτρου της κόμης ομήλικων συστάδων *P.nigra*, η μορφή του γραμμικού μοντέλου μεικτών επιδράσεων με σταθερές παραμέτρους είναι η εξής $cw = 1,261316 + 0,166408 * D_{1,3}$ (2) όπου $D_{1,3}$ = διάμετρος στο στηθαίο ύψος σε cm και χρησιμοποιείται για την εύρεση του αυξητικού χώρου κάθε δένδρου. Η παραπάνω εξίσωση έχει μεγάλη δασοκομική σπουδαιότητα για αναδασωτικές εργασίες, αραιώσεις και άλλες δασοκομικές επεμβάσεις.

Ξεχωριστό ρόλο στην ανάπτυξη των δένδρων έχει το μήκος της κόμης τους. Ο Ντάφης (1990), χρησιμοποιεί κλίμακα τριών βαθμών για την κατηγοριοποίηση των δένδρων με βάση το μήκος της κόμης τους, σε μακρόκομα, μεσόκομα και βραχύκομα. Επίσης από την UN-ECE, καθιερώθηκε πενταβάθμια κλίμακα των διεθνών στάνταρ, που περιλαμβάνει τον βαθμό υγείας, τη ζωτικότητα και την ένταση των προσβολών.

Η αντιμετώπιση των βλαπτικών οργανισμών στα δασικά οικοσυστήματα περιλαμβάνει κυρίως μέτρα πρόληψης και χρήση κατάλληλων δασοκομικών χειρισμών και δευτερευόντως χημικές μεθόδους, που ρυπαίνουν το περιβάλλον (Τσόπελας και Καρανικόλα 2012).

Τέλη του 2018 διαπιστώθηκαν από το Δασαρχείο Κιλκίς εκτεταμένες ξηράνσεις δένδρων Πεύκης. Το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, με το αριθ. 428/10926/14-03-2019 έγγραφο, προσδιόρισε ότι πρόκειται για νεκρώσεις που οφείλονται στα φλοιοφάγα έντομα της οικογένειας *Curculionidae* και συνέστησε την άμεση απομάκρυνση των προσβεβλημένων δένδρων και τη διενέργεια αραιώσεων.

Με την παρούσα εργασία φιλοδοξούμε να συμβάλλουμε στη διερεύνηση του προβλήματος και να προτείνουμε συγκεκριμένα δασοκομικά μέτρα και καλλιεργητικούς χειρισμούς που θα βοηθήσουν στην καλύτερη δυνατή εξέλιξη των συστάδων της περιοχής έρευνάς μας, αλλά και περιοχών με παρόμοιες σταθμολογικές συνθήκες.

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνάς μας αφορά τα όρη Κρούσσια, Κερκίνη και Πάικο της Περιφερειακής Ενότητας Κιλκίς (Εικόνα 1). Μελετήσαμε τις αναδασώσεις σε επτά (7) Δασικά Συμπλέγματα της Π.Ε. Κιλκίς, εκ των οποίων τα πέντε ανήκουν στην περιοχή ευθύνης του Δασαρχείου Κιλκίς και τα δύο στην περιοχή ευθύνης του Δασαρχείου Γουμένισσας. Στην περιοχή της Π.Ε. Κιλκίς πραγματοποιήθηκαν, από τις αρχές του 1960 έως και το 1996, δασώσεις σε έκταση 42.000 στρεμάτων, με είδη Πεύκης (*P.nigra*, σε ποσοστό 70% η *P.brutia*, σε ποσοστό 20%, ακολουθεί η *P.silvestris* σε ποσοστό 7%, ενώ η *P.maritima* φυτεύτηκε σποραδικά σε λίγες εκτάσεις, το ίδιο και η *P.pinea*). Από τα 42.000 στρέμματα, σήμερα παραμένουν δασωμένα τα 27.880 στρέμματα ενώ οι εκτεταμένες νεκρώσεις που συνέβησαν σε αυτές τις αναδασώσεις Πεύκης, έχουν αρχίσει να αλλάζουν το τοπίο της περιοχής. Ως προς την έκταση των ξηράνσεων των ειδών Πεύκης, από το φλοιοφάγο έντομο της οικογένειας *Curculionidae*, αυτή πήρε χαρακτήρα επιδημίας στην περιοχή των δασικών συμπλεγμάτων Κρουσσίων, Μπέλλες, Μυριοφύτου, Ακρίτα και Πεδινά Περιαστικά, δηλαδή σε μια έκταση περίπου 23.330 στρεμάτων. Ήδη, όπως προκύπτει από στοιχεία του Δασαρχείου Κιλκίς, έχει καταστραφεί και υλοτομηθεί ξυλώδης όγκος περίπου 60.000 m³, από τα μέσα του 2019. Στα δασικά συμπλέγματα της Αξιούπολης και της Καστανερίης-Λιβαδίων δεν έχουν παρατηρηθεί ακόμη, τέτοιου είδους νεκρώσεις σε περιοχές αναδασωμένες με πεύκα.



Εικόνα 1. Χάρτης Δασικών συμπλεγμάτων, Π.Ε.Κιλκίς
Figure 1. Map of Forest Complexes, Kilkis Prefecture

Υλικά και μέθοδοι

Για την καταγραφή, διερεύνηση και αξιολόγηση των συνθηκών αύξησης των αναδασώσεων Πεύκης, σε συνδυασμό με τις ξηράνσεις στην Π.Ε. Κιλκίς, συγκεντρώθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα, από την Ελλάδα και το εξωτερικό. Οι δειγματοληψίες, για τη λήψη των στοιχείων πεδίου, πραγματοποιήθηκαν την περίοδο Φεβρουάριος 2020-Ιούνιος 2021. Έγινε η συλλογή και καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων από τα Δασαρχεία Κιλκίς και Γουμένισσας (περιοχή αναδασώσεων, έκταση, τυχόν επεμβάσεις, κ.λ.π.). Για την έρευνα της δομής και σύνθεσης των συστάδων αναδασώσεων, λήφθηκαν, τυχαία ανά δασικό σύμπλεγμα και ανά είδος πεύκης, συνολικά ένδεκα (11), δοκιμαστικές επιφάνειες διαστάσεων 20X10m η κάθε μία, εκ των οποίων οι πέντε (5) αφορούν το είδος *P. nigra*, οι τρεις (3) το είδος *P. brutia*, η μία (1) το είδος *P. silvestris*, η μία (1) το είδος *P. maritima* και η μία (1) το είδος *P. pinea*. Σε κάθε δοκιμαστική επιφάνεια πραγματοποιήθηκε: καταγραφή συντεταγμένων, υπερθαλάσσιου ύψους, θέσης, ορεογραφικής διαμόρφωσης, οικολογικών παρατηρήσεων (ποιότητα τόπου, παρουσία αναγέννησης κ.λ.π.). Μετρήθηκαν: η στηθιαία διάμετρος ($d_{1.3}$) κάθε δένδρου Πεύκης με διάμετρο μεγαλύτερη των 6 cm, η κλίση του εδάφους, το ύψος όλων των δένδρων, το ύψος έναρξης της κόμης και το πλάτος της κόμης. Καταγράφηκαν τα υγιή, τα νεκρά, τα μερικώς νεκρωμένα και τα εκτενώς νεκρωμένα δένδρα Πεύκης, σύμφωνα με την πενταβάθμια κλίμακα της UN-ECE (τα γεωγραφικά και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά όλων των δοκιμαστικών επιφανειών παρουσιάζονται στον πίνακα 1). Στη συνέχεια έγιναν υπολογισμοί κατά δοκιμαστική επιφάνεια (πίνακας 2), της μέσης στηθιαίας διαμέτρου, του μέσου ύψους, της μέσης κυκλικής επιφάνειας, του μέσου μήκους της κόμης και του μέσου πλάτους της κόμης. Έγινε ξεχωριστός υπολογισμός της μέσης στηθιαίας διαμέτρου και του μέσου ύψους, υγιών και νεκρών δένδρων, και προχωρήσαμε στην γραμμική συσχέτισή τους.

Η εμφάνιση μεμονωμένα καχεκτικών ατόμων στον μεσόροφο, δεν επιβάλλει την καταγραφή του ξεχωριστά. Η κατάταξη σε ποιότητες τόπου έγινε από τα στοιχεία των Διαχειριστικών μελετών, με τις αναγκαίες προσαρμογές με βάση το ύψος των δέκα ψηλότερων δένδρων. Με βάση το μήκος κόμης έγινε κατάταξη των συστάδων (πίνακας 3) σε βραχύκομες, μεσόκομες και μακρόκομες, που σε συνάρτηση με το μέσο πλάτος κόμης και με τον υπολογισμό του συντελεστή λυγρότητας (πίνακας 2), βλέπουμε την ύπαρξη ή όχι του απαραίτητου αυξητικού χώρου, για το κάθε δέντρο.

Η ηλικία των δένδρων της συστάδας προσδιορίστηκε με βάση τις καρτέλες αναδασωτικών εργασιών των Δασαρχείων και με επαληθευτική καταμέτρηση των δακτυλίων νεκρών υλοτομημένων δένδρων. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με GPS χειρός, με παχύμετρο και με ακρίβεια 1 cm, με υψόμετρο Haga και με ακρίβεια 1 m και με μετροταινία, ενώ στη συνέχεια έγινε και εξαγωγή περιγραφικών στατιστικών στοιχείων.

Έγινε εκτίμηση της τάξης ύψους, της ζωτικότητας των δένδρων και της τάσης κοινωνικής εξέλιξης τους, σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης (IUFRO) (Ντάφης 1990, Ζάγκας 1990). Σχεδιάστηκαν τα διαγράμματα, ύψους, διαμέτρων, κυκλικής επιφάνειας, κατάστασης δένδρων (υγιή, νεκρά, με μέτριες νεκρώσεις, με εκτεταμένες νεκρώσεις) και έγινε συσχέτιση των μεταβλητών με απλή γραμμική παλινδρόμηση.

Πίνακας 1. Γεωγραφικά και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά δοκιμαστικών επιφανειών.
Table 1. Geographical και physiographic characteristics of sampling plots.

α /α Δ .E.	Γεωγραφικές συντεταγμένες	Δασικό είδος	Υψό μ. (m)	Έκθεση	Κλίση %	Ποιότητα τόπου	Ηλικία σε έτη
1	X= 404104, Ψ= 4554192	<i>P. nigra</i>	460	Δ	20 %	III	42
2	X= 355744 , Ψ= 4536727	<i>P.silvestris</i>	137	ΒΔ	15 %	III	48
3	X= 402703, Ψ= 4572883	<i>P. brutia</i>	423	A	10 %	III	48-50
4	X= 376835 , Ψ= 4539228	<i>P. brutia</i>	150	Δ	10 %	III	62
5	X= 405281, Ψ= 4563454	<i>P. nigra</i>	710	B	25 %	III	48
6	X= 425878 ,Ψ= 4543893	<i>P. nigra</i>	765	A	15 %	III	45-47
7	X= 403676, Ψ= 4554758	<i>P.maritima</i>	450	A	15 %	II	48-50
8	X= 394941 , Ψ= 4551121	<i>P.pinea</i>	201	NA	20 %	IV	35
9	X= 395040 , Ψ= 4563454	<i>P. brutia</i>	207	A	15 %	III	38-40
10	X= 398120 , Ψ= 4571746	<i>P. nigra</i>	390	N	15 %	III	45
11	X= 430883, Ψ= 4541848	<i>P. nigra</i>	425	B	30 %	III	42-45

Αποτελέσματα

Με βάση τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τις δοκιμαστικές επιφάνειες και την επεξεργασία τους, συμπεραίνουμε ότι όλες οι περιπτώσεις των συστάδων που ερευνούμε αντιστοιχούν σε μονόροφες, αμιγείς, ομήλικες συστάδες, του γένους *Pinus* και βρίσκονται στο στάδιο των χονδρών κορμιδίων, των λεπτών κορμών, και μεμονωμένα των μέτριων κορμών. Γνωρίζοντας πλέον την κατάταξη σύμφωνα με το μέσο μήκος κόμης, σε συνάρτηση με το μέσο πλάτος κόμης, το οποίο εμφανίζεται πολύ μικρό, και με τον υπολογισμό του συντελεστή λυγρότητας (πίνακας 2), αποδεικνύεται ο έντονος συναγωνισμός των ατόμων και η έλλειψη του απαραίτητου αυξητικού χώρου.

Πίνακας 2. Γενική καταγραφή ογκομετρικών και στοιχείων δομής όλων των Δ.Ε.
Table 2. General recording of volumetric and structural elements of all S.P.

Ογκομετρικά και στοιχεία δομής των Δειγματοληπτικών Επιφανειών															
Δ.Ε.	Δασικό είδος	μέση επιφάνεια (cm ²)	μέσο ύψος (cm)	μέση κοκλική επιφάνεια	τάξεις ύψους (100,200,300)	τάξεις ζοπικότητας	τάξεις κοινωνικής	μέσο ύψος άφης κόμης	μέσο μήκος κόμης (m)	μέσο πλάτος κόμης (m)	μέση διάμετρος υγιών	μέση διάμετρος	συντελεστής	μέσο ύψος υγιών (m)	μέσο ύψος νεκρών (m)
1	<i>P.nigra</i>	4,80	,28	,3	72	02,5	,61	,14	,14	,8	6,3	2,28	,63	,58	,73
2	<i>P. silvestris</i>	9,73	9,9	,78	09,1	0,95	,14	,05	0,8	,04	9,7	,0	,67	9,90	,00
3	<i>P.brutia</i>	1,04	7,4	,8	91	31,3	,5	4,93	,49	,19	5,4	5,0	,83	8,92	5,50
4	<i>P.brutia</i>	0,21	6	,7	66	05,3	1,11	,11	,21	,74	0,2	0,0	,53	6,03	5,00
5	<i>P.nigra</i>	4,50	1,5	,8	68	00	3,6	,16	7,73	,68	5,6	0,0	,88	1,62	0,33
6	<i>P.nigra</i>	1,66	0,1	,8	57	03,5	4,5	,3	7,7	,41	6,3	7,56	,93	1,54	8,67
7	<i>P. maritima</i>	6,72	6,1	,7	72	00	1,58	,21	,91	,13	9,5	2,0	,60	6,47	5,50
8	<i>P.pinea</i>	5,85	,6	,1	26	12,5	2,4	,24	,79	,8	5,9	,0	,54	,60	,00

	<i>P.brutia</i>	9,64 ¹	6,6 ¹	55	04,6 ¹	5 ¹	,6 ¹	2,06 ¹	,48 ⁴	,45 ²	8,6 ¹	9,88 ¹	,84 ⁰	6,35 ¹	6,81 ¹
0	<i>P.nigra</i>	2,69 ²	8,2 ¹	,9	03,1 ¹	2,27 ¹	,23 ¹	4,8 ¹	,46 ³	,52 ²	5,7 ²	0,0 ²	,80 ⁰	9,00 ¹	7,20 ¹
1	<i>P.nigra</i>	7,21 ¹	8,7 ¹	,6	00 ¹	5,22 ¹	,3 ¹	5,77 ¹	,91 ²	,17 ²	8,2 ¹	6,63 ¹	,09 ¹	9,12 ¹	8,34 ¹

Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις μας, έχουμε (πίνακας 3) άφθονο ξηροτάπητα και ποώδη βλάστηση σε όλες τις συστάδες, αλλά είναι χαμηλή και ο υπόροφος ουσιαστικά ελλείπει, λόγω της μεγάλης πυκνότητας των δένδρων, ενώ η αναγέννηση παρουσιάζει διακυμάνσεις κατά δειγματοληπτική επιφάνεια, αλλού ελάχιστη και αλλού μέτρια.

Η γραμμική σχέση διαμέτρου υγιών δένδρων (γράφημα 1), εκφράζεται με την εξίσωση

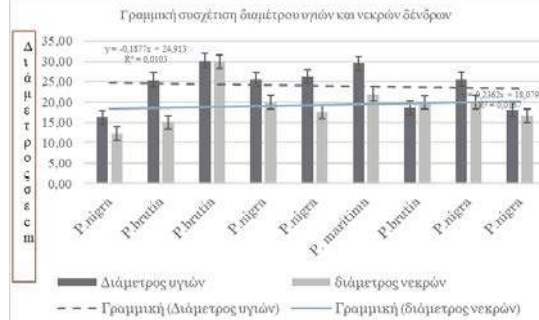
$Y = -0,1877x + 24,913$, με $R^2 = 0,0103$, ενώ η γραμμική σχέση ύψους υγιών δένδρων (Γράφημα 2), εκφράζεται με την εξίσωση $Y = 0,2363x + 18,079$, με $R^2 = 0,0167$

Στο γράφημα 3 αποτυπώνεται το μέγεθος των προσβολών από τα φλοιοφάγα έντομα κατά είδος και δοκιμαστική επιφάνεια. Στα δύο (2) δασικά συμπλέγματα, Καστανερός-Λιβαδίων και Αξιούπολης και στις συστάδες 1β (*Pinus silvestris*-η δεύτερη στον άξονα χ του γραφήματος 3) και 26α (*Pinus brutia*-η τέταρτη στον άξονα χ του γραφήματος 3) αντίστοιχα, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν από το Δασαρχείο Γουμένισσας έγκαιρα δασοκομικές επεμβάσεις (καλλιέργειες και αραιώσεις με αρνητική και θετική επιλογή), δεν παρουσιάζεται προσβολή από τα φλοιοφάγα έντομα, τα δένδρα με βάση τον συντελεστή λυγερότητας είναι σταθερά και ο αριθμός των δένδρων/ha είναι σχετικά χαμηλός 1.100 και 950 αντίστοιχα.

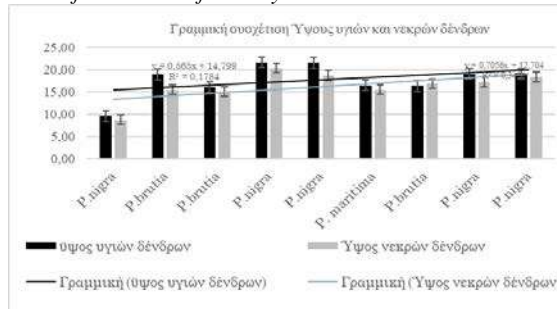
Πίνακας 3.Καταγραφή σταθμολογικών στοιχείων Δ.Ε.
Table 3. Station data recording of S.P.

Σταθμολογικά στοιχεία Δειγματοληπτικών Επιφανειών									
.α. Ε.	Δασικό είδος	Δομή συστά- δων	Πυκνότη- τα συστάδων N/ha	Ξηρο- τά- πητας	Χλοοτ- ά- πητας	Αναγέ- ν- νηση	Αριθ- μός ξηρών δέντρων (ποσο- στό ξηραν- σης κόμης 26% & άνω)	Ποσ- ο-στό (%) ξηρών δέντρων	Κατά- τα- ξη σύμφω- να με το μήκος κόμης
	<i>P.nigra</i>	Αμγ ής, ομήλικη	4.000	πλού- σιος	ελάχι- στος	λίγη	1.90 0	47,5	βραχύ κομα
	<i>P. silvestris</i>	Αμγ ής, ομήλικη	1.100	πλού- σιος	πλούσι- ος	αρκετ- ή	0	0,0	μακρ- όκομα
	<i>P.bruti- a</i>	Αμγ ής, ομήλικη	2.400	πλού- σιος	αρκετό- ς	μέτρια	1.10 0	45,8	βραχύ κομα
	<i>P.bruti- a</i>	Αμγ ής, ομήλικη	950	πλού- σιος	αρκετό- ς	αρκετ- ή	50	5,26	Μεσό κομα
	<i>P.nigra</i>	Αμγ ής, ομήλικη	1.450	πλού- σιος	ελάχι- στος	λίγη	350	24,1 4	Βραχ- ύκομα
	<i>P.nigra</i>	Αμγ ής, ομήλικη	1.450	πλού- σιος	ελάχι- στος	λίγη	750	51,7 2	βραχύ κομα
	<i>P. maritima</i>	Αμγ ής, ομήλικη	1.250	πλού- σιος	αρκετό- ς	λίγη	450	36,0	μακρ- όκομα
	<i>P.pinea</i>	Αμγ ής, ομήλικη	1.300	πλού- σιος	ελάχι- στος	λίγη	0	0,0	μακρ- όκομα

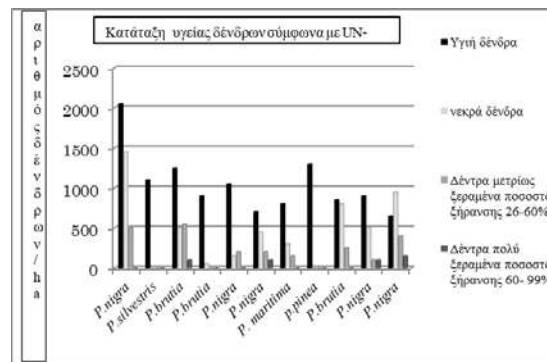
	<i>P.brutia</i>	Αμυγής, ομήλικη	1.900	πλούσιος	αρκετός	μέτρια	1.250	65,79	βραχύκομα
0	<i>P.nigra</i>	Αμυγής, ομήλικη	1.600	πλούσιος	αρκετός	μέτρια	700	43,75	βραχύκομα
1	<i>P.nigra</i>	Αμυγής, ομήλικη	2.150	πλούσιος	αρκετός	αρκετή	1.500	69,78	βραχύκομα



Γράφημα 1. Συσχέτιση διαμέτρων υγιών και νεκρών δένδρων και απεικόνιση τυπικού σφάλματος.
Graph.1. Correlation of diameters of healthy και dead trees και illustration of typical error.



Γράφημα 2. Συσχέτιση ύψους υγιών και νεκρών δένδρων και απεικόνιση τυπικού σφάλματος.
Graph .2. Correlation of height of healthy και dead trees και illustration of typical error.



Γράφημα 3 . Κατάταξη δένδρων από άποψη υγείας.
Graph 3.. Classification of trees in terms of health.

Από την επεξεργασία του (πίνακα 4), προκύπτουν στοιχεία όπως είναι ο μεγάλος αριθμός των ατόμων/ha (950 έως 4000), το ότι ο πραγματικός αυξητικός χώρος υπολείπεται του απαιτούμενου αυξητικού χώρου έως και 5 φορές, όπως και η ανυπαρξία δασοκομικών επεμβάσεων αφού μόνο στις δύο, από τις έντεκα συνολικά συστάδες, πραγματοποιήθηκαν αραιώσεις και καλλιέργειες

Πίνακας 4. Υπολογισμός ζωτικού χώρου αύξησης όλων των Δοκιμαστικών Επιφανειών.
Table 4. Calculation of increase living space of all sampling plots.

Δοκιμαστική επιφάνεια	Δασικά είδος	Αριθμός δένδρων N/ha	Μέση σφηθιαία διάμετρος (cm)	Μέσο πάχος κόμης (m)	Απαιτούμενος αυξητικός χώρος βάσει γραμμικής συσχέτισης, GS=π/4 (1,261316+0,166408* D1.3)2 σε m ²	αυξητικός χώρος βάσει στοιχείων δοκιμαστικής επιφάνειας σε m ²	Γενόμενες δασοκομικές επιρροές	Σχέση υπάρχοντος /απαιτούμενου αυξητικού χώρου %
1	<i>P.nigra</i>	400 0	14,8 0	1,8 0	10,90	2,54	καμία	23,35
2	<i>P. silvestris</i>	110 0	29,7 0	4,0 4	30,24	12,82	αραιώσεις	42,39
3	<i>P.brutia</i>	240 0	21,0 0	2,1 9	17,77	3,77	καμία	21,19
4	<i>P.brutia</i>	950 0	30,2 0	4,2 5	31,06	14,19	αραιώσεις	45,67
5	<i>P.nigra</i>	140 0	24,5 0	2,9 7	22,39	6,93	καμία	30,94
6	<i>P.nigra</i>	145 0	21,7 0	2,2 1	18,65	3,84	καμία	20,56
7	<i>P. maritima</i>	125 0	26,7 0	4,2 3	25,57	14,05	καμία	54,96
8	<i>P.pinea</i>	130 0	15,8 0	3,7 3	11,89	10,93	καμία	91,87
9	<i>P.brutia</i>	190 0	19,6 0	2,4 5	16,07	4,71	καμία	29,33
10	<i>P.nigra</i>	160 0	22,7 0	2,5 2	19,95	4,99	καμία	25,00
11	<i>P.nigra</i>	215 0	17,2 0	2,1 7	13,36	3,70	καμία	27,68



Γράφημα 4. Πραγματικός και απαιτούμενος αυξητικός χώρος κάθε δένδρου.
Graph 4. Real και required growth space of each tree.

Συζήτηση-συμπεράσματα

Στις περιοχές των αναδασώσεων της Π.Ε. Κιλκίς χρησιμοποιήθηκαν για δάσωση, ανάλογα με τις ζώνες βλάστησης και τα κατάλληλα είδη Πεύκης. Δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία στις καρτέλες των αναδασωτικών εργασιών των Δασαρχείων στοιχεία σχετικά με την προμήθεια των σπόρων των απαιτούμενων ειδών, που χρησιμοποιήθηκαν στα φυτώρια και αν προήλθαν από τους κατάλληλους οικολογικά σταθμούς. Η εφαρμογή πυκνού φυτευτικού συνδέσμου (1m x 2,5m), στις περισσότερες περιπτώσεις, κατά την πραγματοποίηση των αναδασωτικών εργασιών και η απουσία οποιονδήποτε αραιώσεων με αρνητική και θετική επιλογή στη μεγάλη πλειοψηφία τους, είχε ως αποτέλεσμα το μεγάλο αριθμό δένδρων στην επιφάνεια των Δ.Ε., από 1.250 έως 4.000 άτομα/ha (πίνακας 4).

Όλες οι συστάδες των αναδασώσεων είναι μονόροφες, ομήλικες και αμιγείς. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού δένδρων στη μονάδα επιφάνειας, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ανταγωνισμού μεταξύ των ατόμων. Από τη σύγκριση του υπάρχοντος αυξητικού χώρου και του απαιτούμενου αυξητικού χώρου, που υπολογίστηκαν με βάση τις εξισώσεις των Foli κ.α. (2003) και των Ράπτη κ.α. (2020), προκύπτει ότι η σχέση τους κυμαίνεται περίπου από 1 προς 5, στις συστάδες που δεν έγινε καμιά

δασοκομική επέμβαση, και φτάνει στο 1 προς 2 στις συστάδες που άρχισαν πριν λίγα χρόνια να γίνονται δασοκομικές επεμβάσεις.

Με βάση τον υπολογισμό του συντελεστή λυγρότητας προκύπτει ότι για τη μεγάλη πλειοψηφία των δένδρων υπάρχει έλλειψη του απαραίτητου ζωτικού χώρου, αφού σε ποσοστό 54,5% η τιμή του κυμαίνεται από 81 έως 109, γεγονός που χαρακτηρίζει τα δένδρα από ασταθή έως λίαν ασταθή. Το ύψος έναρξης της κόμης παρουσιάζεται αρκετά μεγάλο, λόγω του έντονου συναγωνισμού μεταξύ των ατόμων της συστάδας (άτομα βραχύκομα).

Στις συστάδες της περιοχής έρευνας, ανάλογα με την περίπτωση, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

Πρώτη περίπτωση: συστάδες στις οποίες δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία έγκαιρη δασοκομική επέμβαση, όπως είναι οι συστάδες των δασικών συμπλεγμάτων περιοχής ευθύνης Δασαρχείου Κιλκίς, (Κρουσιών, Κερκίνης, Μυριοφύτου, Ακρίτα και Πεδινά Περιαστικά). Ως εκ τούτου ήταν αναμενόμενα τα μικρά μεγέθη στις μέσες στηθιαίες διαμέτρους και στο μήκος κόμης και τα σχετικά υψηλά μεγέθη στον αριθμό των δένδρων ανά εκτάριο και στον συντελεστή λυγρότητας. Αναμενόμενο επίσης και το μέγεθος από τον υπολογισμό του αυξητικού τους χώρου που είναι περίπου το 20% του απαιτούμενου.

Δεύτερη περίπτωση: συστάδες στις οποίες έχουν πραγματοποιηθεί δασοκομικές επεμβάσεις εδώ και είκοσι χρόνια περίπου, όπως είναι οι συστάδες των δασικών συμπλεγμάτων περιοχής ευθύνης Δασαρχείου Γουμένισσας (Καστανερής-Λιβαδίων και Αξιούπολης), όπως προκύπτει τόσο από τις διαχειριστικές μελέτες της περιοχής, αλλά και από τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα δομής και ιδιαίτερα από τις ικανοποιητικές μέσες στηθιαίες διαμέτρους, από το επαρκές μήκος κόμης, από τον χαμηλό συντελεστή λυγρότητας και από τον υπολογισμό του αυξητικού τους χώρου που πλησιάζει το 50% του απαιτούμενου.

Μεταξύ των δασικών συμπλεγμάτων αλλά και μέσα σε κάθε δασικό σύμπλεγμα, παρατηρείται μεγάλη διακύμανση των ποσοστών νεκρών δένδρων, γεγονός που δείχνει ότι υπάρχει ανομοιομορφία στην κατανομή της προσβολής.

Η παρούσα έρευνα επιβεβαίωσε την επίδραση δασοκομικών και καλλιεργητικών επεμβάσεων των συστάδων, στην εμφάνιση και ένταση του φαινομένου. Έτσι τα υψηλότερα ποσοστά προσβολών και οι εκτεταμένες νεκρώσεις, εμφανίζονται στις συστάδες που είχαμε πλήρη απουσία δασοκομικών και καλλιεργητικών επεμβάσεων ενώ, χαμηλότερα ή και μηδενικά, εμφανίζονται σε συστάδες που οι δασοκομικές και καλλιεργητικές επεμβάσεις ξεκίνησαν σχετικά νωρίς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η απουσία προσβολής του φλοιοφάγου εντόμου στις αναδασώσεις με *P. brutia* στην περιοχή του δασικού συμπλέγματος Αξιούπολης, στις οποίες έγιναν έγκαιρα δασοκομικές επεμβάσεις. Επίσης καμία προσβολή δεν εμφανίστηκε στις αναδασώσεις με *P. Sylvestris* στο όρος Πάικο, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν εδώ και 22 χρόνια, δασοκομικές επεμβάσεις αραίωσης. Προσβολή δεν εμφανίστηκε και στις αναδασώσεις με *P. pinea*, αν και αυτές οι συστάδες συνυπάρχουν με διπλανές συστάδες από *P. Brutia* και βασικός λόγος πέρα από τον σχετικά ικανοποιητικό αυξητικό χώρο που καταλαμβάνουν τα δένδρα, είναι ότι η *Pinus pinea* προσβάλλεται σπάνια από παράσιτα και ασθένειες, (Abad κ.α. 2016). Το μέγεθος της κόμης των δένδρων, παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις με τη μεγάλη πλειοψηφία των συστάδων να είναι βραχύκομες, δηλαδή το μήκος της κόμης είναι μικρότερο από το ένα τρίτο του συνολικού μήκους του δένδρου.

Επίσης αν και οι ξηράνσεις εμφανίζονται σε άτομα όλων των ηλικιών και όλων των κλάσεων διαμέτρων, είναι σημαντικά υψηλότερο το ποσοστό των ξηράνσεων στα άτομα μικρότερης διαμέτρου και ύψους (διαγράμματα 1 & 2), πράγμα που συνδέεται άμεσα με τη διαθεσιμότητα του αναγκαίου αυξητικού χώρου των δένδρων (πίνακας 4) και την καταπόνηση που υφίστανται όσα υπολείπονται σε αύξηση.

Αν και δεν αποτέλεσε ξεχωριστό μέρος της έρευνάς μας, πρέπει να αναφέρουμε όπως διαπιστώσαμε επί τόπου οι ίδιοι, αλλά και όπως συζητήσαμε με το προσωπικό του Δασαρχείου Γουμένισσας, ξηράνσεις και νεκρώσεις από προσβολή φλοιοφάγων εντόμων δεν παρατηρήθηκαν στις νέες σχετικά μεικτές φυσικές συστάδες αφού εγκαταστάθηκαν μετά το 1960, της *P. nigra* με είδη *Quercus*, που φύονται σε μεγάλες εκτάσεις στο Δασικό σύμπλεγμα Σκρά-Φανού του Δασαρχείου Γουμένισσας. Το παραπάνω γεγονός, πέρα από το ότι διενεργούνται εδώ και αρκετά χρόνια καλλιεργητικές επεμβάσεις, προφανώς οφείλεται και στο λόγο ότι οι συστάδες είναι πολύορφες και ο ανταγωνισμός των δένδρων για την εξασφάλιση αυξητικού χώρου αρχίζει πολύ νωρίς και έτσι επικρατούν τα πιο ρωμαλέα δένδρα, με άτομα λιγότερα ανά εκτάριο και καλή υγεία και σταθερότητα.

Μετά από την έρευνά μας προτείνουμε σε αναδασώσεις Πεύκης να διενεργούνται εγκαίρως οι αραιώσεις και η καλλιέργεια των συστάδων, στα στάδια των κορμιδίων και των λεπτών κορμών. Έτσι θα υπάρχει, για τα κάθε φορά εναπομείναντα δέντρα, ο απαραίτητος αυξητικός χώρος που χρειάζεται το καθένα, ανάλογα με το στάδιο εξέλιξης, στο οποίο αυτά βρίσκονται, ώστε να μην στρεσάρονται από την έλλειψη του αυξητικού χώρου και από τον ανταγωνισμό για τη διεκδίκηση του ήλιου, των θρεπτικών συστατικών και του νερού.

Abstract

From the beginning of the 60's, various species of pine had been planted for afforestation, on several areas in the Prefecture of Kilkis (Central Macedonia region -Greece). In 2018, in these areas, pine necrosis was observed, due to bark-eating insects of the family Curculionidae. The present work investigated the conditions for the increase of these reforestations as well as the silvicultural treatments that were implemented. The results highlighted the role of the absence of silvicultural system in reforestation. The investigation showed that an excessive number of trees per hectare had been planted, resulting in a lack of sufficient growth space, while in some forest stands, to which silvicultural treatments had been applied, no necrosis was observed.

Βιβλιογραφία

- Abad Vinas, R., Caudullo, G., Oliveira, S. and de Rigo, D., 2016. *Pinus pinea* in Europe: distribution, habitat, usage και threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01b4fc+
- Binelli E., Gholz H. and Duryea M., 2012. Plant Succession and Disturbances in the Urban Forest Ecosystem, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food και Agricultural Sciences, University of Florida, Miami, IFAS Extension, Chapter 4, pp. 1-20.
- Γκανάτσας Π. και Τσιτσώνη Θ., 2003. Μέθοδοι εκτίμησης της επιτυχίας των αναδασώσεων. Πρακτικά ημερίδας : ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ για Δασώσεις, Αναδασώσεις, και Βελτίωση Αστικού-Φυσικού Τοπίου. Δράμα 6 Ιουνίου 2003. Σελ. 55-68.
- Dawkins, H. C., 1962. Crown diameters: Their relation to bole diameter in tropical forest trees. Commonwealth Forestry Review 26: 318–333, in Foli E.G., κ.α. (2003).
- Foli, E.G., Alder, D., Miller, H.G. and Swaine, M.D. 2003. Modelling growing space requirements for some tropical forest tree species. Forest Ecology, 173: 79–88.
- Hasenauer, H. and Sterba, H., 2000. The Research Program for the Restoration of Forest Ecosystems in Austria. Spruce monocultures in Europe-problems and prospects. EFI Proceedings No. 33.
- Ζάγκας Θ., Τσιτσώνη Θ., Γκανάτσας Π. και Χατζηστάθης Α., 1998α. Επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών στη δασική βλάστηση. Πρακτικά του 8ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. Αλεξανδρούπολη 6-8 Απριλίου 1998. Σελ. 87- 94.
- Ζάγκας Θ., Ζάγκας, Δ. και Καραμανώλης, Δ., 2013. Διαχείριση και δασοκομικός σχεδιασμός αμιγών τεχνητών συστάδων κωνοφόρων με σκοπό τη μετατροπή τους σε μεικτές. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία- Πρακτικά 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου και Annual Meeting ProSilva Europe.
- Ζάγκας, Θ., 1990. Συνθήκες φυσικής εγκατάστασης της δασικής Πεύκης σε περιοχή της Ροδόπης. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ..
- Miura, S., Amacher, M., Hofer, T., San-Miguel-Ayanz, J., 2015. Protective functions και ecosystem services of global forests in the past quarter-century. For. Ecol. Manag. 352, 35–46.
- Ντάφης, Σ., 1990. Εφαρμοσμένη Δασοκομική
- Powell, L., 2017. The Genus Pinus: A Reference Guide for Pines. Lulu Press, Morrisville .
- Spiecke, H., 2000. Growth of Norway Spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) under Changing Environmental Conditions in Europe . Spruce monocultures in Europe - problems και prospects. EFI Proceedings No. 33.
- Ράπτης, Δ., Καζάνα, Β., Καζακλής, Α. και Σταματίου, Χ., 2020. Ανάπτυξη γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων για την πρόβλεψη της διαμέτρου κόμης ομήλικων συστάδων μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) στην περιοχή του εθνικού δρυμού της Πίνδου. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα- Σειρά IV – Τόμος 29-Τεύχος 1/2020.
- Τσόπελας, Π. και Καρανικόλα, Π., 2012. Υγεία των δασικών οικοσυστημάτων. Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση. WWF Ελλάς, Αθήνα.

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΔΑΣΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Παπαδόπουλος, Ιάκωβος¹

¹Διδάκτωρ Δασολόγος Α.Π.Θ. – M.Sc.Βιολογίας Α.Π.Θ. – M.Sc.Δ.Π.Μ.Σ. Κτηματολογίου Νομικής Α.Π.Θ. – Δ/ση Δασών Π.Ε. Θεσσαλονίκης – Τμήμα Προστασίας και Διαχείρισης Δασών – Ταχ. Δ/ση: Ναυαρίνου 28 – Τ.Κ. 55 131 Καλαμαριά Θεσσαλονίκης Τηλέφωνο: 2313 309 543, fax: 2313 309 547, iakwvospap@gmail.com, iakrap@damt.gov.gr

Περίληψη

Το πρώτο και αμεσότερο αποτέλεσμα του εκάστοτε διενεργούμενου δασοκομικού χειρισμού είναι το οπτικά αντιλαμβανόμενο. Η αισθητική αξιολόγηση διευρύνεται επί του ευρύτερου πλαισίου της δασικής αναψυχής. Οι φυσικός διενεργούμενοι δασοκομικοί χειρισμοί αδιαμφισβήτητα υπερτερούν σε σύγκριση με την «τεχνητή» δασοκομία. Η πλήρης απουσία δασοκομικών χειρισμών, συγκεντρώνει χαμηλότερες εκτιμήσεις σε σχέση με ήπιες επεμβάσεις. Αποψιλωτικές ή επιλογικές και υπόσκιες υλοτομίες σε ομάδες και λόχμες εκ των οποίων προκύπτει η υποκηπευτή δομή, σαφώς πλεονεκτούν έναντι των ολοκληρωτικά αποψιλωτικών υλοτομιών. Σπερμοφυείς συστάδες ευκρινώς πλεονεκτούν έναντι των πρεμνοφυών. Φωτεινός ή χαλαρός μέσος συνολικός βαθμός συγκόμωσης, μίξη ειδών, συνθήκες «ελεγχόμενης φυσικότητας», μη συσσώρευση βιομάζας και υπολειμμάτων υλοτομιών, εικόνα υγιούς δάσους κ.λπ. συνδέονται με υψηλότερες αξιολογήσεις.

Λέξεις κλειδιά: Δασοκομία, τοπίο, αισθητική.

Εισαγωγή

Το δάσος όπου εμφανίζεται, αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο του τοπίου, προσδίδοντας τη σφραγίδα του, γι' αυτό και η διατήρηση της φυσιολογίας του τοπίου πρέπει να λαμβάνεται πολύ σοβαρά υπόψη κατά τη διαχείριση και το χειρισμό των δασικών οικοσυστημάτων (Ντάφης κ.ά. 2014). Δεν πρέπει επίσης σε καμία περίπτωση να παραβλέπεται το γεγονός ότι στο «μη ειδικό» κοινό, η εν γένει ασκούμενη δασοπονία κρίνεται από το τελικά αντιλαμβανόμενο δασικό τοπίο.

Βάσει των δεδομένων της σχετικής βιβλιογραφίας όπως αναλυτικώς και κατά περίπτωση ακολούθως αναφέρονται και αφορούν τη Βόρεια Αμερική, Ευρώπη, Ασία και Αυστραλία, διαπιστώνεται ότι γενικά τείνουν να προτιμώνται:

- Συστάδες προερχόμενες εκ της φυσικά ασκούμενης δασοκομίας, ήπια διαχειριζόμενες, οι οποίες έχουν κατά κανόνα προέλθει από υπόσκιες και επιλογικές υλοτομίες.
- Οι εν λόγω συστάδες είναι κατά τεκμήριο ώριμες, ομαδοπαγώς ή λοχμοπαγώς μικτές, υψηλές, διαχειριστικά σπερμοφυείς, υποκηπευτοειδούς δασοπονικής μορφής, με αναγνωρίσιμη διαφόριση ύψους και βαθμιδωτής δομής, αραιού υπορόφου και παρεδαφιαίας βλάστησης και με εδαφοκάλυψη χλοοτάπητα.
- Συγκροτούνται κατά κανόνα από ατομικοποιημένα, φαινοτυπικά άριστα και μη κλαδοδοβριθή άτομα, σχετικά μεγάλων διαστάσεων ύψους και σθηθιαίας διαμέτρου, ρωμαλέας διαμόρφωσης κόμης με απουσία σφαλμάτων κορμού.
- Ο μέσος συνολικός βαθμός συγκόμωσης είναι φωτεινός ή χαλαρός, μη σύμπυκνος αλλά όχι και διάκενος, με γενική εποπτική εικόνα υγιούς οικοσυστήματος, χωρίς ορατές προβολές από μύκητες και έντομα.
- Εντοπίζονται λίγοι φυσικά κατακείμενοι κορμοί, ανεμορρίματα ή χιονορρίματα, χωρίς σημαντική συσσώρευση βιομάζας, υπολείμματα υλοτομιών ή άμεσα και ισχυρού βαθμού αναγνωρίσιμη εν γένει ανθρωπογενής επέμβαση.
- Οι αισθητικές αξιολογήσεις σε καθολικό πρακτικά βαθμό μεγιστοποιούνται, αν επιπλέον διακρίνονται: Χαρακτηριστικές μορφές φυσικών χαρακτηριστικών όπως καλοδιατηρημένα υπέργηρα άτομα υψηλής οπτικά σημαντικότητας, σχηματισμοί βράχων που συνδυάζονται αρμονικά

με το γενικότερο τοπιακό σύνολο, καθαρό νερό και εν γένει στοιχεία που αξιωματικά προσδίδουν προστιθέμενη αξία στην αισθητικά αντιλαμβανόμενη εικόνα, όπως ήπιες εδαφικές κλίσεις σε ενδοδασικό τοπίο, Φθινοπωρινά χρώματα, Ανοιξιάτικη ανθοφορία, ή εντυπωσιακός πλάγιος φωτισμός.

Θεώρηση του ρόλου της δασοκομίας επί της αισθητικής αξιολόγησης του δασικού τοπίου

Σε όσες περιπτώσεις έχει κατά κανόνα εφαρμοσθεί το σύστημα «γεωργικοποίησης» της δασοκομίας (όπως Σκανδιναβία, Μεγάλη Βρετανία, Η.Π.Α. και Καναδάς), καταγράφεται αρνητικό αισθητικό αποτέλεσμα βάσει των εκτιμήσεων του κοινού. Όσο διπλωματικά και να τεθεί η εν θέματι διαπίστωση, δεν μπορεί να αποσιωπηθεί το γεγονός ότι το σύστημα φυσικώς διενεργούμενων δασοκομικών χειρισμών, αδιαμφισβήτητα και με μη συγκρίσιμη ουσιαστικά διαφορά, υπερέχει σε σύγκριση με την «τεχνητή» δασοκομία, ως ερευνητικά και βιβλιογραφικά τεκμηριώνεται.

Η συγκεκριμένη διαπίστωση, καθίσταται εννοιολογικά και νοηματοδοτικά σαφής, ακόμη και σε επίπεδο λεκτικής διατύπωσης. Στις Η.Π.Α. ειδικά, η φυσική, πολυλειτουργική και κοινωνικά αποδεκτή δασοκομική θεώρηση, άρχισε ως ολοκληρωμένη έννοια να μνημονεύεται από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του '80, σήμερα δε, έχει επικρατήσει με τον όρο «νέα δασοκομία» (new forestry: αναφορές από Ribe 1999, Ribe και Matteson 2002). Ακόμη πάντως και η ονοματολογία, συνειρμικώς και επαγωγικώς, δεικνύει ότι η προηγουμένως διενεργούμενη δασοκομία δεν ήταν σίγουρα σε κάποιο τουλάχιστον βαθμό, φυσικώς νοούμενη, πολυπαραγοντική ή κοινωνικά συμπλέουσα.

Τα ανωτέρω παρατιθέμενα, διερμηνεύονται και από την προσπάθεια που καταβάλλεται από τις συγκεκριμένες χώρες στην κατεύθυνση βελτίωσης της αισθητικής και εν γένει αναψυχικής λειτουργίας των δασών τους. Το εν λόγω εγχείρημα προσεγγίζεται πλέον μέσω ολοκληρωμένης απόδοσης μεταξύ οικονομικής και κοινωνικής θεώρησης του δασικού οικοσυστήματος ως φυσικού πόρου και περιβαλλοντικά αγωγίμου αγαθού. Οι εκτεταμένης κλίμακας αποψιλωτικές υλοτομίες, η πλήρης μηχανοποίηση των εργασιών, η τεχνητή επανίδρυση συστάδων, το εκ του αποτελέσματος πολλές φορές αναφύμενο βιο-οικολογικό ασυμβίβαστο της αναφορικά με το αντικείμενο του θέματος αναγκαιότητας ή επιλογής, σε συνδυασμό με τις κοινωνικές απόψεις – ίσως μάλιστα επιταγές και απαιτήσεις – σήμερα πλέον όχι μόνο θεωρούνται, αλλά και αποδεικνύονται αισθητικά τουλάχιστον, μειωμένης αξίας. Οι εν λόγω απόψεις είτε άμεσα, είτε τις περισσότερες φορές έμμεσα, διατυπώνονται σε ό,τι αφορά τα δασικά εν γένει οικοσυστήματα στην Ευρώπη (Lucas 1997, Schraml και Volz 2009, Edwards κ.α. 2012, Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry 2015), τις Η.Π.Α. (Ribe 1989, 1999, Brunson και Shelby 1992, Magill 1992, Steel κ.α. 1994, Ribe και Matteson 2002) και τον Καναδά (Dearden 1983, Pinkerton 1998, Ministry of Forests, British Columbia Ministry of Forests and Range 2006).

Μέθοδοι υλοτομίας και αναγέννησης

Από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας (Benson και Ullrich 1981, Dearden 1983, Ελευθεριάδης 1989, 2006, Ribe 1989, 1999, Magill 1992, Steel κ.α. 1994, Pinkerton 1998, Rosenberger και Smith 1998, Ministry of Forests 2001, Sverre και Frivold 2008, Μπρόφας 2013) καταδεικνύεται ότι οι αποψιλωτικά διενεργούμενες υλοτομίες αποτελούν τη δασοκομική επέμβαση με τις χαμηλότερες αισθητικές εκτιμήσεις.

Η μη επέμβαση, η πλήρης δηλαδή απουσία δασοκομικού χειρισμού, επίσης συγκεντρώνει χαμηλότερες τοπιακές αξιολογήσεις σε σχέση με ήπιας επέμβασης δασοκομικούς χειρισμούς. Ανάμεσα στις δύο αυτές καταστάσεις, οι επιλογικές υλοτομίες και οι κηπεύσεις φαίνεται ότι αποτελούν τις κατεξοχήν προτιμητέες σχετικά με το τελικά αντιλαμβανόμενο οπτικό αποτέλεσμα. Τούτο σημαίνει ότι αποψιλωτικές ή υπόσκιες υλοτομίες σε ομάδες και λόχμες εκ των οποίων προκύπτει η υποκηπευτή δομή, σαφώς πλεονεκτούν έναντι των ολοκληρωτικά αποψιλωτικών υλοτομιών όπου δημιουργείται μεταδασογενές περιβάλλον. Οι κατά λωρίδες και κρσπεδικές υλοτομίες όπου δημιουργείται εξωδασογενές περιβάλλον ή κατά τμήματα, όπου αντίστοιχα δημιουργείται διακενογενές περιβάλλον, αποτελούν μέση κατάσταση αισθητικής αξιολόγησης.

Το ότι οι αποψιλωτικές υλοτομίες σχετίζονται με εξαιρετικά χαμηλού βαθμού αισθητικές αξιολογήσεις αποτελεί πλέον ξεκάθαρο συμπέρασμα, πλην όμως η ισχυρού βαθμού αισθητική υποβάθμιση, μπορεί σε ορισμένο βαθμό να μετριασθεί μέσω δασοκομικών χειρισμών δημιουργίας μικρού μεγέθους και ακανόνιστου σχήματος υλοτομιών (Λιάκος 1985, Ντάφης 1986, Χατζηστάθης και Ισικουδής 1992, Ministry of Forests 2001), απομάκρυνσης υπολειμμάτων υλοτομικών εργασιών

(Jones 1993, Hoffman και Palmer 1996), αύξησης του ποσοστού παρακράτησης (Ribe 2009, 2013), ή εκπαίδευσης του κοινού (Hill και Daniel 2007) σχετικά με τον εκάστοτε τιθέμενο δασοκομικό σκοπό όταν αυτός είναι κατά κύριο λόγο η ρευστοποίηση του ξυλαποθέματος.

Διαπίστωση που αξίζει να αναφερθεί είναι τα όσα καταγράφονται από τους Hoffman και Palmer (1996) αναφορικά με το ότι και οι Δασολόγοι και το μη ειδικό κοινό αξιολόγησε τις αποψιλωτικές υλοτομίες ως προς το οπτικό τους αποτέλεσμα εξαιρετικά χαμηλά, πλην όμως οι Δασολόγοι δεν τις αξιολόγησαν τόσο χαμηλά, όσο το μη ειδικό κοινό. Το εν λόγω συμπέρασμα προφανώς οφείλεται στην επαγγελματική ιδιότητα και την επιστημονική γνώση αναφορικά με το σκοπό που καλείται να επιτελέσει ο συγκεκριμένος δασοκομικός χειρισμός, ασχέτως του χαμηλού αισθητικού αποτελέσματος. Έχει επίσης διαπιστωθεί ότι η αισθητική απομείωση σαφέστατα εξομαλύνεται με το πέρασμα του χρόνου από το χρονικό σημείο επέμβασης (Bradley και Kearney 2007, Sverre και Frivold 2008). Αναφορικά με την εποχή της διενεργούμενης υλοτομίας, αποσπασματικά και περιπτωσιολογικά τίθεται μόνο αναφορά στη σχετική βιβλιογραφία, τα δε αποτελέσματα δεν συγκλίνουν σε συγκεκριμένη κατεύθυνση. Από τους Gramann και Rudis (1994) πάντως αναφέρεται ότι ο Χειμώνας σαφώς μειονεκτεί ως προς το οπτικό αποτέλεσμα των διενεργούμενων υλοτομιών αναφορικά με την Άνοιξη, το Καλοκαίρι και το Φθινόπωρο.

Δασοπονική μορφή

Όπως σχετικώς αναφέρεται (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1992) κηπευτή και υποκηπευτή δομή υπερέχουν αισθητικά σε σχέση με την ομήλικη, μολοντί δεν προσφέρουν άνετη σε βάθος ορατότητα που είναι συνήθως απαραίτητη συνθήκη αισθητικής αναβάθμισης, ως εκ τούτου, κηπευτές και υποκηπευτές συστάδες και γενικά πολύροφες συστάδες καθίστανται αισθητικά προτιμητέες σε σχέση με τις ομήλικες μονόροφες. Σε παρόμοια κατεύθυνση από τον Ελευθεριάδη (2006) και Παπαδόπουλο (2018) αναφέρεται ότι η επιδιωκόμενη δασοπονική μορφή, όχι μόνο για την εξυπηρέτηση του πολυλειτουργικού ρόλου των δασών, αλλά και από αισθητική άποψη είναι η υποκηπευτή. Βάσει των ανωτέρω, συνάγεται το συμπέρασμα ότι χαμηλές αισθητικά αξιολογήσεις συγκεντρώνουν μεγάλης επιφάνειας ομήλικες συστάδες, οι οποίες εξαφανίζουν τις αντιθέσεις και την ποικιλότητα που δημιουργεί το διάφορο ύψος του ανομήλικων κηπευτών και υποκηπευτών συστάδων. Ιδεατά λοιπόν, υποκηπευτές συστάδες με ομήλικους λοχμοπαγείς και ατομοπαγείς σχηματισμούς, καθίστανται οι κατά τεκμήριο επιδιωκόμενες από αισθητικής άποψης.

Διαχειριστική μορφή

Τη μικρότερη αξία από αισθητική άποψη παρουσιάζουν οι πρεμνοφυείς συστάδες, την υψηλότερη οι σπερμοφυείς, ενώ κατ' αναλογία, μέση κατάσταση αποτελούν οι διφυείς (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1992). Στις δε περιπτώσεις αναγωγής, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται (Τσιτσώνη 2003), όταν προηγούνται οι αισθητικός και ο θηραματικός σκοπός, επιβάλλεται ισχυρή αραιώση στην αρχή και ακολουθεί κανονική αραιώση, δεδομένου ότι η ισχυρή αραιώση δημιουργεί δώροφες ετερογενείς συστάδες με ισχυρή διαφόριση, η ασθενής αραιώση δρομολογεί μονόροφες συστάδες με μικρότερη ετερογένεια και σταθερότητα, ενώ η κανονική αραιώση αποδίδει λιγότερο ετερογενείς συστάδες που παράγουν περισσότερο ξυλώδη όγκο.

Ένταση επεμβάσεων

Ανάμεσα στο εντελώς φυσικό δάσος και στην οπτική διατάραξη λόγω δραστηριοτήτων, επέμβαση είναι οπτικά προτιμότερη απ' ότι μη επέμβαση σε εντελώς αδιατάρακτο δάσος, πλην όμως όχι εξαιρετικά ισχυρή, διότι σε αυτή την περίπτωση, οι αισθητικές αξιολογήσεις ακολουθούν πτωτική πορεία αναλόγως του παρεμβατικού βαθμού (Kaplan 1985, Ruddell κ.α. 1989, Hill και Daniel 2007, Hansson κ.α. 2012, Μπρόφας 2013). Μνεία αξίζει να τεθεί στα ερευνητικά αποτελέσματα των Bradley και Kearney (2007), αναφορικά με τη διαπίστωση ότι οι Δασολόγοι ήταν περισσότερο αισθητικά «ανεκτικοί» σε υψηλού βαθμού αραιώσεις σε σχέση με το «μη ειδικό» κοινό, και τούτο προφανώς εξαιτίας της γνώσης τους αναφορικά με τη συμβατότητα των ισχυρών αραιώσεων στη δασοκομική πράξη.

Στις περιπτώσεις δάσωσης ψιλών επιφανειών, από τα εκ των Prada κ.α. (2002) αναφερόμενα, συνάγεται ότι αναδασώσεις (τεχνητή ίδρυση δασών) σαφώς βελτιώνουν την αισθητική του τοπίου σε σχέση με τη μη παρέμβαση. Αναφορικά πάντως με τις τεχνητές φυτείες οι οποίες χαρακτηρίζονται από κανονικό γεωμετρικό φυτευτικό σύνδεσμο, ή όπου καθίστανται αντιληπτές ως καθαρά τεχνητού τύπου δασώσεις, οι αισθητικές αξιολογήσεις είναι σαφώς χαμηλότερες σε σχέση με τα αντιλαμβανόμενα ως φυσικά δάση (Lucas 1997, Rosenberger και Smith 1998, Paraskevopoulos και Papadopoulos 2009).

Παρόμοιες διαπιστώσεις αναφέρονται και από τον Ελευθεριάδη (1989), σχετικά με τη μη αισθητική προσαρμογή αναδασώσεων όταν εντοπίζεται απουσία μίξης ειδών, αδιαπέραστα οπτικά κράσπεδα, ομοιομορφία, στενότητα και αυστηρή γεωμετρία φυτευτικών συνδέσμων και μη μέριμνα αισθητικής εναρμόνισης με το γενικότερο τοπίο όπου αυτές εντάσσονται.

Μίξη ειδών

Τα σχετικά ερευνητικά αποτελέσματα αν και γενικώς δεν είναι ξεκάθαρα αναφορικά με την απόλυτη αισθητική υπεροχή των μικτών συστάδων έναντι των αμιγών (Ribe 1989, Hoffman και Palmer 1996, Edwards κ.α. 2012), έστω και οριακά αποτυπώνουν αισθητικά υψηλότερες αξιολογήσεις σε μικτές συστάδες. Παρά ταύτα, επίσης επί της σχετικής βιβλιογραφίας (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1992, Rosenberger και Smith 1998, Zagas κ.α. 1999, 2001, Prada κ.α. 2002, Sverre και Frivold 2008, Ζάγκας κ.α. 2009, Τσιτσώνη κ.α. 2008, Ζάγκας κ.α. 2013), γενικώς καταγράφεται ότι οι μικτές συστάδες κατέχουν το συγκριτικό πλεονέκτημα όχι μόνο δασοκομικά και οικολογικά, αλλά και αισθητικά.

Δασοπονικό είδος

Τα αποτελέσματα της σχετικής βιβλιογραφίας δεν είναι απόλυτα αναφορικά με την άνευ εταίρου αισθητική υπεροχή κωνοφόρων ή πλατυφύλλων. Ωστόσο, αν μπορούσε να αποδοθεί μία και μοναδική γενική έστω διαπίστωση επί του συγκεκριμένου θέματος, διαφαίνεται ότι τα πλατύφυλλα υπερέχουν έστω και οριακά έναντι των κωνοφόρων (Prada κ.α. 2002, Schraml και Volz 2009, Edwards κ.α. 2012). Αναφορά έχει επίσης τεθεί από τους Balling και Falk (1982) σχετικά με το ότι οι Δασολόγοι αξιολόγησαν υψηλότερα τα κωνοφόρα σε σχέση με τα πλατύφυλλα.

Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι εντοπίζεται ως σαφώς καταγεγραμμένος ο εξαιρετικά σημαντικός όχι μόνο οικολογικός, αλλά και πολιτισμικός ρόλος των πλατυφύλλων ειδών (Bell 2009). Αν τεθεί επίσης υπόψη ο συμβολισμός, η ιστορικότητα, η πολιτιστική κληρονομιά καθώς και η αξία που κατέχουν στη λαϊκή, σημειολογική και κοινωνική καταγραφή (όπως για παράδειγμα οι αιωνόβιοι Πλάτανοι στις πλατείες των χωριών, ο συμβολισμός των φύλλων Δάφνης ή Δρυός, η συντριπτική πλειοψηφία πλατυφύλλων ειδών ως προστατευόμενα μνημεία της φύσης), προκύπτει ότι τα πλατύφυλλα κατέχουν το συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των κωνοφόρων σε ό,τι αφορά την αισθητική τους σημασία.

Ηλικία συστάδων

Οι ώριμες συστάδες υπερτερούν αισθητικά έναντι των νεαρών καθώς και αυτών που βρίσκονται σε στάδιο προχωρημένου γήρατος και διάσπασης της κομοστέγης ως βιβλιογραφικά διαπιστώνεται (Benson και Ullrich 1981, Balling και Falk 1982, Ελευθεριάδης 1989, Brunson και Shelby 1992, Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1992, Brunson και Reiter 1996, Rosenberger και Smith 1998, Prada κ.α. 2002, Sverre και Frivold 2008, Schraml και Volz 2009, Edwards κ.α. 2012, Hansson κ.α. 2012, Ζάγκας κ.α. 2013, Ribe 2013). Το εν λόγω συμπέρασμα κατά κύριο λόγο προκύπτει ως αποτέλεσμα της εξαιρετικά υψηλής πυκνότητας των ατόμων της νεοφυτείας, πυκνοφυτείας και κορμιδίων με ό,τι αυτό συνεπάγεται στη μείωση του βαθμού οπτικής πρόσβασης. Επιπλέον, το στάδιο του προχωρημένου γήρατος χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό συσσώρευση βιομάζας, γεγονός που επίσης συνδέεται με χαμηλού βαθμού αξιολογήσεις, όπως αναλυτικότερα εν συνεχεία αναφέρεται.

Κατακόρυφη διάρθρωση συστάδων

Η τεκμηρίωση αναφορικά με την υψηλού βαθμού αισθητική αξιολόγηση σε συνάρτηση με την κυριαρχία μεγάλων δένδρων καθίσταται σαφής εκ των σχετικών βιβλιογραφικών αναφορών (Ribe 1989, 2009, 2013, Hoffman και Palmer 1996, Sverre και Frivold 2008, Edwards κ.α. 2012). Στις περιπτώσεις λοιπόν που εντοπίζονται δένδρα κατά κανόνα μεγάλης ηλικίας, ύψους και στηθιαίας διαμέτρου σε δεσπόζουσα μορφή, ή διάσπαρτα εντός της συστάδας, οι αισθητικές αξιολογήσεις αυξάνονται σε σημαντικό βαθμό (Ruddell κ.α. 1989, Jones 1993, Schraml και Volz 2009, Παπαδόπουλος 2018).

Γενικώς πάντως, η πλειονότητα των ερευνητικών δεδομένων (Balling και Falk 1982, Ribe 2013, Rosenberger και Smith 1998, Παπαδόπουλος 2018) συνηγορεί προς την κατεύθυνση ότι ούτε εξαιρετικά υψηλή πυκνότητα, ούτε διάσπαρτη βλάστηση σχετίζονται με υψηλού βαθμού αισθητικές αξιολογήσεις, τόσο σε επίπεδο ανωρόφου, όσο και σε επίπεδο υπορόφου. Πλήρης απουσία υπορόφου καθώς και σε αντιδιαμετρική κατάσταση υψηλή πυκνότητα αυτού, αποτελούν αμφότερες καταστάσεις που σχετίζονται με χαμηλού βαθμού αξιολογήσεις. Αντιθέτως, ύπαρξη υπορόφου σε τέτοιο βαθμό που να επιτρέπει αφενός μεν τη σχετικά άνετη οπτική πρόσβαση στο βάθος, αφετέρου δε, να προσδίδει την αίσθηση της φυσικότητας στο δάσος, συναρτάται σε σαφώς υψηλότερου βαθμού εκτιμήσεις. Ακόμη

πάντως και σε περιπτώσεις πυκνού υπορόφου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η γενικότερη εικόνα της κατακόρυφης διάρθρωσης της συστάδας, δεδομένου ότι όπως σχετικώς αναφέρεται, ακόμη και συμπαγής πυκνοφυτεία καθίσταται «οπτικά ανεκτή» σε περίπτωση που άνωθεν αυτής εντοπίζεται η προστασία των μητρικών δένδρων.

Στο κατώτερο εδαφικό επίπεδο κατακόρυφης διάρθρωσης της συστάδας, εκ των σχετικών βιβλιογραφικών αναφορών (Balling και Falk 1982, Ribe 1989, 2013, Hansson κ.α. 2012) γενικώς αναφέρεται ότι η παρουσία χλοοτάπητα σχετίζεται με υψηλές αξιολογήσεις έναντι εντοπισμού ξηροτάπητα όπου οι προτιμήσεις μειώνονται.

Υγεία και ζωτικότητα συστάδων

Η εκλαμβανόμενη υγιής οπτική κατάσταση και ζωτικότητα των συστάδων σχετίζονται με υψηλές αισθητικές αξιολογήσεις (Hansson κ.α. 2012), δεδομένου ότι για παράδειγμα, οι προσβολές από έντομα δρομολογούν χαμηλές εκτιμήσεις (Rosenberger και Smith 1998). Όπως χαρακτηριστικά επίσης αναφέρεται από τον Daniel (1988), ενέργειες όπως επί παραδείγματι η προδιαγεγραμμένη καύση προς ανανέωση της συστάδας, αν και διαμορφώνουν οπτικό αποτέλεσμα που σχετίζεται με εξαιρετικά χαμηλές αξιολογήσεις, πρέπει να εξηγούνται και να αποσαφηνίζονται στο κοινό ως προς την οικολογική τους σκοπιμότητα και σημασία, ανεξαρτήτως της αισθητικής τους αποτίμησης.

Συζήτηση –Συμπεράσματα

Τα σημεία σύγκλισης επί της γενικότερης διαδικασίας εκτίμησης της ποιότητας του τοπίου, και μάλιστα σε καθολικό ουσιαστικά βαθμό, είναι τα εξής:

α) Η διαδικασία αισθητικής ανάγνωσης του τοπίου, δεν είναι εύκολη υπόθεση.

β) Η παρουσία νερού στο τοπίο, παντού και πάντοτε, μεταφράζεται σε υψηλότερες αισθητικές αξιολογήσεις.

γ) Οι αποψιλωτικές υλοτομίες σχετίζονται με εξαιρετικά χαμηλές αισθητικές εκτιμήσεις.

Τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας συνηγορούν στην υποκηπευτή δομή ως ιδεατής δασοπονικής μορφής σε ό,τι αφορά την αισθητική αξιολόγηση. Γενικά εντοπίζεται ενός είδους καμπύλη αντίστροφου «U», κωδωνοειδής δηλαδή περίπου καμπύλη, ανάμεσα στις αισθητικές αξιολογήσεις και την ένταση του εκάστοτε διενεργούμενου δασοκομικού χειρισμού. Τα φυσικώς κατακείμενα δένδρα δεν σχετίζονται με τόσο χαμηλές αξιολογήσεις όσο τα υπολείμματα υλοτομιών. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, αναφέρεται ότι τα υπολείμματα υλοτομιών συναρτώνται σε εξαιρετικά χαμηλές αισθητικές εκτιμήσεις. Η κατάσταση όμως φαίνεται ότι εξομαλύνεται με το πέρασμα του χρόνου από το πέρας της υλοτομίας διότι με την πάροδο του χρόνου, η άμεσα προσλαμβανόμενη εικόνα διατάραξης, σταδιακά βελτιώνεται προς ένα περισσότερο φυσικά αντιλαμβανόμενο οπτικό αποτέλεσμα, όπως σχετικώς διαπιστώνεται. Τα φυσικώς κατακείμενα άτομα καθώς και η συσσώρευση βιομάζας συναρτώνται σε χαμηλές αξιολογήσεις.

Η δασοκομία στη χώρα μας ως γενικότερη θεώρηση είναι σαφώς προσανατολισμένη σε φυσικές οικολογικές συνθήκες, ως εκ τούτου κείμενη στο δύσκολο δρόμο. Αναφορικά με τα υψηλά παραγωγικά από πλευράς ξυλωδών προϊόντων δάση της χώρας μας, εκφράζεται η άποψη ότι οι εφαρμοσμένοι δασοκομικοί χειρισμοί σχετικά με το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα είναι όχι απλώς συμβατοί, είναι υποδειγματικοί, σε παραλληλία με όσα αναφέρεται από τους Ζάγκα κ.ά. (2009) επί της εν γένει διαχείρισης των εν λόγω δασών. Σε περιπτώσεις λοιπόν όπου δεν εντοπίζεται υπερεκμετάλλευση, η επιδιωκόμενη υποκηπευτή δασοπονική δομή των ελληνικών δασών είναι και η αισθητικά προτιμητέα.

Σχετικά με τα επί της παραμεσογειακής ζώνης βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*: λοφώδης, υποορεινή) κείμενα δασικά οικοσυστήματα που συγκροτούν τη ζώνη φυλλοβόλων πλατύφυλλων, κυρίως δρυοδασών που καταλαμβάνουν λίγο λιγότερο από τη μισή περίπου έκταση των δασών της χώρας μας, συμπερασματικά αναφέρεται ότι: Η κατάσταση απέχει πολύ από το επιδιωκόμενο αισθητικό αποτέλεσμα. Και τούτο διότι η πλειοψηφία των εν λόγω δασών βρίσκεται σε πρεμνοφυή μορφή, μορφή οικολογικής οπισθοδρόμησης η οποία αποτελεί καθαρά αποτέλεσμα διαρκούς ανθρωπογενούς πίεσης. Αναφορικά με τα χαμηλά πρεμνοφυή δασικά οικοσυστήματα αειφύλλων πλατυφύλλων της ευμεσογειακής ζώνης βλάστησης (*Quercetalia ilicis*: παραλιακή, λοφώδης και υποορεινή περιοχή) της χώρας μας, εκφράζεται η άποψη ότι η κατάσταση είναι ακόμη περισσότερο αισθητικά υποβαθμισμένη. Οι ενώσεις αυτές καλύπτουν περίπου το 20% της συνολικής επιφάνειας της χώρας μας, ως εκ τούτου, ευνόητο τυγχάνει ότι σε ποσοτικούς δείκτες, η κατάσταση κάθε άλλο παρά ικανοποιητική μπορεί να θεωρηθεί αναφορικά με το συνολικά γενικότερο αισθητικό αποτέλεσμα. Για την κατάσταση όμως αυτή,

και πάλι δεν ευθύνεται η δασοκομική θεώρηση, αλλά η ανθρωπογενής πίεση η οποία διαρκώς εντείνεται στα εν λόγω δάση.

Η καταφανής διάσταση μεταξύ θεώρησης της δασοκομίας στη χώρα μας και του αισθητικού αποτελέσματος των ελληνικών δασών, οφείλεται κυρίως: Στην εξαιρετικά δυσμενή και ανθρωπογενή πάσης φύσεως εξωτερική πίεση καθώς και στην έλλειψη οργανωμένης και συνεκτικής δασοπολιτικής προοπτικής σε συνδυασμό με τις πάσης φύσεως παθογένειες οργανωτικών δομών της χώρας μας.

Abstract

The first and foremost immediate result of contextually applied silviculture handlings is the visually perceptible. Aesthetic evaluation expands on the broader context of forest recreation framework. Naturally carried out forestry operations are undoubtedly superior to "artificial" forestry. Complete absence of forestry manipulations dictates lower preferences in relation to mild handlings. Clear-cuttings or selective and shelterwood in groups and clusters cuttings practices, from which the balanced uneven-aged structure derives, clearly have the advantage over complete clear-cuttings. Seed tree stands clearly present aesthetic superiority over coppices. Bright open or loose total degree of canopy cover conditions, species mixing, "controlled naturalness" conditions, non-accumulation of biomass and logging residues, healthy forest perceived images, etc. associate with higher aesthetic ratings.

Βιβλιογραφία

- Balling, J.D. and Falk, J.H., 1982. Development of Visual Preference for Natural Environments. *Environ. Behav.* 14(1), 5–28.
- Bell, S., 2009. Valuable Broadleaved Trees in the Landscape. In: Spiecker, H., Hein, S., Makkonen–Spiecker, K. and Thies, M. (Eds.), *Valuable Broadleaved Forests in Europe*. European Forest Research Institute – Research Report n° 22. Leiden – Boston: Brill Academic Publishers, pp. 171–200.
- Benson, R.E. and Ullrich, J.R., 1981. Visual impacts of forest management activities: findings on public preferences. Res. Pap. INT–262. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 14 p.
- Bradley, G.A. and Kearney, A.R., 2007. Public and Professional Responses to the Visual Effects of Timber Harvesting: Different Ways of Seeing. *J. Appl. For.* 22(1), 42–54.
- British Columbia Ministry of Forests and Range, 2006. The public response to harvest practices in British Columbia at the landscape and stand level. Forest Practices Branch. Victoria, British Columbia: British Columbia Ministry of Forests and Range.
- Brunson, M.W. and Shelby, B., 1992. Assessing recreational and scenic quality: How does New Forestry rate? *J. For.*, 90(7), 37–41.
- Daniel, T.C., 1988. Social/Political Obstacles and Opportunities in Prescribed Fire Management. Panel paper presented at the conference, Effects of Fire in Management of Southwestern Natural Resources (Tucson. AZ, November 14–17, 1988), pp. 134–138.
- Dearden, P., 1983. Forest harvesting and landscape assessment techniques in British Columbia, Canada. *Landscape Planning*, 10(3), 239–253.
- Ελευθεριάδης, Ν., 1989. Η αισθητική Αξιολόγηση του Τοπίου των Παραλιακών Πευκοδασών με βάση την Ανάλυση των Προτιμήσεων. Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ., Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας.
- Ελευθεριάδης, Ν., 2006. Αισθητική τοπίου. Δράμα: Ιδιωτική Έκδοση.
- Edwards, D.M., Jay, M., Jensen, F.S., Lucas, B., Marzano, M., Montagné, C., Peace, A. and Weiss, G., 2012. Public preferences across Europe for different forest stand types as sites for recreation. *Ecology and Society*, 17(1): 27–38.
- Ζάγκας, Θ., Αμοργιανιώτης, Γ., Αντωνιάδης, Β., Καραμανώλης, Δ., Μαντζαβέλας, Α. και Φασούλας, Φ., 2009. Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές Εκπόνησης Διαχειριστικών Σχεδίων Δασικών Οικοσυστημάτων. Θεσσαλονίκη, ΓΕΩΤ.Ε.Ε.
- Ζάγκας, Θ.Δ., Ζάγκας, Δ.Θ. και Καραμανώλης, Δ.Β., 2013. Διαχείριση και δασοκομικός σχεδιασμός αμιγών τεχνητών συστάδων κωνοφόρων με σκοπό τη μετατροπή τους σε μεικτές. Πρακτικά 16^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου με θέμα: «Προστασία - Διαχείριση των Ελληνικών Δασών σε περίοδο Οικονομικής Κρίσης και η πρόκληση της Φυσικής Δασοπονίας», 6–9 Οκτωβρίου 2013, Θεσσαλονίκη. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη, σ. 257–262.

- Gramann, J.H. and Rudis, V.A., 1994. Effects of hardwood retention, season of year, and landform on the perceived scenic beauty of forest plots in the Ouachita Mountains. *Proceedings of the Symposium on ecosystem management research in the Ouachita Mountains: pretreatment conditions and preliminary findings*; 1993 October 26–27, Hot Springs, AR, pp. 223–228.
- Hansson, K., Kylvik, M., Bell, S. and Maikov, K., 2012. A preliminary assessment of preferences for Estonian natural forests. *Baltic Forestry*, 18(2), 299–315.
- Hill, D. and Daniel, T.C., 2007. Foundations for an Ecological Aesthetic: Can Information Alter Landscape Preferences? *Soc. Nat. Resour.*, 21(1), 34–49.
- Hoffman, R.E. and Palmer, J.F., 1996. *Silviculture and Forest Aesthetics Within Stands*. Research supported by the USDA Forest Service, Northeast Experiment Station (Burlington, Vermont) Northeast Decision Model Project, N.Y. Center for Forestry Research and Development, 37 p.
- Jones, G.T., 1993. *A Guide to Logging Aesthetics: Practical Tips for Loggers, Foresters, and Landowners*. The Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service, 36 p.
- Kaplan, R., 1985. The analysis of perception via preference: A strategy for studying how the environment is experienced. *Landscape Planning*, 12(2), 161–176.
- Λιάκος, Λ.Γ., 1985. Η Αναψυχή στα Δάση. Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ., Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.
- Lucas, O.W.R., 1997. Aesthetic considerations in British Forestry. *Forestry*, 70(4), 343–344.
- Μπρόφας, Γ.Α., 2013. Το τοπίο και οι Μεταλλευτικές Εκμεταλλεύσεις. Αθήνα: ΕΘΙΑΓΕ.
- Ministry of Forests, Forest Practices Branch, 2001. *Visual Impact Assessment Guidebook*, (2nd edition). Victoria, B.C.Q Forest Practices Code of British Columbia Act, Operational Planning Regulation, Section 37 (1)(a), Range Road Regulation, Section 4(7).
- Ντάφης, Σ., 1986. Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Γιαχούδης – Γιαπούλης: Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης, Σ., 2010. Τα δάση της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη: Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Ντάφης, Σ. κ.ά. (Ομάδα Εργασίας Έργου LIFE+AdaptFor), 2014. Κατευθύνσεις για την προσαρμογή της διαχείρισης των ελληνικών δασών στην κλιματική αλλαγή. Θέρμη: Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος – ΥΠΕΚΑ και ΕΚΒΥ.
- 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 και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασικής Παραγωγής – Προστασίας Δασών – Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Paraskevopoulos S. and Papadopoulos I., 2009. Exploring Student's Perceptions about Landscapes. *Int. J. Learn. Technol.*, 16(5), 561-576.
- Pinkerton, E., 1998. Integrated management of a temperate forest ecosystem through holistic forestry: a British Columbia example. In: Berkes, F. and Folke, C. (Eds.), *Linking social and ecological systems management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, NY: Cambridge University Press, pp. 363–389.
- Prada, A., Gonzalez, M., Vazquez, M.X. and Solino, M., 2002. Social Preferences for Management of Rural Forests in the Iberian Atlantic Region. Xth EAAE Congress 'Exploring Diversity in the European Agri-Food System', Zaragoza (Spain), 28–31 August 2002. European Association of Agricultural Economists, p. 16.
- Ribe, R.G., 1989. The Aesthetics of Forestry: What Has Empirical Preference Research Taught Us? *Environ. Manage.* 13(1), 56–74.
- Ribe, R.G., 1999. Regeneration harvests versus clearcuts: public views of the acceptability and aesthetics of Northwest Forest Plan harvests. *Northwest Science*, 73 (Special issue), 102–117.
- Ribe, R.G., 2009. In-stand scenic beauty of variable retention harvests and mature forests in the U.S. Pacific Northwest: the effects of basal area, density, retention pattern and down wood. *J. Environ. Manage.*, 91(1), 245–260.
- Ribe, R.G., 2013. Public perceptions of west-side forests: improving visual impact assessments and designing thinnings and harvests for scenic integrity. In: Anderson, P.D. and Ronnenberg, K.L., (Eds.). *Density management in the 21st century: west side story*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-880. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, pp. 22–37.

- Ribe, R.G. and Matteson, M.Y., 2002. Views of old Forestry and new among Reference groups in the Pacific Northwest. *West. J. Appl. For.*, 17(4), 173–182.
- Rosenberger, R.S. and Smith, E.L., 1998. Assessing forest scenic beauty impacts of insects and management. FHTET 98–08. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Forest Health Protection, Forest Health Technology Enterprise Team, 35 p.
- Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry, 2015. Forests and Forestry in Sweden. Stockholm, Sweden: The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry (KSLA).
- Ruddell, E.J., Gramann, J.H., Rudis, V.A. and Westphal, J.M., 1989. The psychological utility of visual penetration in near-view forest scenic-beauty models. *Environ. Behav.*, 21(4), 393–412.
- Schraml, U. and Volz K.-R., 2009. Do species matter? Valuable broadleaves as an object of public perception and policy. In: Spiecker, H., Hein, S., Makkonen-Spiecker, K. and Thies, M. (Eds.), *Valuable Broadleaved Forests in Europe*. European Forest Research Institute – Research Report n° 22. Leiden – Boston: Brill Academic Publishers, pp. 213–238.
- Steel, B., List, P. and Shindler, B., 1994. Conflicting values about federal forests: a comparison of national and Oregon publics. *Soc. Nat. Resour.*, 7(2), 137–153.
- Sverre, V. and Frivold, L.H., 2008. Public preferences for forest structures: A review of quantitative surveys from Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry και Urban Greening*, 7(4), 241–258.
- Τσιτσώνη, Θ., 2003. Δασοκομική έρευνα των δρυοδασών στη Βόρεια Ελλάδα. Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου με θέμα: «Πολιτική – Πρεμνοφυή Δάση – Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», 1–3 Οκτωβρίου 2003, Ολυμπία. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Ολυμπία, σ. 116–125.
- Τσιτσώνη, Θ., Γκανάτσας, Π. και Ζάγκας, Θ., 2008. Προστασία Φύσης και Διαμόρφωση Δασικού Τοπίου. Προστατευόμενες Περιοχές. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ.
- Χατζηστάθης, Α. και Ισπικούδης, Ι., 1992. Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική του Τοπίου. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης-Γιαπούλης.
- Zagas, T., Tsitsoni, T. and Ganatsas, P., 1999. Perspectives of Silviculture as Discipline in Greece. *Silva Gandavensis*, 64(1999), 17–23.
- Zagas, T., Tsitsoni, T. and Hatzistathis, A., 2001. The mixed forests of Greece. *Silva Gandavensis*, 66(2001), 68–75.

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΥΛΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

Σπανός, Κωνσταντίνος¹; Γαϊτάνης, Διονύσιος¹

¹ΕΛ.Γ.Ο. – ‘ΔΗΜΗΤΡΑ’, Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας
Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Λουτρά Θέρμης, 57006 – Θεσσαλονίκη
Τηλ.: 2310 461171 (2, 3), Fax: 2310 461341, * kspanos@fri.gr

Περίληψη

Η Παυλώνια (*Paulownia*) είναι δέντρο ιθαγενές της Ασίας. Το ξύλο της Παυλώνιας από αιώνες χρησιμοποιείται στην Ασία επειδή είναι ευκατέργαστο και έχει όμορφη υφή. Η *Paulownia* είναι ένα γένος φυτών της μονογονικής οικογένειας *Paulowniaceae*, που αποτελείται πάνω από 20 είδη (δέκα ευρύτερα είδη). Σήμερα, η Παυλώνια καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο. Το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ) Θεσ/νίκης δοκιμάζει και ερευνά δύο είδη Παυλώνιας, την *Paulownia tomentosa* και την *P. Elongate* καθώς και συγκεκριμένα υβρίδια ειδών. Μελετά και ερευνά την προσαρμογή και την παραγωγή ξύλου και ξυλώδους βιομάζας της Παυλώνιας σε διάφορες περιοχές της καθώς και τις δυνατότητες γενετικής βελτίωσης. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει μια γενική ανασκόπηση που αφορά την καλλιέργεια και τη χρήση της Παυλώνιας στην Ελλάδα.

Λέξεις κλειδιά: *Paulowniaspp.*, δασοπονικές φυτείες, καλλιέργεια, παραγωγή ξυλείας, ξυλώδης βιομάζα, αγροδασοπονία.

Εισαγωγή

Η Παυλώνια (*Paulownia*) είναι δέντρο ιθαγενές της Ασίας (κυρίως Κίνα, επίσης Βιετνάμ και Λάος). Το ξύλο της Παυλώνιας έχει ανοιχτόχρωμο καρδιάξυλο και από αιώνες χρησιμοποιείται στην Ασία επειδή είναι ευκατέργαστο και έχει όμορφη υφή (νερά ξύλου) (Εικ. 2). Η *Paulownia* είναι ένα γένος φυτών της μονογονικής οικογένειας *Paulowniaceae*, που αποτελείται από 20 είδη (δέκα ευρύτερα είδη) (*P. tomentosa*, *P. fortunei*, *P. Kawakamii*, *P. elongata*, *P. catalpifolia*, *P. australis*, *P. viscosa* κ.α.) (Zhu κ.α.1986, Σπανός 2016). Σήμερα, η Παυλώνια καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο (σε όλες τις Ηπείρους εκτός από την ανταρκτική). Στις Μεσογειακές χώρες η Παυλώνια έχει δοκιμασθεί και καλλιεργείται στην Ισπανία (Jiménez κ.α. 2005, Domínguez κ.α. 2017), Ιταλία (Puxeddu κ.α. 2012), Βουλγαρία (Tzvetkova κ.α. 2015), Ρουμανία (Buzan 2018), Τουρκία (Ates κ.α. 2008) και πιθανά και σε άλλες χώρες.

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι έχουν φυτευτεί γύρω στα 800-1.000 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. πειραμ. φυτείες του ΙΔΕ στη Β. Ελλάδα, φυτείες από ιδιώτες επενδυτές σε διάφορα μέρη της χώρας).



Εικόνα 1. Τριετής φυτεία Παυλώνιας (*P. tomentosa*) στην Περιφ. Ενότητα Ξάνθης (Σέλινο) (Φωτ. Σπύρος Παπαδόπουλος).

Figure 1. Three year-old plantation of Paulownia. (*P. tomentosa*) in the Regional Unit of Xanthi (Selino) (photo: Spyros Papadopoulos)

Το ξύλο της Παυλώνιας είναι πολύτιμο (Zhu κ.α. 1986, Σπανός 2016, Yadav et.al. 2013, Σπανός 2020) και παρόλο που είναι ελαφρύ, έχει πολλά πλεονεκτήματα και χρησιμοποιείται για πολλές χρήσεις ακόμα και σε μικρές διαστάσεις (ξύλινες κατασκευές) (Εικ. 3, 4), θερμομόνωση/ηχομόνωση, ξυλόγλυπτα, έπιπλα, ξυλόφυλλα/καπλαμάδες, κατασκευή κανό, για παραγωγή βιομάζας για ενέργεια (πέλλετ, μπρικέττες), βιοαιθανόλη (Zuazo κ.α. 2013, Σπανός 2013, Berdón κ.α. 2017, Dominiguez κ.α. 2017, Σπανός 2020) καθώς και χαρτοπολτό (Zhu κ.α. 1986, Jimenez 2005). Θα πρέπει να έχουμε υπόψη, ότι η Παυλώνια δεν ενδείκνυται για παραγωγή καυσόξυλων και ξυλοκάρβουνου για το λόγο ότι το ξηρό βάρος του ξύλου της είναι χαμηλό (περίπου 300 kg/m^3) και η θερμοκρασία ανάφλεξης 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. Σίγουρα όμως, μπορεί να χρησιμοποιείται για παραγωγή πέλλετ γιατί, όπως είναι γνωστό, η πελλετοποίηση αυξάνει το ειδικό βάρος του τελικού προϊόντος ($>0,7$) και επομένως είναι κατάλληλο για καύση.

Η Παυλώνια απαιτεί βαθιά και χαλαρά εδάφη (πηλοαμμώδη/αμμοπηλώδη έως αργιλοαμμώδη/αμμοαργιλωδή) και όχι βαριά (π.χ. αργιλικά), συνεκτικά ή και πολύ υγρά εδάφη (γιατί δεν αναπτύσσεται κανονικά λόγω κακού αερισμού και υποφέρει από σήψη ριζών). Θα πρέπει να αποφεύγονται επίσης τα εποχιακά αλλά μεγάλης διάρκειας (π.χ. 2-3 μήνες) εδάφη που πλημμυρίζουν κατά το χειμώνα και την άνοιξη. Εδάφη κατάλληλα για την Παυλώνια υπάρχουν κυρίως σε πεδιάδες, οροπέδια, κοιλάδες και αναχώματα ποταμών, εδάφη χαλαρά με επαρκή υγρασία στο χώρο των ριζών και γενικά μπορούμε να πούμε σε θέσεις όπου ευδοκιμούν και άλλα ταχυναξή (ιθαγενή ή μη) πλατύφυλλα (π.χ. λεύκες, φράξος, φτελιές) (Zhu κ.α. 1986, Σπανός 2013). 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 Παυλώνιας, θα πρέπει να συγκρίνει τα καθαρά έσοδα και το χρόνο απόδοσης από τις δύο εναλλακτικές (γεωργική καλλιέργεια με καλλιέργεια Παυλώνιας) λαμβάνοντας υπόψη και τα περιβαλλοντικά οφέλη.

Η Παυλώνια δεν ευδοκιμεί και δεν ενδείκνυται σε αβαθή ($<50 \text{ εκ.}$) και βραχώδη εδάφη (συνήθως σε πλαγιές). Είναι απαιτητική σε νερό (μετά το Μάιο μέχρι αρχές Οκτώβρη) και χρειάζεται πότισμα 1 ή 2 φορές τη βδομάδα (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τη γεωγραφική περιοχή) από 30 έως 40 λίτρα/πότισμα/δέντρο (τουλάχιστον για τα 3 πρώτα έτη). Δεν ευνοείται (υποφέρει) σε ανεμόπληκτες περιοχές (συχνοί και δυνατοί άνεμοι $>4-5$ μποφόρ) - για το λόγο αυτό χρειάζεται σωστή επιλογή της θέσης που θα γίνει εγκατάσταση της φυτείας (ιδιαίτερα στα νησιά, στις παραθαλάσσιες περιοχές και σε περιοχές που πλήττονται από δυνατούς και συχνούς ανέμους π.χ. Βαρδάρης στην περιοχή Αζιού ποταμού). Η Παυλώνια αντέχει σε θερμοκρασίες μέχρι $+40^\circ\text{C}$ το καλοκαίρι και μέχρι -20°C το χειμώνα

(Zhu κ.α. 1986, Σπανός 2013). Δεν συνιστάται σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα γιατί είναι είδος απαιτητικό σε έδαφος (βάθος >1μ) και νερό και για αυτό το λόγο και δεν συνιστάται για αναδασώσεις σε καμένες εκτάσεις (όπου συνήθως έχουμε ξηροθερμικές συνθήκες). Ενδεχομένως, μπορεί να φυτεύεται (κατά θέσεις) σε κατάλληλα εδάφη με διαθέσιμο νερό με σκοπό την αντιπυρική προστασία.

Η Παυλόνια είναι ιδανικό είδος για αγροδασοπονία (δηλ. συνδυασμός δέντρων και γεωργ. καλλιέργειας) (Zhu 1991, Jiang 1994) για το λόγο ότι αφήνει αρκετό ηλιακό φως, τουλάχιστον μέχρι την 5-ετία, και επομένως μπορεί να συνδυάζεται με γεωργικές καλλιέργειες (π.χ. ψυχανθή - τριφύλλι, βίκος ή και κηπευτικά/μποστανικά, καλλιέργεια μανιταριών, φαρμακευτικά/αρωματικά φυτά). Επίσης πολύ σημαντικό, η Παυλόνια με την πλούσια ανθοφορία της (Απρίλιο έως τέλος Μαΐου) μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη μελισσοκομία (παράγει αρωματικό καλής ποιότητας μέλι) (Zhu et.al. 1986). Για χρήση στην αγροδασοπονία ευρύτεροι φυτευτικοί σύνδεσμοι θα πρέπει να εφαρμόζονται (π.χ. $5 \times 5 = 40$, $6 \times 6 = 28$, $8 \times 8 = 16$ ή και $10m \times 10m = 10$ δέντρα/στρέμμα – ανάλογα με την γεωργ. καλλιέργεια). Γενικά το θερμό κλίμα (μεσογειακό) ευνοεί τη χρήση του είδους στην αγροδασοπονία, αρκεί να φυτεύεται στη σωστή θέση.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει μια γενική ανασκόπηση που αφορά την καλλιέργεια και τη χρήση της Παυλόνιας στην Ελλάδα, τις πρακτικές οδηγίες εγκατάστασης δασοπονικών φυτειών Παυλόνιας καθώς και την παραγωγή και τις οικονομικές αποδόσεις.



Εικόνα 2. Επεξεργασμένη πριστή ξυλεία Παυλόνιας υψηλής αξίας.
Figure 2. High quality processed timber of Paulownia.



Εικόνα 3. Ξύλινες κατασκευές (έπιπλα - μασίφ ξύλο) από Παυλόνια
Figure 3. Wooden structures (woodwork) of Paulownia (furniture - solid wood)



Εικόνα 4. Διακοσμητικές ξύλινες κατασκευές (μασίφ ξύλο) από Παυλόνια (κορμοί και κλαδιά).
Figure 4. Decorative wooden structures (woodwork) (solid wood) of Paulownia (trunks and branches).

Η έρευνα που αφορά τις φυτείες Παυλώνιας στην Ελλάδα πραγματοποιείται κυρίως από το ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΔΕ). Το ΙΔΕ δοκιμάζει και ερευνά δύο είδη Παυλώνιας, την *Paulownia tomentosa* και την *Paulownia elongata* καθώς και συγκεκριμένα υβρίδια (ειδών). Εκτός από την εγγενή και αγενή παραγωγή πιστοποιημένου γενετικού υλικού (σπόρος, ριζομοσχεύματα, φυτά), μελετά και ερευνά την προσαρμογή της Παυλώνιας σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας (Εκ.1) (κυρίως σε πρώην γεωργικές εκτάσεις καθώς και άλλες Δημόσιες και Δημοτικές εκτάσεις) σε συνεργασία με φυσικά πρόσωπα, εταιρείες και πρόσφατα με Δήμους και Αγροτικούς Συνεταιρισμούς. Ταυτόχρονα, το ΙΔΕ ερευνά τις δυνατότητες γενετικής βελτίωσης της Παυλώνιας (σε επίπεδο είδους, προέλευσης, οικογένειας και ατομικού δέντρου/γενότυπου).

Καλλιέργεια και διαχείριση δασοπονικών φυτειών Παυλώνιας - Πρακτικές οδηγίες

Συνοπτικά οι εργασίες εγκατάστασης μιας φυτείας Παυλώνιας περιγράφονται παρακάτω:

ΦΥΤΕΥΣΗ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΙΑΣ

Η φύτευση και η εγκατάσταση μιας φυτείας με Παυλώνια συνιστάται να γίνεται με το τέλος του χειμώνα (Φεβρουάριο/Μάρτιο). Η φύτευση ετήσιων ξυλοποιημένων φυταρίων (γυμνόριζα ή σε πλαστικά δοχεία/γλάστρες) γίνεται το Φεβρουάριο έως αρχές Μαρτίου (πριν την έναρξη της βλάστησης) – η φύτευση μπορεί να γίνεται και αργότερα από Απρίλιο έως και τον Ιούνιο με πράσινα φυτά (με φύλλα) σε γλάστρες/πλαστικές σακούλες αλλά γενικά δεν συνιστάται, για το λόγο ότι μπορεί να έχουμε σημαντικές απώλειες λόγω των υψηλών θερμοκρασιών (κατά την περίοδο αυτή) και προσβολή από φυλλοφάγα έντομα (π.χ. ακρίδες).

Πριν την φύτευση, συνιστάται να γίνεται ένα βαθύ όργωνα (50-80 εκ.) για χαλάρωση του εδάφους και διάσπαση τυχόν αργιλικών/ιζηματογενών στρωμάτων και στη συνέχεια φρεζάρισμα. Ο φυτευτικός σύνδεσμος: για παραγωγή βιομάζας μπορεί 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 συνιστούνται φυτ. σύνδεσμοι: $4 \times 4 = 62$ δέντρα/ στρέμμα, $4 \times 5 = 50$ δέντρα/στρέμμα ή $5 \times 5 = 40$ δέντρα/στρέμμα (ανάλογα με το χρόνο περιφοράς και τη χρήση μηχανημάτων).

Απαραίτητες εργασίες που θα πρέπει να γίνονται:

- τρεις (3) εδαφοτομές με 3 δείγματα εδάφους/τομή (βάθος: 0-30cm, 30-60cm, 60-90 cm για κάθε δείγμα – περίπου 2 kg εδάφους/για κάθε βάθος) για βασική και εξειδικευμένη εδαφολογική ανάλυση – συνεπώς συνολικά χρειάζονται $3 \times 3 = 9$ δείγματα εδάφους για μια φυτεία εγκατάστασης,

- περιφράξη της έκτασης για προστασία από οικόσιτα και άγρια ζώα,

- βαθύ όργωνα (50-80 εκ.) για χαλάρωση του εδάφους και διάσπαση τυχόν αργιλικών/ιζηματογενών στρωμάτων,

- φρεζάρισμα (μετά το φρεζάρισμα μπορεί να γίνεται σπορά με ψυχανθή - π.χ. τριφύλλι/βίκος, συνήθως Οκτώβρη/Νοέμβρη όταν συνδυάζεται με αγροδασοπονία η για τον περιορισμό των ανεπιθύμητων ζιζανίων),

- φύτευση και περιποίηση/διαμόρφωση των φυτών: φύτευση ετήσιων ξυλοποιημένων φυταρίων (γυμνόριζα ή σε πλαστικά δοχεία/γλάστρες) το Φεβρουάριο έως αρχές Μαρτίου (πριν την έναρξη της βλάστησης). Στο λάκκο φύτευσης προτείνεται να γίνεται μείξη του χώματος με τύρφη ή χωνεμένη κοπριά (1:1) και άμεσο πότισμα (0,5-1,0 l/φυτό). Η φύτευση μπορεί να γίνει και αργότερα από Απρίλιο έως και τον Ιούνιο με πράσινα φυτά (με φύλλα) σε γλάστρες/πλαστικούς σάκους αλλά δεν συνιστάται για το λόγο ότι μπορεί να έχουμε σημαντικές απώλειες λόγω των υψηλών θερμοκρασιών (κατά την περίοδο αυτή) και προσβολή από φυλλοφάγα έντομα (π.χ. ακρίδες),

- αρδευτικό σύστημα (προτείνεται στάγδην άρδευση για οικονομία και καλύτερο πότισμα).

Απαραίτητες εργασίες που θα πρέπει να γίνονται μετά την εγκατάσταση μιας φυτείας Παυλώνιας

- κοπή (κατατόμηση) του κύριου βλαστού σύρριζα στο έδαφος (10 ημέρες μετά τη φύτευση),
- διατήρηση ενός βλαστού/κορμού (επικρατέστερου - για περαιτέρω εξέλιξη) μετά την πρεμνοβλάστηση (όταν τα πρεμνοβλαστήματα γίνουν 30-50 cm - τέλος Απριλίου/μέσα Μαΐου) και απομάκρυνση των υπόλοιπων,
- συνεχής απομάκρυνση των μασχαλιαίων κλαδίσκων (από τις μασχάλες των μεγάλων φύλλων) (Απρίλιος/Μάιος/Ιούνιος/Ιούλιος/Αύγουστος/Σεπτέμβριος),
- δεύτερη κοπή (Φεβρουάριος/Μάρτιος – 2ο έτος) (μετά το τέλος της 1^{ης} βλαστητικής περιόδου σε περίπτωση που τα νεαρά δέντρα είναι κάτω από 3 μέτρα) – συνήθως κατά το πρώτο έτος (1^η βλαστητική περίοδος) της φυτείας σκοπός μας είναι η δημιουργία ισχυρού ριζικού συστήματος

- ούτως ώστε να νέα δενδρύλλια που θα αναγεννηθούν από τα πρέμνα (2^η κοπή) να αποκτήσουν ύψος 4-8 μέτρα (ανάλογα με το γενετικό υλικό και το τοπικό εδαφο-κλίμα),
- διαμόρφωση επικόρυφου - απομάκρυνση της μιας (μειονεκτούσας) από τις δύο κορυφές (όταν αποκτήσουν 20-30 εκ. μήκος) (Απρίλιο/Μάιο) - 2ος χρόνος (μετά τη φύτευση),
 - καταστροφή των χόρτων (Απρίλιο/Μάιος/Ιούνιος) – συνιστάται μηχανική καταπολέμηση (καταστροφέας) και να αποφεύγεται η χρήση ζιζανιοκτόνων για προστασία του τοπικού περιβάλλοντος (έδαφος, νερό, άγρια πανίδα),
 - άρδευση - συνήθως μετά το Μάιο που μπορεί να διαρκεί μέχρι αρχές Οκτώβρη (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τη γεωγραφία της περιοχής). Είναι είδος απαιτητικό σε νερό και χρειάζεται πότισμα 1 η 2 φορές τη βδομάδα (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες) από 30 έως 40 λίτρα/πότισμα/δέντρο (τουλάχιστον για τα 3 πρώτα έτη),
 - λίπανση (N-P-K + μικροστοιχεία) (συνιστάται): 50 -100 γρ./φυτό τον 1ο, 200-500 γρ./φυτό το 2ο και 3ο έτος,
 - καταπολέμηση τυχόν εντόμων (ακρίδες και άλλα φυλλοφάγα) όταν παρουσιάζονται προσβολές (άνοιξη/καλοκαίρι),
 - ψεκασμός με μυκητοκτόνα και βακτηριοκτόνα, σε περίπτωση που τυχόν παρουσιασθούν μυκητολογικά και βακτηριακά έλκη στο φλοιό του κορμού,
 - ως χρόνος περιφοράς (χρόνος υλοτομίας) συνιστάται η 10-ετία. Μια φυτεία Παυλώνιας μπορεί να υλοτομηθεί τουλάχιστον 3 φορές (3 χρόνοι περιφοράς – δηλ. συνολικά 30 χρόνια μετά την εγκατάσταση) χωρίς να γίνεται καμιά επαναφύτευση (το είδος αναγεννιέται αγενώς από τα πρέμνα που υλοτομούνται) (Σπανός 2013, Σπανός 2016).

Παραγωγή και οικονομικές αποδόσεις

Στο τέλος της 10-ετίας, μια φυτεία τεχνικής ξυλείας Παυλώνιας, σε καλές εδαφοκλιματικές συνθήκες και με σωστή καλλιέργεια και φροντίδα, μπορεί να μας δώσει (ανάλογα με το εδαφο-κλιματικό περιβάλλον) καθαρό κορμόξυλο (στρογγύλη ξυλεία) μήκους 6-8 m, διάμετρο κορμού (DBH) 40-50cm και όγκο 0,5-1,0 m³ (για κάθε δέντρο) που σημαίνει ένα ελάχιστο εγγυημένο εισόδημα 150 Ευρώ (το δέντρο) (κομμένη στρογγύλη ξυλεία στη φυτεία). Έχοντας υπόψη ότι στο στρέμμα φυτεύονται 60 περίπου δέντρα (φυτ. σύνδεσμο 4 x 4 m), τα έσοδα στο τέλος της 10-ετίας για ένα στρέμμα καλλιέργειας θα ανέρχονται στα 60 x 150 = 9.000 Ευρώ. Και επομένως, μια έκταση 10 στρεμμάτων, μπορεί να μας αποφέρει (στη 10-ετία) συνολικό ακαθάριστο εισόδημα 10 x 9.000 = 90.000 Ευρώ. Τα έξοδα εγκατάστασης και διαχείρισης μιας φυτείας Παυλώνιας εκτιμούνται στο 20-30% επί των ακαθάριστων. Τα υπολείμματα της υλοτομίας (κλαδιά και κορυφές – που εκτιμούνται στα 100-150 kg ξ.β./δέντρο) μπορούν να γίνονται πέλлет (χονδρική τιμή πώλησης ξηρής βιομάζας: 30-50

Ευρώ/τ) ή κομπόστα (οργανικό λίπασμα) (Σπανός 2016). Εναλλακτικά, για να δοθεί προστιθέμενη αξία, οι χοντροί κλάδοι >10-12 cm μπορούν να χρησιμοποιούνται για διάφορες ξύλινες κατασκευές (Εικ. 3 και 4).

Συζήτηση-Συμπεράσματα

1) Η έρευνα που αφορά την καλλιέργεια της Παυλώνιας στην Ελλάδα επικεντρώνεται σε δύο είδη Παυλώνιας (*Paulownia tomentosa*, *P. elongata*) καθώς και σε συγκεκριμένα υβρίδια ειδών. Αφορά κυρίως την προσαρμογή, την παραγωγή ξύλου και ξυλόδους βιομάζας της Παυλώνιας σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας καθώς και τις δυνατότητες γενετικής βελτίωσης (Σπανός και Γαϊτάνης 2021).

2) Η Παυλώνια είναι είδος απαιτητικό σε έδαφος και νερό - απαιτεί βαθιά και χαλαρά εδάφη. Εδάφη κατάλληλα για την Παυλώνια υπάρχουν κυρίως σε πεδιάδες, οροπέδια, κοιλάδες και αναχώματα ποταμών, εδάφη χαλαρά και με επαρκή υγρασία στο χώρο των ριζών.

3) Η Παυλώνια δεν ευδοκιμεί και δεν ενδείκνυται σε αβαθή (<50 εκ.) και βραχώδη εδάφη και δεν ευνοείται (υποφέρει) σε ανεμόπληκτες περιοχές

4) Είναι απαιτητική σε νερό (θερινή περίοδος) και χρειάζεται πότισμα 1 η 2 φορές τη βδομάδα (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες). Αντέχει σε θερμοκρασίες μέχρι +40° C το καλοκαίρι και μέχρι -20° C το χειμώνα.

5) Είναι ιδανικό είδος για αγροδασοπονία και μπορεί να συνδυάζεται με γεωργικές καλλιέργειες.

6) Δεν συνιστάται σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα γιατί είναι είδος απαιτητικό σε έδαφος (βάθος >1μ) και νερό και για αυτό το λόγο και δεν συνιστάται για αναδασώσεις σε καμένες εκτάσεις (όπου συνήθως

έχουμε ξηροθερμικές συνθήκες). Μπορεί όμως να φυτεύεται σε επιλεγμένες εκτάσεις (κατάλληλο έδαφος, διαθέσιμο νερό) για αντιτυρική προστασία. Επίσης, μπορεί άνετα να χρησιμοποιείται (σαν καλλωπιστικό/δέντρο σκίασης) σε αστικά πάρκα/άλση όπου υπάρχει το κατάλληλο έδαφος και εδαφική υγρασία. Γενικά δεν ενδείκνυται για δεντροστοιχίες (σε πυκνά δομημένες πόλεις) γιατί είναι είδος φωτόφιλο, χρειάζεται πολύ ελεύθερο χώρο και γενικά αποκτά μεγάλες διαστάσεις.

7) Τέλος προτείνουμε σε εκτάσεις, όπου ασκείται η παραδοσιακή λευκοκαλιέργεια σε δημόσιες και ιδιωτικές εκτάσεις (κυρίως στα πεδινά και αναχώματα ποταμών), να αρχίσουν σταδιακά να καλλιεργούνται και άλλα πολυτιμότερα ταχυνετή πλατύφυλλα όπως σίγουρα η Παυλώνια, καθώς και άλλα ιθαγενή (π.χ. στενόφυλλος φράξος/*Fraxinus angustifolia*, φτελιά/*Ulmus* spp.) η ξενικά (π.χ. *Pecan/Carya* spp.) που μπορούν να συνδυάζουν και την πολλαπλή χρήση (π.χ. ξύλο, παραγωγή καρπών, αγροδασοπονία, μελισσοκομία) (Σπανός 2006, Spanos και Gaitanis 2020).

8) Επιπρόσθετα, 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 δίνει εναλλακτικές λύσεις στον παραγωγό/επενδυτή έναντι των διακυμάνσεων των τιμών της ξυλώδους βιομάζας στην αγορά.

Abstract

Paulownia is a native tree of Asia. The wood of Paulownia has been used in Asia for many centuries since it is easy to work and has fine texture. *Paulownia* is a plant genus of the monogenus family *Paulowniaceae*, which includes more than 20 species (ten broader species). Nowadays, Paulownia is planted all over the world. The Forest Research Institute (FRI) of Thessaloniki studies and does research on two species of Paulownia, *Paulownia tomentosa* and *P. elongata* as well as on some species' hybrids. It studies and investigates the adaptation and the wood and wood biomass production of Paulownia in different areas of Greece as well as the potentialities for genetic improvement. The aim of this work is to present a general overview on cultivation and use of Paulownia in Greece.

Βιβλιογραφία

Ates, S., Ni, Y., Akgul, M. and Tozluoglu, A., 2008. Characterization and evaluation of *Paulownia elongata* as a raw material for paper production. *Afr. j. Biotechnol.*, Vol. 7 (22), pp. 4153-4158,

Berdón, J., Montero Calvo, A.J., Royano Barroso, L, Parralejo Alcobendas, A.I. and González Cortés, J., 2017. Study of Paulownia's Biomass Production in Mérida (Badajoz), Southwestern Spain. *Int. j. environ. ecol. res.*, 5(7): 521-527.

Buzan, R.L., Maxim, A., Odagiu, A., Balint, C. and Hartagan, R.M. 2018. *Paulownia* sp. used as an Energetic Plant, for the Phytoremediation of Soils and in Agroforestry Systems. *Pro Environment* 11 (2018) 76-85.

Domínguez, E., Pablo G del Río, Romani, A. and 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. and Xinwang Sun, X., 1994. Analysis of Paulownia-intercropping types and their benefits in Woyang County of Anhui Province. *Forest Ecology and Management* 67, 329-337.

Jiménez, L., Rodriguez, A., Ferrer, J.L., Pérez, A. and Angulo, V., 2005. "Paulownia, a Fast Growing Plant, as a Raw Material for Paper Manufacturing". *Afinidad*, Vol. 62, No. 516, pp. 100-105.

Puxeddu, M., Marras, G. and Murino., G., 2012. Paulownia Tree Planting in Sardinia (Italy) and Its Evaluation for Agroforestry Systems and Sustainable Land Use. *Journal of Environmental Science and Engineering B* 1 (2012) 1192-1195.

Σπανός, Κ.Α., 2006. Εντατική δασοπονία μικρού περιόδου χρόνου -παραγωγή δασικής βιομάζας από φυτείες ταχυνετών 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.

- Σπανός, Κ.Α., 2016. ΠΑΥΛΩΝΙΑ Εκδ. ΕΛΓΟ – ‘ΔΗΜΗΤΡΑ’, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Επιστ. Φυλλάδιο, 12σελ.
- Σπανός, Κ.Α., 2020. Καλλιέργεια και χρήση της Παυλώνιας στην Ελλάδα. ΥΠΑΙΘΡΟΣ ΧΩΡΑ (Εφημ.). (20-11-2020). Σελ. 52-53.
- Spanos, K.A. and 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, Γαϊτάνης, Δ., 2021. Παραγωγή ξυλώδους βιομάζας από 5-ετη δασοπονική φυτεία των ταχουαζών ειδών *Paulownia tomentosa* και *P. elongata* στη Β. Ελλάδα. Ινστιτούτου Ηλιακής Τεχνικής (Ι.Η.Τ.) ‘12^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας’, 7-9 Απριλίου 2021, Θεσσαλονίκη, Πρακτικά σελ. 111-118.
- Tzvetkova, N., Miladinova, K., Ivanova, K., Georgieva, T., Geneva, M. and Markovsk, Y., 2015. Possibility for using of two Paulownia lines as a tool for remediation of heavy metal contaminated soil. *J. Environ. Biol.*, Vol. 36 (Special Issue), p. 145-151.
- Yadav, N. K., Vaidya, B. N., Henderson, K., Lee, J. F., Stewart, W.M., Dhekney, S.A. and Joshee, N., 2013. A Review of Paulownia Biotechnology: A Short Rotation, Fast Growing Multipurpose Bioenergy Tree. *Am. J. Plant Sci.*, 4: 2070-2082.
- 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.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΕΛΑΤΗΣ-ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟ

Σύρμπα, Ευδοξία¹; Τσιτσώνη, Θέκλα²; Μάνιος, Νικόλαος³

^{1,2}Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Τ.Θ. 262, 54124 Θεσσαλονίκη, ¹essyrmpa@for.auth.gr, ²tsitsoni@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-μαύρης πεύκης οι οποίες εντοπίζονται στην περιοχή του βόρειου Παρνασσού. Λήφθηκαν 4 δειγματοληπτικές επιφάνειες έκτασης 0,1 Ha η καθεμία και με τη χρήση σύγχρονων λογισμικών προσομοίωσης συστάδων σε συνδυασμό με στατιστικές αναλύσεις των χαρακτηριστικών τους, επιχειρήθηκε ο καθορισμός της δομής τους. Συχνότερα εμφανίζεται η ομήλικη και η υποκηπευτή δομή και πιο σπάνια η κηπευτή. Χαρακτηριστικά είναι η κυριαρχία της μαύρης πεύκης στον ανώροφο των συστάδων και η πυκνή αναγέννηση της ελάτης στον υπόροφο. Προτείνονται δασοκομικοί χειρισμοί με σκοπό τη διατήρηση της μίξης, για τη δημιουργία σταθερών συστάδων και την αποφυγή πυρκαγιών.

Λέξεις κλειδιά: *Abies cephalonica*, *Pinus nigra*, δομή συστάδας, δασοκομικά μέτρα.

Εισαγωγή

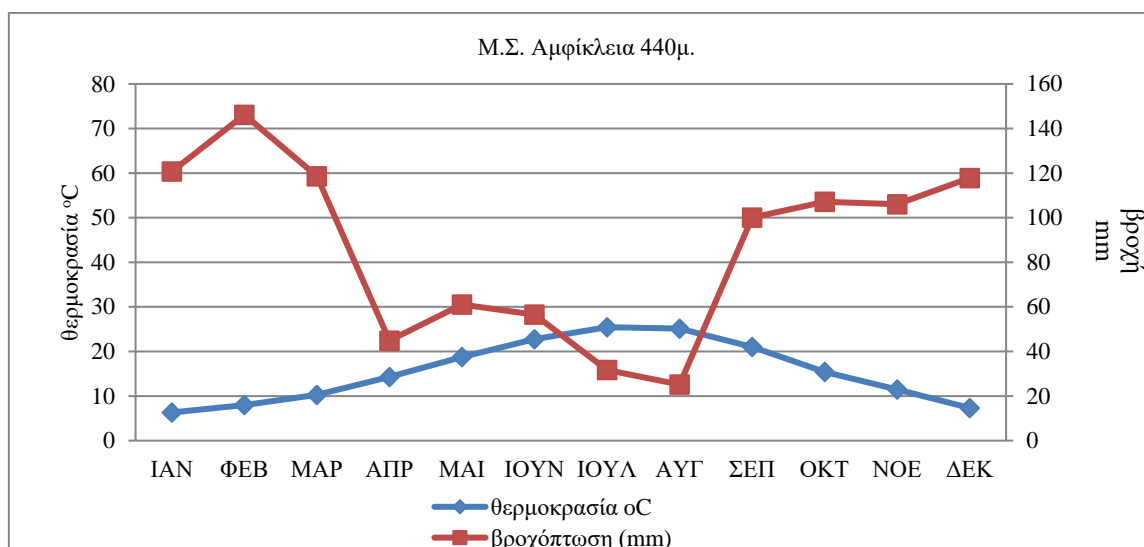
Η κεφαλληνιακή ελάτη για τη χώρα μας, είναι είδος πολυτιμότεο. Χωρίς να φτάνει το ύψος της υβριδογενούς ή της λευκής ελάτης, χαρακτηρίζεται από αντοχή στην ξηρασία, είναι σχετικά ολιγαρκής και αποδίδει σημαντικό όγκο ξύλου, ακόμη και κάτω από σχετικά δυσμενείς συνθήκες. Δημιουργεί ωραιότατα, πυκνά, ανομήλικα δάση (κηπευτά και υποκηπευτά), μεγάλης οικολογικής αισθητικής, οικονομικής και προστατευτικής αξίας. Συχνά δημιουργεί μικτά δάση, προσωρινής μίξης με τη μαύρη πεύκη, κάτω από την κομοστέγη της οποίας αναγεννάται πολύ εύκολα και άφθονα (Νταφης, 2010). Η μαύρη πεύκη αποτελεί οικονομικά ένα σημαντικό είδος για την Ευρώπη και κυρίως για τη νότια, όσο αφορά την παραγωγή ξυλείας εξαιτίας της ευρείας διάδοσής της και των επιμέρους ιδιοτήτων του ξύλου της. Στην Ελλάδα έχει επιτυχώς χρησιμοποιηθεί σε αποκαταστάσεις περιοχών που επλήγησαν από πυρκαγιές (Θανάσης και Ζάγκας 2003). Στην περιοχή έρευνας η ελάτη και η μαύρη πεύκη συγκροτούν μικτά δάση, τα οποία υλοτομούνται για την παραγωγή ξυλείας, κυρίως μαύρης πεύκης.

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 άνωθεν της Αμφίκλειας και της Πολυδρόσου, στα βορειοανατολικά του όρους Παρνασσού. Από υψόμετρο 750μ. έως 1500μ. περίπου η μαύρη πεύκη σχηματίζει συστάδες σε μίξη με την ελάτη. Η μαύρη πεύκη στην περιοχή αυτή φύεται πάνω σε δολομιτικό ασβεστόλιθο, ενώ μικρό μέρος του δάσους αυτού φύεται πάνω σε ασβεστιτικό αργλικό σχιστόλιθο και σε σκληρό ασβεστόλιθο (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 1000-2000mm (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)

Μεθοδολογία

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 στηθιαία 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 και Karagiannakidou 2000, Σύρμα και Τσιτσώνη 2015). Η ζωτικότητα των δένδρων (V) κατατάσσεται σε τρεις τάξεις: τάξη 10 για δένδρα που αναπτύσσονται ζωηρά, 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 προσαυξανόμενα 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 δένδρου 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 πρόγραμμα Excel, Ms Office 2007 και SPSS Statistics 20 ενώ τα προφίλ επεξεργάστηκαν σε AutoCad 2013 και δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού Stand Visualization System.

Αποτελέσματα

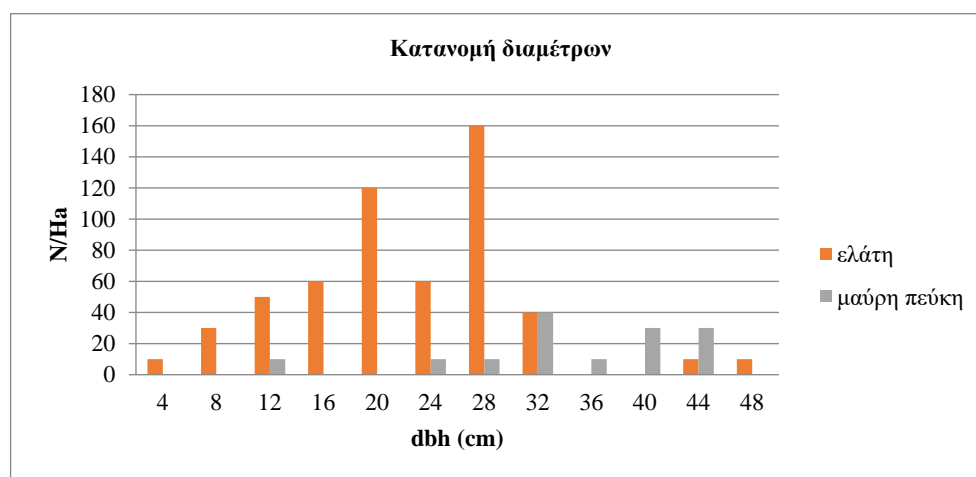
1) Ομήλικη μορφή

Στις συστάδες αυτής της μορφής η μαύρη πεύκη συμμετέχει με ποσοστό μίξης 20%. Όσον αφορά το στάδιο εξέλιξης, οι συστάδες αυτές βρίσκονται στο στάδιο των λεπτών κορμών. Το 59% των ιστάμενων δέντρων ανήκουν στον ανώροφο και από αυτά το 68% είναι άτομα ελάτης, ενώ το σύνολο των ατόμων μαύρης πεύκης βρίσκεται στον ανώροφο. Το μέγιστο ύψος είναι 24μ. και το μέσο ανώτερο ύψος είναι 22,7μ. Η μέγιστη στηθιαία διάμετρος είναι 50cm για την ελάτη και 45cm για τη μαύρη πεύκη. Ο ανώροφος αποτελείται από άτομα που αναπτύσσονται ζωηρά (μέσος όρος ζωτικότητας 10,5), ενώ ο μέσος όρος της τάσης εξέλιξης είναι 1,15 και δηλώνει άτομα κοινωνικά ανερχόμενα.

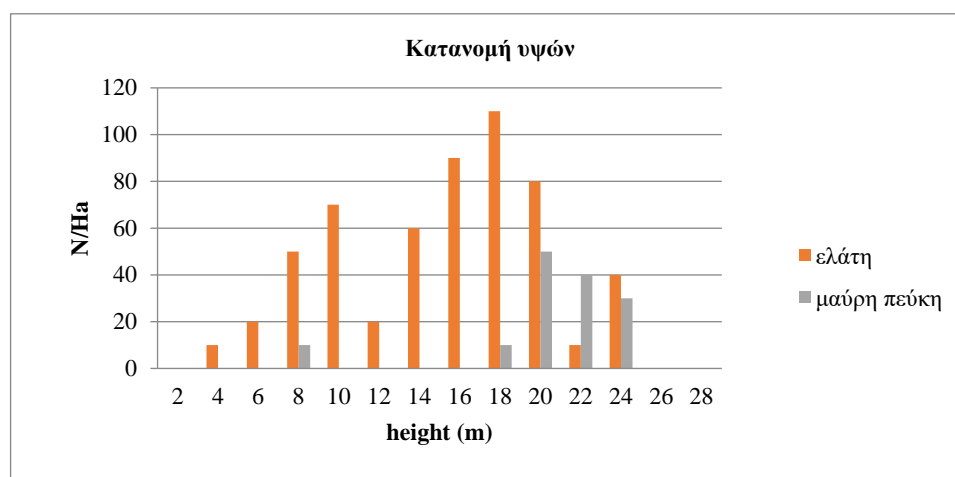
Πίνακας 1. Αποτελέσματα ανάλυσης δομής μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης ομήλικης μορφής.
Table 1. Results of structural analysis of even aged mixed stand of fir-black pine.

		ΑΝΩΡΟΦΟΣ			ΜΕΣΟΡΟΦΟΣ			ΥΠΟΡΟΦΟΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΑ		
		ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο
N	N/Ha	280	130	410	220	0	220	50	10	60	550	140	690
D	M.O.	29	36	31,21	20	-	20	10	14	10,66	23,92	35,93	26,36
	T.A.	5,40	6,27	6,58	2,76	-	2,76	3,08	-	3,02	8,52	8,46	9,75
H	M.O.	19,28	21,38	19,95	11,45	-	11,45	5,5	7	5,75	14,6	19,78	15,65
	T.A.	2,44	1,82	2,46	2,42	-	2,42	1,87	-	1,78	4,93	4,19	5,20
M.K	M.O.	9,78	11,15	10,21	4,18	-	4,18	2,4	1	2,16	6,87	10,42	7,59
	T.A.	2,85	2,15	2,70	3,26	-	3,26	1,63	-	1,57	4,19	3,41	4,27

Η κυκλική επιφάνεια των ατόμων στον ανώροφο είναι 33,2m²/Ha ή το 78% της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της συστάδας. Στον μεσόροφο βρίσκεται το 32% του συνόλου των ατόμων της συστάδας, με κυκλική επιφάνεια 8,3m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 11,82 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,32. Ο υπόροφος αποτελείται από το 9% του συνόλου των ατόμων με κυκλική επιφάνεια 0,6m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 15 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,5.

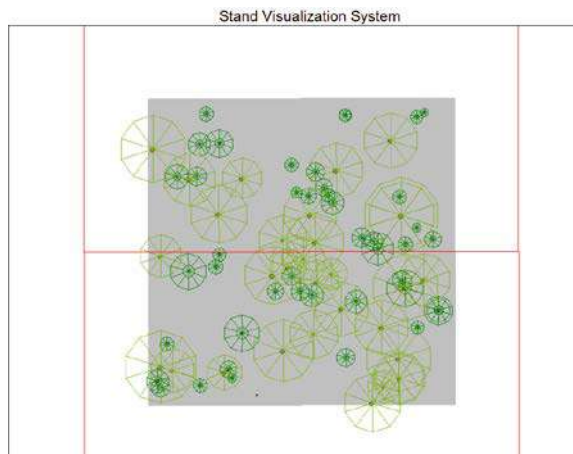


Σχήμα 2. Κατανομή διαμέτρων μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης ομήλικης μορφής.
Figure 2. Diameter bh distribution of even aged mixed stand of fir-black pine.

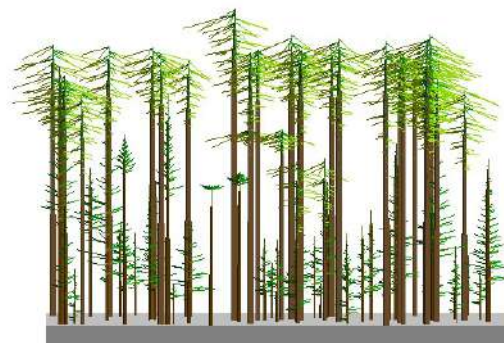


Σχήμα 3. Κατανομή υψών μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης ομήλικης μορφής.
Figure 3. Height distribution of even aged mixed stand of fir-black pine.

Στα σχήματα 2 και 3 φαίνονται οι κατανομές διαμέτρων και υψών μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης ομήλικης μορφής και στις εικόνες 1 και 2 η κάτοψη και το προφίλ της συστάδας, απεικόνιση με τη βοήθεια του λογισμικού Stand Visualization System..



Εικόνα 1. Κάτοψη συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης ομήλικης μορφής.
Picture 1. Floor plan of even aged mixed stand of fir-black pine.



Εικόνα 2. Προφίλ συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης ομήλικης μορφής.
Picture 2. Profile of even aged mixed stand of fir-black pine.

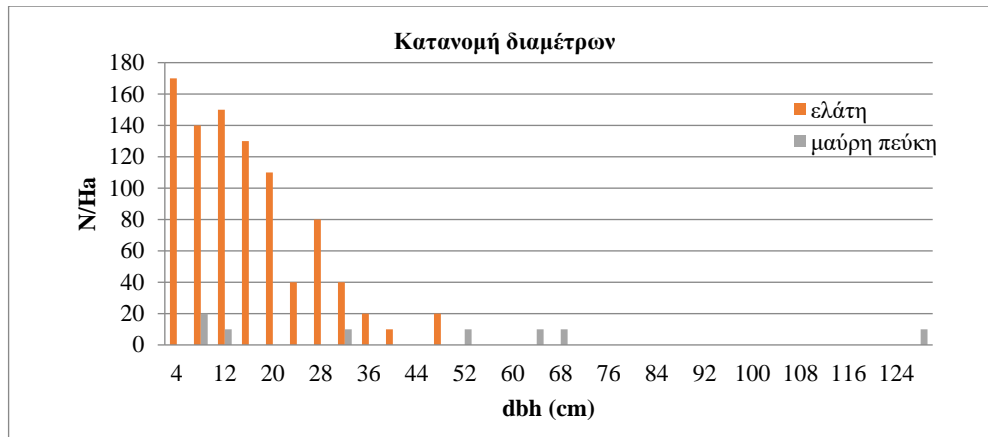
2) Κηπευτή μορφή

Στις συστάδες αυτής της μορφής η μαύρη πεύκη συμμετέχει με ποσοστό μίξης 7%. Το 25% των ιστάμενων δέντρων ανήκουν στον ανώροφο και από αυτά το 80% είναι άτομα ελάτης, ενώ το 70% των ατόμων μαύρης πεύκης βρίσκεται στον ανώροφο. Το μέγιστο ύψος είναι 24μ. και το μέσο ανώτερο ύψος είναι 20,4μ. Η μέγιστη σθηθιαία διάμετρος είναι 50cm για την ελάτη και 130cm για τη μαύρη πεύκη.

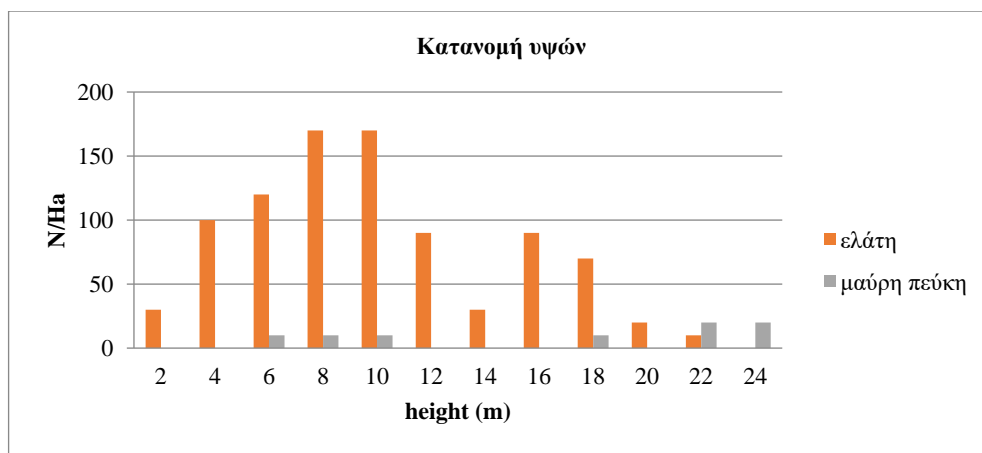
Πίνακας 2. Αποτελέσματα ανάλυσης δομής μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης κηπευτής μορφής.
Table 2. Results of structural analysis of all aged mixed stand of fir-black pine.

		ΑΝΩΡΟΦΟΣ			ΜΕΣΟΡΟΦΟΣ			ΥΠΟΡΟΦΟΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΑ		
		ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο
N	N/Ha	190	50	240	450	10	460	260	10	270	900	70	970
D	M.O.	31,95	67,20	39,29	17,33	13	17,24	8,22	9	8,25	17,68	51,14	20,07
	T.A.	7,84	38,07	22,67	5,64	-	5,61	2,89	-	2,84	10,00	41,47	16,56
H	M.O.	16,84	21,2	17,75	9,29	9	9,28	4,44	6	4,5	9,42	17,28	9,98
	T.A.	2,03	2,49	2,75	1,84	-	1,82	1,53	-	1,53	4,71	7,04	5,27
M.K	M.O.	9,79	13,8	10,63	4,18	5	4,19	1,91	4,8	2,02	4,67	11,26	5,14
	T.A.	2,20	1,82	3,28	2,43	-	2,41	1,33	-	1,41	3,62	4,76	4,05

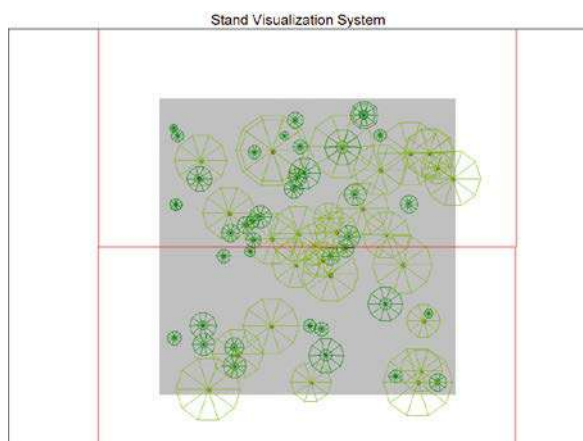
Ο ανώροφος αποτελείται από άτομα που αναπτύσσονται ζωηρά (μέσος όρος ζωτικότητα 10,42), ενώ ο μέσος όρος της τάσης εξέλιξης είναι 1,17 και δηλώνει άτομα κοινωνικά ανερχόμενα. Η κυκλική επιφάνεια των ατόμων στον ανώροφο είναι 38,4m²/Ha ή το 76% της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της συστάδας. Στον μεσόροφο βρίσκεται το 47% του συνόλου των ατόμων της συστάδας, με κυκλική επιφάνεια 11,7m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 13,56 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,58. Ο υπόροφος αποτελείται από το 28% του συνόλου των ατόμων με κυκλική επιφάνεια 1,6m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 15,5 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,7. Στα σχήματα 4 και 5 φαίνονται οι κατανομές διαμέτρων και υψών μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης κηπευτής μορφής και στις εικόνες 3 και 4 η κάτοψη και το προφίλ της συστάδας, απεικόνιση με τη βοήθεια του λογισμικού Stand Visualization System.



Σχήμα 4. Κατανομή διαμέτρων μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης κηπευτής μορφής.
Figure 4. Diameter bh distribution of all aged mixed stand of fir-black pine.



Σχήμα 5. Κατανομή υψών μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης κηπευτής μορφής.
Figure 5. Height distribution of all aged mixed stand of fir-black pine.



Εικόνα 3. Κάτοψη συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης κηπευτής μορφής.
Picture 3. Floor plan of all aged mixed stand of fir-black pine.



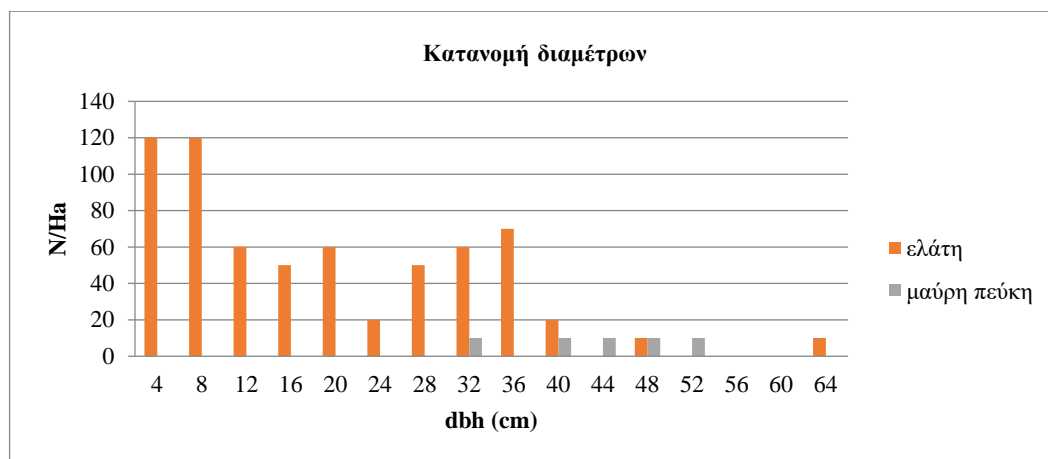
Εικόνα 4. Προφίλ συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης κηπευτής μορφής.
Picture 4. Profil of all aged mixed stand of fir-black pine.

3) Υποκηπευτή μορφή

Στις συστάδες αυτής της μορφής η μαύρη πεύκη συμμετέχει με ποσοστό μίξης 8%. Το 33% των ιστάμενων δέντρων ανήκουν στον ανώροφο και από αυτά το 75% είναι άτομα ελάτης, ενώ το σύνολο των ατόμων μαύρης πεύκης βρίσκεται στον ανώροφο. Το μέγιστο ύψος είναι 20μ. και το μέσο ανώτερο ύψος είναι 18,1μ. Η μέγιστη στηθιαία διάμετρος είναι 66cm για την ελάτη και 52cm για τη μαύρη πεύκη.

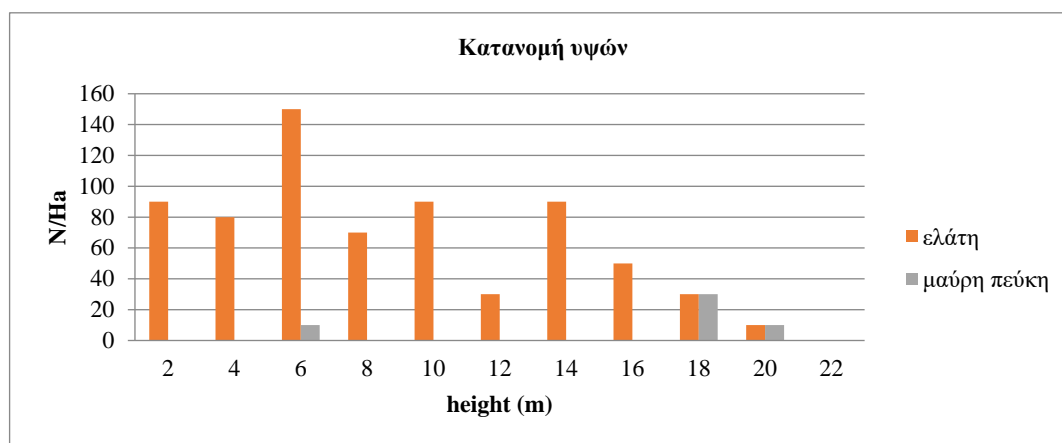
Πίνακας 3. Αποτελέσματα ανάλυσης δομής μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης υποκηπευτής μορφής.
Table 3. Results of structural analysis of uneven aged mixed stand of fir-black pine.

		ΑΝΩΡΟΦΟΣ			ΜΕΣΟΡΟΦΟΣ			ΥΠΟΡΟΦΟΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΑ		
		ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο	ελάτη	μαύρη πεύκη	σύνολο
N	N/Ha	180	60	240	180	0	180	310	0	310	670	60	730
D	M.O.	36,50	43,83	38,33	21,83	-	21,83	7,92	-	7,92	19,33	43,83	21,35
	T.A.	9,75	6,08	9,43	6,59	-	6,59	3,89	-	3,89	13,63	6,08	14,79
H	M.O.	15,11	18,17	15,88	9,17	-	9,17	4,13	-	4,13	8,43	18,16	9,23
	T.A.	1,84	0,41	2,09	1,69	-	1,69	1,62	-	1,62	4,87	0,40	5,39
M.K	M.O.	8,64	9,00	8,73	5,48	-	5,48	2,29	-	2,29	4,85	9,00	5,19
	T.A.	2,59	2,00	2,42	2,26	-	2,26	1,38	-	1,38	3,31	2,00	3,42

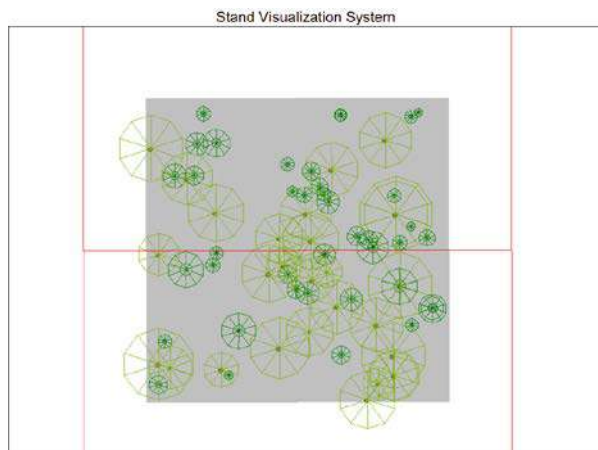


Σχήμα 6. Κατανομή διαμέτρων μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης υποκηπευτής μορφής.
Figure 6. Diameter bh distribution of uneven aged mixed stand of fir-black pine.

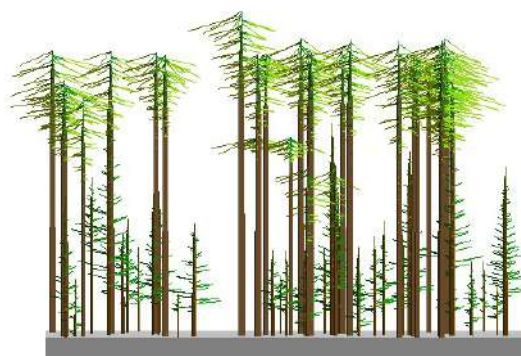
Ο ανώροφος αποτελείται από άτομα που αναπτύσσονται ζωηρά (μέσος όρος ζωτικότητα 12,9), ενώ ο μέσος όρος της τάσης εξέλιξης είναι 1,5 και δηλώνει άτομα κοινωνικά ανερχόμενα. Η κυκλική επιφάνεια των ατόμων στον ανώροφο είναι 29,3m²/Ha ή 76% της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της συστάδας. Στον μεσόροφο βρίσκεται το 25% του συνόλου των ατόμων της συστάδας, με κυκλική επιφάνεια 7,3m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 11,7 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,3. Ο υπόροφος αποτελείται από το 42% του συνόλου των ατόμων με κυκλική επιφάνεια 1,9m²/Ha, με μέσο όρο ζωτικότητας 11 και μέσο όρο τάσης εξέλιξης 1,1. Στα σχήματα 6 και 7 φαίνονται οι κατανομές διαμέτρων και υψών μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης υποκηπευτής μορφής και στις εικόνες 5 και 6 η κάτοψη και το προφίλ της συστάδας, απεικόνιση με τη βοήθεια του λογισμικού Stand Visualization System.



Σχήμα 7. Κατανομή υψών μικτής συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης υποκηπευτής μορφής.
Figure 7. Height distribution of uneven aged mixed stand of fir-black pine.



Εικόνα 5. Κάτοψη συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης υποκηπευτής μορφής.
Picture 5. Floor plan of uneven aged mixed stand of fir-black pine.



Εικόνα 6. Προφίλ συστάδας ελάτης-μαύρης πεύκης υποκηπευτής μορφής.
Picture 6. Profile of uneven aged mixed stand of fir-black pine.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Οι μικτές συστάδες ελάτης-μαύρης πεύκης εμφανίζουν συχνότερα δομή ομήλικου ή υποκηπευτού δάσους και σπανιότερα κηπευτού. Η μίξη κυμαίνεται από 7 έως 20% για την μαύρη πεύκη η οποία κυριαρχεί στον ανώροφο των συστάδων. Ο δασοκομικός σκοπός στην περιοχή έρευνας πρέπει να είναι η διατήρηση της μίξης των δύο ειδών με ταυτόχρονη αύξηση του ποσοστού μίξης της μαύρης πεύκης. Η διατήρηση της μίξης θα συμβάλει αρχικά στην οικολογική σταθερότητα του δάσους και στην οικονομική απόδοση, αφού στην περιοχή αναπτύσσονται ευθυτενή άτομα μαύρης πεύκης τα οποία αξιοποιούνται οικονομικά μέσω των υλοτομιών. Αρχικά προτείνονται αραιώσεις ώστε με το άνοιγμα των συστάδων να δημιουργηθούν κέντρα αναγέννησης της μαύρης πεύκης (φωτόφιλο είδος). Προτείνονται χαλάρωση των νεοφυτειών της ελάτης (όπου χρειάζεται) και διατήρηση ατόμων-σπορέων μαύρης πεύκης. Σε δεύτερο χρόνο επιδίωξη των δασοκομικών χειρισμών μπορεί να είναι η υποκηπευτή δομή των συστάδων, λαμβάνοντας υπόψη το κύριο πλεονεκτήμα αυτής της δομής, δηλαδή την σταθερότητα των συστάδων. Επίσης η σωστή καλλιέργεια θα συμβάλει στην ελάττωση του κινδύνου πυρκαγιάς, η οποία απειλεί τα μεσογειακά δάση πεύκης.

Abstract

Aim of the current research is the structure analysis of mixed fir-black pine stands located at northern 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. Even aged and uneven aged structure are more often than all aged structure. Black pine dominates at the stand's upper storey and fir natural regeneration at lower storey. Silvicultural treatments need to be applied due to mix conservation, in order to ecological stability and avoiding forest fires.

Βιβλιογραφία

Γκανάτσας, Π., 2009. Δασοκομικά χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων μαύρης πεύκης και αποκατάσταση των καμένων συστάδων, Πρακτικά Διεθνές Συνέδριο «Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης», Σπάρτη, 15-16 Οκτωβρίου 2009.

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. και 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.
- 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., Tsakalimi, 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.
- Φλόκας Απ., 1986. Μαθήματα μετεωρολογίας και κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη. Σελ. 465.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΓΟΡΕΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ ΤΟΥ COVID-19 ΣΤΗΝ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΦΗ ΑΙΓΟΠΡΟΒΑΤΩΝ

Γιακουλάκη, Μαρία; Κωνσταντίνη, Τρις;
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, yiak@for.auth.gr

Περίληψη

Η επίδραση που είχαν τα απαγορευτικά μέτρα, που τέθηκαν στη χώρα μας την περίοδο Μαρτίου-Μαΐου 2020 για την αντιμετώπιση της πανδημίας του κορωνοϊού, στην άσκηση της εκτατικής εκτροφής αιγοπροβάτων διερευνήθηκε στο Δήμο Ελασσόνας της Π.Ε. Λάρισας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτηματολογίου και προσωπικών συνεντεύξεων. Βρέθηκε ότι οι κτηνοτρόφοι στην πλειοψηφία τους δεν διαφοροποίησαν το χρόνο βόσκησης των ζώων τους στους βοσκότοπους, την ποσότητα των χορηγούμενων ζωοτροφών, το ζωικό κεφάλαιο, τις συνθήκες υγιεινής στις κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις και τον αριθμό και την αμοιβή των εργαζόμενων. Η πλειοψηφία των εκτροφέων (85,9%) παρατήρησε μείωση στη ζήτηση του παραγόμενου γάλακτος και του κρέατος κατά 10-30% και 20-40%, αντίστοιχα, ενώ το 22,3% εξ αυτών παρατήρησαν μείωση και στην τιμή του κρέατος. Στο 26,6% των μονάδων υπήρξε ζήτηση για εργατικά χέρια, που δεν ήταν διαθέσιμα εξαιτίας των απαγορεύσεων.

Λέξεις κλειδιά: Sars-CoV-2, βοσκότοποι, εκτατική κτηνοτροφία, πανδημία, αιγοπροβατοτροφία.

Εισαγωγή

Στα τέλη του 2019 εμφανίστηκε η νόσος CoVid-19, που προήλθε από ένα νέο στέλεχος κορωνοϊού, το SARS-CoV-2 (FAO 2020a, Zhang 2020). Η εμφάνιση αυτής της νόσου προκάλεσε σε παγκόσμιο επίπεδο μία άνευ προηγουμένου υγειονομική και κοινωνικο-οικονομική κρίση (Malik κ.α. 2020; Rodriguez-Morales κ.α. 2020). Τον Φεβρουάριο του 2020, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας κατέταξε τον ιό στην κατηγορία υψηλού κινδύνου και τον Μάρτιο του ίδιου έτους η εξάπλωση της ασθένειας χαρακτηρίστηκε ως πανδημία (Tiwari κ.α. 2020).

Η ευκολία με την οποία μεταδίδεται ο κορωνοϊός, οδήγησε πολλές χώρες σε ολόκληρο τον κόσμο στη λήψη εκτεταμένων μέτρων για τον περιορισμό της εξάπλωσής του (Rothan και Byrareddy 2020). Έτσι, επιβλήθηκαν αυστηροί κανόνες προστασίας της δημόσιας υγείας, όπως η τήρηση αποστάσεων μεταξύ των ατόμων, η απαγόρευση της κυκλοφορίας και των ταξιδιών, ο έλεγχος των συνόρων και των εισαγωγών-εξαγωγών, ο περιορισμός στη διακίνηση των εμπορευμάτων, καθώς και η αναστολή λειτουργίας πολλών επαγγελματικών δραστηριοτήτων (FAO 2020a). Αυτά τα απαγορευτικά μέτρα επηρέασαν αρνητικά όλους τους τομείς της σύγχρονης οικονομίας, με την κτηνοτροφία να συγκαταλέγεται μεταξύ αυτών, που επλήγησαν περισσότερο (FAO 2020b, Hashem κ.α. 2020).

Παρότι το χρονικό διάστημα για τη διαμόρφωση πλήρους εικόνας και την εκτίμηση των επιπτώσεων της πανδημίας στον τομέα της κτηνοτροφίας θεωρείται μικρό, αναφέρεται (Ani κ.α. 2020, Biswal κ.α. 2020, Marchant-Forde και Boyle 2020, Taylor κ.α. 2020) ότι ο περιορισμός στη διακίνηση των ζώων και στη μεταφορά των ζωοτροφών καθήλωσαν τις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις σε ορισμένες χώρες (Biswal κ.α. 2020, FAO 2020b). Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι παρουσιάστηκε ανάγκη εντατικοποίησης της υγειονομικής περίθαλψης και της φροντίδας των ζώων, καθώς και της υγειονομικής προστασίας των παραγόμενων ζωοοικονομικών προϊόντων (Defo Deeh κ.α. 2020). Όμως, η περιορισμένη πρόσβαση σε κτηνιατρικές υπηρεσίες και σε φάρμακα δυσκόλεψε τη σωστή παρακολούθηση της υγείας των ζώων και επηρέασε αρνητικά την ευζωία τους, ενώ αποτέλεσε κίνδυνο πρόκλησης νέων επιδημιών ή έξαρσης ζωνόσων μεταδιδόμενων στον άνθρωπο (Hashem κ.α. 2020). Τα προβλήματα αυτά εντάθηκαν και από την έλλειψη εργατικών χεριών, που παρουσιάστηκε εξαιτίας

της απαγόρευσης της κυκλοφορίας και των μετακινήσεων. Παράλληλα, η δραματική μείωση της αγοραστικής δύναμης του μέσου καταναλωτή έπληξε σημαντικά τη βιωσιμότητα των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων (Hashem κ.α. 2020).

Η αιγοπροβατοτροφία αποτελεί έναν από τους παραγωγικούς κλάδους της χώρας μας με ιδιαίτερη συνεισφορά στην οικονομία, καθώς συμβάλλει κατά 18% περίπου στο συνολικό αγροτικό εισόδημα (ΥΠΑΑΤ 2011). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ελλάδα είναι η πρώτη χώρα σε αριθμό εκτρεφόμενων αιγών (4,25 εκ.) και η τέταρτη σε αριθμό προβάτων (9,52 εκ.) (ΕΛΣΤΑΤ 2021α). Η αιγοπροβατοτροφία ασκείται κυρίως εκτατικά στο 85% και 82% του συνολικού αριθμού των εκτρεφόμενων προβάτων και των αιγών, αντίστοιχα, με την αξιοποίηση των φυσικών πόρων των ορεινών και μειονεκτικών περιοχών (Παπαναστάσης 2009).

Στη χώρα μας, η ασθένεια του κορωνοϊού εμφανίστηκε τον Φεβρουάριο 2020 και τον Μάρτιο επιβλήθηκαν αυστηρά μέτρα απαγόρευσης της κυκλοφορίας και της μετακίνησης των πολιτών (ΕΟΔΥ 2021) για τον περιορισμό της εξάπλωσης της πανδημίας. Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η επίδραση που είχαν τα απαγορευτικά μέτρα στην άσκηση της εκτατικής εκτροφής αιγοπροβάτων.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τον Ιούλιο έως τον Οκτώβριο 2020 στον Δήμο Ελασσόνας της Π.Ε. Λάρισας, και ειδικότερα στη Δημοτική Ενότητα (Δ.Ε.) Λιβαδίου και στην Τοπική Κοινότητα (Τ.Κ.) Φαρμάκη. Η περιοχή επιλέχθηκε επειδή ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού της δραστηριοποιείται επαγγελματικά στην εκτατική εκτροφή μικρών μηρυκαστικών (Καϊμακάμης 2017), εκτρέφοντας συνολικά 399.835 αιγοπρόβατα (ΟΠΕΚΕΠΕ 2019).

Στην έρευνα συμμετείχαν 94 κτηνοτρόφοι, που αντιστοιχούσαν σε 94 εκμεταλλεύσεις, οι οποίοι είχαν την εκτατική αιγοπροβατοτροφία ως κύριο επάγγελμα. Χρησιμοποιήθηκε ένα τυποποιημένο ερωτηματολόγιο, που απευθύνθηκε σε όλους τους συμμετέχοντες και συμπληρώθηκε με προσωπικές συνεντεύξεις. Στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν δυο ενότητες. Στην πρώτη περιλαμβάνονταν ερωτήσεις που αφορούσαν:

- το προφίλ των εκτροφέων (φύλο, ηλικία, μορφωτικό επίπεδο) και
- τα χαρακτηριστικά της εκτροφής τους, όπως ο τύπος της εκτροφής (οικογενειακή ή ατομική), ο αριθμός των εργαζόμενων μελών της οικογένειας του εκτροφέα, το εφαρμοζόμενο σύστημα εκτροφής (ενσταβλισμένο, ποιμενικό, μετακινούμενο), το μέγεθος του εκτρεφόμενου ζωικού κεφαλαίου και η παραγωγική κατεύθυνση (κρεοπαραγωγική, γαλακτοπαραγωγική και μεικτή).

Στη δεύτερη ενότητα υπήρχαν ερωτήσεις, που αφορούσαν την επίδραση των απαγορευτικών μέτρων που τέθηκαν για τον περιορισμό της πανδημίας του κορωνοϊού:

- στην υγεία των κτηνοτρόφων,
- στην άσκηση της επαγγελματικής τους δραστηριότητας,
- στο χρόνο βόσκησης των ζώων στα λιβάδια, στη χορήγηση συμπληρωματικών ζωοτροφών, στο μέγεθος του ζωικού κεφαλαίου και στις συνθήκες υγιεινής των σταβλικών εγκαταστάσεων,
- στη ζήτηση (διάθεση) των παραγόμενων ζωοκομικών προϊόντων (κρέας, γάλα) και στην τιμή πώλησης των προϊόντων
- στο εργατικό δυναμικό και ειδικότερα των εργαζόμενων που δεν ήταν μέλη της οικογένειας του εκτροφέα καθώς και στη ζήτηση εργατικών χεριών

Επίσης, οι κτηνοτρόφοι ερωτήθηκαν για την αντιμετώπιση, που είχαν από την Πολιτεία και την οικονομική ενίσχυση που έλαβαν.

Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τα ερωτηματολόγια επεξεργάστηκαν με το λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας SPSS (IBM SPSS v. 25. 2017). Χρησιμοποιήθηκε η περιγραφική στατιστική (ποσοστά (%) και μέσος όρος) για την ανάλυση των δεδομένων και την απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Αποτελέσματα

I. Προφίλ εκτροφέων και εκτροφών

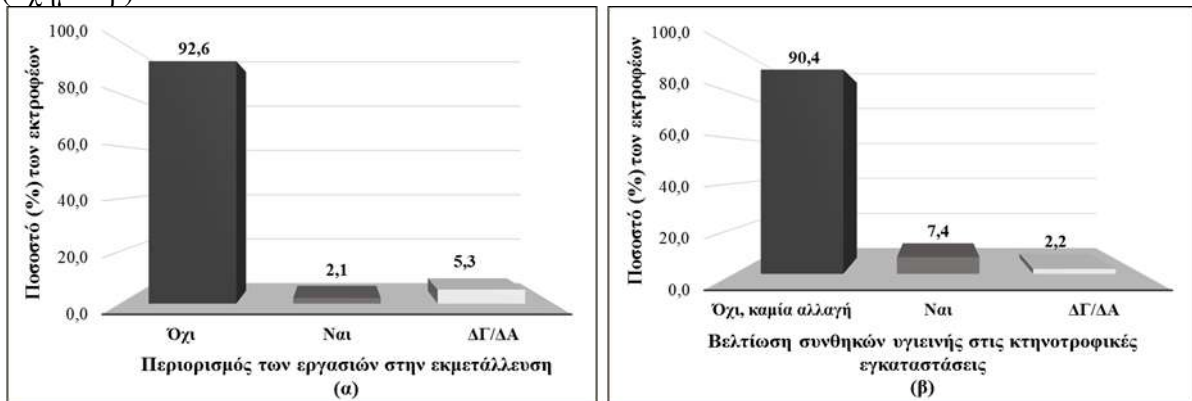
Το 72% των εκτροφέων ήταν άνδρες, ηλικίας έως 50 ετών σε ποσοστό 63,8%. Το 78,8% ήταν απόφοιτοι δημοτικού και γυμνασίου, ενώ το 6,5% είχε πτυχίο ανώτερης ή ανώτατης εκπαίδευσης.

Οι κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις ήταν κυρίως οικογενειακού τύπου (92,6%). Στο 64,8% των εκτροφών οι απασχολούμενοι ήταν μέλη της οικογένειας του εκτροφέα, ενώ στο 35,2% απασχολούνταν

1-2 εργαζόμενοι-μη μέλη της οικογένειάς του. Στο 98% των εκτροφών εφαρμοζόταν το εκτατικό-ποιμνικό σύστημα εκτροφής, ενώ μόνο στο 2% ασκούσαν το νομαδικό σύστημα. Το ζωικό κεφάλαιο ήταν κατά μέσο όρο 265 πρόβατα και 34 αίγες, με τους περισσότερους εκτροφείς (66% και 51%) να εκτρέφουν από 250 έως 449 πρόβατα και από 1 έως 49 αίγες, αντίστοιχα. Το 92,6% των εκτροφών ήταν μεικτής παραγωγικής κατεύθυνσης, το 6,4 % ήταν κρεοπαραγωγικής, και μόνο το 1,0% ήταν γαλακτοπαραγωγικής.

II. Επίδραση των απαγορευτικών μέτρων εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού στην άσκηση της αιγοπροβατοτροφίας

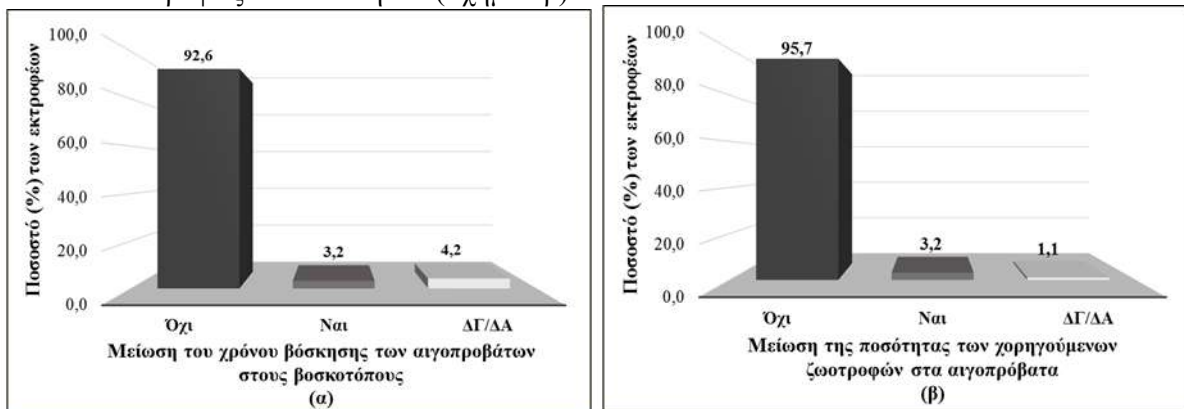
Η υγεία των εκτροφών δεν επηρεάστηκε άμεσα (89,4%) από τον κορωνοϊό. Η πανδημία όμως και τα απαγορευτικά μέτρα επηρέασαν έμμεσα (ψυχολογικά) το 6,4% των εκτροφών, άμεσα (νόσησε) το 2,1% εξ αυτών, ενώ το υπόλοιπο 2,1% δε θέλησε να απαντήσει στην ερώτηση. Το 92,6% των εκτροφών συνέχισε κανονικά τις καθημερινές εργασίες του κατά το διάστημα της επιβολής των απαγορευτικών μέτρων, το 2,1% τις περιόρισε (Σχήμα 1α) για διάστημα 1 έως 2 μήνες, ενώ το 5,3% δεν απάντησε. Επίσης, η πλειοψηφία των εκτροφών (90,4%) απάντησε ότι δεν άλλαξε τις συνθήκες υγιεινής στις κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις τους, σε αντίθεση με το 7,4% που τις βελτίωσε, με την έννοια της συχνότερης και σχολαστικότερης καθαριότητας, ενώ το 2,2% των εκτροφών δεν απάντησε (Σχήμα 1β).



Σχήμα 1. Επίδραση των απαγορευτικών μέτρων εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού (α) στις εργασίες των εκτροφών και (β) στις συνθήκες υγιεινής στις κτηνοτροφικές τους εγκαταστάσεις.

Figure 1. Effect of social distancing measures on (a) breeders' daily labor, and (b) the hygienic conditions in their livestock facilities.

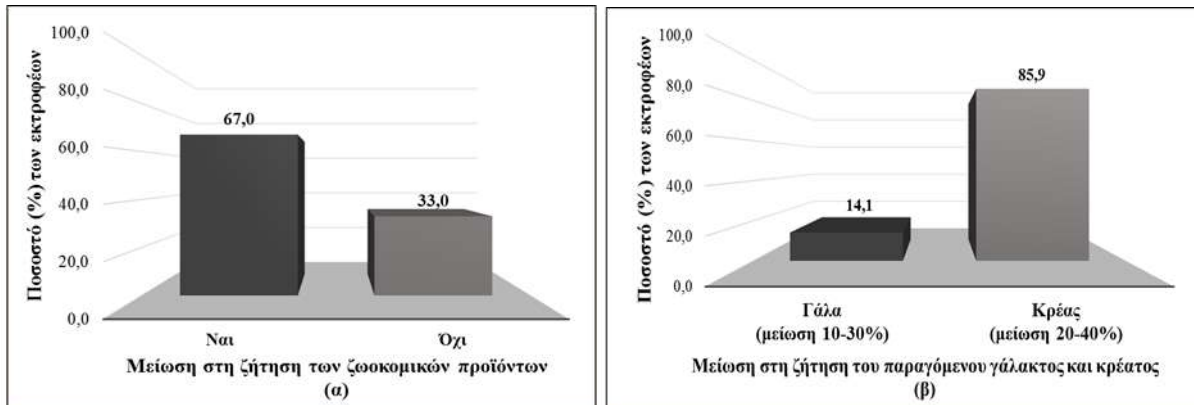
Η πλειοψηφία των εκτροφών (92,6%) δε διαφοροποίησε το χρόνο βόσκησης των ζώων στους βοσκότοπους κατά τη διάρκεια εφαρμογής των απαγορευτικών μέτρων, το 3,2% τον μείωσε, ενώ το 4,2% δεν είχε διαμορφώσει άποψη (Σχήμα 2α). Επίσης, το 95,8% εξ αυτών απάντησε ότι δεν διαφοροποίησε την ποσότητα των ζωοτροφών που χορηγούσε στα ζώα του, το 3,2% τις αύξησε, ενώ οι υπόλοιποι εκτροφείς δεν απάντησαν (Σχήμα 2β).



Σχήμα 2. Επίδραση των απαγορευτικών μέτρων εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού α) στο χρόνο βόσκησης των αιγοπροβάτων στους βοσκότοπους και β) στην ποσότητα των χορηγούμενων ζωοτροφών.

Figure 2. Effect of social distancing measures on (a) time spent in pastures by small ruminants, and (b) the quantity of the administered feedstuffs to the animals.

Στο 97,9% των κτηνοτροφικών μονάδων δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή στον αριθμό των εκτρεφόμενων αιγοπροβάτων, ο οποίος αυξήθηκε μόνο στο 2,1% εξ αυτών. Επίσης, το 67% των εκτροφέων απάντησε ότι μειώθηκε η ζήτηση των παραγόμενων προϊόντων τους, ενώ το 33% δεν παρατήρησε καμία μεταβολή. Η μείωση που παρατηρήθηκε στη ζήτηση του γάλακτος ήταν σε ποσοστό 10-30% για το 14,1% των εκτροφέων (Σχήμα 3α), ενώ το 85,9% εξ αυτών παρατήρησε μείωση στη ζήτηση του κρέατος κατά 20-40% (Σχήμα 3β). Επίσης, το 22,3% των εκτροφέων απάντησε ότι μειώθηκε και η τιμή του αιγοπρόβειου κρέατος κατά την περίοδο της εφαρμογής των απαγορευτικών μέτρων και του Πάσχα.

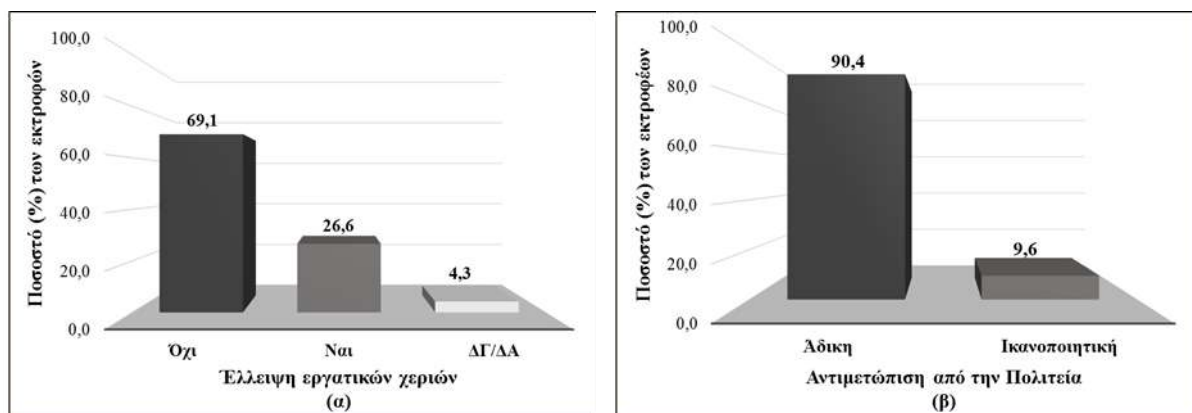


Σχήμα 3. Ποσοστό (%) των εκτροφέων που παρατήρησαν μείωση στη ζήτηση του (α) παραγόμενου γάλακτος και (β) παραγόμενου κρέατος κατά τη διάρκεια της επιβολής των απαγορευτικών μέτρων εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού.

Figure 3. Percentage (%) of stockholders who observed a reduction in the demand of (a) the produced milk, and (b) the produced meat during the social distancing measures due to the Covid-19 pandemic.

Στο 98,9% των κτηνοτροφικών μονάδων δεν μειώθηκε ο αριθμός των εργαζόμενων, ενώ στο 1,1% μειώθηκε κατά 2 άτομα. Επίσης, το 96,8% των εκτροφέων απάντησε ότι δεν μειώθηκε η αμοιβή των εργαζόμενων, ενώ το 3,2% εξ αυτών δεν είχε διαμορφώσει άποψη. Στο 26,6% των εκμεταλλεύσεων υπήρξε ζήτηση για εργατικά χέρια, τα οποία όμως δεν ήταν διαθέσιμα λόγω του περιορισμού των μετακινήσεων για την αντιμετώπιση της πανδημίας, ενώ το 4,3% δεν είχε διαμορφώσει σαφή άποψη (Σχήμα 4α).

Το 90,4% των εκτροφέων απάντησε πως θεωρεί άδικη τη μέχρι τώρα αντιμετώπισή τους από την Πολιτεία, σχετικά με τα μέτρα στήριξης του εισοδήματός τους εξαιτίας των απαγορευτικών μέτρων, σε αντίθεση με το 9,6%, που θεωρεί τα μέτρα ικανοποιητικά (Σχήμα 4β).



Σχήμα 4. (α) Ποσοστό (%) των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων στις οποίες παρατηρήθηκε έλλειψη εργατικών χεριών εξαιτίας των απαγορευτικών μέτρων για την αντιμετώπιση της πανδημίας του κορωνοϊού και (β) αντίληψη των εκτροφέων για τα μέτρα ενίσχυσης του εισοδήματός τους.

Figure 4. (a) Percentage (%) of livestock holdings where labor shortages were observed due to the social distancing measures and (b) the stockholders' perceptions about their income-enhancing measures.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η εκτροφή αιγοπροβάτων στην περιοχή έρευνας ασκείται κυρίως από άνδρες, ενώ οι γυναίκες εκτροφείς, αποτελούν περίπου το ένα τρίτο του συνόλου των εκτροφέων. Σύμφωνα με τους Sinn και Wahyuni (1996) ο εκτροφέας αγροτικών ζώων συνήθως ταυτίζεται με το ανδρικό φύλο. Αυτό είναι κατανοητό εξαιτίας της σκληρής και απαιτητικής εργασίας, που χρειάζεται τόσο για τη φροντίδα των ζώων στις σταβλικές εγκαταστάσεις όσο και κατά τη βόσκιση των ζώων στα λιβάδια (Yiakoulaki και Hasanagas 2019). Ωστόσο, η εκτροφή προβάτων και αιγών θεωρείται και από γυναίκες ως κύρια απασχόληση, σύμφωνα με αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε στην Κεντρική Ελλάδα (Yiakoulaki και Hasanagas 2019). Η επαγγελματική ενασχόληση των γυναικών με την κτηνοτροφία είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο, με τις γυναίκες να αποτελούν τα δύο τρίτα των εκτροφέων σύμφωνα με τους Hashem κ.α. (2020). Αυτή η ενασχόληση των γυναικών με το επάγγελμα του κτηνοτρόφου τους παρέχει εισόδημα και κατ' επέκταση οικονομική ανεξαρτησία, επαγγελματική διέξοδο και συμμετοχή στις αγορές προϊόντων και αγαθών (Njuki και Sanginga 2013).

Στην παρούσα έρευνα, οι εκτροφείς ήταν μέσης ηλικίας με σχετικά βελτιωμένο επίπεδο σπουδών. Είναι φανερό, ότι οι νεότερες γενιές δεν ενδιαφέρονται να ακολουθήσουν την αιγοπροβατοτροφία ως κύρια επαγγελματική δραστηριότητα (Yiakoulaki και Hasanagas 2019). Οι ηλικιωμένοι εκτροφείς όμως, διαθέτουν κατά κανόνα περιορισμένες δεξιότητες (Hadjigeorgiou 2011), γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα αφενός τη μη επικαιροποίηση των γνώσεών τους σε θέματα, που αφορούν το επάγγελμά τους και αφετέρου τη δυσχέρεια εφαρμογής σύγχρονων διαχειριστικών πρακτικών στις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις τους (Goddard κ.α. 2006).

Οι εκτροφές είχαν οικογενειακό χαρακτήρα, καθώς οι εργαζόμενοι ήταν μέλη της οικογένειας του εκτροφέα. Η αιγοπροβατοτροφία στηρίζεται στην οικογενειακή εργασία (Sreekumar και Sreenivasaiiah 2015) και η ενασχόληση των μελών της οικογένειας στην οικογενειακή εκμετάλλευση φαίνεται να αποτελεί συνηθισμένη πρακτική και στη χώρα μας. Απασχολούμενοι-μη μέλη της οικογένειας προσλαμβάνονται περιστασιακά ως εποχικοί εργάτες, προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες της εκμετάλλευσης σε περιόδους αυξημένης εργασίας. Συγκεκριμένα, οι ιδιοκτήτες των εκμεταλλεύσεων και τα μέλη της οικογένειάς τους αποτελούν το 40,5% του συνολικού εργατικού δυναμικού στις γεωργοκτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις και οι εποχικοί εργάτες το 30,9% του συνόλου, αντίστοιχα (ΕΛΣΤΑΤ, 2021β).

Το σύστημα της εκτατικής εκτροφής είναι το επικρατέστερο σύστημα στην περιοχή έρευνας, καθώς αποτελεί συχνά τη μόνη διέξοδο στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές (de Rancourt κ.α. 2006). Το ίδιο σύστημα εφαρμόζεται και σε διαφορετικές περιοχές και τύπους λιβαδιών, που βρίσκονται σε διαφορετικές υψομετρικές ζώνες της χώρας μας, όπως αναφέρεται από τους Γιακουλάκη κ.α. (2003), Ευαγγέλου κ.α. (2008), Yiakoulaki κ.α. (2011). Η δυναμικότητα των εκτροφών ήταν κατά μέσο όρο 265 πρόβατα και 34 αίγες. Η μέση δυναμικότητα των προβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων συμφωνεί με τα ετήσια απογραφικά στοιχεία της Γεωργίας και Κτηνοτροφίας της ΕΛΣΤΑΤ (2021γ), στα οποία παρατηρείται μείωση του αριθμού των εκμεταλλεύσεων με παράλληλη αύξηση του μεγέθους τους κατά μέσο όρο από 50 σε 224 μεικτά ζώα (πρόβατα και αίγες). Επιπλέον, η πλειονότητα των εκτροφών (92,6%) ήταν μεικτής παραγωγικής κατεύθυνσης (κρέας και γάλα). Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι οι κτηνοτρόφοι επιλέγουν να συνδυάζουν το μεγαλύτερο εισόδημα που αποφέρει η παραγωγή γάλακτος με τις μεγαλύτερες επιδοτήσεις, που χορηγούνται για την παραγωγή κρέατος (de Rancourt κ.α. 2006).

Η νόσος COVID-19 δεν επηρέασε την υγεία των εκτροφέων, καθώς ελάχιστοι ήταν αυτοί που νόσησαν. Όμως, η εμφάνιση της πανδημίας και τα απαγορευτικά μέτρα που επιβλήθηκαν επηρέασαν αρνητικά (ψυχολογικά) το 6,4% των εκτροφέων, πιθανώς εξαιτίας της αβεβαιότητας που αισθανόταν για την υγεία τους και την εξέλιξη της οικονομικής τους κατάστασης (Hashem κ.α. 2020). Επιπλέον, η επαγγελματική δραστηριότητα των εκτροφέων δεν φάνηκε να επηρεάστηκε από την πανδημία και τα μέτρα απαγόρευσης, καθώς μόνο το 2,1% εξ αυτών τις περιόρισε για διάστημα 1 έως 2 μήνες. Αυτό έγινε προφανώς για να μειώσουν την πιθανότητα μετάδοσης της λοίμωξης του κορωνοϊού κατά την επαφή τους με το εργατικό προσωπικό ή τους παροχείς ζωοτροφών και λοιπών εφοδίων (Taylor κ.α. 2020). Επίσης, εντόπιση προκαλεί ένα πολύ μικρό ποσοστό (1,1%) εκτροφέων, οι οποίοι προσέλαβαν την εμφάνιση της πανδημίας ως θετικό παράγοντα για την επαγγελματική τους δραστηριότητα. Αυτό είναι πιθανόν να οφείλεται στη δυναμική εμφάνιση νέων προοπτικών στην επαγγελματική τους δραστηριότητα.

Οι εκτροφείς, στην πλειοψηφία τους, δεν διαφοροποίησαν τον χρόνο βόσκησης των εκτρεφόμενων ζώων στα λιβάδια, καθώς και την ποσότητα των ζωοτροφών που χορηγούσαν στα ζώα τους. Αυτό συμφωνεί με τα προηγούμενα αποτελέσματα ότι οι εκτροφείς δεν διέκοψαν, ούτε περιορίσαν τις καθημερινές δραστηριότητές τους. Είναι γνωστό, ότι η διατροφή των ζώων στο εκτατικό σύστημα εκτροφής βασίζεται στη χρησιμοποίηση της βοσκήσιμης ύλης, που υπάρχει στους βοσκότοπους. Έτσι, οι κτηνοτρόφοι οδηγούν καθημερινά τα ζώα τους για βόσκηση στους βοσκότοπους και επιστρέφουν το βράδυ στην κτηνοτροφική τους μονάδα (Παπαναστάσης 2009, Υiakoulaki και Papanastasis 2014). Ωστόσο, σύμφωνα με τον Zhang (2020), παρατηρήθηκαν δυσκολίες στην πρόσβαση σε ζωοτροφές και δυσχέρειες στην αδιάλειπτη σίτιση των εκτρεφόμενων ζώων, εξαιτίας του περιορισμού των μετακινήσεων των πολιτών και του ελέγχου διακίνησης των εμπορευμάτων. Στην παρούσα έρευνα, παρόλα αυτά, οι εκτροφείς δεν φάνηκε να αντιμετωπίζουν προβλήματα στην προμήθεια ζωοτροφών. Ένα μικρό μόνο ποσοστό των εκτροφέων (3,2%) εξαιτίας των απαγορευτικών μέτρων μείωσε τη διάρκεια παραμονής των ζώων στους βοσκότοπους αυξάνοντας παράλληλα την ποσότητα των συμπληρωματικών ζωοτροφών, που χορηγούσαν στα ζώα τους. Αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα των Hashem κ.α. (2020), οι οποίοι αναφέρουν ότι ο περιορισμός της μετακίνησης των ζώων στους βοσκότοπους οδήγησε τους κτηνοτρόφους στη χρήση εναλλακτικών τρόπων διατροφής για τα ζώα τους.

Το ζωικό κεφάλαιο των εκτροφών διατηρήθηκε σταθερό από την πλειοψηφία των αιγοπροβατοτρόφων κατά τη διάρκεια της πανδημίας και των απαγορευτικών μέτρων. Αυτό, όμως, δεν αποτελεί κατ' ανάγκη θετικό στοιχείο για την εκτροφή, καθώς η διατήρηση των ζώων στη μονάδα και η μη διάθεσή τους στην αγορά επιβαρύνει οικονομικά τον εκτροφέα (Marchant-Forde και Boyle 2020). Επιπλέον, η συντριπτική πλειοψηφία των εκτροφέων δεν φάνηκε να βελτιώνει τις συνθήκες υγιεινής και καθαριότητας στις εγκαταστάσεις της κτηνοτροφικής τους εκμετάλλευσης κατά το διάστημα αυτό. Ένα μικρό μόνο ποσοστό των κτηνοτρόφων (7,4%) ακολούθησε τους νέους αυστηρούς κανόνες υγιεινής στο πλαίσιο της προστασίας της δημόσιας υγείας. Όπως αναφέρουν οι Taylor κ.α. (2020), οι συνθήκες υγιεινής που επικρατούν στο εσωτερικό των εγκαταστάσεων μιας κτηνοτροφικής μονάδας είναι δυνατό να αυξήσουν την πιθανότητα μετάδοσης της λοίμωξης του κορωνοϊού.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2020c) σε παγκόσμιο επίπεδο, η πανδημία του COVID-19 και τα απαγορευτικά μέτρα επηρέασαν την αλυσίδα παραγωγής – διάθεσης και ζήτησης των ζωοκομικών προϊόντων. Στην παρούσα έρευνα το μεγαλύτερο ποσοστό των εκτροφέων (67%) απάντησε ότι μειώθηκε η ζήτηση των παραγόμενων προϊόντων τους κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των απαγορευτικών μέτρων. Ειδικότερα αναφέρουν, ότι παρατήρησαν μείωση στη ζήτηση του γάλακτος σε ποσοστό 10-30% και του κρέατος κατά 20-40%. Σε παγκόσμιο επίπεδο, το εμπόριο κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων έχει υποστεί ύφεση της τάξης του 13-22% από την αρχή της πανδημίας, πιθανόν εξαιτίας της μειωμένης τροφοδοσίας ή/και διακοπής πώλησης των προϊόντων αυτών στις επιχειρήσεις εστίασης και τουρισμού, καθώς και στις τοπικές αγορές (Hashem κ.α. 2020). Επιπλέον, το 25% περίπου των εκτροφέων της παρούσας έρευνας οδηγήθηκε σε μείωση της τιμής διάθεσης των προϊόντων τους, ως αποτέλεσμα της μειωμένης ζήτησης σε ζωοκομικά προϊόντα, εξαιτίας της απότομης αύξησης της ανεργίας (FAO 2020a).

Οι εκτροφείς δεν μείωσαν τον αριθμό και την αμοιβή των εργαζόμενων, που δεν ήταν μέλη της οικογένειάς τους. Επίσης, δεν καταγράφηκε έλλειψη εργατικών χεριών στην πλειοψηφία των εκμεταλλεύσεων. Αυτό συμφωνεί με τα προηγούμενα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, περί μη διακοπής των εργασιών στις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις. Ωστόσο, στο 25% περίπου των εκτροφών υπήρξε ζήτηση για εργατικά χέρια, τα οποία όμως δεν ήταν διαθέσιμα. Αυτό πιθανώς οφείλεται είτε στην απαγόρευση της μετακίνησης των πολιτών και κατ' επέκταση των εργαζόμενων στις κτηνοτροφικές επιχειρήσεις είτε στην πιθανότητα μόλυνσης των εργατών από COVID-19 και την απομόνωσή τους, γεγονός που, όπως φαίνεται, επηρέασε τη διαθεσιμότητα του εργατικού δυναμικού (Hashem κ.α. 2020).

Οι εκτροφείς ανέφεραν ότι δεν έλαβαν οικονομική υποστήριξη από το κράτος, με αποτέλεσμα να νιώθουν δυσάρεσκα από τον τρόπο που αντιμετωπίστηκαν, θεωρώντας ότι αδικήθηκαν από τα μέτρα στήριξης, που έλαβε η κυβέρνηση για τους κτηνοτρόφους. Για την ερμηνεία αυτών των αποτελεσμάτων θα πρέπει να αναφερθεί ότι μέχρι και το τέλος της έρευνας (Οκτώβριος 2020) οι κτηνοτρόφοι δεν είχαν λάβει την οικονομική ενίσχυση για την απώλεια των εισοδημάτων τους, η οποία έφτανε συνολικά τα 31 εκατομμύρια ευρώ, όπως ανακοινώθηκε από την κυβέρνηση (ΥΠΑΑΤ 2021).

Συμπερασματικά, τα απαγορευτικά μέτρα που επιβλήθηκαν στη χώρα μας για τον περιορισμό της εξάπλωσης της πανδημίας του κορωνοϊού την περίοδο Μαρτίου-Μαΐου 2020, δε φαίνεται να επηρέασαν ιδιαίτερα την άσκηση της εκτατικής αιγοπροβατοτροφίας στην περιοχή του Δήμου Ελασσόνας της Π.Ε. Λάρισας. Οι κτηνοτρόφοι στην πλειοψηφία τους συνέχισαν τις εργασίες τους, χωρίς να διαφοροποιήσουν τον χρόνο βόσκησης των ζώων στους βοσκότοπους, την ποσότητα των χορηγούμενων ζωοτροφών, το ζωικό κεφάλαιο, τις συνθήκες υγιεινής στις κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, καθώς και τον αριθμό και την αμοιβή των εργαζόμενων σε αυτές. Παρατήρησαν όμως, μείωση στη ζήτηση-διάθεση των παραγόμενων ζωοκομικών προϊόντων και μείωση στην τιμή του αιγοπρόβειου κρέατος.

Abstract

The effect of social distancing measures due to the COVID 19 pandemic during March-May 2020 on the extensive breeding system of sheep and goats was investigated in the Municipality of Elassona, Larissa Prefecture. The research was conducted with the help of a questionnaire and personal interviews. It was found that the majority of breeders did not differentiate the grazing time of their animals in the pastures, the quantity of the administered feedstuffs, the number of their livestock, the hygienic conditions in their establishments, and the number of employees and their salary. The majority of farmers (85.9%) observed a decrease in milk and meat demand by 10-30% and 20-40%, respectively as well as in the price of sheep and goat meat. At 26.6% of the holdings, there was a demand for labor, which was not available due to the social distancing measures.

Βιβλιογραφία

Ani, A.O., Baes, C., Chemineau, P., Gauly, M., Jiménez-Flores, R., Kashiwazaki, N., Kegley, E.B., Kembe, M.A., Loh, T.C., Maiwashe, A., Medina-Villacis, M. and Rosati, A., 2020. Opinion paper: COVID-19 and the livestock sector. *Animal*. 15:100102. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100102>

Biswal, J., Vijayalakshmy, K. and Rahman, H., 2020. Impact of COVID-19 and associated lockdown on livestock and poultry sectors in India. *Vet. World*. 13: 1928-1933. Doi: www.doi.org/10.14202/vetworld.2020.1928-1933

Γιακουλάκη, Μ.Δ., Ζαρόβαλη, Μ.Π, Ισπικούδης, Ι. και Παπαναστάσης, Β.Π., 2003. Διερεύνηση των συστημάτων εκτροφής μικρών μηρυκαστικών στη Επαρχία Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Καρπενήσι, 4-6 Σεπτεμβρίου 2002. Σελ. 395-402.

De Rancourt M., Fois, N., Lavín, M.P., Tchakerian, E. and Vallerand, F., 2006. Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future. *Small Ruminant Res.* 62: 167-179.

Defo Deeh, P.B., Kayri, V., Orhan, C. and Sahin, K., 2020. Status of Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) and Animal Production. *Front. Vet. Sci.* 7: 1-12 Article 586919. Doi: 10.3389/fvets.2020.586919

ΕΛΣΤΑΤ, 2021α. Αποτελέσματα ερευνών ζωικού κεφαλαίου έτους 2014. Ελληνική Στατιστική Αρχή. Πειραιάς.

ΕΛΣΤΑΤ, 2021β. Δελτίο Τύπου. Έρευνα διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων έτους 2016. Ελληνική Στατιστική Αρχή. Πειραιάς.

ΕΛΣΤΑΤ, 2021γ. Στατιστικές κτηνοτροφίας έτους 2008. Ελληνική Στατιστική Αρχή. Πειραιάς.

ΕΟΔΥ - Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας, 2021. www.eody.gov.gr (τελευταία πρόσβαση στις 1 Μαρτίου 2021).

Ευαγγέλου, Χ.Κ., Γιακουλάκη, Μ.Δ. και Παπαναστάσης, Β.Π., 2008. Διερεύνηση του συστήματος εκτροφής αιγοπροβάτων και των χορηγούμενων επιδοτήσεων στο Δ.Δ. Ασκού της επαρχίας Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου 2-4 Οκτωβρίου 2008, Λεωνίδιο Αρκαδίας. Σελ.179-185.

FAO - Food and Agriculture Organization, 2020a. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Addressing the Impacts of COVID-19 in Food Crises. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.fao.org/3/ca8497en/ca8497en.pdf>

FAO - Food and Agriculture Organization, 2020b. Mitigating the impacts of COVID-19 on the livestock sector. Rome. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <https://doi.org/10.4060/ca8799en>

- FAO - Food and Agriculture Organization, 2020c. Q&A: COVID-19 pandemic–impact on food and agriculture. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <http://www.fao.org/2019-ncov/q-and-a/en/>
- Goddard, P., Waterhouse, T., Dwyer C., Stott, A., 2006. The perception of the welfare of sheep in extensive systems. *Small Ruminant Res.* 62: 215-225. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.016>
- Hadjigeorgiou, I., 2011. Past, present and future of pastoralism in Greece. *Pastoralism* 1: 1-22. Doi: <https://doi.org/10.1186/2041-7136-1-24>
- Hashem, N.M., Gonzalez-Builnes, A. and Rodriguez-Morales, A., 2020. Animal welfare and livestock supply chain sustainability under the COVID-19 outbreak: an overview. *Front. Vet. Sci.* 7: 1-11. Article 582528. Doi: 10.3389/fvets.2020.582528
- IBM SPSS v. 25. 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corporation.
- Καϊμακάμης, Ι.Ε., 2017. Τυπολογία αιγοπροβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων στην ΠΕ Λάρισας σε συνάρτηση με τα παραγωγικά συστήματα και τα εφαρμοζόμενα συστήματα βόσκησης (No. GRI-2017-19415). Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σελ. 126.
- Khamisse, E., Dunoyer, C., Gouilh, M.Ar., Brown, P., Meurens, F., Meyer, G., Monchatre-Leroy, E., Pavio, N., Simon, G. and Le Poder, S., 2020. Opinion paper: severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 and domestic animals: what relation? *Animal.* 14: 2221-2224. Doi: 10.1017/S1751731120001639
- Malik, Y.S., Sircar, S., Bhat, S., Vinodhkumar, O.R., Tiwari, R., Sah, R., Rabaan, A.A., Rodriguez-Morales, A.J. and Dhama, K., 2020. Emerging Coronavirus Disease (COVID-19), a Pandemic Public Health Emergency with Animal Linkages: Current Status Update. Preprints. 2020030343 Doi: 10.20944/preprints202003.0343.v1
- Marchant-Forde, J.N. and Boyle L.A., 2020. COVID-19 Effects on Livestock Production: A One Welfare Issue. *Front. Vet. Sci.* 7: 585787. Doi: 10.3389/fvets.2020.585787
- Njuki, J. and Sanginga P.C., 2013. *Women, Livestock Ownership and Markets: Bridging the Gender Gap in Eastern and Southern Africa.* Publisher Routledge. pp. 169.
- ΟΠΕΚΕΠΕ - Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων, 2011. Περιφερειακή Διεύθυνση Θεσσαλίας-Στερεάς Ελλάδας
- Παπαναστάσης, Β.Π., 2009. Λιβαδοκτηνοτροφική ανάπτυξη. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη.
- ΥΠΑΑΤ - Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2011. Ελληνική Κτηνοτροφία. Ζωική Παραγωγή. Γενική Διεύθυνση Ζωικής Παραγωγής, Αθήνα. Σελ. 13.
- Pasha, S.A., 1991. Sustainability and Viability of Small and Marginal Farmers: Animal Husbandry and Common Property Resources. *Econ. Polit. Wkly* 26: A27-A30. Doi: <http://www.jstor.org/stable/4397464>
- Rodriguez-Morales, A.J., Bonilla-Aldana, D.K., Tiwari, R., Sah, R., Rabaan, A.A., Dhama, K., 2020. COVID-19, an emerging coronavirus infection: current scenario and recent developments-an overview. *J. Pure Appl. Microbiol.* 14: 6150. Doi: 10.22207/JPAM.14.1.02
- Rothan, H.A. and Byrareddy, S.N., 2020. Review. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J. Autoimmun.* 109: 102433. Doi: 10.1016/j.jaut.2020.102433
- Siche, R., 2020. What is the impact of COVID-19 disease on agriculture? *Sci. Agropecu.* 11: 3-9. Doi: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.00>
- Sinn, R., Wahyuni, S., 1996. Women, gender issues and goat development. In: *Proc. VI Intl. Conf. on Goats.* Beijing, China, May 6-11. pp. 240-244.
- Sreekumar, D. and Sreenivasaiah, P.V., 2015. *Small-scale livestock production.* Educationist Press. pp. 239.
- Taylor, C.A., Boulos, Ch. and Almond, D., 2020. Livestock plants and COVID-19 transmission. *PNAS* 117: 31706-31715. Doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.2010115117>
- Tiwari, R., Dhama, K., Sharun, K., Yatoo, M.I., Malik, Y.S., Singh, R., Michalak, I., Sah, R., Bonilla-Aldana, D.K. and Rodriguez-Morales, A.J., 2020. COVID-19: animals, veterinary and zoonotic links, *Vet. Q.* 40: 169-182. Doi: 10.1080/01652176.2020.1766725
- Yiakoulaki, M.D. and Hasanagas, N.D., 2019. Professionalism in extensive sheep farming system in Central Greece. *Bulg. J. Agric. Sci.* 25: 661–667.

Yiakoulaki, M.D. and Papanastasis, V.P., 2014. Grasslands and grazing systems of Central Macedonia. Στο Grasslands and herbivore production in Europe and effects of common policies, Christian Huyghe, Alex de Vliegher, Bert Van Gils, Alain Peeters coord. Eds, Editions Quae, RD 10. 78026 Versailles Cedex, France. ISBN: 978-2-7592-2157-8. pp. 168-172.

Yiakoulaki, M., Galliou, G., Christodoulou, A. and Papanikolaou, C., 2011. Evaluation of sheep production systems in central Greece. Proceedings of the 16th Meeting of the FAO CIHEAM Mountain Pastures Network 'Contribution of mountain pastures to agriculture and environment', May, 25-27, Krakow, Poland. pp 123-127.

ΥΠΑΑΤ - Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2021. Δελτίο Τύπου 4.2.2021.

Zhang, X., 2020. Chinese livestock farms struggle under COVID-19 restrictions. Research Post of Inter-national Food Policy Research Institute. Διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση: <https://www.ifpri.org/blog/chinese-livestock-farms-struggle-under-covid-19-restrictions>

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΒΟΣΚΗΣΙΜΩΝ ΓΑΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ
ΕΚΤΡΟΦΕΣ ΘΗΛΑΖΟΥΣΩΝ ΑΓΕΛΑΔΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ
ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΦΥΛΗΣ ΤΗΣ Α.Ε.Σ.Θ. (ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΚΗ
ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ)**

**Γουρδουβέλης, Δημήτρης¹; Γιακουλάκη, Μαρία²;
Ντότας, Βασίλειος³; Καϊμακάμης Ιωάννης⁴**

¹Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Κέντρο Ζωικών Γενετικών Πόρων Θεσσαλονίκης, 570 01 Νέα Μεσήμβρια, dgourdouvelis@minagric.gr

²Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας, Σχολή Γεωπονίας Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. 541 24 Θεσσαλονίκη, yiak@for.auth.gr

³Εργαστήριο Φυσιολογίας Θρέψεως & Εφαρμοσμένης Διατροφής Αγροτικών Ζώων, Τμήμα Γεωπονίας, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. 541 24 Θεσσαλονίκη, vdotas@agro.auth.gr

⁴Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Γαιόπολις, Λάρισα, iokaimakamis@uth.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση της αξιοποίησης των διαθέσιμων βοσκήσιμων γαιών από τις εκτροφές θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής, η λεπτομερής αποτύπωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, καθώς και ο προσδιορισμός της βοσκοφόρτωσης, που ασκείται σε αυτές. Τα δεδομένα συλλέχτηκαν με τη βοήθεια ερωτηματολογίου από τους 44 βοοτρόφους της φυλής, που συμμετέχουν σε προγράμματα γενετικής βελτίωσης του ΥΠ.Α.Α.Τ. ως μέλη της Α.Ε.Σ.Θ. Βρέθηκε ότι η μέση βοσκοφόρτωση των βοσκοτόπων ήταν 2,73ΜΖΜ/εκτάριο με διαφοροποίηση μεταξύ των γεωγραφικών περιοχών. Επίσης, με βάση την ασφάλεια που παρέχουν οι βοσκήσιμες γαίες για τα ζώα το μεγαλύτερο μέρος των εκτροφών (63,6%) δραστηριοποιείται σε *σχετικά επικίνδυνους* και *επικίνδυνους* βοσκοτόπους, που βρίσκονται κυρίως στην ορεινή και ψευδαλπική ζώνη. Η ορθολογική χρήση των βοσκοτόπων είναι η σημαντικότερη πρακτική, που θα αναδείξει την αναγκαιότητά τους για τη βιωσιμότητα αυτών των εκτροφών.

Λέξεις κλειδιά: Βοοειδή, Βοσκοφόρτωση, Ασφάλεια Βοσκοτόπων.

Εισαγωγή

Στη χώρα μας, οι θηλάζουσες αγελάδες και η σχετική πάχυνση της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής έχουν αναπτυχθεί κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα και ιδιαίτερα στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (Π.Κ.Μ.). Η περιοχή χαρακτηρίζεται από την παρουσία ημιορεινών και ορεινών βοσκοτόπων που χρησιμοποιούνται εποχιακά με εκτατική βόσκηση των αγελάδων, περιλαμβάνει όμως και καλλιεργούμενες εκτάσεις που παρέχουν τις απαιτούμενες ζωτροφές για την πάχυνση νεαρών βοοειδών. Η χρήση αυτών των βοσκοτόπων για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των θηλαζουσών αγελάδων επηρεάζεται σημαντικά από την Κοινή Αγροτική Πολιτική, η οποία καθορίζει επίσης τη διαθεσιμότητα της χρήσης τους από κάθε είδος εκτρεφόμενου ζώου (Yiakoulaki και Papanastasis 2014).

Σε αντίθεση με άλλες κτηνοτροφικές δραστηριότητες, η βιώσιμη ανάπτυξη της εκτροφής βοοειδών κρεοπαραγωγής στηρίζεται στην αξιοποίηση των βοσκοτόπων για την ελαχιστοποίηση του κόστους διατροφής (Rakirova κ.α. 2003). Ο ανταγωνισμός για βοσκοτόπους, ο οποίος σε πολλές περιπτώσεις συνδέεται με επιδοτήσεις, καθορίζει τη βιωσιμότητα και την αποδοτικότητα των εκτροφών θηλαζουσών αγελάδων, καθώς επηρεάζει άμεσα την οικονομική αποτελεσματικότητα της διατροφής των ζώων (Kitsorpanidis 2005, Milán κ.α. 2006, Michalickova κ.α. 2016).

Μία άλλη παράμετρος που επηρεάζει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των βοσκο-εξαρτώμενων συστημάτων εκτροφής είναι η έλλειψη χειμερινής βοσκής (Kitsorpanidis 2005, Gourdouvelis κ.α. 2019).

Είναι επομένως απαραίτητο κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, να παρέχονται συμπληρωματικές ζωοτροφές και να περιορίζεται η διαβίωση των αγελάδων στους βοσκότοπους για όσο χρονικό διάστημα απαιτείται, προκειμένου να επιτευχθούν οι καλύτερες αναπαραγωγικές αποδόσεις (Villalba κ.α. 2006).

Επιπλέον, οι εκμεταλλεύσεις των θηλαζουσών αγελάδων έχουν να αντιμετωπίσουν την έλλειψη εργαζόμενων, ειδικά κατά τη θερινή περίοδο (Kitsorapidis 2005), το υψηλό κόστος αγοράς ζωοτροφών και τις περιορισμένες ποσότητες ιδιοπαραγόμενων ζωοτροφών (Gourdouvelis και Dotas 2020).

Η χρήση ειδικών εργαλείων στήριξης, όπως το άρθρο 68, του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 73/2009 του Συμβουλίου της Ε.Ε., το οποίο αναφερόταν στις συνδεδεμένες ενισχύσεις και απευθυνόταν σε συγκεκριμένους τομείς (βοοειδή κρεοπαραγωγής), αποσκοπούσε, σε συνδυασμό με πολιτικές διαχείρισης βοσκοτόπων, στη βελτίωση των παραγωγικών αποδόσεων του υφιστάμενου πληθυσμού βοοειδών και κατά συνέπεια στο εισόδημα των βοοτρόφων. Κάτω από αυτές τις ευνοϊκές ενισχύσεις και παρά τα διαφορετικά ακολουθούμενα συστήματα εκτροφής, επιλέχθηκε η διαμόρφωση ενός συγκεκριμένου τύπου αγελάδας, που προέκυψε μετά από συνεχή διασταύρωση εγχώριων φυλών ή διασταυρωμένων αγελάδων με καθαρόαιμους ταύρους Limousin, που σήμερα ονομάζεται Ελληνική Κόκκινη Φυλή. Η παραπάνω διαδικασία είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενώσεων κτηνοτρόφων αυτής της φυλής στη Βόρεια Ελλάδα, όπως είναι η ομάδα παραγωγών της Α.Ε.Σ.Θ. (Αγροτική Εταιρική Σύμπραξη Θεσσαλονίκης), που έθεσαν ως στόχο την καταγραφή γενεαλογικών δεδομένων και αποδόσεων, εκμεταλλευόμενοι τις επιδοτήσεις της Ε.Ε.

Κρίνεται λοιπόν σκόπιμο, μετά από 10 χρόνια εφαρμογής των προαναφερόμενων πολιτικών, να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος που είχαν στον κλάδο, καθώς επίσης και η επίδραση που είχε η εκτροφή της εν λόγω φυλής στη διαχείριση και αξιοποίηση των βοσκήσιμων γαιών.

Οι εκμεταλλεύσεις της Α.Ε.Σ.Θ. ανέρχονται σε 44, από τις οποίες οι 30 εντοπίζονται στην Π.Ε. Θεσσαλονίκης, οι 12 στην Π.Ε. Πέλλας, 1 στην Π.Ε. Κιλκίς και 1 στην Π.Ε. Λάρισας, όπου και χωροθετούνται οι διαθέσιμες προς αξιοποίηση βοσκήσιμες γαίες.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η λεπτομερής αποτύπωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των βοσκήσιμων γαιών που χρησιμοποιούνται από τις εκτροφές της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής βοοειδών (μελών της Α.Ε.Σ.Θ.), κυρίως στις 2 Περιφερειακές Ενότητες όπου εστιάζονται, καθώς και ο υπολογισμός της βοσκοφόρτωσης αυτών των εκτάσεων, προκειμένου να αξιολογηθεί η ορθολογική ή μη αξιοποίησή τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Ως βασική περιοχή έρευνας ορίστηκαν οι Περιφερειακές Ενότητες Θεσσαλονίκης, Πέλλας, Κιλκίς και Λάρισας, και το δειγματοληπτικό πλαίσιο περιελάμβανε όλες τις υπάρχουσες εκμεταλλεύσεις της Α.Ε.Σ.Θ. (44) στο έτος 2020. Δηλαδή η έρευνα ήταν απογραφική, καθώς το πλαίσιο δειγματοληψίας περιελάμβανε όλο τον πληθυσμό.

Στις βοσκήσιμες γαίες συμπεριλήφθηκαν οι δημόσιες και ιδιόκτητες βοσκήσιμες εκτάσεις, που αξιοποιούνται από τις θηλάζουσες αγελάδες και τα παράγωγά τους είτε κατά το εξάμηνο της θερινής βόσκησης, που πραγματοποιείται στις περισσότερες των περιπτώσεων με μετακίνηση των ζώων από την έδρα της εκμετάλλευσης είτε σε ετήσια βάση με καθημερινή μετάβαση των ζώων από τις σταυλικές εγκαταστάσεις.

Για τη συλλογή των στοιχείων αρχικά αξιοποιήθηκαν τα απογραφικά δεδομένα και στοιχεία της Α.Ε.Σ.Θ. που τηρούνται στο πλαίσιο της Δράσης 10.2.1, του Υπομέτρου 10.2 του Μέτρου 10, του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 «Γενετικοί Πόροι στην Κτηνοτροφία». Επίσης, χρησιμοποιήθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο που περιελάμβανε ποιοτικές ερωτήσεις κλειστού τύπου (ΝΑΙ/ΟΧΙ & πολλαπλής διαβάθμισης *Likert*) και ποσοτικές που αφορούσαν στις διαθέσιμες βοσκήσιμες γαίες (σύμφωνα με τη δήλωση ΟΣΔΕ) και οι οποίες απαντήθηκαν απευθείας από τους εκτροφείς. Τα στοιχεία που περιλαμβάνονταν στην έρευνα αφορούσαν την περιοχή που δραστηριοποιείται η εκμετάλλευση και τις διαθέσιμες βοσκήσιμες γαίες, που χρησιμοποιούνται σε κάθε εκτροφή. Οι βοσκήσιμες γαίες πέραν της χωροθέτησής τους, η οποία επιβεβαιώθηκε μετά από επιτόπια επίσκεψη για επαλήθευση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, διαχωρίστηκαν ανάλογα με την υψομετρική τους θέση, σε τέσσερις διακριτές υψομετρικές ζώνες: πεδινή (<200 μ.), ημιορεινή (201-600 μ.), ορεινή (601-1000 μ.) και υψηλή-ψευδαλπική (>1000 μ.). Επίσης, σύμφωνα με το είδος της επικρατούσας βλάστησης διακρίθηκαν οι παρακάτω τύποι λιβαδιών: ποολίβαδα, θαμνολίβαδα και

δασολίβαδα. Τέλος, με βάση την ασφάλεια που παρέχουν οι βοσκήσιμες γαίες για τα ζώα, διαχωρίστηκαν σε 4 κατηγορίες, ως εξής: 1) *ασφαλείς*, κατηγορία που περιλαμβάνει βοσκότοπους επίπεδους, περιφραγμένους ή βοσκότοπους που γειτνιάζουν με ποτάμια, ρέματα ή άλλους υδάτινους σχηματισμούς και δεν εμφανίζονται σε αυτούς άγρια σαρκοφάγα ζώα, 2) *σχετικά ασφαλείς*, με λοφώδεις ή ορεινούς βοσκότοπους, που μπορεί να γειτνιάζουν με ποτάμια ή ρέματα, 3) *σχετικά επικίνδυνες*, στις οποίες εντάσσονται βοσκότοποι όπως και στη δεύτερη κατηγορία, αλλά με την παρουσία απότομων χαραδρών και πιθανή εμφάνιση άγριων σαρκοφάγων ζώων και 4) *επικίνδυνες*, κατηγορία που περιλαμβάνει τους βοσκότοπους της τρίτης κατηγορίας, αλλά με τη σταθερή παρουσία σαρκοφάγων ζώων (Gourdouvelis κ.α. 2019). Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων επεξεργάστηκαν με περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι και εκατοστιαία ποσοστά) με το λογισμικό SPSS (IBM SPSS v.23 2015).

Η βοσκοφόρτωση κάθε περιοχής υπολογίστηκε σε MZM (Μηνιαία Ζωική Μονάδα μεγάλου ζώου) και η οποία εκτιμήθηκε βάσει της υπόδειξης του ΥΠ.Α.Α.Τ. (άρθρο 40 αριθ. Απ. 104/7056 ΦΕΚ 147/2015) ότι 1 MZM αντιστοιχεί σε κάθε ώριμο βοοειδές, 0,6 MZM αντιστοιχούν σε βοοειδή ηλικίας από 6-24 μηνών και 0,2 MZM αντιστοιχούν σε μόσχους έως 6 μηνών.

Αποτελέσματα

Το σύνολο των χρησιμοποιούμενων βοσκήσιμων γαιών από τις εκμεταλλεύσεις της έρευνας ανέρχεται στα 1583 εκτάρια και η μέση έκταση ανά εκμετάλλευση ανέρχεται σε 36 περίπου εκτάρια. Από την ανάλυση των στοιχείων, προκύπτει ότι οι κτηνοτρόφοι δεν εγκαθιστούν λειμώνες, προσωρινούς ή μόνιμους. Στους φυσικούς βοσκότοπους η βόσκηση γίνεται ελεύθερα όλη τη διάρκεια της βοσκητικής περιόδου και χωρίς κανένα περιορισμό καθιστώντας κατ' αυτό τον τρόπο κυρίαρχο το «σύστημα συνεχούς βόσκησης». Οι βοοτρόφοι αξιοποιούν τους ίδιους βοσκοτόπους για μεγάλο χρονικό διάστημα (20-40 έτη) με το 60% αυτών περίπου για 30 χρόνια. Οι υφιστάμενες περιφράξεις αφορούν κυρίως σε εκτάσεις περίξ των εκμεταλλεύσεων που πρωτίστως χρησιμοποιούνται για την άσκηση των ζώων και δευτερευόντως για βόσκηση.

Η κατανομή της έκτασης των αξιοποιούμενων βοσκήσιμων γαιών από τις εκμεταλλεύσεις των θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής, το σύνολο των αγελάδων και του ζωικού κεφαλαίου εκφρασμένο σε μεγάλες ζωικές μονάδες (MZM), καθώς και η αντίστοιχη βοσκοφόρτωση (MZM/ha) ανά γεωγραφική περιοχή και εκμετάλλευση παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Γεωγραφική κατανομή των βοσκοτόπων, της έκτασης (ha), του αριθμού των θηλαζουσών αγελάδων, του συνόλου των ζώων (MZM), καθώς και της βοσκοφόρτωσης (MZM/ha).

Table 1. Distribution and extent of pastures, number of suckler cows, total livestock units and stocking rate per geographic area.

Περιφερειακή Ενότητα	Γεωγραφική περιοχή	Αριθμός εκμ/σεων	Έκταση βοσκοτόπων (ha)	ha / εκμ.	Αριθμός αγελάδων	Σύνολο MZM	Βοσκοφόρτωση Συν. MZM/ha
Πέλλας	Καϊμακτσαλάν	8	362	45,3	940	1.411	3,90
	Τζένα	4	76	19,0	167	216	2,84
Θεσσαλονίκης	Βερτίσκο-Όσσα	9	242	26,9	594	881	3,64
	Χορτιάτης	6	202	33,7	203	314	1,55
	Κερδύλλια	5	251	50,2	357	478	1,90
	Προφήτης-Κολχικό	4	222	55,5	318	486	2,18
	Σοχός	4	145	36,3	269	385	2,66
	Πεντάλοφος	1	17	17,0	5	8,2	0,48
	Ακροπόταμος	1	20	20,0	8	9,2	0,46
Λάρισας	Αγναντερή	1	15	15,0	36	49,6	3,30
Κιλκίς	Βαφιοχώρι	1	30	30	45	89,6	2,99
Σύνολο		44	1.582		2.942	4.327,6	Μέση 2,35

Όσον αφορά στον αριθμό των συνολικών MZM ο οποίος υπολογίστηκε σύμφωνα με την ηλικιακή θεώρηση των ζώων, που αναφέρθηκε προηγουμένως, το σύνολο των 4.327,6 MZM κατανέμεται ως εξής: 2942 MZM αγελάδων (*σύμφωνα με τις απογραφές της Α.Ε.Σ.Θ. ο εν λόγω αριθμός περιλαμβάνει και τους ταύρους αναπαραγωγής των εκτροφών, που εφαρμόζουν φυσική οχεία)+ 1292 MZM νεαρών μόσχων + 93,6 MZM θηλαζόμενων μόσχων. Από τον Πίνακα 1 προκύπτει ότι η μέση βοσκοφόρτωση

των βοσκήσιμων γαιών, που χρησιμοποιεί ο συνολικός ζωικός πληθυσμός στην παρούσα μελέτη ανέρχεται στις 2,35ΜΖΜ ανά εκτάριο. Η βοσκοφόρτωση κυμάνθηκε από 0,46 ΜΖΜ/ha για τους βοσκότοπους που βρίσκονται στον Ακροπόταμο μέχρι 3,90 ΜΖΜ/ha για τους βοσκότοπους του Καϊμακτσαλάν (Πίνακας 1). Αυτή η ισχυρή διαφοροποίηση που παρουσιάζεται στη βοσκοφόρτωση μεταξύ των περιοχών της Π.Ε. Πέλλας και της Π.Ε. Θεσσαλονίκης μπορεί να αποδοθεί στο διαφορετικό χρόνο αξιοποίησης των υφιστάμενων βοσκήσιμων γαιών, καθώς στην πρώτη περίπτωση πρόκειται για βοσκότοπους 6-μηνιας εποχικής (θερινής) βόσκησης, ενώ στη δεύτερη για βοσκότοπους ετήσιας αξιοποίησης. Οι σταυλικές εγκαταστάσεις των περισσότερων εκμεταλλεύσεων της Π.Ε. Πέλλας βρίσκονται στην περιοχή της Αλμωπίας, απ' όπου το σύνολο σχεδόν των ζώων τους μετακινείται κάθε χρόνο την ίδια περίοδο, αρχές Μαΐου, σε βοσκότοπους της υψηλής ζώνης, κατά βάση ψευδαλπικούς της ίδιας Π.Ε.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η αξιοποίηση των βοσκήσιμων γαιών, από τις εκμεταλλεύσεις των θηλαζουσών αγελάδων, με βάση το ιδιοκτησιακό καθεστώς χρήσης. Η μεγάλη πλειοψηφία των εκμεταλλεύσεων που βρίσκονται στην Π.Ε. Θεσσαλονίκης χρησιμοποιεί κοινόχρηστες βοσκήσιμες γαίες, που είναι ως επί το πλείστον δημόσιες, παραχωρούμενες σε δημοτικά διαμερίσματα πλησίον της έδρας της εκμετάλλευσης. Οι εν λόγω βοσκότοποι εκμεταλλεύονται με ελεύθερη βόσκηση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, σύμφωνα με το ωριαίο πρόγραμμα του Πίνακα 3 (δηλαδή κ.μ.ό. 4,6 ώρες το χειμώνα, 5,9 ώρες την άνοιξη και το φθινόπωρο και το καλοκαίρι 11,0 ώρες). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 τα μέλη της Α.Ε.Σ.Θ. που βρίσκονται στην Π.Ε. Πέλλας αξιοποιούν δημόσιους βοσκότοπους με εποχική βόσκηση. Συνολικά μόλις δύο εκμεταλλεύσεις διαθέτουν ιδιόκτητους βοσκότοπους.

Πίνακας 2. *Ιδιοκτησιακό καθεστώς βοσκήσιμων γαιών που χρησιμοποιούνται από τις εκμεταλλεύσεις θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής.*

Table 2. *Ownership status of pastures used by suckler cow holdings of Greek Red Breed.*

Κατηγορία βοσκήσιμων γαιών	Εκμεταλλεύσεις στην Π.Ε. Θεσσαλονίκης	Εκμεταλλεύσεις στην Π.Ε. Πέλλας	Εκμεταλλεύσεις σε άλλες Π.Ε.	Ποσοστό επί του συνόλου (%)
Δημόσιες (με ετήσια βόσκηση)	25	-	-	56,8
Δημόσιες (με εποχική βόσκηση)	-	11	-	25,0
Ιδιωτικές (πέριξ των εκμ/σεων)	1	-	1	4,6
Δημόσιες μη εκμεταλλεούμενες	4	1	1	13,6
Σύνολο	30	12	2	100

Όπως ήταν αναμενόμενο, η μεγαλύτερη χρονικά μέση ημερήσια διάρκεια βόσκησης λαμβάνει χώρα το καλοκαίρι, όταν τα μετακινούμενα ζώα στην Π.Ε. Πέλλας διαβιούν εξολοκλήρου στους βοσκότοπους και ακολουθεί το φθινόπωρο, όπου παρόλο που στο μέσο αυτού τα μετακινούμενα ζώα επιστρέφουν στην έδρα τους, παρατηρείται μία σημαντική αύξηση των ωρών βόσκησης των μη μετακινούμενων ζώων σε σχέση με την άνοιξη (Πίνακας 3). Η εξήγηση αυτού είναι ότι εποχικά η άνοιξη συμπίπτει με την αναπαραγωγική περίοδο των ζώων, οπότε υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη ελέγχου των ζώων (επιβάσεις-γεννήσεις) και ως εκ τούτου περιορισμός των ωρών βόσκησης. Όσον αφορά τις αποστάσεις, που διανύουν τα ζώα για την ανεύρεση τροφής, αυτές είναι μικρότερες το χειμώνα, όταν παράλληλα μειώνονται και οι ώρες βόσκησης.

Πίνακας 3. *Μέση απόσταση (km) και ώρες (h) βόσκησης ανά εποχή των θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής.*

Table 3. *Average travel distance (km) and grazing time (hours) per season of suckler cows of Greek Red Breed.*

	Π.Ε. Θεσσαλονίκης Ώρες βόσκησης/ ημέρα	Π.Ε. Θεσσαλονίκης Αποστάσεις βόσκησης (km)	Π.Ε. Πέλλας Ώρες βόσκησης/ ημέρα	Π.Ε. Πέλλας Αποστάσεις βόσκησης (km)
Χειμώνας	4,5	4,5	7,0	6,5
Άνοιξη	6,0	9,8	9,0	12,1
Καλοκαίρι	11,0	10,4	12	14,2
Φθινόπωρο	11,0	12,9	11,5	13,4

Από την ταξινόμηση των βοσκοτόπων σύμφωνα με την επικρατούσα βλάστηση, βρέθηκε ότι οι βοσκότοποι, που χρησιμοποιούνται από τις περισσότερες εκμεταλλεύσεις χαρακτηρίζονται ως δασολίβαδα και εστιάζονται κυρίως στο ορεινό και ημιορεινό βόρειο τμήμα της Π.Ε. Θεσσαλονίκης (Πίνακας 4). Ακολουθούν τα ποολίβαδα που εντοπίζονται κυρίως στην Π.Ε. Πέλλας και τα θαμνολίβαδα που χρησιμοποιούν κυρίως οι εκτροφές της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής βοοειδών στην περιοχή βόρεια από τις λίμνες Κορώνεια και Βόλβη, καθώς και στην ορεινή και ημιορεινή περιοχή του Χορτιάτη. Επίσης, τρεις εκμεταλλεύσεις στην Π.Ε. Θεσσαλονίκης αξιοποιούν ποολίβαδα κυρίως πέριξ των σταυλικών τους εγκαταστάσεων.

Πίνακας 4. Χρησιμοποίηση τύπων βοσκήσιμων γαιών από τις εκμεταλλεύσεις θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής.

Table 4. Grazingland use by suckler cow holdings of Greek Red Breed.

Τύπος βοσκήσιμων γαιών	Εκμεταλλεύσεις Π.Ε. Θεσσαλονίκης	Εκμεταλλεύσεις Π.Ε. Πέλλας	Εκμεταλλεύσεις σε άλλες Π.Ε.	Έκταση σε ha/τύπο βοσκήσιμων γαιών	ha /εκμ.	Ποσοστό επί του συνόλου (%)
Ποολίβαδα	3	12	1	557	34,8	35,2
Θαμνολίβαδα	10	-	1	413	37,5	26,1
Δασολίβαδα	17	-	-	613	36,0	38,7
Σύνολο	30	12	2	1.583		100

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 5 στην υψηλή-ψευδαλπική υψομετρική ζώνη εντάσσονται οι βοσκότοποι, που αξιοποιούνται εποχικά από τις εκμεταλλεύσεις της Π.Ε. Πέλλας και είναι αυτοί με την υψηλότερη βοσκοφόρτωση (Πίνακας 1). Τα ζώα, στους βοσκότοπους της υψηλής ζώνης της Π.Ε. Πέλλας, μετακινούνται ακόμα και εντός της ημέρας σε ένα εύρος υψομέτρων, που κυμαίνεται από τα 1000 μ. έως και άνω της ψευδαλπικής ζώνης των 1700 μ. Στην ορεινή ζώνη βόσκησης εντάσσονται οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις της Π.Ε. Θεσσαλονίκης με σχετικά υψηλή βοσκοφόρτωση. Ορθολογικότερη αξιοποίηση των βοσκήσιμων γαιών φαίνεται ότι συμβαίνει στην πεδινή και ημιορεινή υψομετρική ζώνη.

Πίνακας 5. Ταξινόμηση των βοσκήσιμων γαιών, που χρησιμοποιούνται από τις θηλαζουσες αγελάδες της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής, σύμφωνα με τις υψομετρικές ζώνες στις οποίες βρίσκονται.

Table 5. Classification of grazing lands by suckler cow holdings of Greek Red Breed according to the altitude zones.

Υψομετρικές ζώνες	Έκμ/σ εις	Έκταση Βοσκήσιμων γαιών (ha)	Συνολικός κέες ΜΖΜ	ΜΖΜ /ha	Εκμεταλλεύσεις Π.Ε. Θεσ/νίκης	Εκμεταλλεύσεις Π.Ε. Πέλλας	Εκμεταλλεύσεις located σε άλλες Π.Ε.
Πεδινή ζώνη <200 m	10	110	224	2,04	3	-	1
Ημιορεινή ζώνη 201-600 m	8	302	572	1,89	7	-	1
Ορεινή ζώνη 601-1.000 m	20	733	1.904	2,60	20	-	-
Υψηλή-Ψευδαλπική ζώνη >1.000 m	12	438	1.627,6	3,72	-	12	-
Σύνολο	44	1.583	4.327,6		30	12	2

Από την ταξινόμηση των εκμεταλλεύσεων βάσει της επικινδυνότητας των βοσκοτόπων (Πίνακας 6) φαίνεται ότι οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις αξιοποιούν σχετικά επικίνδυνους και επικίνδυνους

βοσκότοπους, οι οποίοι συμπίπτουν ως ένα βαθμό με την υψομετρική κατηγοριοποίησή τους, ενώ οι ασφαλείς βοσκότοποι αποτελούν το μικρότερο ποσοστό επί του συνόλου των βοσκήσιμων γαιών.

Πίνακας 6. Η ασφάλεια των βοσκοτόπων για τις εκτροφές των θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής.

Table 6. Pasture safety in Greek Red Breed farms.

Παρεχόμενη ασφάλεια βοσκοτόπων	Αριθμός εκμεταλλεύσεων	Ποσοστό (%)
Ασφαλείς	7	15,9
Σχετικά Ασφαλείς	9	20,5
Σχετικά Επικίνδυνοι	16	36,3
Επικίνδυνοι	12	27,3
Σύνολο	44	100

Άλλα δυο χαρακτηριστικά των βοσκοτόπων που μελετήθηκαν ήταν η ύπαρξη διαμορφωμένων θέσεων ύδρευσης και σκίασης. Οι μέσες τιμές υπολογίστηκαν σε 3,6 θέσεις ύδρευσης και 2,7 θέσεις σκίασης ανά δικαιούμενη έκταση βοσκοτόπου / εκμετάλλευση, με τις αντίστοιχες μέγιστες τιμές να φθάνουν τις 7 (ύδρευση) και 10 (σκίαση).

Συζήτηση- Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας μπορούν να αξιοποιηθούν για να προσδιορίσουν το βαθμό εξάρτησης των εκτροφών των θηλαζουσών αγελάδων της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής από τις βοσκήσιμες γαίες, τόσο για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών τους, όσο και ως περιβάλλον διαβίωσής τους.

Η υφιστάμενη βοσκοφόρτωση και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των βοσκοτόπων καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό το σύστημα εκτροφής, που εφαρμόζεται στην εν λόγω βοσκο-εξαρτώμενη κτηνοτροφική δραστηριότητα (Milán κ.α. 2006). Σύμφωνα με τους Theodoridis και Ragkos (2014) το υψηλό κόστος των ζωοτροφών στις εκτροφές αγελάδων είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του τομέα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση και τη χαμηλή ανταγωνιστικότητα. Οι Michalickova κ.α. (2016) αναφέρουν ότι οι εκτροφές των θηλαζουσών αγελάδων οφείλουν να εστιάσουν στην καλύτερη αξιοποίηση των βοσκοτόπων, με βόσκηση των ζώων για περισσότερες ημέρες ετησίως, προκειμένου να είναι βιώσιμες. Η πιο εντατική χρήση βοσκοτόπων μέσω αυξημένου αριθμού αγελάδων ανά μονάδα επιφάνειας βοσκοτόπων μπορεί να μειώσει σε μεγάλο βαθμό το κόστος των παραγόμενων ζωοκομικών προϊόντων από τη μείωση της χορήγησης συμπληρωματικών ζωοτροφών (Jan κ.α. 2017).

Γενικά, η μέση βοσκοφόρτωση στην παρούσα έρευνα θεωρείται σχετικά υψηλή σε σύγκριση με άλλες έρευνες για αποδοτικές φυλές θηλαζουσών αγελάδων, π.χ. 1,30 MZM/ha στην αντίστοιχη μελέτη των Veysset κ.α.. (2015) και 1,24 των Finneran και Crosse (2013). Η βοσκοφόρτωση που υπολογίστηκε είναι υψηλότερη από το μέσο όρο της χώρας μας, που ανέρχεται σε 3 μικρές ζωικές μονάδες (ή 0,75 M.Z.M.) ανά εκτάριο (Παπαναστάσης 2009). Σκόπιμο είναι να αναφερθεί ότι από τη διανομή των βοσκοτόπων (όπως επιβεβαιώθηκε και από τις δηλώσεις Ο.Σ.Δ.Ε.) στο δείγμα των 44 βοοτρόφων, παρατηρήθηκε μία εμπράγματη ισχύ της αρχής της αναλογικότητας βάσει του ζωικού κεφαλαίου που διαθέτει κάθε εκμετάλλευση, αλλά και μία προσπάθεια μείωσης των απαιτούμενων αποστάσεων μετακίνησης του ζωικού κεφαλαίου στους διαθέσιμους βοσκοτόπους.

Επίσης, λόγω των διατροφικών προτιμήσεων των βοοειδών, τα οποία δεν είναι προσαρμοσμένα στη βόσκηση ξυλωδών φυτών (Τραϊανοπούλου κ.α. 2015) διαφαίνεται η εποχιακή αξιοποίηση των ψευδαλπικών ποολίβαδων, ενώ στις περιπτώσεις μικτών βοσκοτόπων (φερόντων ξυλώδη βλάστηση) οι βοοτρόφοι έχουν υιοθετήσει την ημερήσια-διαχρονική και διατοπική μετακίνηση των ζώων τους με σκοπό να συνδυάσουν διαφορετικούς πόρους που αναπτύσσονται σε διαφορετικά οικολογικά περιβάλλοντα, για να περιορίσουν το εκ διατροφής κόστος παραγωγής, καλύπτοντας μέρος των διατροφικών αναγκών των ζώων τους με βοσκήσιμη ύλη. Κρίνεται, λοιπόν, σκόπιμο να ληφθεί υπόψη κατά την κατανομή των βοσκοτόπων ότι τα βοοειδή εκμεταλλεύονται αποτελεσματικά μόνο τα ποολίβαδα. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την αναβάθμιση των υποδομών στους βοσκοτόπους, όπως με την κατασκευή ποτίστρων, φατνών (ταϊστρών) και στεγάστρων για την προστασία ιδίως των μετακινούμενων ζώων.

Από τα στοιχεία της υψομετρικής ταξινόμησης των βοσκοτόπων προκύπτει ότι όσο αυξάνεται η υψομετρική θέση των βοσκήσιμων γαιών τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος απωλειών ζωικού κεφαλαίου. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη μειωμένη διαθεσιμότητα εποχικών βοσκών, καθιστά υποχρεωτική

την παρουσία των βοοτρόφων στα ορεινά και ψευδαλπικά λιβάδια, καθώς και την κατάρτισή τους στην αντιμετώπιση δύσκολων καταστάσεων, όπως είναι η κτηνιατρική φροντίδα στον τραυματισμό ενός ζώου για τη μείωση των απωλειών σε ζώα.

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η επάρκεια των βοσκοτόπων στην κάλυψη των διατροφικών αναγκών των βοοειδών της Ελληνικής Κόκκινης Φυλής επιτυγχάνεται μόνο στην περίπτωση των μετακινούμενων εκτροφέων στα ορεινά και ψευδαλπικά ποολίβαδα. Στις άλλες περιπτώσεις η ετήσια πρόσβαση στους βοσκοτόπους θα πρέπει να συνδυαστεί με την ορθολογική διαχείρισή τους για να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή αξιοποίησή τους.

Abstract

This research aimed to investigate the utilization of the available pastures from the Greek Red Breed suckler cows, the detailed recording of their special characteristics, and the determination of their stocking rate. The data were collected from the 44 farmers of the Red cattle breed who participate in the genetic improvement programs of Ministry of Rural Development and Food as members of the Cooperation Union of Thessaloniki S.A. It was found that the average stocking rate of the utilized pastures was 2.73 LU (Livestock Units)/hectare with variation between the geographical areas. Also, the unsafety and the seasonal use of the pastures had a strong connection with their altitude. Rational grazing is the most important parameter that will highlight pastures as crucial areas for the sustainability of this important livestock activity.

Βιβλιογραφία

Finneran, E. and Crosson, P., 2013. Effects of scale, intensity and farm structure on the income efficiency of Irish beef farms. *Int. J. Agric. Manag.* 2(4): 226-237.

Gourdouvelis, D., Dotas, V., Kaimakamis, I., Zagorakis, K. and Yiakoulaki, M., 2019. Typology and structural characterisation of suckler cow farming system in Central Macedonia, Greece. *Ital. J. Anim. Sci.* 18: 1082–1092.

Gourdouvelis, D. and Dotas, D., 2020. Viability of Suckler Cow Holdings under the Influence of Feed Self-production in the Region of Central Macedonia, Greece. *J. Environ. Prot. Ecol.* 21(6): 2246-2256.

Jan, S., Jindrich, K., Ludek, B., Mojmír, V. and Ludek, S., 2017. Economic efficiency of suckler cow herds in the Czech Republic. *Agric. Econ. (Zemědělská ekonomika)*. 63(1): 34-43.

Kitsopanidis, G.I., 2005. Viability and profitability of extensive beef cattle farming under present conditions in Greece". In: *animal production and natural resources utilization in the Mediterranean mountain areas*. EAAP. 115: 400–405.

Michalickova, M., Syrucek, J., Krupova, Z. and Krupa, E., 2016. Economic of suckler cow herds. *Nas Chov.* 76: 44–47.

Milán, M.J., Bartolome, J., Quintanilla, R., Garcia-Cachan, M.D., Espejo, M., Herraiz, P.L., Sanchez-Recio and G.M., Piedrafita, J., 2006. Structural characterisation and typology of beef cattle farms of Spanish wooded rangelands (dehesas). *Livest. Sci.* 99: 197–209.

Παπαναστάσης, Β., 2009. Λιβαδοκτηνοτροφική Ανάπτυξη. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 157.

Rakipova, A.N., Gillespie, J.M. and Franke, D.E., 2003. Determinants of Technical Efficiency in Louisiana Beef Cattle Production. *J. Am. Soc. Farm Manage. Rural Appraisers.* 66: 99-107.

Theodoridis, A., Ragkos, A., 2014. A Restricted Data Envelopment Analysis Application to Dairy Farming. *Data Envelop. Anal. J.* 1: 171–193.

Τραϊανοπούλου, Ι., Ζαρόβαλη, Μ., Καζόγλου Ι. και Γιακουλάκη, Μ., 2015. Η Βραχυκερατική Φυλή Βοοειδών στην 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», Αργοστόλι, Κεφαλλονιά, 4-7 Οκτωβρίου. Σελ. 543-552.

Veysset, P., Lherm, M., Roulenc, M., Troquier, C. and Bébin D., (2015). Productivity and technical efficiency of suckler beef production systems: trends for the period 1990 to 2012. *Anim.* Vol 9, No 12, pp. 2050-2059.

Villalba, D., Casasu's, I., Sanz, A., Bernues, A., Estany, J. and Revilla, R., 2006. Stochastic simulation of mountain beef cattle systems. *Agric. Syst.* 89: 414-434.

Yiakoulaki, M.D. and Papanastasis, V.P., 2014. Grasslands and grazing systems of Central Macedonia. In: *Grasslands and herbivore production in Europe and effects of common policies*. In: Christian Huyghe, Alex de Vliegher, Bert Van Gils, Alain Peeterscoord, editors. Editions Quae, RD 10. 78026 Versailles Cedex, France. ISBN: 978-2-7592-2157-8. pp. 168–172.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΜΙΚΡΩΝ ΜΗΡΥΚΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ

Δαμαλής, Ευάγγελος; Γιακουλάκη, Μαρία; Τσιομπάνη, Ελένη

Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη, damalisb@gmail.com, yiak@for.auth.gr, elenitsiobani@gmail.com

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε το σύστημα εκτροφής των μικρών μηρυκαστικών στην περιοχή του Δήμου Ελασσόνας, της Π.Ε. Λάρισας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ερωτηματολογίου, που συμπληρώθηκε από 100 εκτροφείς με προσωπική συνέντευξη. Βρέθηκε, ότι η διατροφή των ζώων στηριζόταν στη βοσκήσιμη ύλη των λιβαδιών (9-10 μήνες το χρόνο), ενώ χρησιμοποιούνταν και η γεωργική γη (λειμώνες και καλαμιές) την άνοιξη και το καλοκαίρι, αντίστοιχα. Το ποιμνιακό μη μετακινούμενο ήταν το κύριο σύστημα εκτροφής (98%), ενώ στο μετακινούμενο (2%), η μετακίνηση να πραγματοποιούνταν για τη χρησιμοποίηση των εποχιακών υπολειμμάτων των σιτηρών και όχι των θερινών λιβαδιών. Τα ζώα διένυαν καθημερινά κατά μέσο 4,9 χλμ. για την ανεύρεση βοσκής. Οι εκτροφείς χορηγούσαν μεγάλες ποσότητες ζωοτροφών (2,14 και 1,77 χγρ./ημέρα στα πρόβατα και στις αίγες, αντίστοιχα) με αποτέλεσμα την υψηλή γαλακτοπαραγωγή και τη μετατροπή του συστήματος εκτροφής από εκτατικό σε ημιεντατικό.

Λέξεις κλειδιά: εκτατική αιγοπροβατοτροφία, βοσκότοπος, ζωοτροφές, πρόβατα, αίγες.

Εισαγωγή

Η εκτροφή των αιγοπροβάτων στην Ελλάδα αποτελεί μια σημαντική οικονομική δραστηριότητα, που συνδέεται με την εκτατική χρησιμοποίηση των λιβαδικών εκτάσεων. Οι πληροφορίες που υπάρχουν από διάφορες περιοχές της χώρας για τα συστήματα εκτροφής των αγροτικών ζώων είναι σχετικά περιορισμένες (Papanastasis 1990, Γιακουλάκη κ.α. 2003, Ευαγγέλου κ.α. 2008, Υiakoulaki κ.α. 2011, Τσιομπάνη κ.α. 2012, Gourdouvelis κ.α. 2019), ενώ κάποιες αφορούν συγκριτικές τεχνοοικονομικές αναλύσεις μεταξύ γεωγραφικών διαμερισμάτων (Ζιωγάνας κ.α. 2001). Ειδικότερα, οι Γιακουλάκη κ.α. (2003) μελέτησαν τα συστήματα εκτροφής των μικρών μηρυκαστικών στην επαρχία Λαγκαδά του Νομού Θεσσαλονίκης σε τρεις υψομετρικές ζώνες: χαμηλή (<200 μ.), μεσαία (200-600 μ.) και υψηλή (601-1000 μ.) και βρήκαν ότι εφαρμόζεται το σύστημα της ποιμενικής εκτροφής (κοπαδιάρικης μη νομαδικής), το οποίο βασίζεται κατά κύριο λόγο στη βόσκηση των ζώων στα φυσικά λιβάδια της περιοχής. Οι Ευαγγέλου κ.α. (2008) επικέντρωσαν την έρευνά τους στον Δήμο Ασκού, του Νομού Θεσσαλονίκης, όπου μελέτησαν τα συστήματα εκτροφής των αιγών και των προβάτων και διερευνήσαν το ύψος των επιδοτήσεων που λαμβάνουν οι κτηνοτρόφοι. Το σύστημα εκτροφής των προβάτων διερευνήθηκε επίσης στον Δήμο Κοιλιάδας του Νομού Λάρισας (Υiakoulaki κ.α. 2011). Η διερεύνηση των συστημάτων εκτροφής αγροτικών ζώων μέσω ερωτηματολογίων και προσωπικών συνεντεύξεων εκτός από τα μικρά μηρυκαστικά επεκτάθηκε και στους εκτροφείς νεροβούβαλων στην περιοχή της λίμνης Κερκίνης του Νομού Σερρών (Τσιομπάνη κ.α. 2012), καθώς και στους εκτροφείς βοοειδών κρεοπαραγωγής στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (Gourdouvelis κ.α. 2019).

Το σύστημα εκτροφής των αιγοπροβάτων στη χώρα βασίζεται κυρίως στη βόσκηση των κοινόχρηστων λιβαδιών (Γιακουλάκη κ.α. 2003). Όμως, η εκτεταμένη χορήγηση συμπληρωματικής διατροφής (χονδροειδών και συμπυκνωμένων ζωοτροφών) μετατρέπει το σύστημα αυτό σε ημιεντατικό. Βέβαια, για το σύστημα με το οποίο εκτρέφονται τα ζώα, δεν ευθύνονται αποκλειστικά οι κτηνοτρόφοι, καθώς επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις οικολογικές συνθήκες κάθε περιοχής, οι οποίες στην ουσία προσδιορίζουν τους διαφορετικούς διαθέσιμους πόρους για τη διατροφή των ζώων. Η γνώση των διαθέσιμων πηγών και του ύψους της βοσκήσιμης ύλης στη διάρκεια του έτους είναι καθοριστική, αλλά και υψίστης σημασίας για την εξασφάλιση μιας ορθολογικής διατροφής για τα αγροτικά ζώα. Τα λιβάδια ανάλογα με την υψομετρική ζώνη στην οποία βρίσκονται χρησιμοποιούνται

για βόσκηση από τα μικρά μηρυκαστικά 6-10 μήνες το χρόνο (Γιακουλάκη κ.α. 2003). Για το υπόλοιπο διάστημα οι κτηνοτρόφοι για να καλύψουν το διατροφικό κενό οδηγούν τα ζώα τους στους αγρούς και ιδίως σε προσωρινούς λειμώνες την άνοιξη και σε καλαμιές σιτηρών μετά τη συγκομιδή των καρπών το καλοκαίρι (Zervas κ.α. 1996, Γιακουλάκη κ.α. 2003, Υιακουλάκη κ.α. 2011, Tsiobani κ.α. 2012).

Η βόσκηση στα φυσικά λιβάδια και στους αγρούς είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες συντήρησης των ζώων, ενώ σε πολύ ευνοϊκές κλιματικά περιόδους είναι ικανή να καλύψει και τις ανάγκες τους για γαλακτοπαραγωγή για ένα μικρό χρονικό διάστημα,. Όταν όμως τα ζώα έχουν μεγάλες ανάγκες σε θρεπτικές ουσίες, κυρίως κατά την παραγωγική περίοδο (εγκυμοσύνη και γαλακτοπαραγωγή), η χορήγηση των έτοιμων συμπυκνωμένων ζωοτροφών στη διατροφή τους είναι απαραίτητη για την αναπλήρωση των θρεπτικών ουσιών που χρειάζονται.

Τα συστήματα εκτροφής ταξινομούνται με βάση το είδος του ζώου που εκτρέφεται, τη μετακίνηση του κοπαδιού, τη χρησιμοποίηση ή μη των βοσκοτόπων και το επίπεδο των εισροών (Papanastasis κ.α. 2009). Ανάλογα με την περιοχή και το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται το σύστημα εκτροφής είναι δυνατό να παρουσιάζει διαφοροποιήσεις και μεταβολές, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με την υπάρχουσα βλάστηση, τη διαθεσιμότητα των εναλλακτικών πηγών βοσκήσιμης ύλης αλλά και τη γνώση της διασποράς τους από τον κτηνοτρόφο.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση του συστήματος εκτροφής των μικρών μηρυκαστικών στην περιοχή του Δήμου Ελασσόνας, της Π.Ε. Λάρισας. Ο Δήμος Ελασσόνας είναι μια κατεξοχήν γεωργοκτηνοτροφική περιοχή, αφού η φυσιογραφία και το κλίμα της περιοχής ευνοούν την ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα. Σύμφωνα με τα ετήσια απογραφικά στοιχεία της Γεωργίας και Κτηνοτροφίας της ΕΛ.ΣΤΑΤ του 2009, η έκταση που χρησιμοποιείται για γεωργικές καλλιέργειες ανέρχεται στις 29.085 ha. Από αυτή, το 76,7% αφορά ετήσιες καλλιέργειες (δημητριακά για καρπό 59,4%) και το 6,7% πολυετείς καλλιέργειες (ελιές 1,8%, αμπέλια 0,8%, οπωροφόρα 0,6%). Το υπόλοιπο 11,2% αποτελούν οι λοιπές εκτάσεις/αγραναπαύσεις, ενώ το 5,4% αξιοποιείται ως βοσκότοποι. Επίσης, σύμφωνα με τα ετήσια απογραφικά στοιχεία της Γεωργίας και Κτηνοτροφίας της ΕΛ.ΣΤΑΤ του 2009, η προβατοτροφία είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη στην περιοχή, καθώς αντιστοιχεί στο 75% των αιγοπροβάτων και επικρατεί στις ορεινές κοινότητες με ποσοστό 44%. Στο πλαίσιο του παραπάνω σκοπού οι στόχοι της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση του συστήματος εκτροφής των αγροτικών ζώων, που αξιοποιούν τις λιβαδικές και γεωργικές εκτάσεις.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Δήμο Ελασσόνας της Π.Ε. Λάρισας, από τον Ιούλιο έως τον Οκτώβριο 2020. Στην περιοχή αυτή η εκτατική εκτροφή μικρών μηρυκαστικών αποτελεί την κύρια επαγγελματική δραστηριότητα ενός μεγάλου μέρους του πληθυσμού (Καϊμακάμης 2017). Στην έρευνα συμμετείχαν 100 εκτροφείς αιγοπροβάτων. Το 90% ήταν κάτοικοι της Δημοτικής Ενότητας Λιβαδίου, καθώς εκεί απογράφονται τα περισσότερα αιγοπρόβατα του Δήμου Ελασσόνας (ΟΠΕΚΕΠΕ 2019) και το υπόλοιπο 10% των ερωτηθέντων ήταν κτηνοτρόφοι των λοιπών Τοπικών Κοινοτήτων του ίδιου Δήμου. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Οργανισμού Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ 2019), το ζωικό κεφάλαιο που δηλώθηκε στο Δήμο Ελασσόνας για το έτος 2019 ήταν 399.835 αιγοπρόβατα ενώ το συνολικό μέγεθος του ζωικού κεφαλαίου των 100 εκτροφέων ήταν 29.555 αιγοπρόβατα. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια τυποποιημένου ερωτηματολογίου, που συμπληρώθηκε από τους εκτροφείς με προσωπική συνέντευξη. Το ερωτηματολόγιο συμπληρωνόταν από έναν μόνο εκτροφέα ανά κτηνοτροφική εκμετάλλευση, προκειμένου να αποφευχθεί η συμμετοχή συστεγαζόμενων κτηνοτρόφων. Οι ερωτήσεις που περιλαμβάνονταν στο ερωτηματολόγιο ήταν προεπιλεγμένες απαντήσεις κλειστού τύπου (Ναι – Όχι, Πολλαπλής επιλογής, Καταγραφής κατάστασης) και αφορούσαν:

- το προφίλ του εκτροφέα και ειδικότερα, το φύλο, την ηλικία, το επίπεδο σπουδών, τη γνώση ξένων γλωσσών, τη χρήση Η/Υ στην εργασία του, την εκπαίδευση που τυχόν έλαβε για το επάγγελμα του κτηνοτρόφου και την κύρια επαγγελματική του δραστηριότητα,
- τα χαρακτηριστικά της εκτροφής, όπως τον τύπο (ατομική, οικογενειακή ή μεταξύ οικογενειών), το σύστημα (ενσταβλισμένο, ποιμενικό ή νομαδικό) και το ζωικό κεφάλαιο της εκτροφής (είδος ζώων και αριθμό ζώων ανά είδος),
- τη χρήση των βοσκοτόπων (εποχή και διάρκεια βόσκησης, διανυόμενες αποστάσεις για την ανεύρεση τροφής),

- τη χρήση της γεωργικής γης (λειμώνες και καλαμιές),
- τη χορήγηση συμπληρωματικών ζωοτροφών (είδος, ποσότητα χονδροειδών και συμπυκνωμένων ζωοτροφών, εποχή και διάρκεια χορήγησης),
- την αναπαραγωγή των ζώων (τρόπος και περίοδος αναπαραγωγής, περίοδος τοκετών, πολυδυμία)
- τη γαλακτοπαραγωγή (διάρκεια, ποσότητα παραγόμενου γάλακτος ανά ζώο).
- Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων αναλύθηκαν στατιστικά με περιγραφική στατιστική (ποσοστά % και μέση τιμή). Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SPSS v.25 (2017).

Αποτελέσματα

1. Προφίλ εκτροφέων

Το 73% των εκτροφέων ήταν άνδρες, η πλειοψηφία των οποίων (60,63%) είχε ηλικία μεταξύ 40-60 ετών. Το 81% των εκτροφέων ήταν απόφοιτοι Δημοτικού και Γυμνασίου, ενώ μόνο το 5% είχε πτυχίο ανώτερης ή ανώτατης εκπαίδευσης. Επίσης, το 8% γνώριζε την αγγλική γλώσσα. Το 31% των εκτροφέων χρησιμοποιούσε ηλεκτρονικό υπολογιστή για τις ανάγκες της εργασίας του, ωστόσο η πλειοψηφία (61%) τον χρησιμοποιούσε μερικές φορές το μήνα και μόνο το 7% σε καθημερινή βάση. Το 38% των εκτροφέων έλαβε εκπαίδευση για το επάγγελμα του κτηνοτρόφου μέσω Κοινοτικών Προγραμμάτων. Το 80% των εκτροφέων θεωρούσε την αιγοπροβατοτροφία ως την κύρια επαγγελματική του δραστηριότητα, ενώ το υπόλοιπο 20% ασκούσε παράλληλα και άλλες εναλλακτικές οικονομικές δραστηριότητες.

2. Χαρακτηριστικά εκτροφών

2.1 Τύπος και Σύστημα εκτροφής

Οι εκτροφές ήταν κατά κύριο λόγο (87%) οικογενειακού τύπου. Το 98% των εκτροφέων εφαρμόζε το ποιμνιακό μη μετακινούμενο (ποιμνικό) σύστημα εκτροφής. Ωστόσο, το 10% εξ αυτών μετακινούνταν στις αρχές της θερινής περιόδου σε υψηλότερες θέσεις εντός του Δημοτικού Διαμερίσματος, που βρισκόταν η κτηνοτροφική τους εκμετάλλευση και επέστρεφαν στη βάση τους τέλη φθινοπώρου – αρχές χειμώνα. Το νομαδικό σύστημα εκτροφής εφαρμοζόταν μόνο από το 2% του συνόλου των εκτροφέων, ενώ καμία εκτροφή δεν ήταν ενσταβλισμένη.

Η διαχείριση των κοπαδιών γινόταν από τον βοσκό, που ήταν και ο ιδιοκτήτης τους (κτηνοτρόφος ή εκτροφέας) και περιλάμβανε συνήθως τον διαχωρισμό τους σε μικρότερες μονάδες, ανάλογα με το μέγεθος του κοπαδιού και το φυσιολογικό στάδιο των ζώων (γεννήσεις-γαλακτοπαραγωγή). Στην περιοχή υπήρχαν και οι κτηνοτρόφοι μείκτες (συνήθως συγγενείς πρώτου βαθμού), οι οποίοι έβοσκαν μαζί τα κοπάδια τους και τα διαχειρίζονταν από κοινού.

2.2 Ζωικό κεφάλαιο εκτροφών

Στην περιοχή έρευνας το 63% του συνόλου των εκτροφών ήταν αμιγώς προβατοτροφικές, το 28% ήταν μείκτες (αιγοπροβατοτροφικές), ενώ οι αμιγείς εκτροφές αιγών αντιστοιχούσαν στο 9%. Όσον αφορά τη δυναμικότητα των προβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων, στο μεγαλύτερο μέρος (59,34%) εκτρέφονταν από 251 έως 500 ζώα, ενώ μόνο στο 3,30% εκτρέφονταν περισσότερα από 500 πρόβατα (Πίνακας 1). Αντίθετα, το μεγαλύτερο ποσοστό (89,19%) των αιγοτροφικών εκμεταλλεύσεων ήταν χαμηλής δυναμικότητας (1-250 ζώα), ενώ μόνο στο 10,81% εκτρέφονταν από 251 μέχρι 500 ζώα. Αιγοτροφικές εκμεταλλεύσεις με δυναμικότητα μεγαλύτερη των 500 ζώων δεν υπήρχαν.

Πίνακας 1. Εκατοστιαία κατανομή των εκμεταλλεύσεων κατά τάξη μεγέθους (αριθμός ζώων) προβάτων και αιγών.
Table 1. Percentage distribution of animal holdings by size (number) of sheep and goats.

Δυναμικότητα εκμετάλλευσης (αριθμός ζώων)	Ποσοστό (%) εκμεταλλεύσεων	
	Προβατοτροφικές	Αιγοτροφικές
1-50	1,10	40,54
51-100	1,10	21,62
101-150	3,30	8,11
151-200	12,09	10,81

201-250	19,77 37,36	8,11 89,19
251-300	18,68	2,70
301-350	15,38	5,41
351-400	10,99	2,70
401-450	13,19	–
451-500	1,10 59,34	– 10,81
>500	3,30	–
Σύνολο	100,00	100,00

2.3 Χρησιμοποίηση βοσκοτόπων στην εκτροφή

Το 61% των κοινόχρηστων βοσκοτόπων της περιοχής έρευνας ανήκει στην ημιορεινή υψομετρική ζώνη (600-800 μ.), το 38% στην ορεινή (801-1600 μ.), ενώ μόνο το 1% ανήκει στην πεδινή ζώνη υψόμετρο (< 600 μ.) και από πλευράς της επικρατούσας βλάστησης περιλαμβάνουν ποολίβαδα, θαμνολίβαδα και δασολίβαδα.

Στις αμιγείς προβατοτροφικές και στις μεικτές εκμεταλλεύσεις οι εκτροφείς χρησιμοποιούσαν τους κοινόχρηστους βοσκότοπους από το τέλος Φεβρουαρίου-μέσα Μαρτίου μέχρι τον Οκτώβριο-Δεκέμβριο. Ειδικότερα, το 95% των εκτροφέων οδηγούσαν τα ζώα στους βοσκότοπους καθ' όλη τη διάρκεια της άνοιξης (τρεις μήνες) και μόνο το 5% τους χρησιμοποιούσε για περίοδο 2 μηνών (Πίνακας 2). Καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού όλοι οι εκτροφείς χρησιμοποιούσαν τους βοσκότοπους, ενώ το φθινόπωρο το 70% εξ αυτών τους χρησιμοποιούσε για περίοδο τριών μηνών και το υπόλοιπο 3% και 27% μόνο για ένα και δύο μήνες, αντίστοιχα. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η πλειοψηφία (66%) των εκτροφέων διέκοπτε την έξοδο των ζώων στους βοσκότοπους, ενώ οι υπόλοιποι (11%, 7% και 16%) συνέχιζαν να χρησιμοποιούν τα κοινόχρηστα λιβάδια για ένα, δύο και τρεις μήνες, αντίστοιχα. Αντίθετα, στις αμιγείς αιγοτροφικές εκμεταλλεύσεις, οι εκτροφείς οδηγούσαν τις αίγες στους κοινόχρηστους βοσκότοπους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Τα αιγοπρόβατα διένυαν ημερησίως προς αναζήτηση τροφής απόσταση από 4,2 χλμ. το χειμώνα έως 5,2 χλμ. το καλοκαίρι και το φθινόπωρο.

Πίνακας 2. Ποσοστό (%) εκτροφέων σε σχέση με το χρονικό διάστημα (μήνες) χρησιμοποίησης των βοσκοτόπων ανά εποχή και μέση ημερήσια απόσταση (χλμ.) που διανύουν τα κοπάδια αιγών και προβάτων.

Table 2. Percentage (%) of breeders in relation to time period (months) of pastures use per season and average daily distance (km) traveled by goat and sheep.

Διάρκεια (μήνες) χρησιμοποίησης των βοσκοτόπων/εποχή	Ποσοστό (%) εκτροφέων				Μέση ημερήσια απόσταση (χλμ.) που διανύουν τα ζώα στους βοσκότοπους
	0	1	2	3	
Χειμώνας	66	11	7	16	4,2
Άνοιξη	0	0	5	95	5
Καλοκαίρι	0	0	0	100	5,2
Φθινόπωρο	0	3	27	70	5,2

2.4 Χρησιμοποίηση γεωργικής γης στην εκτροφή

Οι περισσότεροι εκτροφείς (62%) χρησιμοποιούσαν συμπληρωματικά, εκτός των λιβαδικών εκτάσεων, εποχιακούς λειμώνες (γρασίδια) για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των αιγοπροβάτων από τις αρχές της άνοιξης μέχρι τις αρχές του καλοκαιριού. Η χρήση των λειμώνων κατά το διάστημα αυτό γινόταν σε καθημερινή βάση, ενώ με την έναρξη της θερινής περιόδου τα αιγοπρόβατα οδηγούνταν για βόσκηση στους λειμώνες αραιότερα. Στην περιοχή έρευνας καλλιεργούνται συνολικά 4988 στρέμματα λειμώνων, ήτοι 80,4 στρέμματα λειμώνων ανά εκμετάλλευση.

Στη διάρκεια του θέρους (από μέσα Ιουνίου έως τέλη Σεπτεμβρίου), το 27% των εκτροφέων οδηγούσε τα αιγοπρόβατα για βόσκηση σε εποχιακά υπολείμματα σιτηρών (σιταριού ή κριθαριού ή και

συνδυασμό αυτών) μετά τη συγκομιδή των καρπών (καλαμιές). Η συνολική έκταση των εποχιακών υπολειμμάτων των σιτηρών που χρησιμοποιείται για βόσκηση από τα αιγοπρόβατα ανέρχεται σε 2200 στρέμματα, έκταση που αντιστοιχεί σε 137 στρέμματα ανά κτηνοτροφική εκμετάλλευση.

2.5 Χορήγηση ζωοτροφών στα εκτρεφόμενα ζώα

Κατά τη χειμερινή περίοδο (μέσα Νοεμβρίου έως τέλη Φεβρουαρίου), οι χονδροειδείς και συμπυκνωμένες ζωοτροφές αποτελούσαν την κύρια πηγή διατροφής των αιγοπροβάτων. Ειδικότερα, η πλειοψηφία των εκτροφών (96%) χορηγούσε συμπυκνωμένες τροφές στα αιγοπρόβατα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ το υπόλοιπο 4% διέκοπτε τη χορήγηση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και των δυο πρώτων μηνών του φθινοπώρου. Αντίθετα, όλοι οι εκτροφείς χορηγούσαν χονδροειδείς τροφές στα ζώα τους καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα, το 84% εξ αυτών τις χορηγούσε την άνοιξη, το 34% το καλοκαίρι και το 94% το φθινόπωρο. Οι εκτροφείς προβάτων χορηγούσαν μεγαλύτερες ποσότητες συμπυκνωμένων και χονδροειδών ζωοτροφών στα ζώα σε σχέση με τους εκτροφείς αιγών, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Ποσότητα (χγρ./ζώο/ημέρα) συμπυκνωμένων και χονδροειδών ζωοτροφών που χορηγούνταν στα πρόβατα και στις αίγες (παραγωγικά ζώα ή μη) ανά εποχή.

Table 3. Quantity (kg/animal/day) of feed (concentrated and coarse) given to sheep and goats (productive and non-productive animals) per season.

Είδος ζώου	Κατηγορία ζωοτροφών	Ποσότητα ζωοτροφών (χγρ./ζώο/ημέρα)			
		Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας
Πρόβατα	Συμπυκνωμένες	1,06	0,90	0,94	1,44
	Χονδροειδείς	0,97	0,78	0,91	1,56
	Σύνολο	2,03	1,68	1,85	3,00
Αίγες	Συμπυκνωμένες	0,98	0,70	0,72	1,31
	Χονδροειδείς	0,66	0,70	0,75	1,26
	Σύνολο	1,64	1,40	1,47	2,57

2.6 Περίοδος αναπαραγωγής και τοκετών – Διάρκεια και ποσότητα γαλακτοπαραγωγής

Στην πλειοψηφία των εκτροφών (78%), η αναπαραγωγική περίοδος διαρκούσε από τον Μάιο- Ιούνιο έως τις αρχές Αυγούστου, στο 21% εξ αυτών ξεκινούσε αργότερα (Ιούλιο-Αύγουστο) και ολοκληρώνονταν την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου, ενώ στο 1% διαρκούσε από το Σεπτέμβριο έως τον Οκτώβριο. Στα αιγοπρόβατα ηλικίας άνω του έτους (ζυγούρια ή βετούλια, αντίστοιχα για πρόβατα και αίγες) η αναπαραγωγική περίοδος ξεκινούσε τον Νοέμβριο και τελείωνε τον Ιανουάριο.

Στις περισσότερες εκτροφές (78%), η περίοδος των τοκετών διαρκούσε από τον Οκτώβριο-Νοέμβριο έως τις αρχές Δεκεμβρίου. Οι απόγονοι ανά ζώο και ανά τοκετό ήταν ένας έως δυο, σπανιότερα τρεις, με ποσοστό γέννησης διδύμων 82%. Ανάλογα με τη διάρκεια των τοκετών, η περίοδος γαλακτοπαραγωγής διαρκούσε από τα μέσα Οκτωβρίου μέχρι τις αρχές Οκτωβρίου του επόμενου έτους. Στην πλειοψηφία όμως των εκτροφών (87%), η γαλακτοπαραγωγή διαρκούσε από τέλος Οκτωβρίου – αρχές Δεκεμβρίου έως τέλος Αυγούστου μέσα Σεπτεμβρίου του επόμενου έτους.

Στις μεικτές κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις η γαλακτοπαραγωγή κυμαινόταν από 100 – 400 χγρ./ζώο/έτος. Συγκεκριμένα, η παραγωγή γάλακτος ήταν 281 χγρ./ζώο/έτος και 309 χγρ./ζώο/έτος κατά μέσο όρο στα πρόβατα και στις αίγες, αντίστοιχα.

Συζήτηση- Συμπεράσματα

Οι εκτροφείς μικρών μηρυκαστικών στην περιοχή του Δήμου Ελασσόνας ήταν άνδρες, μέσης ηλικίας με σχετικά βελτιωμένο επίπεδο σπουδών. Όπως προκύπτει δεν ήταν εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, καθώς ελάχιστοι ήταν αυτοί, που χρησιμοποιούσαν ηλεκτρονικό υπολογιστή για τις ανάγκες της εργασίας τους σε καθημερινή βάση. Ωστόσο, ορισμένοι φαίνεται ότι αναγνωρίζουν την ανάγκη της επιμόρφωσής τους, καθώς έχουν λάβει εκπαίδευση σχετικά με το επάγγελμα του κτηνοτρόφου. Η αιγοπροβατοτροφία αποτελεί την κύρια επαγγελματική τους δραστηριότητα, την οποία απέκτησαν κατά κύριο λόγο από οικογενειακή παράδοση (Δαμαλής 2021). Η θετική εμπειρία τρίτων δεν φαίνεται ότι αποτελεί ισχυρό κίνητρο για την έναρξη άσκησης της αιγοπροβατοτροφίας από νέους

κτηνοτρόφους, ενώ τα σεμινάρια επιμόρφωσης κτηνοτρόφων αποτελούν κίνητρο για ακόμη λιγότερους εκτροφείς.

Το σύστημα της ποιμνιακής μη μετακινούμενης (ποιμενικής) εκτροφής ήταν το επικρατέστερο σύστημα, κατά το οποίο το μεγαλύτερο μέρος των εκτροφέων παραμένει εντός των ορίων της Τοπικής Κοινότητας, στην οποία βρίσκεται η κτηνοτροφική τους εκμετάλλευση. Ένα μικρό ποσοστό εξ αυτών που μετακινεί τα ζώα τους σε μεγαλύτερα υψόμετρα κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, επιστρέφουν στη βάση τους για να διαχειμάσουν στην Τοπική Κοινότητα που διαμένουν. Η μετακίνηση των ποιμνίων εκτός της περιοχής του Δημοτικού τους Διαμερίσματος (μετακινούμενο σύστημα εκτροφής) κατά τους θερινούς μήνες για βόσκηση σε υπολείμματα καλλιεργειών μετά τη συγκομιδή των καρπών (καλαμιές) εφαρμόζεται το 2% των εκτροφέων, ενώ η εντατική ενσταβλισμένη αιγοπροβατοτροφία δεν αποτελεί επιλογή για κανέναν κτηνοτρόφο. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται για βοσκότοπους που βρίσκονται σε διαφορετικές υψομετρικές ζώνες και διαφορετικές περιοχές της χώρας (Γιακουλάκη κ.α. 2003, Ευαγγέλου κ.α. 2008, Υiakoulaki κ.α. 2011) με τη διαφορά ότι η μετακίνηση κατά τους θερινούς μήνες γίνεται για τη χρησιμοποίηση της βλάστησης των θερινών (ψευδαλπικών) λιβαδιών και όχι για τη χρησιμοποίηση της γεωργικής γης (καλαμιών), όπως συμβαίνει στην παρούσα έρευνα.

Στην περιοχή έρευνας επικρατούν οι αμιγείς προβατοτροφικές εκμεταλλεύσεις, ακολουθούμενες από τις μικτές (αιγοπροβατοτροφικές) εκτροφές και τις αμιγείς αιγοτροφικές εκμεταλλεύσεις, με τη δυναμικότητα των πρώτων να είναι υψηλότερη από αυτή των υπολοίπων.

Η διατροφή των μικρών μηρυκαστικών βασίζεται κατά κύριο λόγο στη βόσκηση των κοινόχρηστων βοσκότοπων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους από τις αμιγείς εκτροφές αιγών, 8-9 μήνες από τις αμιγείς εκτροφές προβάτων (αρχές άνοιξης έως τέλη φθινοπώρου) και 9-10 μήνες το χρόνο (τέλη χειμώνα έως τέλη φθινοπώρου) από τις μεικτές εκτροφές. Εντούτοις, σημαντική ήταν και η συμβολή της γεωργικής γης στην εκτροφή των μικρών μηρυκαστικών κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, με τη βόσκηση των ζώων στους λειμώνες (γρασίδια) και στις καλαμιές, αντίστοιχα. Τα ζώα διένυαν κατά μέσο όρο 4,9 χλμ./ημέρα προς αναζήτηση τροφής στους βοσκοτόπους. Μικρότερες αποστάσεις διένυαν κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ μεγαλύτερες κατά το θέρος και το φθινόπωρο. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Ασκού του Νομού Θεσσαλονίκης (Εvangelou κ.α. 2014) αναφέρεται ότι τα πρόβατα και οι αίγες διένυαν μεγαλύτερες αποστάσεις (7,5 χλμ./ημέρα και 9,0 χλμ./ημέρα, αντίστοιχα) για την ανεύρεση τροφής.

Η εκτεταμένη χορήγηση συμπληρωματικών ζωοτροφών αποτελεί ένα χαρακτηριστικό του συστήματος εκτροφής των μικρών μηρυκαστικών στην περιοχή έρευνας. Στα ζώα χορηγούνται συμπυκνωμένες και χονδροειδείς ζωοτροφές σε περιόδους που η λιβαδική παραγωγή είναι μειωμένη ή όταν εισέρχονται στην παραγωγική φάση (περίοδος γεννήσεων και γαλακτοπαραγωγής), που έχουν αυξημένες διατροφικές ανάγκες. Οι συμπυκνωμένες ζωοτροφές που χορηγούνταν στα αιγοπρόβατα περιλάμβαναν (μείγμα δημητριακών καρπών και συμπυκνώματος σε μορφή pellet), ενώ από τις χονδροειδείς ζωοτροφές ο σανός μηδικής-τριφυλλίου και το άχυρο σίτου-κριθαιού χορηγούνταν στη διατροφή τους. Η πλειοψηφία των εκτροφέων (96%) χορηγούσε συμπυκνωμένες τροφές στα ζώα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ χονδροειδείς τροφές χορηγούνταν κυρίως το χειμώνα. Ειδικότερα, στα πρόβατα η ημερήσια ποσότητα των χορηγούμενων συμπληρωματικών ζωοτροφών ανερχόταν κατά μέσο όρο στα 2,14 χγρ./ζώο ενώ στις αίγες 1,77 χγρ./ζώο. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τον Silanikove (2000), ο οποίος αναφέρει ότι οι διατροφικές απαιτήσεις των αιγών είναι σαφώς μικρότερες σε σχέση με αυτές των προβάτων. Οι ποσότητες των ζωοτροφών που χορηγούνται στα ζώα της περιοχής έρευνας είναι μεγαλύτερες από τον μέσο όρο των ποσοτήτων που χορηγούνται σε άλλες περιοχές της χώρας. Αναφορικά με αυτό έχει βρεθεί ότι στην επαρχία Λαγκαδά στη χαμηλή ζώνη οι κτηνοτρόφοι χορηγούν 1–1,5 χγρ./ζώο/ημέρα, ενώ στη μεσαία και στην υψηλή ζώνη χορηγούν 1,5–2 χγρ./ζώο/ημέρα, ανάλογα με τη χρονική διάρκεια βόσκησης/ημέρα στα λιβάδια (Γιακουλάκη κ.α. 2003). Οι μεγάλες ποσότητες ζωοτροφών (2 χγρ./ζώο/ημέρα) χορηγούνται, όταν τα ζώα παραμένουν στο στάβλο όλη τη διάρκεια της ημέρας. Αυτή η εκτεταμένη χορήγηση ζωοτροφών μετατρέπει το σύστημα εκτροφής από εκτατικό σε ημιεντατικό, το οποίο συντελεί στην πλημμελή αξιοποίηση της βοσκήσιμης ύλης, που παράγεται στα λιβάδια και στους αγρούς και κατά συνέπεια στη μακροπρόθεσμη υποβάθμισή τους, όπως παρατήρησαν σε αντίστοιχη έρευνα οι Γιακουλάκη κ.α. (2003). Είναι φανερό ότι και στην περιοχή έρευνας η εκτεταμένη χορήγηση ζωοτροφών συντελεί στην πολύ υψηλή γαλακτοπαραγωγή, καθώς αυτή κυμαίνεται από 100-400 χγρ./ζώο/έτος. Υψηλές επίσης, αποδόσεις σε γάλα των προβάτων και των αιγών αναφέρονται από τους (Γιακουλάκη κ.α. 2003).

Η περίοδος των τοκετών ανάλογα με το μέγεθος της εκμετάλλευσης ξεκινούσε από τον Οκτώβριο-Νοέμβριο και έληγε στις αρχές Δεκεμβρίου. Διαφορετικές περίοδοι γεννήσεων (Νοέμβριος έως Φεβρουάριος και Δεκέμβριος έως Μάρτιος) αναφέρονται από άλλους ερευνητές (Ευαγγέλου κ.ά. 2008 και Γιακουλάκη κ.α. 2003, αντίστοιχα).

Συμπεράσματα

Το σύστημα της ποιμνιακής μη μετακινούμενης εκτροφής είναι το επικρατέστερο σύστημα σε ολόκληρο τον Δήμο Ελασσόνας, όπου ανήκει και η περιοχή έρευνας και το οποίο χαρακτηρίζεται από την αξιοποίηση μεγάλης ποικιλίας βοσκήσιμων πόρων, που είναι διαθέσιμοι στα γεωγραφικά όρια του Δήμου στην υψομετρική ζώνη των 600-1600 μέτρων. Στην περιοχή αυτή οι βοσκήσιμοι πόροι περιλαμβάνουν τόσο τους βοσκότοπους (ποολίβαδα, θαμνολίβαδα και δασολίβαδα), όσο και τις γεωργικές εκτάσεις (γρασίδια-λειμώνες και καλαμιές). Σε όλες τις εποχές χορηγούνται μεγάλες ποσότητες συμπληρωματικής διατροφής (χονδροειδείς και συμπυκνωμένες ζωοτροφές), που έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη γαλακτοπαραγωγή και την πολυδυμία. Η χορήγησή τους γίνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες στα πρόβατα (2,14 χγρ./ημέρα/ζώο) σε σύγκριση με τις αίγες (1,77 χγρ./ημέρα/ζώο). Η εκτεταμένη εφαρμογή της συμπληρωματικής διατροφής μετατρέπει το σύστημα εκτροφής σε ημιεντατικό.

Ευχαριστίες

Εκφράζονται οι ευχαριστίες σε πρόσωπα ή και οργανισμούς που βοήθησαν στην εκπόνηση της εν λόγω έρευνας.

Abstract

The breeding system of small ruminants was investigated in the Municipality of Ellassona, an area with intensive animal husbandry activity. The research was conducted with the help of a questionnaire completed by 100 breeders of the study area with a personal interview. It was found that the animals' breeding system was based on the utilization of rangelands (9-10 months/year), while the agricultural land (temporary pastures and cereal stubble fields after crop harvesting) was used in spring and summer, respectively. The sedentary extensive system was mainly applied (98%), while the transhumant or nomadic was only 2% by moving to occur in the cereal stubble fields and not in the summer pastures. The daily travel distance by small ruminants was an average of 4.9 km per day. The farmers extensively utilized purchased feedstuffs (2.14 and 1.77kg/day/animal to sheep and goats, respectively) to improve the milk performance of their animals, thus making the production system semi-intensive.

Βιβλιογραφία

Γιακουλάκη, Μ.Δ., Ζαρόβαλη, Μ.Π, Ισπικούδης, Ι. και Παπαναστάσης, Β.Π., 2003. Διερεύνηση των συστημάτων εκτροφής μικρών μηρυκαστικών στην Επαρχία Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Πλατής Π.Δ και Παπαχρήστου Θ.Γ, εκδότες Λιβαδοπονία και Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Καρπενήσι, 4-6 Σεπτεμβρίου 2002. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Σελ.395-402.

Δαμαλής, Ε., 2021. Διερεύνηση Συστημάτων Εκτροφής και Ευζωΐας Μικρών Μηρυκαστικών στην Περιοχή του Δήμου Ελασσόνας. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα. Σελ. 79.

Gourdouvelis, D., Dotas, V., Kaimakamis, I., Zagorakis, K. and Yiakoulaki, M., 2019. Typology and structural characterisation of suckler cow farming system in Central Macedonia, Greece. *Italian Anim. Sci. J.* 18(1): 1082-1092.

Ελληνική Στατιστική Αρχή: www.statistics.gr,

Evangelou, C., Yiakoulaki, M. and Papanastasis, V., 2014. Spatio-temporal analysis of sheep and goats grazing in different forage resources of Northern Greece. *Hacquetia.* 13(1): 205-213.

Ευαγγέλου, Χ.Κ., Γιακουλάκη, Μ.Δ. και Παπαναστάσης, Β.Π., 2008. Διερεύνηση του συστήματος εκτροφής αιγοπροβάτων και των χορηγούμενων επιδοτήσεων στο Δ.Δ. Ασκού της επαρχίας Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου Κ.Θ. Μαντζανάς και Β.Π. Παπαναστάσης, επιμ. έκδοσης. Λιβαδοπονία και Προστατευόμενες Περιοχές.. 2 - 4 Οκτωβρίου 2008, Λεωνίδιο Αρκαδίας. Σελ. 179-185.

Ζιωγάνας, Χ., Κιτσοπανίδης, Γ., Παπαναγιώτου, Ε. και Καντερές, Ν., 2001. Συγκριτική τεχνικοοικονομική ανάλυση προβατοτροφίας και αιγοτροφίας κατά γεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας μας. Τομέας Αγροτικής Οικονομίας, ΑΠΘ-ΕΘΙΑΓΕ.

Καϊμακάμης, Ι. Ε., 2017. Τυπολογία αιγοπροβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων στην ΠΕ Λάρισας σε συνάρτηση με τα παραγωγικά συστήματα και τα εφαρμοζόμενα συστήματα βόσκησης Νο. GRI-2017-19415. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα. Σελ. 126.

ΟΠΕΚΕΠΕ, 2019. Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων. Περιφερειακή Δ/ση Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδα. Νομαρχιακή Μονάδα Λάρισας.

Papanastasis, V., 1990. Pastoral and forage systems in Greece. In 6th Meeting FAO Subnetwork on Mediterranean Pastures and Fodder Crops. pp. 177-180.

Silanikove, N., 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin. Res.* 35(3): 181-193.

Tsiobani, E., Hasanagas, N., Yiakoulaki, M. and Papanikolaou, M., 2012. Pluriactivity and professionalism in buffalo farming system: The case of Northern Greece. *Indian J. Anim. Sci.* 83(7): 763-767.

Yiakoulaki, M., Galliou, G., Christodoulou, A. and Papanikolaou, C., 2011. Evaluation of sheep production systems in central Greece. In: Proceedings of the 16th Meeting of the FAO CIHEAM Mountain Pastures Network 'Contribution of mountain pastures to agriculture and environment', May, 25-27, Krakow, Poland. pp. 123-127.

Zervas, G., Fegeros, K. and Papadopoulos, G., 1996. Feeding system of sheep in a mountainous area of Greece. *Small Rumin. Res.* 21(1): 11-17.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΜΙΚΤΩΝ ΚΟΠΑΔΙΩΝ ΒΟΟΕΙΔΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΑ ΜΗΡΥΚΑΣΤΙΚΑ: ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ

Μπακογιώργος, Γεώργιος¹; Παντέρα, Αναστασία²

Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Καρπενήσι, 36100, gback@aau.gr

Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Καρπενήσι, 36100, pantera@aau.gr

Περίληψη

Η διαχείριση κοινών βοσκοτόπων αποτελεί συχνά θέμα διαμάχης μεταξύ βοοτρόφων και εκτροφέων μικρών μηρυκαστικών (αιγών και προβάτων). Αυτή η διαμάχη αποτυπώνεται και σε σχετική έρευνα γνώμης στην Ευρυτανία όπου οι βοοτρόφοι θεωρούν ότι τα βοοειδή μπορούν να βόσκουν από κοινού με αίγες ή/και πρόβατα ενώ οι εκτροφείς αιγών και προβάτων θεωρούν ότι τα βοοειδή θα πρέπει να είναι περιορισμένα σε ξεχωριστούς βοσκότοπους. Εν τούτοις, η διεθνής εμπειρία όπως αποτυπώνεται σε δημοσιεύσεις, κυρίως από τις ΗΠΑ, δείχνει ότι η από κοινού βόσκηση βοοειδών με αίγες ή/και πρόβατα, κάτω από προϋποθέσεις μπορεί να αποδώσει πολλαπλά οφέλη τα οποία δεν έχουν αναδειχτεί ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων της από κοινού βόσκησης βοοειδών με μικρά μηρυκαστικά και η απαρίθμηση των ωφελειών αυτής της πρακτικής.

Λέξεις κλειδιά: βόσκηση, κτηνοτροφία, φυσικό περιβάλλον, πρωτογενής παραγωγή.

Εισαγωγή

Γενικά, η βόσκηση αποτελεί σημαντική οικοσυστημική υπηρεσία η οποία αν ασκηθεί ισορροπημένα μπορεί να συμβάλλει στην υγεία και στην σταθερότητα των οικοσυστημάτων με σημαντικά οικονομικά οφέλη για τους παραγωγούς και, κατά επέκταση, τις τοπικές κοινωνίες. Σημαντικοί παράγοντες για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προκύπτουν από τη βόσκηση είναι η συμμετοχή των κτηνοτρόφων στη λήψη αποφάσεων που αφορούν τους βοσκοτόπους, η εκπαίδευση και ενημέρωση των νέων αγροτών και η καλλιέργεια συνεργατικού πνεύματος (Παντέρα κ.α 2003).

Η διατροφή των ζώων στη βάση μιας ποικιλίας φυτών και καρπών προάγει την υγεία των ζώων και βελτιώνει την χημική σύσταση του κρέατός τους, με συνακόλουθη ευεργετική επίδραση στην υγεία και ευζωία του ανθρώπου ως καταναλωτή (Ramirez-Retamal κ.α. 2014, Wood κ.α. 2004). Επίσης, όταν η βοσκήσιμη ύλη των λιβαδιών είναι υψηλής ποιότητας αυξάνεται η κατανάλωσή της από τα ζώα και, συνακόλουθα, η παραγωγικότητά τους (Counreur κ.α. 2006).

Η κατάσταση ενός λιβαδιού επηρεάζεται θετικά όταν η βόσκηση ασκείται ομοιόμορφα σε όλο το λιβάδι και όχι μόνο σε συγκεκριμένα τμήματά του ενώ η βόσκηση από ένα μόνο είδος ζώου σημαίνει βόσκηση κυρίως των επιθυμητών φυτών για το συγκεκριμένο είδος ζώου, με συνήθη κατάληξη την επικράτηση των λιγότερο επιθυμητών ή μη επιθυμητών φυτών (Παπαχρήστου 2018). Αυτό συμβαίνει εφόσον δεν επιτυγχάνεται κανονική χρήση αλλά υπερβόσκηση λιβαδικών πόρων (Βραχνάκης 2015). Επιπλέον, η βόσκηση μιας περιοχής από ένα και μόνο είδος ζώου δεν είναι απόλυτος κανόνας στη φύση. Αντίθετα, η από κοινού βόσκηση διαφορετικών ειδών είναι μια συνηθισμένη κατάσταση. Σε ένα οικοσύστημα, π.χ. σε ένα δασολίβαδο πολύ πιθανόν να συνυπάρχουν περισσότερα του ενός φυτοφάγα ζώα, των οποίων ο ανταγωνισμός, εφόσον υφίσταται, για κάποιους από τους διαθέσιμους πόρους, φτάνει εν τέλει σε μια κατάσταση ισορροπίας (Walker 1994). Ένα από τα πιο μελετημένα οικοσυστήματα όπου λαμβάνει χώρα σε εκτεταμένο βαθμό από κοινού βόσκηση διαφορετικών ειδών είναι το Serengeti National Park στην Τανζανία. Στην Ελλάδα τα μικτά κοπάδια αιγών (*Capra aegagrus*) και προβάτων (*Ovis aries*) αποτελούν μια συνήθη πρακτική με σκοπό την καλύτερη αξιοποίηση των βοσκοτόπων, λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των προβάτων (αγρωστώδη και

πλατύφυλλες πόες) και των αιγών (κυρίως ξυλώδη είδη). Εξαιρετικά σπάνια όμως είναι τα μικτά κοπάδια βοοειδών (*Bos taurus*) και αιγών ή προβάτων. Αντίθετα, η αναγκαστική κάποιες φορές ταυτόχρονη παρουσία βοοειδών και αιγοπροβάτων αποτελεί αιτία προστριβών και διενέξεων μεταξύ των κτηνοτρόφων.

Προκειμένου να αξιολογηθούν οι απόψεις κτηνοτρόφων για την επίδραση της από κοινού βόσκησης βοοειδών και μικρών μηρυκαστικών, συντάχθηκε σχετικό ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από 20 κτηνοτρόφους (10 βοοτρόφους και 10 εκτροφείς μικρών μηρυκαστικών) των χωριών Στένωμα, Αγραφα, Χρύσω, Άγιος Δημήτριος, Μουζίλο Ευρυτανίας και, σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι απόψεις δίστανται (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Μπορούν να βοσκήσουν μαζί βοοειδή και αιγοπρόβατα;
Table 1. Can cattle graze simultaneously with sheep and goats?

	Βοοτρόφοι	Αιγοπροβατοτρόφοι	Σύνολο
ΝΑΙ	100%	10%	55%
ΟΧΙ	0%	90%	45%

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 1, οι μεν βοοτρόφοι θεωρούν ότι μπορούν να βόσκουν από κοινού αγέλες βοοειδών με μικρά μηρυκαστικά, οι δε αιγοπροβατοτρόφοι στην μεγάλη τους πλειοψηφία διαφωνούν κάθετα. Συνοψίζοντας τις σχετικές ελεύθερες απαντήσεις αιγοπροβατοτρόφων, οι αντιρρήσεις τους εδράζονται στο γεγονός ότι τα βοοειδή, με την κοπριά και την οσμή τους, ρυπαίνουν το λιβάδι και κυρίως τις ποτίστρες, προκαλώντας δυσφορία στα μικρά μηρυκαστικά των οποίων η συμπεριφορά βόσκησης τροποποιείται και αναγκάζονται να διανύσουν μεγάλες αποστάσεις για να βρουν «καθαρή» περιοχή να βοσκήσουν. Σύμφωνα με τους αιγοπροβατοτρόφους, τα βοοειδή με την κοπριά τους ρυπαίνουν και τις περιοχές γύρω από τις ποτίστρες με τα αιγοπρόβατα να στερούνται ακόμα και το νερό. Οι βοοτρόφοι θεωρούν ότι αν η βοσκοφόρτωση δεν υπερβαίνει την βοσκοϊκανότητα, βοοειδή και μικρά μηρυκαστικά μπορούν να βοσκήσουν από κοινού ενώ οι αιγοπροβατοτρόφοι επικαλούνται την παλιότερη μορφή διαχείρισης με τον διαχωρισμό σε λιβάδια για αιγοπρόβατα και λιβάδια για βοοειδή.

Οφείλουμε να λάβουμε σοβαρά υπ' όψιν τις απόψεις και των δύο πλευρών. Οφείλουμε όμως να λάβουμε υπόψιν και τον ανταγωνισμό για τα υψηλής αξίας λιβάδια (κυρίως μεταξύ βοοειδών και προβάτων), δηλαδή τα λιβάδια με την καλύτερη σύνθεση βλάστησης και τη μεγαλύτερη λιβαδική παραγωγή. Αυτός ο ανταγωνισμός αποτελεί πλήγμα στην αξιοπιστία και την αντικειμενικότητα των επιχειρημάτων και των δύο πλευρών.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη διεθνή βιβλιογραφία και στην εμπειρία που έχει αποκτηθεί μέσω χρησιμοποίησης καινοτόμων πρακτικών βόσκησης, με από κοινού βόσκηση διαφορετικών ειδών πέρα από το κλασικά ελληνικά μικτά κοπάδια αιγών και προβάτων. Αρχικά διερευνάται το ερώτημα της δυνατότητας βόσκησης βοοειδών με μικρά μηρυκαστικά, στον τρόπο με τον οποίο αυτή μπορεί να επιτευχθεί και κατόπιν στα τυχόν πλεονεκτήματα που της προσδίδουν ενδιαφέρον περαιτέρω εφαρμογής.

Αξιολόγηση της δυνατότητας και του τρόπου από κοινού βόσκησης

Από την άποψη της προτίμησης σε συγκεκριμένα φυτά και μέρη φυτών είναι απολύτως δυνατή η ενσωμάτωση βοοειδών σε κοπάδια αιγοπροβάτων σε διάφορους συνδυασμούς. Η ιδιαιτερότητα των βοοειδών είναι ότι καταναλώνουν κυρίως τα υψηλότερα τμήματα των φυτών, χρησιμοποιώντας ως κύριο όργανο απόσπασης της τροφής την μακριά και επιδέξια γλώσσα τους. Αντίθετα, η ανατομική κατασκευή του στόματος των προβάτων τους επιτρέπει να βόσκουν πολύ κοντά στο έδαφος, ενώ, όπως προαναφέρθηκε, οι διατροφικές συνήθειες των αιγών είναι αρκετά διαφορετικές χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υφίσταται επικάλυψη με τα άλλα δύο είδη. Σύμφωνα με τον Squires (1982) η επικάλυψη των προτιμήσεων ποικίλει ανάλογα με την εποχή του έτους και τα διαθέσιμα φυτά, και μπορεί να φτάνει μέχρι και 72,3% μεταξύ βοοειδών και προβάτων, 64,8% μεταξύ βοοειδών και αιγών και 66,1% μεταξύ προβάτων και αιγών. Άλλοι συγγραφείς δίνουν παρόμοια ποσοστά επικάλυψης. Σύμφωνα με τα παραπάνω, αν και στην πράξη υφίσταται μερικός ανταγωνισμός μεταξύ βοοειδών και μικρών μηρυκαστικών, το αν θα βοσκήσουν μαζί τα παραπάνω είδη εξαρτάται, από την λιβαδική σύνθεση, την βοσκοϊκανότητα του λιβαδιού και κυρίως τους «δεσμούς» μεταξύ των βοοειδών και μικρών

μηρυκαστικών. «Δεσμός» στην περίπτωση μας, είναι η τροποποιημένη συμπεριφορά ατόμων διαφορετικών ειδών που συνυπάρχουν και λειτουργούν από κοινού ως μέλη μιας μικτής αγέλης.

Οι μελέτες κυρίως στη Βόρεια Αμερική δείχνουν ότι στα κλασικά κοπάδια μικρών μηρυκαστικών (flocks) μπορούν να ενσωματωθούν αγέλες βοοειδών (herds) σε μικτά κοπάδια που ο Anderson (1988) ονόμασε flocks (flock+herd), ονομασία που τελικά επικράτησε, τουλάχιστον, στις ΗΠΑ. Όμως η σφυρηλάτηση του δεσμού που θα οδηγήσει τελικά στην δημιουργία flocks δεν είναι εύκολο να υλοποιηθεί. Σε μια τέτοια προσπάθεια που κατέβαλλαν οι ερευνητές της Jornada Experimental Range (JER) διαπίστωσαν ότι κατά τη διάρκεια της παρουσίας τους στο λιβάδι τα πρόβατα αλληλεπιδρούσαν στον χώρο με τα βοοειδή μόνο κατά το 6% του συνολικού χρόνου παραμονής. Αντίθετα, ο δεσμός των προβάτων με τα βοοειδή θα μπορούσε να αναπτυχθεί πιο εύκολα και να είναι πιο σταθερός εάν τα ζώα βρίσκονταν μαζί από πολύ νεαρή ηλικία, χωρίς όμως αυτό να αποκλείει και την δημιουργία δεσμών σε διάφορες ηλικίες (Anderson 1998). Σχετικές μελέτες δείχνουν ότι ισχυρός δεσμός μπορεί να αναπτυχθεί ακόμα και εάν τα πρόβατα τραφούν μαζί με βοοειδή για 14 μέρες στο ίδιο χώρο (box) (Fredrickson κ.α. 2001). Προϋπόθεση για να ξεκινήσει προσπάθεια δημιουργίας δεσμού είναι, αν κριθεί απαραίτητη η διαφυγή των προβάτων, να έχει εξασφαλιστεί η ασφαλής έξοδός τους. Τελικά, ο δεσμός που δημιουργείται είναι τόσο ισχυρός που μια ομάδα προβάτων μπορεί να παρασύρει στο flock ομάδα προβάτων ίδιου αριθμού. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι ο δεσμός των προβάτων δεν αναπτύσσεται με κάποια μεμονωμένα βοοειδή ή με μια αγέλη αλλά με όλα τα βοοειδή και σε τέτοιο βαθμό που τα πρόβατα θα μπορούσαν να ακολουθήσουν και να ενταχθούν και σε άλλο κοπάδι βοοειδών.

Η τάση δημιουργίας flock είχε ως αποτέλεσμα οι μονάδες που εκτρέφουν βοοειδή από κοινού με πρόβατα ή με αίγες σε 17 Δυτικές Πολιτείες των ΗΠΑ, να φτάσουν από 48.927 το 2002 σε 61.974 το 2007 (Anderson κ.α. 2012).

Προσδοκώμενα οφέλη από τη βόσκηση μικτών κοπαδιών βοοειδών με μικρά μηρυκαστικά

Απώλειες από κατασπαράξεις

Οι απώλειες από κατασπαράξεις είναι μεγάλες με επακόλουθο μεγάλες οικονομικές απώλειες. Ενδεικτικά, στην Ευρυτανία, και σύμφωνα με στοιχεία του παραρτήματος Λαμίας του ΕΛΓΑ, από 1-1-17 έως 31-3-18 (15 μήνες), αναγγέλθηκαν ως απώλειες από επιθέσεις μεγαλόσωμων σαρκοφάγων ζώων 435 αιγοπρόβατα και 61 βοοειδή, ενώ από 1-4-18 έως 31-3-19 (12 μήνες) αναγγέλθηκαν 483 αιγοπρόβατα και 56 βοοειδή (ΕΛΓΑ 2019). Από τις απώλειες αυτές η συντριπτική πλειοψηφία αφορά επιθέσεις λύκων (*Canis lupus*). Αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με τον κανονισμό του ΕΛΓΑ, δεν αποζημιώνονται απώλειες κάτω από 4 αιγοπρόβατα τη φορά ενώ στους δύσβατους βοσκότοπους του ηπειρωτικού κορμού, τις περισσότερες φορές, οι παραγωγοί αδυνατούν να εντοπίσουν τα κατασπαράγματα πτώματα στερούμενοι έτσι κάθε δυνατότητας αποζημίωσης. Τα παραπάνω έχουν ως λογικό επακόλουθο οι αναγγελίες απωλειών αιγοπροβάτων να υπολείπονται σίγουρα από τις πραγματικές.

Οι κατασπαράξεις αυξάνουν κατά πολύ το κόστος παραγωγής, αφού οι κτηνοτρόφοι αναγκάζονται να δαπανούν εργατική δύναμη όλο το 24ωρο για να αποφύγουν τις επιθέσεις των θηρευτών, προβαίνουν σε πολυδάπανες περιφράξεις, επενδύουν σε όλο και περισσότερα και πιο μεγαλόσωμα σκυλιά. Η επανεμφάνιση του λύκου ακόμη και έξω από αστικές περιοχές, καθώς και οι κατασπαράξεις από τσακάλια (*Canis aureus*), λόγω της μείωσης των διαθέσιμων οικοτόπων και αλλαγών στις χρήσεις γης, προοιωνίζουν την επιδείνωση του προβλήματος τα επόμενα χρόνια. Στο ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε οι παραγωγοί της Ευρυτανίας κατατάσσουν τις κατασπαράξεις στις πρώτες θέσεις των προβλημάτων της κτηνοτροφίας μαζί με το υψηλό κόστος παραγωγής και τις χαμηλές τιμές διάθεσης γάλακτος και κρέατος.

Η δημιουργία κοπαδιών βοοειδών-αιγών ή/και προβάτων μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση των οικονομικών απωλειών λόγω κατασπαράξεων μικρών μηρυκαστικών από μεγαλόσωμους θηρευτές. Αυτό συμβαίνει γιατί τα βοοειδή μπορούν να αποτελέσουν τη γραμμή άμυνας του μικτού κοπαδιού μειώνοντας τις κατασπαράξεις μικρών μηρυκαστικών. Η εμπειρία που έχει αναπτυχθεί στις ΗΠΑ (Hulet κ.α. 1987) με τη μείωση των απωλειών από κογιότ (*Canis latrans*) δίνει σοβαρές ενδείξεις ότι η μέθοδος είναι αποτελεσματική και απέναντι σε άλλους θηρευτές όπως ορεινά λιοντάρια (*Panthera leo*), λύκους, αρκούδες (*Ursus arctos*), άγρια σκυλιά (*Canis lupus familiaris*). Οι πιο πολλοί συγγραφείς, όπως η Rinehart (2018) θεωρούν δεδομένη την αποτελεσματικότητα των μικτών κοπαδιών απέναντι σχεδόν σε όλους τους θηρευτές, χωρίς όμως ακριβή πειραματικά δεδομένα. Αν και η εμπειρία αυτή δεν μπορεί

να μεταφερθεί αυτούσια στην Ελλάδα, το μέγεθος των απωλειών από επιθέσεις θηρευτών είναι τέτοιο που καθιστά την περαιτέρω έρευνα σε αυτό το πεδίο, αναγκαία και στη χώρα μας.

Μείωση των απωλειών λόγω τοξικώσεων από κατανάλωση τοξικών φυτών.

Ο Esmail (1991) υποστηρίζει ότι, λόγω του ότι κάποια φυτά είναι τοξικά για τα πρόβατα ενώ δεν είναι για τα βοοειδή και το αντίστροφο, η από κοινού βόσκηση των δύο ειδών μπορεί να μειώσει τα προβλήματα τοξικώσεων και για τα δύο είδη, με την έννοια ότι τα βοοειδή θα καταναλώνουν σε ορισμένο βαθμό φυτά που δεν είναι ή είναι πολύ λίγο επιβλαβή για τα ίδια αλλά είναι τοξικά για τα πρόβατα όπως τα λούπινα (*Lupinus spp*) ενώ αντίστοιχα τα πρόβατα μπορούν να κάνουν το ίδιο με φυτά πολύ τοξικά για τα βοοειδή όπως το *Delphinium spp* και κυρίως τα *D. barbeyi* και *D. occidentale*. Σύμφωνα με τον Ευσταθίου (1979) στην Ελλάδα υφίσταται πρόβλημα με τοξικώσεις από λούπινα και μια σειρά άλλα φυτά, κατά συνέπεια θα μπορούσε να αναπτυχθεί ερευνητική δραστηριότητα για να επιβεβαιωθούν ή όχι τα πιθανολογούμενα οφέλη της από κοινού βόσκησης διαφορετικών ειδών η οποία διεθνώς θεωρείται μέθοδος επιλογής για τη μείωση των απωλειών από την κατανάλωση τοξικών φυτών (Taylor κ.α. 1992, Rinehart 2018).

Μείωση γαστρεντερικών παρασιτώσεων από νηματώδη και αύξηση παραγωγικότητας

Σημαντική είναι η ωφέλεια από την μείωση των γαστρεντερικών παρασιτώσεων από νηματώδη. Γενικά θεωρείται ότι η μικτή βόσκηση προκαλεί διάσπαση του κύκλου των παρασίτων. Αυτή η επίδραση σχετίζεται με το γεγονός ότι τα παράσιτα προβάτων και αιγών σπανίως μολύνουν τα βοοειδή (και το αντίθετο) αλλά και το γεγονός ότι βόσκονται φυτά διαφορετικού ύψους. Σε βιβλιογραφική μελέτη των Burke και Miller (2021) τονίζεται ότι δεν ταυτίζονται τα αποτελέσματα όλων των σχετικών πειραμάτων. Έτσι, σε κάποιες περιπτώσεις μειώνεται ο παρασιτικός φόρτος στα βοοειδή, σε άλλες περιπτώσεις στα πρόβατα, σε άλλες περιπτώσεις διαπιστώνεται μικρή επίδραση στα βοοειδή, ενώ σπανίζουν τα πειραματικά δεδομένα για συστήματα βόσκησης μικτών κοπαδιών βοοειδών με αίγες. Η καλύτερη παραγωγικότητα των μικτών κοπαδιών βοοειδών και προβάτων που διαπιστώνουν οι D' Alexis κ.α. (2013) αποδίδεται στη μείωση των παρασιτώσεων του γαστρεντερικού από νηματώδη καθώς και στη συμπληρωματικότητα των επιλογών διαίτας και συμπεριφορών βόσκησης μεταξύ των διαφόρων ειδών ζώων, αφού τα βοοειδή βόσκουν τα ανώτερα σημεία κυρίως αγρωστωδών φυτών, ενώ τα πρόβατα μέχρι και πολύ κοντά στο έδαφος, κυρίως πλατύφυλλες πόες αλλά και αγρωστώδη φυτά. Συγκεκριμένα, στην παραπάνω εργασία η βόσκηση σε μικτά κοπάδια βοοειδών και προβάτων αύξησε την ημερήσια μεταβολή βάρους ανά εκτάριο κατά 28,6% σε σχέση με τη βόσκηση αμιγών κοπαδιών προβάτων και κατά 25,1% σε σχέση με τα αμιγή κοπάδια βοοειδών. Παρόμοια είναι και τα ευρήματα παλιότερης μελέτης του Walker (1994). Αντίστοιχα αποτελέσματα υπήρξαν και σε έρευνες που αφορούν την κοινή βόσκηση αιγών με βοοειδή (D' Alexis κ.α. 2014).

Πληρέστερη αξιοποίηση της διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης.

Η από κοινού βόσκηση βοοειδών με αίγες ή/και πρόβατα συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση της βλάστησης, την χρησιμοποίηση φυτών που μπορεί να είναι επιθυμητά για ένα είδος και λιγότερο επιθυμητά ή ανεπιθύμητα για το άλλο. Αν, παραδείγματος χάριν, σε ένα λιβάδι όπου βόσκουν βοοειδή, υπάρχουν φυτά μη επιθυμητά για τα βοοειδή, αλλά επιθυμητά για τα πρόβατα, μπορούμε να προσθέσουμε πρόβατα. Ο Walker (1994) ασχολούμενος με το συγκεκριμένο θέμα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο αριθμός των προβάτων που μπορούν να αντικαταστήσουν μια αγελάδα σε ένα λιβάδι ακολουθεί γενικά τον κανόνα ότι μια αγελάδα αντιστοιχεί σε πέντε προβατίνες ωστόσο αυτό εξαρτάται από την διατροφική αλληλεπικάλυψη, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$IZM = 1,000^{.75} / (LW_i^{.75} \times \% \text{ διατροφικής αλληλεπικάλυψης })$$

Όπου IZM: Ισοδυναμία Ζωϊκών Μονάδων

1,000^{.75}: 1 ζωϊκή μονάδα

LW_i^{.75}: μεταβολικό βάρος σώματος ενός φυτοφάγου ζώου.

Στη βάση της παραπάνω εξίσωσης η γενική αναλογία 1 αγελάδα προς 5 προβατίνες γίνεται 1:14, 1:7, 1:5, 1:3 για ποσοστά διατροφικής αλληλεπικάλυψης 25%, 50%, 75% και 100% αντίστοιχα. Ο Rutherford (2018) υποστηρίζει ότι γενικά μπορούμε να προσθέσουμε 200-300 θηλυκά πρόβατα για κάθε 200 αγελάδες που βόσκουν σε ένα λιβάδι χωρίς να επηρεάζεται η παραγωγική ικανότητα των βοοειδών.

Αντίστοιχα, όσον αφορά την κοινή βόσκηση βοοειδών και αιγών η Rinehart (2018) παρουσιάζει το παράδειγμα βοσκότοπου όπου κυριαρχούν οι θάμνοι και κατά δεύτερο λόγο τα αγρωστώδη. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να αξιοποιήσουμε τις δυνατότητες από κοινού βόσκησης αιγών και βοοειδών, αφού οι αίγες θα βοσκήσουν κυρίως στους θάμνους και τα βοοειδή τα αγρωστώδη.

Ο ανταγωνισμός για τους διαθέσιμους πόρους σε συνδυασμό με την βέλτιστη παραγωγή είναι που κατευθύνει προς την χρησιμοποίηση τεχνικών από κοινού βόσκησης διαφορετικών ειδών, καθώς ο ανταγωνισμός μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους (intraspecies) για τους διαθέσιμους πόρους ενός βοσκότοπου είναι μεγαλύτερος από ότι μεταξύ ατόμων διαφορετικών ειδών (interspecies).

Προαγωγή της βιοποικιλότητας, έλεγχος φυτών εισβολέων

Οι Frazer κ.α. (2014) έδειξαν ότι συστήματα διαχείρισης που βασίζονται στην ενσωμάτωση βοοειδών σε κοπάδια προβάτων έχουν ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της παραγωγικότητας των ζώων, και την αύξηση της βιοποικιλότητας σε σχέση με αμιγή κοπάδια προβάτων. Η σχέση μεταξύ βόσκησης και βιοποικιλότητας είναι πολύ-παραγοντική, με τις τεχνικές και τις μεθόδους διαχείρισης της βόσκησης να έχουν τον κύριο ρόλο (Caballero κ.α. 2009). Και εδώ φαίνεται ότι τα συστήματα μικτών κοπαδιών υπερέχουν. Οι Wang et al (2019) μελετώντας την επίδραση της μικτής βόσκησης σε ένα από τα μεγαλύτερα λιβάδια του πλανήτη, στη Βόρεια Κίνα, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μικτή βόσκηση προάγει την πολυποικιλότητα (βιοποικιλότητα φυτών, εντόμων, μικροβίων εδάφους και νηματωδών) του οικοσυστήματος με άμεση επίδραση στην πολυλειτουργικότητά του (παραγωγή βιομάζας, ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών, κ.α) Επίσης, ο έλεγχος της επέκτασης ξυλωδών φυτών σχετίζεται και με τη χρήση μικτών κοπαδιών αιγών και βοοειδών. Οι Hintze κ.α. (2021) έδειξαν ότι αυτή ο παραδοσιακή τεχνική αξιοποίησης των διατροφικών συνηθειών των αιγών, συγκρινόμενη με άλλες τεχνικές περιορισμού της ξυλώδους βλάστησης, είναι περισσότερη αποδοτική τόσο στο πεδίο όσο και από οικονομική άποψη. Αυτή η τεχνική μπορεί να επεκταθεί και συνολικά στην καταπολέμηση κάθε είδους που τείνει να κυριαρχήσει χρησιμοποιώντας κάθε φορά το κατάλληλο είδος ή συνδυασμό ειδών επιδιώκοντας την βέλτιστη λιβαδική κατάσταση. Μελέτη του Schauer κ.α. (2006) ανέδειξε την δυνατότητα αξιοποίησης προβάτων σε μικτά κοπάδια με βοοειδή για την εξυγίανση των βοσκοτόπων των κεντρικών πεδιάδων των ΗΠΑ από το είδος *Euphorbia esula*, που είναι ανεπιθύμητο αλλά και αρκετά τοξικό για τα βοοειδή.

Επίδραση στο έδαφος

Ελάχιστα στοιχεία υπάρχουν για την επίδραση της από κοινού βόσκησης βοοειδών με αίγες ή/και πρόβατα στο έδαφος σε σχέση με την βόσκηση ενός μόνο είδους από τα τρία. Σύμφωνα με τους Abaye κ.α. (1992,1997), η βόσκηση μικτών κοπαδιών βοοειδών και προβάτων έχει ευεργετικά αποτελέσματα στο έδαφος αφού αυξάνει το pH στον ορίζοντα Β και το ποσοστό της οργανικής ουσίας. Παράλληλα, αυξάνει τον εκχυλιζόμενο φώσφορο σε σχέση με την βόσκηση μόνο βοοειδών ενώ επιπρόσθετα αυξάνει την έκταση του ριζικού συστήματος μειώνοντας την έκπλυση ουσιών. Το εκχυλιζόμενο ασβέστιο είχε υψηλότερες τιμές ενώ το κάλιο μικρότερες σε έδαφος βοσκοτόπων όπου ασκούνταν μικτή βόσκηση σε σχέση με τη βόσκηση μόνο προβάτων ή βοοειδών. Επιπρόσθετα, ο ψευδάργυρος είχε υψηλότερες τιμές στον ορίζοντα Α και το μαγνήσιο στον ορίζοντα Β κατά τη μικτή βόσκηση. Ο συγγραφέας υποστηρίζει ότι τα παραπάνω οφείλονται στην πιο αποτελεσματική ανακύκλωση και συγκράτηση ουσιών στην ζώνη των ριζών. Εν τούτοις, η ερευνητική δραστηριότητα στο συγκεκριμένο πεδίο είναι ελάχιστη και δεν μας επιτρέπει να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

Μείωση της έκλυσης μεθανίου

Η προαγωγή της βιοποικιλότητας και της φυτοποικιλότητας που αναφέρθηκε πιο πάνω οδηγεί σε βελτίωση της λιβαδικής σύνθεσης, επίτευξη και διατήρηση της επιθυμητής σχέσης αγρωστωδών-ψυχανθών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η εκατοστιαία αναλογία των μη δομικών υδατανθράκων σε βάρος των δομικών υδατανθράκων όπως η κυτταρίνη και οι ημικυτταρίνες οι οποίοι όταν εισαχθούν στην διαδικασία της πέψης προκαλούν την έκλυση μεγαλύτερων ποσοτήτων μεθανίου. Αυτό βέβαια εξαρτάται και από το φαινολογικό στάδιο αφού με την εξέλιξη της ανάπτυξης του φυτού μειώνεται η πεπτικότητα με συνέπεια την αύξηση των εκπομπών μεθανίου. Σε σχετικό τετραετές πείραμα (Frazer κ.α. 2014), αυτή η υπόθεση επιβεβαιώθηκε εν μέρει αφού η εκπομπή μεθανίου εκφρασμένη ανά kg Ζ.Β/εκτάριο σε μικτά κοπάδια βοοειδών-προβάτων, ήταν γενικά μειωμένη σε

σχέση με αμιγή κοπάδια προβάτων. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπομπές μεθανίου στο αμιγές κοπάδι προβάτων ήταν 438gr CH₄/kg Live Weight Gain/ha ενώ στα μικτά κοπάδια ήταν 398,410,425 και 443gr CH₄/kg Live Weight Gain/ha ανάλογα με την αναλογία βοοειδών και προβάτων.

Άλλα σχήματα από κοινού βόσκησης διαφορετικών ειδών.

Στα σχήματα που αναφέρθηκαν πιο πάνω, και υπό ορισμένες προϋποθέσεις, μπορούν να ενταχθούν και χοίροι, έχοντας όμως υπόψη ότι πρακτικά δεν είναι δυνατή η κάλυψη των αναγκών των χοίρων μόνο από τη βόσκηση αλλά ότι χρειάζεται πάντα και συμπληρωματική διατροφή.

Ακόμα θα μπορούσαν εύκολα στα παραπάνω σχήματα να ενταχθούν πουλερικά τα οποία με τα απόβλητά τους αυξάνουν την οργανική ουσία του εδάφους, καταναλώνουν προνύμφες μυγών εξυγιάνοντας τον βοσκότοπο ενώ προσφέρουν πολλαπλά προϊόντα (αυγά και κρέας) (Rinehart 2018).

Οικονομικό όφελος

Το οικονομικό όφελος δεν μπορεί να προσδιοριστεί επακριβώς αν δεν υπάρξει ακριβής οικονομοτεχνική μελέτη για κάθε εκτροφή ξεχωριστά. Για παράδειγμα, διαφορετικό είναι το οικονομικό όφελος μιας εκτροφής με απώλειες 100 αιγοπροβάτων από κατασπαράξεις /έτος που με τη δημιουργία fIerd τις μειώνει κατά 40% (ενδεικτικός αριθμός) και διαφορετικό είναι το όφελος μιας εκτροφής η οποία πριν τον σχηματισμό του fIerd είχε μικρές ή μηδενικές απώλειες από κατασπαράξεις. Σε κάθε περίπτωση τα βασικά οικονομικά οφέλη προκύπτουν από:

- Μείωση του οικονομικού ρίσκου λόγω της ποικιλίας της οικονομικής δραστηριότητας. Για παράδειγμα, μια επιζωοτία μπορεί να οδηγήσει στον αφανισμό ή στην υποχρεωτική σφαγή ενός κοπαδιού βοοειδών ή προβάτων ή αιγών σπάνια όμως όλων μαζί. Αυτό σημαίνει ότι πολύ σπάνια μια μικτή αγέλη τύπου fIerd αναγκάζεται να διακόψει απότομα και πλήρως την λειτουργία της.

- Μείωση των απωλειών λόγω κατασπαράξεων και τοξικώσεων.

- Μείωση των παρασιτώσεων από νηματώδη.

- Αύξηση της παραγωγικότητας.

- Εξυγίανση των βοσκοτόπων από εισβάλλοντα φυτά, διατήρηση ή και αύξηση της φυτοποικιλότητας, αύξηση της χωρητικότητας/βοσκοϊκανότητας.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η δυσπιστία με την οποία αντιμετωπίζουν οι εκτροφείς αιγών και προβάτων την από κοινού βόσκηση με τα βοοειδή φαίνεται ότι έχει κάποια βάση αφού αν δεν έχει αναπτυχθεί δεσμός μεταξύ τους, η αυθόρμητη τάση για την από κοινού βόσκηση στο ίδιο λιβάδι είναι ελάχιστη. Στην πραγματικότητα τα αιγοπρόβατα δυσφορούν από την παρουσία βοοειδών. Εν τούτοις στις περιοχές όπου υπάρχει πρόβλημα με ζημιές από θηρευτές και τα λιβάδια διαθέτουν την απαραίτητη φυτοποικιλότητα για να στηρίζουν τη βόσκηση παραπάνω του ενός είδους, τα προσδοκώμενα οφέλη από αυτή την εναλλακτική μορφή διαχείρισης είναι πολλαπλά. Για να μπορέσει η συγκρότηση μικτών κοπαδιών βοοειδών-αιγοπροβάτων να καθιερωθεί θα πρέπει να συντρέξουν κάποιες ελάχιστες προϋποθέσεις με πρώτη από όλες την περαιτέρω έρευνα, αφού στη χώρα μας (αλλά και στην Ευρώπη) δεν φαίνεται να υπάρχει επαρκής διερεύνηση του αντικειμένου. Δεύτερη προϋπόθεση είναι η υπάρχουσα τεχνογνωσία να μεταφερθεί μέσω εκπαιδεύσεων και ενημερώσεων των παραγωγών, με κρατική μέριμνα, ως μια εναλλακτική μέθοδος εκτροφής, που κάτω από προϋποθέσεις μπορεί να προσδώσει σημαντικό οικονομικό όφελος. Τρίτη προϋπόθεση είναι η επιστημονική υποστήριξη της πρωτογενούς παραγωγής, καθώς τόσο οι μέθοδοι που περιγράφηκαν στην παρούσα εργασία όσο και άλλες εναλλακτικές μέθοδοι βόσκησης δεν εφαρμόζονται, τη στιγμή που η εφαρμογή τους θα μπορούσε όχι μόνο να συμβάλει στην ανάπτυξη της χειμαζόμενης εκτατικής ή ημικτατικής κτηνοτροφίας, αλλά και να έχει θετική επίδραση στο οικοσύστημα αυξάνοντας τη βιοποικιλότητα, βελτιώνοντας το έδαφος και μειώνοντας την έκλυση μεθανίου.

Abstract

The management of common pastures is a point of conflict between cattle and small ruminants (sheep and goats) livestock breeders. This controversy is reflected in a relevant opinion poll in Evritania (C. Greece) where cattle breeders believe that cattle can graze together with sheep and goats while sheep and goat livestock breeders believe that cattle should be limited to their own rangelands. However, the international experience as recorded in publications, mainly in the USA, shows that the multi-species grazing can yield multiple benefits that have not been particularly prominent in Greece. The purpose of this study is to explore the possibilities of co-grazing cattle with small ruminants and to identify the benefits of this practice.

Βιβλιογραφία

- Abaye, A.O., 1992. Influence of grazing sheep and cattle together and separately on soils, plants and animals. Virginia tech electronic theses and dissertations. Doctoral dissertations. LD5655.V856_1992.A229.pdf
- Abaye, A.O., Allen, V.G. and Fontenot, J.P., 1997. Grazing sheep and cattle together or separately: effect on soils and plants. *Agron. J.*, 89, 380–386.
- Anderson, D., Fredrickson, E.L. and Estell, R., 2012. Managing livestock using animal behavior: Mixed-species stocking and flocks. *Animal*. Vol. 6, No. 8. p. 1339-1349.
- Anderson, D., 1998. Pro-active livestock management — Capitalizing on animal behavior. *J. Arid Land Stud.*, 7S, 113-116.
- Βραχνάκης, Μ., 2015. Λιβαδοπονία. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1191>
- Burke, J. and Miller, J.E., 2021. Multi-species grazing for control of gastrointestinal nematodes – a Review. *J. Anim. Sci.* 99 (Supplement_2): 36-37. DOI: 10.1093/jas/skab096.066
- Caballero, R., Fernández-González, F., Pérez Badia, R., Molle, G., Roggero, P.P., Bagella, S., D' Ottavio, P., Papanastasis, V.P., Fotiadis, G., Sidiropoulou, A. and Ispikoudis, I., 2009. Grazing systems and biodiversity in Mediterranean areas: Spain, Italy and Greece. *Pastos XXXIX* (1): 9-152.
- Couvreur, S., Hurtaud, C., Lopez, C., Delaby, L. and Peyraud, J.L., 2006. The Linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *J. Dairy Sci.*, 89, 1956-1969. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72263-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72263-9)
- D'Alexis, S., Sauvant, D., Boval, M., 2013. Mixed grazing systems of sheep and cattle to improve liveweight gain: a quantitative review. *J. Agric. Sci.* published on line 18 September 2013, doi:10.1017/S0021859613000622,
- D'Alexis, S., Periacarpin, F., Jackson, F. and Boval, M., 2014. Mixed grazing systems of goats with cattle in tropical conditions: an alternative to improving animal production in the pasture. *Animal* (2014), 8:8, pp 1282–1289 doi:10.1017/S1751731114001542
- ΕΛΓΑ προς ΔΑΟΚ ΠΕ Ευρυτανίας, με Αρ.Πρ. 1868/27-6-2019, Αρχείο Τμ. Κτηνιατρικής ΠΕ Ευρυτανίας.
- Ευσταθίου Λ. 1979. Δηλητηριάσεις από τοξικά φυτά. Δελτίον Ελληνικής Κτηνιατρικής Εταιρείας. Τ 30, τ 4, σελ 288-300.
- Esmail, S.H.M., 1991. Multispecies grazing by cattle and sheep, *Rangelands* 13(1), p 35-37
- Fraser, M.D., Moorby, J.M., Vale, J.E. and Evans, D.M., 2014. Mixed grazing systems benefit both upland biodiversity and livestock production. *PLoS ONE* 9(2):e89054. doi:10.1371/journal.pone.0089054
- Fredrickson, E.L., Anderson, D.M., Estell, R.E., Havstad, K.M., Shupe, W.L. and Remmenga M.D., 2001. Pen confinement of yearling ewes with cows or heifers for 14 days to produce bonded sheep. *Small Ruminant Research*, 40 (2001) 291-297
- Glimp, H. A., 1988. Multi-species grazing and marketing. *Rangelands*, 10(6), 275-278.
- Hintze, K., Bir, C., Peel, D., 2021. Economic feasibility of mixed-species grazing to improve rangeland productivity. *Animals*, 11, 1226. <https://doi.org/10.3390/ani11051226>
- Hulet, C.V., Anderson, D.M., Smith, J.N. and Shupe, W.L., 1987. Bonding of sheep to cattle as an effective technique for predation control. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 19, 19–25.

Παντέρα, Α., Καραγεώργος, Γ., Λούκας, Π. και Φάκας, Ι., 2003. Ορεινοί βοσκότοποι Νομού Ευρυτανίας. Πρακτικά 3^{ου} Λιβαδοπονικού Συνεδρίου με θέμα «Λιβαδοπονία και Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών», Δημ. Νο 10,25-33.

Παπαχρήστου, Θ.Γ., 2018. Η εξέλιξη της Λιβαδοπονίας και οι εφαρμογές της στη διαχείριση της βόσκησης. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Λάρισα. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη, σελ., 15-32.

Ramírez-Retamal, J. and Morales, R., 2014. Influence of breed and feeding on the main quality characteristics of sheepcarcass and meat: A review. Chilean J. Agric. Res. vol.74 no.2 Chillán abr. 2014 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000200015>

Rinehart, L., 2018. Multispecies Grazing: A Primer on Diversity, ATTRA Sustainable Agriculture, www.attra.ncat.org

Rutherford, B., 2018. Sheep & cattle? The combination really works. <https://www.beefmagazine.com/pasture/sheep-cattle-combination-really-works>

Schauer, C.S, Sedivec, K.K, Faller, T.C., Kronberg, S. and Stecher, D.M, 2006. Multi-species grazing and single species grazing on Leafy Spurge infested rangeland (Ten Year Summary). <https://www.ag.ndsu.edu/archive/hettinge/livestock/2006sheepbeefday>

Squires, V. R., 1982. Dietary overlap between sheep, cattle, and goats when grazing in common. J. Range Manag., 35(1), 116-119.

Taylor, C.A. and Ralphs, M.H., 1992. Reducing livestock losses from poisonous plants through grazing management. Journal of Range Management. January. p. 9–12

Walker, J., 1994. Multispecies grazing: The ecological advantage. Sheep Research Journal, Special Issue. <http://d1cqrq366w3ike.cloudfront.net/http/DOCUMENT/SheepUSA/SGRJGrazing52-64Walker1994.pdf>

Walker, J., Coffey L. and Faller T., 2006. Improving grazing lands with multi-species grazing. https://www.webpages.uidaho.edu/rx-grazing/handbook/Chapter_6_Targeted_Grazing.pdf

Wang L., Delgado-Baquerizo M.,C, Wang D., Isbell F., Liu J., Feng C., Liu J., Zhong Z., Zhu H., Yuan X., Chang Q. and Liu C., 2019. Diversifying livestock promotes multidiversity and multifunctionality in managed grasslands. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, March 26, 2019, vol. 116, no. 13, 6187–6192.

Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser, M., 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Science vol 66(1), 21-32.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΛΙΒΑΔΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΔΑΣΟΛΙΒΑΔΑ ΑΡΚΕΥΘΟΥ ΚΑΙ ΔΡΥΟΣ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ

Τραϊανοπούλου, Ιωάννα¹; Γιακουλάκη, Μαρία¹; Καζόγλου, Ιωάννης²;
Τσιομπάνη, Ελένη¹; Βραχνάκης, Μιχάλης²; Φωτιάδης, Γεώργιος³

¹Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη

²Εργαστήριο Λιβαδοπονίας και Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 43100 Καρδίτσα

³Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Επιστήμης των Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 36100 Καρπενήσι, itraiano@for.auth.gr, yiak@for.auth.gr

Περίληψη

Η παραγωγή και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της λιβαδικής βλάστησης προσδιορίστηκαν στους τύπους οικοτόπων 9562* «Ελληνικά δάση αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*)» και 91M0 (+) «Παννονικά – Βαλκανικά δάση δρυός» στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών. Η παραγωγή προσδιορίστηκε με τη συγκομιδή σε πλαίσια 0,5×0,5μ. και τα είδη φυτών αναγνωρίστηκαν, ταξινομήθηκαν σε ομάδες (αγρωστώδη, ψυχανθή, άλλες πλατύφυλλες πόες και ξυλώδη) και προσδιορίστηκε το ποσοστό συμμετοχής των ομάδων στη βλάστηση κάθε οικοτόπου. Επίσης, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης σε CP, NDF, ADF, ADL και η IVOMD (ολικές πρωτεΐνες, αδιάλυτα ινώδη συστατικά σε ουδέτερο διάλυμα, αδιάλυτα ινώδη συστατικά σε όξινο διάλυμα, λιγνίνη και η *in vitro* πεπτικότητα της οργανικής ουσίας, αντίστοιχα). Στον τύπο οικοτόπου 9562* παρατηρήθηκε μεγαλύτερη λιβαδική παραγωγή (284,25 kg/στρ.) σε σχέση με τον 91M0 (+) (138,81 kg/στρ.) και καλύτερη θρεπτική αξία εξαιτίας της μεγαλύτερης (%) περιεκτικότητας σε CP και της μεγαλύτερης IVOMD, καθώς επίσης και της μικρότερης περιεκτικότητας σε NDF, ADF και ADL.

Λέξεις κλειδιά: IVOMD, βόσκηση, ποιότητα βοσκήσιμης ύλης, τύποι οικοτόπων.

Εισαγωγή

Τα «Ελληνικά Δάση Αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*)», με κωδ. 9562*, και τα «Παννονικά – Βαλκανικά δάση δρυός», με κωδ. 91M0 (+), αποτελούν αναγνωρισμένους τύπους οικοτόπων στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (Βραχνάκης κ.α. 2011, European Commission – DG Environment 2013, Τσιτούρα κ.α. 2015). Σύμφωνα με τον Φωτιάδη (2013), στην περιοχή των Πρεσπών, τα Ελληνικά Δάση Αρκεύθου περιλαμβάνουν τέσσερεις τύπους βλάστησης: (α) Αμιγή δάση αρκεύθου (*Juniperetum excelsae foetidissimae*), β) Μεικτά νεαρά δάση ή θαμνώνες, (γ) Πυκνά μεικτά δάση (*Quercus trojanae – Juniperetum excelsae*) Matevski κ.α. (2011), και (δ) Λιβάδια με μεμονωμένη παρουσία νεαρών αρκεύθων. Τα δάση αυτά – καταγεγραμμένα παλαιότερα ως τύπος οικοτόπου 924A (-) «Θερμόφιλα δρυοδάση της Αν. Μεσογείου και της Βαλκανικής», μέχρι την ένταξη της Βουλγαρίας και της Ρουμανίας στην Ε.Ε. (European Commission – DG Environment, 2013) – περιλαμβάνουν δρυοδάση, στα οποία κυριαρχούν τα *Quercus pubescens*, *Q. frainetto* και *Q. petraea*.

Η βλάστηση των δασών 9562* και 91M0 (+) διαμορφώθηκε από τη μακρόχρονη παρέμβαση του ανθρώπου μέσω της βόσκησης αγροτικών ζώων και υλοτομιών στα πλατύφυλλα είδη, αλλά και τις αρκεύθους (Φωτιάδης 2013), η δε λιβαδική τους βλάστηση στη λεκάνη των Πρεσπών βόσκεται από βοοειδή (σημαντικό μέρος των οποίων είναι αυτόχθονα βραχυκερατικά), πρόβατα και αίγες.

Οι πληροφορίες σχετικά με τη λιβαδική παραγωγή σε διάφορους τύπους οικοτόπων είναι πολύ περιορισμένες (Καζόγλου κ.α. 2019), ενώ δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τη θρεπτική αξία της λιβαδικής βλάστησης που αναπτύσσεται σε αυτούς και τη συμβολή της στην κάλυψη των διατροφικών αναγκών των βοσκόντων ζώων. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν ο προσδιορισμός της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης (ως τμήμα της υπέργειας λιβαδικής παραγωγής) και η εκτίμηση της θρεπτικής της

αξίας στα Ελληνικά Δάση Αρκεύθου (κωδ. 9562*) και σε Παννονικά – Βαλκανικά δάση δρυός (κωδ. 91M0) στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δασολιβαδικές εκτάσεις της επικράτειας του Δήμου Πρεσπών (51.231 ha) και ειδικότερα στην προστατευόμενη περιοχή του Δικτύου Natura 2000 – Ειδική Ζώνη Διατήρησης (ΕΖΔ) «Εθνικός Δρυμός Πρεσπών» με κωδικό GR1340001, έκτασης 26.613,06 ha, οι οποίες αντιστοιχίζονται στους δασικούς τύπους οικοτόπων 9562* «Ελληνικά δάση αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*)» και 91M0 (+) «Παννονικά – Βαλκανικά δάση δρυός». Ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας 9562* έχει συνολική έκταση 2192,14 ha και η βλάστησή του αναπτύσσεται σε αβαθή και χαλικώδη εδάφη σε ασβεστολιθικά υποστρώματα στον δυτικό τομέα του Πάρκου. Απαντάται σε όλες τις εκθέσεις και σε διάφορες κλίσεις σε υψόμετρα από 850 έως 1400 m. Ο τύπος οικοτόπου 91M0 (+) περιλαμβάνει τα δάση *Quercus pubescens*, τα οποία καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις στον δυτικό τομέα του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών και εμφανίζονται σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα. Τα δάση *Q. frainetto* απαντώνται στον ανατολικό τομέα του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών σε ήπιες κλίσεις και σε καλά εδάφη, ενώ τα δάση της *Q. petraea* εμφανίζονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα από τα δάση της *Q. frainetto* και μόνο σε πυριγενή πετρώματα. Η συνολική έκταση του τύπου οικοτόπου 91M0 (+) στην ΕΖΔ GR1340001, συμπεριλαμβανομένης της επέκτασης της συγκεκριμένης περιοχής στα νότια και εκτός λεκάνης Πρεσπών, ανέρχεται σε 7202,48 ha, απαντάται δε σε υψόμετρα από 860 έως 1370 m (Βραχνάκης κ.α. 2011, Τσιτούρα κ.α. 2015).

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό-μεσοευρωπαϊκό, με βασικά χαρακτηριστικά του την εναλλαγή μιας θερμής (ύφυγρης) περιόδου με μία πολύ ψυχρή-υγρή περίοδο. Το ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 600 – 900 mm, κατά μέσο όρο. Η υγρή περίοδος διαρκεί από τον Οκτώβριο έως τον Μάιο. Οι χιονοπτώσεις συνήθως εκδηλώνονται 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).

Οι δειγματοληψίες βλάστησης πραγματοποιήθηκαν την περίοδο Ιουλίου – Σεπτεμβρίου του 2016 στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των λιβαδικών φυτών (μεγιστοποίηση λιβαδικής παραγωγής), πριν όμως από τη φυσιολογική τους ξήρανση, σε επιφάνειες που ήταν ελαφρώς έως κανονικώς βοσκημένες. Για τον προσδιορισμό της λιβαδικής παραγωγής έγιναν μετρήσεις με τη μέθοδο της συγκομιδής σε μεταλλικά πλαίσια 0,5×0,5 μ. Η λιβαδική βλάστηση συγκομίστηκε με ψαλίδι, με την αποκοπή της υπέργειας βιομάζας 5 εκ. πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (Odum 1971). Σε κάθε θέση ελήφθησαν τρία δείγματα βλάστησης (επαναλήψεις) και έγινε οπτική εκτίμηση του ποσοστού (%) χρησιμοποίησης της λιβαδικής βλάστησης από τα βόσκοντα ζώα για τη διόρθωση των τιμών της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης. Συγκεκριμένα, για τη μέτρηση της παραγωγής στα δασολίβαδα του τύπου οικοτόπου 9562* (Πίνακας 1) επιλέχθηκαν δύο (2) θέσεις στο Όρος Ντέβας: (α) σημείο θέας προς Β. Μικρή Πρέσπα, με υψόμετρο 1106 m, και (β) πλησίον ομβροδεξαμενής με θέα προς Μικρή Πρέσπα – Δασερί (1281m). Για τη μέτρηση της παραγωγής των δασολιβαδων του τύπου οικοτόπου 91M0 (+), τα πλαίσια τοποθετήθηκαν σε τέσσερις (4) θέσεις (Πίνακας 1): (α) Πύλη – ΒΔ του οικισμού (971 m), (β) Πύλη (προς Δασερί, 876 m), (γ) Βροντερό (προς Πυξό, 964 m), και (δ) Βροντερό – Πυξός (1037 m). Οι θέσεις των δειγματοληψιών επιλέχθηκαν βάσει των κριτηρίων της αντιπροσωπευτικότητας του τύπου οικοτόπου και της προσβασιμότητάς τους. Τα δείγματα της υπέργειας βλάστησης, μετά το διαχωρισμό των ανεπιθύμητων υλικών (πέτρες, χώμα, ξερά κλαδάκια, ανεπιθύμητα προς βόσκηση τμήματα φυτών και φυτά), τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες γνωστού βάρους. Έτσι, η βιομάζα των φυτών στη χαρτοσακούλα αποτελούσε την παραγωγή της βοσκήσιμης ύλης. Οι χαρτοσακούλες ζυγίζονταν στο πεδίο για την απόκτηση του βάρους της χλωρής υπέργειας βιομάζας. Στη συνέχεια, τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, όπου προσδιορίστηκαν τα είδη των φυτών που υπήρχαν σε κάθε δείγμα, καθώς και το (%) ποσοστό συμμετοχής κάθε είδους φυτού στο δείγμα. Τα φυτά ταξινομήθηκαν σε τέσσερις ομάδες: αγρωστώδη, ψυχανθή, (άλλες) πλατύφυλλες πόες και ξυλώδη (δένδρα και θάμνοι), και προσδιορίστηκε το (%) ποσοστό συμμετοχής των ομάδων αυτών στη λιβαδική βλάστηση κάθε τύπου οικοτόπου. Τα δείγματα ξηράθηκαν στους 65°C για 48 ώρες, ζυγίστηκαν και έπειτα υπολογίστηκε η παραγωγή σε kg/στρ. Οι τιμές αυτές διορθώθηκαν, πολλαπλασιαζόμενες με κατάλληλο συντελεστή, π.χ. στην περίπτωση ποσοστού βόσκησης 10% της λιβαδικής παραγωγής πριν τη δειγματοληψία, η τιμή της λιβαδικής παραγωγής διορθώθηκε με το συντελεστή 1,10.

Μετά την ξήρανση και ζύγιση, τα δείγματα της βοσκήσιμης ύλης, που συλλέχθηκαν από κάθε τύπο οικοτόπου, αλέστηκαν σε μύλο με σπλή σίτας διαμέτρου 1 mm και αποθηκεύτηκαν σε πλαστικά βαζάκια με ετικέτες, που τοποθετήθηκαν σε σκιερό και ξηρό μέρος. Στα δείγματα αυτά πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε ολικό άζωτο (N) με τη μέθοδο Kjeldahl (A.O.A.C. 2000) και η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες (Crude Protein, CP) προσδιορίστηκε ως $N \times 6,25$. Επίσης, προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε αδιάλυτα ινώδη συστατικά σε ουδέτερο διάλυμα (Neutral Detergent Fiber, NDF) με τη μέθοδο Van Soest κ.α. (1991), σε αδιάλυτα ινώδη συστατικά σε όξινο διάλυμα (Acid Detergent Fiber, ADF) και σε λυγνίνη (Acid Detergent Lignin, ADL) με τη μέθοδο Goering and Van Soest (1970). Τέλος, προσδιορίστηκε η *in vitro* πεπτικότητα της οργανικής ουσίας (IVOMD), με τη μέθοδο των Tilley και Terry (1963), όπως τροποποιήθηκε από τον Moore (1970). Οι προσδιορισμοί των NDF, ADF και ADL πραγματοποιήθηκαν με τη συσκευή ANKOM 220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corporation, NY, USA). Σε κάθε δείγμα γεωγραφικής τοποθεσίας, όλοι οι χημικοί προσδιορισμοί επαναλήφθηκαν 3 φορές. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε ποσοστά επί τοις εκατό (%) της ξηρής ουσίας. Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.

Τα δεδομένα της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης και των πέντε μεταβλητών εκτίμησης της θρεπτικής αξίας της λιβαδικής βλάστησης των τύπων οικοτόπων 9562* και 91M0 (+) (% περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες, NDF, ADF, ADL και IVOMD) εξετάστηκαν ως προς την κανονικότητα και την ομοσκεδαστικότητά τους, με εφαρμογή των ελέγχων Kolmogorov-Smirnov και Levene, αντίστοιχα (Mehta και Patel 1996). Προέκυψε ότι τα δεδομένα ακολουθούσαν κανονική κατανομή ($P > 0,05$) και πληρούσαν την προϋπόθεση της ομοιογένειας των παραλλακτικότητων ($P > 0,05$). Για τον λόγο αυτό, εφαρμόστηκε για κάθε μεταβλητή t-test ανεξαρτήτων ομάδων, για τη διερεύνηση της ύπαρξης διαφορών μεταξύ των τιμών της παραγωγής της λιβαδικής βλάστησης των δύο τύπων οικοτόπων, καθώς επίσης και μεταξύ των τιμών της θρεπτικής αξίας (Zar 1996). Για τη σύγκριση των (%) ποσοστών των ομάδων φυτών της λιβαδικής βλάστησης μεταξύ των δύο οικοτόπων εφαρμόστηκε ο έλεγχος ανεξαρτησίας χ^2 (Zar 1996). Το επίπεδο σημαντικότητας καθορίστηκε σε 0,05. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS v.25 (2017).

Αποτελέσματα

Οι θέσεις δειγματοληψίας, με το υψόμετρο κάθε θέσης, η επικρατούσα βλάστηση και οι χρήσεις γης στους τύπους οικοτόπων 9562* και 91M0 (+) παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατάταξη της βλάστησης των θέσεων δειγματοληψίας ανά τύπο οικοτόπου (T.O.), υψόμετρο (μ.) των θέσεων δειγματοληψίας και λιβαδικοί τύποι/χρήσεις γης στο Εθνικό Πάρκο Πρέσπας.

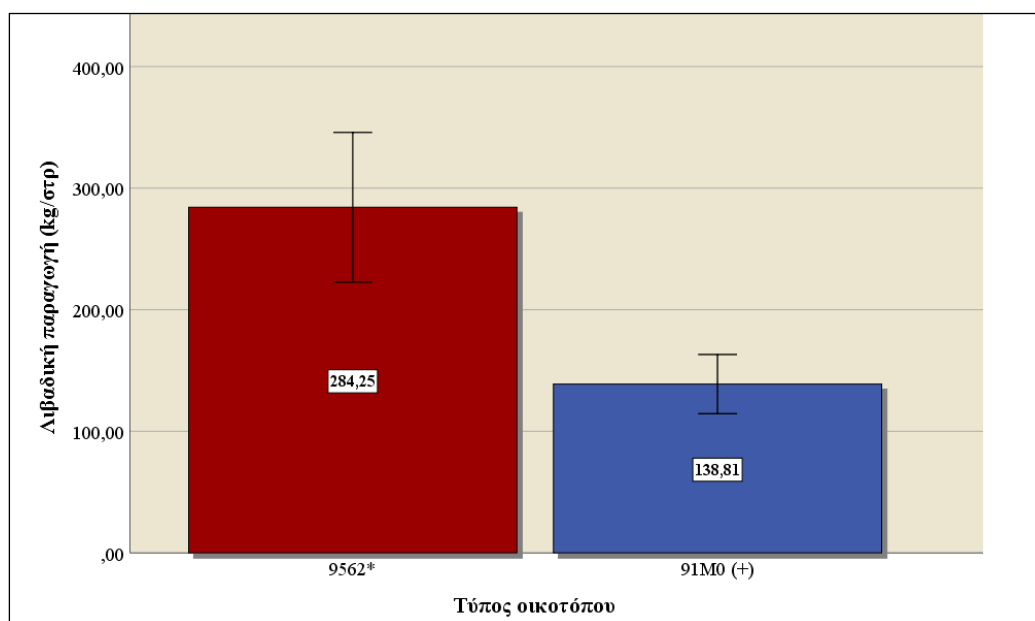
Table 1. Classification of vegetation of sampling plots per habitat type (H.T.), altitude (m) of sampling plots, and rangeland types and land use in Prespa National Park.

α/α	Κωδικός	Τύπος Οικοτόπου	Θέση δειγματοληψίας	Υψόμετρο θέσης δειγματοληψίας (m)	Λιβαδικός τύπος/χρήση γης
1	9562*	Ελληνικά δάση αρκεύθου (<i>Juniperetum excelsae</i>)	Όρος Ντέβας (σημείο θέας προς Β. Μικρή Πρέσπα)	1106	Ελαφρά βοσκόμοιο δασολίβαδο αρκεύθου σε πετρώδες έδαφος
			Όρος Ντέβας (πλησίον ομβροδεξαμενής με θέα προς Μικρή Πρέσπα – Δασερή)	1281	Ελαφρά βοσκόμοιο δασολίβαδο αρκεύθου-δρυός σε πετρώδες έδαφος
2	91M0 (+)	Παννονικά – Βαλκανικά δάση δρυός	Πύλη – ΒΔ του οικισμού	971	Βοσκόμοιο δάσος δρυός με μικρά διάκενα
			Πύλη (προς Δασερή)	876	
			Βροντερό (προς Πυξό)	964	
			Βροντερό – Πυξός	1037	Βοσκόμοιο δασολίβαδο με κάλυψη περίπου 60%

*: Τύπος οικοτόπου προτεραιότητας της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

(+): Τύπος οικοτόπου του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Η παραγωγή υπέργειας βιομάζας στον τύπο οικοτόπου 9562* [284,25 ± 61,55 kg/στρ. (Μ.Ο. ± Τ.Σ.)] διέφερε στατιστικά σημαντικά από την αντίστοιχη στον τύπο οικοτόπου 91M0 (+) (138,81 ± 24,36 kg/στρ.) ($t(16)=-2,655$, $P=0,017$) (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Απεικόνιση των μέσων όρων της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης (kg/στρ.) και του τυπικού σφάλματος στους τύπους οικοτόπων 9562* και 91M0 (+) 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 οικοτόπου.

Figure 1. Mean values of forage production (kg/0.1 ha) and standard error in habitat types 9562* and 91M0 (+) in Prespa National Park. The vertical line in each bar represents the standard error of the means. The indicated value on each bar is the average of the habitat type's forage production.

Από τον έλεγχο ανεξαρτησίας χ^2 προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές των ποσοστών (%) των ομάδων φυτών μεταξύ των δύο οικοτόπων ($\chi^2(3) = 121,486$, $P<0,001$) (Πίνακας 2). Ειδικότερα, τα αγρωστώδη συμμετείχαν με στατιστικά σημαντικά ($P<0,001$) υψηλότερο ποσοστό (%) στη σύνθεση της λιβαδικής βλάστησης του οικοτόπου 91M0 (+) σε σχέση με τον οικοτόπο 9562*. Αντίθετα, οι πλατύφυλλες πόες και τα ψυχανθή είχαν στατιστικά σημαντικά ($P<0,001$) υψηλότερο ποσοστό (%) συμμετοχής στη λιβαδική βλάστηση του οικοτόπου 9562* σε σύγκριση με το αντίστοιχο ποσοστό τους στον οικοτόπο 91M0 (+). Η συμμετοχή των ξυλωδών ειδών στη λιβαδική βλάστηση των δύο οικοτόπων δεν διέφερε μεταξύ τους ($P>0,05$).

Πίνακας 2. Ποσοστό (%) συμμετοχής των αγρωστωδών, πλατύφυλλων ποών, ψυχανθών και ξυλωδών ειδών στη σύνθεση της βλάστησης των τύπων οικοτόπων 9562* και 91M0 (+) στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών.

Table 2. Contribution (%) of grasses, forbs, legumes, and woody species in the botanical composition of 9562* and 91M0 (+) habitat types (H.T.) in Prespa National Park.

Τύπος οικοτόπου	Ομάδα φυτών			
	Αγρωστώδη (%)	Πλατύφυλλες πόες (%)	Ψυχανθή (%)	Ξυλώδη είδη (%)
9562*	61,7 _β	26,6 _α	11,7 _α	0,0
91M0 (+)	87,2 _α	6,7 _β	4,2 _β	1,9

* Τύπος οικοτόπου προτεραιότητας της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

(+) Τύπος οικοτόπου του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

_{α, β} Διαφορετικοί δείκτες σε κάθε στήλη δηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ποσοστό (%) συμμετοχής των λειτουργικών ομάδων φυτών μεταξύ των 2 οικοτόπων (χ^2 test, $P<0,05$). Ο δείκτης α αντιστοιχεί στην υψηλότερη τιμή μεταξύ των δύο συγκρινόμενων τιμών.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές στην εκατοστιαία περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης σε ολικές πρωτεΐνες (Πίνακας 3) δεν ανιχνεύθηκαν μεταξύ των δύο τύπων οικοτόπων ($t(22) = -1,452$, $P = 0,161$). Η % περιεκτικότητα όμως, της λιβαδικής βλάστησης σε κυτταρικά τοιχώματα (NDF) ήταν σημαντικά υψηλότερη στον τύπο οικοτόπου 91M0 (+) σε σχέση με τον τύπο οικοτόπου 9562* ($t(22) = 2,620$, $P = 0,016$), καθώς επίσης και η % περιεκτικότητα σε ADF ($t(22) = 2,493$, $P = 0,021$), ενώ δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς στην % περιεκτικότητα σε ADF ($t(22) = 1,962$, $P = 0,063$) αν και η υψηλότερη τιμή καταγράφηκε στον τύπο 91M0 (+). Η *in vitro* πεπτικότητα (IVOMD) της λιβαδικής βλάστησης του τύπου οικοτόπου 9562* ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη ($t(22) = -5,053$, $P = 0,000$) από την αντίστοιχη του 91M0 (+).

Πίνακας 3. Μέσος Όρος και Τυπικό Σφάλμα (Μ.Ο. ± Τ.Σ.) της περιεκτικότητας (%) σε ολικές πρωτεΐνες, NDF, ADF, ADL, και της IVOMD της λιβαδικής παραγωγής των τύπων οικοτόπων 9562* και 91M0 (+) στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών.

Table 3. Mean values and Standard Error (M ± SE) of crude protein concentration (%), NDF, ADF, ADL, and IVOMD of the above-ground production of the 9562* and 91M0 (+) habitat types (H.T.) in Prespa National Park.

Τύπος οικοτόπου	% Ολικές πρωτεΐνες	% NDF	% ADF	% ADL	% IVOMD
	M.O. ± Τ.Σ.	M.O. ± Τ.Σ.	M.O. ± Τ.Σ.	M.O. ± Τ.Σ.	M.O. ± Τ.Σ.
9562*	7,08 ± 0,69	65,43 _β ± 1,52	42,64 ± 1,10	9,23 _β ± 0,56	56,33 _α ± 2,56
91M0 (+)	6,18 ± 0,28	69,55 _α ± 0,76	45,54 ± 0,77	11,63 _α ± 0,52	43,28 _β ± 1,23

α, β Διαφορετικοί δείκτες σε κάθε στήλη, δηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές στην % περιεκτικότητα των μεταβλητών της θρεπτικής αξίας της λιβαδικής βλάστησης μεταξύ των δύο οικοτόπων (Student's T-test, $P < 0,05$). Ο δείκτης α αντιστοιχεί στην υψηλότερη τιμή μεταξύ των δύο συγκρινόμενων ποσοστών.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης και γενικότερα υπέργειας βιομάζας στα λιβάδια της ημιορεινής και ορεινής ζώνης εξαρτάται, μεταξύ άλλων οικολογικών παραγόντων, από τις κλιματολογικές συνθήκες (κυρίως από τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση), την υψομετρική ζώνη στην οποία βρίσκονται, τη βοτανική σύνθεση των ειδών που συμμετέχουν στη σύνθεση της βλάστησης, την ένταση της βόσκησης και τις πρακτικές της διαχείρισης που εφαρμόζονται (Papanastasis 1982, Μροκος κ.α. 2014, Koidou κ.α. 2019). Στην παρούσα έρευνα, οι τιμές της λιβαδικής παραγωγής ήταν 138,81 και 284,25 kg/στρ. για τους οικοτόπους 91M0 (+) και 9562*, αντίστοιχα. Η μικρότερη παραγωγή υπέργειας βιομάζας που προσδιορίστηκε στον οικοτόπο 91M0 (+) μπορεί να αποδοθεί στα ασβεστολιθικής προέλευσης εδάφη της περιοχής έρευνας, τα οποία εξαιτίας της χαμηλής υγρασίας που συγκρατούν, οδηγούν σε περιορισμένη ανάπτυξη της βλάστησης (Βραχνάκης κ.α. 2011), αλλά και στην εποχή της δειγματοληψίας κατά την παρούσα έρευνα. Επίσης, πιθανόν να οφείλεται στο ότι ο οικοτόπος 91M0 (+) αφορά δασολίβαδα κλειστής συγκόμωσης, στα οποία η παραγωγή βιομάζας των υπορόφου είναι σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση με άλλους τύπους οικοτόπων (Melts και Heinsoo 2015). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Καζόγλου κ.α. (2019) στην περιοχή των Πρεσπών με δεδομένα δύο διαδοχικών ετών, αναφέρεται ότι η παραγωγή της λιβαδικής βλάστησης διαφέρει μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων και η χαμηλότερη παραγωγή (85 kg/στρ.) παρατηρήθηκε στον οικοτόπο 91M0 (+). Ομοίως, οι παραπάνω ερευνητές προσδιόρισαν μικρότερη βοσκοϊκανότητα (0,17 MZM/στρ. ή 1,09 μζμ/στρ) στον τύπο οικοτόπου 91M0 (+) έναντι άλλων.

Τα αγρωστώδη είδη κυριαρχούσαν και στους δύο τύπους οικοτόπων, με ποσοστό 80,8% κατά μέσο όρο και ακολουθούσαν οι άλλες πλατύφυλλες πόες (11,7%), τα ψυχανθή (6,1%) και τα ξυλώδη είδη (1,4%). Όμως, η συμμετοχή των αγρωστωδών στη σύνθεση της λιβαδικής βλάστησης του οικοτόπου 91M0 (+) ήταν μεγαλύτερη συγκρινόμενη με τον οικοτόπο 9562*. Αντίθετα, οι πλατύφυλλες πόες και τα ψυχανθή είχαν υψηλότερο ποσοστό (%) συμμετοχής στη λιβαδική βλάστηση του οικοτόπου 9562*, ενώ ξυλώδη είδη δεν καταγράφηκαν σε αυτόν τον τύπο οικοτόπου.

Η θρεπτική αξία των λιβαδικών φυτών εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε χημικά συστατικά, τα οποία επηρεάζουν την πρόσληψη και την κατανάλωσή τους από τα ζώα. Τέτοια συστατικά είναι κυρίως οι πρωτεΐνες και οι ινώδεις ουσίες (Cherney κ.α. 1990). Οι ολικές πρωτεΐνες και η πεπτικότητα θεωρούνται ως οι κύριοι και καθοριστικοί παράγοντες της ποιότητας της βοσκήσιμης ύλης (Pérez-

Corona κ.α. 1998). Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα των φυτών σε πρωτεΐνες, τόσο μεγαλύτερη είναι και η θρεπτική τους αξία για τα ζώα, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητά τους σε ινώδεις ουσίες, τόσο μικρότερη είναι η θρεπτική τους αξία (Παπαναστάσης και Ισπικούδης 2012). Η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες της λιβαδικής βλάστησης των οικοτόπων της περιοχής έρευνας κατά την περίοδο της δειγματοληψίας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος) ήταν 7,1% και 6,2% για τον οικοτόπο 9562* και 91M0 (+), αντίστοιχα. Οι πρωτεΐνες είναι η βασική διατροφική θρεπτική ουσία για τη συντήρηση, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των ζώων. Σύμφωνα με το NRC (1985, 1996) οι ημερήσιες απαιτήσεις σε ολικές πρωτεΐνες για τη συντήρηση των ζώων κυμαίνονται από 82 g kg⁻¹ Ξηρής Ουσίας (Ξ.Ο.) (για τα βοοειδή κρεοπαραγωγής, που η διατροφή τους βασίζεται στους βοσκοτόπους και έχουν ζωντανό βάρος 300 kg και μέσο ημερήσιο κέρδος βάρους σώματος περίπου 0,22 kg) έως 95 g kg⁻¹ Ξ.Ο. για τα μικρά μηρυκαστικά (αιγοπρόβατα) με ζωντανό βάρος 50 kg. Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω απαιτήσεις των αγροτικών ζώων διαπιστώνεται ότι παρόλο που η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες της λιβαδικής βλάστησης του οικοτόπου 9562* ήταν μεγαλύτερη από αυτήν του οικοτόπου 91M0 (+), οι ανάγκες των αγροτικών ζώων σε πρωτεΐνες δεν καλύπτονται σε κανέναν από τους δύο οικοτόπους την περίοδο Ιουνίου-Σεπτεμβρίου.

Η περιεκτικότητα της λιβαδικής βλάστησης σε NDF και στους δυο τύπους οικοτόπων (9562* και 91M0 (+)) ήταν υψηλή (65,4% και 69,6%, αντίστοιχα), καθώς επίσης και η περιεκτικότητα σε λιγνίνη (9,2% και 11,63%, αντίστοιχα). Το σύνολο των ινωδών ουσιών (NDF) αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και ελάχιστη πρωτεΐνη (Van Soest 1994, Λιαμάδης 2000, Brueland κ.α. 2003) και σχετίζεται αρνητικά με την ποσότητα τροφής που καταναλώνουν τα βόσκοντα ζώα, ενώ το ADF είναι το κλάσμα των ινωδών ουσιών, που αποτελείται από κυτταρίνη και λιγνίνη και έχει αρνητική συσχέτιση με την πεπτικότητα της τροφής (Van Soest 1994, Schroeder 2004). Οι τιμές της *in vitro* πεπτικότητας (IVOMD) της λιβαδικής βλάστησης ήταν χαμηλές και στους δυο τύπους οικοτόπων, με τον τύπο 91M0 (+) να εμφανίζει τη μικρότερη τιμή (43,3%). Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στη συμμετοχή των ξυλωδών ειδών στη σύνθεση της βλάστησης του οικοτόπου αυτού, καθώς είναι γνωστό ότι τα ξυλώδη είδη έχουν μειωμένη πεπτικότητα σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ομάδες φυτών, εξαιτίας της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε λιγνίνη (Short κ.α. 1974). Επίσης, οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της θρεπτικής αξίας 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. Συνυπολογίζοντας τα ανωτέρω, μπορούμε να εκτιμήσουμε ότι η θρεπτική αξία της βοσκήσιμης ύλης και των δύο οικοτόπων χαρακτηρίζεται γενικά ως χαμηλή, με τον οικοτόπο 9562* να υπερτερεί του οικοτόπου 91M0 (+). Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη (%) περιεκτικότητα της βοσκήσιμης ύλης σε ολικές πρωτεΐνες και στη μεγαλύτερη IVOMD, καθώς επίσης και στη μικρότερη (%) περιεκτικότητα σε NDF, ADF και λιγνίνη.

Συμπερασματικά, στο λιβαδικό τύπο οικοτόπου με κωδικό 9562* «Ελληνικά δάση αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*)» παρατηρήθηκε μεγαλύτερη λιβαδική παραγωγή και καλύτερης θρεπτικής αξίας σε σχέση με τη λιβαδική βλάστηση του τύπου 91M0 (+) «Παννονικά – Βαλκανικά δάση δρυός».

Abstract

Forage productive and qualitative characteristics were determined in the habitat types 9562* "Greek juniper forests (*Juniperetum excelsae*)" and 91M0 (+) "Pannonian - Balkan oak forests" in Prespa National Park, NW Greece. Aboveground biomass was collected from 0.50×0.50 m quadrats, and plant species were identified, classified into four groups (grasses, legumes, forbs, and woody species), and the % percentage of groups in the vegetation of each habitat type was determined. Also, forage content (%) in CP, NDF, ADF, ADL, and IVOMD was determined. Higher forage production (2842.5 kg/ha) was measured in the 9562* habitat type compared to 1388.1 kg/ha that was found in the 91M0 (+) habitat type. Forage nutritive value was better in the 9562* habitat type than that of 91M0 (+) due to the higher (%) content of CP and the higher IVOMD, as well as the lower content in NDF, ADF and ADL.

Βιβλιογραφία

- AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC international. Assoc. of Anal. Chem. Int. Method. doi: 10.3109/15563657608988149
- Βραχνάκης, Μ., Φωτιάδης, Γ. και Καζόγλου Ι., 2011. Τύποι Οικοτόπων Εθνικού Πάρκου Πρεσπών, Αναγνώριση – Καταγραφή 2011. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών. Σελ. 103 + Παραρτήματα.
- Γιαννάκης, Ν., Μπούσμπουρας, Δ., Αργυρόπουλος, Δ., Καζόγλου, Ι., Κακούρος, Π., Σαλιάρης, Δ., Ναλπαντίδου, Μ., Φωτιάδης, Γ., Βραχνάκης, Μ., Γεωργαντά, Α., Κατσαδωράκης, Γ., Δεμαθάς, Ζ. και Τσίγκας Β., 2010. Σχέδιο Διαχείρισης Προστατευόμενης Περιοχής Εθνικού Πάρκου Πρεσπών. Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων Ν.Α. Φλώρινας, Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών.
- Brueland, B.A., Harmoney, K.R., Moore, K.J., George, J.R. and Brummer, E.C., 2003. Development morphology of smooth bromegrass growth following spring grazing. *Crop Science* 43: 1789-1796.
- Cherney, D.J.R., Mertens, D.R. and Moore, J.E., 1990. Intake and digestibility by withers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. *J. Anim. Sci.* 68: 4387-4399.
- European Commission – DG Environment. 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats (EUR 28, April 2013). Nature ENV B.3, 146 pp. Brussels.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analyses, *Agricultural Handbook No. 379*. Washington DC, USA: USDA, pp. 1-20.
- Καζόγλου, Ι., Τραϊανοπούλου, Ι., Φωτιάδης, Γ., Βραχνάκης, Μ. και Γιακουλάκη, Μ., 2019. Λιβαδική Παραγωγή και Βοσκοϊκανότητα Τύπων Οικοτόπων σε Προστατευόμενες και μη περιοχές των Πρεσπών. Πρακτικά 19ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Η συμβολή των δασικών οικοσυστημάτων στην ορεινή οικονομία και στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (Γρηγοριάδης, Ν., Ζάγκας, Θ., Σπανός, Ι., Γαϊτάνης, Δ., Τζατζάνης, Ι., Τσιάρας, Σ., επιμ. έκδοσης)», Λιτόχωρο Πιερίας 29 Σεπτεμβρίου-2 Οκτωβρίου 2019, σελ. 88-95.
- Koidou, M., Mountousis, I., Dotas, V., Zagorakis, K. and 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: <https://doi.org/10.5194/aab-5-1-2019>
- Λιαμάδης, Δ.Γ., 2000. Φυσιολογία Θρέψεως ζωικού οργανισμού, Τόμος 1, Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ. 476.
- Matevski, V., Carni, A., Avramovski, O., Juvan, N., Kostadinovski, M., Kosir, P., Marinsek, A., Pausic, A. and Silc, U., 2011. Forest vegetation of the Galicica mountain range in the Former Yugoslav Republic of Macedonia. Ljubljana.
- Mehta, C.R and Patel, N.R., 1996. SPSS Exact Tests 7.0 for Windows. Chicago, SPSS Inc. pp xiii, 220.
- Melts, I. and Heinsoo, K., 2015. Seasonal dynamics of bioenergy characteristics in grassland functional groups. *Grass Forage Sci.* 70: 571-581.
- 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.
- Μροκος, J.P., Yiakoulaki, D.M., Papazafeiriou, Z.A., Sgardelis, S., Alifragis, D. and 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, 1985. Nutrients Requirements of Sheep, 6th rev. Edn., National Academy Press, Washington, DC, USA.
- NRC, 1996. Nutrients Requirements of Beef Cattle, 7th Edn., National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals of ecology. 3rd edition. W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, pp. 544.
- Παπαναστάσης, Β. και Ισπικούδης, Ι., 2012. Οικολογία λιβαδιών, 1^η Έκδοση, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, σελ. 325.
- Papanastasis, V.P., 1982. Production of natural grasslands in relation to air temperature and precipitation in northern Greece. *Dasiki Erevna (Greece)*.
- Pérez-Corona, M.E., Vázquez-de-Aldana, B.R., García-Criado, B. and García-Ciudad, A., 1998. Variations in nutritional quality and biomass production of semiarid grasslands. *J. Range Manage.* 51: 570-576.

Schroeder, J.W., 2004. Forage nutrition for ruminants. North Dakota State University Extension, Publ. AS-1250. North Dakota State University. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: www.ag.ndsu.edu.

Short, H.L., Blair, R.M. and 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.

Tilley, J.M.A. and Terry, R.A., 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops, *J. Br. Grassland Soc.* 18 104–111.

Τσιτούρα, Π., Βραχνάκης, Μ., Καζόγλου, Ι., Φωτιάδης, Γ., Χουβαρδάς, Δ., Μπούσμπουρας, Δ., Κώτσιος, Λ., Παπαπορφυρίου, Π., Σπυρίδης, Α., Τσιριπίδης, Ι., Κουτάλου, Β., Νασιάκου, Σ., Γεωργάκη, Δ., Ζαγαλίκης, Γ., Κεσκιλίδου, Κ. και Κίγκας, Ν., 2015. Οριστικό Διαχειριστικό Σχέδιο Βόσκησης του Δήμου Πρεσπών. Έργο: «Ειδική μελέτη διαχείρισης της βόσκησης σε λιβαδικούς και δασικούς τύπους οικοτόπων στην περιοχή ευθύνης του Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών». Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών. Ιωάννινα. Σελ 204 + Παραρτήματα.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., and 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.

Φωτιάδης, Γ., 2013. Χλωρίδα και βλάστηση στα Ελληνικά Δάση Αρκεύθου της Πρέσπας. Αναφορά στα πλαίσια του Έργου LIFE12 NAT/GR/000539 Restoration and Conservation of the Priority Habitat Type *9562. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, Άγιος Γερμανός, σελ. 56.

Zar, J., 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice-Hall International, Inc. pp. 947.

ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΥΓΡΑ ΠΟΟΛΙΒΑΔΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΕΡΚΙΝΗΣ

Τσιομπάνη, Ελένη¹; Γιακουλάκη, Μαρία¹

¹Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων (236), Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη, elenitsiobani@gmail.com, yiak@for.auth.gr

Περίληψη

Η εποχιακή διακύμανση της κάλυψης και της σύνθεσης της λιβαδικής βλάστησης προσδιορίστηκε σε υγρά ποολίβαδα στην περιοχή της Λίμνης Κερκίνης της ΠΕ Σερρών, την περίοδο Μάιος 2015-Απρίλιος 2016. Τα είδη φυτών που συμμετείχαν στη σύνθεση της βλάστησης ταξινομήθηκαν σε τρεις λειτουργικές ομάδες (αγρωστώδη, ψυχανθή και πλατύφυλλες πόες). Βρέθηκε ότι η κάλυψη της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων κυμάνθηκε από 77,4% το χειμώνα έως 86,5% την άνοιξη, ενώ στη σύνθεση της βλάστησης συμμετείχαν 90 είδη φυτών (67 πλατύφυλλες πόες, 20 αγρωστώδη και 3 ψυχανθή). Τα αγρωστώδη κυριαρχούσαν στην (%) σύνθεση της λιβαδικής βλάστησης, καθώς συμμετείχαν με ποσοστό 50,6%, ακολουθούμενα από τα ψυχανθή (26,7%) και τις πλατύφυλλες πόες (22,7%). Τα είδη *Cynodon dactylon*, *Trifolium repens* και *Cichorium intybus* αποτελούσαν τα κυρίαρχα είδη φυτών από τα αγρωστώδη, τα ψυχανθή και τις πλατύφυλλες πόες, αντίστοιχα.

Λέξεις κλειδιά: υγρολίβαδα, προστατευόμενες περιοχές, λειτουργικές ομάδες φυτών.

Εισαγωγή

Τα υγρά ποολίβαδα αποτελούν μία ιδιαίτερη κατηγορία ποολίβαδων (Παπαναστάσης και Ισπικούδης 2012), τα οποία απαντώνται είτε στις παραλίμνιες ζώνες είτε κατά μήκος των ποταμών, σε θέσεις που πλημμυρίζονται περιοδικά ή είναι κορεσμένες με νερό (Keddy 2010). Οι εκτάσεις αυτές θεωρούνται ως μεταβατικά οικοσυστήματα μεταξύ των μονίμως πλημμυριζόμενων περιοχών και των χερσαίων ποολίβαδων (Joyce κ.α. 2016) και έχουν ιδιαίτερη σημασία, καθώς διαθέτουν μοναδικά οικολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία επιτρέπουν την ανάπτυξη φυτοκοινοτήτων, τυπικών σε υγρά εδάφη (van der Valk 2006, Verhoeven κ.α. 2006, Keddy 2010). Ειδικότερα, στα υγρά ποολίβαδα της Βόρειας Ελλάδας, η βλάστηση αποτελείται κυρίως από ετήσια και πολυετή ποώδη είδη, όπως αυτά που ανήκουν στα γένη *Agrostis*, *Alopecurus*, *Carex*, *Cyperus*, *Festuca*, *Juncus*, *Poa* και *Scirpus* από τη λειτουργική ομάδα των αγρωστωδών, *Trifolium* και *Vicia* από τη λειτουργική ομάδα των ψυχανθών και *Althaea*, *Cirsium*, *Eleocharis*, *Galium*, *Lysimachia*, *Mentha*, *Myosotis*, *Potentilla*, *Ranunculus*, *Rorippa*, *Rumex* και *Veronica* από τη λειτουργική ομάδα των πλατυφύλλων ποών (Καζόγλου 2007).

Το σύνολο των λιβαδικών φυτών που συμμετέχουν σε ένα ποολίβαδο ορίζει τη βοτανική σύνθεση της βλάστησής του (Allen κ.α. 2011). Τα φυτά κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους είναι είτε ανενεργά είτε αναπτυσσόμενα (Moen κ.α. 2006). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η σύνθεση της βλάστησης των ποολίβαδων και το φαινολογικό στάδιο των φυτών να παρουσιάζουν διακυμάνσεις μεταξύ των εποχών (Provenza κ.α. 2003). Ειδικότερα στα υγρά ποολίβαδα, η συνεχής μεταβολή της στάθμης του νερού κατά τη διάρκεια του έτους αποτελεί έναν επιπλέον παράγοντα, που επηρεάζει τη βοτανική σύνθεση της βλάστησης (Joyce κ.α. 2016). Επομένως, εξαιτίας των εποχιακών μεταβολών των περιβαλλοντικών συνθηκών, η αναλογία των διαφορετικών ειδών φυτών και κατ' επέκταση η αναλογία των λειτουργικών ομάδων φυτών στα υγρά ποολίβαδα θα μεταβάλλεται εξίσου μεταξύ των εποχών (Keddy 2010), επηρεάζοντας τη βοτανική σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η διερεύνηση των εποχιακών μεταβολών της κάλυψης και της σύνθεσης της βλάστησης σε υγρά ποολίβαδα στην περιοχή της Λίμνης Κερκίνης της Περιφερειακής Ενότητας (ΠΕ) Σερρών.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε υγρά ποολίβαδα, συνολικής έκτασης 91,19 εκταρίων, που βρίσκονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Λίμνης Κερκίνης στην Τοπική Κοινότητα (ΤΚ) Χρυσοχώρων της ΠΕ Σερρών, κατά τη διάρκεια Μαΐου 2015 – Απριλίου 2016. Στην περιοχή έρευνας εκτρέφονται αιγοπρόβατα και νεροβούβαλοι (*Bubalus bubalis*) με το εκτατικό σύστημα εκτροφής (Γιακουλάκη κ.α. 2015). Τα λιβάδια παρέχουν βοσκήσιμη ύλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ωστόσο η μακρόχρονη υψηλή ένταση βόσκησης (4,27 MZM/ha) που ασκείται στην περιοχή, επιβαρύνει ιδιαίτερα το λιβαδικό οικοσύστημα (Γιακουλάκη κ.α. 2015). Το κλίμα της περιοχής έρευνας είναι ηπειρωτικό, μεσογειακού τύπου, με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και κρύους, υγρούς χειμώνες. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, η μέση θερμοκρασία αέρα κυμάνθηκε από 4,6 °C το χειμώνα έως 25,4 °C το καλοκαίρι και η βροχόπτωση από 24,4 mm το καλοκαίρι έως 72,3 mm το φθινόπωρο (Ιδιωτικός Μετεωρολογικός Σταθμός, Χρυσοχώρα Σερρών 2016).

Για τον προσδιορισμό της κάλυψης της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων εφαρμόστηκε η μέθοδος των γραμμικών δειγματοληπτικών τομών (line intercept method) (Cook και Stubbendieck 1986, Bonham 2013) με τη χρήση μετροταινίας 25 μέτρων. Κάθε μήνα, τρεις μη-μόνιμες γραμμικές τομές βλάστησης πραγματοποιούνταν σε διαφορετικές θέσεις της περιοχής έρευνας. Επιλέγονταν σχετικά ομοιογενείς περιοχές, οι οποίες ήταν αντιπροσωπευτικές της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων. Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληπτικές τομές σε 36 διαφορετικές θέσεις (12 μήνες X 3 θέσεις δειγματοληψίας). Η αποτύπωση της βλάστησης γινόταν από έναν παρατηρητή, ο οποίος οδηγούσε μία βελόνα μήκους 80 εκ. κατά μήκος της μετροταινίας και κάθε 0,25 μ. κατέγραφε το πρώτο φυτό, που ακουμπούσε η άκρη της βελόνας κατά την κατακόρυφη κάθοδό της προς το έδαφος. Εάν η βελόνα ακουμπούσε γυμνό έδαφος, ξηρή ουσία ή πέτρα, τότε γινόταν και η αντίστοιχη καταγραφή. Με αυτόν τον τρόπο, σε κάθε τομή υπήρχαν συνολικά 100 καταγραφές, οι οποίες αντιστοιχούσαν στην κάλυψη (%) της βλάστησης. Από τα δεδομένα της κάλυψης αφαιρέθηκαν τα μη ζωντανά φυτικά υλικά και υπολογίστηκε η σύνθεση (%) της λιβαδικής βλάστησης, με αναγωγή των ποσοστών κάλυψης των επιμέρους φυτών σε ποσοστά εκατοστιαίας συμμετοχής τους στη συνολική σύνθεση της βλάστησης.

Τα φυτά που καταγράφηκαν αναγνωρίστηκαν σύμφωνα με το *Treatises Mountain Flora of Greece* (Strid 1986, Strid και Tan 1991) και της *Flora Europaea* (Tutin κ.α. 1964-1980) και ταξινομήθηκαν σε τρεις λειτουργικές ομάδες φυτών (Blondel 2003): αγρωστώδη/αγρωστοειδή (συμπεριλαμβανομένων των οικογενειών *Poaceae*, *Cyperaceae* και *Juncaceae*), ψυχανθή και πλατύφυλλες πόες. Ο όρος λειτουργική ομάδα αποτελεί κατηγοριοποίηση των ειδών φυτών ανάλογα με την ανταπόκρισή τους στους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Blondel 2003). Στη συνέχεια, τα είδη φυτών ταξινομήθηκαν με βάση την οικογένεια, στην οποία ανήκουν. Τέλος, ταξινομήθηκαν με βάση τον κύκλο ζωής τους σε πολυετή, ετήσια, διετή ή μονοετή-διετή, μονοετή-πολυετή και διετή-πολυετή (Strid 1986), καθώς αυτό το λειτουργικό χαρακτηριστικό σχετίζεται με την οικολογία των φυτών και την προσαρμογή τους στις περιβαλλοντικές συνθήκες (Brotherton και Joyce 2015).

Το εποχιακό ποσοστό (%) της κάλυψης της λιβαδικής βλάστησης των υγρών ποολίβαδων υπολογίστηκε ως ο μέσος όρος των μηνιαίων ποσοστών (%) κάλυψης, που καταγράφηκαν στις τρεις τομές. Αντίστοιχα, το εποχιακό ποσοστό (%) των ειδών φυτών και των λειτουργικών ομάδων φυτών, που συμμετείχαν στη σύνθεση της λιβαδικής βλάστησης, υπολογίστηκε με βάση τα μηνιαία ποσοστά (%) κάθε είδους φυτού και λειτουργικής ομάδας, αντίστοιχα.

Πριν από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της κάλυψης εξετάστηκε εάν τα δεδομένα πληρούσαν το κριτήριο της κανονικότητας και της ομοσκεδαστικότητας (Mehta και Patel 1996). Από τον στατιστικό έλεγχο προέκυψε ότι τα δεδομένα πληρούσαν και τα δύο κριτήρια ($P > 0,05$). Για την εκτίμηση των διαφορών των ποσοστών (%) της κάλυψης της λιβαδικής βλάστησης μεταξύ των εποχών δειγματοληψίας της περιόδου έρευνας, εφαρμόστηκε η ανάλυση παραλλακτικότητας κατά έναν παράγοντα (one-way ANOVA) και ο έλεγχος του Tukey χρησιμοποιήθηκε για τις επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των εποχών.

Ο έλεγχος ανεξαρτησίας χ^2 εφαρμόστηκε προκειμένου να συγκριθούν οι κατανομές των ποσοστών (%) των λειτουργικών ομάδων φυτών στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων μεταξύ των εποχών. Οι επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των ποσοστών (%) των λειτουργικών ομάδων φυτών πραγματοποιήθηκαν με το z-κριτήριο (Zar 1996). Το επίπεδο σημαντικότητας για όλους τους στατιστικούς ελέγχους καθορίστηκε στο $\alpha = 0,05$. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SPSS v. 25 (2017).

Αποτελέσματα

Η εποχιακή διακύμανση της κάλυψης (%) της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της περιοχής έρευνας παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Η κάλυψη κυμάνθηκε από 77,4% το χειμώνα έως 86,5% την άνοιξη. Η ανάλυση παραλλακτικότητας έδειξε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην κάλυψη (%) της βλάστησης μεταξύ των εποχών της περιόδου έρευνας ($F(3)=3,518$, $P=0,062$).

Πίνακας 1. Εποχιακός μέσος όρος και τυπικό σφάλμα (Μ.Ο.±Τ.Σ.) της κάλυψης (%) της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της TK Χρυσοχώραφον της ΠΕ Σερρών στη διάρκεια της περιόδου έρευνας.

Table 1. Seasonal mean value and standard error (M.±S.E.) of the vegetation cover (%) of the wet grasslands in the Local Community Chrysochorafa of Serres Prefecture during the study period.

	Εποχή				Μέσος όρος
	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	
Κάλυψη (%)±Τ.Σ.	86,5 ± 2,1	78,2 ± 3,1	85,0 ± 2,7	77,4 ± 1,8	81,8 ± 1,4

Από τον έλεγχο ανεξαρτησίας χ^2 προέκυψε στατιστικά σημαντική συνάφεια μεταξύ των λειτουργικών ομάδων φυτών, που συμμετείχαν στη βοτανική σύνθεση της λιβαδικής βλάστησης των υγρών ποολίβαδων και των εποχών ($\chi^2(6)=251.297$, $P\leq 0,001$) (Πίνακας 2). Ειδικότερα, το ποσοστό (%) των αγρωστωδών ήταν σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές. Αντίθετα, οι πλατύφυλλες πόες εμφάνισαν τη χαμηλότερη τιμή ($P\leq 0,001$) στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων αυτή την περίοδο. Το ποσοστό (%) των ψυχανθών το καλοκαίρι ήταν σημαντικά υψηλότερο σε σύγκριση με τις άλλες εποχές ($P\leq 0,001$).

Πίνακας 2. Εποχιακή μεταβολή της συμμετοχής (%) των λειτουργικών ομάδων φυτών (αγρωστώδη, ψυχανθή και πλατύφυλλες πόες) στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της TK Χρυσοχώραφον της ΠΕ Σερρών στη διάρκεια της περιόδου έρευνας.

Table 2. Seasonal variation of the contribution (%) of plant functional groups (grasses, legumes, and broad-leaved forbs) in the botanical composition of the wet grasslands' vegetation in the Local Community Chrysochorafa of Serres Prefecture during the study period.

Λειτουργική Ομάδα φυτών	Εποχή				Μέσος όρος
	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	
Αγρωστώδη	39,3 ^β	57,1 ^α	60,8 ^α	45,2 ^β	50,6
Ψυχανθή	25,6 ^β	32,6 ^α	25,2 ^β	23,4 ^β	26,7
Πλατύφυλλες πόες	35,1 ^α	10,3 ^β	14,0 ^β	31,4 ^α	22,7
Σύνολο	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

^{α, β} Διαφορετικά γράμματα σε κάθε σειρά δηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ποσοστό (%) συμμετοχής των λειτουργικών ομάδων φυτών της βοτανικής σύνθεσης της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων μεταξύ των εποχών ($\chi^2(6)=251.297$, $P\leq 0,001$).

Στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της περιοχής έρευνας συμμετείχαν συνολικά 90 είδη φυτών, από τα οποία τα 47 ήταν πολυετή, 3 διετή, 31 μονοετή και 9 μονοετή-διετή, μονοετή-πολυετή ή διετή-πολυετή. Η οικογένεια *Asteraceae* συμμετείχε με το μεγαλύτερο αριθμό ειδών φυτών (18 είδη), ακολουθούμενη από τις οικογένειες *Poaceae* (15 είδη), *Brassicaceae* (8 είδη), *Caryophyllaceae*, *Plantaginaceae* και *Scrophulariaceae* (4 είδη έκαστη), *Cyperaceae*, *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Lamiaceae*, *Polygonaceae* και *Ranunculaceae* (3 είδη έκαστη), καθώς και *Ariaceae*, *Boraginaceae*, *Convolvulaceae*, *Cyperaceae* και *Primulaceae* (2 είδη έκαστη). Οι υπόλοιπες οικογένειες περιελάμβαναν μόνο ένα φυτικό είδος η κάθε μία.

Η εποχιακή συμμετοχή (%) των διαφόρων ειδών φυτών από τη λειτουργική ομάδα των αγρωστωδών, που συμμετείχαν στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της περιοχής έρευνας, παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Ειδικότερα, συμμετείχαν 20 είδη αγρωστωδών, από τα οποία τα *Alopecurus pratensis*, *Carex* sp., *Cynodon dactylon* και *Hordeum murinum* καταγράφηκαν στα υγρά ποολίβαδα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, με το *Cynodon dactylon* να αποτελεί το κυρίαρχο είδος. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα φυτικά είδη *Phragmites australis*, *Scirpus sylvaticus* και *Typha latifolia*, παρόλο που συμμετείχαν στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων, δεν συμπεριλήφθηκαν στη σύνθεση (%) των αγρωστωδών, καθώς βρίσκονταν μέσα στα κανάλια άρδευσης,

τα οποία ήταν καλυμμένα με νερό καθ' όλη την περίοδο της έρευνας και επομένως δεν ήταν δυνατή η μέτρησή τους.

Πίνακας 3. Εποχιακή συμμετοχή (%) των αγρωστοδών στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της TK Χρυσοχώραφον της ΠΕ Σερρών στη διάρκεια της περιόδου έρευνας. Η έντονη γραφή υποδηλώνει το κυρίαρχο είδος φυτού.

Table 3. Seasonal contribution (%) of grasses in the botanical composition of the wet grasslands' vegetation in the Local Community Chrysochorafa of Serres Prefecture during the study period. Bold writing represents the dominant plant species.

Αγρωστούδη*	Κύκλος ζωής	Οικογένεια	Εποχή				Μέσος όρος
			Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	
<i>Alopecurus pratensis</i>	[Π] ¹	Poaceae	0,2	5,1	10,3	0,1	3,9
<i>Bromus erectus</i>	[Π]	Poaceae	0,9	–	–	–	0,2
<i>Bromus hordeaceus</i>	[M]	Poaceae	2,1	–	–	–	0,5
<i>Bromus intermedius</i>	[M]	Poaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Carex</i> sp.	[Π]	Cyperaceae	1,0	1,1	4,9	14,4	5,4
<i>Cynodon dactylon</i>	[Π]	Poaceae	29,5	49,8	43,4	29,9	38,2
<i>Cyperus fuscus</i>	[M]	Cyperaceae	–	–	0,1	–	0,0 ²
<i>Festuca valesiaca</i>	[Π]	Poaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Hordeum murinum</i>	[M]	Poaceae	3,1	0,2	0,3	0,8	1,1
<i>Juncus subulatus</i>	[Π]	Juncaceae	0,1	0,1	–	–	0,1
<i>Poa arvensis</i>	[Π]	Poaceae	–	0,1	–	–	0,0
<i>Poa pratensis</i>	[Π]	Poaceae	0,6	–	–	–	0,1
<i>Poa trivialis</i>	[Π]	Poaceae	0,7	0,1	–	–	0,2
<i>Setaria verticillata</i>	[M]	Poaceae	–	–	1,4	–	0,4
<i>Sorghum halepense</i>	[Π]	Poaceae	–	–	0,2	–	0,1
<i>Sorghum scoparium</i>	[Π]	Poaceae	–	0,6	–	–	0,1
<i>Vulpia myuros</i>	[M]	Poaceae	0,8	–	–	–	0,2

*Τα είδη *Phragmites australis* ([Π], Poaceae), *Scirpus sylvaticus* ([Π], Cyperaceae) και *Typha latifolia* ([Π], Typhaceae) παρόλο που συμμετέχουν στη βλάστηση των υγρών ποολίβαδων, δε συμπεριλαμβάνονται στη βοτανική της σύνθεση, καθώς βρίσκονταν μέσα στα κανάλια, που ήταν καλυμμένα με νερό και δεν ήταν δυνατή η μέτρησή τους.

¹ [Π] = Πολυετές, [M] = Μονοετές, ²Η τιμή 0,0 αντιστοιχεί σε ποσοστό (%) του είδους φυτού μικρότερο από 0,05.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται το ποσοστό συμμετοχής (%) των ψυχανθών ειδών στη βοτανική σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων. Καταγράφηκαν τρία είδη ψυχανθών, με το *Trifolium repens* να συμμετέχει στη σύνθεση της βλάστησης καθ'όλη τη διάρκεια της περιόδου έρευνας, σε ποσοστά που κυμαίνονταν από 23,4% το χειμώνα έως 31,0% το καλοκαίρι. Τα άλλα δύο είδη φυτών (*Melilotus neapolitanus* και *Vicia* sp.) συμμετείχαν μόνο την άνοιξη-καλοκαίρι και το καλοκαίρι-φθινόπωρο, αντίστοιχα, με χαμηλά ποσοστά (≤1%).

Πίνακας 4. Εποχιακή συμμετοχή (%) των ψυχανθών ειδών φυτών στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της TK Χρυσοχώραφον της ΠΕ Σερρών στη διάρκεια της περιόδου έρευνας. Η έντονη γραφή υποδηλώνει το κυρίαρχο είδος φυτού.

Table 4. Seasonal contribution (%) of legumes in the botanical composition of the wet grasslands' vegetation in the Local Community Chrysochorafa of Serres Prefecture during the study period. Bold writing represents the dominant plant species.

Ψυχανθή	Κύκλος ζωής	Οικογένεια	Εποχή				Μέσος όρος
			Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	
<i>Melilotus neapolitanus</i>	[Π] ¹	Fabaceae	0,9	0,6	–	–	0,4
<i>Trifolium repens</i>	[M, Π]	Fabaceae	24,7	31,0	24,4	23,4	25,9
<i>Vicia</i> sp.	[M]	Fabaceae	–	1,0	0,8	–	0,4

¹ [Π] = Πολυετές, [M] = Μονοετές, [M, Π] = Μονοετές-Πολυετές

Στη βοτανική σύνθεση (%) της λιβαδικής βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της περιοχής έρευνας συμμετείχαν 67 είδη πλατυφύλλων ποών (Πίνακας 5). Τα είδη *Anagallis arvensis*, *Cichorium intybus*,

Fumaria officinalis και *Plantago lanceolata* καταγράφηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, με το *Cichorium intybus* να κυριαρχεί μεταξύ των πλατυφύλλων ποών.

Πίνακας 5. Εποχιακή συμμετοχή (%) των πλατυφύλλων ποών στη σύνθεση της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων της ΤΚ Χρυσόχώραφον της ΠΕ Σερρών στη διάρκεια της περιόδου έρευνας. Η έντονη γραφή υποδηλώνει το κυρίαρχο είδος φυτού.
Table 5. Seasonal contribution (%) of broad-leaved forbs in the botanical composition of the wet grasslands' vegetation in the Local Community Chrysochorafa of Serres Prefecture during the study period. Bold writing represents the dominant plant species.

Πλατύφυλλες πόες	Κύκλος ζωής	Οικογένεια	Εποχή				Μέσος όρος
			Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	
<i>Ajuga reptans</i>	[Π] ¹	Lamiaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Anagallis arvensis</i>	[Μ, Δ]	Primulaceae	0,8	0,3	0,4	0,6	0,5
<i>Anagallis tenella</i>	[Π]	Primulaceae	0,2	–	0,1	–	0,1
<i>Anthemis arvensis</i>	[Μ]	Asteraceae	0,6	–	–	–	0,1
<i>Bellis perennis</i>	[Π]	Asteraceae	0,3	–	–	–	0,1
<i>Berteroa obliqua</i>	[Μ, Π]	Brassicaceae	0,4	–	–	–	0,1
<i>Calystegia silvatica</i>	[Π]	Convolvulaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Capsella bursa -pastoris</i>	[Μ, Δ]	Brassicaceae	0,3	–	–	–	0,1
<i>Cardamine hirsuta</i>	[Μ]	Brassicaceae	0,0	–	–	0,3	0,1
<i>Carlina acanthifolia</i>	[Π]	Asteraceae	1,1	–	–	–	0,3
<i>Carlina vulgaris</i>	[Δ]	Asteraceae	0,3	0,1	0,1	–	0,1
<i>Cerastium arvense</i>	[Π]	Caryophyllaceae	1,2	–	–	–	0,3
<i>Cerastium brachypetalum</i>	[Μ]	Caryophyllaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Cichorium intybus</i>	[Δ, Π]	Asteraceae	7,8	6,0	4,8	4,1	5,7
<i>Crepis setosa</i>	[Μ]	Asteraceae	0,7	0,1	–	–	0,2
<i>Daucus muricatus</i>	[Μ]	Apiaceae	0,9	–	–	–	0,2
<i>Erodium cicutarium</i>	[Μ, Δ]	Geraniaceae	0,1	–	0,8	0,1	0,3
<i>Erodium moschatum</i>	[Μ]	Geraniaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Erysimum graecum</i>	[Π]	Brassicaceae	–	–	–	1,7	0,4
<i>Euphorbia helioscopia</i>	[Μ]	Euphorbiaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Fumaria officinalis</i>	[Μ]	Fumariaceae	2,1	0,1	1,2	2,6	1,5
<i>Geranium rotundifolium</i>	[Μ]	Geraniaceae	2,7	–	–	11,6	3,6
<i>Inula hirta</i>	[Π]	Asteraceae	–	–	0,9	–	0,2
<i>Knautia orientalis</i>	[Μ]	Dipsacaceae	–	–	–	0,8	0,2
<i>Leontodon crispus</i>	[Π]	Asteraceae	–	–	–	0,2	0,1
<i>Leontodon tuberosus</i>	[Π]	Asteraceae	1,2	–	–	–	0,3
<i>Lepidium latifolium</i>	[Π]	Brassicaceae	–	–	–	1,6	0,4
<i>Malva sylvestris</i>	[Π]	Malvaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Mentha pulegium</i>	[Π]	Lamiaceae	0,1	0,2	0,2	–	0,1
<i>Oxalis corniculata</i>	[Μ,Π]	Oxalidaceae	–	–	0,7	–	0,2
<i>Plantago amplexicaulis</i>	[Μ]	Plantaginaceae	1,9	–	–	1,9	0,9
<i>Plantago coronopus</i>	[Μ, Δ]	Plantaginaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Plantago lanceolata</i>	[Π]	Plantaginaceae	4,2	0,7	1,7	1,1	1,9
<i>Polygonum aviculare</i>	[Μ]	Polygonaceae	–	–	0,9	–	0,2
<i>Portulaca oleraceae</i>	[Μ]	Portulacaceae	0,1	–	0,4	–	0,1
<i>Potentilla reptans</i>	[Π]	Rosaceae	0,4	1,4	–	2,0	1,0
<i>Prenanthes purpurea</i>	[Π]	Asteraceae	0,3	–	1,0	0,1	0,4
<i>Pulicaria vulgaris</i>	[Μ]	Asteraceae	–	–	–	0,6	0,1

<i>Pulmonaria officinalis</i>	[Π]	Boraginaceae	0,3	–	–	–	0,1
<i>Ranunculus repens</i>	[Π]	Ranunculaceae	0,1	0,1	–	–	0,1
<i>Ranunculus sardous</i>	[M]	Ranunculaceae	0,3	0,3	–	–	0,2
<i>Reichardia picroides</i>	[Π]	Asteraceae	1,0	0,3	–	–	0,3
<i>Reichardia vulgare</i>	[Π]	Asteraceae	–	–	–	0,4	0,1
<i>Rorippa sylvestris</i>	[Π]	Brassicaceae	0,8	–	–	0,1	0,2
<i>Rumex crispus</i>	[Π]	Polygonaceae	0,3	0,1	–	–	0,1
<i>Rumex pulcher</i>	[Π]	Polygonaceae	–	–	0,1	0,6	0,2
<i>Scleranthus perennis</i>	[Π]	Caryophyllaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Sisymbrium altissimum</i>	[M]	Brassicaceae	0,9	–	–	–	0,2
<i>Stellaria palustris</i>	[Π]	Caryophyllaceae	0,7	–	–	0,1	0,2
<i>Taraxacum</i> sp.	[Π]	Asteraceae	–	–	–	0,2	0,1
<i>Verbascum sinuatum</i>	[Δ]	Scrophulariaceae	0,1	–	0,2	–	0,1
<i>Veronica arvensis</i>	[M]	Scrophulariaceae	0,2	–	–	–	0,1
<i>Veronica hederifolia</i>	[M]	Scrophulariaceae	–	–	–	0,7	0,2

Τα είδη *Apium nodiflorum* ([Π], Apiaceae), *Carduus nutans* ([Δ], Asteraceae), *Chrysanthemum morifolium* ([Π], Asteraceae), *Convolvulus arvensis* ([Π], Convolvulaceae), *Diplotaxis muralis* ([M], Brassicaceae), *Myosotis arvensis* ([M], Boraginaceae), *Nigella damascena* ([M], Ranunculaceae), *Origanum vulgare* ([M], Lamiaceae), *Picris sprengeriana* ([M], Asteraceae), *Plantago major* ([Π], Plantaginaceae), *Ruta graveolens* ([Π], Rutaceae), *Silybum marianum* ([M,Δ], Asteraceae), *Tordilium maximum* ([M], Umbeliferae), *Veronica serpyllifolia* ([Π], Scrophulariaceae) επίσης συμμετείχαν στη σύνθεση της βλάστησης σε ποσοστά <0,05%.

¹ [Π] = Πολυετές, [M] = Μονοετές, [Δ] = Διετές, [M, Π] = Μονοετές-Πολυετές, [M, Δ] = Μονοετές-Διετές, [Δ, Π] = Διετές-Πολυετές.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Το ποσοστό (%) κάλυψης της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων στην περιοχή έρευνας ήταν κατά μέσο όρο ιδιαίτερα υψηλό (81,8%), ενώ δεν διαφοροποιήθηκε μεταξύ των εποχών (κυμάνθηκε από 77,4% το χειμώνα έως 86,5% την άνοιξη). Αντίστοιχες έρευνες σε ξηρά ποολίβαδα ξηροθερμικών περιοχών αναφέρουν ποσοστά κάλυψης 43%–68% κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Υιακούλακι κ.α. 2018), ενώ σε περιοδικά πλημμυριζόμενες εκτάσεις της Λίμνης Μικρής Πρέσπας καταγράφηκαν μικρότερα ποσοστά κάλυψης, τα οποία κυμάνθηκαν από 35% έως 65% κατά τη διάρκεια πενταετούς έρευνας (Καζόγλου 2007). Οι υψηλές τιμές κάλυψης, που παρατηρήθηκαν στην παρούσα έρευνα, πιθανόν να οφείλονται στις αυξημένες συνθήκες υγρασίας, που επικρατούν στα υγρά ποολίβαδα της περιοχής ακόμη και κατά τους ξηρούς μήνες του καλοκαιριού, καθώς επίσης και στα διαφορετικά είδη φυτών, που επικρατούν στη σύνθεση της βλάστησής τους. Ειδικότερα, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, η στάθμη των υπόγειων νερών της λίμνης Κερκίνης αυξάνεται και σε συνδυασμό με τις βροχοπτώσεις, που παρατηρήθηκαν κατά το διάστημα αυτό, συνετέλεσαν στην αναβλάστηση της υπάρχουσας βλάστησης. Ωστόσο, παρά το υψηλό ποσοστό κάλυψης των υγρών ποολίβαδων, τα πλώδη φυτά είχαν σχετικά μικρό ύψος (προσωπικές παρατηρήσεις), εξαιτίας της μακροχρόνιας υπερβόσκησης που εφαρμόζεται στην περιοχή (Γιακούλακη κ.α. 2015).

Τα αγρωστώδη αποτελούσαν την κυρίαρχη λειτουργική ομάδα στη βοτανική σύνθεση (%) της βλάστησης των υγρών ποολίβαδων (50,6%) καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου έρευνας, με τα ψυχανθή και τις πλατύφυλλες πόες να συμμετέχουν με χαμηλότερα ποσοστά (26,7% και 22,7%, αντίστοιχα). Επίσης, τα μονοετή φυτά συμμετείχαν στη σύνθεση της λιβαδικής βλάστησης με ποσοστό μεγαλύτερο από 50%. Τα μονοετή είδη εξαιτίας των ιδιαίτερων μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών τους (βάθος και διακλάδωση ριζώματος, μέγεθος φυλλώματος, ωρίμανση σπόρων, διαδικασία πρόσληψης και αποθήκευσης θρεπτικών στοιχείων) (Simova-Stoilova κ.α. 2016) μπορούν και επιβιώνουν σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως αυτές που επικρατούν στα υγρά ποολίβαδα. Σύμφωνα με τους Brotherton και Joyce (2015), οι περιοδικά πλημμυριζόμενες λιβαδικές εκτάσεις υποστηρίζουν την ανάπτυξη ανταγωνιστικών ειδών, ανθεκτικών στην καταπόνηση, με μικρό κύκλο ζωής και υψηλό δυναμικό ανάπτυξης.

Τα είδη *Cynodon dactylon* και *Trifolium repens* αποτελούσαν το μεγαλύτερο ποσοστό (64,1%) στη σύνθεση της βλάστησης, ακολουθούμενα από το *Cichorium intybus* με συμμετοχή σε πολύ μικρότερα

ποσοστά (5,7% κατά μέσο όρο), ενώ τα υπόλοιπα είδη φυτών είχαν ακόμη μικρότερη συμμετοχή. Η επικράτηση του *Cynodon dactylon* και του *Trifolium repens* μπορεί να αποδοθεί στα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους (στόλωνες και ριζώματα), που τους επιτρέπουν να αντέχουν στην υπερβόσκηση (Harlan κ.α. 1970) και να επικρατούν έναντι άλλων ειδών υπερκαλύπτοντας τη συμμετοχή τους στα ποολίβαδα (Ott κ.α. 1990). Για το λόγο αυτό ακόμη και είδη, που είναι χαρακτηριστικά των υγρών ποολίβαδων, όπως *Alopecurus*, *Carex*, *Cyperus*, *Juncus*, *Mentha*, *Myosotis*, *Poa*, *Potentilla*, *Ranunculus*, *Rorippa*, *Rumex*, *Veronica* και *Vicia* (Καζόγλου 2007), στην περιοχή της παρούσας έρευνας βρέθηκαν σε εξαιρετικά μικρά ποσοστά. Βέβαια, η ομοιόμορφη συμμετοχή των ειδών στη βοτανική σύνθεση ενός ποολίβαδου παρατηρείται πολύ σπάνια (Whalley και Hardy 2000), ωστόσο η σύνθεση και η παραγωγικότητα της βλάστησης επηρεάζουν τις λειτουργικές και ανταγωνιστικές σχέσεις μεταξύ των φυτών, που συμμετέχουν σε αυτή (Joyce κ.α. 2016). Η υπερβόσκηση των υγρών ποολίβαδων από διάφορες κατηγορίες αγροτικών ζώων (νεροβούβαλοι, πρόβατα και αίγες) που έχει καταγραφεί στην περιοχή έρευνας (Γιακουλάκη κ.α. 2015), αποτελεί έναν ιδιαίτερα επιβαρυντικό παράγοντα που επηρεάζει τη σύνθεση της βλάστησης, καθώς η συνεχής βόσκηση δεν επιτρέπει σε όλα τα είδη φυτών να αναπτυχθούν πλήρως, με αποτέλεσμα ανταγωνιστικά και ανθεκτικά είδη φυτών, που συμμετέχουν στη βοτανική σύνθεση της βλάστησης να περιορίζουν την εμφάνιση άλλων λιγότερο ανθεκτικών φυτών.

Συμπερασματικά, η βοτανική σύνθεση των υγρών ποολίβαδων της Λίμνης Κερκίνης επηρεάζεται από τις επικρατούσες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών και τη μακρόχρονη υπερβόσκησης. Τα αποτελέσματα αυτά αναμένεται να βοηθήσουν στην ορθολογικότερη χρήση των υγρών ποολίβαδων στην περιοχή της Λίμνης Κερκίνης, κυρίως από τους εκτροφείς αγροτικών ζώων, που χρησιμοποιούν τις εκτάσεις αυτές για τη βόσκηση των ζώων τους.

Ευχαριστίες

Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από την Επιτροπή Ερευνών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Αριθμός έργου 92868). Οι συγγραφείς επιθυμούν να ευχαριστήσουν τον κ. Ιωάννη Μούτα, για τη συμβολή του στην πραγματοποίηση των μετρήσεων και το Διατελέσαντα Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Α.Π.Θ. κ. Κωνσταντίνο Παπανικολάου, για την αναγνώριση των ειδών φυτών της λιβαδικής βλάστησης.

Abstract

The seasonal variation of the cover and botanical composition (%) of wet grasslands vegetation was studied in the area of the Lake Kerkini, Serres Prefecture during May 2015-April 2016. The plant species that participated in the botanical composition of the wet grasslands were categorized into three functional groups (grasses, legumes, and broad-leaved forbs). It was found that the cover of the wet grasslands' vegetation ranged from 77.4% in winter to 86.5% in spring, while 90 plant species participated in the botanical composition of the vegetation (67 broad-leaved forbs, 20 grasses, and 3 legumes). Grasses dominated in the botanical composition (%) of the vegetation with a percentage of 50.6%, followed by legumes (26.7%), and broad-leaved forbs (22.7%). *Cynodon dactylon*, *Trifolium repens*, and *Cichorium intybus* were the dominant plant species of grasses, legumes, and broad-leaved forbs, respectively.

Βιβλιογραφία

Allen, V.G., Batello, C., Berretta, E.J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., McIvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A. and Sanderson, M., 2011. The Forage and Grazing Terminology Committee. 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. Grass Forage Sci. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>

Blondel, J., 2003. Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos*, 100: 223-231.

Bonham, C.D., 2013. Measurements for terrestrial vegetation. Wiley-Blackwell Publications, pp. 254.

Brotherton, S.J. and Joyce, C.B., 2015. Extreme climate events and wet grasslands: plant traits for ecological resilience. *Hydrobiologia*, 750: 229–243. doi: 10.1007/s10750-014-2129-5

Cook, W. and Stubbendieck, J., 1986. Range research. Basic problems and techniques. Society of Range Management, Denver Co, U.S.A.

Γιακουλάκη, Μ., Τσιομπάνη, Ε., Ευαγγέλου, Χ. και Χασάναγας, Ν., 2015. Λιβάδια σε κίνδυνο από υπερβόσκηση: η περίπτωση της Λίμνης Κερκίνης. 17ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. 4-7 Οκτωβρίου, Κεφαλλονιά.

Harlan, J.R. and de Wet, J.M.J., Huffine, W.W. and Deakin, J.R., 1970. A guide to the species of *Cynodon* (Gramineae). Bulletin of the Agricultural Experiment Station Oklahoma State University B 673, pp. 37.

Ιδιωτικός Μετεωρολογικός Σταθμός, Χρυσοχώραφα Σερρών, 2016. Ηλεκτρονική διεύθυνση <http://xrysochorafa.meteoclub.gr/>

Joyce, C.B., Simpson, M. and Casanova, M., 2016. Future wet grasslands: ecological implications of climate change. *Ecosyst. Health Sustain.* 2: e01240. <https://doi.org/10.1002/ehs2.1240>

Καζόγλου, Ι.Ε., 2007. Επιδράσεις της βόσκησης βούβαλων στα υγρά ποολίβαδα του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη. Σελ. 254.

Keddy, P.A., 2010. *Wetland ecology: principles and conservation* (2nd Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 548.

Simova-Stoilova, L., Vassileva, V. and Feller, U., 2016. Selection and Breeding of Suitable Crop Genotypes for Drought and Heat Periods in a Changing Climate: Which Morphological and Physiological Properties Should Be Considered? *Agriculture* 2016, 6, 26; doi:10.3390/agriculture6020026

Mehta, C.R and Patel, N.R., 1996. *SPSS Exact Tests 7.0 for Windows*. Chicago, SPSS Inc. pp xiii, 220.

Moen, J., Andersen, R. and Illius, A., 2006. Living in a seasonal environment. Στο: *Large herbivore ecology ecosystem dynamics and conservation* by Duncan, P., Danell, K., Bergstrom, R., Pastor J. (Εκδ.), pp. 50-70. Cambridge University Press.

Orr, R.J., Parsons, A.J., Penning, P.D. and Treacher, T.T., 1990. Sward composition, animal performance and the potential production of grass/white clover swards continuously stocked with sheep. *Grass Forage Sci.* 45: 325-336.

Παπαναστάσης, Β. και Ισπικούδης, Β., 2012. Οικολογία λιβαδικών βοσκοτόπων, 1η Έκδοση, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα. Σελ. 325.

Provenza, F.D., Villalba, J.J., Dziba, L.E., Atwood, S.B. and Banner, R.E., 2003. Linking herbivore experience, varied diets and plant biochemical diversity. *Small Ruminant Res.* 49: 257-274.

SPSS v. 25, 2017. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0*. Armonk, NY: IBM Corporation.

Strid, A., 1986. *Mountain Flora of Greece. Vol.1*. Cambridge University Press, pp. 819.

Strid, A. and Tan, K., 1991. *Mountain Flora of Greece. Vol. 2*. Edinburgh University Press, pp. 974.

Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. and Webb, D.A. (Eds.) 1964-1980. *Flora Europaea*, Cambridge University Press, Τόμος 1-5.

Van der Valk, A., 2006, *The Biology of Freshwater Wetlands. Biology of Habitats*. Oxford University Press, pp.186.

Verhoeven, J.T.A., Beltman, B., Whigham, D.F. and Bobbink, R., 2006. Wetland functioning in a changing world: Implications for natural resources Managements. Στο *Wetlands and natural resource management. Ecological Studies* των Verhoeven, J.T.A., Beltman, B., Bobbink, R., Whigham, D.F. (Eds.), pp. 1-12. Τόμος 190, Analysis and Synthesis, Springer Books.

Whalley, R.D.B and Hardy, M.B., 2000. Measuring botanical composition of grasslands. Στο *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research* των 'T Mannelje, L., Jones, R.M. (Eds.), pp. 67-102. CAB International Publishing.

Yiakoulaki, M.D., Hasanagas, N.D., Michelaki, E., Tsiobani, E.T. and Antoniou, I.E., 2018. Social network analysis of sheep grazing different plant functional groups, *Grass Forage Sci.* doi:10.1111/gfs.12398, 2018.

Zar, J., 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice-Hall International, Inc. pp. 947.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ

Καμπάση, Αικατερίνη¹; Μαρτίνης, Αριστοτέλης¹; Μινώτου, Χαρίκλεια²

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, 29100 Ζάκυνθος, kkabassi@ionio.gr, amartinis@ionio.gr

²ΔΙΩ, Οργανισμός Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων, charmini@otenet.gr

Περίληψη

Οι ελαιώνες και η καλλιέργειά τους χιλιάδες χρόνια τώρα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην οικονομική, θρησκευτική, κοινωνική, πολιτιστική αλλά ακόμη και την πολιτική ζωή των λαών που στο διάβα του χρόνου έζησαν και ζούνε στις χώρες της Μεσογείου. Μέσα στους ελαιώνες αυτούς απαντώνται σήμερα ελαιόδεντρα υψηλής φυσικής, οικολογικής, αισθητικής και πολιτιστικής αξίας, που το μέγεθος, η εξωτερική επιφάνεια, τα εσωτερικά κοιλώματα και το γενικό ανάγλυφο των κορμών τους παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη αισθητική και κρύβουν μέσα τους την ιστορία και τον πολιτισμό του κάθε τόπου. Η ηλικία των δέντρων αυτών, σε πολλές περιπτώσεις, ενδέχεται να ξεπερνάει τη χιλιετία. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός ενός εργαλείου που μπορεί να εκτιμήσει την αξία ενός υπεραιώνιου ελαιόδεντρου με βάση τα μορφομετρικά και άυλα χαρακτηριστικά του. Χρησιμοποιήθηκε η πολυκριτήρια μέθοδος για το συνδυασμό των διαφορετικών κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση των μνημειακών ελαιόδεντρων και την εκτίμηση της τελικής τιμής για κάθε δέντρο.

Λέξεις κλειδιά: υπεραιώνια ελαιόδεντρα, αξιολόγηση, πολυκριτήρια θεωρία λήψης αποφάσεων.

Εισαγωγή

Οι αιωνόβιοι ελαιώνες που απαντώνται κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου, θεωρούνται αγροοικοσυστήματα υψηλής φυσικής αξίας και μάλιστα ανήκουν στον τύπο Β των ΗΝVΦ. Πρόκειται για εκτατικές καλλιέργειες (περίπου 50 - 70 φυτά/εκτάριο), οι οποίες αποτελούν στοιχεία ενός μωσαϊκού, από ημι-φυσικές και καλλιεργούμενες περιοχές, με τη συνύπαρξη πολλών ειδών μεσογειακής βιοποικιλότητας. Παράλληλα, διαμορφώνουν και το ιδιαίτερο μεσογειακό τοπίο με τις ιδιαίτερης οικολογικής σημασίας ξερολιθιές, οι οποίες αποτελούν πλέον μνημείο άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς και προστατεύονται από την UNESCO. Μέσα στους ελαιώνες αυτούς απαντώνται σήμερα Ελαιόδεντρα που η όλη μορφή και εμφάνισή τους υποδηλώνει μια απροσδιόριστη διάρκεια μακρόχρονη ζωή, η οποία πρέπει να προσμετράται σε χιλιετηρίδες. Πρόκειται για δένδρα που το μέγεθος, η εξωτερική επιφάνεια, τα εσωτερικά κοιλώματα και το γενικό ανάγλυφο των κορμών τους παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη αισθητική και απεικονίζουν παραστατικά την πολυκύμαντη πορεία της ζωής των δένδρων στο πέρασμα του χρόνου. Πολλά από τα δένδρα αυτά, ανεξάρτητα από την ηλικία τους, έχουν συνδέσει την παρουσία τους με την Μυθολογία, την Ιστορία, την Θρησκεία, τις Παραδόσεις και τον Πολιτισμό των τοπικών κοινωνιών (Zapponi κ.α. 2017). Τα ελαιόδεντρα αυτά επομένως μπορούν να θεωρηθούν σαν μνημεία κοινής προσπάθειας της φύσης και του ανθρώπου και δίκαια πρέπει να χαρακτηριστούν «μνημειακά» και να τύχουν προστασίας, ανάδειξης και αξιοποίησης σαν πολύτιμα στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς (Ritchie κ.α. 2021).

Οι αιωνόβιοι ελαιώνες φιλοξενούν πολλά είδη γλωρίδας και πανίδας υψηλού ενδιαφέροντος και ευνοούν και ενισχύουν τη βιοποικιλότητα, προσφέροντας κατάλληλους βιοτόπους για τις οικολογικές διεργασίες πολλών ειδών.

Η έννοια του μνημείου (συμπεριλαμβανομένου και του μνημειακού τόπου) είναι ένα αντικείμενο που συντηρεί τη συλλογική μνήμη. Φέρνει στη θύμηση των ανθρώπων κάτι (π.χ. γεγονός) που έλαβε χώρα στο παρελθόν και δεν αποκλείεται να συνεχίζονται οι επιδράσεις του μέχρι σήμερα. Το μνημείο είναι λοιπόν κάτι βασικό για τη συνέχεια μιας κοινωνίας στο χρόνο και στο χώρο (UNESCO 1972).

Μια ελιά πρέπει να πληροί ορισμένα κριτήρια για να θεωρηθεί μνημειακή. Τα μνημειακά ελαιόδεντρα μπορούν να καταταχθούν σε διάφορους τύπους, ανάλογα με τα ειδικά χαρακτηριστικά τα

οποία τους προσδίδουν κάποιου είδους μνημειακό χαρακτήρα (Michelakis 1999, Μιχελάκης 2000, Michelakis 2007).

Τα αιωνόβια δέντρα συνδέονται με τα πολιτιστικά χαρακτηριστικά του τόπου και με το τοπίο, το είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης φύσης και ανθρώπινων δραστηριοτήτων, σε συνδυασμό με το οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον (Doğru Koca, 2014, Mancomunidad Taula del Senia 2018). Η μακροζωΐα και η ικανότητά τους να συνεχίζουν να παράγουν καρπό αιώνες μετά τη φύτευσή τους, αποδεικνύει ότι τα αιωνόβια ελαιόδεντρα ταιριάζουν απόλυτα στο περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσονται, έχοντας μεγάλη αντοχή στις δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες και συνιστούν την τέλεια απάντηση στις κλιματικές μεταβολές.

Υλικά και Μέθοδοι

Η αξιολόγηση των υλικών και άυλων αξιών των υπεραιωνόβιων ελαιόδεντρων περιλαμβάνει πολλά κριτήρια και οι πλέον κατάλληλες μέθοδοι που μπορούν καλύτερα να μοντελοποιήσουν τον κόσμο γύρω μας είναι οι θεωρίες λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (Multiple Criteria Decision Making) (Zhang 2013).

Τα χαρακτηριστικά που μπορούν να ληφθούν υπόψη για μια περιγραφή, κατάταξη και αξιολόγηση μνημειακών ελαιόδεντρων, μπορούν να διακριθούν σε μορφολογικά και πολιτισμικά ή άυλα. Στα μορφολογικά περιλαμβάνεται η περίμετρος, το ανάγλυφο του κορμού, το μέγεθος, το σχήμα της εσωτερικής κοιλότητας, η ηλικία, το ύψος κ.ά. Στα πολιτισμικά περιλαμβάνονται εκείνα τα οποία συνδέουν την παρουσία και τη ζωή του δέντρου με τη μυθολογία, την ιστορία, την παράδοση, τη θρησκεία και γενικά τον πολιτισμό του τόπου.

Στην παρούσα εργασία, η οποία αφορά στην αξιολόγηση των υπεραιωνόβιων ελαιόδεντρων και των ελαιώνων από την ανάλυση της βιβλιογραφίας και την εκτίμηση των τοπικών στοιχείων αποφασίστηκε ότι τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν κατατάσσονται στις δύο βασικές κατηγορίες (σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία), τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά που αποτυπώνουν την άυλη αξία των ελαιόδεντρων/ελαιώνων (σχήμα. 1). Κάθε μια από αυτές τις δύο κατηγορίες αναλύεται περαιτέρω σε επιμέρους κριτήρια, τα οποία είναι τα παρακάτω. $\mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4 \mu_5 \mu_6 \alpha_1 \alpha_2$

$\alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6 \alpha_7$

Κριτήρια

Τα κριτήρια αξιολόγησης είναι:

A. Μορφομετρικά- μ : Περίμετρος- μ_1 , Περίμετρος στη βάση- μ_2 , Ύψος- μ_3 , Σηλαιώση- μ_4 , Ανάγλυφο- μ_5 , Στρεβλότητα- μ_6

B. Άυλης αξίας- α : Πολιτιστική αξία- α_1 , Ιστορική αξία- α_2 , Εκπαιδευτική αξία- α_3 , Επιστημονική αξία- α_4 , Αισθητική αξία- α_5 , Τουριστική αξία- α_6 , Τοπίο- α_7

Οι τιμές για τα κριτήρια της κατηγορίας A προκύπτουν από τις μετρήσεις που γίνονται στα ίδια τα δέντρα. Από την άλλη πλευρά τα κριτήρια της κατηγορίας B λαμβάνουν τις τιμές τους μετά από μελέτη της περιοχής καθώς και της βιβλιογραφίας που συνδέεται με αυτή. Οι τιμές που λαμβάνουν αυτά τα κριτήρια ανήκουν την πεντάβαθμη κλίμακα Likert.

Σχήμα 1: Τα κριτήρια για την αξιολόγηση του Ελαιόδεντρου
Figure 1: The criteria for the evaluation of the Olive Tree

Τα κριτήρια αυτά δεν έχουν την ίδια βαρύτητα όμως στην αξιολόγηση ενός ελαιόδεντρου. Προκειμένου να υπολογίσουμε τη βαρύτητα των διαφορετικών κριτηρίων στην διαδικασία αξιολόγησης ενός ελαιόδεντρου και να συνδυάσουμε τις τιμές των κριτηρίων προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία αξιολόγησης χρησιμοποιούμε ένα πολυκριτήριο μοντέλο λήψης αποφάσεων.

Όπως υποστηρίζει ο Vincke (1992), ένα πολυ-κριτήριο πρόβλημα απόφασης είναι μια κατάσταση, στην οποία έχοντας ορίσει ένα σύνολο A από εναλλακτικές και μια σταθερή ομάδα F από n κριτήρια

g_1, g_2, \dots, g_n ($n \geq 3$) στο A , κάποιος επιθυμεί να κατατάξει τις εναλλακτικές του A από την καλύτερη στην χειρότερη και να ορίσει ένα υποσύνολο από ενέργειες που θεωρούνται καλύτερες ως προς το F . Στην προκειμένη περίπτωση το πολυκριτήριο πρόβλημα είναι να αξιολογηθούν τα ελαιόδεντρα και να ταξινομηθούν με βάση την αξία τους.

Για την επίλυση του συγκεκριμένου πολυκριτηρίου προβλήματος στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται μία από τις πιο γνωστές και ευρέως χρησιμοποιούμενες θεωρίες, η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία ή Διαδικασία Αναλυτική Ιεράρχησης (Analytical Hierarchy Process – AHP). Βασικό πλεονέκτημα της θεωρίας είναι ότι δίνει όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για τη σωστή περιγραφή του προβλήματος (Carleton-Hug 2000). Συγκεκριμένα, επιτρέπει τον προσδιορισμό των σχέσεων και αλληλεπιδράσεων των επιμέρους στοιχείων και σαφή τρόπο για τον προσδιορισμό του στόχου. Το βασικότερο όμως πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου έναντι των υπολοίπων ότι έχει τη δυνατότητα να κάνει συγκρίσεις βάσει ενός καλώς ορισμένου στόχου.

Κατά την εφαρμογή του πολυκριτηρίου μοντέλου αξιολόγησης ελαιόδεντρων, για τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων, τα βήματα είναι τα παρακάτω:

Βήμα 1: Ανάπτυξη της ιεραρχίας του προβλήματος-στόχου. Η θεωρία υποστηρίζει ότι η έκφραση ενός προβλήματος γίνεται σε σχηματική αναπαράσταση όπου στην κορυφή του δέντρου φαίνεται ο στόχος του προβλήματος που πρέπει να λυθεί και στη συνέχεια, στο δεύτερο επίπεδο φαίνονται τα

κριτήρια, τα οποία μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω σε ένα, δύο ή περισσότερα επίπεδα. Τέλος, στη σχηματική αναπαράσταση φαίνονται οι εναλλακτικές που πρέπει να αξιολογηθούν.

Βήμα 2: Ορισμός του πίνακα σύγκρισης των κριτηρίων Σε αυτό το βήμα κτίζεται ένας πίνακας σύγκρισης των κριτηρίων όπου όλα τα κριτήρια συγκρίνονται μεταξύ τους ανά δύο. Βασικά δημιουργείται ένας πίνακας για τα κριτήρια του πρώτου επιπέδου (π.χ. πίν. 1) και ένα πίνακας για κάθε κατηγορία υπο-κριτηρίων, αν υπάρχουν.

Βήμα 3: Ορισμός ομάδας αποφασιζόντων για τα βάρη των κριτηρίων. Στην προκειμένη περίπτωση, η ομάδα από αποφασίζοντες αποτελείται από 16 άτομα τα οποία είχαν εμπειρία σε μνημεία της φύσης και μνημειακά ελαιόδεντρο, δασολόγοι, περιβαλλοντολόγοι, γεωπόνοι, μελετητές, αγρότες με αγροτουριστικές και οικοτουριστικές υποδομές. Δύο εξ αυτών είχαν εμπειρία στις πολυκριτήριες θεωρίες λήψης αποφάσεων.

Βήμα 4: Συγκρίσεις των κριτηρίων ανά δύο. Σε αυτό το βήμα συμπληρώνονται οι πίνακες του βήματος 2 και η τελική τιμή του κάθε κελιού προκύπτει ως ο γεωμετρικός μέσος των επιμέρους τιμών (πίν. 2).

Πίνακας 1. Οι γεωμετρικοί μέσοι των 16 αποφασιζόντων για τη σύγκριση του πρώτου επιπέδου
Table 1. The geometric means of the 16 decision makers for the comparison of the first level

Κριτήρια	μ	α
μ	1	4,23
α	0,24	1

Πίνακας 2. Οι γεωμετρικοί μέσοι των 16 αποφασιζόντων για τη σύγκριση των υπο-κριτηρίων του κριτηρίου Μορφολογία
Table 2. The geometric means of the 16 decision makers for the comparison of the sub-criteria of the Morphology criterion

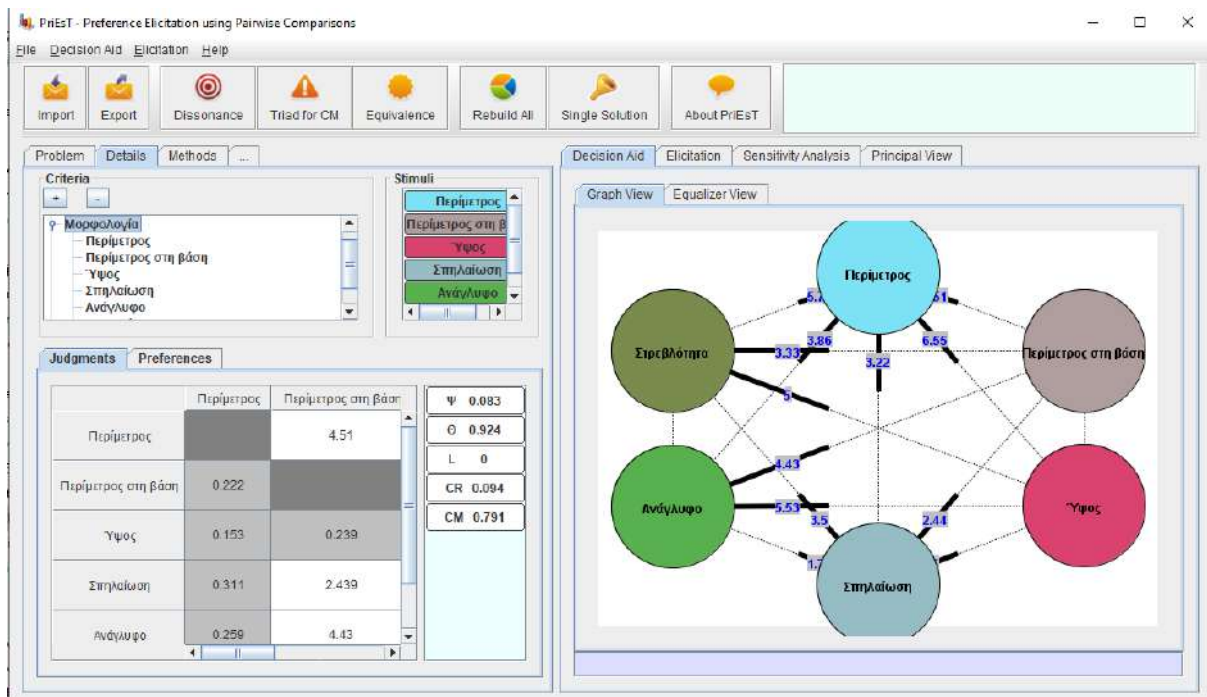
Κριτήρια	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6
μ_1	1	4,51	6,55	3,22	3,86	5,74
μ_2	0,22	1	4,18	0,41	0,23	0,3
μ_3	0,15	0,24	1	0,2	0,18	0,2
μ_4	0,31	2,43	5,08	1	1,74	3,5
μ_5	0,26	4,43	5,53	0,57	1	2,34
μ_6	0,17	3,38	4,96	0,29	0,43	1

Πίνακας 3. Οι γεωμετρικοί μέσοι των 16 αποφασιζόντων για τη σύγκριση των υπο-κριτηρίων του κριτηρίου "Άυλη αξία"
Table 3. The geometric means of the 16 decision-makers for the comparison of the sub-criteria of the criterion "Intangible value"

Κριτήρια	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7
α_1	1	1,42	4,15	3,34	1,99	5,01	1,6
α_2	0,7	1	3,23	2,18	1,27	4,55	2,62
α_3	0,24	0,31	1	0,36	0,69	2,33	0,95
α_4	0,3	0,46	2,78	1	1,13	1,55	1,23
α_5	0,45	0,76	1,44	0,88	1	2,34	1,2
α_6	0,2	0,22	0,43	0,64	0,43	1	0,62
α_7	0,63	0,38	1,05	0,82	0,83	1,62	1

Βήμα 5: Υπολογισμός των βαρών των κριτηρίων. Στη συνέχεια τα στοιχεία αυτά εισήχθησαν στο ελεύθερο λογισμικό Priority Estimation Tool (PriEst)¹¹ που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της μεθόδου AHP και τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων (σχήμα. 2). Η εξαγωγή των βαρών των κριτηρίων φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

¹¹ Δωρεάν Λογισμικό από <https://sourceforge.net/projects/priority/files/PriEst-M/>



Σχήμα 2. Η οθόνη του PriEst
Figure 2. The PriEst screen

Από τη διαδικασία αυτή προέκυψαν τα βάρη των κριτηρίων ως ακολούθως: $w_{\mu} = 0,809$, $w_{\alpha} = 0,191$
 $w_{\mu_1} = 0,43$, $w_{\mu_2} = 0,065$, $w_{\mu_3} = 0,03$, $w_{\mu_4} = 0,202$, $w_{\mu_5} = 0,172$, $w_{\mu_6} = 0,101$, $w_{a_1} = 0,282$,
 $w_{a_2} = 0,231$, $w_{a_3} = 0,079$, $w_{a_4} = 0,121$, $w_{a_5} = 0,13$, $w_{a_6} = 0,055$, $w_{a_7} = 0,103$

Από ότι φαίνεται η μορφολογία είναι πολύ πιο σημαντική από την άυλη αξία. Όσον αφορά στα επιμέρους χαρακτηριστικά της μορφολογίας το πιο σημαντικό κριτήριο είναι η περίμετρος με βάρος κριτηρίου 0,43 ενώ ακολουθούν η σπηλαιώση και το ανάγλυφο. Μικρότερη βαρύτητα φαίνεται να παίζει το ύψος καθώς και η περίμετρος στη βάση. Όσον αφορά στα υπο-κριτήρια της άυλης αξίας, το πιο σημαντικό κριτήριο είναι η πολιτιστική και η ιστορική αξία που έχουν τα ελαιόδεντρα. Ακολουθεί η επιστημονική αξία και το τοπίο ενώ μικρότερης βαρύτητας φαίνεται να είναι η τουριστική και εκπαιδευτική αξία, παρότι δεν πρέπει να παραβλεφθούν.

Ταξινόμηση Ελαιόδεντρων

Προκειμένου να συνδυαστούν τα κριτήρια και να προκύψει μια ταξινόμηση των δέντρων που αξιολογούνται χρησιμοποιούμε το Απλό Σταθμιζόμενο Αθροιστικό μοντέλο (Simple Additive Weighting - ΑΣΑ) (Fishburn 1967, Hwang και Yoon 1981). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο η τιμή της πολυκριτηρίας συνάρτησης υπολογίζεται ως ένας γραμμικός συνδυασμός των κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη. Η μέθοδος του Απλού Σταθμισμένου Αθροίσματος (ΑΣΑ) είναι πιθανότατα η πιο γνωστή και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος και μεταφράζει ένα πρόβλημα απόφασης στη βελτιστοποίηση μιας συνάρτησης U που ορίζεται στο A . Ο λήπτης αποφάσεων υπολογίζει τη συνάρτηση $U(X_j)$ για κάθε εναλλακτική περίπτωση X_j και επιλέγει αυτή με τη μεγαλύτερη τιμή. Η συνάρτηση U υπολογίζεται ως ένας γραμμικός συνδυασμός των κριτηρίων και δίδεται από τον παρακάτω τύπο:

$$U(X_j) = w_{\mu} \sum_{i=1}^6 w_{\mu_i} \mu_{ij} + w_{\alpha} \sum_{i=1}^7 w_{\alpha_i} \alpha_{ij} ,$$

όπου X_j είναι μια εναλλακτική και α_{ij} είναι η τιμή του κριτηρίου α_i για την εναλλακτική X_j . Η θεωρία όμως αυτή δεν έχει ένα προκαθορισμένο τρόπο ορισμού των βαρών των κριτηρίων. Σαν μελέτη περίπτωσης χρησιμοποιούμε τα δέντρα σε μια περιοχή στο Κερί της Ζακύνθου. Έχουν επιλεγεί τα δέντρα που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Οι τιμές των κριτηρίων για τα ελαιόδεντρα που αξιολογούνται
Table 4. The values of the criteria for the olive trees that are evaluated

KD	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7
KER_1	6,5	9	7,5	1	3	3	2	1	2	2	2	3	3
KER_2	14	20,4	9	3	3	3	2	3	2	4	3	2	2
KER_3	6,3	8,2	7	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2
KER_4	6,3	8,4	7	3	3	3	1	1	2	2	2	2	2
KER_5	6,9	9,2	6,3	4	5	5	1	2	2	2	2	2	2
KER_6	6,2	8,5	6	2	4	3	1	1	2	2	2	1	2
KERI_7	5,8	7,8	5,5	2	3	3	1	1	2	2	2	2	2
KER_8	8,8	11	9	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2
KER_9	6	8,3	9	3	5	4	1	1	2	2	1	2	2
KER_10	5,8	9	8,1	5	4	3	2	1	2	2	2	1	3
KERI_11	6	8,3	8	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
KERI_12	5,5	8	7,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
KERI_13	6,1	8,6	7,8	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2
KERI_14	6,1	8,7	6,5	1	3	3	1	1	1	2	2	2	2
KERI_15	6,1	8,7	6,5	1	3	3	1	1	1	2	1	1	1
KERI_16	5,5	6,6	6,5	2	3	5	1	1	1	2	1	1	1
KERI_17	5,5	6,5	5	2	3	3	1	1	1	2	1	1	1
KERI_18	6	9	7,5	1	3	3	2	1	2	2	2	3	3

Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία του πίνακα 4 και εφαρμόζοντας τον μαθηματικό τύπο (1) προκύπτει η τιμή $U(X_j)$ για κάθε ελαιόδεντρο. Το ελαιόδεντρο που έχει μεγαλύτερη τιμή στο $U(X_j)$ είναι αυτό που θεωρείται ότι έχει μεγαλύτερη οικοτουριστική αξία και αξίζει η προώθησή του. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα ελαιόδεντρα, οι τιμές της $U(X_j)$ και η σειρά κατάταξης κάθε ελαιόδεντρου.

Πίνακας 5. Οι τιμές των ελαιόδεντρων εφαρμόζοντας AHP-ΑΣΑ και η σειρά ταξινόμησης
Table 5. The prices of olive trees applying AHP-ASA and the order of classification

KD	$U(X_j)$	Ranking
KER_1	4,11	10
KER_2	7,81	1
KER_3	4,55	6
KER_4	4,24	8
KER_5	5,12	3
KER_6	4,15	9
KERI_7	3,84	13
KER_8	5,30	2
KER_9	4,51	7
KER_10	4,65	4
KERI_11	4,09	11
KERI_12	3,67	17
KERI_13	4,60	5
KERI_14	3,83	14
KERI_15	3,78	16
KERI_16	3,79	15
KERI_17	3,58	18
KERI_18	3,94	12

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα μνημειακά ελαιόδεντρα διακρίνονται για τις διαστάσεις, την ηλικία, τις κοιλότητες των κορμών, τα συγκεκριμένα σχήματα κορμών, την πλούσια βιοποικιλότητα στις κοιλότητες των κορμών και συνδέονται με ιστορικές αναμνήσεις, πολιτιστικές δραστηριότητες, παραδόσεις και θρησκευτικές εκδηλώσεις κάθε περιοχής. Σύμφωνα με το έργο του Tsaroucha (2011), η αξιολόγηση και η ταξινόμηση ενός μνημειακού δέντρου αφορά την επιστημονική κοινότητα και έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των τοπικών κοινοτήτων (Asciuto κ.α. 2015).

Σύμφωνα με την έγγραση της Livia Zapponi (2017), τα αρχαία δέντρα, ιστορικά διατηρημένα για την αισθητική τους αξία, αναγνωρίζονται σήμερα ως βασικοί πόροι που συμβάλλουν στην προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας. Έχουν χρησιμοποιηθεί πολλά ονόματα για την ταυτοποίησή τους, όπως πρωταθλητές ή δέντρα κληρονομιάς (Orłowski και Nowak 2007), μεγάλα παλιά δέντρα (Lindenmayer κ.α. 2012) ή αρχαία δέντρα.

Με την παρούσα ερευνητική εργασία που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου "BIOMNHMES" (Biomemories) δεν είναι μόνο σημαντική για την καταγραφή αυτού του μοναδικού περιβαλλοντικού και πολιτιστικού θησαυρού, του αναμνηστικού πλούτου του Ιονίου, αλλά και επειδή αναδύεται η ανάγκη προστασίας και διατήρησης των μνημειακών ελαιόδεντρων, όχι μόνο σε εθνικό επίπεδο, αλλά στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου (Zapponi κ.α. 2017).

Στόχος είναι να προσδιοριστούν κατ' αρχήν τα κατάλληλα κριτήρια, βάσει των οποίων θα αξιολογούνται τα υπεραιώνια ελαιόδεντρα και θα διαμορφώνεται μια διαδικασία για την αξιολόγηση της αξίας του κάθε δέντρου.

Παρουσιάζεται η εφαρμογή πολυκριτηρίων θεωριών λήψης αποφάσεων για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής και πολιτιστικής αξίας κάθε αρχαίου ελαιόδεντρου. Αρχικά ορίζονται τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των ελαιόδεντρων και έχει επιλεγεί η AHP για να υπολογιστούν τα βάρη αυτών των κριτηρίων λαμβάνοντας υπόψη μια μελέτη με τη συμμετοχή 16 εμπειρών αποφασίζοντων. Η καταλληλότητα της AHP επιβεβαιώνεται και για τις περιπτώσεις που ο αποφασίζων δεν είναι μόνο ένας αλλά είναι μια ομάδα ανθρώπων διαφορετικών ειδικοτήτων. Μέσα από τη λήψη αποφάσεων και την επίλυση προβλημάτων εντοπίζονται οι παράγοντες που απαιτούν προσοχή, θέτονται στόχοι, σχεδιάζονται οι εναλλακτικές στρατηγικές-αποφάσεις, γίνεται η επιλογή των καλύτερων εναλλακτικών και προβλέπονται τα αποτελέσματα αυτών. Βασικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης θεωρίας είναι ότι βασίζεται αποκλειστικά στις δυαδικές συγκρίσεις, οι οποίες παρέχουν, μέσα από την κλίμακα του Saaty, και το μετρήσιμο αποτέλεσμα.

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται το μοντέλο ΑΣΑ για να συνδυαστούν οι τιμές των κριτηρίων και να ληφθεί μια τιμή για κάθε ελαιόδεντρο. Η χρήση το ΑΣΑ είναι αρκετά απλή και μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα και για ένα μεγάλο αριθμό ελαιόδεντρων ενώ η εφαρμογή όλων των σταδίων της AHP θα ήταν πολύ χρονοβόρα αν χρειαζόταν να γίνει αξιολόγηση ενός μεγάλου αριθμού ελαιόδεντρων.

Το μοντέλο εφαρμόστηκε σε υπεραιώνια ελαιόδεντρα στην ημι-ορεινή Ζάκυνθο (Κερί), μεγάλων διαστάσεων, με μορφομετρικά χαρακτηριστικά που έλκουν το βλέμμα του επισκέπτη, ενώ χαρακτηρίζονται παράλληλα από πλούσια φυσική και πολιτιστική κληρονομιά (πίν. 5).

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα BIO_MNHMES: Οι ΜΝΗΜμειακοί ΕλαιώνεςΣ και ελαιόδεντρα: Καταγραφή, Αποτύπωση, Χρονολόγηση και Ανάδειξή τους ως υψηλής αξίας οικοσυστήματα.» με κωδικό ΟΠΣ (MIS) 5034829.

Abstract

The olive groves and their cultivation played over time a significant role in social, cultural, economic and religious level. At the same time, olive groves influence the (professional) life of local societies in the Mediterranean area. Among the olive groves we can find perennial olive trees with high natural, ecological, aesthetic and cultural value. These monumental olive trees have amazing shapes, huge dimension, the outer surface of the trunk is embossed and shows the age of each tree, while most of them also have intense cavitations, present a special aesthetic for the observer and hide inside the history and culture of each place. The age of these trees, in many cases, exceeds a millennium. The aim of this paper is to implement a tool which could estimate the value of the monumental olive trees based on morphometric and intangible characteristics of each tree. A multi-criteria method was used to combine

the different criteria and characteristics in order to evaluate and rate the monumental olive trees in a scale up base.

Βιβλιογραφία

Asciuto A, Borsellino V, D'Acquisto M, Di Franco C.P, Di Gesaro M. and Schimmenti E., 2015. Monumental trees and their existence value: Case study of an Italian natural park. *J. For. Sci.*, Volume 61, Issue 2, Pages 56 – 61.

Carleton-Hug A. and Hug J.W., 2010. Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs. *Evaluation and Program Planning*, 33, 159-164.

Doğru Koca, A., 2014. Monumental Trees in Akçakoca (Düzce, Turkey): Utilities of Natural Resources for Ecotourism, *Hacettepe J. Biol. and Chem.*, 2014, 42 (3), 421-4

Fishburn, P.C., 1967. Additive Utilities with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignments, *Operations Research*.

Hwang CL and Yoon K., 1982, 1985. Multiple attribute decision making: Methods and applications. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 1981; 186.

Mancomuniat, T.S., 2018. The Agricultural System Ancient Olive Trees Territorio Snia, Spain, <http://www.fao.org/3/CA3148EN/ca3148en.pdf>.

Michelakis, N., 1999. Monumental olive trees. Protection and exploitation. Kamilakis P. and Karapidakis L. (ed.). *Olive and Olive Oil from Antiquity to the Present*, Proceedings of the International Conference 1-2 October 1999, Megaron Academy of Athens, 2003b, pp. 321-330. Athens: Hellenic Folklore Research Center of the Academy of Athens.

Michelakis, N Kamilakis P. and Orłowski, G and Nowak L., 2007. Monumental olive trees. Protection and exploitation. The importance of marginal habitats for the conservation of old trees in agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 79: 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.03.005>.

Ritchie, M., Szuster, B. and Kaufman, A., 2021. Establishing consensus criteria for determining heritage tree status, *Arboricultural Journal*, DOI: 10.1080/03071375.2020.1814655

Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.

Tsaroucha, E., 2011. Analysis and evaluation of the landscape of ancient olive groves in the Mediterranean. Protecting, preserving and promoting them as protected areas, Postgraduate Thesis, 2011, Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki Department of Architecture - School of Agriculture Interdisciplinary Postgraduate Program in Landscape Architecture.

Unesco, “World Heritage Policy Compendium” [pdf], 1972. Available at: [http://whc.unesco.org/en/compendium/?action=themeandid_theme= 1,2,3,4,5,6](http://whc.unesco.org/en/compendium/?action=themeandid_theme=1,2,3,4,5,6) (accessed 24-03-2019).

Vincke, P., Wiley, C., 1992. Multicriteria decision-aid, *Journal of multicriteria Decision Analysis, Optimization. Learning and Decision Support*, V3, Issue2.

Zapponi, L., Mazza, G., Farina, A., Fedrigoli, L. Mazzocchi, F., Roversi, P. F., Peverieri1, G. S. and Mason, F., 2017. The role of monumental trees for the preservation of saproxylic biodiversity: re-thinking their management in cultural landscapes, *Nature Conservation* 19: 231–243.

Zhang, N. and Wei, G., 2013. Extension of VIKOR method for decision making problem based on hesitant fuzzy set. *Applied Mathematical Modelling* 37 (2013) 4938–4947

Μιχαλάκης Ν., 2000. Μνημειακά Ελαιόδεντρα στην Ελλάδα και στην Κρήτη. Προβολή –Τεύχος Δεκ. 2000. Έκδοση Χανιώτικων Νέων, σελ. 23-38.

ΔΕΝΔΡΑ ΚΑΙ ΔΑΣΗ ΔΡΥΟΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ ΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΤΩΝ ΟΡΕΙΝΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Λάππα, Βασιλική; Παπαδόπουλος, Ανδρέας; Παντέρα, Αναστασία

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, 361
00 Καρπενήσι, vaslappa@aua.gr

Περίληψη

Τα δένδρα και δάση δρυός στον ορεινό όγκο της νότιας Πίνδου, υπήρξαν διαχρονικά μία από τις βάσεις της κτηνοτροφικής οικονομίας των ορεινών κοινοτήτων και του πολιτισμού τους. Στην ιστορική τους εξέλιξη δρυοδάση και κοινότητες κτηνοτρόφων πορεύονται αλληλένδετα, σε εποχές κοινωνικών κρίσεων και συνθηκών που ορίζουν και το διαχειριστικό πλαίσιο των ιδιαίτερων αυτών δασών, αλλά και τις ζωές των ανθρώπων. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να αναδείξει αυτές τις σχέσεις, τις γεωφυσικές συνθήκες που τις όρισαν και τις κοινωνικές και πολιτικές επιλογές που τις διαμορφώνουν στην πορεία του χρόνου μέσα από τα ιστορικά γεγονότα, στην Ευρυτανία, ως μια μελέτη περίπτωσης που έχει κοινά στοιχεία με τις αντίστοιχες ορεινές περιοχές της Μεσογειακής λεκάνης και τους πολιτισμούς των λαών της.

Λέξεις κλειδιά: αιωνόβια δένδρα, ορεινή οικονομία, ορεινός πολιτισμός, επανάσταση του 1821.

Εισαγωγή

Η σύνδεση του φυσικού χώρου με την οικονομία και τον πολιτισμό των κοινοτήτων έχει μελετηθεί και αναλυθεί εκτεταμένα και διαχρονικά, μέσα από διεπιστημονικές προσεγγίσεις και έρευνες των ανθρωπολογικών, κοινωνικών και οικονομικών επιστημών, μεταξύ των οποίων και η δασολογική επιστήμη. Ιδιαίτερα για τους πολιτισμούς της Μεσογείου, υπάρχει πλούτος δεδομένων που αναλύουν αυτή τη σχέση, λόγω της παρουσίας οργανωμένων πολιτισμών και οικονομιών για χιλιάδες χρόνια (Hageneder 2001, Μπάουμαν 1993, Παντέρα και Παπαναστάσης 2003). Χαρακτηριστικά μπορούν να αναφερθούν η εκμετάλλευση των δρυοδασών της Αττικής (Γρίσπος 1973), της Δυτικής Ελλάδας (Γιαννακοπούλου 1987) και γενικότερα του ευρύτερου γεωγραφικού χώρου της ηπειρωτικής Ελλάδας στη ναυσιπλοΐα και για άλλες χρήσεις, από τα ιστορικά αρχαϊκά χρόνια, που οδήγησε στη μορφή της βλάστησης που υπάρχει σήμερα (Φωτιάδης 2007), με την παρουσία σε πολλές περιοχές μεμονωμένων αιωνόβιων δένδρων και συστάδων δρυός (Παπαδόπουλος 2013, 2015).

Στην ορεινή περιοχή της Ευρυτανίας, στο νότιο τμήμα της οροσειράς της Πίνδου, επιλέχθηκε για να μελετηθεί η εξέλιξη των δασών δρυός σε σχέση με την εξέλιξη των κοινοτήτων που συγκροτήσαν οι ορεσίβιοι κάτοικοί της ιστορικά και ιδιαίτερα στους προεπαναστατικούς και επαναστατικούς χρόνους και τα ιστορικά γεγονότα που έλαβαν χώρα στους ορεινούς όγκους των Δήμων Αγράφων και Καρπενησίου. Η μελέτη κρίθηκε αναγκαία κάτω από το πρίσμα των κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών που διαμορφώνονται τις τελευταίες δεκαετίες, με τη συστηματική εγκατάλειψη της ορεινής υπαίθρου και την αποδόμηση των κοινοτήτων της και της πρωτογενούς οικονομίας (Ρόκος κ.α. 2004, Σωσσίδου και Μπελιμπασάκη 2010), καθώς έχει διαμορφωθεί ένα εντελώς διαφορετικό, σε αρχές, οικονομικό και κοινωνικό πλαίσιο, από εκείνο των παραδοσιακών αρχών δικαίου και πολιτισμού που καταγράφεται στις περιόδους πληθυσμιακής άνθησης στα βουνά. Οι αξιοβίωτες συνθήκες των αγροτικών και κτηνοτροφικών πληθυσμών, αφού ανάχθηκαν σε μείζον πολιτικό και κοινωνικό ζήτημα στη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα, καθώς οι «εθνικές γαίες» αποτέλεσαν το επίκεντρο της παραγωγικής ανασυγκρότησης του νεότερου ελληνικού κράτους, παραμένουν ζητούμενο και σήμερα. Τις τελευταίες δεκαετίες η πληθυσμιακή αποψίλωση των ορεινών όγκων και, κυρίως, η απουσία βόσκησης, έχουν επίδραση στην εξέλιξη των δρυοδασών της περιοχής και στις πιέσεις και απειλές που δέχονται κυρίως από τις αλλαγές χρήσεων γης και τις συνέπειές τους (Λάππα 2019, 2021).

Η ορεινή οικονομία υπήρξε άρρηκτα συνδεδεμένη με τον πολιτισμό των ορεσίβιων Σαρακατσαναίων, των χωρικών και κτηνοτρόφων που ενστερνιζόμενοι την εθνική ιδέα, αποτέλεσαν τη

μεγάλη μάζα των αγωνιστών της ελευθερίας, και θυσιάστηκαν πολεμώντας, αδιάλλακτοι και αποφασισμένοι για την απελευθέρωση από τις αυθαιρέσιες της οθωμανικής διοίκησης, προσδοκώντας ουσιαστική βελτίωση των συνθηκών ζωής τους (Παναγιωτόπουλος 2021). Σε αυτή την κατεύθυνση και στα πλαίσια της συμπλήρωσης 200 ετών από την ελληνική επανάσταση του 1821, στην παρούσα εργασία το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στις δρυς και τα δρυοδάση της Ευρυτανίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Η εργασία βασίστηκε σε βιβλιογραφική έρευνα και συγκέντρωση στοιχείων από άλλες πηγές. Αξιοποιήθηκαν ιστορικά τεκμήρια καθώς και τα αποτελέσματα εστιασμένων ερευνών που αφορούν αιωνόβια δένδρα δρυός, και συστάδων δρυός στην Ευρυτανία (Παπαδόπουλος 2012, Λάππα 2021) που συνδέονται με συγκεκριμένα ιστορικά γεγονότα και πολιτιστικά στοιχεία, σε ιστορικούς τόπους των προεπαναστατικών και επαναστατικών χρόνων της Εθνικής Παλιγγενεσίας του 1821 και σε βυζαντινά μνημεία της ευρύτερης περιοχής του Δήμου Καρπενησίου.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Τα δάση δρυός της Ευρυτανίας στήριζαν για χιλιετίες την κτηνοτροφική οικονομία των ορεινών κοινωνιών, των μετακινούμενων κοπαδιών αιγοπροβατοτροφίας των Σαρακατσαναίων, που με την αυτάρκεια δυνάμεων, που ορίζονταν από την παραδοσιακή δομή των τσελιγκάτων και των κοινωνιών τους. Αυτοί υπήρξαν τροφοδότες του εθνικοαπελευθερωτικού αγώνα του 1821, με πρωτοκαπετάνιους τους κλέφτες και αρματολούς του Δίπλα, του Κατσαντώνη, του Λεπενιώτη και του Καραϊσκάκη, που έδρασαν στον ορεινό χώρο της Ευρυτανίας (Λουκόπουλος 1930, Χηνόπουλος 1939, Γκιόλιας 1986, Fermor 2020).

Το ρόλο και την επίδραση των δασών δρυός στην ιστορική, οικονομική και πολιτιστική ζωή του τόπου μαρτυρούν τα αιωνόβια δένδρα δρυός που υπάρχουν στην περιοχή. Τα μεγαλύτερα σε ηλικία δένδρα δρυός εντοπίζονται και διατηρούνται σε συστάδες και δάση που διαχειριστικά συνδέονται με την κοινοτική παράδοση και το θρησκευτικό στοιχείο (Στάρα 2009, Παπαδόπουλος κ.α. 2012, Στάρα και Βώκου 2015, Λάππα 2021). Οι ορεσίβιοι κάτοικοι των κοινοτήτων υπακούοντας σε άγραφους νόμους κοινοτικών αρχών και αξιών, διατηρούσαν τα δρυοδάση στις παρυφές των οικισμών ως εγγύηση της αειφορίας του υδρολογικού τους πλούτου και της ασφάλειας των εδαφών τους (προστασία από διάβρωση, γεωλισθήσεις, κ.α.) και ως αποθεματικά της οικόσιτης κτηνοτροφίας και της διατροφικής τους ασφάλειας.

Στις ίδιες αρχές «πειθόμενοι» και με θρησκευτικό δέος, διατηρήσανε σε ιδιαίτερης αισθητικής αξίας τοποθεσίες, δρυοδάση γύρω από ιερούς ναούς, κοιμητήρια, μετόχια μοναστηριών και εξωκλήσια (Φωτ. 1 και 2). Τα μνημειακά αυτά δένδρα είναι σημεία αυξημένης βιοποικιλότητας (Στάρα κ.α. 2009, Santoro κ.α. 2020) και παραμένουν ζωντανοί μάρτυρες, τόσο της ιστορίας της βλάστησης στη ζώνη μείξης δρυός και κωνοφόρων, όσο και της ιστορίας και του πολιτισμού των ορεινών οικισμών στη νότια απόληξη της Πίνδου, στην Ευρυτανία.



Φωτογραφία 1. Δρυοδάσος υπεραιώνόβιων δένδρων *Quercus coccifera* στο εκκλησιαστικό δάσος Αγίας Παρασκευής της Ι. Μ. Παναγίας Δομιανών (πηγή: Λάππα 2021)

Figure 1. Oak forest of perennial trees *Quercus coccifera* in the ecclesiastical forest of Agia Paraskevi of Panagia Domiana (Source: Lappa 2021)



Φωτογραφία 2. Υπεραιώνόβια δρυς *Quercus frainetto* στο δάσος της κοινότητας Αγίος Χαράλαμπος Καρπενησίου (Πηγή: Λάππα 2021)

Figure 2. Centuries-old *Quercus frainetto* oak in the forest of the community of Agios Charalambos, Karpenisi (Source: Lappa 2021)

Ο ορεινός χώρος της Ευρυτανίας, λόγω των γεωφυσικών δεδομένων και των κοινωνικών συνθηκών, που αυτά τα δεδομένα δημιούργησαν, αποτέλεσε πεδίο μακροχρόνιων αγώνων για την εθνική αξιοπρέπεια και ελευθερία, με αποκορύφωμα τον Εθνικοαπελευθερωτικό Αγώνα του 1821.

Σημαντικές προσωπικότητες αγωνιστών της Επανάστασης, κλέφτες και αρματολοί, συνδέονται με ιστορικά γεγονότα στον ενιαίο ορεινό χώρο που συμπεριλαμβάνει τις, κατά την Οθωμανική ιστορική περίοδο, επαρχίες (καζάδες, ναχιγιέδες και βιλαέτια) της Ευρυτανίας. Για αιώνες οι ορεινές κοινότητες της ανέπτυσαν μια αξιόλογη οικονομία που βασιζόταν στην κτηνοτροφία και τα προϊόντα της, τη μικρής έκτασης οικογενειακή γεωργία, αλλά και την κατεργασία και εμπορία ξύλου (βαρελοποιία, ξυλεία δόμησης, κ.α.). Ιδιαίτερα οι μεγάλες κτηνοτροφικές κοινότητες, τα Βλαχοχώρια, διατηρούσαν ισχυρά τσελιγκάτα, που εξασφάλιζαν στον πολυπληθή τοπικό πληθυσμό, όχι μόνο διατροφική επάρκεια και αυτάρκεια, αλλά και ένα πυκνό δίκτυο μεταφορών και επικοινωνίας με τα πεδινά μέρη και τα αστικά και διακομιστικά τους κέντρα. Οι ορεινές επαρχίες των Αγράφων, του Σοβολάκου και του Απόκουρου, συνδέονταν με τα εμπορικά λιμάνια της Πρέβεζας, της Πάργας, του Μεσολογγίου και της Ναυπάκτου, αλλά και της Ιτέας και του Γαλαξιδίου, όπως μαρτυρούν οι ιστορικές πηγές (φορολογικοί κατάλογοι, μοναστηριακά αρχεία και κείμενα περιηγητών) (Γκιόλιας 1986, Λάππα 2021).

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των καποραφτών της Άμπλιανης, που τροφοδοτούσε τον στρατό του Ναπολέοντα, καθώς η τεχνική του τραγόμαλλου υπαγορεύονταν από το κλίμα του τόπου (βροχές και κρύα σε πολύμηνη διαμονή στα βοσκοτόπια), αλλά και τη γεωμορφολογία και τη βλάστηση, που υποστηρίζει την εκτεταμένη αιγοτροφία.

Η επαρχία (καζάς) του Καρπενησίου υπαγόταν στο Σατζάκι (στρατιωτική διοίκηση) των Τρικάλων και στην ηγεμονία και επιρροή του Αλή Πασά των Ιωαννίνων, που στα προεπαναστατικά χρόνια παραθέριζε στο Καρπενήσι (1817) και στα ιαματικά λουτρά του Σμοκόβου. Τόσο στα προεπαναστατικά χρόνια, όσο και στον μεγάλο ξεσηκωμό του γένους των Ελλήνων (1821-1829), οι αρματολικές οικογένειες της περιοχής, οι κλέφτες και οι καπεταναίοι με τους νταϊφάδες τους (Κατσαντώνη, Λεπενιώτη, Καραϊσκάκη, Στουρνάρα, Ράγκου, Μπουκουβάλα, Γιολδάση, κ.α.), συνιστούσαν μια τάξη ενόπλων με κοινή προέλευση και εναλλασσόμενους ρόλους, από την εποχή του Μουράτ Β' στις αρχές του 15^{ου} αιώνα), που μετείχαν της επανάστασης με τους δικούς τους όρους, καθώς τα προσωπικά και τοπικά συμφέροντα δεν στοιχίζονταν πάντοτε με αυτά της κεντρικής διοίκησης. Αυτό αποδεικνύεται περίτρανα από την ανάλυση των γεγονότων που συνθέτουν τη βιογραφία των δύο ισχυρών στρατηγών

της Επανάστασης που έδρασαν στα βουνά της Ευρυτανίας και συνέδεσαν την πορεία τους με αυτά, του Σουλιώτη Οπλαρχηγού Μάρκου Μπότσαρη και του Γεώργιου Καραϊσκάκη.

Τα αιωνόβια δένδρα δρυός στο Δήμο Καρπενησίου (Φωτ. 3 και 4) δείχνουν αυτή την ιστορική διαδρομή, συνδέονται με τη γεωργική και κτηνοτροφική παράδοση του τόπου και διαμορφώνουν το αγροτικό και πολιτιστικό τοπίο του σήμερα. Με την ανάλυση των χαρακτηριστικών λειτουργιών και ωφελειών, που αυτά προσφέρουν ως οικοσυστήματα, αναδεικνύονται και τα πολλαπλά οφέλη που τα αιωνόβια δένδρα δρυός προσφέρουν, εντασσόμενα συχνά σε συστήματα πολλαπλών χρήσεων της γης, όπως τα αγροδασοπονικά συστήματα και συνδεδεμένα με τις παραδοσιακές πρακτικές χρήσεων γης (αγροτοκτηνοτροφικές χρήσεις, υλοτομία, δασοπονία και βόσκηση ορεινών λιβαδιών και λειμώνων, κ.α.) και με τα πολιτιστικά χαρακτηριστικά των ορεινών κοινωνιών (θρησκευτικά δρώμενα, παραδοσιακές πρακτικές διαχείρισης δασών, θρησκευτικά μνημεία, κ.α.).



Φωτογραφία 3. Δάσος φυλλοβόλου δρυός σε εξοκλήσι της κοινότητας Νόστιμου Δ. Καρπενησίου
(Πηγή: Λάππα 2021)

Figure 3. Deciduous oak forest in a chapel of the community of Nostimo, Karpenissi
(Source: Lappa 2021)



Φωτογραφία 4. Συστάδα υπεραιωνόβιων δρυών στον Ι. Ναό Αγίου Νικολάου Κλαυσίου
(Πηγή: Λάππα 2021)

Figure 4. Cluster of centuries-old oaks in the I. Church of Agios Nikolaos of Klausi.
(Source: Lappa 2021)

Τα μνημειακά δένδρα δρυός του Δήμου Καρπενησίου συνθέτουν ένα ανεκτίμητο σε αξία φυσικό, ιστορικό και πολιτισμικό κεφάλαιο, που παραμένει έως και σήμερα ανεξερεύνητο και αναξιοποίητο σε πολλές πτυχές του. Σήμερα, 200 χρόνια μετά τα ιστορικά γεγονότα που οδήγησαν στο σύγχρονο ελληνικό κράτος, η πολυποικιλότητα του ορεινού αγροδασικού τοπίου (Φωτ. 5) που τα δρυοδάση υποστηρίζουν, αποτελεί στοιχείο αειφόρου οικονομικής ανάπτυξης των ορεινών κοινωνιών της Ευρυτανίας, καθώς συνδέεται με την τουριστική τους επισκεψιμότητα στο πλαίσιο του ήπιου και βιώσιμου τουριστικού τους προσανατολισμού, όπως αυτός ορίζεται στο Περιφερειακό Χωροταξικό Σχέδιο Αειφόρου Ανάπτυξης της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας (ΠΧΣΑΑ) και αποδεδειγμένα συνδέεται, τόσο με την ιστορική και πολιτιστική ταυτότητα του τόπου (Φωτ. 6), όσο και με την αγροτοκτηνοτροφική παραγωγή και την προώθηση προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας (τυροκομικά, μελισσοκομικά, μη ξυλώδη προϊόντα των δασών, κ.α.) (Forman 1995, Ισπικούδης 1992, Παπαδόπουλος 2015).



Φωτογραφία 5. Αγροδασικό πολιτιστικό τοπίο, διαμορφωμένο από κτηνοτροφική κοινότητα, στις απόρροιας του Όρους Τιμφρηστός, στη ζώνη μείξης δρυός και ελάτης. (Πηγή: Λάππα 2021)
Figure 5. Agroforestry cultural landscape, formed by a livestock community, at the confluence of Mount Timfristos, in the mixing zone of oak and fir. (Source: Lappa 2021)



Φωτογραφία 6. Η εγκατάλειψη των οικισμών επέτρεψε την επέκταση και επανεγκατάσταση της δρυός. Οικία σε αναβαθμίδες στην ακατοίκητη κοινότητα Κοντίβα, του Όρους Καλιακούδα, στη λεκάνη απορροής του Κρικελοπόταμου. (Πηγή: Λάππα 2021)

Figure 6. The abandonment of the settlements allowed the expansion and resettlement of the oak. House in terraces in the uninhabited community of Kontiva, of Mount Kaliakoudas, in the catchment area of Krikelopotamos. (Source: Lappa 2021)

Συμπεράσματα

Τα δένδρα και τα δάση δρυός στην Ευρυτανία και ιδιαίτερα τα αιωνόβια δένδρα συνδέονται με την ιστορία, την οικονομία και τον πολιτισμό των ορεινών κοινοτήτων της Ευρυτανίας. Καταγράφονται σε ιδιαίτερης αισθητικής αξίας θέσεις, σε υψώματα και χαρακτηριστικές θέσεις, σε περάσματα των παραδοσιακών μονοπατιών και ορεινών οδών που συνέδεαν τις κτηνοτροφικές κοινότητες και αποτέλεσαν περάσματα της μετακινούμενης κτηνοτροφίας για αιώνες. Άλση και συστάδες μεικτής σύνθεσης ειδών δρυός (αείφυλλα και φυλλοβόλα), διατηρούνται γύρω από θρησκευτικά μνημεία, εξωκλήσια και μετόχια μοναστηριών, συνθέτοντας ένα φυσικό και πολιτιστικό σύνολο. Ερμηνεύοντας τις πρωτογενείς πηγές της τοπικής ιστορίας, και την επίσημη ιστοριογραφία, τα υπεραιώνια δένδρα δρυός υπήρξαν μάρτυρες ιστορικών γεγονότων της προεπαναστατικής και επαναστατικής περιόδου της Εθνικής Παλιγγενεσίας του 1821 και συνδέονται με πολεμικά γεγονότα και δράσεις των επαναστατών. Επίσημα η Τοπική Αυτοδιοίκηση στην Ευρυτανία δεν έχει αναγνωρίσει τα μνημειακά δένδρα και άλση

δρυσός ως φορείς πολλαπλών αξιών, οικολογικών και πολιτιστικών, καθώς δεν έχει υποβληθεί μέχρι σήμερα, κανένα τεκμηριωμένο αίτημα χαρακτηρισμού τους ως Μνημεία της Φύσης ή Προστατευόμενα Τοπία, ούτε από το Δήμο Αγράφων, ούτε από το Δήμο Καρπενησίου.

Abstract

The oak trees and forests in the mountains of southern Pindos, have long been the basis of the livestock economy of mountain communities and their culture. In their historical development, oak forests and livestock communities are intertwined, in times of social crises and conditions that define the management framework of these particular forests, but also the livelihood of local people. The present study attempts to highlight these relationships, the geophysical conditions that defined them and the social and political choices that shape them over the historic time, in Evrytania, as a case study that has common elements with the corresponding mountainous areas of the Mediterranean basin and the cultures of indigenous peoples.

Βιβλιογραφία

Γιαννακοπούλου, Ε., 1987. Γαλλοελληνική εκμετάλλευση δασών στη Δυτική Ελλάδα (1710-1792). Διδακτορική διατριβή, Ε.Κ.Π.Α., Φιλοσοφική Σχολή, σελ. 396.

Γκιόλια, Μ., 1986. Συμβολή στην Ιστορία του κοινωνικού και πολιτισμικού χώρου της Ευρυτανίας και των Αγράφων κατά την Τουρκοκρατία Εκδ. Εταιρεία Ευρυτάνων Επιστημόνων, Αθήνα.

Γρίσπος, Π., 1973. Δασική ιστορία της νεότερης Ελλάδος. Αυτοτελείς Εκδόσεις Υπηρεσίας Δασικών Εφαρμογών & Εκπαιδεύσεως, αριθμ. 25, 385 σελ.

Ζάχαρη, Α., 2006. Φύση και Δάση στην Αρχαία Ελλάδα Τόμος Γ', Εκδ. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Αθήνα.

Hageneder, F., 2001. The heritage of trees: History, Culture and Symbolism Floris Books, Great Britain.

Θυμιάκου, Γ., 2013. Big Foot Crossing generations, Crossing Mountains, Αναπτυξιακή Τρικάλων Α.Α.Ε., Τρίκαλα.

Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καρπενησίου, 2021. Διαδραστικός χάρτης ιστορικών γεγονότων της Επανάστασης του 1821 στην Ευρυτανία <https://kpe-karpen.eyr.sch.gr/announc/schools/>

Λάππα, Β., 2019. Η Αγροδασοπονία στους ορεινούς όγκους της Ευρυτανίας: οικολογικά και κοινωνικά ποιοτικά χαρακτηριστικά Πτυχιακή Τμήματος Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος Καρπενησίου, Καρπενήσι.

Λάππα, Β., 2021. Αιώνόβιες δρυς στο Δήμο Καρπενησίου: μια αναζήτηση στην οικολογία και τον πολιτισμό, Διπλωματική Διατριβή Π.Μ.Σ. Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Καρπενήσι.

Παναγιωτόπουλος, Δ., 2021. Αγρότες και Επανάσταση: Η συμβολή τους στη δημιουργία του Ελληνικού Κράτους, Περιοδικό Πανόραμα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Τεύχος 1^ο, Μάιος 2021.

Παντέρα, Α. και Παπαναστάσης, Β., 2003. Απογραφή της Βαλανιδιάς *Quercus ithaburensis* Decaisne subsp. *Macrolepis* (Kotschy) Hedg & Yalt στην Ελλάδα, Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 14: 34 -44.

Παπαδημάτου, Α. και Ρόκος, Δ., 2004. «Βιώσιμη» και Αξιοβίωτη Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας και του κόσμου Πρακτικά 3ου Διεπιστημονικού Διαπανεπιστημιακού Συνεδρίου του Ε.Μ.Π. και του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. «Η Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη στις Ορεινές Περιοχές. Θεωρία και Πράξη», 7-10 Ιουνίου 2001, Μέτσοβο, σελ.141-170.

Παπαδόπουλος, Α. και Παντέρα, Α., 2013. Χρονολόγηση και ανάλυση δακτυλίων αιωνόβιων δένδρων ήμερης βαλανιδιάς του δάσους Ξηρομέρου Αιτωλοακαρνανίας. Πρακτικά 16^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη 6-9 Οκτωβρίου 2013. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 311-318.

Παπαδόπουλος, Α. και Παντέρα, Α., 2015. Εκτίμηση ηλικίας δένδρων της *Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis* στη Δ. Ελλάδα. Πρακτικά 17^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, «Η συμβολή της σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων περιοχών στη βιώσιμη ανάπτυξη». Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 480-486.

Παπαδόπουλος, Α., 2018. Δενδροχρονολογία (σημειώσεις), Μεταπτυχιακό πρόγραμμα: Οικολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος Γενικό Τμήμα Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Καρπενήσι.

Περιφερειακό Σχέδιο Χωροταξικού Σχεδιασμού Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, <https://government.gov.gr/periferiako-chorotaxiko-plesio-tis-stereas-elladas/>

Ρόκος, Δ., 2004. Η Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη στις Ορεινές Περιοχές. Θεωρία και Πράξη, Πρακτικά 3ου Διεπιστημονικού Διαπανεπιστημιακού Συνεδρίου του Ε.Μ.Π. και του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. «Η Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη στις Ορεινές Περιοχές. Θεωρία και Πράξη» 7-10 Ιουνίου 2001, Μέτσοβο, 79-140.

Schamma, S., 1995. *Landscape and Memory*, London: Fontana Press.

Στάρα, Κ., 2009. Μελέτη και Καταγραφή ιερών δασών & δασυλλίων στον Εθνικό Δρυμό Βίκου Αώου Παραδοσιακές μορφές διαχείρισης, αντιλήψεις και αξίες των τοπικών κοινωνιών για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος Διδακτορική Διατριβή (αδημοσίευτη) Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Στάρα, Κ. και Βόκου, Δ., 2015. Τα Μεγαλειώδη Δέντρα του Ζαγορίου και της Κόνιτσας, Υπεραιωνόβια δέντρα που σεβάστηκε ο χρόνος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

Σωσσίδου, Ε., Μπελιμπασάκη, Σ., 2010. Συμβολή της εκτατικής μορφής αιγο-προβατοτροφίας στην ανάπτυξη κοινωνικών και οικονομικών δομών των ορεινών μειονεκτικών περιοχών της Μεσογείου, Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ξάνθη, 14-16 Οκτώβρη 2010, σελ. 11-16, Θεσσαλονίκη.

Fermer, P.L., 2020. Ρούμελη. Εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα

Forman, R., 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press Cambridge, UK. 632 p.

Φωτιάδης, Γ., 2007. Οικολογία και βλάστηση δασών των ορεινών και ημιορεινών περιοχών, στο Ορεινός Χώρος και Δάση Έκδοση Διεπιστημονικού Ινστιτούτου Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

Χατζηστάθης, Α. και Ισπικούδη, Ι., 1992. Προστασία της φύσης και αρχιτεκτονική του τοπίου Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Χηνόπουλου, Δ., 1939. Η ορεινή οικονομία της Ευρυτανίας, Δελτίο Αγροτικής Τράπεζας Ελλάδος (ΔΑΤΕ), Τεύχος 4, σελ. 139-

ΜΝΗΜΕΙΑΚΑ ΔΑΣΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΣΤΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ – Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ

Μαρτίνης, Αριστοτέλης¹; Ποϊραζίδης, Κωνσταντίνος¹;
Σκιαδαρέσης, Αριστοτέλης-Φίλιπος¹, Ζαχαρίου, Παναγιώτης¹

¹Ίονιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Περιβάλλοντος, 29100 Ζάκυνθος, amartinis@ionio.gr, ecoipoira@yahoo.gr, filipos.sk64@gmail.com

Περίληψη

Τα εναπομείναντα δασικά οικοσυστήματα της Ζακύνθου βρίσκονται κυρίως σε περιοχές οι οποίες ανήκουν στην εκκλησία ή συνδέονται με το θρησκευτικό και πνευματικό συναίσθημα των κατοίκων και αποτελούν μνημειακά δασικά αποθέματα υψηλής οικολογικής, ιστορικής και πολιτιστικής αξίας. Για την ανάλυση της δομής και της οικολογικής κατάστασης των δασών αυτών, έγινε χαρτογράφηση και ταξινόμηση των κατηγοριών δασικής κάλυψης και εγκαταστάθηκαν και μελετήθηκαν 8 δοκιμαστικές επιφάνειες, στις πλέον αντιπροσωπευτικές θέσεις, ώστε οι μετρήσεις να δείχνουν τη μέση ποιότητα και κατάσταση των συστάδων. Με τη μελέτη και ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε ότι: 1) πρόκειται για οικολογικά αποθέματα, τα οποία συμβάλλουν στην επιστήμη της οικολογίας και της διαχείρισης φυσικού περιβάλλοντος, 2) στο δάσος του Λόγγου του Αγίου δεν κατεγράφη πλούσια αναγέννηση, ενώ οι σκληρόφυλλοι αείφυλλοι θάμνοι έχουν δενδρώδη μορφή, κατατάσσονται στον ανώροφο του δασικού οικοσυστήματος και αποτελούν οικολογικά αποθέματα ιδιαίτερης οικολογικής αξίας, 3) στο δάσος της Μονής Υπεραγάθου μόνο το 40% των ατόμων παρουσιάζουν άριστη ζωτικότητα, ενώ σε πολλά σημεία φαίνεται να κυριαρχούν οι σκληρόφυλλοι θάμνοι και στα όρια του δάσους εμφανίζονται διάσπαρτα άτομα *Pinus halepensis* και 4) διαπιστώνεται η αναγκαιότητα λήψης άμεσων μέτρων για τη διατήρηση και προστασία των σπάνιων αυτών οικοσυστημάτων.

Λέξεις κλειδιά: Δασικά αποθέματα, χαρτογράφηση, μελέτη δομής.

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 κληρονομιάς, τα οποία πρέπει να διατηρηθούν για τις επόμενες γενιές, να προστατευτούν και να αναδειχθεί η σημαντικότητά τους. Τα ιδιαίτερα αυτά φυσικά και πολιτιστικά μνημεία, εκτός των σημαντικών οικοσυστημικών υπηρεσιών που συνεχίζουν να προσφέρουν, είναι συνδεδεμένα και με το τοπίο και την πολιτιστική κληρονομιά του κάθε τόπου (Gent και Guner 2001, Ascianto κ.α. 2013, Ascianto κ.α. 2015, Bezerra και Correia 2018)

Από την αρχαία εποχή τα μνημειακά δέντρα ήταν συνδεδεμένα με τη θρησκεία και κάποιες πνευματικές δυνάμεις. Σήμερα σε πολλές περιπτώσεις τα μνημειακά δάση και δέντρα βρίσκονται υπό την προστασία κάποιου θρησκευτικού ιδρύματος, ενώ σε άλλες περιπτώσεις επιτελούν σημαντικό προστατευτικό έργο προς όφελος της κοινότητας στην οποία ανήκουν.

Το ελληνικό τοπίο είναι συνδεδεμένο με τέτοια υπεραιώνια δάση και δέντρα, τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό της ιστορίας του κάθε τόπου και συνδέονται με την καθημερινή ζωή των κατοίκων, ενώνουν τους ανθρώπους, αποτελούν σημείο αναφοράς και συμβολίζουν την μακροζωία και την ευμάρεια των κοινωνιών. Επιπλέον, τα αρχαία δέντρα είναι εξαιρετικά πολύτιμα και από οικολογικής άποψης, διότι φιλοξενούν ιδιαίτερα σπάνια είδη βιοποικιλότητας, με τη γήρανσή τους δημιουργούν νέες συνθήκες αποίκησης για νέους οργανισμούς, λειχήνες, ξυλοφάγα έντομα, πουλιά, μικρά θηλαστικά, σκίουρους, κουνάβια κλπ. ενώ ακόμα και μετά το θάνατό τους συνεχίζουν να υποστηρίζουν άλλες μορφές ζωής και εμπλουτίζουν το δάσος και τη βιοποικιλότητά (Calabrese κ.α. 2012).

Εκτός από την παροχή βασικών οικολογικών λειτουργιών, τα αρχαία μνημειακά δέντρα αποτελούν μέρος ενός κοινωνικού κόσμου και ως εκ τούτου παρέχουν πολλά κοινωνικά-πολιτιστικά οφέλη στους

ανθρώπους. 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 (Blicharska 2014). Τα μνημειακά δέντρα παρέχουν στον άνθρωπο υλικά και άυλα αγαθά, τις αποκαλούμενες οικοσυστημικές υπηρεσίες (Lindenmayer κ.α. 2013). Σε πολλούς πολιτισμούς, ιδιαίτερα τα μεγάλα δέντρα αντιμετωπίζονται με σεβασμό. Επίσης, η σύγχρονη λαϊκή κουλτούρα χρησιμοποιεί την εικόνα των δέντρων ως αισθανόμενα όντα και βασίζεται στους αρχαίους μύθους που αποδίδουν μεγάλες δυνάμεις σε μεγάλα δέντρα. Παρόλο που ο κοινωνικός και πολιτιστικός ρόλος των μεγάλων ηλικιωμένων δέντρων συνήθως δεν λαμβάνεται υπόψη στη διατήρηση, η λογοδοσία για τις ανθρώπινες αξίες αυτών των δέντρων είναι ένα σημαντικό μέρος της πολιτικής διατήρησης, επειδή μπορεί να ενισχύσει τη διατήρηση επισημαίνοντας τις πιθανές συνέργειες με τις οικολογικές αξίες και την προστασία της βιοποικιλότητας.

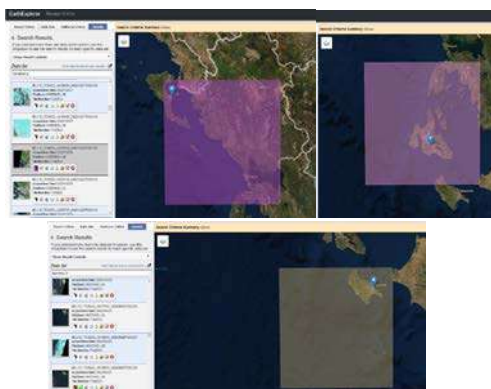
Τα μνημειακά δάση και δέντρα του Ιονίου αποτελούν φυσικά, ιστορικά και πολιτιστικά αποθέματα, τα οποία πρέπει να προστατευτούν από την κοινωνία. Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας, υλοποιείται από το Ιόνιο Πανεπιστήμιο το έργο με τίτλο «Οικολογική αξιολόγηση και ανάδειξη μνημειακών δασών του Ιονίου – Διατήρηση και αειφορική αξιοποίηση υψηλής διατροφολογικής αξίας μακρομυκήτων» και εστιάζει στην καταγραφή και οικολογική αξιολόγηση της βιοποικιλότητας των μνημειακών δασών και μεμονωμένων μνημείων της φύσης του Ιονίου.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή, χαρτογράφηση και μελέτη των αρχαίων δασών και δέντρων των Επτανήσων, για την προστασία τους και την ανάδειξή τους. Επιδιώκεται η ενσωμάτωση των οικολογικών, κοινωνικών και πολιτιστικών αξιών των μνημειακών αυτών αποθεμάτων στις πολιτικές προστασίας, διατήρησης και βιώσιμης ανάπτυξης, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα απόληψης αγαθών και προσφοράς οικοσυστημικών υπηρεσιών, χωρίς να την υποβάθμιση ή καταστροφή τους. Επιδιώκεται η εφαρμογή μιας πολιτικής βιώσιμης διαχείρισης, για την προστασία των οικοσυστημάτων και μνημείων της φύσης με υψηλή φυσική και πολιτιστική αξία.

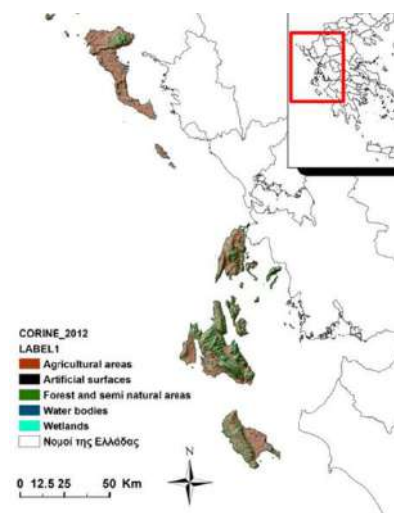
Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή στην οποία εξελίσσεται η μελέτη των σημαντικών δασικών οικοσυστημάτων είναι τα νησιά του Ιονίου και συγκεκριμένα η Ζάκυνθος, η Λευκάδα, η Κέρκυρα και η Ιθάκη (εικ.1, χάρτης 1). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των σημαντικών δασικών οικοσυστημάτων της Ζακύνθου και συγκεκριμένα του δάσους του Λόγγου του Αγίου (Λ.Α), του δάσους αριάς του Σκοπού (Δ.Σ) και του δάσους Υπεραγάθου (Δ.Υ). Πρόκειται για τρεις (3) περιοχές οι οποίες ανήκουν στη Μητρόπολη Ζακύνθου και Στροφάδων η πρώτη, στη μονή Σινά η δεύτερη, ενώ η τρίτη περιοχή βρίσκεται δίπλα στην Παναγία τη Σκοπιώτισσα. Στην περιοχή υπάρχει το σημαντικό υπεραιώνιο δάσος *Quercus ilex* (αριάς), το οποίο μαζί με το δάσος αριάς της Ιθάκης, αποτελούν τα μοναδικά αποθέματα του είδους στο Ιόνιο, με υψηλή περιβαλλοντική, κοινωνική και πολιτιστική αξία.



Εικόνα 1. Απεικόνιση του μενού αναζήτησης εικόνων
Figure 1. Illustration of the image search menu



Χάρτης 1. Χάρτης νήσων Ιονίου
Map 1. Map of the Ionian Islands

Μεθοδολογία

Χαρτογραφική αποτύπωση

Η καταγραφή και η χαρτογραφική αποτύπωση των μνημειακών δασών με στόχο την ανάλυση της δομής και την ταξινόμηση των τύπων κάλυψης, πραγματοποιήθηκε με μια σειρά λήψης τηλεπισκοπικών δεδομένων, πολύ υψηλής ανάλυσης, σε τρεις διαδοχικές κλίμακες:

- I. Κλίμακα 10 μέτρων ανά κελί (pixel), που είναι η κατάλληλη κλίμακα για το χαρακτηρισμό των τύπων κάλυψης,
- II. Κλίμακα 0,5 μέτρων (50 cm) ανά κελί, που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της δομής του δάσους και εμφάνισης των διαφορετικών ειδών
- III. Κλίμακα 2,5 εκατοστών ανά κελί, που χρησιμοποιήθηκε για την αποτύπωση μεμονωμένων δέντρων.

Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία στα δάση: Λ.Α, Δ.Υ και Δ.Σ, πραγματοποιήθηκε από τον Φεβρουάριο μέχρι και τον Μάιο του 2021. Πριν την έναρξη λήψης των δεδομένων πεδίου, προηγήθηκε αναγνώριση και εγκατάσταση των δειγματοληπτικών επιφανειών με την υποστήριξη του Γεωγραφικού Χαρτογραφικού Συστήματος (ArcGIS 9.0). Λήφθηκαν συνολικά 8 επιφάνειες, εκ των οποίων 3 στο Λ.Α (στην περιοχή του Βασιλικού), 2 στο Δ.Σ (λόφος δίπλα στην πόλη της Ζακύνθου με μέγιστο υψόμετρο 492 μέτρα) και οι υπόλοιπες 3 στο Δ.Υ, το οποίο βρίσκεται στην Κεντρική Ζάκυνθο και ανήκει στη Μονή Υπεραγάθου-Σινά. Οι επιφάνειες, καλύπτουν η κάθε μία έκταση 800 τμ (40X20) και επιλέχθηκαν έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν όλες τις πιθανές καταστάσεις του δάσους.

Για την ανάλυση της δομής και των συνθηκών των δασικών αποθεμάτων, χρησιμοποιήθηκε μεθοδολογία η οποία στηρίζεται στις μεθόδους απογραφής και ανάλυσης δάσους (FIA - Forest Inventory και Analysis) και Forest BIOTA με κάποιες τροποποιήσεις. Έγινε σήμανση των επιφανειών, ώστε να μπορούν να επαναληφθούν οι δειγματοληψίες, ενώ παράλληλα, με τη χρήση πρωτοκόλλου καταγραφής, χρησιμοποιήθηκε ειδικό πρόγραμμα GIS για Tablet, με δυνατότητα καταχώρησης διαφορετικών δεδομένων (χαρτογραφικά, τοπογραφικά, φωτογραφικό υλικό, videos). Κατεγράφησαν τα εξής: γεωγραφικές συντεταγμένες της επιφάνειας, θέση, κατάσταση οικοτόπου πυκνότητα κάλυψης βλάστησης, είδη, στηθαία διάμετρος, ύψος δένδρων, ηλικία, όροφοι βλάστησης, αναγέννηση, επιπτώσεις από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, πυρκαγιές, βόσκηση κλπ. (Quezel 2003, Lacambra κ.α. 2013)

Η καταγραφή των ειδών, η κυριαρχία, η αφθονία και η κάλυψη της βλάστησης, εκτιμήθηκαν με τη μέθοδο Braun-Blanquet (1964). Η ετήσια αύξηση των δένδρων και η ηλικία τους μετρήθηκαν με τη χρήση στερεοσκοπίου, στο εργαστήριο Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης

(ΔΙ.ΠΕΡ.Α.Α) του Τμήματος Περιβάλλοντος του Ιονίου Πανεπιστημίου, όπου έγινε και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων από την ερευνητική ομάδα. Για τη μέτρηση της ηλικίας χρησιμοποιήθηκε η δενδροτρυπάνη (pressler), με την οποία πάρθηκαν δείγματα στο στήθαιο ύψος 1,30 m. Το ύψος των δένδρων μετρήθηκε με αποστασιόμετρο / δενδροϋψόμετρο LaserAce και η διάμετρος με την απλή διαμετροταινία και το παχύμετρο.

Αποτελέσματα

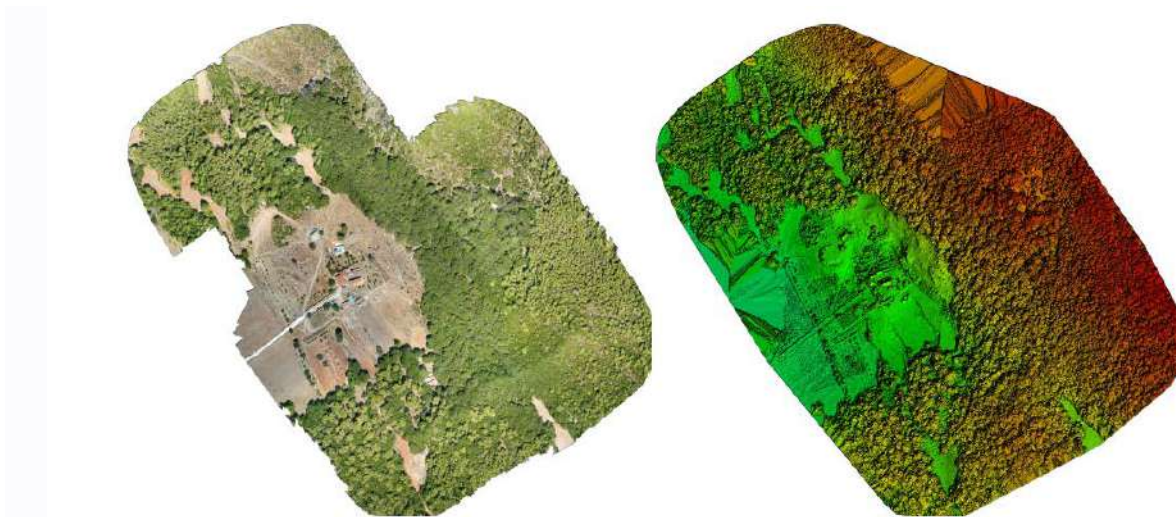
Τα δεδομένα πτήσης έγιναν με την εφαρμογή Pix4D capture και παρουσιάζονται με υπέρθεση στην εικόνα που δημιουργήθηκε από το Pix4DMapper (εικ. 2,3,4).



Εικόνα 2. Τα δεδομένα πτήσης έγιναν με την εφαρμογή Pix4D capture
Figure 2. Flight data were made with the Pix4D capture application



Εικόνα 3. Ορθοεικόνες, Δ.Υ (με περίγραμμα την περιοχή μελέτης)
Figure 3. Ortho-images, D.Y. (outlining the study area)



Εικόνα 4. Ορθοεικόνα και DSM του Δ.Υ, με χρήση μη επανδρωμένου αεροχήματος (UAV), λήψη. Για τη δημιουργία του χρησιμοποιήθηκαν 468 εικόνες με ανάλυση 2,33 εκατοστά / pixel.

Figure 4. Ortho-image και DSM of the Yperagathos Forest using unmanned aerial vehicle (UAV), shot. 468 images with a resolution of 2.33 cm / pixel were used to create it.

Η βλάστηση

Η ανάλυση της βλάστησης δείχνει ότι το δασικό οικοσύστημα του Λ.Α παρουσιάζει μια τελείως διαφορετική μορφή από τα άλλα δύο (Δ.Σ και Δ.Υ). Το δάσος του Λ.Α. είναι μικτό δάσος, ενώ η κάλυψη είναι ανομοιογενής. Συγκεκριμένα, στα χαμηλότερα υψόμετρα (επιφάνεια 1, υψόμετρο 134 μέτρα) καταγράφεται μίξη των ειδών *Quercus coccifera* και *Cupressus sempervirens* με ποσοστά 50% και 30%, ενώ σημαντική είναι και η παρουσία των ειδών *Phillyrea latifolia* και *Pistacia lentiscus* σε ποσοστό μεταξύ 15 και 20%. Στην ίδια επιφάνεια καταγράφεται παρουσία των ειδών *Ceratonia siliqua* (στηθιαία διάμετρο >35cm), *Myrtus communis*, *Erica* spp., *Arbutus unedo*, *Laurus nobilis*, *Olea europaea* var. *sylvestris*. Επίσης ιδιαίτερη είναι η παρουσία των ειδών *Smilax aspera*, *Hedera helix*, *Rosa canina*, *Ruscus aculeatus*, όπως και 3 άτομα *Limodorum abordivum* της οικογένειας Ορχεοειδών.

Στις άλλες 2 επιφάνειες, κυριαρχεί το είδος *Q. coccifera* (70% στην επιφάνεια 2 και 69% στην επιφάνεια 3). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρουσία μεγάλων ατόμων *Arbutus unedo* (15% περίπου) σε δενδρώδη μορφή, διαμέτρου >15 cm. Σε αυτές τις επιφάνειες καταγράφεται επίσης η παρουσία των ειδών *Ceratonia siliqua*, *Myrtus communis*, *Erica* spp., *Arbutus unedo*, *Laurus nobilis*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Phillyrea latifolia*, *Smilax aspera*, *Hedera helix*, *Rosa canina*, *Ruscus aculeatus*, όπως και 1 άτομο *Limodorum abordivum* της οικογένειας Ορχεοειδών.

Στα δασικά αποθέματα του σκοπού, στον ανώροφο κυριαρχεί η *Quercus ilex* (αριά) σε ποσοστό 80% περίπου και σε ποσοστό 20% καταγράφεται η *Q. coccifera* (πουρνάρι). Τα είδη που καλύπτουν τον υπόροφο είναι τα *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *E. manipuliflora*, *Olea europaea*, *Phillyrea latifolia*, *Lonicera* sp., *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera*, *Hedera helix*, *Rosa canina*, *Ruscus aculeatus*, *Limodorum abordivum* της οικογένειας Ορχεοειδών, *Asparagus* sp., *Galium* sp., *Cyclamen* sp., *Spartium junceum* και *Rubus* sp.

Στο Δ.Υ κυριαρχούν δύο δασικά είδη, τα *Quercus coccifera* και *Phillyrea latifolia*, σε ποσοστό 54% και 44% αντίστοιχα. Υπάρχουν σημεία στο δάσος όπου η *Ph. latifolia* ξεπερνάει σε κάλυψη το 50%. Στο ΒΑ μέρος του δάσους καταγράφεται παρουσία του είδους *Pinus halepensis* σε ποσοστό 25% περίπου. Άλλα είδη στο Δ.Υ με σημαντική παρουσία είναι τα: *Pistacia lentiscus* (υπόροφος με κάλυψη 48%), *Arbutus unedo*, *Olea europaea*, *Phillyrea latifolia* (35% περίπου), *Rubia peregrina*, *Asparagus* sp., *Anemona* sp., *Cyclamen* sp., *Campanula* sp., *Trifolium* sp., *Asphodelus* sp., *Rosa* sp., *Limodorum abordivum* > από 150 άτομα.

Το ύψος των δένδρων

Το ύψος των δέντρων του ανώροφου κυμαίνεται ως εξής: στο Λ.Α. το ύψος του είδους *Q. coccifera*, κυμαίνεται από 11 μέχρι 20 μέτρα με κυρίαρχα τα ύψη από 14 μέχρι 17 μέτρα (>65%), στο Σκοπό το ύψος του είδους *Q. ilex* κυμαίνεται από 14 μέχρι 20 μέτρα, με κυρίαρχα τα άτομα μεταξύ 15 και 18

μέτρων (80%), ενώ στο Δ.Υ, το *Q. coccifera* καταγράφεται μεταξύ 12 και 18,50 μέτρα και το *Ph. latifolia* κυμαίνεται μεταξύ 10 και 14 μέτρα. Τα είδη *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo* και *Murtus communis* έχουν γενικά μικρό ύψος και εκτιμάται ότι μπορεί να καταταχθούν στους ψηλούς θάμνους. Γενικά το 80% των ατόμων κατατάσσονται στον ανώροφο. Στο δάσος του Λ. Α. έχουν καταγραφεί άτομα *Arbutus unedo* με ύψος άνω των 14 μέτρων και διαμέτρου >20 cm.

Η διάμετρος και η ηλικία των δέντρων

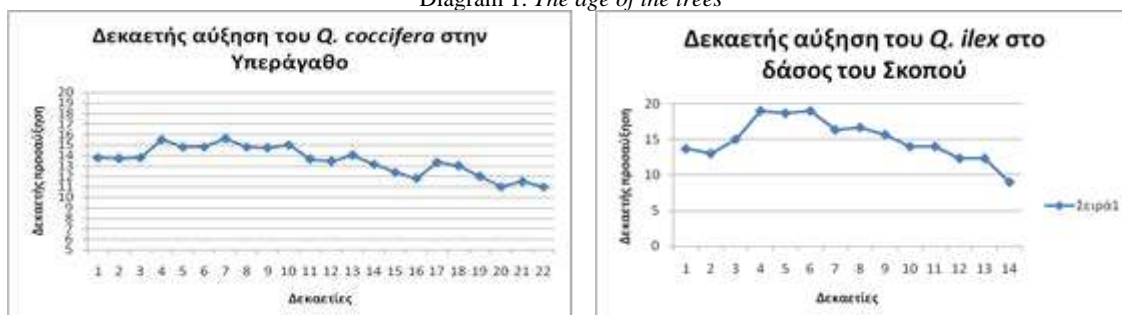
Η ηλικία του δάσους αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους σε μια μελέτη για τη δομή και την οικολογική του κατάσταση. Μελετώντας τους ετησίους δακτυλίους, εκτός από την ηλικία, προκύπτουν σημαντικά ερευνητικά δεδομένα για τις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων στο δάσος (Touchan 1999, Waisel 1968). Οι περιβαλλοντικές συνθήκες και οποιεσδήποτε άλλες καταστάσεις που επηρέασαν την αύξηση ή την υγεία του δένδρου, αποτυπώνονται στους ετησίους δακτυλίους (Schweinguber 1996), γεγονός που σύμφωνα με τον Mirtchev (1991) και τους Mirtchev κ.α. (2012) καθιστά τη μέθοδο της δενδροχρονολόγησης ως την πλέον κατάλληλη για τη μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την υγεία και την αύξηση των δένδρων.

Οι αναλύσεις των δειγμάτων ηλικίας στο δάσος του Λ.Α έδειξαν ηλικίες μέχρι 85 έτη στα δέντρα με τη μεγαλύτερη διάμετρο, τόσο στα άτομα *Q. coccifera*, όσο και στα άτομα *Cupressus sempervirens*. Με μαρτυρίες των πιο ηλικιωμένων της περιοχής φαίνεται ότι γύρω στα 1940 υπήρξε μεγάλη πυρκαγιά, η οποία αφάνισε το δάσος του Λ.Α. Ακολούθησε μια περίοδος έντονης βοσκής, η οποία αποτυπώνεται στη μικρή ετήσια προσαύξηση των πρώτων χρόνων. Από τότε το δάσος του Λ.Α δν έχει υποστεί άλλη καταστροφή, δεν διαχειρίστηκε ποτέ και σήμερα έχει την μορφή λογγομένου δάσους με αείφυλλα σκληρόφυλλα είδη τα οποία έχουν δενδρώδη μορφή και υπόροφο αείφυλλων σκληρόφυλλων θαμνωδών ειδών, τα οποία προσπαθούν να εξασφαλίσουν το απαραίτητο φως για τη φωτοσύνθεση και δημιουργούν ένα οικοσύστημα με πολλά είδη και δύσκολα προσβάσιμο σε περίπτωση ανάγκης προστασίας. Η διάμετρος των δέντρων του ανωρόφου κυμαίνεται από 10 μέχρι 47 cm, με κυρίαρχα τα είδη με διαμέτρους από 17 μέχρι 30 cm.

Στο Δ.Σ (δάσος αριάς), οι διάμετροι των ατόμων κυμαίνονται από 14 cm μέχρι 72 cm ενώ στο Δ.Υ, το μεγαλύτερο δέντρο που μετρήθηκε (πουρνάρι) είναι διαμέτρου 111 cm. Όσον αφορά στην ηλικία, το δάσος του Λ.Α. παρουσιάζει ομοιομορφία σε σχέση με την ηλικία, διότι η πυρκαγιά του 1940 περίπου είχε καταστρέψει ολοσχερώς το δάσος. Αντίθετα στο Δ.Υ παρατηρείται μια ομοιόμορφη κατανομή όλων των ηλικιών και διαμέτρων (Διάγρ. 1, 2, 3). Οι ηλικίες των μεγαλύτερων δέντρων ξεπερνούν τα 350 έτη, εκτιμώντας με βάση τα δεδομένα ηλικίας και ετήσια προσαύξησης.



Διάγραμμα 1. Η ηλικία των δέντρων
Diagram 1. The age of the trees



Διαγράμματα 2 και 3. 10ετής αύξηση στα δάση Υπεράγαθος και Σκοπός

Κατάσταση του δάσους – φυσική αναγέννηση

Σύμφωνα με την ανάλυση των δεδομένων η κατάσταση των δασικών αποθεμάτων της Ζακύνθου έχει ως εξής (Πιν. 1).

Πίνακας 1. Η κατάσταση των δασικών αποθεμάτων της Ζακύνθου
Table 1. The state of the forest reserves of Zakynthos

Δασικό Οικοσύστημα	Ανώροφος %	Άριστη Ζωτικότητα %	Άριστη τάση εξέλιξης %
Λόγγος Αγίου	63	57	56
Σκοπός	83	75.5	74.5
Υπεράγαθος	73	40	35

Στο δάσος του Λ.Α η αναγέννηση έχει ως εξής: 30% στο είδος *Q. coccifera*, 10% *Arbutus unedo*, <5% *Phillyrea latifolia*, <5% *Erica arborea*, με παρουσία αναγέννησης στα είδη *Smilax aspera*, *Asparagus* sp., *Ruscus aculeatus*, *Rosa canina*, και άλλα.

Στο Δ.Σ κυριαρχεί σε μεγάλο ποσοστό η αναγέννηση του *Pistacia lentiscus* 60% και με μικρότερη παρουσία των ειδών: *Arbutus unedo*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea*, *Smilax aspera*, *Asparagus* sp., *Ruscus aculeatus* κλπ.

Στο Δ.Υ η αναγέννηση του *P. lentiscus* καλύπτει το 30% περίπου, του *Q. coccifera* το 25%, του *Phillyrea latifolia* το 35%, με παρουσία στην αναγέννηση των ειδών: *Arbutus unedo*, *Olea europaea*, *Asparagus* sp., *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Galium* sp. κλπ.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ο βασικός σκοπός της διεξαγωγής της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα εναπομείναντα σημαντικά δάση του Ιονίου και η συμβολή της, μέσω των αποτελεσμάτων και προτάσεων, στη διατήρηση και στην προστασία τους από την περαιτέρω υποβάθμιση. Πρόκειται για σπάνια οικοσυστήματα ιδιαίτερης οικολογικής αξίας, τα οποία απειλούνται με υποβάθμιση είτε λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, είτε λόγω πυρκαγιών. Τέτοια μνημειακά αποθέματα σε νησιωτικά συμπλέγματα έχουν ακόμα μεγαλύτερο ενδιαφέρον, διότι η μελέτη τέτοιων οικοσυστημάτων μπορεί να συμβάλλει ευρύτερα στη γνώση αυτών για τη διατήρησή τους και την έρευνα της εξέλιξης των ειδών (Magdy κ.α. 2010, Davy και Jeffries 1981, Primack 1995).

Η μελέτη της δομής, της σύνθεσης, της κατανομής των ηλικιών και της αναγέννησής των δασών της Ζακύνθου, οδηγεί στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, τόσο για την οικολογική τους κατάσταση, όσο και για την προστασία και διατήρησή τους (de Kroon κ.α. 1986, Primack 1995).

Το δάσος του Λ.Α είναι ένα νέο δάσος, το οποίο είχε καταστραφεί ολοσχερώς από πυρκαγιά το 1943 περίπου. Κυριαρχεί το είδος *Quercus coccifera* (>70%), ενώ η παρουσία του είδους *Phillyrea latifolia* ανέρχεται στο 20% περίπου. Στο Δ.Σ κυριαρχεί το είδος *Quercus ilex* σε ποσοστό 83%, ενώ στο Δ.Υ η πυκνότητα του είδους *Quercus coccifera* ανέρχεται στο 56% και του είδους *Phillyrea latifolia* στο 46%.

Η κατάσταση του δάσους στον Σκοπό παρουσιάζει άριστη ζωτικότητα σε ποσοστό 75%, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά στο Λ.Α και στο Δ.Υ είναι 57% και 40% αντίστοιχα, ενώ στην πλειοψηφία τους τα δέντρα μεγάλης διαμέτρου και ηλικίας παρουσιάζουν σήψη στο εγκάρδιο, ιδιαίτερα σε ηλικίες που ξεπερνούν τα 120 έτη. Τα ερευνητικά ευρήματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι όποιες στοχευμένες διαχειριστικές παρεμβάσεις θα πρέπει να διασφαλίζουν το χαρακτήρα του δάσους και την προστασία και διασφάλιση της υψηλής οικολογικής και πολιτιστικής τους αξίας.

Οι μεγαλύτεροι διάμετροι που καταγράφονται είναι μέχρι 47cm στο Λ.Α, μέχρι 72 cm στο Δ.Σ και μέχρι 111 cm στο Δ.Υ. Στο Δ.Υ κυριαρχούν τα ώριμα και γηραιά άτομα, ενώ απουσιάζουν τα νεαρά, διαμέτρου κάτω των 7 cm, κάτι που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα προβλήματα αναγέννησης έχουν ξεκινήσει αρκετές δεκαετίες πριν. Τα γηραιά άτομα είναι μη εύρωστα, με έντονη ξήρανση πολλών κλάδων και σήψη στον κορμό. Γενικά, παρατηρείται έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των φωτόφιλων ειδών και η αναγέννηση του κεδροδάσους υστερεί έναντι των άλλων συγκυρίαρχων ειδών. Ιδιαίτερα σημαντικό φαίνεται το γεγονός ότι σε πολλά σημεία του «πουρναρόδασους» αρχίζουν σταδιακά εισέρχονται σκληρόφυλλοι θάμνοι και η *Pinus halepensis*, κάτι που αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς, με

απρόβλεπτες και μη αναστρέψιμες συνέπειες για τα σημαντικά δάση του Ιονίου, δεδομένου ότι σε όλες οι περιοχές γύρω από τα εναπομείναντα δάση καταγράφονται επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές. Το γεγονός ότι οι περιοχές συνδέονται με τη θρησκεία (Λ.Α: ανήκει στη Μητρόπολη Ζακύνθου και Στροφάδων, Δ.Υ: ανήκει στο Σινά και το Δ.Σ βρίσκεται κοντά στην Παναγία τη Σκοπιώτισσα), φαίνεται ότι είχε σαν αποτέλεσμα την προστασία και διατήρησή τους, κάτι που παρατηρείται και σε άλλα αρχαία δάση της Ελλάδας, τα οποία βρίσκονται σε χώρους της εκκλησίας ή συνδέονται με το θρησκευτικό συναίσθημα των τοπικών κοινωνιών (Martinis 2018).

Συμπερασματικά, η ανάλυση των δεδομένων δείχνει ότι τα εναπομείναντα δάση της Ζακύνθου και του Ιονίου, είναι περιορισμένης έκτασης και αποτελούν σπάνια οικοσυστήματα μεγάλης οικολογικής και πολιτιστικής αξίας, σε ένα νησιωτικό περιβάλλον, το οποίο απειλείται από την έντονη τουριστική ανάπτυξη και τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Προτείνεται η συστηματική παρακολούθηση, προκειμένου να αποφευχθούν μη αναστρέψιμες οικολογικές διαταραχές.

Ο στόχος, τόσο της παρούσας έρευνας, όσο και του μελλοντικού σχεδιασμού της ερευνητικής ομάδας, είναι η συμβολή στην αποτελεσματική προστασία και διατήρησή των σημαντικών δασικών οικοσυστημάτων του Ιονίου με τη λήψη των ενδεδειγμένων και επιστημονικά τεκμηριωμένων διαχειριστικών μέτρων.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα ΠΑΝΑΣ- Υπόεργο2: «Οικολογική αξιολόγηση και ανάδειξη μνημειακών δασών του Ιονίου – Διατήρηση και αειφορική αξιοποίηση υψηλής διατροφολογικής αξίας μακρομυκτικών» της Πράξης «ΠΑΝΑΣ - Τα μνημειακά δάση του Ιονίου ως κοιτίδες βιοποικιλότητας και υψηλής διατροφολογικής αξίας μακρομυκτικών: χαρτογράφηση, καταγραφή, αξιολόγηση, δικτύωση, διατήρηση και αειφορική αξιοποίηση» με κωδικό ΟΠΣ (MIS) 5033680

Abstract

The remaining forest ecosystems of Zakynthos are located in areas mainly which belong to the church και they are associated with the religious και spiritual feeling of the inhabitants. These forests are monumental natural reserves of high ecological, historical και cultural value. The present study analyzes the structure και ecological status of these forests. After classifying the cover classes, were settled 8 test surfaces on the most representative locations so that the measurements would show the average quality και condition of clusters. By studying και analyzing the data we found that: 1) these are ecological reserves, which can contribute to the science of ecology και management, 2) in the forest of "Loggos Agiou" no rich natural regeneration was recorded, while the evergreen shrubs have arboreal form και are classified in the upper floor of the forest, 2) in the forest "Υπεραγاثος", only 40% of the individuals show excellent vitality, while there is a gradual dominance of the evergreen broadleaves και around the forest appear individuals *Pinus halepensis*, 4) there is a need for immediate administrative measures to maintain them.

Βιβλιογραφία

Asciuto A., Di Franco C.P. and Schimmenti E., 2013. An exploratory study of sustainable rural tourism in Sicily. *International Journal of Business και Globalisation*, 11: 149–158.

Asciuto A., Borcellino, V., D'Acquisto, C.M., Franco, C.P., Di Geraro, M. and Schimmenti, E., 2015. Monumental trees και their existence value: case study of an Italian natural park. *J. For. Sci.*, 61, 2015 (2): 56–61.

Antonio A., Valeria B., Marcello D., Caterina Patrizia Di F., Mariarosa Di Gesaro and Emanuele S., 2015. Monumental trees και their existence value: the case study of an Italian natural park. *J. For. Sci.*, 61: 55-61.

Bezerra, R., and Correia, A., 2019. The Potential of Olive Oil For Creative Tourism Experiences in The Northern Region of Portugal, in proceedings {Bezerra 2019 ThePO, Paper submitted at August 17, 2018; final version accepted at November 8, 2018.

Braun-Blanquet, J., 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3 Aufl., Wien, New York, pp. 865.

Calabrese, G., Ladisa, G., Proscia, A., Simeone, V., Kalaitzis, P., Bazakos, C., and Fragkostefanakis, S., 2012. Guidelines for the management of biodiversity in Century-old olive groves, *Life +Dent. Oli Med.*, identification και conservation of the high nature value of ancient olive grow in the Mediterranean region.

Davy, A.J. and Jeffries, R.L., 1981. Approaches to the monitoring of rare plant populations. In: Syngé, H. (Ed.). *The Biological Aspects of Rare Plant Conservation*. Wiley, Cambridge, pp. 219–232.

De Kroon, H., Plaisser, A. and Van Groenendael, J., 1986. Elasticity: the relative contribution of demographic parameters to population growth rate. *Ecology* 67: 1427–1431.

Gent, M., Guner, T. and UNER, 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 [accessed Aug 10 2021].

Hwang C.L. and Yoon, K. 1981. Multiple attribute decision making: Methods και applications. *Lecture Notes in Economics και Mathematical Systems*, pp. 186.

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. and Mcburney, L., 2013. New policies for old trees: averting a global crisis in a keystone ecological structure. *Conservation Letters* 7:61–69.

Lacambra, L. C. J., Fernandez de Una, L., Santos, M., Bolanos, F., Lopez, L. and Escudero San Emeterio V., 2013. Structural characterization και analysis of the regeneration of woodlands dominated by *Juniperus oxycedrus* L. in west-central Spain. *Plant Ecol*, 214:61–73.

Magdy, E.B., Kamal, S., Ahmed, K. and Hosni, M., 2010. Ecological status of the Mediterranean *Juniperus phoenicea* L. Relicts in the desert mountains of North Sinai, Egypt, Elsevier, *Flora* 205, 171,178.

Blicharska, M. and Milkusinski, G., 2014. Incorporating Social και Cultural Significance of Large Old Trees in Conservation Policy. *Conservation Biology*, 00(1–10).

Martinis, A., Chaideftou, E., Minotou, C. and Poirazidis, K. 2018. Ecological assessment of *Juniperus turbinata* Guss. forest on the Strofades Islands, Ionian Sea, Greece. *J. For. Sci.*, 64: 345-352.

Mirtchev, S. 1991. Mathematical modeling of tree disease epidemics. - In: IUFRO Workshop on monitoring air pollution impact on permanent sample plots, data processing και result interpretation. Prahaticé, Czechoslovakia, 2-6 September.

Mirtchev, S., Zafirov, N. and Rashid, R.. 2012. Dendrochronology as a tool for the investigation of forest decline. *Forestry Ideas*, 18, 2 (44): 117-124.

Primack, R.B., 1995. *A Primer of Conservation Biology*. Sinauer, Sunderland και.

Quezel, P. and Medail, F. 2003. *Ecologie et biogeographie des forêts du bassin mediterraneen*. Elsevier, Paris, 572 pp.

Schweingruber, F.H. 1996. *Tree-rings και environment dendroecology*, Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow και Landscape Research, Berne.

Touchan, R., Meko, D.M. and Hughes, H., 1999. A 396-year reconstruction of precipitation in southern Jordan. *J. Am. Water Resour. Assoc.* 35: 45–55.

Waisel, Y. and Liphshitz, N., 1968. Dendrochronological studies in Israel. II. *Juniperus phoenicea* of northern και central Sinai. *La-Yaaran* 18, 63–67

ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΩΝ ΑΙΩΝΟΒΙΩΝ ΠΛΑΤΑΝΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΕ ΜΝΗΜΕΙΑΚΑ ΔΕΝΔΡΑ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΚΗΡΥΞΗ ΤΟΥΣ ΩΣ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

Σεργίνη, Χ. Μαρία; Θανάσης, Γεράσιμος; Τσιτσώνη, Θέκλα

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Τ.Θ. 262, 54124-Θεσσαλονίκη, masergil@hotmail.com

Περίληψη

Μνημειακά δέντρα είναι εκείνα που φέρουν ιδιαίτερες οικολογικές, επιστημονικές, αισθητικές, ιστορικές και γενετικές πληροφορίες. Η εργασία έλαβε χώρα στην Αρέθουσα Θεσσαλονίκης τον Οκτώβριο του 2019. Κύριος σκοπός της έρευνας είναι η δενδροχρονολόγηση και αποτύπωση δέντρων μνημειακού ενδιαφέροντος ώστε να ενταχθούν σε καθεστώς ειδικής προστασίας. Επιπρόσθετοι σκοποί είναι να ληφθούν ειδικά μέτρα προστασίας για το κάθε δέντρο αλλά και μετά το πέρας της παρούσας εργασίας να καταφέρουμε να ελκύσουμε το ενδιαφέρον της τοπικής κοινωνίας με το ενδεχόμενο να δημιουργηθεί μια πολιτιστική διαδρομή που να ενώνει τα πλατάνια μεταξύ τους. Η δενδροχρονολόγηση των δέντρων έγινε με τη μέθοδο των τρυπανιδίων και την εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων λαμβάνοντας υπόψη τη μέθοδο των ελλিপών τρυπανιδίων από τη Διεθνή Βιβλιογραφία.

Λέξεις κλειδιά: εκτίμηση ηλικίας, πλατάνια, μνημειακά δέντρα, αυξητικοί δακτύλιοι.

Εισαγωγή

Από αρχαιότατων χρόνων ο άνθρωπος ήταν άρρηκτα συνδεδεμένος με τη μητέρα φύση. Τα δέντρα και τα δάση επίσης θεωρούνταν ιερά, όπως τα ιερά δάση της θεάς Άρτεμις, που η ίδια η θεά κατά τους μύθους τα προστάτευε και που απαγορευόταν να κοπούν δέντρα από εκεί, γιατί μέσα σε κάθε δέντρο ζούσε και μία νύμφη που ήταν ακόλουθος της θεάς (Nilsson 1984). Η Αρέθουσα ήταν μια νύμφη συνοδός της θεάς Άρτεμις, νύμφη των πηγών. Ο θεός Αλφειός μια μέρα την είδε που λουζόταν σε μια πηγή την ερωτεύτηκε και θέλησε να την κάνει δική του αφηφώντας το άβατο της παρθενίας των νυμφών ακολούθων της θεάς. Η Αρέθουσα προσπαθώντας να του ξεφύγει παρακάλεσε την Άρτεμη να την μεταμορφώσει σε δροσερή πηγή έτσι ώστε να γλιτώσει από τον Αλφειό. Τότε εκείνος μεταμορφώθηκε σε χείμαρρο και ένωσε τα νερά του με εκείνα της Αρεθούσης! Αρέθουσα η νύφη των νερών, Αρέθουσα και η περιοχή της έρευνάς μας που πήρε το όνομά της από τις πολλές και γάργαρες πηγές που υπάρχουν ακόμη και σήμερα εκεί και προς τιμήν της νύμφης! (Παπαδόπουλος 2019).

Η ανθρωπότητα πέρασε πολλά εξελικτικά στάδια και μαζί της περνούσε και η φύση που προσάρμοζε τα είδη της σύμφωνα με τις εκάστοτε συνθήκες. Στην αρχαία Ελλάδα το δάφνινο στεφάνι ήταν κόσμημα της κεφαλής που φόραγαν οι σημαντικοί ποιητές και αθλητές στις καθημερινές τους εμφανίσεις. (Ranke-Grave 1999, 2001). Η μακεδονική δρυς (*Quercus trojana*) ένα είδος που συναντούμε στη ζώνη αείφυλλων πλατύφυλλων αρκετά στη Μακεδονία (Αθανασιάδης 1986), είναι εκείνη που στόλισε με τα φύλλα και τους καρπούς της τα κεφάλια των Μακεδόνων βασιλέων. Ο Αριστοτέλης δίδασκε τον Μέγα Αλέξανδρο κάτω από αιωνόβια πλατάνια και δρύες και από τα πιο σημαντικά και πρώτα μαθήματα που του έκανε ήταν να του διδάξει την αγάπη και τον σεβασμό για τη φύση και ότι υπάρχει μέσα σε αυτήν. (Lane Fox 2011).

Ο πλάτανος είναι ένα ταχουαξές είδος που με τις κατάλληλες συνθήκες υγρασίας μπορεί να δώσει εξαιρετικά αποτελέσματα ανάπτυξης. Ο Πλάτανος ευδοκίμει σε εδάφη βαθιά, υγρά και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Είναι δέντρο φωτόφιλο και ανθεκτικό σε μεταβολές της υγρασίας ή σε τραυματισμούς. Αναπτύσσεται αυτοφυές σε όλη την χώρα, ηπειρωτική και νησιωτική και σε υψόμετρο μέχρι 1.000 μ., σε θέσεις υγρές, κοντά σε ποτάμια, ρεματιές ή και υπόγεια ρεύματα. (Brickell 2008). Στη παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια καταγραφής και ηλικιακής δενδροχρονολόγησης με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία (Frits 1976) ων έξι βασικών πλατάνων που υπάρχουν στον οικισμό, οι πέντε εξ αυτών μέσα και ο ένας περίπου τρία χιλιόμετρα έξω από το χωριό.

Οι βασικοί στόχοι της έρευνας είναι:

- Η δενδροχρονολόγηση των πλατάνων ώστε να εξάγουμε την ηλικία τους με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια
- Η διερεύνηση της δυνατότητας ειδικής προστασίας διαχείρισης και ανάδειξης των αιωνόβιων δέντρων ως πιθανά Μνημεία της Φύσης.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Ως περιοχή της έρευνας ορίστηκε η Αρέθουσα Θεσσαλονίκης, η οποία βρίσκεται στο ΒΑ άκρο του Ν. Θεσ/νίκης. Η Αρέθουσα είναι μια ημιορεινή περιοχή χτισμένη στους πρόποδες από τα Κερδύλια όρη και με υψόμετρο 357 μέτρων από τη στάθμη της θάλασσας. Η περιοχή γεωτεκτονικά εντάσσεται στη Σερβομακεδονική μάζα. Η Σερβομακεδονική αποτελείται από κρυσταλοσχιστώδη πετρώματα. (Ψιλοβίκος 1977). Σύμφωνα με την κλιματική κατάταξη κατά Köppen, το κλίμα της περιοχής ανήκει στον κλιματικό τύπο Csa - Κλίμα της Ενδοχώρας της Μεσογείου (Μεσογειακό κλίμα) με πολύ θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 650 mm για την ημιορεινή ζώνη και 600mm για τις πεδινές περιοχές. Η Λίμνη Βόλβη ρυθμίζει το κλίμα της περιοχής, επηρεάζοντας την υγρασία και τη θερμότητα της περιοχής.(Μυλόπουλος κ.α. 2003).

Μέθοδοι έρευνας

Η δενδροχρονολόγηση των πλατάνων της Αρέθουσας έγινε με την διεθνώς επιστημονική και αναγνωρισμένη μέθοδο των τρυπανιδίων. Η λήψη στοιχείων έλαβε χώρα τον Οκτώβριο του 2019. Περιελάμβανε συλλογή 11 τρυπανιδίων (2 από τα πέντε πρώτα πλατάνια και 1 από το τελευταίο). Αναλυτικότερα για κάθε πλατάνι, ελήφθησαν μετρήσεις με την πλέον αναγνωρισμένη μέθοδο των τρυπανιδίων, και δόθηκε η δέουσα προσοχή ώστε να μην τραυματίσουμε τα δέντρα. Λόγω των άφθονων νερών που υπάρχουν ευδοκίμησαν τα πλατάνια και συγκεκριμένα ο πλάτανος ο ανατολικός (*Platanus orientalis*). Η δειγματοληψία είχε κατεύθυνση από το εξωτερικό μέρος του πλατάνου (ζωντανό μέρος του δέντρου) προς το εσωτερικό του κεντρικού τμήματος/εντεριώνη. Αποφεύχθηκαν οι διακλαδώσεις, δυσμορφίες και τα εξογκώματα. Μετρήσεις στο σθηθιαίο ύψος (1.30m.). Εξαγωγή των τρυπανιδίων με Τρυπάνη Presler 40cm. Για τις μετρήσεις της περιμέτρου και διαμέτρου χρησιμοποιήθηκε μετροταινία 50m. και παχύμετρο 80 cm, ενώ για το ύψος το υψόμετρο Haga. Τα τρυπανίδια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο δασοκομίας Για την ανάλυση των δειγμάτων και την μέτρηση των δακτυλίων χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο. Χρησιμοποιήσαμε 3 μεθόδους υπολόγισμού:

Μέθοδος πρώτη: Είχαμε ως οδηγό για τον υπολογισμό τις μετρήσεις του νεαρότερου πλατάνου μας –πλατάνι Καρανικόλα- για τον λόγο ότι εδώ εξ αρχής γνωρίζαμε την ακριβή ηλικία. Υπολογίσαμε το μέσο πλάτος αύξησης δακτυλίου και με την απλή μέθοδο των τριών και με βάση το μήκος της υπολειπόμενης ακτίνας μέχρι την εντεριώνη για τα υπόλοιπα δένδρα, οδηγηθήκαμε στον αριθμό των χαμένων δακτυλίων.

Μέθοδος δεύτερη: Αρχικά ο προσδιορισμός της ηλικίας των δένδρων στα οποία το τρυπανίδιο κάλυπτε όλη τη σειρά των δακτυλίων από το κέντρο έως τον φλοιό, γίνεται άμεσα με τη μέτρηση του συνολικού αριθμού των δακτυλίων από το κέντρο έως τον φλοιό. Σε δεύτερη φάση, για τα δένδρα μεγάλης ηλικίας με ελλiptή προς το κέντρο του κορμού (εντεριώνη) τρυπανίδια, ο κορμός διαιρέθηκε σε 3μέρη, το 1^ο το εξωτερικό στο οποίο γίνεται μέτρηση των δακτυλίων (Yc) στο τρυπανίδιο μήκους (C), καθώς υπάρχει αυτό το τμήμα του κορμού, το 2^ο το εσωτερικό που ξεκινάει από την εντεριώνη, το οποίο λείπει, στο οποίο η εκτίμηση του αριθμού των δακτυλίων (Y2) γίνεται με βάση τα δεδομένα των νεαρών δένδρων που λήφθηκαν και μετρήθηκαν οι ετήσιοι δακτύλιοι στα πλαίσια της εργασίας, και ένα 3^ο ενδιάμεσο τμήμα του κορμού, το οποίο και αυτό λείπει και για το οποίο η εκτίμηση του αριθμού του ετησίων δακτυλίων έγινε από τη σχέση (G1-G2)/g όπως αναφέρεται στον White (1998). Τέλος προστίθενται τα έτη που απαιτούνται για να φθάσουν τα νεαρά δενδρύλλια στο σθηθιαίο ύψος (Y_{1,3}).

Η εξίσωση είχε την εξής μορφή
$$A=Yc+Y2+\frac{G1-G2}{g}+Y_{1,3}$$

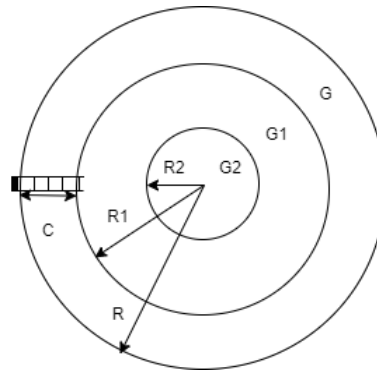
A= η ηλικία του δένδρου

Yc= ο αριθμός των δακτυλίων (έτη) στο τρυπανίδιο C,

Y2= ο αριθμός των δακτυλίων (έτη) στην ακτίνα R2 που υπολογίζεται με βάση τις μετρήσεις ηλικίας/μέσου πλάτους δακτυλίων των δένδρων με τρυπανίδια έως την εντεριώνη,

Y_{1,3}= τα έτη για να φθάσουν τα δενδρύλλια στο σθηθιαίο ύψος (4 κατά μέσο όρο),

G1= η κυκλική επιφάνεια που αντιστοιχεί στο εσωτερικό μέρος του κορμού που δεν υπάρχει τρυπανίδιο λόγω ύπαρξης κουφάλας ή σάπιου ξύλου.
 G2= η κυκλική επιφάνεια που αντιστοιχεί στην ακτίνα R²
 g= η επιφάνεια του εξωτερικού δακτυλίου στην κυκλική επιφάνεια G2, υπολογίζεται από τα στοιχεία ηλικία/μέσο πλάτος δακτυλίων που μετρώνται στα δένδρα με τρυπανίδια έως την εντεριώνη.(Παπαδόπουλος 2017).



Σχήμα 1. Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου υπολογισμού της ηλικίας ενός δέντρου με ελλιπές προς το κέντρο τρυπανίδιο. (Παπαδόπουλος 2017).
 Figure 1. Schematic representation of the way of calculating the age of a tree with incomplete drill towards the center. (Papadopoulos 2017).

Μέθοδος τρίτη: Γραμμική μέθοδος. Χρησιμοποιήσαμε την απλή γραμμική εξίσωση του τύπου

$$y = ax + b$$

Σε πρώτη φάση χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από τα τρυπανίδια όλων των δειγμάτων. Σε δεύτερη φάση έγινε χρήση μόνο των μετρήσεων του πλάτανου Καρανικόλα στο οποίο είχαμε τα πιο πλήρη δεδομένα (ακριβής ηλικία, στηθιαία διάμετρο και δεδομένα τρυπανιδίου). Προέκυψαν 2 γραμμικές εξισώσεις από τις οποίες υπολογίστηκαν οι χαμένοι δακτύλιοι προς την εντεριώνη που έλειπαν. Επειδή και οι δυο μέθοδοι υπολογισμού είχαν μειονεκτήματα, τελικά πήραμε το μέσο όρο υπολογισμού. Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 25 που περιλαμβάνει την ανάλυση δεδομένων με τη γραμμική παλινδρόμηση.

Αποτελέσματα

Χρήση μέσου πλάτους δακτυλίου

Το μέσο πλάτος αύξησης δακτυλίου ήταν 8,6mm ανά δακτύλιο (πλάτανος Καρανικόλα) και με την απλή μέθοδο των τριών και με βάση το μήκος της υπολειπόμενης ακτίνας μέχρι την εντεριώνη για τα υπόλοιπα δένδρα, οδηγηθήκαμε στον αριθμό των χαμένων δακτυλίων, που ήταν αδύνατο να μετρηθούν. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στους πίνακες 1 & 2 (ακτίνα, μήκος τρυπανιδίου κ.λ.π.).

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων. Με έντονη γραφή το πλατάνι του Βογιατζή που βρίσκεται εκτός οικισμού.
Table 1. Pivot table. In bold writing the plane tree of Vogiatzis which is located outside the settlement.

A/A	Τοπωνύμιο	Περιοχή Έρευνας	Θέση	Υψόμετρο (m)	Ύψος Δέντρου (m)	Περίμετρος Δέντρων (m)	Στηθ. Διάμετρος (cm)	Ακτίνα	Τρυπανίδια
1	Τοσουνίδη	Αρέθουσα Θεσ/νίκης	Εντός Οικ.	360	19,5	5,49	175	87,5	2
2	Αγιάννας	Αρέθουσα Θεσ/νίκης	Εντός Οικ.	350	25	3,99	127	63,5	2
3	Βλαχόπουλου	Αρέθουσα Θεσ/νίκης	Εντός Οικ.	350	18,5	4,23	134	67	2
4	Μυλωνά	Αρέθουσα Θεσ/νίκης	Εντός Οικ.	358	22,5	4,78	152	76	1
5	Βογιατζή	Αρέθουσα Θεσ/νίκης	Εκτός Οικ.	362	23	9,15	291	146	1
6	Καρανικόλα	Αρέθουσα Θεσ/νίκης	Εντός Οικ.	349	29	3,86	122	61	1

Πίνακας 2. Συγκεντρωτικός πίνακας αριθμού δακτυλίων, μέσο πλάτος δακτυλίων και μήκος τρυπανιδίων.
Table 2. Aggregate ring number table, average ring width and increment cores length.

A/A	Τοπωνύμιο	Αριθμός Δακτυλίων	Μέσο πλάτος δακτυλίων (cm)	Μήκος τρυπανιδίων (cm)
1	Τοσουνίδη	95	0,34	32,69
		93	0,35	32,46
2	Αγιάννας	93	0,34	31,72
		108	0,28	30,11
3	Βλαχόπουλου	116	0,17	20,19
		169	0,18	31,62
4	Τζίμπα(Μυλωνά)	141	0,23	31,89
5	Βογιατζή	232	0,13	34,05
6	Καρανικόλα	47	0,62	28,93

Χρήση εξίσωσης εργασίας Παπαδόπουλος και Παπαδοπούλου (2017)

$$A=Yc+Y2+\frac{G1-G2}{g}+Y_{1,3}$$

Αναλυτικότερα, βλέπουμε για κάθε πλατάνι τα αποτελέσματα που μας δόθηκαν με βάση την εφαρμογή του παραπάνω τύπου. Ξεκινάμε με το Yc, τον αριθμό των δακτυλίων (έτη) που μετρήσαμε από το τρυπανίδιο. Δημιουργήσαμε έτσι τον πίνακα τοποθετώντας τα πλατάνια από αυτό που είχε τους λιγότερους δακτυλίους και καταλήγοντας σε αυτό με τους περισσότερους. Συνεχίσαμε με τη στήλη Y2 που μας δίνει πληροφορίες για τον αριθμό των δακτυλίων στην ακτίνα R2. Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση τις μετρήσεις στο πλατάνι αναφοράς Καρανικόλα (δείγμα τρυπανιδίου 47 έτη, μέσο πλάτος δακτυλίου 6mm και υπολειπόμενοι δακτύλιοι 22 με μέσο πλάτος 13,8mm). Ανάλογα με το μήκος της υπολειπόμενης ακτίνας προς την εντεριόνη για τα δένδρα μας, χρησιμοποιήσαμε είτε τη σχέση 22 έτη με μέσο πλάτος 13,8mm είτε στην περίπτωση του Μπογιατζή (λόγω του μεγάλου μήκους της υπολειπόμενης ακτίνας) συνολικά το ρυθμό αύξησης του πλάτανου αναφοράς 69 έτη με μέσο πλάτος 8,6mm (Καρανικόλας). Αναλυτικοί υπολογισμοί ηλικίας με βάση τον τύπο στον πίνακα 3 που ακολουθεί.

Πίνακας 3. Αναλυτικοί υπολογισμοί ηλικίας με βάση τον τύπο από την εργασία των Παπαδόπουλου και Παπαδοπούλου (2017).

Table 3. Detailed age calculations based on the type from the work of Papadopoulos and Papadopoulou (2017).

A/A	Τοπωνύμιο	Yc	Y2	G2	G1	g	Y1,3	A
1	Τοσουνίδα	94	22	2894,23	9183,39	131,56	4	168
2	Αγία Άννα	101	22	2894,23	3243,56	131,56	4	130
3	Βλαχόπουλου	143	22	2894,23	5219,29	131,56	4	187
4	Τζίμπας	141	22	2894,23	6065,23	131,56	4	191
5	Μπογιατζή	262	69	11004,57	39353,00	198,82	4	478

Χρήση γραμμικής εξίσωσης

Όσον αφορά τη γραμμική μέθοδο και τον τρόπο που εργαστήκαμε με αυτήν, βλέπουμε πώς και στις δυο γραμμικές εξισώσεις το διάστημα εμπιστοσύνης είναι 95%, υπολογίστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού και το τυπικό σφάλμα εκτίμησης. Προέκυψαν τα παρακάτω:

Εξίσωση 1 $y = 0,47x + 0,35$

Όπου : y αριθμός δακτυλίων x το αθροιστικό πλάτος δακτυλίων σε mm ,a 0.47, b 0.35.

Εδώ είχαμε συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 0,58$ και ένα τυπικό σφάλμα εκτίμησης **37,88**.

Εξίσωση 2 $y = 0,13x + 3,31$

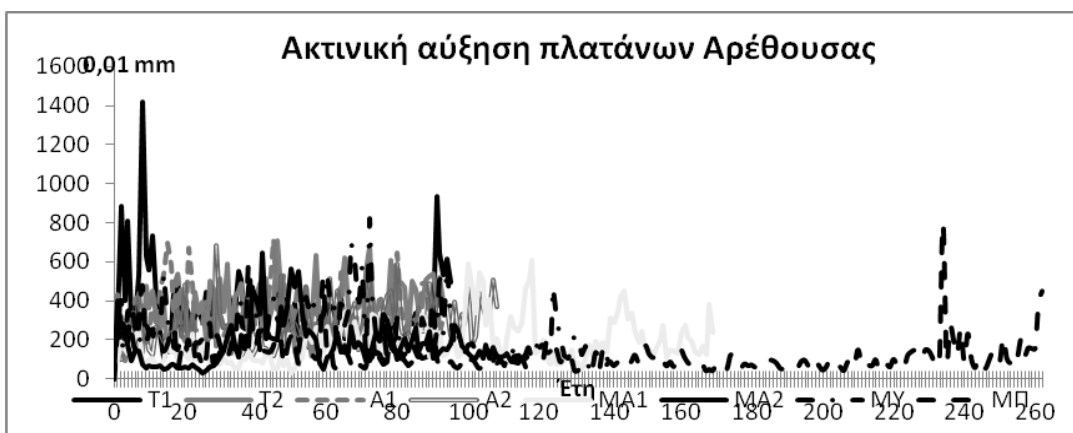
a 0.13 και b 3,31. Ο συντελεστής προσδιορισμού ήταν $R^2 = 0,96$ και τυπικό σφάλμα εκτίμησης **3,89**.

Στην πρώτη εξίσωση, όπως ήταν αναμενόμενο, έχουμε υπερεκτίμηση της ηλικίας λόγω ότι τα δείγματα προέρχονται από τρυπανίδια που βρίσκονταν μακριά από την εντεριώνη και ως εκ τούτου έχουν μικρό μέσο πλάτος. Γνωρίζουμε όμως ότι τις πρώτες δεκαετίες, υπό φυσιολογικές συνθήκες, έχουμε μεγάλο μέσο πλάτος αύξησης δακτυλίων. Εδώ να αναφέρουμε ο συντελεστής προσδιορισμού είχε χαμηλή τιμή καθώς το δείγμα είναι μεγάλο και προέρχεται από τρυπανίδια δένδρων διαφορετικού μεγέθους.

Στη δεύτερη γραμμική εξίσωση προέκυψε υποεκτίμηση της ηλικίας γιατί χρησιμοποιήσαμε μόνο τον νεαρό πλατάνο Καρανικόλα, στον οποίο υπάρχουν μεν όλα τα δεδομένα αλλά το μέσο πλάτος δακτυλίων είναι μεγάλο. Ο συντελεστής προσδιορισμού είχε ιδανική τιμή προερχόμενος όμως από ένα μικρό δείγμα. Έχοντας υπόψη τα παραπάνω οδηγηθήκαμε στην απόφαση να πάρουμε τον μέσο όρο αποτελεσμάτων των δυο γραμμικών εξισώσεων. Στον πίνακα 4 παραθέτουμε την ηλικία όπως μετρήθηκε με όλες τις μεθόδους ενώ στο διάγραμμα 1 βλέπουμε την ακτινική αύξηση.. Τα αποτελέσματα μας δίνουν την ηλικία των πλατάνων με μια τυπική απόκλιση +/- 40 έτη, εκτός από το πλατάνι του Βογιατζή που έχει μια απόκλιση +/- 80 έτη.

Πίνακας 4. Πίνακας εκτίμησης ηλικίας πλατάνων συγκεντρωτικά. Η ηλικία με * είναι αυτή που γνωρίζαμε εξ' αρχής. Στο πλατάνι του Βογιατζή με την έντονη γραφή έχουμε απόκλιση +/- 80 έτη.
 Table 4. Plane age estimation table aggregate. The age with * is what we knew from the beginning. In the plane tree of Vogiatzis with the bold writing we have a deviation of +/- 80 years

A/A	Τοπωνύμιο	Τύπος Παπαδόπουλου	Μέθοδος Μέσου πλάτους αύξησης δακτυλίου	Γραμμική μέθοδος (τυπική απόκλιση +/- 40 έτη)	Εκτιμώμενη ηλικία
1	Τοσουνίδη	168	161	262	180-220
2	Αγιάννας	130	142	203	140-180
3	Βλαχόπουλου	187	194	271	190-230
4	Τζίμπα	191	196	279	210-250
5	Βογιατζή	478	396	604	450-530
6	Καρανικόλα			69*	



Διάγραμμα 1. Συνολικό διάγραμμα ακτινικής αύξησης τρυπανιδίων
 Diagram 1. Overall diagram of radial growth of increment cores

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Η περιοχή της Μακεδονίας έχει αναδείξει πολλά μνημειακά δέντρα μέσα από μελέτες που διεξήχθησαν και συντάχθηκαν ώστε να μπου σε ειδικό καθεστώς προστασίας. Τα δέντρα αυτά χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη επιστημονική, οικολογική, αισθητική, ιστορική και πολιτισμική αξία και χρειάζονται ιδιαίτερη φροντίδα και προστασία. Οι εκθέσεις έχουν επιθυμητό αντίκτυπο, αφού ορισμένα αιτήματα έχουν γίνει αποδεκτά από την πολιτεία και οι αποφάσεις έχουν αναρτηθεί σε σχετικά ΦΕΚ (Καγιαλή 2018, Tsiotsoni και Kagiáli 2019). Τα αυτοφυή είδη που ανήκουν στο χώρο φυσικής εξάπλωσης της περιοχής, καθώς αυτά έχουν ήδη επιδείξει ότι προσαρμόζονται επιτυχώς στις οικολογικές συνθήκες (Θανάσης κ.ά. 2007) είναι ιδανικά προς μελέτη και καταγραφή.

Η μεθοδολογία που παρουσιάστηκε για την εκτίμηση της ηλικίας των αιωνόβιων δέντρων είναι αποτέλεσμα συνδυασμού γραμμικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τη Διεθνή Βιβλιογραφία (Sedmak κ.α. 2014). Αξιόπιστη βάση αποτελεί η χρήση δεδομένων νεότερων ατόμων που συνήθως είναι γνωστή η ηλικία τους για τις εκτιμήσεις. Η εκτίμηση της ηλικίας αιωνόβιων δέντρων βασίζεται σε πραγματικές μετρήσεις για ένα τμήμα μόνο της ακτινικής κατεύθυνσης της διατομής του κορμού στο στήθιαίο ύψος (Παπαδόπουλος και Παπαδοπούλου 2017). Η χρήση της κυκλικής επιφάνειας του δακτυλίου στον τρόπο υπολογισμού της ηλικίας του πλατάνου, σε αντίθεση με το μέσο πλάτος δακτυλίων που χρησιμοποιείται για άλλα είδη με πιο ομοιογενή αύξηση όπως η ήμερη βελανιδιά (Παπαδόπουλος και Παντέρα 2015), μας παραβάλλει καλύτερα την πορεία της κατά πλάτος αύξησης του πλατάνου. Γενικότερα η εκτίμηση της ηλικίας αιωνόβιων δασοπονικών ειδών αποτελεί μια δύσκολη εργασία και καταβλήθηκε προσπάθεια να προσεγγιστεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια.

Στη παρούσα εργασία μελετήθηκαν έξι πλατάνια, το ένα εξ αυτών με ηλικία που γνωρίζαμε ήδη. Αφού πραγματοποιήθηκαν όλες οι μετρήσεις και χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές υπολογισμού ηλικίας που προαναφέρθηκαν, καταλήξαμε στο να χωρίσουμε σε ηλικιακές ομάδες τα πλατάνια μας, ώστε οι προτάσεις για προστασία και ανάδειξή τους να είναι πιο στοχευμένες. Σκοπός μας ήταν να συντάξουμε

ειδική μελέτη με την πεποίθηση τα αιτήματά μας να γίνουν αποδεκτά. Παρόμοιες έρευνες έγιναν από τους Σπανό (2017) και Σπανό κ.α. (2018) για δύο άτομα δρυός στο Νεοχώρι και τη Δεσκάτη Γρεβενών αντίστοιχα και τους Λαγόπουλο και Γκανάτσα (2001) στην Νάουσα για τη χρονολόγηση ενός υπεραιωνόβιου πλατάνου

Σχετικά με το γηραιότερο πλατάνι του Βογιατζή (ηλικία περίπου 500 έτη), οι προτάσεις είναι οι εξής:

- Ανακήρυξη του πλατάνου ως Μνημείο της Φύσης και ένταξης του σε ειδικό καθεστώς προστασίας
- Σύνταξη ειδικού μητρώου δέντρων με μνημειακό χαρακτήρα για να μπορεί να είναι εφικτός ο έλεγχος και η σωστή διαχείριση τους από τους αρμόδιους φορείς.
- Σύνταξη έκθεσης για την ιδιαιτερότητα του πλατάνου λόγω της ηλικίας και των γενετικών αλλά και πολιτιστικών πληροφοριών που μας μεταφέρει
- Καθαρισμός και περίφραξη του πλατάνου περιμετρικά αυτού
- Φωτισμός και τοποθέτηση πινακίδας ιστορικού μνημείου της φύσης

Σχετικά με τα πλατάνια του Βλαχόπουλου και του Τζίμπα (ηλικία περίπου 210 έτη), οι προτάσεις είναι οι εξής:

- Προστασία των πλατάνων με την ένταξη τους σε ειδικό καθεστώς
- Ανάδειξη τους με καθαρισμό και φωτισμό
- Τοποθέτηση πινακίδας ιστορικού μνημείου της φύσης
- Παρακολούθηση και καταγραφή της πορείας του δέντρου.

Τέλος για τα πλατάνια του Τοσουνίδη και της Αγιάνας (ηλικίας περίπου 180 ετών) προτείνονται τα εξής:

- Προστασία και παρακολούθηση των δέντρων
- Τοποθέτηση πινακίδας ως αιωνόβια πλατάνια

Η ιδιαίτερη σημασία των δέντρων αυτών ως κομμάτι της ιστορίας της περιοχής, μπορεί να αξιοποιηθεί για να αυξήσει την τουριστική επισκεψιμότητα στην περιοχή. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η δημιουργία μιας πολιτιστικής διαδρομής που να ενώνει όλα τα πλατάνια που βρίσκονται μέσα στον οικισμό, αλλά και η δημιουργία ψυχαγωγικού και μορφωτικού χαρακτήρα εκδηλώσεων σε συνδυασμό πάντα με την προβολή την προστασία και τον σεβασμό απέναντι στα πλατάνια. Λόγω της σπουδαιότητάς τους, επομένως, κρίνεται αναγκαίο, τα άτομα αυτά να προστεθούν, και να αναδειχθούν από την τοπική αυτοδιοίκηση, ως στοιχεία απαραίτητα για την ιστορία της περιοχής.

Abstract

Monumental trees are those that have special ecological, scientific, aesthetic, historical and genetic information. The research took place in Arethousa, Thessaloniki in October 2019. The main purpose of the research is to date trees and capture trees of monumental interest to be included in a special protection regime. Additional goals are to take special protection measures for each tree but also after the end of this research to be able to attract the interest of the local community with the possibility of creating a cultural route that connects the plane trees. The age estimation of the trees was done with the method of increment cores and the application of mathematical models taking into account the method of incomplete drills from the International Bibliography.

Βιβλιογραφία

Brickell, C., 2008. RHS A-Z encyclopedia of garden plants. Dorling Kindersley Publishers Ltd, 1996. p. 1136 . ISBN 978-1405332965

Fritts, H.C., 1976. Tree-rings and climate. Academic Press. London, New York, San Francisco, pp 576

Graves, R., 2001. Griechische Mythologie – Quellen und Deutung. Rowohlt Tb. Nachdruck. Hamburg 1999. ISBN 3499554046

Θανάσης, Γ., Κεραμάρης, Ε. και Ζάγκας, Θ., 2007. Επιλογή δασοπονικών ειδών για εγκατάσταση αστικού και περιαστικού πρασίνου με βάση κλιματικά δεδομένα. Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. Καστοριά 2007. Σελ. 246-255.

Καγιαλή, Χ., 2018. Μνημειακά δέντρα στο ιστορικό κέντρο της Θεσσαλονίκης και ανάδειξη τους μέσω πολιτιστικής διαδρομής. Πτυχιακή διατριβή Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

- Λαγόπουλος, Α. και Γκανάτσας, Π., 2001. Η ηλικία του πλατάνου, η ιστορία μιας πόλης. Εφημερίδα Μακεδονία, Τεύχος 130. Άρθρο, 04 Μαρτ.2001.
- Lane Fox, R., 2011. «Introduction: Dating the Royal Tombs at Vergina». Lane Fox, Robin J. Brill's Companion to Ancient Macedon: Studies in the Archaeology and History of Macedon, 650 BC - 300 AD. Βοστώνη: Brill. 1-34
- Nilsson, M.-P., 1984. Ιστορία της αρχαίας ελληνικής θρησκείας - Εκδόσεις Παπαδήμα, Αθήνα, 1984.
- Mylopoulos, Y., Kolokytha, E. and Tolikas, D., 2003. Urban water management in Greece present conditions and perspectives of sustainability. Water Int., 28,1,43-51
- Παπαδόπουλος Α. και Παντέρα Α., 2015. Εκτίμηση ηλικίας δένδρων της *Ouercus ithaburensis ssp. Macrolepis* στη Δ. Ελλάδα. Πρακτικά 17^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου « Η συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων φυσικών περιοχών στη βιώσιμη ανάπτυξη». Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, 480-486.
- Παπαδόπουλος, Α. και Παπαδοπούλου, Π., 2017. Εκτίμηση ηλικίας αιωνόβιων δέντρων πλατάνου του ανατολικού με τη χρήση ελλιπών προς την εντεριάνη τρυπανιδίων. 18ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Ελληνική Δασολογική εταιρεία., 8-11 Οκτ. 2017, Έδεσσα, Πρακτικά
- Παπαδόπουλος Ι., 2019. Αρέθουσα –μύθοι σε φόρμες παραδοσιακές .Εκδόσεις Πατάκη, Απρίλιος 2019. ISBN 9789601683119
- Sedmak, R., Sedmakova, D., Bosel' a, M, Marusak, R., Jezik, M., Murgas, V. and Blazenec, M., 2014. Age estimation of Norway spruce using incomplete increment cores: Testing new and improved methods. Dendrochronologia 32, 327-335.
- Σπανός, Ι., Τζατζάνης, Ι. και Τσιατούρα, Μ., 2018. Ειδική έκθεση προστασίας και κήρυξης Μνημείου της φύσης υπεραιώνόβιας Μακεδονικής δρυός (*Ouercus trojana var. 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 υπεραιώνόβιας δρυός περιοχής του Δήμου Δεσκάτης. ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών. ΦΕΚ 1255/11 Απριλίου 2017, Τεύχος Δεύτερο, σελ. 10673-10674
- Tsitsoni, T. and Kagiali, C., 2019. The contribution of monumental trees to the cultural routes in the urban space. The case of Thessaloniki. In Social, Newsletter, pp5-7. Editors: Municipalities of Delta of Greece and Mersin of Turkey.
- White J., 1998. Estimating the age of large and veteran trees in Britain. Forestry Practice, 1-8.
- Ψιλοβίκος, Α., 1977. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης και της λίμνης της Μυγδονίας (Λαγκαδά-Βόλβη). Διδ. Διατρ., Α.Π.0.1-156.

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ *Neoleucopis kartliana*
(DIPTERA, CHAMAEMYIIDAE)**

Ελευθεριάδου, Νικολέτα¹; Αβτζής, Δημήτριος¹; Lubanga, K. Umar²;
Lefoe, Greg²; Kwong, M. Raelene²; Elms, Stephen³; Smith, David⁴;
Shaw, Richard⁵; Seehausen, Lukas⁶; Kenis, Marc⁶; Καβαλλιεράτος, Νικόλαος⁷

¹Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών – Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός Δήμητρα, 57006 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

²Invertebrate & Weed Sciences, Agriculture Victoria Research Division, Department of Jobs, Precincts and Regions, AgriBio Centre, Bundoora, Victoria, Australia.

³HVP Plantations, 50 Northways Road, Churchill, Victoria, Australia.

⁴Office of the Chief Plant Protection Officer, Agriculture Victoria

⁵Centre for Agriculture and Bioscience International, Bakeham Ln, Englefield Green, Egham TW20 9TY, UK.

⁶Centre for Agriculture and Bioscience International, Rue des Grillons 1 CH-2800 Delémont, Switzerland.

⁷Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα, Ελλάδα.

Περίληψη

Το κοκκοειδές *Marcalina hellenica* (Ημίπτερα, Margarodidae), το οποίο είναι ενδημικό είδος της Ελλάδας και Τουρκίας, προσβάλλει είδη του γένους *Pinus spp.* και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την παραγωγή μελιού. Ωστόσο, η εισβολή του σε νέες περιοχές αποτελεί κίνδυνο για την υγεία των ξενιστών του και τη βιοποικιλότητα. Το αρπακτικό *Neoleucopis kartliana* Tanasijtshuk (Δίπτερα, Chamaemyiidae) θεωρείται πως αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη ρύθμιση της έξαρσης του κοκκοειδούς, τρεφόμενο με αυτό. Για την εκτίμηση του *N. kartliana* ως παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης ενάντια στο *M. hellenica*, έγινε έρευνα της βιολογίας αυτού και προσπάθεια εκτροφής του. Το αρπακτικό ήταν παρόν και στις έξι περιοχές δειγματοληψίας, ενώ παρατηρήθηκε να τρέφεται με όλα τα στάδια του *M. hellenica*, παρουσιάζοντας τροφική εξειδίκευση στο κοκκοειδές.

Λέξεις κλειδιά: Βιολογική καταπολέμηση, Chamaemyiidae, Margarodidae.

Υλικά και μέθοδοι

Για τη μελέτη της βιολογίας του *N. kartliana*, έγινε επαναλαμβανόμενη συλλογή προσβεβλημένων από *M. hellenica* κλαδίσκων πεύκης (κάθε 7-10 ημέρες) σε διάρκεια 18 μηνών, από έξι περιοχές της βόρειας Ελλάδας (Κέδρινος Λόφος-Θεσσαλονίκη, Στρατόνι-Στρατονίκη, Αρναία, Παρθενώνας, Κατερίνη-Μακρύγαλος, Πυργετός), και μεταφορά και εξέταση αυτών στο Εργαστήριο Δασικής Εντομολογίας του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών (ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ). Η εξέταση των δειγμάτων έγινε με τη χρήση στερεοσκοπίου, για την καταμέτρηση των ατόμων *N. kartliana* σε σχέση με του *M. hellenica* και την εκτίμηση της αφθονίας του, καθώς και για την αναγνώριση του εκάστοτε σταδίου ανάπτυξης του εντόμου *N. kartliana* σύμφωνα με τις περιγραφές του Gaimari (Gaimari κ.α. 2007), και του *M. hellenica*, σύμφωνα με εκείνες των Hodgson και Gounari (Hodgson και Gounari 2006), για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας. Επιπλέον, έγινε συλλογή των υπολοίπων φυσικών εχθρών ή ειδών που σχετίζονται με το *M. hellenica* για την εκτίμηση του συνόλου των φυσικών του εχθρών.

Στη συνέχεια, οι προνύμφες και νύμφες του *N. kartliana* που συλλέχθηκαν κατά την εξέταση των κλαδίσκων, καθώς και άθικτοι κλαδίσκοι, τοποθετήθηκαν σε καλά αεριζόμενους κλωβούς διαστάσεων 60x60x60cm σε θαλάμους ανάπτυξης στους 23°C, σχετική υγρασία 60% και φωτοπερίοδο 18:6 (Φως: Σκοτάδι) (με σταδιακή εναλλαγή ημέρας-νυκτός στη διάρκεια μιας ώρας), για την επιτάχυνση της ανάπτυξης του εντόμου και συλλογή των τέλειων ατόμων. Ο έλεγχος για εμφάνιση τέλειων ατόμων γινόταν ανά 1-2 ημέρες. Ορισμένα τέλεια άτομα τα οποία εμφανίστηκαν, τοποθετήθηκαν σε κλωβούς (30x30x30cm) με μοναδική πηγή τροφής τις τεχνητές (νερό, μέλι και μέλι με ξηρή μαγιά αραιωμένα με

νερό, γάλα, και μίγματα ζάχαρης με ξηρή και νωπή μαγιά σε διάφορες πυκνότητες), ώστε να εντοπιστεί το καλύτερο υποκατάστατο της φυσικής πηγής τροφής των ενηλίκων (μελίτωμα του *M. hellenica*).

Μετά την εμφάνισή τους, τα τέλεια άτομα συλλέγονταν μεμονωμένα σε δοχεία falcon μήκους 6cm και διαμέτρου 1,5cm και, μετά την αναγνώριση και καταγραφή του φύλου τους με τη χρήση στερεοσκοπίου, σύμφωνα με τις περιγραφές του Gaimari (Gaimari κ.α., 2007), τοποθετούνταν σε κλωβούς διαστάσεων 60x60x180cm, εγκατεστημένους σε συνθήκες περιβάλλοντος, σε σκιαζόμενο μέρος, με προστασία από τα καιρικά φαινόμενα. Οι κλωβοί αυτοί περιείχαν ζωντανά δενδρύλλια πεύκης (*P. brutia*), προσβεβλημένα από το *M. hellenica*, ως φυσική πηγή τροφής για το *N. kartliana*.

Η προσβολή των δέντρων από το κοκκοειδές ενισχύθηκε περαιτέρω με εισαγωγή επιπλέον ατόμων *M. hellenica*, διαφόρων σταδίων. Τα άτομα *M. hellenica* συλλέγονταν από τους μικρούς κλωβούς (60x60x60cm) που περιείχαν τα δείγματα κλαδίσκων. Οι ωοθεσίες του κοκκοειδούς συλλέγονταν και ελέγχονταν με τη χρήση στερεοσκοπίου για πιθανή παρουσία αρπακτικών πριν εισαχθούν στους μεγάλους κλωβούς (60x60x180cm), ενώ τα τέλεια άτομα συλλέγονταν μεμονωμένα και οι νύμφες είτε με τη χρήση αναρροφητήρα (νύμφες 1^{ου} σταδίου), είτε μεμονωμένα, όταν οι κλαδίσκοι είχαν υγρασία και τα έντομα αναζητούσαν νέα θέση εγκατάστασης, αφαιρώντας αυτοβούλως τα στοματικά τους μόρια, χωρίς κίνδυνο τραυματισμού αυτών (νύμφες 2^{ου}, 3^{ου} σταδίου).

Εκτός της φυσικής του πηγής τροφής, στα τέλεια άτομα *N. kartliana* παρέχονταν και τεχνητές πηγές τροφής, οι οποίες αποτελούνταν από: 1) νερό και 2) μίγμα ξηρής μαγιάς και ζάχαρης (10-30%), τοποθετημένη πάνω σε βαμβάκι με τη μορφή σταγόνων σε δισκία πέτρι (Ø 8,5cm), ώστε να προσομοιάζουν τη φυσική πηγή τροφής του εντόμου (κηρώδες «βαμβάκι» και μελίτωμα εκκρινόμενο από το *M. hellenica*), η οποία ανανεωνόταν ανά 2-3 ημέρες.

Για την εκτίμηση της τροφικής εξειδίκευσης του *N. kartliana* (μονοφαγία) απέναντι στο *M. hellenica*, συλλέχθηκαν κλαδίσκοι του είδους *Pittosporum tobira* (αγγελική), προσβεβλημένοι από *Icerya purchasi* (Ομόπτερα, Margarodidae), από δύο περιοχές της Ελλάδας (Θεσσαλονίκη, Αθήνα). Το *I. purchasi* είναι ένα κοκκοειδές που παρουσιάζει αρκετές βιολογικές ομοιότητες με το *M. hellenica* (έκκριση μελιτώματος και κηρώδους «βαμβακιού»). Οι κλαδίσκοι *P. tobira* εξετάστηκαν με τη χρήση στερεοσκοπίου προς αναζήτηση οποιουδήποτε σταδίου του *N. kartliana* και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κλωβούς διαστάσεων 30x30x30cm, σε θάλαμο ανάπτυξης στους 23°C, σχετική υγρασία 60% και φωτοπερίοδο 18:6 (Φως: Σκοτάδι) για την εξακρίβωση παρουσίας ή απουσίας του *N. kartliana*.

Όσον αφορά στους φυσικούς εχθρούς του *N. kartliana*, έρευνες μαρτυρούν την παρουσία ενός παρασιτοειδούς του γένους *Chartocerus* sp (Υμενόπτερα: Signiphoridae), το οποίο παρασιτεί στο *N. kartliana*, στο στάδιο της νύμφης (Avtzis κ.α., 2020, Gaimari κ.α., 2007). Για τον εντοπισμό των φυσικών εχθρών του *N. kartliana* και τον υπολογισμό της αφθονίας αυτών, οι νύμφες του εντόμου οι οποίες είχαν συλλεχθεί κατά την εξέταση των προσβεβλημένων από *M. hellenica* κλαδίσκων και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ανάπτυξης, ελέγχονταν τακτικά για παρουσία παρασιτοειδών και, μετά το πέρας 2-3 μηνών από την τοποθέτησή τους, αφαιρούνταν από το θάλαμο ανάπτυξης και ελέγχονταν με τη χρήση στερεοσκοπίου για παρουσία οπών εξόδου των παρασιτοειδών. Τα παρασιτοειδή συλλέχθηκαν και αποθηκεύτηκαν για αναγνώριση, ενώ οι νύμφες που εμφάνισαν οπές εξόδου του παρασιτοειδούς καταμετρήθηκαν για τον υπολογισμό του ποσοστού παρασιτισμού στο *N. kartliana*.

Αποτελέσματα

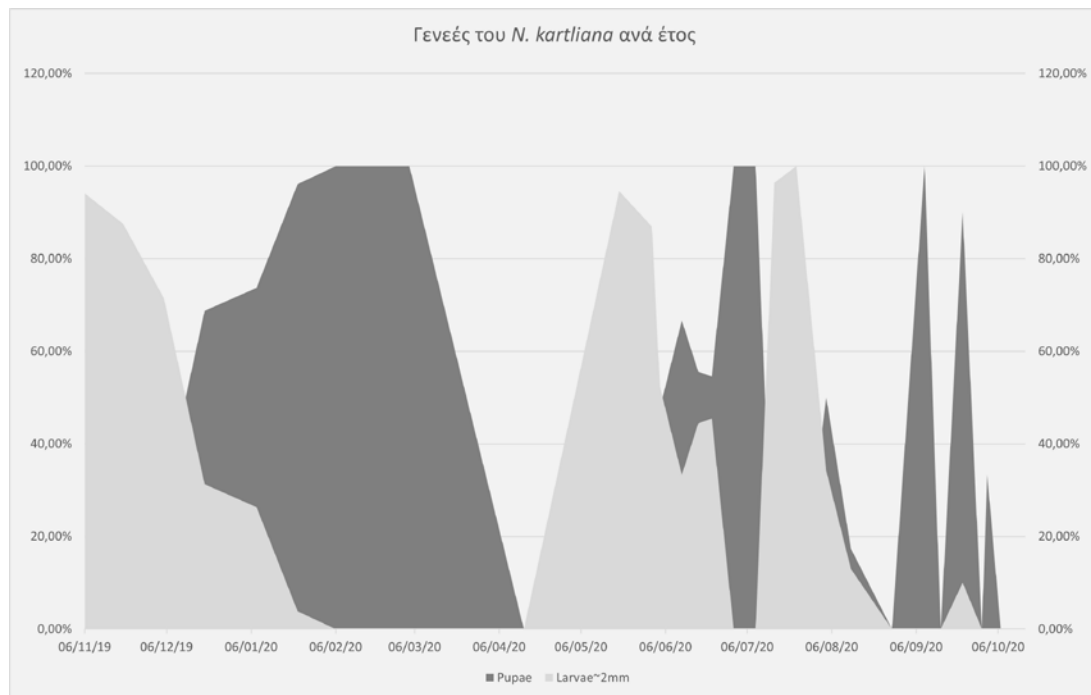
Το αρπακτικό *N. kartliana* εντοπίστηκε σε όλες τις περιοχές δειγματοληψίας, σε διαφορετικά επίπεδα αφθονίας, φτάνοντας το 100% σε σχέση με τον πληθυσμό του *M. hellenica* (σε ωοθεσίες του κοκκοειδούς) (Πίνακας 1), ενώ η παρουσία του στις ωοθεσίες του *M. hellenica* φανέρωσε έντονη επίδραση στους πληθυσμούς αυτού, αφού παρατηρήθηκε αισθητή μείωση του αριθμού των ζωντανών ωών του κοκκοειδούς όταν υπήρχε παρουσία των προνυμφών του *N. kartliana*, με μέγιστο αριθμό προνυμφών του αρπακτικού ανά ωοθεσία του *M. hellenica* να φτάνει τις 6.

Πίνακας 1. Ποσοστά αφθονίας του *N. kartliana*
Table 1. Abundance of *N. kartliana*

Ποσοστά αφθονίας του <i>N. kartliana</i>			
Ποσοστό αφθονίας (%)	Χαμηλότερο	Υψηλότερο	Μέσος Όρος
	0,01	100	10,44

Το *N. kartliana* παρατηρήθηκε σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του κατά την εξέταση προσβεβλημένων από *M. hellenica* κλαδίσκων (ωά, προνύμφες, νύμφες) και τη συλλογή τέλειων ατόμων από τους κλωβούς που τοποθετήθηκαν σε θαλάμους ανάπτυξης. Το μέγεθος των ωών του εντόμου εκτιμάται στο 0,5mm, των νυμφών σε 2-2,5mm, ενώ των προνυμφών κυμαίνεται από 0,5 έως 2mm, ανάλογα με το επίπεδο ανάπτυξης τους. Τα ωά του αρπακτικού παρατηρήθηκαν να βρίσκονται μέσα ή κοντά στο «βαμβάκι» που εκκρίνεται από το κοκκοειδές και οι προνύμφες είτε μέσα στις ωοθεσίες ή πολύ κοντά στα υπόλοιπα στάδια του κοκκοειδούς, με το οποίο παρατηρήθηκαν να τρέφονται, ανεξαρτήτως του σταδίου του εντόμου. Οι νύμφες βρέθηκαν σε σχισμές του φλοιού, χωρίς να είναι απαραίτητη η κοντινή παρουσία του *M. hellenica*.

Τα δεδομένα ενός έτους παρουσιάζουν την ύπαρξη τουλάχιστον τριών γενεών του *N. kartliana*, αν και δε θα μπορούσε να απορριφθεί η πιθανότητα ύπαρξης και τέταρτης γενιάς ή αλληλοκαλυπτόμενων γενεών (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Γενεές του *N. kartliana* ανά έτος
Figure 1. *N. kartliana* generations

Τα τέλεια άτομα *N. kartliana* που συλλέχθηκαν από τους μικρούς κλωβούς (60x60x60cm), τοποθετημένους σε θαλάμους ανάπτυξης, ελέγχθηκαν για την εξακρίβωση της αναλογίας φύλου του είδους, η οποία είναι 1:1 (50,93:49,07) με μέγεθος δείγματος 5942 τέλεια άτομα, ενώ οι συνθήκες των θαλάμων ανάπτυξης (23°C, σχετική υγρασία 60% και φωτοπερίοδο 18:6 (Φως: Σκοτάδι)) επιτάχυναν την ανάπτυξη των προνυμφών κατά δύο εβδομάδες και των νυμφών κατά μια. Όταν τα τέλεια άτομα *N. kartliana* εισήχθησαν στους μεγάλους κλωβούς (60x60x180cm) με την παρουσία ζωντανών δενδρυλλίων πεύκης και τεχνητής τροφής, έδειξαν άμεση ανταπόκριση και στις δύο πηγές τεχνητής τροφής (νερό & μίγμα ξηρής μαγιάς και ζάχαρης σε βαμβάκι), ενώ πειραματική εισαγωγή τέλειων ατόμων *N. kartliana* σε κλωβούς (30x30x30cm) με μοναδική πηγή τροφής την τεχνητή, έδειξε μοναδική προτίμηση του εντόμου στη συγκεκριμένη πηγή τροφής σε σχέση με τις υπόλοιπες οι οποίες δοκιμάστηκαν, επιβιώνοντας για δύο εβδομάδες σε αιχμαλωσία. Το σύνολο των 5324 ενηλίκων που εισήχθησαν στους μεγάλους κλωβούς σε περιβαλλοντικές συνθήκες παρατηρούνταν καθημερινά. Τα αρπακτικά εντοπίστηκαν να ζευγαρώνουν σε αυτούς τους κλωβούς μεσημβρινές ώρες, με ηλιοφάνεια, αλλά χωρίς άμεση πτώση ηλιακού φωτός στους κλωβούς, σε θερμοκρασία 21°C, σχετική υγρασία 60-65% σε εποχή με φωτοπερίοδο 13:11 (Φως: Σκοτάδι) και το ζευγάριωμα διήρκησε τουλάχιστον 34 λεπτά. Επιπλέον, 30 ημέρες μετά το ζευγάριωμα, 33 ωά, 25 προνύμφες (2mm) και 91 νύμφες εντοπίστηκαν στα πέτρι τα οποία περιείχαν το βαμβάκι με την τεχνητή πηγή τροφής, ωστόσο, όταν τοποθετήθηκαν προνύμφες του εντόμου με μοναδική πηγή τροφής την τεχνητή, δεν κατάφεραν να

αναπτυχθούν περαιτέρω και νυμφώθηκαν, ανεξαρτήτως των διαφόρων περιβαλλοντικών συνθηκών στις οποίες υποβλήθηκαν.

Κατά την εξέταση των δειγμάτων κλαδίσκων *Pittosporum tobira* προσβεβλημένων από *Icerya purchasi*, δε βρέθηκε κανένα άτομο *N. kartliana*, ομοίως, το αρπακτικό δεν εμφάνισε παρουσία ούτε μετά την τοποθέτηση των κλαδίσκων αγγελικής σε θαλάμους ανάπτυξης.

Όσον αφορά στο παρασιτοειδές του *N. kartliana*, είδος του γένους *Chartocerus* παρατηρήθηκε να εξέρχεται από νύμφες του αρπακτικού, ενώ επιπλέον παρατηρήθηκε παρουσία αυτού ανάμεσα στις νύμφες που είχαν συλλεχθεί κατά την εξέταση δειγμάτων κλαδίσκων και τοποθετηθεί σε θάλαμο ανάπτυξης. Τα ποσοστά παρασιτισμού τα οποία υπολογίστηκαν μέσω της καταμέτρησης νυμφών που παρουσίαζαν οπές εξόδου του παρασιτοειδούς σε σχέση με τον συνολικό αριθμό νυμφών (547) παρουσιάζουν έντονη διακύμανση. Συγκεκριμένα, από την άνοιξη έως το φθινόπωρο (Μάιος-Δεκέμβριος) τα ποσοστά παρασιτισμού είναι χαμηλά έως μηδενικά, με μέσο όρο 1,13%, ενώ αυξάνονται δραματικά κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Ιανουάριος-Απρίλιος), φτάνοντας το γενικό μέσο όρο ύψους 13,53%.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας φανερώνουν πως το αρπακτικό *N. kartliana* θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης εναντίον του *M. hellenica* σε περιοχές όπου το δεύτερο αποτελεί απειλή. Το έντομο εμφανίζει τα υψηλότερα ποσοστά αφθονίας σε σχέση με τους υπόλοιπους εχθρούς του κοκκοειδούς και τρέφεται με όλα τα στάδια αυτού. Επιπροσθέτως, εμφανίζει παρουσία σε όλες τις περιοχές δειγματοληψίας και, σε αντίθεση με το κοκκοειδές, έχει πάνω από μια γενιά το χρόνο (τουλάχιστον τρεις), κάτι που βοηθά στην ταχύτερη μελέτη της βιολογίας του, στην αύξηση των πιθανοτήτων επιτυχούς εκτροφής αυτού σε σύντομο χρονικό διάστημα, αλλά και στη δυνατότητα προσαρμογής του σε κάποιο νέο περιβάλλον στα πλαίσια βιολογικής καταπολέμησης, λόγω της δυνατότητας ανάπτυξης γενεάς σε διαφορετικές εποχές.

Επιπλέον, το αρπακτικό δύναται να επιβιώσει έως δύο εβδομάδες με μοναδική πηγή τροφής μίγμα ζάχαρης με ξηρή μαγιά και νερό, αλλά και να επιταχύνει την ανάπτυξή του σε συνθήκες 23°C, σχετική υγρασία 60% και φωτοπερίοδο 18:6 (Φως: Σκοτάδι), ενώ με παρουσία της φυσικής του πηγής τροφής (*M. hellenica*) και ευρύχωρους κλωβούς, έχει τη δυνατότητα να ζευγαρώσει και να πολλαπλασιαστεί. Ωστόσο, η ανάπτυξη των προνυμφών με μοναδική πηγή τροφής την τεχνητή δε θεωρείται δυνατή, δεδομένης της αδυναμίας ανάπτυξης των προνυμφών οι οποίες δοκιμάστηκαν. Η απόθεση ωών από του αρπακτικού στο βαμβάκι με την τεχνητή τροφή θα μπορούσε να αποδοθεί στην ομοιότητα ανάμεσα στις κηρώδεις εκκρίσεις και το μελίτωμα του *M. hellenica* με το βαμβάκι και το μίγμα ξηρής μαγιάς με ζάχαρη, ενώ η παρουσία έτοιμων προς νύμφωση προνυμφών (2mm) και νυμφών σε αυτό, αλλά έλλειψη μικρότερου μεγέθους προνυμφών, θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός πως το πέτρι με την τροφή παρέχει ιδανικές συνθήκες για νύμφωση, τις οποίες οι προνύμφες αναζητούν όταν είναι πλέον έτοιμες για νύμφωση.

Επιπροσθέτως, το αρπακτικό παρουσιάζει τροφική εξειδίκευση απέναντι στο *M. hellenica*, κάτι το οποίο αποτελεί ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό για την εκτίμηση της σχέσης των δύο ειδών και τη δυνατότητα του αρπακτικού να χρησιμοποιηθεί ως ένας παράγοντας σε πρόγραμμα βιολογικής καταπολέμησης του κοκκοειδούς.

Τα ποσοστά παρασιτισμού του είδους του γένους *Chartocerus* στο *N. kartliana*, ωστόσο, χρήζουν εκτενέστερης μελέτης. Το μέγεθος του δείγματος είναι χαμηλό για την ασφαλή διατύπωση συμπερασμάτων (547 νύμφες) και το επίπεδο παρασιτισμού παρουσιάζει διακύμανση ανάλογα με την εποχή και την εκάστοτε γενιά του αρπακτικού, με τις γενιές της άνοιξης και του καλοκαιριού να παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά παρασιτισμού και τη γενιά του χειμώνα δραματικά υψηλά. Επομένως, η περαιτέρω μελέτη της βιολογίας του παρασιτοειδούς κρίνεται απαραίτητη για την έγκυρη διατύπωση συμπερασμάτων σχετικά με τη σχέση των δύο ειδών, καθώς και για την εκτίμηση του *N. kartliana* ως παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης.

Abstract

The scale insect *Marcalina hellenica* (Hemiptera, Margarodidae), which is endemic in Greece and Turkey, attacks pine trees (*Pinus spp.*), and it is considered an important factor for honey production. However, the introduction of the scale in novel areas jeopardizes pine tree health and biodiversity. The

predator *Neoleucopis kartliana* Tanasijtshuk (Δίπτερα, Chamaemyiidae) is considered to be a crucial factor for the suppression of the scale's populations by preying on it. For the estimation of *N. kartliana* as a suitable classical biological control agent against *M. hellenica*, a study was carried on the biology of the predator and its rearing was attempted. The predator was present in all six sampling sites, and it was found preying indiscriminately on every *M. hellenica* developmental stage, while also showing prey specificity.

Βιβλιογραφία

Avtzis, D. N., Lubanga, U. K., Lefoe, G. K., Kwong, R. M., Eleftheriadou, N., Andreadi, A., Elms, S., Shaw, R., and Kenis, M., 2020. Prospects for classical biological control of *Marchalina hellenica* in Australia. *BioControl*, 65(4), 413–423. <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10012-3>

Gaimari, S.D., Milonas, P. and Souliotis, C., 2007. Notes on the taxonomy, biology and distribution of *Neoleucopis kartliana* (Diptera: Chamaemyiidae). *Folia Heyrovskyana Ser A* 15(1):7–16

Garonna, A.P. and Viggiani, G., 2011. The establishment in Italy of *Neoleucopis kartliana* (Tanasijtshuk) (Diptera: Chamaemyiidae), predator of *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Hemiptera: Margarodidae). XXIII Italian National Congress of Entomology Genoa, p 346 (in Italian)

Hodgson, C., and Gounari, S., 2006. Morphology of *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Hemiptera: Coccoidea: Marchalinidae) from Greece, with a discussion on the identity of *M. caucasica* Hadzibeyli from the Caucasus. *Zootaxa*, 32(1196), 1–32. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1196.1.1>

Mendel, Z., Branco, M. and Battisti, A., 2016. Invasive sap-sucker insects in the mediterranean basin. In *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems* (pp. 261-291). Springer, Cham.

Petrakis, P. V., Spanos, K. and Feest, A., 2011. Insect biodiversity reduction of pinewoods in southern Greece caused by the pine scale (*Marchalina hellenica*). *Forest Systems*, 20(1), 27. <https://doi.org/10.5424/fs/2011201-8924>

ΧΩΡΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΩΛΙΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ *HIRUNDINIDAE* ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ

Hargrave, Alexander F.¹; Μπίρτσας, Περικλής²

¹Πρόγραμμα Σπουδών Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, hargrave.alexander28@yahoo.co.uk

²Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, birtsas@uth.gr

Περίληψη

Σε μια εποχή που η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της εμφανίζονται όλο και πιο έντονα, η μελέτη της φαινολογίας της μετανάστευσης και των πρότυπων αναπαραγωγής των ειδών πτηνοπανίδας είναι μέγιστης σημασίας. Για το σκοπό αυτό, συλλέχθηκαν δεδομένα για τη μετανάστευση και την αναπαραγωγή τριών ειδών χελιδονιών της οικογένειας *Hirundinidae* (*Hirundo rustica*, *Delichon urbicum* και *Cecropis daurica*) στην πόλη του Βόλου κατά την άνοιξη του 2021. Στη συνέχεια τα στοιχεία αναλύθηκαν και αποδείχτηκε η σπουδαιότητα της ύπαρξης πρώτων υλών κατασκευής φωλιάς (συλλογές υδάτων, λάσπη, ξερά χόρτα) εντός και περίξ αστικών περιοχών. Η μέση απόσταση των φωλιών από τις πλησιέστερες διαθέσιμες θέσεις συλλογής υλικών κατασκευής ήταν 119 μέτρα, ενώ η μέση απόσταση από τις θέσεις συλλογής υλικών κατασκευής με μεγάλες συγκεντρώσεις χελιδονιών (Hotspots) ήταν 280μ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 94% των φωλιών των ειδών χελιδονιών εντοπίστηκαν εντός ζώνης απόστασης 250 μέτρων από τις πλησιέστερες θέσεις συλλογής υλικών κατασκευής. Τέλος η διατήρηση και η βελτίωση των κατάλληλων θέσεων εύρεσης πρώτων υλών κατασκευής φωλιών εντός και περίξ των αστικών περιοχών είναι πρωταρχικής σημασίας για τη συνέχιση άφιξης και φωλεοποίησης ειδών της οικογένειας *Hirundinidae*.

Λέξεις κλειδιά: *Hirundinidae*, αναπαραγωγή, κλιματική αλλαγή, πρώτες ύλες κατασκευής φωλιών, αστικό περιβάλλον.

Εισαγωγή

Η οικολογία της μετανάστευσης έχει σχετιστεί με την οικολογία αναπαραγωγής των ειδών πτηνών (Newton 2007). Η οικογένεια *Hirundinidae* περιλαμβάνει κάποια από τα παγκοσμίως πιο κοινά και πλέον προβεβλημένα αποδημητικά είδη στον πλανήτη (Turner και Rose 1989). Τα είδη χελιδονιών τείνουν να φωλιάζουν και να τρέφονται κοντά στους ανθρώπους, οπότε είναι εύκολο να παρατηρηθούν και να μελετηθούν, καθιστώντας τα μια από τις πιο μελετημένες οικογένειες πουλιών από άποψη οικολογίας και συμπεριφοράς (Sheldon κ.α. 2005, Brown και Brown, 1996, Møller 1994, Turner και Rose 1989, Møller 1983b). Παρά το γεγονός ότι τα χελιδόνια έχουν μελετηθεί τόσο καλά, ορισμένα χαρακτηριστικά της βιολογίας αναπαραγωγής τους, όπως οι συνήθειες που έχουν κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής, παραμένουν, σε μεγάλο βαθμό άγνωστα. Ειδικότερα στις νοτιότερες περιοχές εξάπλωσης και αναπαραγωγής των χελιδονιών στην Ευρώπη η έρευνα είναι περιορισμένη (Lahlah κ.α. 2006, Ambrosini κ.α. 2002, Møller 1994, de Lope κ.α. 1993, Rajuelo κ.α. 1992).

Συγκεκριμένα, τα Σταβλοχελιδόνα (*Hirundo rustica*), τα Λευκοχελιδόνα (*Delichon urbicum*) και τα Μιλτοχελιδόνα (*Cecropis daurica*) ταξιδεύουν ετησίως για αναπαραγωγή στα αγροτικά και αστικά περιβάλλοντα της Ευρώπης (Orłowski και Karg 2013, Hume 2002, Turner και Rose 1989). Η Ελλάδα φιλοξενεί σημαντικό τμήμα των αναπαραγωγικών πληθυσμών των χελιδονιών της Μεσογείου και οι παράκτιες πόλεις τείνουν να είναι δημοφιλείς τόποι αναπαραγωγής, με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν κατάλληλες θέσεις φωλεοποίησης και κατάλληλες θέσεις εξασφάλισης πρώτων υλών κατασκευής φωλιών (Tzortzakaki κ.α. 2018).

Τα τρία είδη χελιδονιών που διαπραγματεύεται η παρούσα ερευνητική εργασία έχουν κοινό χαρακτηριστικό τον τρόπο κατασκευής των φωλιών τους, οι οποίες είναι κατασκευασμένες κυρίως από λάσπη, ενώ συχνά ενισχύονται με άλλα υλικά όπως ξηρή βλάστηση (φλοιός, ποώδη φυτά κ.λπ.) ή τρίχες ζωϊκής προέλευσης (Turner και Rose 1989, Rowley 1969). Στην πραγματικότητα υπάρχουν τρεις

διακριτοί τύποι φωλιών λάσπης και διακρίνονται με βάση τη διαδικασία με την οποία κατασκευάζονται. (Sheldon κ.α. 2005). Κάθε ένα από τα είδη που εξετάστηκαν αντιπροσωπεύει ένα τύπο της διαδικασίας κατασκευής φωλιάς με λάσπη. Τα Σταβλοχελιδόνα αντιπροσωπεύουν τον πρώτο τύπο, κατασκευάζοντας φωλιά με τη μορφή ανοιχτού κυπέλλου (μισή κούπα), τα Λευκοχελιδόνα αποτελούν εκπρόσωπο του δεύτερου τύπου κατασκευάζοντας φωλιά που είναι ένα πιο κλειστό κύπελλο και τέλος, τα Μιλτοχελιδόνα ανήκουν στον τρίτο τύπο προσθέτοντας στενή είσοδο με τη μορφή “σήραγγας” στη φωλιά (Paroulis κ.α. 2018, Winkler και Sheldon 1993, Turner και Rose 1989). Οι φωλιές συχνά επαναχρησιμοποιούνται για ωοτοκία, τόσο την ίδια χρονιά όσο και σε επόμενες χρονιές, αν και όχι απαραίτητα από τα πουλιά που τις έχτισαν αρχικά (Turner και Rose 1989).

Οι Kilgore και Knudsen (1977) αναφέρουν ότι τα υλικά από τα οποία αποτελείται μια φωλιά είναι διαφορετικά ανάλογα με το είδος. Οι φωλιές δεν διαφέρουν μόνο σε αναλογία λάσπης - οργανικής ύλης, αλλά και στη δομή και σύνθεση της λάσπης σε άμμο, πηλό και άργιλο. Στην ίδια μελέτη φαίνεται ότι οι προτιμήσεις σε υλικά φωλεοποίησης διέφεραν από άτομο σε άτομο ενώ όσα από τα άτομα επέλεξαν να κατασκευάσουν τη φωλιά τους με μεγαλύτερη περιεκτικότητα οργανικής ύλης επιτύχαναν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις φωλιές τους.

Η θέση φωλεοποίησης των χελιδονιών επιλέγεται μετά από έλεγχο μιάς σειράς παραγόντων. Έτσι η επιλογή της θέσης φωλεοποίησης εξαρτάται από: α) την ύπαρξη θέσεων τροφοληψίας σε κοντινή απόσταση (συνήθως ανοιχτοί χώροι, χαμηλή βλάστηση), β) την διαθεσιμότητα νερού (τρεχούμενο νερό, πισίνες, νερολακούβες κ.λπ.), γ) την ύπαρξη κατάλληλης δομής πάνω στην οποία θα χτιστεί η φωλιά (κατά προτίμηση κάθετη επιφάνεια με προεξοχή για καλύτερη προστασία και σχετικά σκιασμένη, π.χ. μαρκίζες, γκαράζ κ.λπ.) και δ) θέσεις εξασφάλισης λάσπης και άλλων πρώτων υλών (όχθες ποταμών, πάρκα, χωράφια κ.λπ.) (Paroulis κ.α. 2018, Turner και Rose 1989, Emlen 1954). Τα κριτήρια επιλογής θέσεων φωλεοποίησης ποικίλλουν σε διαθεσιμότητα με βάση την τοποθεσία, ενώ τα είδη των χελιδονιών βασίζονται σε ανθρωπογενείς κατασκευές σε αστικό και περιαστικό περιβάλλον. Έτσι οι αγροτικές περιοχές διαθέτουν λιγότερους χώρους φωλιάσματος, αλλά αντιθέτως έχουν επιπλέον ανοιχτούς χώρους για τροφοληψία. Το αντίστροφο συμβαίνει όσο πιο αστικοποιημένη είναι μία περιοχή, εξασφαλίζοντας αφθονία κατάλληλων θέσεων φωλιάσματος, αλλά περιορισμένες επιλογές αναζήτησης τροφής ή εξεύρεσης υλικών φωλεοποίησης. Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή (μέσω της αλλαγής των μετεωρολογικών μοντέλων προς ξηρότερες συνθήκες) που επηρεάζει την συνήθη εποχιακή διαθεσιμότητα πόρων, οδηγεί στην έλλειψη διαθεσιμότητας εντόμων και πρώτων υλών (περιορισμός εποχιακών υδατοσυλλογών, λιγότερη ημι-υγρή λάσπη) (Dunn και Møller 2019, Dolonek κ.α. 2009, Schaefer κ.α. 2008).

Στις αγροτικές εκτάσεις της Βόρειας Ιταλίας, οι Ambrosini κ.α. (2002) ανακάλυψαν ότι τα Σταβλοχελιδόνα έβρισκαν την τροφή τους εντός κύκλου ακτίνας, περίπου, 400m από το σημείο της φωλιάς τους, αποδεικνύοντας ότι χρησιμοποιούν, για την αναζήτηση και εξεύρεση της τροφής τους, περιοχές που βρίσκονται κοντά στις θέσεις φωλεοποίησης.

Στην παρούσα εργασία μελετήσαμε έναν αστικό χώρο, ο οποίος ήταν γνωστός για την ύπαρξη θέσεων φωλεοποίησης τριών, τουλάχιστον, ειδών χελιδονιών συλλέγοντας δεδομένα σχετικά με τις θέσεις φωλεοποίησης, τις θέσεις συλλογής πρώτων υλών, τις θέσεις παροχής νερού και τις περιοχές τροφοληψίας. Οι αποστάσεις μεταξύ τοποθεσιών φωλιάσματος και πηγών πρώτων υλών αναλύθηκαν για τον προσδιορισμό ενός μοτίβου και τον υπολογισμό των μέσων αποστάσεων. Η δημιουργία χαρτών για όλα τα είδη ξεχωριστά, καθώς και σαν σύνολο ήταν ένας άλλος στόχος, ώστε να εντοπιστούν οι ζώνες συχνότητας φωλιών (π.χ. 0-50m) γύρω από τις πρώτες ύλες. Τέτοιες πληροφορίες θα οδηγήσουν στις απαραίτητες επανεκτιμήσεις της κατάστασης των πληθυσμών των ειδών της οικογένειας Hirundinidae σε αστικές και περιαστικές περιοχές και θα συμβάλλει στον καλύτερο σχεδιασμό δράσεων για τη διατήρηση και διαχείριση των πληθυσμών τους στην προσεχή δεκαετία.

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης αποτελείται από πέντε συνοικίες (3.6km²) στην ανατολική μεριά του Βόλου στο νομό Μαγνησίας. Συγκεκριμένα για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας επιλέχθηκαν οι συνοικίες Καραγάτς, Άναυρος, Άγιος Κωνσταντίνος, Νέα Δημητριάδα και Ανάληψη. Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν πολλά ευνοϊκά μέρη για φωλεοποίηση ειδών χελιδονιών γύρω από την πόλη του Βόλου και αυτό οφείλεται στα ποτάμια (παραμένουν στεγνά κατά μεγάλες περιόδους του έτους) που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή. Ένα κοινό σημείο για εύκολη παρατήρηση των χελιδονιών είναι γύρω από τον

σταθμό λεωφορείων ΚΤΕΛ στη δυτική πλευρά του Βόλου, το οποίο βρίσκεται πολύ κοντά σε δύο από τα ποτάμια. Οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή της ανατολικής πλευράς είναι οι εξής: α) η ύπαρξη δασωμένης βουνοπλαγιάς (γνωστή ως Γορίτσα) πλησίον των επιλεγμένων περιοχών έρευνας που εξασφάλιζε στα χελιδόνια διάφορους τύπους πρώτων υλών (λάσπη, ξηρή βλάστηση κ.α) για την κατασκευή της φωλιάς τους, β) η ύπαρξη ποικιλίας τύπων πηγών πρώτων υλών (αγροί, πάρκα, δάσος, γυμνά εδάφη, ποτάμι που εκβάλλει στην παραλία του Αναύρου κ.α) και γ) η ύπαρξη πληθώρας θέσεων φωλεοποίησης σε οικίες ή κτίρια μερικώς αξιοποιημένα για εμπορικούς σκοπούς ή εγκαταλειμμένα. Για την τελική επιλογή της περιοχής μελέτης συνυπολογίστηκε το γεγονός ότι επρόκειτο για ευρεία, αντιπροσωπευτική, τυπική αστική και περιαστική ζώνη που κάλυπτε τις ανάγκες της παρούσας έρευνας για της δημιουργία μιας βάσης δεδομένων που έπειτα από ανάλυση θα προσφέρει ακριβείς μετρήσεις των μέσων αποστάσεων (θέσεων φωλεοποίησης από θέσεις συλλογής πρώτων υλών κατασκευής φωλιάς).

Υλικά και μέθοδοι

Την άνοιξη εντοπίστηκαν οι θέσεις αναπαραγωγής μέσω μιας διαδικασίας τυχαίων αξιολογήσεων των δρόμων σε κάθε γειτονιά. Η ακριβής διαδρομή για κάθε αξιολόγηση δεν ήταν προκαθορισμένη. Στη συνέχεια, οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν καταχωρήθηκαν σε πίνακα με πεδία: α) Ακριβής διεύθυνση θέσης φωλεοποίησης (Οδός και αριθμός κτιρίου), β) Είδος χελιδονιού κατόχου φωλιάς, γ) Αριθμός ενεργών φωλιών ανά θέση, δ) Σημειώσεις (τυχόν επιπλέον πληροφορίες που δεν ήταν συνηθισμένοι.) και ε) Ωρα παρατήρησης. Οι αξιολογήσεις – παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 17:30 και 20:30, λόγω του γεγονότος ότι τα χελιδόνια ήταν πιο ενεργά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, είτε συλλέγοντας υλικά και κατασκευάζοντας φωλιές είτε συλλέγοντας τροφή. Τα δεδομένα αφορούσαν τόσο ολοκληρωμένες φωλιές κάθε είδους χελιδονιού όσο και φωλιές που βρίσκονταν στη διαδικασία κατασκευής, ενώ κάθε εβδομάδα σημειωνόταν οποιαδήποτε αλλαγή στην κατάσταση της φωλιάς. Φωλιές προηγούμενων περιόδων σημειώθηκαν μόνο αν ήταν σε καλή κατάσταση ή είχαν πρόσφατα ανακαινιστεί από τα χελιδόνια (Ralph κ.α. 1993, Bibby κ.α. 2000).

Πριν από τις αξιολογήσεις – παρατηρήσεις κατά το δεύτερο μισό του Απριλίου εντοπίστηκαν οι θέσεις συλλογής πρώτων υλών κατασκευής φωλιάς, ενώ κάποιες από αυτές που συγκέντρωναν μεγάλο αριθμό ατόμων χελιδονιών (συνήθως περισσότερα από 2-3 άτομα) χαρακτηρίστηκαν ως Κρίσιμα Σημεία (Hotspot). Όταν εντοπίζονταν νέες θέσεις συλλογής πρώτων υλών φωλεοποίησης προστέθηκαν και αξιολογήθηκαν αργότερα.

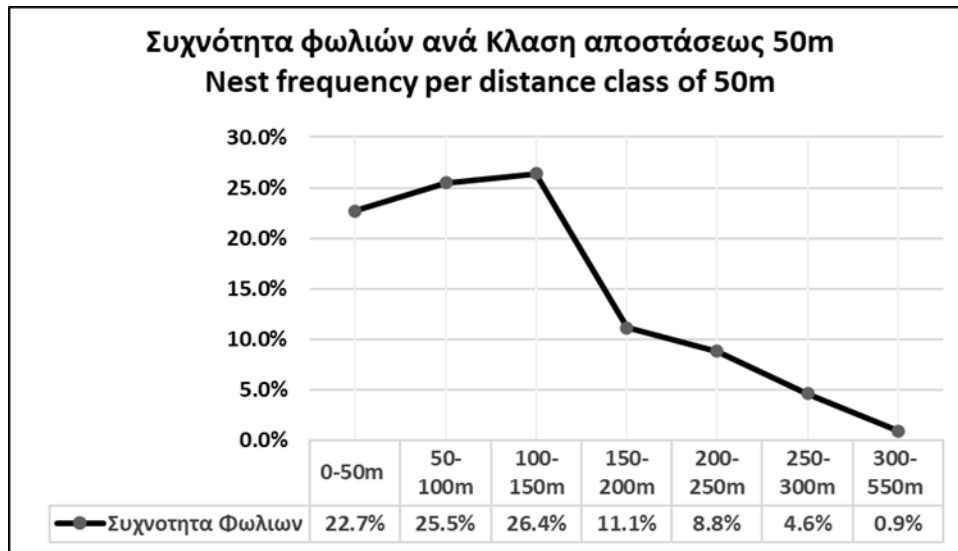
Μετά το πέρας συλλογής των δεδομένων, χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό QGIS για να εντάξουμε τοποθεσίες και χαρακτηριστικά, δημιουργώντας βάση δεδομένων για την ανάλυση. Οι θέσεις φωλεοποίησης εντάχθηκαν σε ένα layer πολλαπλών σημείων SQLite (NS1), οι θέσεις συλλογής πρώτων υλών για την κατασκευή των φωλεών αποτυπώθηκαν σε δύο μορφές shapefile layer (Πολύγωνων -RM1 και γραμμών «MultiLineStrings» που έδειχνε τα όρια των υλικών - RM2), τα Κρίσιμα Σημεία συλλογής πρώτων υλών κατασκευής φωλιάς - Hotspots και τα όριά τους σε μορφή Shapefile γραμμών «MultiLineStrings» (HS1) και οι θέσεις παροχής νερού αποτυπώθηκαν στη μορφή πολυγώνων(W1).

Για να υπολογίσουμε ακριβείς αποστάσεις μεταξύ NS1 και RM2, η μορφή ορίων (RM2) μετατράπηκε πρώτα (χρησιμοποιώντας τα εργαλεία SagaGIS) από γραμμές σε σημεία με ελάχιστο κενά (0,5m) μεταξύ τους, εξαλείφοντας κάθε πιθανότητα για ανακριβείς μετρήσεις, που συνήθως συμπεριλαμβάνουν οι κεντροειδείς των πολυγώνων. Η νέα μορφή σήμαινε ότι τα επίπεδα RM2 και NS1 θα μπορούσαν να υποστούν επεξεργασία χρησιμοποιώντας τη πρόσθετη εργαλειοθήκη MMQGIS. Συγκεκριμένα, με το εργαλείο «Hub lines /Distance» μετρήσαμε τις ελάχιστες αποστάσεις χρησιμοποιώντας το RM2 ως άξονα αναφοράς, δίνοντας επιπλέον το όνομα τοποθεσίας των πλησιέστερων υλικών για κάθε φωλιά. Για τα Hotspots (HS1), εφαρμόστηκε η ίδια μέθοδος που χρησιμοποιεί το MMQGIS. Οι αποστάσεις για όλες τις περιπτώσεις προστέθηκαν στη συνέχεια στον πίνακα περιεχομένων που αναφέρθηκε προηγουμένως για περαιτέρω ανάλυση.

Αποτελέσματα

Συνολικά 87 θέσεις φωλεοποίησης καταγράφηκαν, με σύνολο 216 φωλιών (159 *D. urbicum*, 7 *C. daurica* και 50 *H. rustica*). Το 28% (24) των θέσεων φωλεοποίησης φιλοξενούσε από μια φωλιά, το 47% (41) των θέσεων φωλεοποίησης φιλοξενούσαν 2 φωλιές, ενώ στο 25% (22) των θέσεων φωλεοποίησης βρίσκονταν πάνω από 2 φωλιές υποδεικνύοντας μικρές αποικίες. Μόνο δυο από τις αποικίες είχαν παραπάνω από 10 φωλιές (η μεγαλύτερη αποικία αποτελούνταν από 22 φωλιές Λευκοχελιδονων στο ΕΑΚ Βόλου). Συνεπώς στο μόλις 2% των θέσεων φωλεοποίησης των χελιδονιών στην περιοχή έρευνας φιλοξενούνταν το 16.6% των συνολικών φωλιών των τριών ειδών χελιδονιών και το 23% των Λευκοχελιδονων.

Εξετάζοντας την απόσταση της πλησιέστερης θέσης συλλογής πρώτων υλών φωλεοποίησης προς τις θέσεις φωλεοποίησης (NS1-RM2), η ελάχιστη απόσταση που μετρήθηκε ήταν 10,5m και η μέγιστη στα 511m, ενώ η μέση απόσταση υπολογίστηκε στα 119m. Μεταξύ της μέγιστης απόστασης (511m) με την αμέσως προηγούμενη (299m) διαπιστώθηκε σημαντική απόκλιση (Anomaly). Κατανέμοντας τις αποστάσεις των φωλιών από τις θέσεις εξεύρεσης υλικών για την κατασκευή τους σε κλάσεις των 50m βρήκαμε τη συχνότητα των φωλιών σχετικά με το πόσο απέχουν από τις θέσεις συλλογής πρώτων υλών (Σχ.1). Δημιουργήσαμε την κλάση 300-550m για να συμπεριληφθεί και η μεγαλύτερη απόσταση φωλιάς – θέσης εξεύρεσης πρώτων υλών.

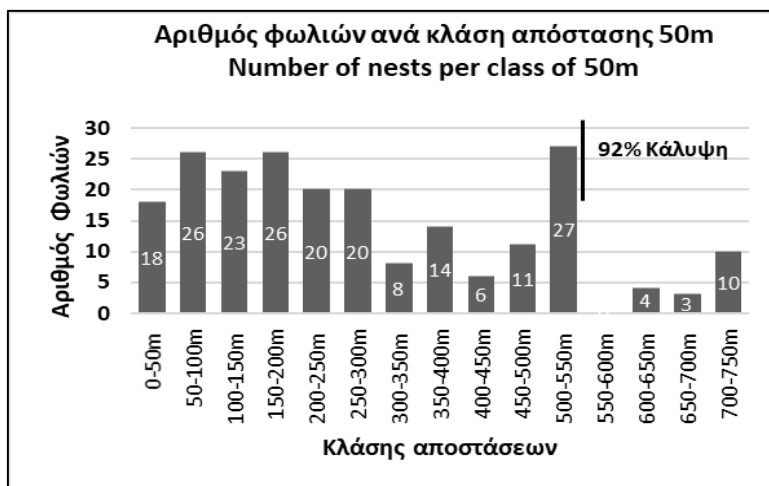


Σχήμα 1. Ποσοστό των φωλιών σε κάθε κλάση αποστάσεως 50m (NS1-RM2)

Figure 1. Percentage of nests per distance class of 50m (NS1-RM2)

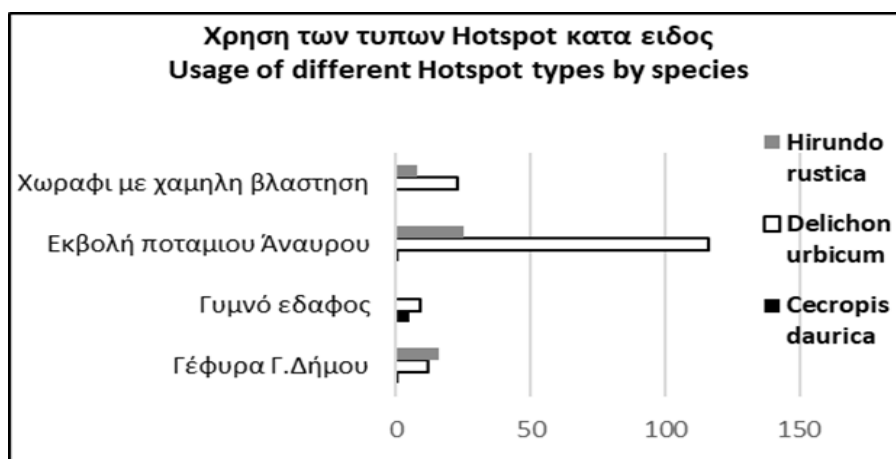
Οι περισσότερες φωλιές εντοπίζονταν σε αποστάσεις μεταξύ 100-150m από τις θέσεις εξεύρεσης υλικών, που προφανώς δεν ήταν τυχαίο αν λάβουμε υπόψη ότι ο μέσος όρος της απόστασης θέσεων συλλογής πρώτων υλών κατασκευής φωλιάς και θέσεων φωλεοποίησης βρίσκεται στην ίδια κλάση (119m). Περισσότερο από το 90% των φωλιών βρίσκονταν εντός ακτίνας 250m από τις θέσεις συλλογής πρώτων υλών κατασκευής φωλιάς, με τη συχνότητα τους να μειώνεται σταθερά όσο μεγάλωναν οι αποστάσεις από εκείνο το σημείο και έπειτα. Η ανάλυση της σχέσης της απόστασης των hotspot (θέσεων συλλογής πρώτων υλών κατασκευής που παρατηρούνταν μεγάλες συναθροίσεις χελιδονιών) με τις θέσεις φωλεοποίησης (NS1-HS1) έδειξε ότι η ελάχιστη απόσταση ήταν στα 13.7m, η μέγιστη στα 733m με μέσο όρο στα 286m. Κατά συνέπεια η σχέση των αποστάσεων (NS1-RM2) και (NS1-HS1), βρέθηκε ότι ήταν αυξημένη κατά 31%, 44% και 140% αντίστοιχα.

Στη συνέχεια έγινε κατανομή των φωλιών των χελιδονιών λαμβάνοντας υπόψη την απόστασή τους από τις θέσεις συλλογής πρώτων υλών κατασκευής που παρατηρούνταν μεγάλες συναθροίσεις χελιδονιών (Hotspots) (Σχ. .2). Το 92% των χελιδονιών ήταν διάσπαρτα στα Hotspots που βρίσκονταν εντός ακτίνας 550m. Φαίνεται λοιπόν ότι εντός ορίου ακτίνας 550 m τα χελιδόνια αναζητούσαν τις κατάλληλες συνθήκες εξεύρεσης τροφής και υλικών κατασκευής της φωλιάς τους.



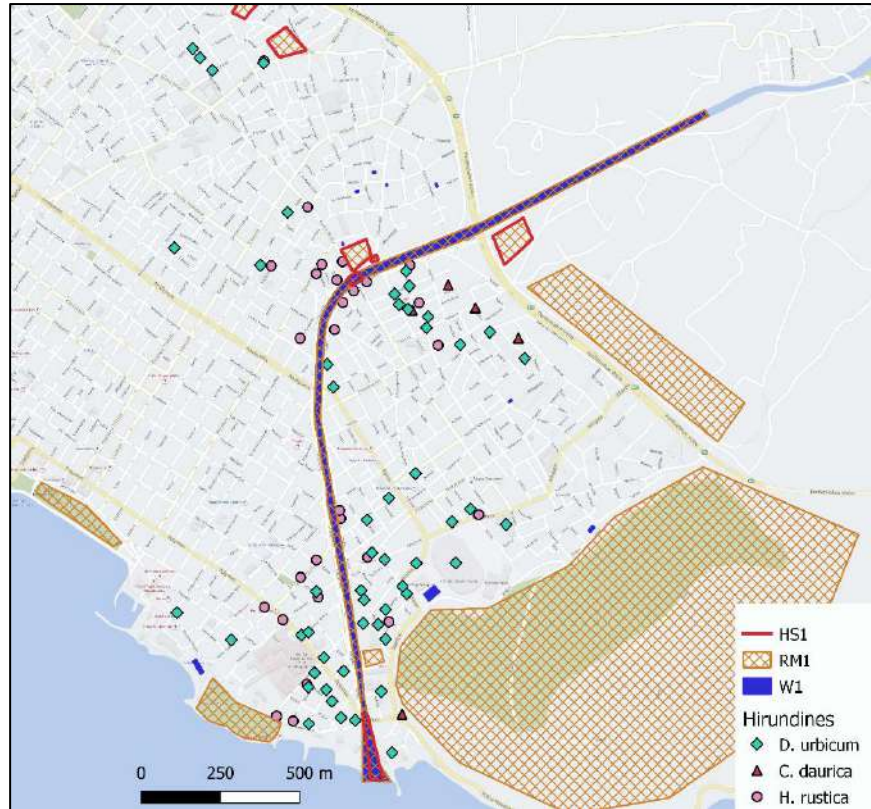
Σχήμα 2. Αριθμός φωλιών ανά κλάση απόστασης εντός ζωνών εξεύρεσης υλικών κατασκευής φωλιάς (NSI-HSI)
 Figure 2. Number of nests per distance class within nesting material finding zones (NSI-HSI)

Κατά την εξέταση των Hotspot με βάση τον τύπο των διαθέσιμων ενδιαιτημάτων τους (Σχ. 3), αποδείχθηκε ότι η χρήση της περιοχής πλησίον των εκβολών του ποταμού ήταν πολύ υψηλότερη σε σύγκριση με άλλες θέσεις συλλογής πρώτων υλών φωλεοποίησης. Ο λόγος ήταν πιθανότατα η συνεχής ροή νερού και η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την ύπαρξη εντόμων εκτός των υλικών κατασκευής φωλιάς (λάσπη και ξηρή φυτική ύλη). Οι άλλοι τύποι Hotspots χρησιμοποιούνται εποχιακά για τις ανάγκες των χελιδονιών (μετά από βροχή που δημιουργούνται μικρές υδατοσυλλογές νερού και λάσπη). Τους ξηρούς καλοκαιρινούς μήνες τα πουλιά αναζητούν νερό σε γειτονικές πισίνες. Καθ' όλη την διάρκεια των αξιολογήσεων του Μάη έβρεξε συνολικά δυο φορές κάνοντας τις συνθήκες αναπαραγωγής φέτος πιο ζορικές.



Σχήμα 3. Αριθμός φωλιών που αξιοποιεί τον κάθε τύπο θέσης εξεύρεσης υλικών στα οποία παρατηρήθηκαν μεγάλες συναθροίσεις χελιδονιών (Hotspot)
 Figure 3. Number of nests utilizing each type of material collection site in which large congregations of swallow were observed (Hotspot)

Η χαρτογράφηση των φωλιών ειδών χελιδονιών (Εικόνα 1) έδωσε εικονική αναπαράσταση των προτιμήσεων των ειδών, χωρίζοντάς τα σε βόρειους και νότιους πληθυσμούς με ένα κενό μεταξύ τους. Το κενό που είναι επίσης ορατό ότι τα χελιδόνια καταλαμβάνουν θέσεις φωλεοποίησης που εντοπίζονται πλησίον των Hotspots, ενώ βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τις θέσεις εξεύρεσης πρώτων υλών για την κατασκευή της φωλιά τους (ενδεχομένως για αναζήτηση τροφής με μεγαλύτερη ευκολία).



Εικόνα 1. Χάρτης Χελιδονιών Ανατολικού Βόλου. RM1: Πρώτες ύλες, HS1: Hotspots, W1: Νερό
Image 1. Map of Swallows of Eastern Volos. RM1: Raw materials, HS1: Hotspots, W1: Water

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων σχετικά με τις θέσεις φωλεοποίησης βρέθηκε ότι το είδος *C. daurica* δεν είναι κοινό στην πόλη του Βόλου. Οι περισσότερες φωλιές τους ήταν στις βόρειες άκρες της Νέα Δημητριάδας και εντός ακτίνας 230m από hotspots όπου ήταν διαθέσιμες πρώτες ύλες για την κατασκευή των φωλιών. Τα είδη *D. urbicum* και *H. rustica* διαθέτουν υγιείς πληθυσμούς, οι φωλιές τους βρίσκονται διάσπαρτες στον Βόλο, ενώ η συμπεριφορά τους ήταν η αναμενόμενη. Τα Λευκοχελιδόνα (*D. urbicum*) επιδεικνύουν αποικιακή συμπεριφορά αναπαραγωγής με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη συγκέντρωση φωλιών στο Εθνικό Αθλητικό Κέντρο του Βόλου.

Η ανάλυση της σχέσης απόστασης NS1-HS1 έδωσε μια ολοκληρωμένη εικόνα για τα χελιδόνια και τις αποστάσεις που θα διανύσουν για να φτιάξουν φωλιές από τα ιδανικά υλικά. Ο Emlen (1954) παρατήρησε ένα είδος χελιδονιού, που τείνει να βρίσκει λάσπη από σημεία που βρίσκονται σε απόσταση 800m ή περισσότερο από τη φωλιά του, συμπέρασμα που συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας (οι αποστάσεις των φωλιών από τα πλησιέστερα Hotspot εντοπίζονταν εντός ακτίνας 750m).

Η ανάλυση της σχέσης απόστασης φωλιάς και θέσης εξεύρεσης υλικών φωλεοποίησης (NS1-RM2) κατάληξε σε παρόμοια ευρήματα με τους Ambrosini κ.α. (2002) όπου τα πουλιά αναζητούν τροφή και υλικά φωλεοποίησης σχετικά κοντά σε θέσεις φωλιάσματος.

Η λάσπη είναι άφθονη και καλής ποιότητας και υψής μόνο αν υπάρχει αρκετό νερό. Οι διαθέσιμες φυσικές πηγές νερού είναι λίγες και η παρουσία τους οφείλεται στα κατακρημνίσματα σε συνδυασμό με τη ροή του ποταμού. Σε ακραίες περιπτώσεις έλλειψης νερού βοηθά η ύπαρξη πισίνας στην ευρύτερη

περιοχή, αλλά δεν αρκεί για να παραχθεί λάσπη. Η ενίσχυση της ροής του ποταμού με διοχέτευση νερού μπορεί να αποτελέσει πιθανή λύση σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας, ενώ η τεχνητή άρδευση κρίσιμων σημείων στα βορειότερα τμήματα του ποταμού και στη Γορίτσα θα δημιουργήσουν τις προϋποθέσεις για εξεύρεση υλικών κατασκευής της φωλιάς των χελιδονιών.

Abstract

With climate change progressing, the importance of knowing the exact details of migration and breeding patterns is far more relevant. Data was gathered during spring of 2021 on 3 breeding species from the Hirundinidae family (*H. Rustica*, *D. urbicum* and *C. daurica*) in the city of Volos, Greece, and later analysed with the objective of proving the relevance of raw materials within the urban areas, and the average distance between said materials and the nests. Distances averaged at around 120m from any source as well as 280m from the nearest material hotspots. The results established that over 90% of nests were within 250m of sources, and that maintaining or even improving the production of raw materials around and within cities will be a lifeline for them in the years to come.

Βιβλιογραφία

- Ambrosini, R., Bolzern, A.M., Canova, L., Arieni, S., Møller, A.P. and Saino, N., 2002. The distribution and colony size of barn swallows in relation to agricultural land use. *J. Appl. Ecol.*, 39: 524-534.
- Bibby, C., Burgess, N., Hill, D. and Mustoe, S., 2000. *Bird Census Techniques*, 2nd Edition, Academic Press. Pp 302. ISBN: 9780120958313
- Brown, C.R. and Brown, M.B., 1996. *Coloniality in the Cliff Swallow: The Effect of Group Size on Social Behavior*. Univ. of Chicago Press, Chicago.
- de Lope, F., Gonzalez, G., Perez, J. J. and Miller, A. P. 1993. Increased detrimental effects of ectoparasites on their bird hosts during adverse environmental conditions. *Oecologia* 95: 234–240.
- Dolenec, Z., Dolenec, P. and Kralj, J., 2009. Long-term trends in timing of breeding of the barn swallow *Hirundo rustica* L. in Croatia. *Polish Journal of Ecology*. 57.
- Dunn, P.O. and Møller, A.P., 2019. *Effects of Climate Change on Birds*, OXFORD University Press.
- Emlen, J., 1954. Territory, Nest Building, and Pair Formation in the Cliff Swallow. *The Auk*, 71(1), 16-35.
- Hume, R., 2002. *RSPB Complete birds of Britain and Europe*, Dorling Kindersley.
- Klvaňa, P., Cepák, J., Munclinger, P., Micháľková, R., Tomášek, O. and Albrecht, T., 2018. Around the Mediterranean: an extreme example of loop migration in a long-distance migratory passerine. *J. Avian. Biol.*, 49: jav-01595
- Kilgore, D. L. Jr and Knudsen, K. L., 1977. Analysis of Material in Cliff και Baron Swallow nests: Relationship between mud selection and nest architecture, *The Wilson Bulletin* 89, 4:562-571.
- Lahlah, N., Chabi Y., Bañbura, M., and Bañbura, J., 2006. Breeding biology of the House Martin *Delichon urbica* in Algeria. *Acta Ornithol.* 41: 113–120.
- Møller, A.P., 1983b. Breeding habitat selection in the swallow *Hirundo rustica*. *Bird Study*, 30, 134–142.
- Møller, A., 1984. Geographical Trends in Breeding Parameters of Swallows *Hirundo rustica* and House Martins *Delichon urbica*. *Ornis Scandinavica (Scandinavian Journal of Ornithology)*, 15(1), 43-54.
- Møller, A.P., 1994. *Sexual Selection and the Barn Swallow*. Oxford Univ. Press, New York.
- Newton, I., 2007. *The Migration Ecology of Birds*. The Migration Ecology of Birds. 10.1016/B978-0-12-517367-4.X5000-1.
- Grzegorz Orłowski, G. and Karg, J., 2013. Diet breadth and overlap in three sympatric aerial insectivorous birds at the same location. *Bird Study*, 60:4, 475-483.
- Pajuelo L., de Lope F., and da Silva E., 1992. Breeding biology of the House Martin (*Delichon urbica*) in Badajoz, W Spain. *Ardeola* 39: 15–23.
- Papoulis, D., Tzortzakaki, O., Avramidis, P., Mentis, P., Lampropoulou, P., and Iliopoulos, G., 2018. Mineralogical and textural characteristics of nest building geomaterials used by three sympatric mud-nesting hirundine species. *Sci Rep.* 8(1):11050.

- Ralph, C. J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T. E., and DeSante, D. F. 1993. Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds. Pacific Southwest Research Station Albany, California.
- Rowley, I., 1969. The use of mud in nest-building—A review of the incidence and taxonomic importance, *Ostrich*, 40:1, 139-148.
- Sakraoui, R., Dadci, W., Chabi, Y., and Bañbura, J., 2005. Breeding biology of Barn Swallows *Hirundo rustica* in Algeria, North Africa. *Ornis Fennica* 82: 33–43.
- Saygılı, F. and Yiğit, N., 2007. Notes on the Nesting and Breeding of *Delichon urbica* (Linnaeus, 1758) (Aves: Passeriformes) near Köprüköy (Kızılırmak, Turkey). *Turk. J. Zool.*, 31. 271-280.
- Schaefer, H. C., Jetz, W., and Böhring-Gaese, K., 2008. Impact of climate change on migratory birds: Community reassembly versus adaptation. *Global Ecol. Biogeogr.* 17. 38-49.
- Sibley, C.G., and Ahlquist, J., 1982. The Relationships of the Swallows (*Hirundinidae*). *J. Yamashina Inst. Ornithol.*, 14, 122-130.
- Sheldon, F. H., Whittingham, L. A., Moyle, R. G., Slikas, B. and Winkler, D. W., 2005. Phylogeny of swallows (Aves: *Hirundinidae*) estimated from nuclear and mitochondrial DNA sequences, *Mol. Phylogenet. Evol.*, 35, (1), Pages 254-270, ISSN 1055-7903,
- Turner, A. and Rose, C. A., 1989. Handbook to the Swallows and Martins of the World. Christopher Helm, London.
- Tzortzakaki, O., Kati, V., Kassara, C., Tietze, T. and Giokas, S., 2018. Seasonal patterns of urban bird diversity in a Mediterranean coastal city: the positive role of open green spaces. *Urban Ecosystems*. 21. 1-13.
- Winkler, D. W., and Sheldon, F. H., 1993. Evolution of nest construction in swallows (*Hirundinidae*): a molecular phylogenetic perspective. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 90.12 (1993): 5705-5707.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΞΥΛΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Προύτσος, Νικόλαος¹; Σκαρβέλης, Μιχάλης²

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Αθήνα, ΤΚ 11528, np@fria.gr

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού, Β. Γρίβα 11, ΤΚ 43100 Καρδίτσα, skarvelis@uth.gr

Περίληψη

Η υγρασία ισορροπίας του ξύλου (M) αποτελεί σημαντική παράμετρο στην τεχνολογία ξύλου αλλά και στην παραγωγή ποιοτικής εμπορικής ξυλείας. Για την εκτίμησή της έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένα μοντέλα, τα οποία όμως είναι αρκετά πολύπλοκα, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η εφαρμογή τους ιδιαίτερα από τις επιχειρήσεις παραγωγής και εμπορίας ξυλείας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιαστεί και να αξιολογηθεί ένα νέο μοντέλο για την εκτίμηση της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου ειδικά για τις ελληνικές κλιματικές συνθήκες. Το μοντέλο έχει απλή γραμμική μορφή και απαιτεί μόνο δεδομένα σχετικής υγρασίας. Για την αξιολόγησή του χρησιμοποιήθηκαν ετήσια κλιματικά δεδομένα από 27 σταθμούς της ελληνικής επικράτειας. Η απόδοση του μοντέλου εξετάστηκε σε σχέση με το ευρέως αποδεκτό μοντέλο Hailwood-Horrobain και βρέθηκε να εμφανίζει ιδιαίτερα καλή συμπεριφορά και πολύ ικανοποιητικούς στατιστικούς δείκτες.

Λέξεις κλειδιά: υγρασία ισορροπίας ξύλου, μοντέλο, Ελλάδα, Hailwood-Horrobain, αξιολόγηση.

Εισαγωγή

Το ξύλο ως υγροσκοπικό υλικό, είναι γνωστό ότι συγκρατεί πάντοτε κάποια ποσότητα υγρασίας στη μάζα του, ακόμη και ως υλικό κατασκευών, επίπλων κλπ. Η υγρασία αυτή, εφόσον τα ξύλινα μέλη της κατασκευής έχουν προηγουμένα ξηραθεί, βρίσκεται με τη μορφή δεσμευμένων μορίων νερού μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα. Η υγρασία που συγκρατείται στο ξύλο επηρεάζει τις ξύλινες κατασκευές, καθώς οι μεταβολές της κάτω από ποσοστό 30% μεταβάλλουν και τις διαστάσεις των ξύλινων μελών μιας κατασκευής και μάλιστα με διαφορετικό τρόπο στις 3 δομικές κατευθύνσεις του (αξονικά, ακτινικά, εφαπτομενικά). Πρέπει επομένως να φροντίσουμε από πριν, ώστε η υγρασία του ξύλου να αντιστοιχεί στις συνθήκες υγρασίας του χώρου (*υγρασία ισορροπίας*) που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί (Σκαρβέλης 2019). Αν πρόκειται να κατασκευαστούν έπιπλα εσωτερικού χώρου πρέπει να βρίσκεται σε επίπεδο 8-9%, για εξωτερικά κουφώματα 10-12% και για κατασκευές εξωτερικού χώρου στην Ελλάδα 12-16%. Σε άλλες χώρες, πιο βόρεια από την Ελλάδα, η υγρασία για εξωτερικές κατασκευές πρέπει να είναι υψηλότερη, π.χ. 13-17% (Κ. Ευρώπη) ή και 18-22% (Σκανδιναβία), καθώς οι κλιματικές συνθήκες διαφέρουν.

Είναι επομένως πολύ σημαντικό, να είναι ελεγμένη η υγρασία του ξύλου μιας κατασκευής, ανεξάρτητα από το υλικό επικάλυψης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ώστε – ανάλογα με το χώρο τοποθέτησής της – να έχει εκ των προτέρων τόση υγρασία όση και η υγρασία ισορροπίας του χώρου για τον οποίο προορίζεται. Στην Ελλάδα, λόγω του ξηροθερμικού κλίματός της, ανέκαθεν δινόταν μικρή σημασία στην υγρασία του ξύλου, καθώς μετά από κάποιο – όχι μεγάλο – διάστημα επέρχεται μείωση της υγρασίας του ξύλου σε χαμηλά επίπεδα (κάτω από 12%, π.χ. 11,9% καλοκαίρι στην Κέρκυρα), που μπορεί να φτάσει και σε πολύ χαμηλά επίπεδα (π.χ. 7,8 % καλοκαίρι στην Αττική) (Τσουμής 1983, Σκαρβέλης 1996). Από τα παραπάνω παραδείγματα όμως φαίνεται ότι όλες οι περιοχές της χώρας δεν είναι ομοιόμορφες από άποψη υγρασίας ισορροπίας ξύλου, καθώς οι γεωμορφολογικές και κλιματικές παράμετροι επηρεάζουν το τοπικό κλίμα. Απαιτείται επομένως, ανάλογα με την περιοχή στην οποία θα τοποθετηθεί μια ξύλινη κατασκευή εξωτερικού χώρου να χρησιμοποιηθεί και ξυλεία αντίστοιχης υγρασίας.

Ο υπολογισμός (πρόβλεψη) της υγρασίας ισορροπίας αποτελεί διαχρονικά ένα πολύ σημαντικό ζήτημα, καθώς ερευνητικές εργασίες στο αντικείμενο αναφέρονται από τη δεκαετία του 1930 ενώ

υπάρχουν διαθέσιμοι και Πίνακες προσδιορισμού, στηριγμένοι σε εργαστηριακά αποτελέσματα (USDA-FPL 2010). Παράλληλα, έχουν κατά καιρούς προταθεί και διάφορα μαθηματικά μοντέλα, που προσδιορίζουν την υγρασία ισορροπίας βάσει της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας ενός τόπου. Μεταξύ αυτών δεσπόζουσα θέση κατέχουν το μοντέλο των Hailwood και Horrobin (Simpson 1973) καθώς και το μοντέλο GAB (Wolf κ.α. 1984), που λαμβάνουν υπόψη την πολυμοριακή ρόφηση του νερού από τα κυτταρικά τοιχώματα στο ξύλο και σε άλλα φυσικά υλικά. Ειδικότερα το μοντέλο Hailwood-Horrobin αξιοποιήθηκε για τον υπολογισμό της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου στα ελληνικά δεδομένα (Γώττης 2021), με αποτελέσματα που προσέγγισαν εξαιρετικά την πραγματικότητα.

Ο υπολογισμός της υγρασίας ισορροπίας απαιτεί ένα μεγάλο εύρος μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, σχετική υγρασία αέρα) και μια αρκετά περίπλοκη εξίσωση κάθε φορά, προκειμένου να υπολογιστούν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολη την πρακτική προσέγγιση του ζητήματος ακόμη και σήμερα που με τους Η/Υ τέτοια προβλήματα βρίσκουν εύκολα τη λύση τους, ούτως ώστε οι παραγωγοί ξύλινων κατασκευών να γνωρίζουν και να μπορούν να προσαρμόζουν τις κατασκευές τους στις εκάστοτε υγρασίες ισορροπίας, ανάλογα με την περιοχή της χώρας που δραστηριοποιούνται ή αποστέλλουν τα προϊόντα τους. Έτσι, ο κανόνας είναι να προμηθεύονται ξυλεία ανεξέλεγκτα από το εμπόριο και να προσπαθούν κυρίως εμπειρικά να προσεγγίσουν το θέμα, είτε να αναγκάζονται να κρατούν δεσμευμένη ξυλεία επί μακρόν στα υπόστεγά τους, ώστε να έλθει σε μια ισορροπία με το περιβάλλον.

Καθώς στην Ελλάδα με το μεσογειακό κλίμα το εύρος θερμοκρασιών δεν είναι μεγάλο στη διάρκεια του έτους, έχει ενδιαφέρον να προσεγγιστεί η πρόγνωση της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου με πιο απλουστευμένο τρόπο, ιδιαίτερα σήμερα που τα κλιματικά δεδομένα έχουν αρχίσει να διαφοροποιούνται.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της μεταβλητότητας της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου στην Ελληνική επικράτεια με σκοπό την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων στην παραγωγή ποιοτικών προϊόντων ξύλου, κυρίως ως προς τις προδιαγραφές ξήρανσής του από τις βιομηχανίες παραγωγής και εμπορίας προϊόντων ξυλείας. Παράλληλα στην παρούσα εργασία προτείνεται ένα νέο μοντέλο εκτίμησης της υγρασίας ισορροπίας ξύλου, ειδικά για τις ελληνικές συνθήκες, προκειμένου να διευκολυνθεί η εφαρμογή του σε επιχειρησιακό επίπεδο από τις βιομηχανίες ξύλου.

Προτεινόμενο μοντέλο εκτίμησης της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου M_{SP}

Το προτεινόμενο μοντέλο εκτίμησης της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου (που στο εξής αναφέρεται με δείκτη SP, από τα αρχικά των ονομάτων των συγγραφέων) βασίζεται μόνο σε δεδομένα σχετικής υγρασίας, θεωρώντας ότι η υγρασία του αέρα αποτελεί την κύρια βαρύτητας παράμετρο που καθορίζει την υγρασία στο ξύλο των κατασκευών. Επιπρόσθετα, η έκφραση της υγρασίας του αέρα μέσω της σχετικής της συνιστώσας (σχετική υγρασία) εμπεριέχει και την έννοια της θερμοκρασίας, δεδομένου ότι η σχετική υγρασία αποτελεί το πηλίκο της πραγματικής πίεσης υδρατμών μια μονάδας όγκου αέρα προς την αντίστοιχη πίεση στον κορεσμό με υδρατμούς, υπό συνθήκες ίδιας θερμοκρασίας. Η μορφή του προτεινόμενου μοντέλου M_{SP} , εμφανίζεται στην παρακάτω γραμμική εξίσωση:

Υγρασίας Ισορροπίας Ξύλου (model SP):

$$M_{SP} = 0.232 RH - 2.858$$

όπου RH η σχετική υγρασία σε ποσοστό (%)

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, η εφαρμογή του μοντέλου επιχειρήθηκε με μέσες ετήσιες κλιματικές τιμές σχετικής υγρασίας σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Η επιλογή των ετήσιων κλιματικών μέσων (από μετεωρολογικά δεδομένα τουλάχιστον 30 ετών σε κάθε περιοχή), θεωρήθηκε ότι αντιπροσωπεύει τις μέσες συνθήκες κλίματος κάθε περιοχής. Έτσι, θεωρήθηκε ότι οι προδιαγραφές του ξύλου κατασκευών θα πρέπει να βασίζονται στο μέσο κλίμα της κάθε περιοχής (όπως αυτό προσδιορίζεται από ετήσια κλιματικά δεδομένα μιας μεγάλης περιόδου), καθώς με αυτόν τον τρόπο η όποια ξύλινη κατασκευή θα μπορεί να αντέξει τις μεταβολές του κλίματος από έτος σε έτος και από εποχή σε εποχή.

Υλικά και Μέθοδοι

Για την εκτίμηση της υγρασίας του ξύλου και την σύγκριση των αποτελεσμάτων του προτεινόμενου μοντέλου (SP) χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση των Hailwood-Horrobin, η οποία για την εφαρμογή της απαιτεί δεδομένα θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας. Η υγρασία ισορροπίας του ξύλου κατά Hailwood-Horrobin (M_{HH}) εμφανίζει πολύ καλή προσαρμογή με εργαστηριακά δεδομένα (Simson, 1973) και έχει ευρύτατη εφαρμογή σε παγκόσμιο επίπεδο. Η σχέση Hailwood-Horrobin έχει ως ακολούθως:

$$M_{HH} = \frac{1800}{W} \cdot \left[\frac{K_1 \cdot K_2 \cdot h}{1 + K_1 \cdot K_2 \cdot h} + \frac{K_2 \cdot h}{1 - K_2 \cdot h} \right]$$

όπου:

M_{HH} , το ποσοστό της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου με το μοντέλο Hailwood-Horrobin,

h , η σχετική υγρασία/100

W , K_1 , K_2 , παράμετροι που προσδιορίζονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$K_1 = 3,730 + 0,03642 T - 0,0001547 T^2$$

$$K_2 = 0,6740 + 0,001053 T - 0,000001714 T^2$$

$$W = 216,9 + 0,01961 T + 0,005720 T^2$$

T , η θερμοκρασία αέρα σε βαθμούς Fahrenheit.

Η δοκιμή του μοντέλου M_{SP} αλλά και η παραγωγή των τιμών σύγκρισης με το μοντέλο M_{HH} για τις ελληνικές συνθήκες, έγινε με την χρήση κλιματικών δεδομένων (30 τουλάχιστον ετών) ετήσιων τιμών σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας από 27 σταθμούς της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY), με ικανοποιητική διασπορά στην ελληνική επικράτεια. Συγκεκριμένα, οι σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν εκτείνονται σε γεωγραφικά μήκη από 19,92° (Κέρκυρα) έως 28,08° (Ρόδος), σε γεωγραφικά πλάτη από 35,33° (Ηράκλειο Κρήτης) έως 41,08° (Σέρρες) και σε υψόμετρα από 2 έως 689 m (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος Γ.Μ. και γεωγραφικό πλάτος Γ.Π.) και υψόμετρο των μετεωρολογικών σταθμών.

Table 1. Meteorological stations' geographical coordinates (longitude Γ.Μ. and latitude Γ.Π.) and altitude.

a/a	Σταθμός	Γ.Μ. (°E)	Γ.Π. (°N)	Υψ. (m)	a/a	Σταθμός	Γ.Μ. (°E)	Γ.Π. (°N)	Υψ. (m)
1	Αγχιάλος	22.80	39.22	12	15	Μίκρα-Μακεδονία	22.97	40.52	4
2	Άκτιο	20.77	35.97	2	16	Μύκονος	25.35	37.43	123
3	Αλεξανδρούπολη	25.93	40.85	3	17	Μυτιλήνη	26.60	39.07	4
4	Αραξος	21.42	38.13	15	18	Νάξος	25.38	37.10	9
5	Αργοστόλι	20.48	38.18	21	19	Ρόδος	28.08	36.40	35
6	Ελευσίνα	23.55	38.07	30	20	Σάμος	26.92	37.70	6
7	Ζάκυνθος	20.90	37.75	10	21	Σέρρες	23.57	41.08	32
8	Ηράκλειο	25.18	35.33	37	22	Σούδα	24.12	35.55	140
9	Θήρα	25.43	36.42	33	23	Τανάγρα	23.55	38.32	139
10	Ιωάννινα	20.85	39.67	483	24	Τατόι	23.78	38.10	236
11	Καλαμάτα	22.10	37.07	8	25	Τρίπολη	22.40	37.53	652
12	Κέρκυρα	19.92	39.62	2	26	Φλώρινα	21.42	40.80	689
13	Κοζάνη	21.78	40.28	625	27	Χίος	26.15	38.35	5
14	Λάρισα	22.43	39.65	71					

Η αξιολόγηση της απόδοσης του προτεινόμενου μοντέλου M_{SP} έγινε με σύγκριση με τις τιμές που προέκυψαν από το μοντέλο M_{HH} με ποσοτικούς στατιστικούς δείκτες που χρησιμοποιούνται ευρέως για την αξιολόγηση μοντέλων (Bourletsikas κ.α. 2018, Alexandris και Proutsos 2020). Συγκεκριμένα, εκτός των μέσων όρων (MO), του συντελεστή διακύμανσης της κατανομής των διαφορών sd^2 και των συντελεστών a , b και R^2 της γραμμικής παλινδρόμησης ($y = a x + b$), χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης συμφωνίας d (index of agreement) (Willmott και Wicks 1980, Willmott 1981, 1982) αλλά και οι δείκτες $RMSE$ (τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος - Root Mean Square Error), MAE (μέσο απόλυτο σφάλμα - Mean Absolute Error) και MBE (μέσο σφάλμα μεροληψίας - Mean Bias Error), όπως

προτείνονται από τον Fox (1981). Οι σχέσεις για τον προσδιορισμό των στατιστικών δεικτών παρουσιάζονται παρακάτω:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2}$$

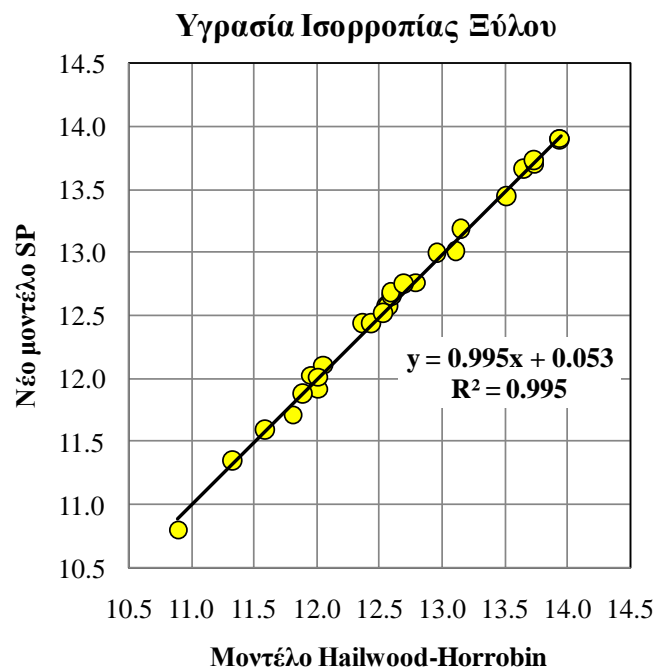
$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |E_i - O_i|}{n}$$

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)}{n}$$

όπου O οι τιμές από το μοντέλο M_{HH} , E οι τιμές από το μοντέλο M_{SP} και n το πλήθος ζευγών τιμών

Αποτελέσματα

Από την εφαρμογή των δύο μοντέλων (HH και SP) για την εκτίμηση της υγρασίας ισορροπίας ξύλου υπό τις ελληνικές κλιματικές συνθήκες, προκύπτει ότι τα δύο μοντέλα δίνουν μικρής διαφοροποίησης εκτιμήσεις. Η συγκριτική απεικόνιση των εκτιμήσεων παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, όπου προκύπτει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ τους με υψηλό συντελεστή R^2 (0,995). Τόσο η κλίση όσο και το intercept της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ των εκτιμήσεων των δύο μοντέλων εμφανίζουν επίσης ιδιαίτερα ικανοποιητικές τιμές με την κλίση a να προσεγγίζει την μονάδα ($a=0,995$) και το intercept b , να εμφανίζει πολύ μικρή τιμή κοντά στο μηδέν (+0,053).



Σχήμα 1. Συγκριτική απεικόνιση των εκτιμώμενων τιμών της Υγρασίας Ισορροπίας Ξύλου από δεδομένα 27 μετεωρολογικών σταθμών της Ελλάδας με την χρήση του προτεινόμενου μοντέλου SP και του μοντέλου Hailwood-Horrobin.

Figure 1. Comparative presentation of the estimated values of the equilibrium moisture content of wood, using data from 27 meteorological stations in Greece by employing the proposed SP and the Hailwood-Horrobin model.

Εκτός των ανωτέρω, οι στατιστικοί δείκτες για την αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου SP σε σχέση με τις τιμές βάσης της υγρασίας ισορροπίας ξύλου M που προσδιορίστηκαν από το μοντέλο HH, εμφανίζουν ιδιαίτερα ικανοποιητικές τιμές, όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 2. Συγκεκριμένα, με βάση το σύνολο των δεδομένων από τις 27 περιοχές της χώρας, ο μέσος όρος (MO) της M εμφανίζει παραπλήσιες τιμές για τα δύο μοντέλα (12,606 και 12,611 για τα SP και HH, αντίστοιχα) και η διαφορά τους είναι αμελητέα (μικρότερη του 0,04%). Παρόμοια, οι συντελεστές MBE , $RMSE$, MAE και sd^2 εμφανίζουν ιδιαίτερα χαμηλές (σχεδόν μηδενικές) τιμές (-0,005, 0,052, 0,041 και 0,003, αντίστοιχα) και ο δείκτης συμφωνίας d εμφανίζει τιμή ίση με την μονάδα επιβεβαιώνοντας την άριστη συμπεριφορά του μοντέλου SP σε σχέση με το HH.

Πίνακας 2. Στατιστικές παράμετροι για την συγκριτική αξιολόγηση των τιμών της Υγρασίας Ισορροπίας Ξύλου από δεδομένα 27 μετεωρολογικών σταθμών της Ελλάδας, με τη χρήση του προτεινόμενου μοντέλου SP και του μοντέλου Hailwood-Horrobin.

Table 2. Statistical parameters for the comparative evaluation of the estimated values of the equilibrium moisture content of wood, using data from 27 meteorological stations in Greece by employing the proposed SP and the Hailwood-Horrobin model.

Στατιστική Παράμετρος	Τιμή
Πλήθος	27
Μέσος όρος (Hailwood-Horrobin model)	12,611
Μέσος όρος (SP model)	12,606
Συντελεστής <i>a</i> γραμμικής παλινδρόμησης (slope)	0,995
Συντελεστής <i>b</i> γραμμικής παλινδρόμησης (intercept)	0,053
R ²	0,995
MBE	-0,005
RMSE	0,052
MAE	0,041
sd ²	0,003
d	1,000

Η ικανοποιητική απόδοση του μοντέλου SP επιβεβαιώνεται για όλες τις περιοχές της χώρας όπου εφαρμόστηκε, ακόμα και στις περιπτώσεις με οριακές συνθήκες. Στις περιοχές που εξετάστηκαν, η ετήσια θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει διαφοροποιήσεις από 12,18°C στην Φλώρινα έως 19,4°C στην Ρόδο, ενώ στις ίδιες περιοχές εμφανίζονται και οι ακραίες τιμές για την ετήσια σχετική υγρασία, η οποία εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή στην Ρόδο (67%) και μικρότερη στην Φλώρινα (54%). Σε αυτές τις περιοχές οι αντίστοιχες τιμές του δείκτη M_{SP} ήταν 13,01 και 12,68, έναντι 13,10 και 12,58 για τον δείκτη M_{HH}, επιβεβαιώνοντας ότι ακόμα και στις κλιματικά ακραίες περιοχές της χώρας που εξετάστηκαν τα μοντέλα έδωσαν παρόμοιες εκτιμήσεις.

Οι μεγαλύτερη τιμή του δείκτη M_{HH} είναι 13,94 για την Ζάκυνθο και η μικρότερη 10,89 για την Ελευσίνα, όταν οι αντίστοιχες τιμές του M_{SP} είναι 13,91 και 10,81 για τις ίδιες περιοχές. Από τις όλες τις εξεταζόμενες περιοχές ο δείκτης M_{SP} εμφανίζει πολύ μικρές διαφοροποιήσεις που δεν υπερβαίνουν το ±1% και πιο συγκεκριμένα κυμαίνονται από -0,76% στην Κοζάνη έως +0,80% στην Ρόδο.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το μοντέλο SP μπορεί να δώσει αξιόπιστες εκτιμήσεις της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου κάτω από τις Ελληνικές συνθήκες, ενώ από το εύρος των τιμών του δείκτη προκύπτουν διαφοροποιημένες ανάγκες χειρισμού της ξυλείας, που χρησιμοποιείται στην ελληνική επικράτεια, με βάση τις ιδιαίτερες συνθήκες υγρασίας αέρα που επικρατούν σε κάθε περιοχή της χώρας. Η ξήρανση της ξυλείας θα πρέπει να προσαρμόζεται από τις βιομηχανίες παραγωγής και τυποποίησης ξυλείας με βάση τις τιμές της υγρασίας ισορροπίας ξύλου, όπως αυτές εκτιμούνται για κάθε περιοχή βάσει της ετήσια σχετικής υγρασίας.

Το γεγονός ότι η Ελληνική Επικράτεια εμφανίζει αρκετά μεγάλη κλιματική παραλλακτικότητα (Tsiros κ.α. 2020, Proutsos κ.α. 2021), υπογραμμίζει την ανάγκη για την υιοθέτηση εξειδικευμένων προδιαγραφών για την ξήρανση της ξυλείας που θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε κάθε περιοχή. Έτσι, το προτεινόμενο μοντέλο SP αποκτά ιδιαίτερη χρησιμότητα. Παρόλα αυτά, θεωρείται πιθανόν να απαιτηθούν τροποποιήσεις του μοντέλου όταν αυτό εφαρμοστεί σε άλλες περιοχές ή και άλλες κλιματικές ζώνες. Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση του μοντέλου σε διαφορετικές συνθήκες είναι επιβεβλημένη προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ευρύτερα.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς εκφράζουν θερμές ευχαριστίες προς την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) για την παροχή των κλιματικών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Abstract

The equilibrium moisture content of wood (M) is an important parameter in wood applications, affecting also the production of high quality commercial wood products. A variety of models have been developed for its estimation, but most of them are quite complex, making their application difficult, especially by the trade timber production companies. Aim of this study is to present and evaluate a new model (SP) for estimating the equilibrium moisture of wood, specifically under the Greek climatic conditions. The model has a simple linear form and requires only relative humidity data. Annual climatic data from 27 stations in Greece were employed for its evaluation. The performance of the model was examined against the widely accepted Hailwood-Horrobin model and was found to show particularly good behavior and very satisfactory statistical indicators.

Βιβλιογραφία

- Alexandris, S. and Proutsos, N., 2020. How significant is the effect of the surface characteristics on the Reference Evapotranspiration estimates? *Agric. Water Manag.* 237, 106181. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106181>
- Bourletsikas, A., Argyrokastritis, I. and Proutsos, N., 2018. Comparative evaluation of 24 reference evapotranspiration equations applied on an evergreen-broadleaved forest. *Hydrology Research* 49(4): 1028-1041. <https://doi.org/10.2166/nh.2017.232>
- Γώττης, Σ., 2021. Προσδιορισμός βάσει μοντέλων της υγρασίας ισορροπίας του ξύλου, σε διάφορες ελληνικές περιφέρειες. Διπλωμ. Εργασία, Παν. Θεσσαλίας, Γενικό Τμήμα Λάρισας, ΠΜΣ «Προηγμένες Μέθοδοι Σχεδιασμού, Τεχνολογίας και Μάνατζμεντ Προϊόντων από Ξύλο», σελ. 101.
- Fox, D.G., 1981. Judging air quality model performance: A summary of the AMS Workshop on Dispersion Model Performance. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 62: 599-609. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1981\)062%3C0599:JAQMP%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1981)062%3C0599:JAQMP%3E2.0.CO;2)
- Proutsos, N.D., Tsiros, I.X., Nastos, P. and Tsousidis, A., 2021. A note on some uncertainties associated with Thornthwaite's aridity index introduced by using different potential evapotranspiration methods. *Atmospheric Research*, 105727. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105727>
- Simpson, W.T., 1973. Predicting equilibrium moisture content of wood by mathematical models. *Wood Fiber Sci.* 5(1): 41-49. <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/740>
- Σκαρβέλης, Μ., 1996. Ξήρανση πριστής ξυλείας με αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φ. Π., Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Α.Π.Θ., 1996, σελ. 193.
- Σκαρβέλης, Μ., 2019. Τεχνολογία Παραγωγής Επίπλου. Εκδ. Τζιόλα, σελ. 333.
- Τσουμής, Γ., 1983. Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση του Ξύλου. Α.Π.Θ., σελ 655.
- Tsiros, I.X., Nastos, P., Proutsos, N.D. and Tsousidis, 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. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104914>
- USDA, FPL, 2010. Wood Handbook. FPL-GTR-190, p. 508.
- Willmott, C.J., 1981. On the validation of models. *Physical Geography* 2(2): 184-194. <https://doi.org/10.1080/02723646.1981.10642213>
- Willmott, C.J., 1982. Some comments on the evaluation of model performance. *Bulletin of the American Meteorological Society* 63(11): 1309-1313. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1982\)063%3C1309:SCOTEO%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1982)063%3C1309:SCOTEO%3E2.0.CO;2)
- Willmott, C.J. and Wicks, D.E., 1980. An empirical method for the spatial interpolation of monthly precipitation within California. *Physical Geography* 1(1): 59-73. <https://doi.org/10.1080/02723646.1980.10642189>
- Wolf, W., Spiess, W.E.L., Jung, G., Weisser, H., Bizot, H. and Duckworth, R.B., 1984. The water-vapor sorption isotherms of microcrystalline cellulose (MCC) and of purified potato starch. Results of a collaborative study. *Journal of Food Engineering* 3(1): 51-73. [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(84\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0260-8774(84)90007-4)

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΞΥΛΕΙΑΣ ΜΑΥΡΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΜΕ ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ

Σκαρβέλης, Μιχάλης¹; Νταλός, Γεώργιος¹; Γουϊγούης, Αθανάσιος¹; Αναστασοπούλου, Μήνα¹;
Μουσιλόπουλος, Κωνσταντίνος¹

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Β. Γρίβα 11-13, 43100 Καρδίτσα, skarvelis@uth.gr

Περίληψη

Η ποιοτική ταξινόμηση πριστής ξυλείας μαύρης πεύκης (*P. nigra* Arn.) προέλευσης Πάρωνα Πελοποννήσου πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή οπτικής ταξινόμησης, συστήματος υπερήχων και συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα καταστρεπτικής δοκιμής στα ίδια δοκίμια, σύμφωνα με την EN 408. Η εφαρμογή του Προτύπου BS 4978:2007 έδωσε αξιόπιστα αποτελέσματα στην οπτική ταξινόμηση, αν και πιο συντηρητικά από την πραγματικότητα. Η εφαρμογή συστήματος ταλαντώσεων με υπέρηχους στην ποιοτική ταξινόμηση των πριστών απέδωσε καλύτερα, ιδιαίτερα στην ξυλεία μεγαλύτερων διατομών. Η σύνταξη και δοκιμή ελληνικού προτύπου οπτικής ταξινόμησης ξυλείας κωνοφόρων διαφαίνεται εφικτή και λογική προοπτική.

Λέξεις κλειδιά: Οπτική ταξινόμηση ξυλείας, Μη καταστρεπτικές μέθοδοι, Μαύρη Πεύκη.

Εισαγωγή

Στη σύγχρονη δόμηση οι υπολογισμοί των αντοχών των δομικών υλικών καθορίζονται με βάση τους Ευρωκώδικες. Ειδικότερα για τη χρήση πριστής ξυλείας σε δομικές εφαρμογές, ο Ευρωκώδικας 5 επιβάλλει τη χρήση ξυλείας βαθμονομημένης από άποψη μηχανικής αντοχής. Σε άλλα δομικά υλικά η βαθμονόμηση από άποψη μηχανικών ιδιοτήτων είναι σχετικά εύκολη, πλην όμως το ξύλο, ως βιολογικό προϊόν, εμφανίζει αρκετές διαφοροποιήσεις στη μηχανική αντοχή του, ακόμα και αν πρόκειται για ξυλεία ίδιου είδους, διαστάσεων και προέλευσης. Προκύπτει επομένως θέμα ανάπτυξης αξιόπιστων μεθόδων ταξινόμησης της δομικής ξυλείας, με βάση τη μηχανική αντοχή της. Η ταξινόμηση μπορεί να γίνεται με οπτικό έλεγχο των σφαλμάτων του ξύλου (οπτική διαβάθμιση) από έμπειρο προσωπικό στα πριστήρια είτε με χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού (μηχανητή διαβάθμιση) που παρεμβάλλεται εν σειρά στη γραμμή παραγωγής ενός πριστηρίου ή και με μεμονωμένο έλεγχο πριστών τεμαχίων ή ακόμη και με μέτρηση της ταχύτητας διάδοσης του ήχου στο ξύλο (Τσουμής 1983, Κακαράς 2009, Μουσιλόπουλος κ.α. 2015). Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν θεσμοθετημένα πρότυπα οπτικής ταξινόμησης, οπότε τα πριστήρια εφαρμόζουν δικά τους κριτήρια το καθένα, γεγονός που καθιστά μη συγκρίσιμα τα ομοειδή προϊόντα που παράγουν και φυσικά μη πιστοποιημένα, χωρίς Σήμανση Ευρωπαϊκής Συμμόρφωσης (CE).

Το ζητούμενο σε κάθε περίπτωση, ανεξάρτητα από τη μέθοδο, είναι η κατάταξη της ξυλείας σε μια κλάση αντοχής, όπως αυτές που περιγράφονται στο Πρότυπο EN 338:2016. Στο συγκεκριμένο Πρότυπο η ξυλεία κωνοφόρων κατατάσσεται σε κλάσεις αντοχής C14 – C50, εφόσον έχουν προηγηθεί δοκιμές αντοχής σε στατική κάμψη ή σε κλάσεις αντοχής T8 – T30 εφόσον για το συγκεκριμένο είδος ξυλείας έχουν προηγηθεί οι δοκιμές σε αξονικό εφελκυσμό (Πίν. 1). Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες η ξυλεία των κωνοφόρων (αυτή που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε δομικές κατασκευές) ταξινομείται με αυτόν τον τρόπο, όμως για λόγους ευκολίας στη διαχείριση των διαφορετικών ποιοτήτων συνήθως επικρατούν 2 ή 3 κλάσεις αντοχής στις οποίες κατατάσσονται όλες οι ποσότητες, με συνηθέστερες τις κλάσεις C18, C24, C30. Ξυλεία με χαμηλότερες μηχανικές ιδιότητες (κλάση «REJECT») αποφεύγεται να χρησιμοποιείται σε φέρουσες δομικές κατασκευές, παρότι μπορεί να μην είναι και εντελώς ακατάλληλη.

Πίνακας 1. Κλάσεις αντοχής κονοφόρων βάσει του EN 338:2016, και χαρακτηριστικές τιμές πυκνότητας (κλάσεις από C14 έως C50).

Table 1. Strength classes for softwoods and characteristic values for density, from C14 to C50, according to EN 338:2016

Αντοχές (N/mm ²)	σύμβολο	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Κάμψη	<i>f_{m,k}</i>	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Εφελκυσμός // στις ίνες	<i>f_{t,0,k}</i>	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	30	33,5
Εφελκυσμός κάθετα στις ίνες	<i>f_{t,90,k}</i>	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Θλίψη // στις ίνες	<i>f_{c,0,k}</i>	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	29	30
Θλίψη κάθετα στις ίνες	<i>f_{c,90,k}</i>	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0
Διάτμηση	<i>f_{v,k}</i>	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0	4,0
Μέσο μέτρο ελαστικότητας // στις ίνες	<i>E_{0,mean}</i>	7000	8000	9000	9500	10000	11000	11500	12000	13000	14000	15000	16000
(0,05%) μέτρο ελαστικότητας// στις ίνες	<i>E_{0,05}</i>	4700	5400	6000	6400	6700	7400	7700	8000	8700	9400	10100	10700
Μέσο μέτρο ελαστικότητας κάθετα στις ίνες	<i>E_{90,mean}</i>	230	270	300	320	330	370	380	400	430	470	500	530
Μέσο μέτρο διάτμησης	<i>G_{mean}</i>	440	500	560	590	630	690	720	750	810	880	940	1000
Πυκνότητα σε kg/m³													
Μέση τιμή πυκνότητας	<i>ρ_{mean}</i>	350	370	380	400	410	420	430	460	470	480	490	520
Χαρακτηριστική τιμή πυκνότητας	<i>ρ_k</i>	290	310	320	330	340	350	360	380	390	400	410	430

Η ανάπτυξη μεθόδων κατάταξης μέσω οπτικής ταξινόμησης είτε με χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού έχει προκύψει μέσω μεγάλης σειράς συνδυαστικών δοκιμών, που βασίζονται σε οπτική ή μηχανική διαβάθμιση και καταλήγουν (αξιολογούνται/επαληθεύονται) από καταστροφικές δοκιμές που ακολουθούν (Ridley-Ellis κ.α. 2015). Στην Ελλάδα αντίστοιχες δοκιμές έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα συστηματικά για την ξυλεία ελάτης διαφόρων προελεύσεων (Μαίναλο και Άγραφα), η οποία κατέδειξε την κατάταξη της πιστής ξυλείας ελάτης στην κλάση C24 σε ποσοστό 37% και 39% ανάλογα με την προέλευση, ανεξάρτητα από τη μέθοδο αξιολόγησης που εφαρμόστηκε (Μουσιλόπουλος κ.α., 2017). Η έρευνα που έγινε στο παρελθόν κατέδειξε αδυναμία εφαρμογής της οπτικής μεθόδου ταξινόμησης με χρήση του σκανδιναυικού προτύπου proINSTA 142:2008 (Μουσιλόπουλος κ.α. 2015), ενώ έδειξε αξιοπιστία όταν εφαρμόστηκε η μέθοδος αξιολόγησης με χρήση ταλαντώσεων που μετρούνται μέσω της ταχύτητας διάδοσης του ήχου με ειδικό εξοπλισμό (Μουσιλόπουλος κ.α. 2017).

Εκτός όμως της ελάτης, σημαντικές ποσότητες ξυλείας που αξιοποιείται στις δομικές κατασκευές παράγονται στην Ελλάδα και από μαύρη πεύκη (*Pinus nigra* Arn.). Η μαύρη πεύκη εξαπλώνεται σε όλη την ηπειρωτική Ελλάδα (από την Πελοπόννησο μέχρι τη Μακεδονία και τη Θράκη) αλλά και σε αρκετά νησιά (Εύβοια, Θάσο, Λέσβο και Σάμο), σχηματίζοντας δάση έκτασης 2,8 εκατομ. στρεμμάτων περίπου με συνολικό ξυλαπόθεμα 13,4 εκατομ. m³ (Σκαρβέλης και Ρουσόδημος 2011).

Σε παλαιότερες έρευνες έχουν μελετηθεί οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου της μαύρης πεύκης διαφόρων ελληνικών προελεύσεων, κάνοντας χρήση δοκιμών διατομής 20x20 mm, απαλλαγμένων πλήρως από δομικά σφάλματα. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν μόνο ενδεικτική αξία, μας δείχνουν ωστόσο ότι οι αποκλίσεις μεταξύ των προελεύσεων ήταν πολύ μικρές (Πίν. 2). Η μέση ξηρή πυκνότητα της ξυλείας μαύρης πεύκης βρέθηκε 0,507 g/cm³.

Η ξυλεία της μαύρης πεύκης χρησιμοποιείται για παραγωγή πριστής ξυλείας και κατ' εξοχήν για την παραγωγή στύλων εξηλεκτρισμού και τηλεπικοινωνιών.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων από την ταξινόμηση ξυλείας μαύρης πεύκης ελληνικής προέλευσης με άλλη μέθοδο οπτικής ταξινόμησης και με χρήση ταλαντώσεων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν συγκρίνονται με καταστρεπτικές δοκιμές, στην ίδια ξυλεία μαύρης πεύκης.

Υλικά και Μέθοδοι

Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των πειραμάτων ήταν πριστή ξυλεία μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) από το δάσος του Πάρνωνα, στην Πελοπόννησο. Η πρίση των κορμών υλοποιήθηκε σε πριστήριο στην Τρίπολη. Η τελική υγρασία της ξυλείας κυμάνθηκε σε ποσοστό 9-11% και προέκυψε μετά από φυσική ξήρανση στην Καρδίτσα. Η ξυλεία σχεδιάστηκε να ελεγχθεί ομαδοποιημένη σε 5 ομάδες (Α,Β,Γ,Δ,Ε) ανάλογα με τις διαστάσεις της, οι οποίες επιλέχθηκαν σύμφωνα με αυτές που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο και ζητούνται από τους Έλληνες πελάτες-κατασκευαστές ή τεχνίτες. Η ανάλυση ανά κατηγορία έγινε με τύπο μεταβλητών και για την επεξεργασία τους χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό πακέτο IBM SPSS v.23.0 .

Πίνακας 2. Μηχανικές ιδιότητες Μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.), από διάφορες ελληνικές προελεύσεις (πηγή: Σκαρβέλης και Ρουσόδημος, 2011)

Table 2. Mechanical properties of Black Pine (*Pinus nigra* Arn.) wood of various Greek origins, measured using small clear specimens.

Όνομασία δοκιμής	Στατική Κάμψη N/mm ²	Σκληρότητα N/mm ²	Αξονική Θλίψη N/mm ²	Εγκάρσια Θλίψη N/mm ²	Διάτμηση N/mm ²	Κρούση Kpm/mm ²	Σχισμός N/mm ²
Προέλευση		Janka test					Monin test
Ιωάννινα	86,32	22,52	42,10	7,17	12,61	36,69	11,22
Γρεβενά	85,22	22,00	43,64	7,81	13,14	40,18	9,78
Καλα-μπάκα	80,43	21,13	46,77	6,17	12,85	42,05	8,61
Ταΰγετος	90,76	22,33	47,57	6,18	12,70	43,31	11,07
Πάρνωνας	106,38	26,73	48,89	6,67	12,72	41,44	11,08
Μ. Ο.	89,82	22,94	45,79	6,80	12,80	40,74	10,35

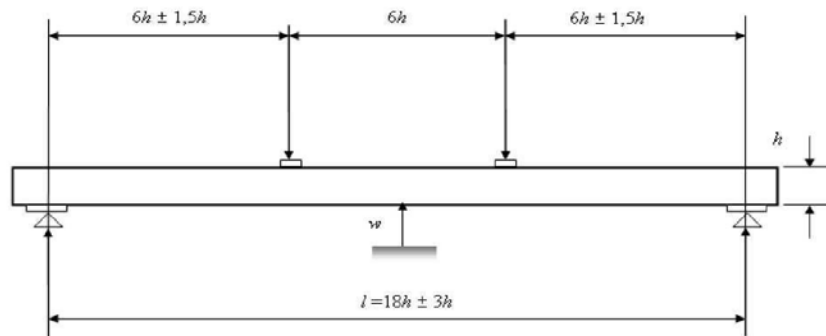
Οι ομάδες αυτές ήταν αντίστοιχες με αυτές που αξιοποιήθηκαν και σε ξυλεία ελάτης, όπου πραγματοποιήθηκαν αντίστοιχα πειράματα και ήταν οι αναφερόμενες στον Πίνακα 3.

Έχοντας ως δεδομένη την μη ύπαρξη ελληνικού προτύπου οπτικής ταξινόμησης ξυλείας κωνοφόρων και με δεδομένη την μη ικανοποίηση από την εφαρμογή του σκανδιναβικού προτύπου σε αντίστοιχα πειράματα σε ξυλεία ελάτης (Μουσιλόπουλος κ.α. 2015), επιλέχθηκε η εφαρμογή του Βρετανικού Προτύπου BS 4978:2007, για την οπτική ταξινόμηση ξυλείας κωνοφόρων. Το συγκεκριμένο Πρότυπο διαχωρίζει την ξυλεία για δομικές εφαρμογές σε 3 γενικές κατηγορίες χρήσης («Απορριπτέα», «Γενικές Κατασκευές», «Ποιοτικά Απαιτητικές Κατασκευές»), που προσιδιάζουν αρκετά στα εφαρμοζόμενα συστήματα από τα ελληνικά πριστήρια που χρησιμοποιούν 2-3 ποιοτικές κατηγορίες, εκτιμήθηκε επομένως ως πιο εύχρηστο για τα ελληνικά δεδομένα. Για την ποιοτική ταξινόμηση με ταλαντώσεις (υπέρηχους) αξιοποιήθηκε αντίστοιχος εξοπλισμός (MTG) ολλανδικής προέλευσης, αναγνωρισμένος από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN), που διατίθεται στα Εργαστήρια του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Παν. Θεσσαλίας (πρώην ΣΤΞΕ).

Πίνακας 3. Ομαδοποίηση ξυλείας μαύρης πεύκης που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές ποιοτικής ταξινόμησης.
Table 3. Specimen groups used in classification experiments.

	Διαστάσεις (mm) Dimensions	Τεμάκια που χρησιμοποιήθηκαν Specimens used
Ομάδα ΠΠΑ 100	50 x 100 x 2000	65
Ομάδα ΠΠΒ 95	95 x 95 x 2000	50
Ομάδα ΠΠΒ 115	115 x 115 x 2000	33
Ομάδα ΠΠΓ 60	60 x 120 x 2300	56
Ομάδα ΠΠΓ 75	75 x 145 x 3000	60
Ομάδα ΠΠΔ 75	75 x 175 x 3500	50
Ομάδα ΠΠΔ 95	95 x 195 x 4000	26

Αφού η ξυλεία ταξινομήθηκε οπτικά και καταγράφηκε με το παραπάνω σύστημα, ακολούθησε ταξινόμηση και καταγραφή με σύστημα MTG και στη συνέχεια καταστρεπτική δοκιμή της ξυλείας, προκειμένου να μετρηθεί η αντοχή της σε στατική κάμψη. Για τη δοκιμή σε κάμψη ακολουθήθηκαν οι υποδείξεις του Προτύπου EN 408, σύμφωνα με το οποίο κάθε πριστό πάχους h τοποθετείται σε 2 στηρίγματα που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $18h \pm 3h$, ενώ από την επάνω οριζόντια πλευρά ασκείται φόρτιση σε 2 σημεία που απέχουν μεταξύ τους απόσταση h , σύμφωνα με την Εικόνα 1. Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου του Τμήματος, με τη χρήση μηχανής δοκιμών Shimadzu 300 KN (Εικ. 2).



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση της διάταξης μέτρησης της αντοχής σε κάμψη, σύμφωνα με το EN 408.
Picture 1. Schematic representation of bending (modulus of rupture) test according to EN 408.



Εικόνα 2. Η μηχανή δοκιμών στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου.
Picture 2. Destructive test device in Wood Technology Lab.

Μετά την καταστροφή (θραύση) κάθε δοκιμίου, καταγράφηκε η μέγιστη δύναμη που απαιτήθηκε και έγινε ο υπολογισμός της αντοχής σε κάμψη από τον τύπο:

$$F = (3 F_{\max} * a) / (b * h^2)$$

που μας δίνει την τιμή της κατηγορίας βάσει του προτύπου EN338.

Όπου: F_{max} = η μέγιστη δύναμη (σε N) που απαιτήθηκε για τη θραύση, όταν τα δοκίμια υποβάλλονται σε έλεγχο κάμψης, a = η απόσταση κάτω υποστυλώματος με το πλησιέστερο άνω σημείο πίεσης, βλ. Σχ. 1), b = το πλάτος του πριστού, h = το πάχος του πριστού.

Οι γενικές κατηγορίες αντοχής σε κάμψη του προτύπου EN 338 είναι για τα κωνοφόρα: C(14,16,18,20,22,24,27,30,35,40,45,50). Ωστόσο, επειδή η ταξινόμηση σε όλες αυτές τις κλάσεις δημιουργεί μια κατάσταση δύσκολα διαχειρίσιμη από πλευράς αριθμού ποιοτήτων, σε όλες τις χώρες η ξυλεία κωνοφόρων κατατάσσεται σε 3-4 κλάσεις αντοχής (EN 1912), που συνήθως είναι οι: C18 (ή σπάνια C16), C24 (ή σπάνια C22), C30 και η κλάση απόρριψης για δομικές χρήσεις R (Reject). Οι κλάσεις αυτές έχουν ευθεία συσχέτιση και με την οπτική ταξινόμηση που συνήθως ακολουθείται σε μια επιχείρηση ή σε μια χώρα.

Για τα ελληνικά δεδομένα ακολουθήθηκαν ομοίως οι κλάσεις: C14 – C16 - C18 – C22 - C24 - C27 - C30- C35, όπως περίπου γίνεται σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες για ξυλεία κωνοφόρων, με απώτερο στόχο να προταθούν τελικά 2 ή 3 κλάσεις ταξινόμησης, που αφενός θα αντιπροσωπεύουν τη γενική κατάσταση από πλευράς ποιότητας, αφετέρου θα είναι εύκολη η αντιστοίχιση σε όποιο σύστημα οπτικής ταξινόμησης ακολουθεί κάποιο πριστήριο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και συζητούνται τα αποτελέσματα των δοκιμών από τις τρεις μεθόδους. Ο στόχος ήταν να δοκιμαστούν περ. 65 δοκίμια ανά Ομάδα. Τα δοκίμια όμως ήταν τελικά λιγότερα από τα αρχικώς διατεθέντα και όχι πάντα ίδια στον αριθμό, λόγω τυχαίων απωλειών (κακή φύλαξη) που σημειώθηκαν την περίοδο της ξήρανσης σε ανοικτό χώρο.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα των τριών μεθόδων παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια μέσω εικόνων κατηγορικής συσχέτισης, ούτως ώστε να υπάρχει μια απεικόνιση της σχέσης μεταξύ μεθόδων και αποτελεσμάτων και στις 3 μεθόδους. Το σύνολο δεδομένων μας απεικονίζεται εδώ με 3 μεταβλητές αριθμητικού, αλφαριθμητικού τύπου καθώς και χαρακτήρα, των οποίων τα ονόματα είναι τα ακόλουθα:

1. Quality (Χαρακτήρας): Εκφράζει τη θεωρητική ποιότητα του ξύλου (με οπτική ταξινόμηση)
2. MTG (Χαρακτήρας): Εκφράζει την Μη-Καταστρεπτική ταξινόμηση (με το σύστημα υπερήχων MTG)
3. MaxStress (Χαρακτήρας): Εκφράζει την ταξινόμηση μετά την Καταστρεπτική δοκιμή

Όπου C18, C24, κλπ. η κατάταξη της ξυλείας σε ομάδα ποιότητας (δηλαδή αντοχή σε κάμψη μεγαλύτερη από 18 N/mm², 24 N/mm² κλπ.).

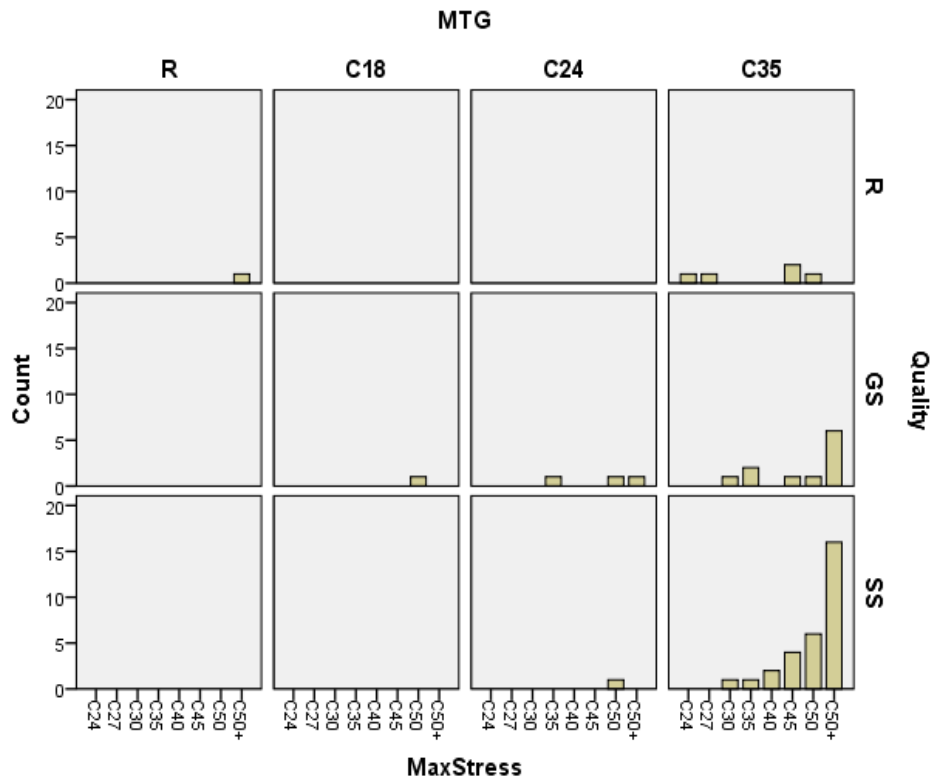
Τα λατινικά σύμβολα σημαίνουν:

R= Reject (απορριπτέα ποιότητα)

GS = General Structure σύμφωνα με το BS 4978:2007 («Γενικές Κατασκευές», αντιστοιχίθηκε από τους ερευνητές με την ποιοτική κλάση C18).

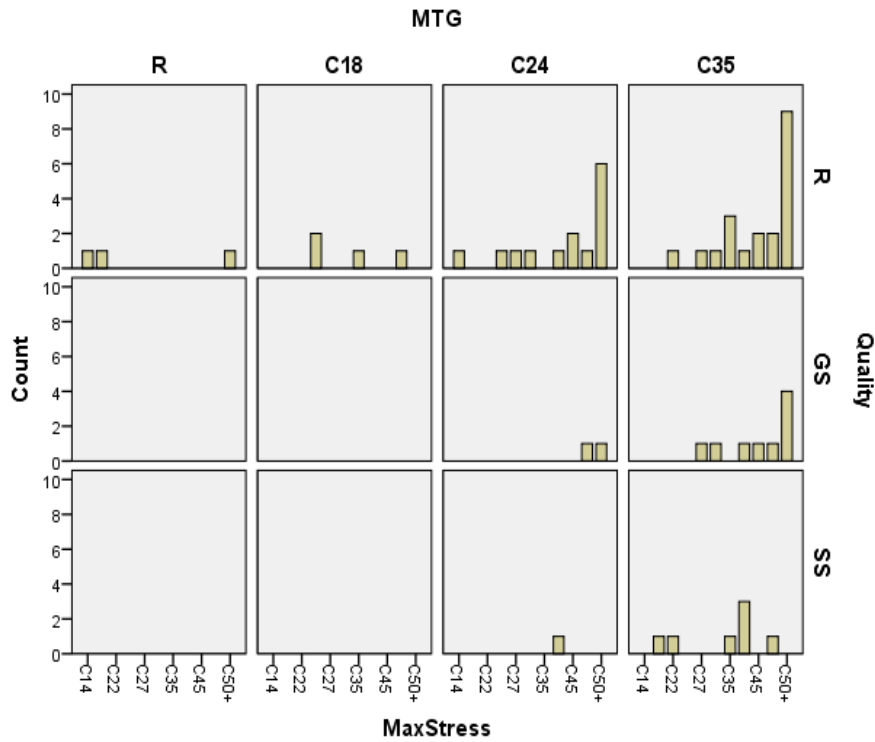
SS = Super Structure σύμφωνα με το BS 4978:2007 («Ποιοτικά Απαιτητικές Κατασκευές», αντιστοιχίθηκε από τους ερευνητές με την ποιοτική κλάση C24).

- i. Σύνολο αποτελεσμάτων Ομάδας ΠΠΓ60 (διαστάσεις 60 x 120 x 2300 mm)
(56 δοκίμια)*



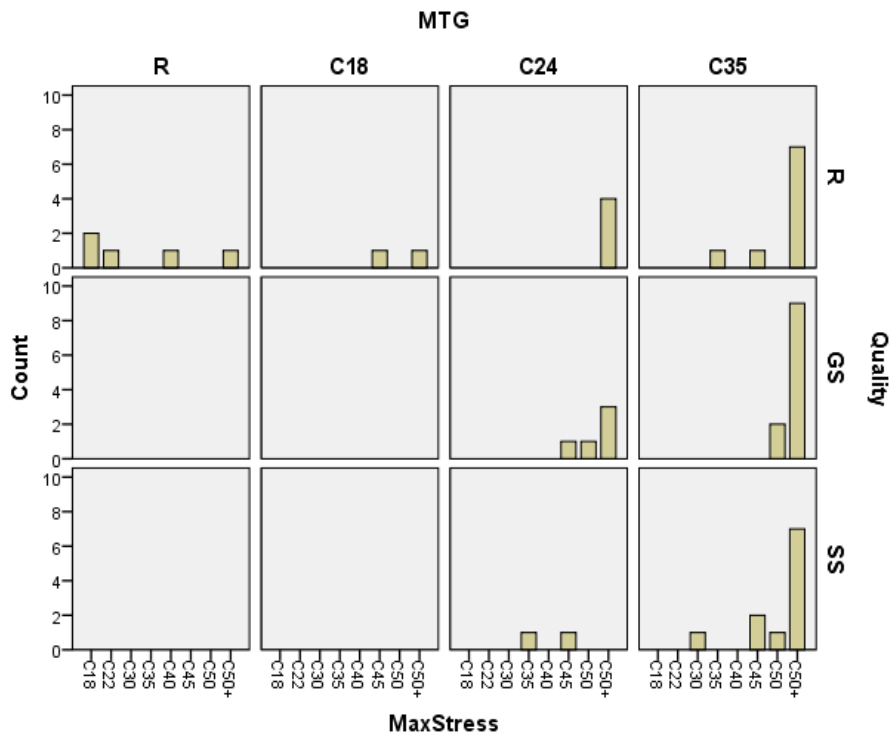
Σχήμα 1. Διάγραμμα τριπλής συσχέτισης τιμών των τριών μεθόδων, στην Ομάδα ΠΠΓ60.
 Figure 1. Triple correlation diagram of the three methods in Group ΠΠΓ 60.

ii. *Συνοψηση αποτελεσμάτων Ομάδας ΠΠΓ75 (διαστάσεις 75 x 145 x 3000 mm)*
(60 δοκίμια)



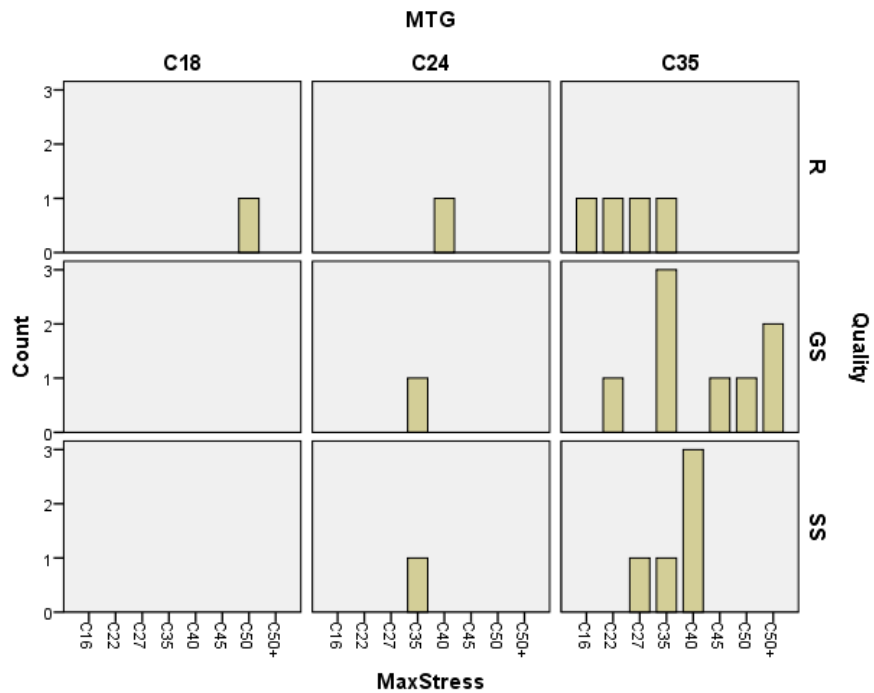
Σχήμα 2. Διάγραμμα τριπλής συσχέτισης τιμών των τριών μεθόδων, στην Ομάδα ΠΠΓ75.
Figure 2. Triple correlation diagram of the three methods in Group ΠΠΓ75.

iii. *Συνοψηση αποτελεσμάτων Ομάδας ΠΠΔ75 (διαστάσεις 75 x 175 x 3500 mm)*
(50 δοκίμια)



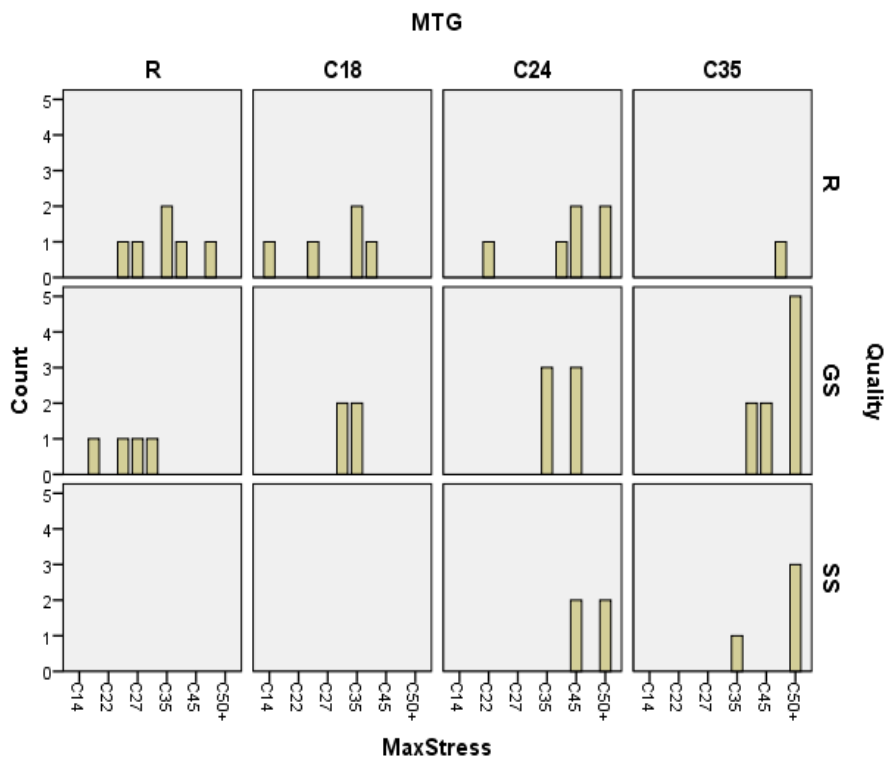
Σχήμα 3. Διάγραμμα τριπλής συσχέτισης τιμών των τριών μεθόδων, στην Ομάδα ΠΠΔ75.
Figure 3. Triple correlation diagram of the three methods in Group ΠΠΔ75.

- iv. Συνόψιση αποτελεσμάτων Ομάδας ΠΠΔ95 (διαστάσεις 95 x 195 x 4000 mm)
(26 δοκίμια)



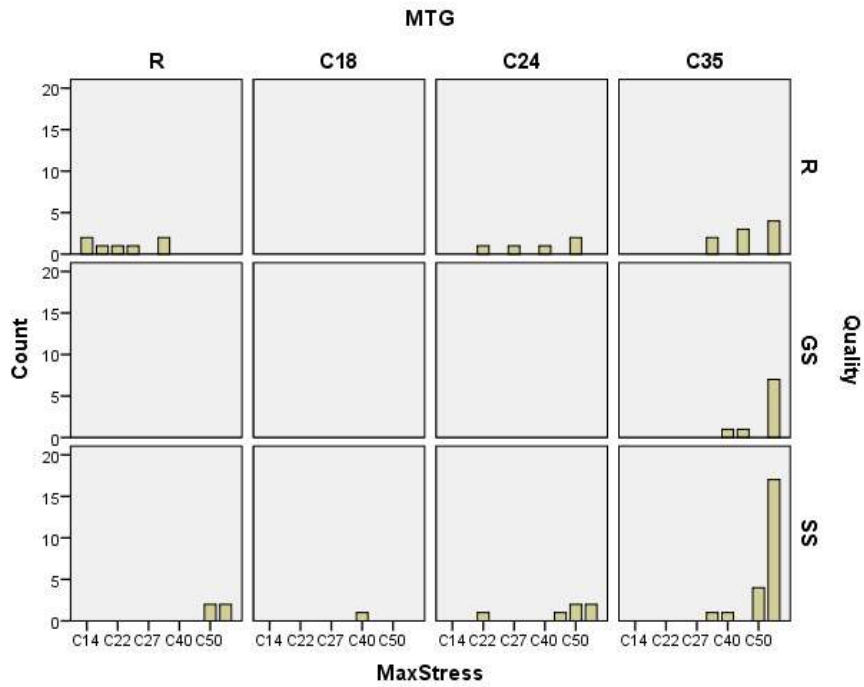
Σχήμα 4. Διάγραμμα τριπλής συσχέτισης τιμών των τριών μεθόδων, στην Ομάδα ΠΠΔ95.
Figure 4. Triple correlation diagram of the three methods in Group ΠΠΔ95.

- v. Συνόψιση αποτελεσμάτων Ομάδας ΠΠΒ95 (διαστάσεις 95 x 95 x 2000 mm)
(50 δοκίμια)



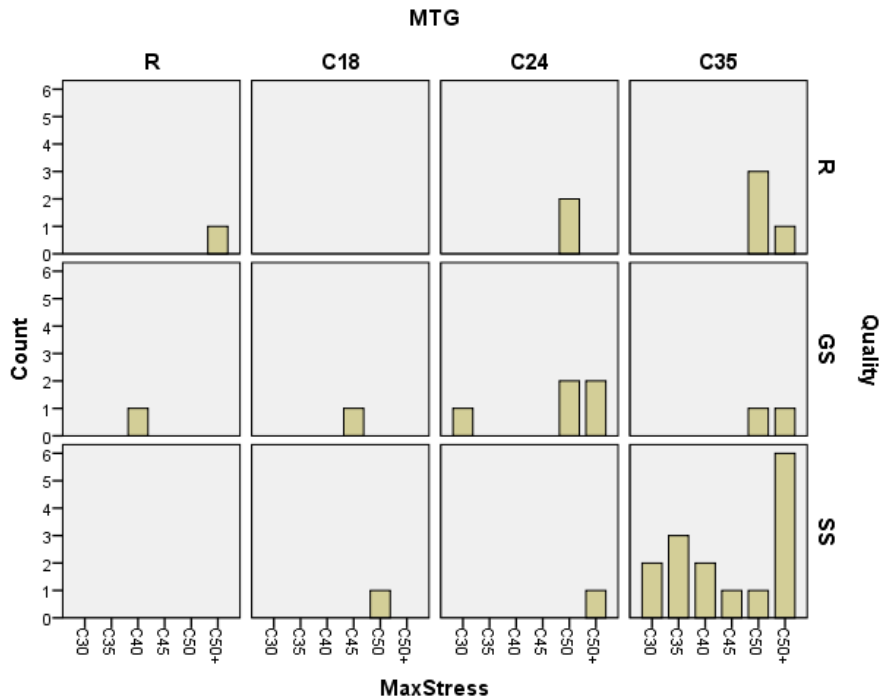
Σχήμα 5. Διάγραμμα τριπλής συσχέτισης τιμών των τριών μεθόδων, στην Ομάδα ΠΠΒ95.
Figure 5. Triple correlation diagram of the three methods in Group ΠΠΒ95.

- vi. *Συνοψιση αποτελεσμάτων Ομάδας ΠΠΑ100 (διαστάσεις 50 x 100 x 2000 mm) (65 δοκίμια)*



Σχήμα 6. Διάγραμμα τριπλής συσχέτισης τιμών των τριών μεθόδων, στην Ομάδα ΠΠΑ100.
Figure 6. Triple correlation diagram of the three methods in Group ΠΠΑ100.

- vii. *Συνοψιση αποτελεσμάτων Ομάδας ΠΠΒ115 (διαστάσεις 115 x 115 x 2000 mm) (33 δοκίμια)*



Σχήμα 7. Διάγραμμα τριπλής συσχέτισης τιμών των τριών μεθόδων, στην Ομάδα ΠΠΒ115.
Figure 7. Triple correlation diagram of the three methods in Group ΠΠΒ115.

Σαν γενική τάση διαπιστώνεται ότι η οπτική ταξινόμηση είναι πάντα πιο «συντηρητική» στην αξιολόγηση των πριστών, σε σχέση με τις άλλες 2 μεθόδους. Η μέθοδος με υπέρηχους επίσης είναι πιο «φειδωλή» από την καταστρεπτική μέθοδο, αν και στις μεγαλύτερες διατομές προσεγγίζει περισσότερο στην καταστρεπτική μέθοδο, που θεωρείται η απόλυτα αξιόπιστη. Και οι 2 μέθοδοι πάντως (οπτική και με χρήση υπέρηχων) δίνουν πιο «αυστηρά», χαμηλότερα αποτελέσματα, γεγονός που εγγυάται την ασφάλεια στην εφαρμογή τους.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Το Βρετανικό πρότυπο BS 4978:2007 που εφαρμόστηκε στην οπτική ταξινόμηση είναι αρκετά συμβατό με τα ελληνικά δεδομένα και εμπειρίες, εφόσον εφαρμόζεται σε ξηραμένη ξυλεία (Π.Υ.<20%). Το πρότυπο ήταν αρκετά αυστηρό και δύσχρηστο σε ανθρώπους που δεν είχαν εμπειρία πάνω στο αντικείμενο του ποιοτικού ελέγχου. Κατόπιν όμως εξοικείωσης και εκπαίδευσης η ταξινόμηση γίνεται ικανοποιητικά και σχετικά γρήγορα, παρ'ότι δεν πραγματοποιήθηκαν χρονικές σπουδές. Η οπτική ταξινόμηση με το συγκεκριμένο Πρότυπο εφαρμοζόμενη σε ξυλεία μαύρης πεύκης φαίνεται αρκετά «συντηρητική» στις εκτιμήσεις της, καθώς στις χαμηλότερες ποιοτικά κλάσεις υποβαθμίζει τις αντοχές, ενώ στην (ανώτερη) κλάση SS προσεγγίζει με τις άλλες μεθόδους (υπέρηχοι και καταστρεπτική). Αυτό μπορεί να θεωρηθεί μειονέκτημα από άποψη ποσοτικής απόδοσης, προσδίδει όμως εγκυρότητα στη μέθοδο από άποψη ποιότητας και ασφάλειας των μελλοντικών δομικών κατασκευών με βάση το ξύλο. Σε μεγάλο βαθμό ταυτίζεται με τα αποτελέσματα της ποιοτικής ταξινόμησης πολλών ελληνικών πριστηρίων για την «Γ' Ποιότητα», εφόσον χρησιμοποιούν 3 κλάσεις ποιότητων. Μελλοντικά αξίζει να ασχοληθεί η ελληνική έρευνα με την ανάπτυξη Προτύπου Οπτικής Ποιοτικής Ταξινόμησης για τα τη μαύρη πεύκη ελληνικής προέλευσης και γενικά για τα ελληνικά κωνοφόρα.

Η μέθοδος των ταλαντώσεων (δόνηση με σύστημα υπέρηχων MTG) που εφαρμόστηκε, φαίνεται πιο σημαντική, εξ αιτίας της ταχύτητάς της κατά την παραγωγική διαδικασία. Η μέθοδος ταλαντώσεων έδειξε αποκλίσεις (προς τα πάνω) σε σχέση με την οπτική ταξινόμηση, γεγονός για το οποίο σε μεγάλο βαθμό δικαιώθηκε από την καταστρεπτική μέθοδο, ιδιαίτερα σε μεγάλες διατομές. Υπήρχε μεγάλη ταύτιση αποτελεσμάτων στην κατηγορία C35. Με πιθανές βελτιώσεις του λογισμικού στο μέλλον, μπορεί να προκύψουν ακόμη μεγαλύτερες συγκλίσεις.

Η καταστρεπτική μέθοδος συνέβαλλε στο να κατανοηθεί η αξιοπιστία των λοιπών μεθόδων. Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να πούμε πως και τα δυο συστήματα (οπτική ταξινόμηση με βάση το BS 4978:2007 και μέτρηση με σύστημα υπέρηχων) δίδουν αξιόπιστα αποτελέσματα στη μαύρη πεύκη, λίγο πιο «συντηρητικά» από την πραγματικότητα, γεγονός που αυξάνει και την εμπιστοσύνη προς αυτά. Υπάρχουν ωστόσο περιθώρια βελτίωσης, ιδίως με βελτιώσεις στο λογισμικό του συστήματος υπέρηχων. Η αξιολόγηση θα μπορούσε να επεκταθεί και σε άλλα δασοπονικά είδη, με εμπορικό ενδιαφέρον.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς αισθάνονται την υποχρέωση να ευχαριστήσουν τη Γενική Δνση Δασών και το ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΑΜΕΙΟ του ΥΠΕΝ για τη χρηματοδότηση της έρευνας, καθώς και τις ξυλοβιομηχανίες «WOODMAN» και «ΕΥΡ. ΠΑΠΟΥΤΣΗΣ» για την πολύτιμη βοήθεια που παρείχαν στη διαμόρφωση της ξυλείας.

Abstract

Strength grading of Greek black pine (*Pinus nigra* Arn.) lumber - Peloponnese origin was classified using visual grading system according to BS 4978:2007, then tested using a vibration-MTG system and finally was compared to destructive tests according to EN 408:2010. Results from both methods showed that black pine from Peloponnese can easily be classified in classes higher than C18, following EN 338. A big percentage belongs to C24 class, but in fact, the results could be even higher. Visual classification using BS 4978:2007 was more conservative but easily applied in black pine lumber classification, while vibration-based grading revealed a higher portion in C24 and C30 classes, being also more conservative than destructive tests.

Βιβλιογραφία

- BS 4978:2007. Visual strength grading of softwood. Specification.
- EN 338:2016. Structural timber—Strength classes. European Committee for Standardisation.
- EN 408:2010+A1 2012. Timber structures — Structural timber and glued laminated timber — Determination of some physical and mechanical properties. European Committee for Standardisation.
- EN 1912:2004+A4:2010. Structural timber - Strength classes - Assignment of visual grades and species.
- Κακαράς, Ι., 2009. Τεχνολογία ξύλου: Πρίση, Ξήρανση, Εμποτισμός, Καμπύλωση, Καπλαμάς. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, σελ. 248.
- Μουσιλόπουλος, Κ., Σκαρβέλης, Μ., Γκάλο, Α., Μπέντα, Μ. και Νταλός, Γ., 2015. Ποιοτική ταξινόμηση ξυλείας Ελάτης Ελληνικής Προέλευσης με Οπτική Ταξινόμηση και με Χρήση Ταλαντώσεων. Πρακτικά 17^{ου} Πανελλ. Δασολογικού Συνεδρίου «Η Συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων Περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη», Αργοστόλι 4-7/10/2015, σελ. 275-281.
- Μουσιλόπουλος, Κ., Σκαρβέλης, Μ. και Νταλός, Γ., 2017. Ποιοτική ταξινόμηση ξυλείας ελάτης ελληνικής προέλευσης με οπτική μέθοδο, με χρήση ταλαντώσεων και με καταστρεπτική δοκιμή. Πρακτικά 18^{ου} Πανελλ. Δασολογικού Συνεδρίου «Η Ελληνική Δασοπονία μπροστά σε σημαντικές προκλήσεις: αειφορική διαχείριση δασών, δασικοί χάρτες, περιβαλλοντικές τεχνολογίες-δικτύωση και προστασία φυσικού περιβάλλοντος», Έδεσσα 8-11/10/2017, σελ. 911-919.
- Ridley – Ellis, D., Stapel, P. and Bano, V., 2015. Strength grading of sawn timber in Europe: an explanation for engineers and researchers. Eur. J. Wood Prod., DOI 10.1007/s00107-016-1034-1.
- Σκαρβέλης, Μ. και Ρουσόδημος, Γ., 2011. Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου της Μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) διαφόρων προελεύσεων του ελληνικού χώρου. Επιστ. Επετηρίδα του Τμήμ. Δασολογίας και Φ.Π., ΑΠΘ., Τόμος – Αφιέρωμα προς τιμή του Ομότιμου Καθηγητή κ. Νικ. Αθανασιάδη, Τόμος ΜΔ, σελ. 451 - 462.
- Τσουμής, Γ., 1983. Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση του Ξύλου. Α.Π.Θ., 1983, σελ. 655.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΡΙΟΠΛΑΚΩΝ ΑΠΟ ΠΡΙΟΝΙΑΙ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΣΤΥΡΕΝΙΟ (EPS)

Φώτη, Δάφνη¹; Βουλγαρίδου, Ελένη¹;
Καραστεργίου, Σωτήριος²; Παπαδόπουλος, Αντώνιος¹

¹Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος (ΔΦΠ), Δράμα, dfoti@for.auth.gr, v_elena7@hotmail.com, antpap@for.ihu.gr

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Καρδίτσα, karaso@uth.gr

Περίληψη

Μονόστρωμες πειραματικές μοριοπλάκες, πάχους 12 mm και μέσης πυκνότητας 0,75 g/cm³ παράχθηκαν από ανακυκλωμένο ξύλο με μορφή πριονόσκονης, διαστάσεων <1,5 mm, και ανακυκλωμένο πολυστυρένιο σε ποσοστά 15 % και 30 % ως συγκολλητική ουσία σε αντικατάσταση των καθιερωμένων θερμοσκληρυνόμενων συνθετικών ρητινών. Η παραγωγή τους έγινε με ψεκασμό της πριονόσκονης με διάλυμα πολυστυρενίου σε οργανικό διαλύτη συγκέντρωσης 38%, στρωμάτωση και εφαρμογή πίεσης στην πρέσα σε θερμοκρασία δωματίου (ψυχρή συγκόλληση). Προσδιορίστηκαν μηχανικές ιδιότητες (μέτρο θραύσεως σε στατική κάμψη, διάτμηση παράλληλα με τις επιφάνειες, διάτμηση στην επιφάνεια συγκόλλησης, σκληρότητα) και φυσικές ιδιότητες (προσρόφηση, διόγκωση). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, για να επιτευχθεί βελτίωση των ιδιοτήτων των μοριοπλακών, απαιτείται τροποποίηση της διαδικασίας παραγωγής σχετικά με την συγκολλητική, τις συνθήκες πίεσης και το είδος των ξυλοτεμαχιδίων.

Λέξεις κλειδιά: Ανακύκλωση, πολυστυρένιο, ξυλοτεμαχίδια, μοριοπλάκες, ψυχρή συγκόλληση.

Εισαγωγή

Υπάρχει διεθνώς αυξανόμενο παγκόσμιο ενδιαφέρον σχετικά με την αξιοποίηση ανακυκλωμένων υλικών ως συμπληρωματικών πηγών πρώτων υλών για την ικανοποίηση της αυξανόμενης κατανάλωσης τελικών προϊόντων. Οι στρατηγικές αρχές διαχείρισης των υπολειμμάτων αυτών περιλαμβάνουν τα τρία RRR (Reduce, Reuse, Recycle), δηλαδή α) τη μείωση του όγκου τους, β) την επαναχρησιμοποίησή τους και γ) την ανακύκλωσή τους με ανάπτυξη των κατάλληλων τεχνολογιών για την παραγωγή νέων προϊόντων (European Commission 2018).

Το πολυστυρένιο (PS) είναι συνθετικό πολυμερές και χρησιμοποιείται συνήθως για αντικείμενα καθημερινής χρήσης όπως ανιχνευτές καπνού, CD, δοχεία τροφίμων, κύπελλα καφέ, κλπ. Επίσης, χρησιμοποιείται σε μορφή διογκωμένης πολυστερίνης (EPS) σε συσκευασίες τροφίμων και άλλων βιομηχανικών προϊόντων και σε μορφή εξηλασμένης πολυστερίνης (XPS) στην οικοδομική ως θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό. Σύμφωνα με το σύστημα κωδικοποίησης του διεθνούς συνδέσμου βιομηχανιών πλαστικών (SPI) το PS κατατάσσεται στην έκτη από τις επτά κατηγορίες που διακρίνονται τα πλαστικά, τα οποία περιλαμβάνουν μία ευρεία ποικιλία συνθετικών οργανικών πολυμερών υλικών με άλλα να είναι θερμοπλαστικά και άλλα θερμοσκληρυνόμενα. Λόγω της ευρείας χρήσεως απορρίπτονται μεγάλες ποσότητες πολυστυρενίου με αποτέλεσμα η ανακύκλωσή του να παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα που συνδέονται κυρίως με τον μεγάλο όγκο των απορριμμάτων και την πολύ μικρή πυκνότητά τους.

Το ξύλο με τη μορφή διαφόρων προϊόντων αποσύρεται σε μεγάλες ποσότητες από κατεδαφίσεις οικιών (στέγες, πατώματα, παράθυρα, πόρτες), απόσυρση επίπλων, στρωτήρων σιδηροδρόμων, στύλων μεταφοράς ρεύματος και τηλεπικοινωνιών, παλετών και άλλων συσκευασιών και ως υπολειμμάτων επεξεργασίας από βιομηχανίες ξύλου. Το αποσυρόμενο ξύλο αποτελεί πολύτιμη δευτερεύουσα πρώτη ύλη, η οποία καλύπτει κυρίως ανάγκες της βιομηχανίας των ξυλοπλακών και επίσης αποτελεί σημαντική πηγή παραγωγής ενέργειας. Στη βιομηχανική πρακτική, η διαχείριση του αποσυρόμενου ξύλου κυρίως εξαρτάται από την ειδική κατηγορία του και τη ρύπανση που προκαλεί (Alakangas κ.α. 2015). Επίσης, ένα μεγάλο ποσοστό αποσυρόμενου ξύλου καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής

απορριμμάτων ή κομποστοποιείται με διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις για τον αέρα, το νερό και το έδαφος (Merl κ.α. 2007). Στην πράξη ήδη ανακυκλώνονται και επαναχρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες αποσυρόμενου ξύλου που αξιοποιούνται ιδιαίτερα στις βιομηχανίες μοριοπλακών. Πολλές μέθοδοι έχουν προταθεί ιδιαίτερα για την ανακύκλωση αποσυρόμενων ξυλοπλακών (μοριοπλάκες, ινοπλάκες, κόντρα-πλακέ) και εμπεριέχουν μηχανικό χειρισμό, άτμιση, θερμικό χειρισμό, αποϊνώση, και υδροθερμικό χειρισμό (Moeller 1993, Roffael 1996, Hesch 2002, Riddiough 2002, Sandison 2002, Michanickl και Boehme 2003, Lykidis και Grigoriou 2008). Η ποσότητα του αποσυρόμενου ξύλου που επαναχρησιμοποιείται στην Ευρώπη (EU των 27 κρατών-μελών), είναι περίπου 30 εκατομμύρια m³.

Ξύλο και πλαστικά συνδυάζονται για την παραγωγή σύνθετων προϊόντων ξύλου και πλαστικού (Wood-Plastic Composites, WPC) ή πλαστικού και ξύλου (Plastic-Wood Composites, PWC), τα οποία παράγονται είτε με εισαγωγή μονομερών και πολυμερισμό τους μέσα στο ξύλο (Rowell 1999, 2005) είτε με ανάμιξη πλαστικών με ξύλο. Παραγωγή σύνθετων πειραματικών προϊόντων σε μορφή πλακών μικρού πάχους με ανάμιξη πρωτογενούς πολυστυρενίου και ξύλου και θερμή συγκόλληση καθώς και μελέτη των ιδιοτήτων τους έγινε από τους Sean κ.α. 1990, Maldas και Kokta 1991, Liang κ.α. 1994, Oliveira και Glasser 1994, Oksman και Lindberg 1995, Oksman και Lindberg 1998, Bütüu κ.α. 2019).

Οργανικά διαλύματα ανακυκλωμένου πολυστυρενίου χρησιμοποιήθηκαν ως υδρόφοβα προστατευτικά σε μικρά δείγματα ξύλου δασικής πεύκης και οξιάς (Voulgaridis και Passialis 1982) και πειραματικά, ως υλικά διατήρησης διαστασιακής σταθερότητας ξύλου δρυός αρχαιολογικής σημασίας (Πασιαλής 1981) και ως επιφανειακές επικαλύψεις (βαφές) (Myint κ.α. 2009, Schwade κ.α. 2016, Loganina κ.α. 2017). Με οργανικά διαλύματα πολυστυρενίου εμποτίστηκαν και 3-στρωμες μοριοπλάκες εμπορίου για βελτίωση των ιδιοτήτων τους (Passialis 1986). Ανακυκλωμένο πολυστυρένιο διαλυμένο σε οργανικό διαλύτη χρησιμοποιήθηκε ως συγκολλητική ουσία για την συγκόλληση δειγμάτων ξύλου, μοριοπλακών και μέσης πυκνότητας ινοπλακών (Πασιαλής και Φιλίππου 2002). Εκτεταμένη έρευνα για την αξιοποίηση του ανακυκλωμένου πολυστυρενίου έγινε από τις Φώτη (2013) και Foti (2019). Σε οργανικά διαλύματα ανακυκλωμένου πολυστυρενίου με αλκυδική ρητίνη, κολοφώνιο και παραφίνη μελετήθηκε η αποτελεσματικότητά τους ως υδρόφοβων προστατευτικών επικαλύψεων (WRs) σε δείγματα ξύλου και χαρτιού. Τα αποτελέσματα σε εμποτισμένα δείγματα χαρτιού (Fiber Plastic Composites-FPCs) έδειξαν ότι η εναπόθεση του πολυστυρενίου σε μορφή λεπτού φιλμ στο χαρτί είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της υδροφοβίας και την βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων (αντοχή σε διάρρηξη, σε θλίψη, σε εφελκυσμό, σε κάμψη). Βελτίωση μηχανικών ιδιοτήτων (αξονική θλίψη, αξονική διάτμηση, πλευρική σκληρότητα, πλευρική εξήλωση) παρατηρήθηκε και σε εμποτισμένα δείγματα ξύλου λεύκης (WPC). Επιπλέον εμποτισμένα δείγματα ξύλου δασικής πεύκης και οξιάς έδειξαν πολύ καλή συμπεριφορά ως προς την προσρόφηση και διόγκωση μετά από έκθεσή τους στην ελεύθερη ατμόσφαιρα για 10 μήνες σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Οι Takatani κ.α. (1990a) και Takatani κ.α. (2000b) χρησιμοποίησαν διάλυμα ανακυκλωμένου πολυστυρενίου σε βενζόλιο ως προχειρισμό για να επικαλύψουν ξυλοτεμαχίδια ξύλου πριν από την στρωμάτωση και την θερμή συγκόλλησή τους με πολυστυρένιο για την παραγωγή λεπτών μοριοπλακών.

Με βάση τα προαναφερθέντα, ο στόχος της έρευνας ήταν η εξοικονόμηση πρώτων υλών σε ξύλο και πολυστυρένιο, η διεύρυνση των χρήσεων του πολυστυρενίου, η επίτευξη των στρατηγικών στόχων της ανακύκλωσης και η προστασία του περιβάλλοντος. Για τον σκοπό αυτό αναπτύχθηκε κατάλληλη εργαστηριακή μεθοδολογία με σκοπό (1) την χρησιμοποίηση του ανακυκλωμένου πολυστυρενίου ως συγκολλητική ουσία σε αντικατάσταση των καθιερωμένων θερμοσκληρυνόμενων συνθετικών ρητινών (UF, PF, RF) και την αποφυγή έκλυσης φορμαλδεΐδης από τα τελικά προϊόντα, και (2) την εφαρμογή ψυχρής αντί της θερμής συγκόλλησης (≥ 175 °C), που χρησιμοποιείται με τις προαναφερθείσες κόλλες.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η πειραματική παραγωγή σύνθετων προϊόντων πλαστικού και ξύλου σε μορφή πλακών με χρησιμοποίηση ανακυκλωμένης διαλυμένης πολυστερίνης διαλυμένης σε οργανικό διαλύτη ως συγκολλητική ουσία και ξυλοτεμαχίδια σε μορφή πριονόσκονης, διαστάσεων <1,5 mm με ψυχρή συγκόλληση, καθώς και η αξιολόγηση των πειραματικών προϊόντων με βάση τις τιμές ορισμένων φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Πρώτες ύλες ξύλου

Υπολείμματα από βιομηχανική και βιοτεχνική κατεργασία ξύλου συλλέχθηκαν και μετά από κοσκίνισμα επιλέχθηκε το κλάσμα διαστάσεων 1,5 mm σε μορφή πριονόσκονης. Οι τεχνολογικές παράμετροι παραγωγής των πειραματικών μοριοπλακών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Το 89% κατά βάρος της ξυλόσκονης είχε διαστάσεις <1 mm και το 11% > 1,5 mm και > 1 mm. Η φαινομενική πυκνότητα (bulking density) της ξυλόσκονης προσδιορίστηκε σε 0,30 g/cm³. Η πριονόσκονη ξηράθηκε σε 105 °C ώστε να φτάσει σε περιεχόμενη υγρασία 6,5-7,0%. Οι πειραματικές πλάκες κατασκευάστηκαν από πριονόσκονη σε αυτή την υγρασία.

Πίνακας 1. Τεχνολογικές παράμετροι παραγωγής των πειραματικών μοριοπλακών
Table 1. Technological parameters of production of the tested boards

α/α	Πρώτες ύλες	Ποσότητα	Πίεση	Διάρκεια
Τύπος μοριοπλάκας I				
1	Ξυλόσκονη	1000 gr	150 kg/m ²	6 h
2	Συγκολλητική	15%*		
Τύπος μοριοπλάκας II				
1	Ξυλόσκονη	1000 gr	150 kg/m ²	6 h
2	Συγκολλητική	30%*		

*Ποσότητα EPS % του βάρους της ξυλόσκονης. Το διάλυμα EPS σε διαλύτη νίτρου που χρησιμοποιήθηκε ως συγκολλητική ουσία ήταν συγκέντρωσης 38%.



Εικόνα 1. Υπολείμματα ξύλου όπως συλλέχθηκαν (αριστερά) και το κλάσμα <1,5 mm που χρησιμοποιήθηκε μετά από κοσκίνισμα στην παραγωγή πειραματικών μοριοπλακών (δεξιά)

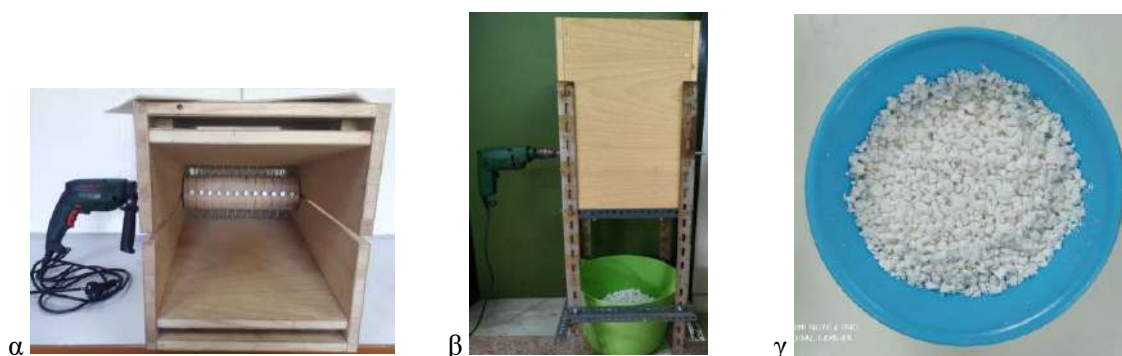
Figure 1. Industrial wood wastes as collected (left) and the fraction <1.5 mm that was used after screening in production of experimental particleboards (right)

Διογκωμένη πολυστερίνη (expanded polystyrene- EPS) συλλέχθηκε από υλικά συσκευασίας ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών και μετατράπηκε σε τεμαχίδια με την βοήθεια μιας μηχανής θρυμματισμού (shredder machine) ιδιοκατασκευής, όπως δείχνεται στην Εικόνα 2 και μετά από ανάμειξη των τεμαχιδίων παράχθηκε ομογενοποιημένο υλικό EPS. Η μηχανή θρυμματισμού αποτελείται από έναν οριζόντια περιστρεφόμενο ξύλινο κύλινδρο διαμέτρου 9 cm και μήκους 30 cm προσαρμοσμένο στο κάτω μέρος μιας ξύλινης χοάνης ανοίγματος 35x35 cm η οποία δέχεται τα προς θρυμματισμό υλικά συσκευασίας. Κατά μήκος του κυλίνδρου έχουν τοποθετηθεί βίδες σε τέσσερις σειρές σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους. Οι βίδες έχουν διάμετρο 2,8 mm, απέχουν μεταξύ τους 2,5 cm και προεξέχουν 2 cm από την επιφάνεια του κυλίνδρου. Στις δύο πλευρές της χοάνης απέναντι από τον κύλινδρο έχουν τοποθετηθεί στη σειρά σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους και στο ίδιο ύψος όμοιες βίδες σε θέσεις που είναι ενδιάμεσες στα κενά που αφήνουν οι θέσεις των βιδών του κυλίνδρου. Ο κύλινδρος κατά την διάρκεια του θρυμματισμού περιστρέφεται με την βοήθεια ενός ηλεκτρονικού δρόπανου με ταχύτητα 1200 στροφές/min. Με βάση αποτελέσματα προκαταρκτικών ερευνών βρέθηκε ότι το διάλυμα πολυστερενίου σε διαλύτη νίτρου (τύπου Νίτρο T-400, από την εταιρεία Vitex A.E., Ελλάδα), συγκέντρωσης 38% ήταν πλήρως ομογενοποιημένο και κατάλληλο για την εφαρμογή του με ψεκασμό στην παραγωγή των πειραματικών μοριοπλακών. Το ιξώδες του EPS μετρήθηκε σε θερμοκρασία 25,5 °C και βρέθηκε να είναι 54,6 mPa's σε σύγκριση με το ιξώδες της συγκολλητικής ουσίας της ουρίας-φορμαλδεΰδης που είναι 200-400 mPa's και η τιμή του pH ήταν 11,8. Το χαμηλό ιξώδες της συγκολλητικής ουσίας αποτελεί πλεονέκτημα επειδή διευκολύνει την κατανομή του μέσα στην μάζα του πριονιδίου με αποτέλεσμα να βελτιώνει τις ιδιότητες των πλακών.

Παρήχθησαν δύο τύποι μοριοπλακών ανάλογα με το ποσοστό της κόλλας (EPS) 15% και 30% κατά βάρος (g ξηρού υλικού EPS ανά 100 g ξυλόσκονης) (Πίνακας 1). Για κάθε τύπο μοριοπλάκας παρήχθησαν δύο πλάκες. Η παραγωγή των μοριοπλακών έγινε με ανάμιξη της ξυλόσκονης με οργανικό διάλυμα EPS με ψεκασμό και ανάδευση σε πειραματική συσκευή ανάμιξης.

Παραγωγή μοριοπλακών-Ιδιότητες

Το υλικό για κάθε πλάκα στρωματώθηκε σε ξύλινο πλαίσιο διαστάσεων 35x30 cm και προσυμπιέστηκε με βάρος 100 κιλών και μετά την αφαίρεση του βάρους και του πλαισίου τοποθετήθηκε σε εργαστηριακή υδραυλική πρέσα και ασκήθηκε πίεση 130 kP/cm² σε θερμοκρασία δωματίου (ψυχρή συγκόλληση) και σε τελικό πάχος 12 mm με την βοήθεια οδηγών. Η διάρκεια πίεσης ήταν έξι (6) ώρες και η τελική πυκνότητα «στόχος» του προϊόντος υπολογίστηκε σε 0,75 g/cm³. Συνολικά παρήχθησαν 4 πειραματικές πλάκες, 2 για κάθε τύπο μοριοπλάκας. Οι πειραματικές μοριοπλάκες κλιματίστηκαν σε συνθήκες θερμοκρασίας 23°C και σχετικής υγρασίας 25%.



Εικόνα 2. Μηχανή θρυμματισμού ιδιοκατασκευής (α, β) και ομογενοποιημένο θρυμματισμένο υλικό PS (γ)
Figure 2. DIY shredder machine (α, β) and homogeneous chipped material of PS (γ)

Από κάθε μοριοπλάκα διαμορφώθηκαν δείγματα για τον προσδιορισμό του μέτρου θραύσεως σε στατική κάμψη, της διάτμησης παράλληλα με τις επιφάνειες, της διάτμησης στην επιφάνεια συγκόλλησης, της σκληρότητας και της προσρόφησης και διόγκωσης με πλήρη εμβάπτιση σε νερό για 2 και 24 ώρες. Επίσης προσδιορίστηκε η πυκνότητα για κάθε κατηγορία δειγμάτων. Οι διαστάσεις και ο αριθμός για κάθε πλάκα χωριστά δείχνεται στον Πίνακα 2. Επίσης προσδιορίστηκε το προφίλ της πυκνότητας κατά πάχος με ακτίνες γ.

Πίνακας 2. Διαστάσεις και αριθμός δοκιμών για κάθε μοριοπλάκα
Table 2. Dimensions and number of every particleboard sample

α/α	Ιδιότητα	Διαστάσεις (cm)	Αριθμός	Προδιαγραφές
1	Πυκνότητα	5x5	15	
2	Στατική κάμψη			DIN 52362
	Μέτρο θραύσης	5x25	5	
3.	Διάτμηση // στις επιφάνειες	5 x 6,5		ASTM D 1037-12 (2020)
4.	Διάτμηση στην επιφάνεια συγκόλλησης	5x5		ASTM D 1037-12 (2020)
5.	Σκληρότητα (Janka)	5 x 7		ASTM D 1037-12 (2020)
6	Προσρόφηση και Διόγκωση	5x5	5	EN 317-1993

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 3-5 και στις Εικόνες 3-6.

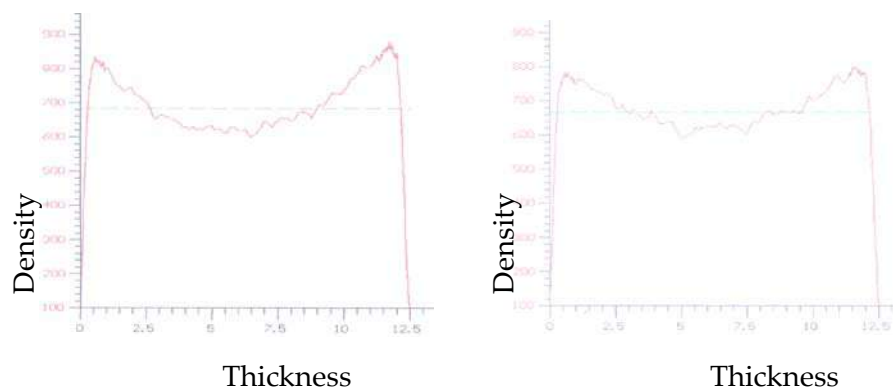
Στον Πίνακα 3 δείχνονται οι τιμές της πυκνότητας και των μηχανικών ιδιοτήτων: μέτρο θραύσεως σε στατική κάμψη, σκληρότητα, διάτμηση παράλληλα με τις επιφάνειες και διάτμηση στην επιφάνεια συγκόλλησης.

Η μέση πυκνότητα για τα δείγματα όλων των μηχανικών ιδιοτήτων βρέθηκε να είναι 0,67 g/cm³ στις μοριοπλάκες τύπου Α και 0,66 g/cm³ μοριοπλάκες τύπου Β. Οι πυκνότητες ήταν μικρότερες από την πυκνότητα στόχο (0,75 g/cm³). Η κατά πάχος κατανομή της πυκνότητας έδειξε μεγαλύτερες διαφορές

μεταξύ της επιφάνειας της πλάκας και του εσωτερικού της. Οι διαφορές αυτές ήταν μεγαλύτερες στις μοριοπλάκες τύπου Α σε σύγκριση με τις μοριοπλάκες τύπου Β (Εικόνα 3).

Στις μηχανικές ιδιότητες που αναφέρονται στο μέτρο θραύσεως σε στατική κάμψη, στην διάτμηση παράλληλα με τις επιφάνειες και στην διάτμηση στην επιφάνεια συγκόλλησης η αντοχή στις μοριοπλάκες τύπου Β ήταν μεγαλύτερη. Σε όλες αυτές τις δοκιμές παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο τύπων μοριοπλακών Α και Β. Οι θραύσεις των δοκιμών σε διάτμηση φαίνονται στην Εικόνα 4. Στην περίπτωση της δοκιμής σε διάτμηση στην επιφάνεια συγκόλλησης οι θραύσεις έγιναν μέσα στην μάζα του υλικού και όχι στην επιφάνεια συγκόλλησης και στους δύο τύπους μοριοπλακών.

Σχετικά με την δοκιμή της σκληρότητας οι μοριοπλάκες τύπου Α παρουσίασαν μεγαλύτερη αντοχή σε σύγκριση με τις μοριοπλάκες τύπου Β λόγω του ότι στα δείγματα μοριοπλακών τύπου Β επήλθε θραύση πριν την ολοκλήρωση της δοκιμής (Εικόνα 5).



Εικόνα 3. Προφίλ πυκνότητας των πειραματικών μοριοπλακών με συγκολλητική πολυστυρενίου (αριστερά 15% και δεξιά 30%)

Figure 3. Density profiles of tested boards made from wood dust and expanded polystyrene (left 15% and right 30%)

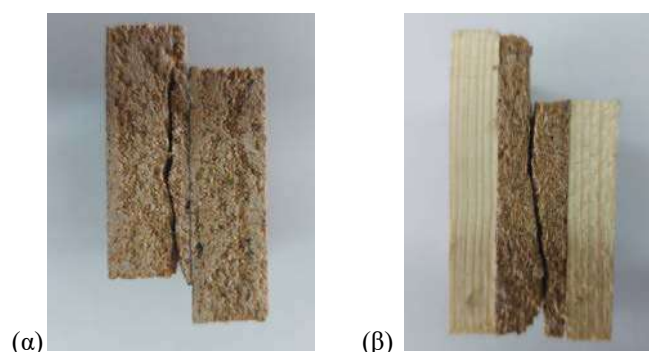
Πίνακας 3. Μηχανικές ιδιότητες των δύο τύπων πειραματικών μοριοπλακών¹
Table 3. Mechanical properties of the two types of experimental boards

Τύπος μοριοπλάκας	Πυκνότητα (g/cm ³)	Στατική κάμψη (μέτρο θραύσεως) ¹ (N/mm ²)	Σκληρότητα (Janka) (N/mm ²)	Διάτμηση // με τις επιφάνειες (N/mm ²)	Διάτμηση στην επιφάνεια συγκόλλησης (N/mm ²)
Τύπος Α (15% EPS)	0,67 ^a (0,030)	1,65 ^a (0,412)	23,70 (1,21)	0,36 ^a (0,061)	0,65 ^a (0,194)
Τύπος Β (30% EPS)	0,66 ^a (0,010)	2,37 ^b (0,652)	14,50 ³ (1,11)	0,54 ^b (0,072)	1,05 ^b (0,209)

¹Μέσοι όροι και (τυπικές αποκλίσεις) δέκα μετρήσεων

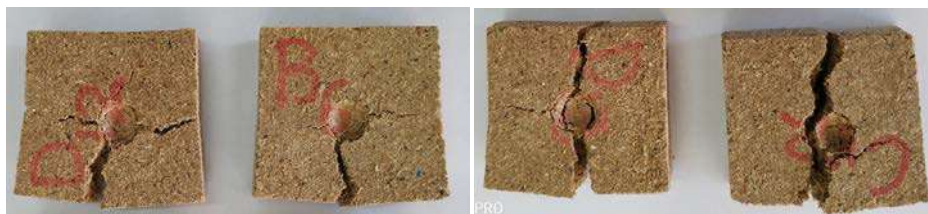
²Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την στατιστική δοκιμασία Duncan για πιθανότητα 95%

³ Η δοκιμή της σκληρότητας στα δείγματα πλακών τύπου Β δεν ολοκληρώθηκε λόγω της θραύσης των δοκιμών (βλ. Εικ. 3)



Εικόνα 4. Θραύσεις των δειγμάτων σε δοκιμές διάτμησης παράλληλα με τις επιφάνειες (α) και σε δοκιμές στην επιφάνεια συγκόλλησης (β) και των δύο τύπων μοριοπλακών.

Figure 4. Failures of particleboard samples after testing of shear strength parallel in the plane of the board (a) and glue line shear strength (β) of both types of boards.



Εικόνα 5. Θραύση των δειγμάτων μοριοπλακών τύπου B κατά την διάρκεια της δοκιμής σκληρότητας
Figure 5. Failure of type B particle board samples during the hardness test

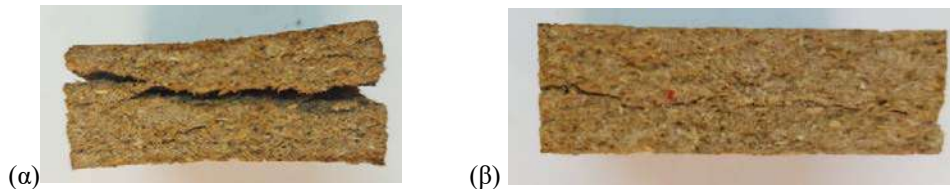
Στον Πίνακα 4 φαίνονται οι τιμές της πυκνότητας και της προσρόφησης και διόγκωσης των δειγμάτων των δύο τύπων μοριοπλακών. Η μέση πυκνότητα των δειγμάτων μοριοπλακών τύπου A ήταν $0,68 \text{ g/cm}^3$ και των μοριοπλακών τύπου B $0,64 \text{ g/cm}^3$, χωρίς οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές. Παρατηρήθηκε αύξηση της προσρόφησης και διόγκωσης με το χρόνο εμβάπτισης από 2 έως 24 ώρες. Η προσρόφηση και διόγκωση ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη στις πλάκες τύπου B από ότι στις πλάκες τύπου A. Στην περίπτωση των μοριοπλακών τύπου A παρατηρήθηκε εμφανής αποκόλληση στο μέσο του πάχους του δείγματος (Εικόνα 3).

Πίνακας 4. Φυσικές ιδιότητες των δύο τύπων πειραματικών μοριοπλακών¹
Table 4. Physical properties of the two types of experimental boards¹

Τύπος μοριοπλάκας	Πυκνότητα (g/cm^3)	Προσρόφηση νερού (%)		Διόγκωση σε νερό (%)	
		2 h	24 h	2 h	24 h
Τύπος A (15% EPS)	$0,68^{\alpha 2}$ (0,024)	$38,83^{\alpha}$ (3,739)	$125,44^{\alpha}$ (6,457)	$4,01^{\alpha}$ (1,681)	$34,84^{\alpha}$ (6,573)
Τύπος B (30% EPS)	$0,64^{\beta}$ (0,012)	$7,92^{\beta}$ (2,906)	$47,33^{\beta}$ (5,086)	$0,68^{\beta}$ (0,366)	$4,09^{\beta}$ (1,210)

¹Μέσοι όροι και (τυπικές αποκλίσεις) δέκα μετρήσεων

²Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με την δοκιμή Duncan για πιθανότητα 95%



Εικόνα 6. Εμφάνιση δειγμάτων των πειραματικών μοριοπλακών μετά από εμβάπτιση σε νερό για 24 ώρες (α) Τύπος μοριοπλάκας A και (β) Τύπος μοριοπλάκας B

Figure 6. Appearance of samples after 24 h immersion in water (a) Type of board A and (b) Type of board B

Μετά την παραγωγή των πειραματικών μοριοπλακών παρατηρήθηκε μόνιμη αύξηση του πάχους (spring back) και στους δύο τύπους πλακών με μεγαλύτερες τιμές στον τύπο B, με αποτέλεσμα τον προσδιορισμό μικρότερης πυκνότητας ($0,65\text{-}0,71 \text{ g/cm}^3$) από την τιμή «στόχος» ($0,75 \text{ g/cm}^3$) (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Πυκνότητα και μόνιμη αύξηση του πάχους (spring back) (%) των δειγμάτων των πειραματικών μοριοπλακών (τύποι A και B) που χρησιμοποιήθηκαν για τις διάφορες δοκιμές μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων
Table 5. Density and spring back (%) of experimental A and B types of boards

No.	Ιδιότητα	Μοριοπλάκα τύπου A		Μοριοπλάκα τύπου B	
		Πυκνότητα, g/cm^3	Spring back, %	Πυκνότητα, g/cm^3	Spring back, %
1	Στατική κάμψη (M ₀), N/mm^2	0,65 (0,024)	18,26 (4,530)	0,65 (0,015)	24,34 (2,871)
2	Διάτμηση // με τις επιφάνειες, N/mm^2	0,65 (0,030)	17,29 (4,028)	0,66 (0,025)	22,43 (3,334)
3	Διάτμηση στην επιφάνεια συγκόλλησης, N/mm^2	0,67 (0,030)	19,46 (5,211)	0,65 (0,020)	23,77 (4,314)
4	Σκληρότητα (Janka), N/mm^2	0,71 (0,013)	17,61 (9,278)	0,67 (0,07)	26,49 (2,921)
	Μέσες τιμές	0,67	18,16	0,66	24,26

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας η πυκνότητα «στόχος» $0,75 \text{ g/cm}^3$ και το πάχος των πειραματικών μοριοπλακών 12 mm δεν επιτεύχθηκαν. Η μέση πυκνότητα των δειγμάτων μοριοπλακών τύπου Α ήταν $0,67 \text{ g/cm}^3$ και του τύπου Β ήταν $0,66 \text{ g/cm}^3$ (βλ. Πίνακα 3). Με τις συγκεκριμένες συνθήκες παραγωγής των πειραματικών μοριοπλακών (ψυχρή συγκόλληση, πίεση και διάρκεια πίεσης, είδος συγκολλητικής που ήταν διάλυμα πολυστυρενίου σε οργανικό διαλύτη) και ιδιαίτερα της διάρκειας εφαρμογής της πίεσης, δεν ολοκληρώθηκε η πλήρης ανάπτυξη ισχυρού δεσμού μεταξύ της πριονόσκονης και της συγκολλητικής. Αποτέλεσμα της μη ολοκλήρωσης της ανάπτυξης του δεσμού στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ήταν το αυξημένο πάχος των μοριοπλακών μετά την παραγωγή τους κατά 18,16 % και 24,26% σε σχέση με το πάχος «στόχο» των 12 mm για τις μοριοπλάκες τύπου Α και Β αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη αύξηση του πάχους στις μοριοπλάκες τύπου Β οφείλεται κυρίως στην μεγαλύτερη ποσότητα διαλύτη που χρησιμοποιήθηκε για την κόλλα συγκέντρωσης 30%. Οι μικρότερες διαφορές πυκνότητας μεταξύ επιφανειακών και εσωτερικών στρωμάτων που παρατηρήθηκαν στην πλάκα τύπου Β οφείλονται πιθανότατα στην περισσότερη ποσότητα της συγκολλητικής (PS) που χρησιμοποιήθηκε, η οποία έδρασε ως «λπαντικό» και μείωσε τις τριβές μεταξύ των ξυλοτεμαχιδίων με αποτέλεσμα να διευκολύνει την κινητικότητα και τον προσανατολισμό τους για την καλύτερη κατανομή τους σε όλη την μάζα της πλάκας.

Οι τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων των πειραματικών πλακών και των δύο τύπων Α και Β δεν ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις των προδιαγραφών που αναφέρονται σε κοινές μοριοπλάκες βιομηχανικής παραγωγής αντίστοιχης πυκνότητας (Γρηγορίου 2009). Η μεγαλύτερη αντοχή που παρατηρήθηκε στις πλάκες τύπου Β οφείλεται προφανώς στην μεγαλύτερη ποσότητα κόλλας που χρησιμοποιήθηκε. Στην δοκιμή διάτμησης στην επιφάνεια συγκόλλησης η θραύση έγινε εντός της μάζας του δοκιμίου σε ποσοστό 100%. Αυτό δείχνει ότι στις πειραματικές μοριοπλάκες, ο δεσμός συγκόλλησης μεταξύ τους με κόλλα οξικού πολυβινυλίου (PVAc) δεν επηρεάζεται από την παρουσία του πολυστυρενίου στις επιφάνειες. Οι θραύσεις που παρατηρήθηκαν κατά την δοκιμή της σκληρότητας στις μοριοπλάκες τύπου Β πριν την ολοκλήρωση της δοκιμής μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι λόγω της περισσότερης κόλλας που χρησιμοποιήθηκε, δημιουργήθηκε ένα σκληρό και εύθραυστο σώμα από πολυστυρένιο και πριονόσκονη μετά την πλήρη εξάτμιση του διαλύτη, με αποτέλεσμα κατά την διάρκεια της δοκιμής να επέλθει θραύση του και να προκαλέσει και την θραύση των δειγμάτων.

Η κατά πάχος διόγκωση με εμβάπτιση σε νερό για δύο ώρες και για τους δύο τύπους μοριοπλακών Α και Β ικανοποιεί τις απαιτήσεις των ιδιοτήτων των μοριοπλακών εμπορίου αλλά για είκοσι τέσσερις ώρες εμβάπτισης σε νερό μόνο ο τύπος Β. Η μειωμένη προσρόφηση και διόγκωση νερού που παρατηρήθηκε στις μοριοπλάκες τύπου Β αποδίδεται στον ισχυρότερο δεσμό μεταξύ των ξυλοτεμαχιδίων και της κόλλας η οποία προστέθηκε σε ποσοστό 30% σε σύγκριση με τις πλάκες τύπου Α όπου χρησιμοποιήθηκε κόλλα 15 % και στον μεγαλύτερο βαθμό υδροφοβίας που εξασφάλισε η μεγαλύτερη περιεκτικότητα πολυστυρενίου. Στις μοριοπλάκες τύπου Α παρατηρήθηκε αποκόλληση στο μέσο του πάχους των δειγμάτων των πλακών, μετά από 24 ώρες εμβάπτισης στο νερό, η οποία οφείλεται αφενός στον ασθενέστερο δεσμό των ξυλοτεμαχιδίων λόγω της μικρότερης ποσότητας κόλλας που χρησιμοποιήθηκε και αφετέρου στις τάσεις που αναπτύχθηκαν στο εσωτερικό των δοκιμίων λόγω της μεγαλύτερης κατά πάχος ανισοκατανομής της πυκνότητας.

Η έρευνα έδειξε ότι το ανακυκλωμένο πολυστυρένιο διαλυμένο σε οργανικό διαλύτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συγκολλητική ουσία λιγνοκυτταρινικών πρώτων υλών με ψυχρή συγκόλληση. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα, η οποία ήταν υπολείμματα μηχανικής κατεργασίας ξύλου σε μορφή πριονόσκονης διαστάσεων $<1,5 \text{ mm}$, δεν ήταν κατάλληλο υλικό για την παραγωγή μοριοπλακών. Η χρησιμοποίηση αυτού του κλάσματος, που αποτελεί ανεπιθύμητο τεχνολογικό παράγοντα από άποψη μεγέθους και μορφολογίας στην βιομηχανία μοριοπλακών, επιλέχθηκε για να αξιολογηθεί η δυνατότητα συγκόλλησης του ανακυκλωμένου πολυστυρενίου σε δύσκολες συνθήκες από άποψη πρώτης ύλης. Χρησιμοποίηση πρώτης ύλης ξυλοτεμαχιδίων κατάλληλης γεωμετρίας και μεγέθους αναμένεται να έχει καλύτερα αποτελέσματα και αυτό μπορεί να αποτελέσει μελλοντική έρευνα. Η διαδικασία της ψυχρής συγκόλλησης έδειξε ότι απαιτεί μεγάλους χρόνους εφαρμογής της πίεσης για την ανάπτυξη πλήρων δεσμών μεταξύ συγκολλητικής και πριονιδίου. Παράγοντες που θα μπορούσαν να μειώσουν την διάρκεια πίεσης είναι η αύξηση της συγκέντρωσης του διαλύματος πολυστυρενίου που χρησιμοποιήθηκε λόγω του χαμηλού ιξώδους που είχε στην συγκέντρωση 38%, η μείωση της ποσότητας του οργανικού διαλύτη με παραγωγή γαλακτωμάτων πολυστυρενίου σε νερό και

η παραγωγή μοριοπλακών μικρότερης πυκνότητας (μονωτικές μοριοπλάκες). Η εφαρμογή ψυχρής συγκόλλησης που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή μοριοπλακών θα μπορούσε να μελετηθεί και στην παραγωγή πειραματικών αντικολλητών. Εναλλακτική λύση αποτελεί η εφαρμογή θερμής συγκόλλησης αντί της ψυχρής ή ο συνδυασμός προχειρισμού των ξυλοτεμαχιδίων με διάλυμα πολυστερενίου σε οργανικό διαλύτη (Takatani κ.α. 2000a, Takatani κ.α. 2000b) και στην συνέχεια θερμή ή ψυχρή συγκόλληση.

Abstract

One-layer experimental particleboards, with a thickness of 12 mm and a mean density of 0,75 g/cm³, were produced from recycled wood in the form of sawdust <1,5 mm in size, and recycled expanded polystyrene in proportions of 15% and 30%, with the latter used as a binder to substitute traditional thermosetting synthetic resins widely used by the wood industry. The production process included spraying of a polystyrene organic solution with a concentration of 38% on sawdust, mat formation and application of pressure in room temperature (cold setting). Mechanical (MOR in static bending, shear strength parallel to the plane of the board, glue line shear strength, hardness) and physical (absorption, swelling) properties were determined to assess the boards. The results suggest a need for modification of i) the production process where polystyrene is used as a binder, ii) applying pressure conditions and iii) the wood particle size in order to achieve improved particleboard properties.

Βιβλιογραφία

Alakangas, E., Koponen, K., Sokka, L. and Keränen, J., 2015. Classification of used wood to biomass fuel or solid recycled fuel and cascading use in Finland. Book of Proceeding Bioenergy: 79-86.

American Society for Testing Materials. 2020. ASTM-D 1037-12. Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. The ASTM Book of Standards, Philadelphia, PA.

Bütün, F.Y., Sauerbier, P., Militz, H. and Carsten, M., 2019. The effect of fibreboard (MDF), disintegration technique on wood polymer composites (WPC) produced with recovered wood particles. Composites Part A 118: 312-316.

European Commission (2018) Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2008 amending Directive 2008/98/EC on waste. Official Journal of the European Union, L 150/109-140.

European Standards. 1993. EN317. Particleboards and fiberboards -Determinations of swelling in thickness after immersion in water

Foti D., Passialis C., Voulgaridis E. and Adamopoulos, S., 2019. Water repellency of cellulosic fibrous mats impregnated with organic solutions based on recycled polystyrene. JRM 9: 85-96.

German Institute Standardization. 1965. DIN 52362-1: 1965-04. Testing of wood chipboards: bending test, determination of bending strength.

Hesch, R., 2002. Method and apparatus for breaking down used materials into reusable components, particularly for recycling wood products, used furniture, automobile composite materials and similar products. Patent No. US2002170989

Liang, B., Mott, L., Shaler, S. and Caneba, G., 1994. Properties of transfer-molded wood-fiber/polystyrene composites. Wood Fiber Sci., 26:382-389.

Loganina, V.I., Kislitsyna, S.N. and Mazhitov. Y.B., 2017. Stresses of coatings based on a solution of expanded polystyrene during curing. J. Appl. Mech. Eng. 6:4.

Lykidis, C. and Grigoriou, A., 2008. Hydrothermal recycling of waste and performance of the recycled wooden particleboards. J. Waste Manag. 28:57-63.

Maldas, D. and Kokta B.V., 1991. Performance of treated hybrid fiber-reinforced thermoplastic composites under extreme conditions. Holzforschung 45:131-135.

Merl, A.D., Humar, M., Okstad, T., Picardo, V., Ribeiro, A. and Steierer, F. 2007. Amounts of recovered wood in COST E31 countries and Europe. In: Gallis, Ch. (ed.) Management of Recovered Wood. University Studio Press: Thessaloniki, Greece, pp 79-116.

Merrild, H. and Christensen, T., 2009. Recycling of wood for particleboard production: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Manag Res 27(8):781-788.

Michanickl, A. and Boehme, C., 2003. Method for recovering chips and fibers of bonded wood materials involves passing of steam through a vessel with such materials which have been soaked with a heated impregnation solution. Patent No. DE10144793, WO03026859

Moeller, A., 1993. Flat or curved semi-finished or finished wood products for packing industry-comprises thin scale like elements of waste wood or wood shavings laid in overlapping parallel rows where contacting areas are glued. Patent No. DE4201201

Myint, S., Zakaria, M.S.B. and Ahmed, K. R., 2009. Paints based on waste expanded polystyrene. Prog. Rubber Plast. Recycl. Technol., Vol.26, No. 1.2010.

Oksman, K. and Lindber, H., 1998. The influence of a SBS compatibilizer in Polyethylene-wood flour composites. *Holzforschung* 52:661-666.

Oksman, K. and Lindberg, H., 1995. Interaction between wood and synthetic polymers *Holzforschung* 49:249-254.

Oliveira, W. and Glasser, W. G., 1994. Multiphase materials with lignin. XIV. Star-like copolymers with styrene. *JWCT* 14:119-126.

Passialis, C., 1986. Improvement of properties of particleboards impregnated with toluene-base polystyrene solution. *Holz als Roh- u. Werkstoff* 44: 193-195. Ανακοινώθηκε στο 5ο διεθνές συνέδριο «Wood Modification-85», Zielonka, Poznan. Poland, September 24-27, 1985.

Riddiough, S., 2002. Wood panel recycling: an introduction to the fibersolve process: Proceedings of the 6th Panel Products Symposium, Llandudno, Wales, UK, pp. 159-166.

Roffael, E., 1996. Process for the fabrication of chipboards and fiberboards. Patent No. EP0700762, DE4428119.

Rowell, R.M., 1999. *Wood Handbook: Wood as an engineering material*. Forest Products Laboratory, USDA USA. CRC Press

Rowell, R.M., 2005. *HandBook of wood chemistry and wood composites*. CRC Press

Sandison, M., 2002. Method for the recovery of wood fiber from compressed fiberboard scrap. Patent No. US6413364, EP1095182

Schwade, P.V., Schneider, G.O., Santin, C.K. and Campos de Rocha, T.L.A., 2016. Development of Paint Based on Residue of Expanded Polystyrene: Polymeric Plasticizer Evaluation. *Macromol. Symp.* 368, 8-18.

Sean, T., Sauschgrin, B., Kokta, B. and Maldas, D., 1990. Effect of treated wood fiber-polystyrene composites under prolonged immersion in water. *Mokuzai Gakkaishi* 36:637-643

Takatani, M., Ito, H., Ohsugi, S., Kitayama, T., Saegusa, M., Kawai, S. and Okamoto, T. 2000a. Effect of lignocellulosic materials on the properties of thermoplastic polymer/wood composites. *Holzforschung* 54:197-200.

Takatani, M., Kato, O., Kitayama, T., Okamoto, T. and Tanahashi M., 2000b. Effect of adding steam-exploded wood flour to thermoplastic polymer/wood composite. *J. Wood Sci.* 46:210-214.

Voulgaridis, E., Passialis C., 1982. Preliminary studies of water repellent properties of reclaimed polystyrene applied to small wood specimens. *Holzforschung u. Holzverwertung* 34 (5): 66-69.

Γρηγορίου, Α. 2009. Συγκολλημένα Προϊόντα Ξύλου. *Τεχνολογία Παραγωγής, Ιδιότητες, Χρήσεις*. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, 2009.

Πασιαλής, Κ. Ν., και Φιλίππου Ι. Λ., 2002. Αξιολόγηση της αντοχής του δεσμού συγκόλλησης ξύλου και προϊόντων ξύλου με ανακυκλωμένο πολυστυρόλιο. *Δασική Έρευνα* 15: 15 -20.

Πασιαλής, Κ., 1980. Συντήρηση ξύλου αρχαιολογικής σημασίας. *Επιστ. Επετηρίδα ΓΔ Σχολής ΑΠΘ, Τόμος 23 (Παράρτημα):* 199-207. Ανακοινώθηκε στο 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωτεχνικών Ερευνών στην Καλλιθέα Χαλκιδικής το 1981.

Φώτη, Δ. 2013. Βελτίωση των ιδιοτήτων του ξύλου με ανακυκλωμένο πολυστυρένιο. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

ΓΝΩΣΕΙΣ, ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΔΡΑΜΑΣ

Αληφραγκή, Μαρία¹; Παπαδοπούλου, Δήμητρα²; Χατζηλεοντιάδου, Σοφία³

¹Δασολόγος PhD, Δράμα, Μακράς Γεφύρας 23, mariaalifragki@yahoo.com

²Δασολόγος PhD, Δράμα, Εθνικής Επανάστασης 1821 25, dimitrapapad@hotmail.com

³ΔΠΘ, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αλεξανδρούπολη, Ν. Χιλή, schatzil@eled.duth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο πλαίσιο διδακτικής αξιοποίησης των εγγύς Προστατευόμενων Περιοχών, στο πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Ειδικότερα εστίασε στην περίπτωση των Προστατευόμενων Περιοχών της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας και είχε σκοπό την καταγραφή γνώσεων, αντιλήψεων και στάσεων των εκπαιδευτικών της περιοχής σχετικά με τη διδακτική αξιοποίηση τους. Για τις ανάγκες της έρευνας κατασκευάστηκε ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου το οποίο συμπληρώθηκε από 91 εκπαιδευτικούς. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι όλοι οι ερωτηθέντες είχαν επιστεφεί κάποια από τις Προστατευόμενες Περιοχές της περιοχής και σημαντικό ποσοστό αυτών θα ήθελε να τις αξιοποιήσει διδακτικά στο μέλλον. Ωστόσο, η έρευνα αναδεικνύει σημαντική έλλειψη στο γνωστικό υπόβαθρό τους, παρουσία λανθασμένων αντιλήψεων σχετικά με τις Προστατευόμενες Περιοχές και εμπόδια που αναφέρονται από όσους ήδη τις αξιοποίησαν διδακτικά.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Προστατευόμενες Περιοχές, εκπαιδευτικοί, Περιφερειακή Ενότητα Δράμας.

Εισαγωγή

Εκτεταμένες γεωγραφικές εκτάσεις σε όλον τον πλανήτη παρουσιάζουν ενδιαφέρον από την πλευρά της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.) και Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη, όπως οι Προστατευόμενες Περιοχές (Π.Π.) οι οποίες συνδέονται με περιβαλλοντικό περιεχόμενο και παρουσιάζουν ιδιαίτερο εκπαιδευτικό ενδιαφέρον (Ευθυμίου 2015). Σύμφωνα με τη Μαραγκού (2003) και τους Lanara κ.α. (2019) οι Π.Π. με την παροχή των κατάλληλων διευκολύνσεων, οι οποίες μπορεί να ποικίλουν από απλά περιβαλλοντικά μονοπάτια, μουσεία, κέντρα πληροφόρησης κλπ. μέχρι εξειδικευμένα πανεπιστημιακά προγράμματα, είναι δυνατό να μετεξελιχθούν σε σημαντικά κέντρα εμπλουτισμού των περιβαλλοντικών γνώσεων και καλλιέργειας των περιβαλλοντικών αξιών. Ειδικότερα, σύμφωνα με τους Graziani κ.α. (2013), οι Π.Π. είναι ιδανικά μέρη για Π.Ε. επικεντρωμένη στους νέους επειδή καταλαβαίνουν βιωματικά την ανάγκη προστασίας και διατήρησης των φυσικών και πολιτιστικών πόρων από γενιά σε γενιά. Ομοίως, ο Ormsby (2008) υποστηρίζει ότι η δημιουργία σχολείων Π.Ε. στην περιφερειακή ζώνη των Π.Π. έχουν πολύ σημαντικά αποτελέσματα, επειδή οι νέοι έρχονται σε άμεση επαφή με το φυσικό και πολιτιστικό πλούτο και κατανοούν τη σημασία του, βοηθώντας τους έτσι να διαμορφώσουν περιβαλλοντικές στάσεις και συμπεριφορές καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Η χρήση Π.Π. για την προώθηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς Π.Ε. (De Dominicis κ.α. 2017). Ειδικότερα ο εκπαιδευτικός, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην προαγωγή της ποιότητας και αποτελεσματικότητας της Π.Ε., και κατά συνέπεια τη διαμόρφωση της στάσης και της συμπεριφοράς των μαθητών απέναντι στο περιβάλλον (Esa 2010).

Η Ελλάδα διαθέτει πλήθος Π.Π. που υποστηρίζουν πολλά προγράμματα Π.Ε. σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (Papapanagou κ.α. 2005, Ευθυμίου 2015). Ενδεικτικά, από την πλευρά των εκπαιδευόμενων έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που σχετίζονται με τη διερεύνηση γνώσεων και απόψεων για τις Π.Π. που αφορούν σε μαθητές Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Tzaberis κ.α. 2012, Martinis κ.α. 2018) και Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Efthimiou κ.α. 2017). Επίσης,

από την οπτική των εκπαιδευτικών οι Ευθυμίου και Ντούρα (2015) διερεύνησαν τις πρότερες περιβαλλοντικές γνώσεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης γενικά για τις Π.Π. και την επίδραση των κοινωνικοδημογραφικών παραγόντων στη διαμόρφωση των γνώσεων αυτών. Η έρευνα αφορούσε σε εκπαιδευτικούς οι οποίοι συμμετείχαν σε σεμινάρια Π.Ε. που διοργάνωσαν δύο Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της Κεντρικής Ελλάδας.

Η Περιφερειακή Ενότητα Δράμας είναι πλούσια σε Π.Π., όπως το δάσος του Φρακτού, το όρος Φαλακρό και οι περιοχές Ελατιά και Σημύδα και αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον η διερεύνηση της δυνατότητας εκπαιδευτικής αξιοποίησης τους. Σε αυτό το πλαίσιο, διενεργήθηκε ευρύτερη ερευνητική προσπάθεια, με σκοπό την καταγραφή των γνώσεων, αντιλήψεων και στάσεων των εκπαιδευτικών των δυο πρώτων βαθμίδων εκπαίδευσης (Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας) της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας σχετικά με τη διδακτική αξιοποίηση Π.Π. της υπόψη περιφέρειας. Ειδικότερα η παρούσα εργασία παρουσιάζει μέρος της προσπάθειας αυτής, κατά το οποίο επιχειρήθηκε η απάντηση στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

ΕΕ1: Έχουν οι εκπαιδευτικοί βασικές γνώσεις σχετικά με την έννοια οικοσύστημα;

ΕΕ2: Ποιες είναι οι αντιλήψεις τους για Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας και πώς διαμορφώνονται;

ΕΕ3: Ποιες είναι οι στάσεις τους σχετικά με την διδακτική αξιοποίηση στοιχείων από Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας στο μάθημά τους;

Υλικά και Μέθοδοι

Ο πληθυσμός αναφοράς της έρευνας απαρτίζεται από εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας (Δημοτικά σχολεία) και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης όλων των ειδικοτήτων, οι οποίοι υπηρετούν στην Περιφερειακή Ενότητα Δράμας. Συνολικά στην Περιφερειακή Ενότητα Δράμας υπάρχουν 46 σχολικές μονάδες Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Δημοτικά σχολεία) και 35 σχολικές μονάδες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, στις οποίες υπηρετούν περίπου 650 και 800 εκπαιδευτικοί, αντίστοιχα.

Για την υλοποίηση της παρούσας ποσοτικής έρευνας επισκόπησης κατασκευάστηκε ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις κλειστού τύπου και περιλάμβανε ερωτήσεις σχετικά με γνώσεις, αντιλήψεις και στάσεις των συμμετεχόντων για το μελετώμενο θέμα, καθώς και μερικές πληροφορίες δημογραφικού χαρακτήρα.

Η έρευνα διενεργήθηκε διαδικτυακά προκειμένου να είναι εφικτή η προσέγγιση όλων των σχολείων ακόμη και περιοχών οι οποίες με άλλον τρόπο θα ήταν απρόσιτες, ειδικά λόγω των περιοριστικών μέτρων της πανδημίας Covid-19 κατά την περίοδο της έρευνας (Μάρτιος – Απρίλιος 2021). Έτσι, από τη μη-πιθανοτική δειγματοληψία ευκολίας (Bryman 2017) που διενεργήθηκε στον παραπάνω πληθυσμό, ήταν πρόθυμοι να συμμετέχουν 91 εκπαιδευτικοί οι οποίοι αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσας έρευνας. Τα αποτελέσματα της έρευνας που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία προέκυψαν μέσω περιγραφικής στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων που συλλέχθηκαν από το δείγμα με τη βοήθεια του λογισμικού S.P.S.S 20.

Αποτελέσματα

Από τους 91 εκπαιδευτικούς το 40,7% ήταν άντρες και το 59,3% γυναίκες. Το 14,3% των ερωτηθέντων ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα 26-35, το 27,5% ήταν ηλικίας 36-45 ετών, το 31,8% ήταν μεταξύ 46-55 ετών και το 26,4% ήταν μεγαλύτεροι από 56 ετών. Επίσης, το 63,7% των εκπαιδευτικών ήταν κάτοχοι πτυχίων ΑΕΙ/ΤΕΙ, το 31,9% είχαν μεταπτυχιακό δίπλωμα σπουδών, το 3,3% κατείχαν διδακτορικό δίπλωμα σπουδών και το 1,1% κατείχαν κάποιον άλλο τίτλο.

Από αυτούς το 47,3% υπηρετούσαν στην Πρωτοβάθμια και το 52,7% στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Σχετικά με τον χρόνο προϋπηρεσίας τους, το 21,9% των εκπαιδευτικών του δείγματος είχαν 0-10 έτη προϋπηρεσίας, το 34,1% είχαν 11-20 έτη προϋπηρεσίας, ενώ το 44,0% είχε πάνω από 20 έτη προϋπηρεσίας. Επίσης, οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες (80,2%) διέμεναν στην περιοχή της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας περισσότερα από 20 έτη, το 14,3% αυτών διέμεναν στην περιοχή 11-20 έτη και το 5,5% διέμεναν στην περιοχή 1-10 έτη.

Τέλος, από τους ερωτηθέντες εκπαιδευτικούς το 58,2% δεν είχε διδαχθεί κάποιο μάθημα περιβαλλοντικού περιεχομένου στη διάρκεια των σπουδών τους, το 53,8% δεν είχε επιμορφωθεί σε θέματα Π.Ε. και το 56,0% δεν είχε αναλάβει ή λάβει μέρος σε πρόγραμμα Π.Ε.

ΕΕ1: Έχουν οι εκπαιδευτικοί βασικές γνώσεις σχετικά με την έννοια οικοσύστημα;

Όσο αφορά στη δομή ενός οικοσυστήματος, όπως φαίνεται στην Πίνακα 1, οι εκπαιδευτικοί του δείγματος αντιστοιχούν σωστά παραδείγματα εννοιών κατά περίπτωση στην αβιοτική και βιοτική συνιστώσα, σε υψηλά ποσοστά (πάνω από 80%), με εξαίρεση το νερό (73,6) και τον κορμό δέντρου (68,1%).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ορθών απαντήσεων (πάνω από 40%) στις ερωτήσεις που αναφέρονταν στη λειτουργία ενός οικοσυστήματος και στις ανθρώπινες επιδράσεις σε αυτές (βλ. έννοιες 1-5, Πίνακας 2), ενώ το ποσοστό των ορθών απαντήσεων δύο ερωτήσεις που αφορούσαν στη σημασία των εννοιών οικοσύστημα και βιοποικιλότητα είναι σημαντικά υψηλότερο (85,7% και 79,1%, αντίστοιχα).

Πίνακας 1. Ποσοστό (%) σωστών απαντήσεων σχετικά με την αντιστοίχιση εννοιών στη βιοτική και αβιοτική συνιστώσα ενός οικοσυστήματος

Table 1. Percentage (%) of correct answers about the matching of concepts to biotic and abiotic components of an ecosystem

Έννοια	Ποσοστό (%)	Έννοια	Ποσοστό (%)
Νερό	73,6	Κορμός δέντρου	68,1
Ήλιος	86,8	Πουλιά	94,5
Ελάφι	96,7	Έδαφος	80,2
Ψάρια	96,7	Έντομα	97,8
Φυτά	96,7	Αέρας	87,9

Πίνακας 2. Απαντήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την απόδοση εννοιών που αφορούν τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος

Table 2. Teachers' responses regarding the interpretation of concepts related to the operation of an ecosystem

Έννοια	Σωστά (%)	Δεν γνωρίζω (%)
1 Οικολογικές αλληλεπιδράσεις	57,1	11,0
2 Βιογεωχημικός κύκλος	40,7	15,4
3 Τροφικές σχέσεις οργανισμών	48,4	5,5
4 Κύκλος του άνθρακα	62,6	19,8
5 Ανθρώπινες επιδράσεις	45,1	7,7
6 Οικοσύστημα	85,7	1,1
7 Βιοποικιλότητα	79,1	5,5

ΕΕ2: Ποιες είναι οι αντιλήψεις τους για Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας και πώς διαμορφώνονται;

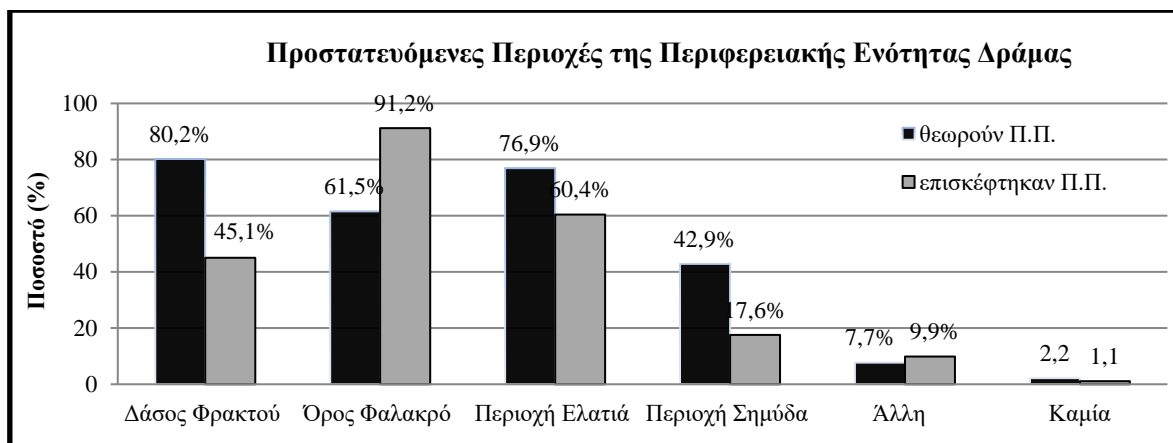
Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με την επιλογή φράσεων οι οποίες σύμφωνα με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών προσεγγίζουν ορθότερα την έννοια «Προστατευόμενη Περιοχή». Το μεγαλύτερο ποσοστό επιλογής 71,4% αφορούσε στη φράση «Περιοχές ιδιαίτερου οικολογικού ενδιαφέροντος», το χαμηλότερο στη φράση «Δασικές περιοχές με πλούσια χλωρίδα και πανίδα», ενώ η επιλογή «Άλλο» δεν έλαβε καμία απάντηση.

Πίνακας 3. Επιλογή φράσεων που προσεγγίζουν ορθότερα την έννοια «Προστατευόμενη Περιοχή»

Table 3. Selection of phrases that most correctly approach the concept of "Protected Area"

Φράσεις	Ποσοστό (%)
Φυσικές Περιοχές με πλούσια βιοποικιλότητα	58,2
Δασικές περιοχές με πλούσια χλωρίδα και πανίδα	35,2
Υγρότοποι μεγάλης οικολογικής σημασίας	51,6
Περιοχές αναπαραγωγής σημαντικών ειδών άγριας πανίδας	59,3
Περιοχές ιδιαίτερου οικολογικού ενδιαφέροντος	71,4
Άλλο	0,0

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με το εάν θεωρούν ως Π.Π., περιοχές της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας και εάν τις έχουν επισκεφθεί. Οι αντιλήψεις τους για τον χαρακτηρισμό ως Π.Π. είναι πιο ορθές για τις περιπτώσεις του δάσους του Φρακτού (80,2%) και της περιοχής Ελατιά (76,9%) ενώ τη μεγαλύτερη επισκεψιμότητα από την πλευρά τους είχε το όρος Φαλακρό (91,2%) και τη μικρότερη η περιοχή Σημύδα (17,6%). Τέλος, το 2,2% των ερωτηθέντων δεν γνώριζαν καμία Π.Π. και μόνο το 1,1% δεν έχει επισκεφτεί καμία Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας.



Σχήμα 1. Ποσοστιαία κατανομή των εκπαιδευτικών που αντιλαμβάνονται ως Π.Π. ή επισκέφτηκαν Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας

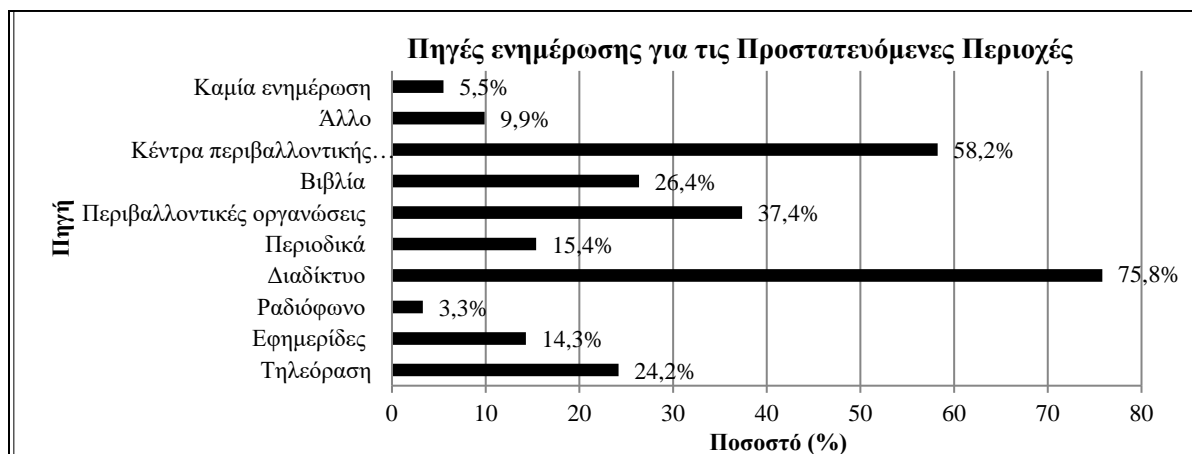
Figure 1. Percentage distribution of teachers who are perceive as Protected Areas of or have visited Protected Areas of the Regional Unit of Drama

Στον Πίνακα 4, παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών του δείγματος σχετικά τις επιτρεπόμενες ανθρώπινες δραστηριότητες σε κάθε μια από τις τέσσερις Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας που δόθηκαν. Η Π.Π. θεωρείται ως η επιτρεπόμενη δραστηριότητα με το μεγαλύτερο ποσοστό αποκρίσεως εκπαιδευτικών ανά Π.Π. Αντίθετα, η δόμηση θεωρείται ως μη επιτρεπόμενη δραστηριότητα από την πλειοψηφία των εκπαιδευτικών σε όλες τις περιοχές και απαγορευτική ιδιαίτερα στη περιοχή Σημύδα. Επίσης μη επιτρεπόμενη δραστηριότητα οι εκπαιδευτικοί θεωρούν τις εξορυκτικές δραστηριότητες εκτός από το όρος Φαλακρό όπου το ένα τέταρτο αυτών τη θεωρεί επιτρεπόμενη. Επίσης επιτρεπόμενες θεωρούν την υλοτομία παντού και ιδιαίτερα στη περιοχή Ελατιά (33,0%), τις εγκαταστάσεις και δραστηριότητες αναψυχής παντού και ιδιαίτερα στο όρος Φαλακρό (64,8%) και στην περιοχή Ελατιά (36,3%). Σημαντικό επίσης ποσοστό των εκπαιδευτικών του δείγματος θεωρεί ως επιτρεπόμενη την ελεύθερη βόσκηση στο όρος Φαλακρό (36,3%). Τέλος, για όλες τις Π.Π. κατά μέσο όρο ένα 11% των εκπαιδευτικών δήλωσε ότι δε γνωρίζει τις επιτρεπόμενες δραστηριότητες στις υπόψη περιοχές.

Πίνακας 4. Αντιλήψεις για επιτρεπόμενες δραστηριότητες σε Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας
Table 4. Perceptions about permitted activities in Protected Areas in the Regional Unit of Drama

Επιτρεπόμενες δραστηριότητες	Δάσος Φρακτού (Ποσοστό %)	Όρος Φαλακρό (Ποσοστό %)	Περιοχή Ελατιά (Ποσοστό %)	Περιοχή Σημύδα (Ποσοστό %)
Υλοτομία	18,7	17,6	33,0	14,3
Εγκαταστάσεις και δραστηριότητες αναψυχής	16,5	64,8	36,3	7,7
Αγροτικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες	3,3	17,6	15,4	4,4
Εξορυκτικές δραστηριότητες	1,1	24,2	1,1	0,0
Δόμηση	1,1	4,4	2,2	0,0
Περιβαλλοντική εκπαίδευση	58,2	49,5	53,8	31,9
Ελεύθερη βόσκηση	6,6	36,3	18,7	12,1
Δε γνωρίζω	12,1	9,9	12,1	11,0

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, οι εκπαιδευτικοί του δείγματος, ως προς τον τρόπο ενημέρωσής τους σχετικά με τις Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας, απάντησαν ότι προήλθε από πολλαπλές πηγές, αλλά κυρίως από το διαδίκτυο (75,8%) και τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (58,2%), ενώ το 5,5% απάντησε ότι δεν έχει καμία ενημέρωση.



Σχήμα 2. Ποσοστιαία κατανομή των πηγών ενημέρωσης για τις Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας
Figure 2. Percentage distribution of information sources about the Protected Areas in the Regional Unit of Drama

ΕΕ3: Ποιες είναι οι στάσεις τους σχετικά με την διδακτική αξιοποίηση στοιχείων από Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας στο μάθημά τους;

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη στάση τους απέναντι στην αξιοποίηση στοιχείων Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας στη διδασκαλία τους. Παρόλο που μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (75,8%) δεν είχαν αξιοποιήσει στη διδασκαλία τους στοιχεία για τις Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας, οι περισσότεροι από αυτούς που τις αξιοποίησαν τις Π.Π. (57,7%) δήλωσαν ότι αντιμετώπισαν εμπόδια στην προσπάθειά τους αυτή. Τελικά το μεγαλύτερο ποσοστό (64,8%) των ερωτηθέντων εξέφρασε την επιθυμία να αξιοποιήσουν διδακτικά Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας στο μέλλον.

Πίνακας 5. Στάσεις απέναντι στη διδακτική αξιοποίηση Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας
Table 5. Attitudes regarding the didactic utilization of Protected Areas in the Regional Unit of Drama

Οι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί...	Ναι (Ποσοστό %)	Όχι (Ποσοστό %)
έχουν αξιοποιήσει Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας στη διδασκαλία τους	24,2	75,8
που αξιοποίησαν στοιχεία Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας στη διδασκαλία τους, έχουν αντιμετωπίσει εμπόδια	57,7	42,3
εκφράζουν την επιθυμία να αξιοποιήσουν διδακτικά Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας στο μέλλον	64,8	35,2

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών του δείγματος οι οποίοι αξιοποίησαν εκπαιδευτικά τις Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας, σχετικά με εμπόδια που αντιμετώπισαν.

Πίνακας 6. Ποσοστιαία κατανομή εμποδίων κατά τη διδακτική αξιοποίηση Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας
Table 6. Percentage distribution of obstacles towards the didactic utilization of Protected Areas in the Regional Unit of Drama

Εμπόδια	Ποσοστό (%)
Το υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα	57,1
Ελλιπής χρηματοδότηση	63,7
Ελλείψεις σε εποπτικά μέσα	34,1
Περιοριστικά μέτρα λόγω πανδημίας	68,1
Απουσία θεσμικής στήριξης	25,3
Δυσκολία στις επισκέψεις στο πεδίο	63,7
Έλλειψη εξειδικευμένων γνώσεων	58,2
Μεγάλος αριθμός μαθητών	17,6
Αδιαφορία μαθητών	15,4
Αδιαφορία συναδέλφων	19,8
Απρόοπτα γεγονότα	13,2
Άλλο	2,2

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 6, τα πιο σημαντικά εμπόδια αφορούσαν τα περιοριστικά μέτρα λόγω της πανδημίας Covid-19 (68,1%), την ελλιπή χρηματοδότηση και τη δυσκολία στις επισκέψεις στο πεδίο (63,7%), την έλλειψη εξειδικευμένων γνώσεων (58,2%) και το υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα (57,1%). Μόνο το 1,1% των ερωτηθέντων δήλωσαν ότι δεν προέκυψε κανένα εμπόδιο κατά την αξιοποίηση των Π.Π. στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα μιας ευρύτερης εμπειρικής έρευνας σχετικά με τις γνώσεις, αντιλήψεις και στάσεις εκπαιδευτικών της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας για την διδακτική αξιοποίηση Π.Π. της περιοχής.

Ως προς τις γνώσεις τους σχετικά με την έννοια οικοσύστημα (Πίνακας 1), οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να επιλέγουν ορθά μεταξύ δοσμένων διατυπώσεων οι οποίες αποδίδουν τη σημασία των εννοιών οικοσύστημα και βιοποικιλότητα. Επίσης, φαίνεται να διακρίνουν τη δομή ενός οικοσυστήματος σε βιοτική και αβιοτική συνιστώσα, αλλά όχι σε επαρκές βάθος όπως φάνηκε από την αδυναμία περίπου ενός τρίτου από αυτούς να αντιστοιχήσει τις έννοιες νερό και κορμός δέντρου στη κατάλληλη συνιστώσα. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνεται και από τα ποσοστά ορθής απόκρισης σχετικά με λειτουργίες του οικοσυστήματος (Πίνακας 2) τα οποία πέφτουν σημαντικά σε σχέση με τα ποσοστά περί της δομής του οικοσυστήματος, για παράδειγμα μόνο το 41% απαντά σωστά σε ερώτηση σχετικά με την έννοια βιογεωχημικός κύκλος. Καθώς σχεδόν οι μισοί (κατά μέσο όρο 56%) εκπαιδευτικοί του δείγματος δεν έχουν διδαχθεί κάποιο μάθημα περιβαλλοντικού περιεχομένου στη διάρκεια των σπουδών τους, ούτε συμμετείχαν σε επιμορφώσεις και προγράμματα Π.Ε., φαίνεται να παρουσιάζουν ελλιπές γνωστικό υπόβαθρο ως προς τις βασικές έννοιες οικοσύστημα, αλλά και βιοποικιλότητα, οι οποίες αποτελούν τη βάση για διδακτικούς σχεδιασμούς σχετικά με την κατανόηση της σημασίας της προστασίας περιοχών του φυσικού περιβάλλοντος (Clayton και Myers 2015).

Ως προς τις αντιλήψεις τους σχετικά με τις Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας αρχικά φαίνεται ότι ενώ μόνο το ένα τρίτο περίπου (35,2%) μπορεί να συνδέσει την έννοια «Προστατευμένη Περιοχή» με Δασικές περιοχές με πλούσια χλωρίδα και πανίδα (Πίνακας 3), θεωρούν ως Π.Π. το δάσος Φρακτού, την περιοχή Ελατιά και την περιοχή Σημύδα παρόλο που μπορεί να μην έχουν επισκεφθεί αυτές τις περιοχές (Σχήμα 1). Αντίθετα, ενώ οι περισσότεροι από αυτούς (91,2%) έχουν επισκεφθεί το όρος Φαλακρό, το ένα τρίτο περίπου των εκπαιδευτικών δεν το αντιλαμβάνεται ως Π.Π. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι μόνο το 1,1% δεν έχει επισκεφθεί καμία Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας (Σχήμα 1), οι αντιλήψεις των εκπαιδευτών σχετικά με τις επιτρεπόμενες δραστηριότητες στις παραπάνω τέσσερις Π.Π. της περιοχής φαίνεται να σχετίζεται με την εμπειρικοβιωματική τους γνώση, παρά με το ισχύον επίσημο πλαίσιο προστασίας. Πιο συγκεκριμένα, η αναγνώριση της οικολογικής σημασίας και η ανάγκη για τη διασφάλιση και διατήρηση ή την αποκατάσταση των τύπων οικοτόπων και των ειδών, σύμφωνα με τις επιταγές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είχε ως αποτέλεσμα τη θεσμοθέτησή της «Προστατευόμενης Περιοχής Οροσειράς Ροδόπης» από την Ελληνική νομοθεσία με το Ν.3044/2002 (ΦΕΚ 197 Α' / 27-08-2002, Άρθρο 13). Ακολούθησε ο χαρακτηρισμός της περιοχής ως Εθνικό Πάρκο με την ΚΥΑ 40379/01-10-2009 (ΦΕΚ 445 Δ' / 02-10-2009). Επιπλέον σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (ΚΥΑ 50743, ΦΕΚ Β' 4432/2017), το δάσος Φρακτού, το όρος Φαλακρό, η περιοχή Ελατιά και η περιοχή Σημύδα έχουν ενταχθεί, μεταξύ άλλων, στο δίκτυο NATURA 2000. Έτσι, για παράδειγμα με βάση την ΚΥΑ 40379/01-10-2009 στο παρθένο δάσος Φρακτού επιτρέπονται μόνο δραστηριότητες οι οποίες έχουν σχέση με την επιστημονική έρευνα, με διαχειριστικές δράσεις μόνο για τη διατήρηση του χαρακτήρα της περιοχής ως φυσικού αποθέματος, την φύλαξη - επόπτευση, τη συντήρηση - αξιοποίηση αρχαιολογικών χώρων και την αρχαιολογική έρευνα. Η καταγραφή των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών του δείγματος σχετικά με τις επιτρεπόμενες δραστηριότητες στο δάσος Φρακτού (Πίνακας 4) αναδεικνύουν τις σχετικές παρανοήσεις τους, οι οποίες ομοίως υφίστανται και για τις λοιπές τρεις μελετώμενες Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας της Δράμας. Με βάση τα παραπάνω και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα σχετικά με τις πηγές πληροφόρησής τους (Σχήμα 2), από όπου προκύπτει ότι μεγάλο ποσοστό εκπαιδευτικών (75,8%), επιλέγουν, μεταξύ άλλων, ως άτυπη πηγή ενημέρωσης το διαδίκτυο (Μάγος 2018), αναδεικνύεται η ανάγκη για αποσαφήνιση και άρση των λανθασμένων αντιλήψεών τους σχετικά με τις Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας της Δράμας.

Ως προς τη στάση τους απέναντι στη διδακτική αξιοποίηση των Π.Π. της Περιφερειακής Ενότητας της Δράμας, περίπου τα δύο τρίτα των εκπαιδευτικών (64,8%) είναι θετικοί σε μια τέτοια προοπτική,

ενώ μόνο το ένα τέταρτο (24,2%) έχει ήδη υλοποιήσει τέτοια προσέγγιση με πάνω από του μισούς (57,7%) από αυτούς να έχουν αντιμετωπίσει εμπόδια (Πίνακας 5). Τα εμπόδια αφορούν (Πίνακας 6) κυρίως στους περιορισμούς για μετακίνηση, κατά την τρέχουσα περίοδο λόγω της πανδημίας αλλά και σε διαχρονικά θέματα εκπαιδευτικής πολιτικής (όπως το εκπαιδευτικό σύστημα, απουσία θεσμικής στήριξης και ελλιπής χρηματοδότηση και εξοπλισμός), σε θέματα που άπτονται στους μαθητές, στην αδιαφορία των συναδέλφων (για διεπιστημονικές προσεγγίσεις) κ.ά., ενώ είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι το 58,2% αναγνωρίζει την έλλειψη γνώσεων ως εμπόδιο. Τα εμπόδια αυτά στον χώρο της Π.Ε., φαίνεται ότι είναι διαχρονικά και οριζόντια (Γιαννίρης 2012, Πουλιώτη 2015).

Συμπερασματικά, παρόλο που το 94,5% των εκπαιδευτικών του δείγματος (Πρωτοβάθμια 47,3% και Δευτεροβάθμια 52,7%) διαμένει πάνω από 11 έτη στην περιοχή της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας, η οποία είναι πλούσια από Π.Π., σημαντικό ποσοστό αυτών φαίνεται να έχει ελλιπείς γνώσεις σχετικά με την έννοια οικοσύστημα και να φέρει λανθασμένες αντιλήψεις για τις επιτρεπόμενες δραστηριότητες σε Π.Π. τις οποίες έχει ήδη επισκεφθεί. Επίσης, σημαντικό ποσοστό αυτών επιθυμεί να αξιοποιήσει διδακτικά τις Π.Π. της περιοχής, αλλά μικρότερο ποσοστό που το επιχείρησε συνάντησε πολλά εμπόδια μεταξύ των οποίων και την έλλειψη κατάλληλων γνώσεων. Τα ευρήματα αυτά λόγω της μη-πιθανοτικής δειγματοληψίας δεν μπορούν να γενικευτούν στον πληθυσμό. Ωστόσο, η παρούσα εργασία επιχειρεί να συμβάλει στη ανάδειξη της ανάγκης υποστήριξης των εκπαιδευτικών προκειμένου να αξιοποιηθεί διδακτικά ο πλούτος της περιοχής σε μια κατεύθυνση μακροπρόθεσμης διατήρησής του μέσω της εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης των μαθητών-αυριανών πολιτών της περιοχής (Liefländer κ.α. 2013).

Abstract

The present work refers to the didactic utilization of the nearby Protected Areas, in the context of Environmental Education. In particular, it focuses on the case of the Protected Areas of the Regional Unit of Drama and aimed to record the knowledge, perceptions and attitudes of the teachers of the area regarding their didactic use. For the needs of the research, a closed type questionnaire was constructed which was completed by 91 teachers. The results showed that all the interviewed teachers had visited some of the Protected Areas of the area and a significant percentage of them would like to use them didactically in the future. However, the research highlights their lack of knowledge, misconceptions about the Protected Areas and obstacles mentioned by those who have already to do so.

Βιβλιογραφία

- Bryman, A., 2017. Μέθοδοι Κοινωνικής Έρευνας. Gutenberg, Αθήνα. Σελ. 219.
- Γιαννίρης, Κ., 2012. Έρευνα για τα 20 χρόνια Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε. "Περιβαλλοντική Εκπαίδευση- Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία στη σημερινή πραγματικότητα. Η εμπειρία του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος", Θεσσαλονίκη 30 Νοεμβρίου - 2 Δεκεμβρίου 2012.
- Clayton, S. and Myers, G., 2015. Conservation Psychology: Understanding and Promoting Human Care for Nature. John Wiley & Sons pp. 253.
- De Dominicis, S., Bonaiuto, M., Carrus, G., Passafaro, P., Perucchini, P. and Bonnes, M. 2017. Evaluating the role of protected natural areas for environmental education in Italy. *Appl. Environ. Educ. Commun.* 16(3): 171-185.
- Ευθυμίου, Γ., 2015. Η διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών στην Ελλάδα. Στο: Ε. Μανωλάς (Εκδ.), Περιβαλλοντική Πολιτική: Θεωρία και Πράξη (σελ. 64-75). Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα.
- Ευθυμίου, Γ., Ντούρας, Κ., 2015. Προστατευόμενες Περιοχές. Απόψεις και Γνώσεις Εκπαιδευτικών που Ενδιαφέρονται για Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Πρακτικά 17^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Η Συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων Περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη", Αργοστόλι 4-7 Οκτωβρίου 2015, Σελ: 1104-1116.
- Efthimiou, G., Ntouras, K. and Panagopoulos, T., 2017. Knowledge and attitudes of forestry students on nature and protected areas in Greece. *JSOD.* 5(1): 4-11.
- Esa, N., 2010. Environmental knowledge, attitude and practices of student teachers. *Int. Res. Geogr. Environ. Educ.* 19(1): 39-50.

- Graziani, P., Cabral, D. and Santana, N., 2013. Environmental education evaluation at the school: An example in Sao Nicolau Island, Cape Verde. *Appl. Environ. Educ. Commun.* 12(2): 88-107.
- Lanara T., Mertzanis, Ar., Tsaprounis, N., Mertzani, As., Ferioli, V., Varvarigos, G., Koukou, G.E., Margaritopoulou, V. and Tsitsoni, T., 2019. Geo – and biodiversity in the Parnassos National Park Ecotourism promotion and nature trails management and enhancement. 7th International Conference on “Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2015)”, Mykonos island 19-24 May, Greece.
- Liefländer, A. K., Fröhlich, G., Bogner, F. X. and Schultz, P. W., 2013. Promoting connectedness with nature through environmental education. *Environmental education research*, 19(3): 370-384.
- Μάγος, Κ., 2018. Θέματα περιβάλλοντος και αειφορίας: Γνώσεις και απόψεις των Καθηγητών Φυσικής Αγωγής στο νησί της Ρόδου (Μεταπτυχιακή διατριβή). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Μαραγκού, Π., 2003. Οι προστατευόμενες περιοχές του 21ου αιώνα: Η πορεία από τα περιφραγμένα καταφύγια στην αρμονική συνύπαρξη ανθρώπου και φύσης. Στο Δ. Καραβέλλας, Γ. Κατσαδωράκης, Π. Μαραγκού, Θ. Νάντσου & Ε. Σβορώνου (Επιμ.), Διαχείριση Προστατευόμενων Περιοχών: Οδηγός Ορθής Πρακτικής (σ. 35-70). Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων & WWF Ελλάς.
- Martinis, A., Kabassi, K., Dimitriadou, C. and Karris, G., 2018. Pupils' environmental awareness of natural protected areas: The case of Zakynthos Island. *Appl. Environ. Educ. Commun.* 17(2): 106-123.
- Ormsby, A., 2008. Development of environmental education programs for protected areas in Madagascar. *Appl. Environ. Educ. Commun.* 6(3-4): 223-232.
- Papapanagou, E., Tiniakou, A., and Georgiadis, T., 2005. Environmental education as a management tool in protected areas: the Messolongi wetlands example (Western Greece). In: Lekkas, T.D. (Ed.), *Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science and Technology*. Rhodes 1-3 September, Greece, pp. 688-693.
- Πουλιώτη, Σ., 2015. Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του Δήμου Ελασσόνας για τα προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου ΠΕΕΚΠΕ, "Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Αειφορία", Βόλος 8-20 Μαΐου 2015.
- Tzaberis, N., Xanthakou, P., Papavasileiou, V., Matzanos, D., Hatzidiakos, D. and Papadomarkakis, I., 2012. A comparative investigation of the knowledge and attitudes of high school graduates in the topic of protected areas. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 69: 404-413.

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

**Ζάρρα, Παναγιώτα¹; Λεοντής, Δημήτριος²; Ασπρίδης, Γεώργιος³; Παπαδόπουλος, Ιωάννης⁴;
Κουκουμπλιάκος, Ιωάννης⁵**

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, MSc Διοίκηση Εκπαιδευτικών Μονάδων, Λάρισα 41500, gzarra212@gmail.com

²Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Καρδίτσα, ΤΚ 43100, leontisd@gmail.com

³Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Καρδίτσα, ΤΚ 43100, μέλος ΣΕΠ ΕΑΠ, aspridis@uth.gr

⁴Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Καρδίτσα, ΤΚ 43100, papadio@uth.gr

⁵University of S. Bohemia, Department of Management, jkukoubliakos@gmail.com

Περίληψη

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι να αναδείξει τη σημασία καλλιέργειας ήθους, αξιών, στάσεων και δεξιοτήτων που διέπονται μέσα από τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, όπως αυτοί ορίστηκαν στις Διεθνείς Διασκέψεις. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται στηρίζεται στη βιβλιογραφική έρευνα, στην ανάλυση κειμένων και δευτερογενών πηγών. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα της έρευνας φιλοδοξούν να αναδείξουν τη σημασία της περιβαλλοντικής ηθικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και θεωρούνται σημαντικά, διότι παρέχουν νέα δεδομένα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Παράλληλα μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι είναι απαραίτητη η ενίσχυση της περιβαλλοντικής ηθικής μέσα από την αναδιαμόρφωση του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών. Σκοπός να επιτευχθεί η ανάδειξη ενός οικοκεντρικού μοντέλου μάθησης που θα προάγει τη διερευνητική και βιωματική κατανόηση των αρχών και αξιών της Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία.

Λέξεις κλειδιά: Αναλυτικό Πρόγραμμα, Περιβαλλοντική Ηθική, Βιωματική Μάθηση, Οικοκεντρικό Μοντέλο Μάθησης, Αειφόρος Εκπαίδευση.

Εισαγωγή

Η περιβαλλοντική ηθική αποτελεί έναν κλάδο της φιλοσοφίας που μελετά την ηθική σχέση μεταξύ ανθρώπων και φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και τις κοινωνικές συμπεριφορές, δράσεις, πολιτικές και αποφάσεις που πρέπει να λαμβάνονται για την προστασία και τη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος και του ανθρώπινου πολιτισμού. Παράλληλα, δημιουργεί διλήμματα που σχετίζονται με το τι είναι καλό για το περιβάλλον και δεν κάνει κακό στο περιβάλλον (Taneja και Gupta 2015).

Με την ανάπτυξη της επιστήμης και της βιομηχανίας, οι άνθρωποι αποξενώθηκαν από τη φύση και προκάλεσαν σημαντικά προβλήματα στο φυσικό περιβάλλον. Όπως αναφέρει ο Mishra (2017) η έλλειψη κατάλληλης γνώσης και ευαισθητοποίησης των ανθρώπων σχετικά με τη διατήρηση του φυσικού πλούτου είναι ο βασικός παράγοντας στον οποίο οφείλεται η περιβαλλοντική υποβάθμιση. Στο άρθρο του συνεχίζει λέγοντας πως η εκπαίδευση, η οποία έχει ζωτικό ρόλο στη γνωστική, συναισθηματική και ψυχοκινητική ανάπτυξη ενός ατόμου, μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη περιβαλλοντικής ηθικής. Επιπλέον, μπορεί να αποτελέσει ισχυρό εργαλείο που θα κατευθύνει τα άτομα στην ενσωμάτωση της ηθικής στην προστασία και στη διαχείριση του υποβαθμισμένου περιβάλλοντος.

Η εκπαίδευση, επομένως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τη διάπλαση των αρχών και αξιών της περιβαλλοντικής ηθικής που κάθε άτομο είτε ως μονάδα είτε ως μέλος του κοινωνικού συνόλου στο οποίο ανήκει είναι σημαντικό να ακολουθήσει με σκοπό τη διατήρηση του περιβάλλοντος

και τη διαχείριση των περιβαλλοντικών ζητημάτων που προκύπτουν. Η ηθική, εξάλλου, σύμφωνα και με τον ερμηνεία του όρου συνδέεται άμεσα με την ανθρώπινη συμπεριφορά που εξαρτάται από το σύστημα αξιών που διακατέχει το άτομο.

Στόχος της εισήγησης είναι να αναδείξει την εξέλιξη και την παιδαγωγική αξία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στα σχολεία Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της χώρας, ιδιαίτερα στην εποχή της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης, όπου είναι αναγκαίο να οριοθετηθούν εκ νέου οι δράσεις που αφορούν στο περιβάλλον και στη βιώσιμη και αειφόρο ανάπτυξη, ανταποκρινόμενες στα παγκόσμια εκπαιδευτικά πρότυπα και επιδιώκοντας τη διαμόρφωση μιας κουλτούρας για αειφόρο ανάπτυξη.

Το 1975, η Χάρτα του Βελιγραδίου αποτέλεσε το κομβικό γεγονός που συνέβαλε στην ανάπτυξη της φιλοσοφίας και των στόχων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τη Χάρτα του Βελιγραδίου «σκοπός της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι να διαμορφώσει έναν ενημερωμένο και ευαίσθητο πληθυσμό γύρω από το περιβάλλον και τα προβλήματά του, ο οποίος θ' αποκτήσει γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις, κίνητρα και αίσθημα προσωπικής δέσμευσης, προκειμένου να εργαστεί ατομικά και συλλογικά για την επίλυση των υπαρχόντων προβλημάτων και την πρόληψη νέων» (ΠΕΕΚΠΕ και Ελληνική Εταιρεία για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς 1999:9).

Τα συμπεράσματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά και η όποια αξιοποίησή τους θα συμβάλει ουσιαστικά στην αναβάθμιση του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα υιοθετεί την ποιοτική μέθοδο και πιο συγκεκριμένα τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Στόχος είναι η ολιστική προσέγγιση και ανάλυση του υπό διερεύνηση θέματος. Μέσω της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας, θα παρουσιαστούν οι διαχρονικές απόψεις για την καλλιέργεια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και της ηθικής. Η παρούσα μεθοδολογική προσέγγιση περιλαμβάνει την παρουσίαση των κυριότερων εννοιών και των συμβάντων, ώστε να αναδειχθεί η σημασία του υπό διερεύνηση θέματος. Για τον σκοπό αυτό επελέγησαν τόσο πρωτότυπα κείμενα όσο και δευτερογενή δημοσιεύματα σχετικά με το αντικείμενο (όπως ιστορικές μελέτες, γραπτά τεκμήρια, άρθρα, εκθέσεις, ηλεκτρονικά βιβλία, κείμενα από ιστοσελίδες και άλλα). Στο πλαίσιο αυτού του εργαλείου αξιολογήθηκε η επάρκεια της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας και ασκήθηκε κριτική στην αξία του υπό διερεύνηση θέματος με στόχο να καταγραφεί νέα γνώση (Saunders κ.ά. 2014, Babbie 2018).

Περιβαλλοντική ηθική και αξίες στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Μια αμφίδρομη σχέση

Η ηθική αποτελεί μια δυναμική έννοια που εξελίσσεται και είναι αποδεκτή από όλες τις κοινωνίες, χωροχρονικά. Η ηθική περιέχει έναν κώδικα συμπεριφοράς και πεποιθήσεων που η εκάστοτε κοινωνία τον θεωρεί έγκυρο και διαμορφώνει το ορθό και αποδεκτό και το λάθος. Είναι οι κοινές αντιλήψεις που έχουν εμπλουτισθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Η ηθική μελετάει τα ήθη, τις αξίες, τις αντιλήψεις, τις συμπεριφορές των μελών της κοινωνίας, ρυθμίζει τις στάσεις τους σε συγκεκριμένο τόπο και χρόνο και επηρεάζεται τόσο από το εσωτερικό όσο και το εξωτερικό περιβάλλον (Ασπρίδης 2015).

Η περιβαλλοντική ηθική μελετάει τη σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον στην ηθική της διάσταση. Σχετίζεται και με την ηθική για τα ζώα και τις υπόλοιπες μορφές ζωής, στο ευρύτερο περιβάλλον. Ιδιαίτερη σημασία έχει αποκτήσει λόγω των σημαντικών περιβαλλοντικών ζητημάτων που έχουν προκύψει τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω της μόλυνσης του περιβάλλοντος, αλλά και των ατυχημάτων που έχουν επιβαρύνει το παγκόσμιο φυσικό περιβάλλον (Κεφαλογιάννη 2008, Πρωτοπαπαδάκης 2012).

Με λίγα λόγια, η περιβαλλοντική ηθική αποτελεί τον επιστημονικό κλάδο που σκοπό έχει την αποδέσμευση των ατόμων από τον εγωκεντρισμό και την αποδοχή της σημαντικότητας όλων των έμβιων και άβιων όντων που συνυπάρχουν σε μια κοινωνία. Ταυτόχρονα, πραγματεύεται τα ανθρώπινα ηθικά διλήμματα που προκύπτουν αναφορικά με τους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που προκύπτουν, λαμβάνοντας υπόψη και τις μακροπρόθεσμες συνέπειες αυτών των ηθικών διλημάτων. Πώς όμως αξιολογούνται τα ηθικά αυτά πλαίσια με σκοπό τη βιωσιμότητα; Ποιες είναι οι κοινές ενέργειες των παγκόσμιων φορέων για μια κατεύθυνση προς την ορθή αξιολόγηση των ηθικών διλημάτων;

Η έκθεση Brundtland (γνωστή ως «*Το κοινό μας μέλλον*»), που δημοσιεύθηκε το 1987, υιοθέτησε την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης (*sustainable development*) και την όρισε ως «*την ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να απειλεί τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες*» (Ασπρίδης 2015:121). Κάθε κράτος κρίνεται αναγκαίο να εντάσσει στη στρατηγική του και πολιτικές που αφορούν επόμενες γενιές. Οι κυριότεροι στόχοι της αειφόρου ανάπτυξης είναι η οικονομική ανάπτυξη, η κοινωνικά δίκαιη ανάπτυξη και η περιβαλλοντικά βιώσιμη ανάπτυξη. Από τη Συνθήκη του Μάαστριχτ και μετέπειτα ενσωματώθηκαν περιβαλλοντικά ζητήματα και στις πολιτικές της ΕΕ.¹

Η φύση έχει επηρεαστεί από την ίδια την ανθρώπινη δραστηριότητα, και μόλις τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος κατανόησε εις βάθος ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις και η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση θα επηρεάσουν στο μέγιστο βαθμό όλα τα όντα. Αυτό τον παρότρυνε να προβεί στην άμεση συμφιλίωση με το περιβάλλον όπου επιβιώνει και αναπτύσσεται και να στραφεί άμεσα προς την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση επιδιώκει να προετοιμάσει τις μελλοντικές γενιές στην ειρηνική συμβίωση με το φυσικό περιβάλλον (Μπλιώνης 2009).

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση παρέχει τη δυνατότητα στα άτομα και στις ομάδες να προβούν στην ανάπτυξη νέων στάσεων, νέων αξιών ή και ακόμη στη δημιουργία αναγκαίων δεσμεύσεων με σκοπό και στόχο την οικοδόμηση μιας κοινωνίας που θα στηρίζεται στην αειφόρο-βιώσιμη ανάπτυξη. Επιπλέον, οφείλει να είναι διαρκής και δια βίου εκπαίδευση, με άμεσο και εύστοχο προσανατολισμό στο μέλλον, καθώς επίσης θα πρέπει να στηρίζεται σ' ένα διεπιστημονικό πλαίσιο κοινωνικών και οικολογικών γνώσεων (Κούσουλας 2009).

Επομένως, η περιβαλλοντική εκπαίδευση και η ηθική αποτελούν δύο αξίες που είναι αναγκαίο να βρίσκονται σε διαρκή αλληλεπίδραση. Είναι σημαντικό η εκπαίδευση να ακολουθεί μια διεπιστημονική προσέγγιση στην παροχή γνώσεων στοχεύοντας στην εξέλιξη της ηθικής σκέψης και καλλιεργώντας αξίες και ικανότητες στους μαθητές που θα τους επιτρέπουν να αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις του παρόντος και του μέλλοντος, αξιολογώντας τις αποφάσεις τους με γνώμονα την αειφόρο ανάπτυξη.

Επιπλέον, η περιβαλλοντική ηθική, που διαμορφώνεται μέσα από την περιβαλλοντική εκπαίδευση, επικεντρώνεται στο ηθικό θεμέλιο της περιβαλλοντικής ευθύνης και υπάρχουν τρεις βασικές θεωρίες μέσα από τις οποίες ερμηνεύεται η ηθική ευθύνη απέναντι στο περιβάλλον. Αυτές, σύμφωνα με τους Taneja και Gupta (2015), είναι:

- ο ανθρωποκεντισμός, όπου θεωρεί πως η περιβαλλοντική ευθύνη απορρέει από τα ανθρώπινα συμφέροντα και υποστηρίζει ότι μόνο οι άνθρωποι έχουν εγγενή αξία και ηθική υπόσταση, ενώ ο υπόλοιπος φυσικός κόσμος έχει εργαλειακή αξία με σκοπό την ικανοποίηση των ανθρωπίνων συμφερόντων,
- ο βιοκεντισμός ή ζωοκεντισμός είναι η κοσμοθεωρία που υποστηρίζει ότι όλες οι μορφές ζωής έχουν εγγενές δικαίωμα ύπαρξης και εξισορροπεί τα δικαιώματα διαβίωσης όλων των ζωντανών οργανισμών, ανθρώπινων και ζωικών και
- ο οικοκεντισμός ή οικοσυστηματοκεντισμός, η άποψη που υποστηρίζει ότι το περιβάλλον αξίζει άμεση ηθική θεώρηση και όχι αντιλήψεις προερχόμενες από τον άνθρωπο ή τα συμφέροντα άλλων ζωντανών οργανισμών. Μάλιστα, η θεωρία αυτή υποστηρίζει την εγγενή αξία όλων των όντων έμβιων και άβιων, με σκοπό τη διατήρηση της ακεραιότητας ολόκληρης της βιοτικής κοινότητας.

Με την ιδιαίτερα σημαντική συμβολή της περιβαλλοντικής ηθικής, η περιβαλλοντική εκπαίδευση αναμφίβολα συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην ενίσχυση της κριτικής σκέψης, παρέχει συστηματική χειραφέτηση στα άτομα και θέτει γερά θεμέλια περί κοσμοθεώρησης στις επόμενες γενιές. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση δημιουργεί ένα νέο είδος ηθικής θεμελίωσης εστιαζόμενο στη διαλεκτική σχέση του ανθρώπου με την ίδια την φύση, καθώς επίσης προβάλλει ότι τα οικολογικά προβλήματα δεν πρέπει να διαχωρίζονται από τις ανθρώπινες ηθικές (Σκορδούλης 2005, Μανδρίκας 2015).

Επιπρόσθετα, η ενσωμάτωση ενός οικοκεντρικού μοντέλου μάθησης στην εκπαίδευση μπορεί να αποτελέσει μια στρατηγική που θα γίνει το εφελτήριο για την απομάκρυνση από την απλή και στείρα περιβαλλοντική γνώση προς μια ουσιαστική κινητοποίηση των μαθητών προς την αειφορία. Αυτό μπορεί να συμβεί μέσα από μια εκπαίδευση για αειφόρο ανάπτυξη, απαλλαγμένη από ανθρωποκεντρικές στάσεις, η οποία θα διαμορφώνει ήθος, αξίες και ικανότητες που θα διέπουν τον αειφόρο σεβασμό στο περιβάλλον και τη διαγενεακή ευημερία.

¹On line διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <https://www.mvvfoundation.gr/el/>, προσπελάστηκε στις 14/5/2021.

Η εξέλιξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε εκπαίδευση για αειφόρο ανάπτυξη και οι βασικές αξίες που τη διέπουν

Για τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, η μετάβαση κάθε κοινωνίας σε καθεστώς βιώσιμης ανάπτυξης εξαρτάται από τα οικονομικά και τεχνολογικά επιτεύγματα, αλλά και τον εκσυγχρονισμό της εκπαίδευσης σε εκπαίδευση για βιώσιμη ανάπτυξη. Η συζήτηση για την έννοια της αειφόρου ανάπτυξης και τα ζητήματα εκπαίδευσης για αειφόρο ανάπτυξη αντικατοπτρίστηκαν στην Ανάπτυξη των Στόχων της Χιλιετίας με τίτλο «Το μέλλον που θέλουμε», που εγκρίθηκαν στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη «Ρίο +20», καθώς και στην Ατζέντα του 2030 για Βιώσιμη Ανάπτυξη (Shutaleva κ.ά. 2020).

Ειδικότερα, η Ατζέντα του 2030 αποτελεί ένα σχέδιο δράσης που σκοπό έχει την εξισορρόπηση των τριών διαστάσεων της βιώσιμης ανάπτυξης, την οικονομική, την κοινωνική και την περιβαλλοντική (United Nations 2015a). Η εκπαίδευση ως ένας από τους 17 στόχους που παρουσιάζονται στην έκθεση της Δεκαετίας του ΟΗΕ, προβάλλει τον βασικό ρόλο της στη διαμόρφωση αξιών που υποστηρίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και την εδραίωση βιώσιμων κοινωνιών με σκοπό την εξασφάλιση ίσων ευκαιριών μάθησης και στις επόμενες γενιές (United Nations 2015b).

Η εκπαίδευση για αειφόρο ανάπτυξη, ως ένα νέο εκπαιδευτικό πρότυπο μετά την περιβαλλοντική εκπαίδευση, απέχει από τον μηχανιστικό χαρακτήρα που προϋπήρχε. Επιπλέον, αποσκοπεί στην καλλιέργεια κοινωνικής μάθησης και κριτικής ικανότητας, βελτίωσης της οικολογικής κουλτούρας και ανάπτυξης του πολιτικού γραμματισμού. Σκοπός να συμβάλλει στη διάπλαση κριτικά σκεπτόμενων ατόμων που θα ανταποκρίνονται στις διαρκείς αλλαγές που αντλούνται από το όραμα της αειφορίας (Κάτση και Φλογαίτη 2020).

Ποιοι είναι όμως οι μηχανισμοί εκείνοι που συνδράμουν στη διαμόρφωση των αξιών και ικανοτήτων των μαθητών; Πώς επιτυγχάνεται η εκπαίδευση αυτών; Και από την άλλη πλευρά, το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα είναι προετοιμασμένο κατάλληλα για τη μετάδοση των αξιών εκείνων που θα φέρνουν τους μαθητές αντιμέτωπους με τα περιβαλλοντικά ηθικά ζητήματα και θα τους καθιστούν κατάλληλα προετοιμασμένους για την ηθική αξιολόγησή τους;

Η κριτική σκέψη σε θέματα αειφόρου ανάπτυξης επιτυγχάνεται μέσα από στιγμές «αφύπνισης» των μαθητών που βιώνουν μέσα από τις εμπειρίες και την ανάληψη δράσης. Αλλά και η καλλιέργεια ενσυναίσθησης μπορεί να οδηγήσει σε δράση, αφού πρώτιστα υπάρξει ενασχόληση με μια κατάσταση και, έπειτα, συναισθηματική σύνδεση με αυτήν με τρόπους που να αναδεικνύουν τη συνάφεια της ζωής τους (Unesco 2019).

Όταν τα παιδιά, από την Πρωτοβάθμια κιάλας Εκπαίδευση, έλθουν αντιμέτωπα με περιβαλλοντικά θέματα, αντιληφθούν τη σημασία της φύσης για τον άνθρωπο και τον σεβασμό προς αυτή και όλες τις μορφές ζωής που περικλείει, στραφούν προς τη δίκαιη διαχείριση των φυσικών πόρων και αντιμετωπίσουν μια κατάσταση αντιλαμβανόμενα τους δεσμούς που υπάρχουν μεταξύ ανθρώπου-φύσης, τότε μόνο θα μπορέσουν να κατανοήσουν εις βάθος τι δίνει πραγματικά ζωή στον άνθρωπο. Με αυτόν τον τρόπο και μόνο μέσα από την κινητοποίηση των ίδιων των μαθητών και την ενεργό δράση τους, θα επιτευχθεί η ανάπτυξη ικανοτήτων, όπως η ενσυναίσθηση και η κριτική σκέψη, απαραίτητων για την προετοιμασία ηθικά σκεπτόμενων πολιτών.

Η εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη πρέπει να συνοδεύεται από ενέργειες που θα διασφαλίζουν την κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική συνοχή διατηρώντας την πλήρη ισορροπία μεταξύ τους και προάγοντας την αλληλεγγύη, ώστε να διασφαλιστεί η ισότητα και η οικολογική βιωσιμότητα όλων των όντων που διαβιούν. Η εκπαίδευση για αειφόρο ανάπτυξη προάγει, όπως παρουσιάζει η Τσιμικλή (2020), κάποιες βασικές αξίες, οι οποίες αποτυπώνονται σχηματικά:

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΞΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΑΓΕΙ Η ΕΑΑ



Εικόνα 1. Οι βασικές αξίες που προάγει η Εκπαίδευση για Αειφόρο Ανάπτυξη (Πηγή: Προσωπική επεξεργασία δεδομένων)
Picture 1. The basic principles promoted by Education for Sustainable Development (Source: Personal data processing)

Αξίες, όπως η αλληλεγγύη, ο σεβασμός των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και της αξιοπρέπειας, ο σεβασμός και η φροντίδα του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου και η αποδοχή της ποικιλομορφίας που υπάρχει, είναι τα αναγκαία εργαλεία για την επίλυση των ηθικών διλημμάτων και για ένα μέλλον βασιζόμενο στην αειφορία. Κατά πόσο, όμως, το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα προάγει μέσα από το παραγόμενο εκπαιδευτικό έργο αυτές τις αξίες;

Το αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας και ο ρόλος του σχολείου στην καλλιέργεια περιβαλλοντικής ηθικής και αξιών

Η βάση της εκπαίδευσης, της γνώσης και της ηθικής καλλιέργειας είναι η Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Εκεί θέτονται τα θεμέλια της ηθικής συνειδητοποίησης, της κριτικής ικανότητας και αντανακλαστικότητας. Έτσι, μπορεί εύλογα να αντιληφθεί κανείς τη σημασία διερεύνησης της ηθικής περιβαλλοντικής μάθησης στην παρούσα βαθμίδα εκπαίδευσης. Όμως, αυτή είναι άμεσα συνυφασμένη με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ) και το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ).

Σύμφωνα με τον Καραγεωργάκη κ. ά. (2016), σε ορισμένες χώρες η εκπαίδευση αξιών διενεργείται ως ανεξάρτητο στοιχείο των αναλυτικών προγραμμάτων. Κάτι τέτοιο, όμως δε συμβαίνει στην Ελλάδα, όπου εντάσσεται στα πλαίσια των γνωστικών αντικειμένων που διδάσκονται στα σχολεία.

Πιο συγκεκριμένα, το Πρόγραμμα Σπουδών (ΠΣ) στο δημοτικό σχολείο επιδιώκει την εκπαίδευση σε θέματα περιβάλλοντος, ηθικής και αξιών μέσα από το μάθημα της Μελέτης του Περιβάλλοντος (ΜτΠ) που διδάσκεται στις τέσσερις πρώτες τάξεις του δημοτικού, τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) που διδάσκονται στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού και μέσα από το ΔΕΠΠΣ της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Στο ΠΣ της ΜτΠ αναδεικνύονται στοιχεία που έχουν ως επίκεντρο τον άνθρωπο, τις ανάγκες του, το περιβάλλον του, την οργάνωση αυτού και την αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Επιπλέον, το μάθημα παρέχει τη δυνατότητα στον μαθητή να συμμετέχει στη διαμόρφωση του περιεχομένου, καθώς τα θέματα που πραγματεύεται σχετίζονται με την καθημερινή ζωή, τις ανθρώπινες ενέργειες και το μέλλον του ανθρώπου. Η διαδικασία αυτή «οδηγεί στην προσωπική αυτοπραγμάτωση με την απόκτηση αξιών και τη διαμόρφωση κουλτούρας» (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπουργείο Παιδείας και Διά Βίου Μάθησης 2011).

Παράλληλα, οι ΦΕ επιδιώκουν τη σύνδεση της περιβαλλοντικής επιστήμης με τους τομείς της κοινωνίας, του πολιτισμού και του φυσικού περιβάλλοντος. Σκοπός του μαθήματος η διάπλαση ατόμων που θα συνδράμουν «στη βιώσιμη ανάπτυξη, στη διασφάλιση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και κανόνων ηθικής και θα προωθούν την ειρήνη, καθώς και τη διεθνή κατανόηση» (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπουργείο Παιδείας και Διά Βίου Μάθησης 2011).

Βασικό σκοπό της ΜτΠ αποτελεί «η απόκτηση γνώσεων και η ανάπτυξη δεξιοτήτων, αξιών και στάσεων, που επιτρέπουν στο μαθητή να παρατηρεί, να περιγράφει, να ερμηνεύει και σε κάποιο βαθμό να προβλέπει τη λειτουργία, τους συσχετισμούς και τις αλληλεπιδράσεις του φυσικού και ανθρωπογενούς

περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η ανθρώπινη δραστηριότητα στο χώρο και στο χρόνο, με τρόπο ώστε να οδηγείται στη συνειδητοποίηση των πλεονεκτημάτων και της ανάγκης για αειφόρο ανάπτυξη του πλανήτη». Ενδεικτικά στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται σχηματικά ορισμένοι από τους στόχους της ΜτΠ (ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ/ΦΕΚ 303/Β/13-03-2003):



Εικόνα 2. Στόχοι της Μελέτης του Περιβάλλοντος (Πηγή: Προσωπική επεξεργασία δεδομένων)
Picture 2. Objectives of Study of the Environment (Source: Personal data processing)

Παρατηρώντας την κοινωνική στάση, τη διαρκή υποβάθμιση του περιβάλλοντος και του ευρύτερου οικοσυστήματος, προκύπτει η ανάγκη για μια νέα νοοτροπία προς την περιβαλλοντική εκπαίδευση, όπου θα καλλιεργούνται αξίες που διέπονται από τον σεβασμό και την αποδοχή της οικοκεντρικής διάστασης (Da Silva 2015).

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, σύμφωνα με την Κυριαζή (2018), οι αρμόδιοι για τη διεθνή εκπαιδευτική πολιτική τονίζουν την αναγκαιότητα περισυλλογής στοιχείων που θα συμβάλλουν στη βελτίωση του περιβαλλοντικού εγγραμματισμού. Καθώς όπως αναφέρει η ίδια, παρά τις προσπάθειες εξέλιξης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, μετά και τη θεσμοθέτησή της, και την ένταξή της στο ΑΠΣ, η προσέγγισή της είναι «περιθωριακή». Παράλληλα, αναγνωρίζεται σημαντικά η επίδραση εμπειριών στο σχολείο και στη ζωή των μαθητών που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη διαμόρφωση περιβαλλοντικά εγγράμματων μαθητών.

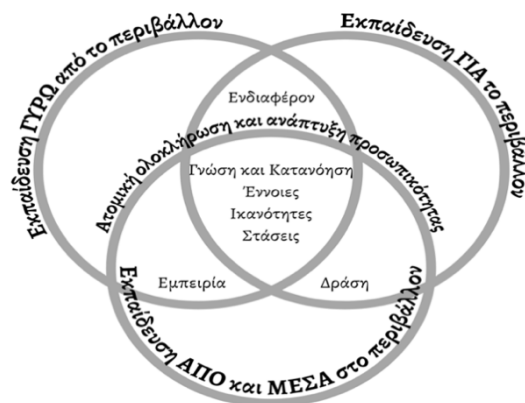
Γίνεται φανερό, πως η ένταξη της εκπαίδευσης για αειφόρο ανάπτυξη στο ΑΠΣ και ΔΕΠΠΣ της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, δεν έλυσε το πρόβλημα της ηθικής διάστασης των περιβαλλοντικών ζητημάτων, της κριτικής αξιολόγησής τους, της συναισθηματικής σύνδεσης των μαθητών με αυτά. Απεναντίας, η βιβλιογραφία μαρτυρά την ελλιπή αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των μαθημάτων της ΜτΠ και των ΦΕ στην οικοδόμηση στάσεων, αξιών και ήθους για την αειφορία, καθώς και της σημαντικής έλλειψης βιωματικής δράσης και προσέγγισης. Έτσι, γίνεται εμφανές πως απουσιάζουν οι εμπειρίες μάθησης που θα ενεργοποιούσαν την κριτική σκέψη και την ενσυναίσθηση και θα διαμόρφωναν αξίες, όπως η ευαισθητοποίηση σχετικά με το τοπικό και ευρύτερο περιβάλλον, το νερό και τη ρύπανση των υδάτων, την προστασία τόσο του ανθρωπογενούς όσο και του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και η συνειδητοποίηση της ποιότητας ζωής και της ποικιλομορφίας των φυτικών και ζωικών οργανισμών.

Η αναγκαιότητα ανάπτυξης περιβαλλοντικής ηθικής μέσα από βιωματικές δράσεις

Βασιζόμενοι στην ανάγκη για καλλιέργεια του περιβαλλοντικού εγγραμματισμού και λαμβάνοντας υπόψη την άποψη πως η ΜτΠ αποτελεί ένα εκ φύσεως διαθεματικό μάθημα, κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να τη διδάξει προσεγγίζοντας ολιστικά την πραγματικότητα. Επιπλέον, θα πρέπει να συνδέεται με βιωματικές εμπειρίες των μαθητών και να επιδιώκει τη διερευνητική μάθηση, ώστε να επιτυγχάνεται η σταδιακή οικοδόμηση της γνώσης (Δουβαρά και Πατρινόπουλος 2019).

Στην ίδια φιλοσοφία, οι Palmer και Neal (1994) διαμόρφωσαν ένα «μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση». Σε μια προσπάθεια ερμηνείας του διαγράμματος παρατηρείται πως η ατομική ολοκλήρωση και ανάπτυξη του ατόμου επέρχεται ως αποτέλεσμα μιας

αλληλοσυμπληρούμενης εκπαίδευσης ΓΥΡΩ από το περιβάλλον, ΓΙΑ το περιβάλλον και ΑΠΟ και ΜΕΣΑ στο περιβάλλον.



Εικόνα 3. Το μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση (Πηγή: Palmer και Neal 1994)
Picture 3. The model for teaching and learning in environmental education (Source: Palmer and Neal 1994)

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση, επομένως, όπως και η καλλιέργεια περιβαλλοντικής ηθικής διαπλάθονται μέσα από το ενδιαφέρον των μαθητών, τις βιωματικές δράσεις σε θέματα του περιβάλλοντος και τις εμπειρίες τους, με σκοπό την οικοδόμηση της γνώσης, την κατάκτηση εννοιών, την απόκτηση ικανοτήτων και τη δημιουργία στάσεων για τον εντοπισμό και την πρόληψη των εκάστοτε περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Η σημαντικότητα των εμπειριών και των δράσεων στην απόκτηση περιβαλλοντικών γνώσεων, στάσεων και αξιών αναδεικνύεται και μέσα από την ανάγκη του Υπ. Παιδείας να δημιουργήσει «Εργαστήρια Δεξιοτήτων» στα σχολεία Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Ειδικότερα, το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων (Υ.ΠΑΙ.Θ.), σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Ι.Ε.Π.), καλεί τους εκπαιδευτικούς να προτείνουν προγράμματα, με σκοπό την εφαρμογή καινοτόμων εκπαιδευτικών δράσεων και τη συμπερίληψη νέων θεματικών ενοτήτων στις προαναφερθείσες βαθμίδες εκπαίδευσης. Επιδίωξη του Υ.ΠΑΙ.Θ. να καλλιεργήσει «ήπιες δεξιότητες και δεξιότητες ζωής» στους μαθητές, αναγνωρίζοντας την ανάγκη διαμόρφωσης καινοτόμων προγραμμάτων. Μια από τις θεματικές ενότητες, που αναζητάται προτεινόμενο υλικό και μεθοδολογική προσέγγιση, αποτελεί και η «Φροντίδα για το Περιβάλλον» (Υ.ΠΑΙ.Θ. 2021).

Συμπεράσματα

Η καλλιέργεια ηθικού κώδικα συμπεριφοράς και αξιών γύρω από το περιβάλλον και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν, μέσα από το σχολείο μπορεί να αποτελέσει το θεμέλιο για την οικοδόμηση ενός αειφόρου τρόπου ζωής. Η εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη που θα στηρίζεται σε ένα οικοκεντρικό μοντέλο ηθικής, μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών, στην καλύτερη κατάκτηση των γνώσεων σχετικά με το περιβάλλον και στην απόκτηση δεξιοτήτων ζωής. Αυτό συμβαίνει, καθώς η εμπειρία και η δράση αποτελούν βασικά δομικά στοιχεία όχι μόνο για την εκπαίδευση που σχετίζεται με το περιβάλλον, αλλά και για τη διαμόρφωση ηθικών ατόμων που θα διακατέχονται από γνωστικές δεξιότητες και δεξιότητες ζωής που θα συμβάλλουν σε έναν αειφόρο πλανήτη.

Η ανάγκη αυτή αποτελεί γεγονός, βλέποντας την παγκόσμια μεταστροφή των Διεθνών Οργανισμών, όπως αναφέρεται στην Unesco (2021) και της ΕΕ προς μία «Εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη» για το 2030. Κρίνεται, επομένως, αναγκαία η αναδιαμόρφωση του προγράμματος σπουδών, ώστε να ενταχθεί η εκπαίδευση για τη βιώσιμη ανάπτυξη στα εκπαιδευτικά συστήματα και να αποτελέσει κύριο συστατικό τους. Τονίζεται, μάλιστα, η επιτακτικότητα «το 2021 να αποτελέσει τη χρονιά, όπου θα ξεπεραστεί η πανδημία και θα επιδιωχθεί ένα μοντέλο βιώσιμης ανάπτυξης για το μέλλον που θα περιλαμβάνει μια εκπαίδευση για την αειφορία».

Εν κατακλείδι, ο εκσυγχρονισμός της εκπαίδευσης προϋποθέτει τη συμβολή ολόκληρης της εκπαιδευτικής κοινότητας στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων που θα στηρίζονται σε ένα σύστημα που θα καλλιεργεί δεξιότητες, ηθικές αξίες και στάσεις, ώστε να επιτευχθεί η προστασία του περιβάλλοντος και η αειφορία. Δεν αρκεί η γνώση γύρω από το περιβάλλον, αλλά μια εκπαίδευση που θα ενισχύει τη ενεργό δράση, τη δημιουργικότητα, την καλλιέργεια δεξιοτήτων και αξιών που θα

οδηγούν σε ένα περιβαλλοντικό γραμματισμό και θα διαπνέονται από έναν οικοκεντρικό προσανατολισμό.

Abstract

The aim of this paper is to highlight the importance of cultivating ethics, values, attitudes and skills that are governed by the objectives of Environmental Education, as defined in the International Conferences. The methodology used is based on literature research, analysis of texts and secondary sources. The expected results of the research aspire to highlight the importance of environmental ethics in Primary Education and are considered important because they provide new data in the educational process. At the same time, they lead us to the conclusion that it is necessary to strengthen environmental ethics through the reformulation of the Curriculum. Aim to achieve the emergence of an ecocentric learning model that will promote exploratory and experiential understanding of the principles and values of Education for the Environment and Sustainability.

Βιβλιογραφία

Ασπρίδης, Γ., 2015. Εταιρική κοινωνική ευθύνη - Η όψη του ανθρώπινου παράγοντα στην επιχείρηση.

Αθήνα: ΣΕΑΒ.

Babbie, E., 2018. Εισαγωγή στην κοινωνική έρευνα. 2η έκδοση. Αθήνα: Κριτική.

Carl, E., 2011. Το σποράκι ταξιδεύει... 1^η έκδοση. Αθήνα: Καλειδοσκόπιο.

Da Silva, W. A., 2015. Some Observations on Ethics and Environmental Education. Journal of Education and Practice. 6(13). pp. 192-195. Ανακτήθηκε από: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1080497.pdf> (Πρόσβαση στις 24 Μαΐου 2021).

Δουβαρά, Κ. και Πατρινόπουλος, Μ., 2019. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση στο σύγχρονο σχολείο, θεωρητικό πλαίσιο, μεθοδολογικές προσεγγίσεις, παράδειγμα εφαρμογής. Δια-thesis: Επιστημονική επετηρίδα. 1(2). σελ. 84-118. Ανακτήθηκε από: <file:///Users/giotazarra/Downloads/21-90-1-PB.pdf> (Πρόσβαση στις 24 Μαΐου 2021).

Καραγεωργάκης, Στ., Λιθοξοΐδου, Α., Αραμπατζίδου, Φ., Κουράκης, Κ. και Γεωργόπουλος, Α., 2016. Περιβαλλοντική Ηθική και στο Σχολείο: Η Εκπαίδευση Αξιών Ανοίγει Νέα Μονοπάτια. Στο Στ. Καραγεωργάκης, 2016. Περιβαλλοντική Φιλοσοφία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Αθήνα: Ευτοπία. σελ. 1-27.

Κάτσεων, Χ. και Φλογαΐτη, Ε., 2020. Διερευνώντας την προοπτική της αειφορίας στο σύγχρονο Πανεπιστήμιο. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία. 2(1). σελ. 16-28. Ανακτήθηκε από: [file:///Users/giotazarra/Downloads/20773-62210-1-PB%20\(1\).pdf](file:///Users/giotazarra/Downloads/20773-62210-1-PB%20(1).pdf) (Πρόσβαση στις 19 Αυγούστου 2021).

Κεφαλογιάννη, Ζ., 2008. Αειφορική ανάπτυξη και περιβαλλοντική εκπαίδευση: Για μια ηθική της πράξης. Στον τόμο των πρακτικών του 4^{ου} Συνεδρίου της ΠΕΕΚΠΕ, 12-14/12/2008.

Κοινή Υπουργική Απόφαση, 13 Μαρτίου 2003. Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ) Δημοτικού – Γυμνασίου (ΦΕΚ 303/τ. Β' /13-03-2003).

Κούσουλας, Γ., 2009. Βασικές αρχές και χαρακτηριστικά της αειφόρου ανάπτυξης. Στον τόμο των πρακτικών του 8^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών 26-29/03/2009. Ηράκλειο Κρήτης.

Κυριαζή, Π., 2018. Η διδασκαλία της Οικολογίας ως πλαίσιο ανάπτυξης των στόχων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης / Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Διδακτορική διατριβή. Εθνικόν Καποδιστριακόν Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μανδρίκας, Α., 2015. Περιβαλλοντική Επιστήμη, Ηθική και Εκπαίδευση. Αθήνα: Καλέντης.

Mishra, A., 2017. Active Role Played by Education to Develop Environmental Ethics among Indian Teenagers. IRA International Journal of Education and Multidisciplinary Studies. 5(3). pp. 216-224. Ανακτήθηκε από: https://pdfs.semanticscholar.org/b7cb/1628eae0b931083e8c2f6e88cb63fed132a7.pdf?fbclid=IwAR1hSCVz0nJIBrA2p60G7RuSirwwNVJY08X_wA-zCjxIHMOMSoZ5mPiQIaU (Πρόσβαση στις 18 Αυγούστου 2021).

Μπλιώνης, Γ., 2009. Στα μονοπάτια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Αθήνα: Κέρδος.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπουργείο Παιδείας και Διά Βίου Μάθησης. 2011. Πρόγραμμα Σπουδών Μελέτης του Περιβάλλοντος για το «Νέο Σχολείο». [online] Ανακτήθηκε από: <http://ebooks.edu.gr/info/newps/> (Πρόσβαση στις 21 Μαΐου 2021).

Palmer, J. and Neal, P., 1994. Planning and practice at the primary level. Στο J. Palmer and P. Neal (1994), *The Handbook of Environmental Education*. New York: Routledge. pp. 37-40. Ανακτήθηκε από: https://catalogue.unccd.int/1375_handbook_%20environmental_%20education.pdf (Πρόσβαση στις 21 Μαΐου 2021).

ΠΕΕΚΠΕ και Ελληνική Εταιρεία για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, 1999. Η Χάρτα του Βελιγραδίου. Αθήνα: ΥΠΕΧΩΔΕ.

Πρωτοπαπαδάκης, Ε., 2012. Μια άγρια πράσινη Φλόγα. Ο Aldo Leopold και η Ηθική της Γης. Στο Πρωτοπαπαδάκης, Ε. και Μανωλάς, Ε., (επιμ.). *Περιβαλλοντική Ηθική: Προκλήσεις και προοπτικές για τον 21ο αιώνα*. Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων: Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. σελ. 127-141.

Saunders, M., Lewis, P. and Thornhill, M., 2014. Μέθοδοι έρευνας στις επιχειρήσεις και στην οικονομία. Θεσσαλονίκη: Δισίγμα.

Shutaleva, A., Nikonava, Z., Savchenko, I. and Martyushev, N., 2020. Environmental Education for Sustainable Development in Russia. *Sustainability*. 12(18). Ανακτήθηκε από: <file:///Users/giotazarra/Downloads/sustainability-12-07742-v2.pdf> (Πρόσβαση στις 18 Αυγούστου 2021).

Σκορδούλης, Κ., 2005. Εισαγωγή στην περιβαλλοντική φιλοσοφία. Αθήνα: Σκορδούλης.

Taneja, N. and Gupta, K., 2015. Environmental Ethics and Education- A Necessity to Inculcate Environment Oriented Cognizance. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*. 2(1). pp. 398-400. Ανακτήθηκε από: http://www.iajset.com/upload/2015/si/ncree-15/IARJSET%2086%20P153.pdf?fbclid=IwAR0hm36U3BpeWWpzANU7Vz_xqs8z0rkPMD-iTckAejjy77vgyC-29m4FyQk (Πρόσβαση στις 18 Αυγούστου 2021).

Τσιμικλή, Ι. Μ., 2020. Αειφόρος Ανάπτυξη, Τοπική Αυτοδιοίκηση και Περιβαλλοντική Ηθική. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου και Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Υ.ΠΑΙ.Θ., 2021. Εργαστήρια δεξιοτήτων 21+. Πρόσκληση υποβολής εκπαιδευτικού υλικού. [online] Ανακτήθηκε από: <https://www.minedu.gov.gr/news/48500-26-04-21-ergastiria-deksiotiton-21-prosklisi-yronolis-ekpraidetikoy-ylikoy> (Πρόσβαση στις 24 Μαΐου 2021).

On line διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <https://www.mvnvfoundation.gr/el/>, προσπελάστηκε στις 14/5/2021.

Unesco, 2021. Unesco declares environmental education must be a core curriculum component by 2025. [online] Ανακτήθηκε από: <https://en.unesco.org/news/unesco-declares-environmental-education-must-be-core-curriculum-component-2025> (Πρόσβαση στις 24 Μαΐου 2021).

Unesco, 2019. Teaching and Learning Transformative Engagement. [online] Ανακτήθηκε από: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368961> (Πρόσβαση στις 19 Αυγούστου 2021).

United Nations, 2015a. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. [online] Ανακτήθηκε από: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (Πρόσβαση στις 19 Αυγούστου 2021).

United Nations, 2015b. Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all. [online] Ανακτήθηκε από: <https://sdgs.un.org/topics/education> (Πρόσβαση στις 19 Αυγούστου 2021).

**Η ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΗΣ ΔΑΣΟΚΟΜΙΑΣ
ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΩΣ ΜΕΤΑΝΕΩΤΕΡΙΚΟ
ΜΟΥΣΕΙΟ**

Θεοδωρίδου, Σοφία¹; Ζάγκας, Θεοχάρης²

¹Ειδική Επιστήμονας σε θέματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και Εκπαίδευσης για την Αειφορία, Υποψήφια Διδάκτορας, theos90@gmail.com

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, zagas@for.auth.gr

Περίληψη

Η έρευνα αναφοράς μας αποτελεί συνέχεια προηγούμενης έρευνας, στην οποία είχε στοιχειοθετηθεί - μέσα από διαδικασίες θεωρητικής προσέγγισης και ερμηνευτικής διερεύνησης-, η εννοιολόγηση του δάσους και η λειτουργία του ως μετανεωτεरिकό μουσείο. Στο παρόν εγχείρημα επιχειρείται η ανάδειξη των πορισμάτων στα οποία κατέληξε η ερευνητική σκαπάνη ως προς τον περιβαλλοντικό γραμματισμό και την ευαισθητοποίηση νέων ηλικίας από 12 έως 15 ετών, σχετικά με το δάσος και την ανάγκη προστασίας του. Αξιοποιούνται γι' αυτό, πρωτότυπα ερωτηματολόγια και σχάρα παρατήρησης.

Λέξεις κλειδιά: Δάσος, μετανεωτεरिकό μουσείο, δασική εκπαίδευση για την αξιοβίωτη ανάπτυξη, περιβαλλοντικός γραμματισμός

Εισαγωγή

Αντικείμενο του παρόντος εγχειρήματος είναι η μάθηση, δηλαδή, η ικανότητα για ατομική μάθηση ως προϊόν και διαδικασία της φυσικής ιστορίας, η οποία στην ανθρώπινη έκφασή της αποτελεί την «φυσική μας προίκα» ως μέλη του βιολογικού είδους *Homo sapiens* (Lorenz 1964, Schurig 1976, Μαρβάκης 2014). Στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της συγκαταλέγεται ότι:

- Είναι πανταχού παρούσα
- Δεν ξεκινάει από το μηδέν
- Τα πάντα μαθαίνουν (άνθρωποι, ζώα, οργανισμοί και συστήματα, κοινωνίες)
- Η συγκρότηση του υποκειμένου μέσω της μάθησης δεν μπορεί να γίνει κατανοητή παρά μόνο λαμβάνοντας υπόψη συνολικότερα την ιστορία και τη συγκρότηση της ανθρωπότητας.

Επομένως η θεώρηση της ανθρώπινης μάθησης αποτελεί ποικιλόμορφο δομικό στοιχείο της ατομικής προσπάθειας για μάθηση. Η όποια θεώρησή της επέχει μια επιστημολογική και πολιτική τοποθέτηση αναφορικά με μια δεδομένη κοινωνική τάξη πραγμάτων. Ο αναστοχασμός επί των πρακτικών από τις οποίες υποστηρίζεται και προκύπτει η μάθηση συνιστά κριτική θεώρηση και θεωρία ενός καθεστώτος δράσης.

Στη διαπιστωμένη ανάγκη αλλαγής του τρόπου που αντιλαμβανόμαστε την περιβαλλοντική πραγματικότητα (Ράγκου 2015), ενσωματώνονται νέοι ερμηνευτικοί κώδικες, αναφορικά με έννοιες, λειτουργίες, αξίες, συμπεριφορές και προτεραιότητες της κοινωνίας σε μία ενιαία θεώρηση του κόσμου (Littlelyke 2008).

Η εστίαση της παρούσας έρευνας αφορά στις διαδικασίες πειραματικών εφαρμογών και διερεύνησης, έτσι ώστε εντέλει να δομηθεί μια νέα περιβαλλοντική πραγματικότητα, συνοδεία μιας νέας πρότασης επικοινωνίας για το δάσος-μετανεωτεरिकό μουσείο και την προστασία του, μέσα από τον περιβαλλοντικό γραμματισμό και την ευαισθητοποίηση νέων ηλικίας από 12 έως 15 ετών. Επικεντρώθηκε σε νέους της προαναφερόμενης ηλικιακής ομάδας και στη διαδραστική σχέση τους με τον οργανισμό του δάσους, τα μέρη του οποίου - ζωντανά δείγματα από φυτά και ζώα (ICOM 2001)- συνιστούν προσιτά αντικείμενα και δείγματα του φυσικού κόσμου, τα οποία διαφυλάσσονται για την κοινωνία. Ταυτόχρονα είναι απρόσκοπτη η προσβασιμότητα και ανοιχτότητά του στο ευρύ κοινό

(Οικονόμου 2003). Διδακτικό αντικείμενο των παρεμβάσεων που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της έρευνας ήταν το υδατικό ισοζύγιο του δάσους ως παράγοντας επίδρασης στο μικροκλίμα της περιοχής του, καθώς και το πλαίσιο αξιοποίησής του. Δεν διέφυγε του μελετητικού ενδιαφέροντος ο κοινωνικός χαρακτήρας και ρόλος του δάσους μέσω της λειτουργίας του, η οποία ορίζεται «ως *διαρκής κοινωφελής λειτουργία ... πάντοτε πληρέστερα και κατά τον ορθολογικότερο τρόπο στις ανάγκες της ανθρώπινης κοινωνίας* (Ντάφης 1986, Ζαγας κ.α. 1999). Υπό το πρίσμα αυτό, το δασικό τοπίο αποτελεί «*άμεσα αγώγιμο, κοινωνικά απολαμβανόμενο δασικό περιβαλλοντικό αγαθό* (Παπαδόπουλος και Ζάγκας 2017)».

Η ευαισθητοποίηση των νέων και η ανάδειξη της ανάγκης προστασίας του δάσους αποτελούσε εναγώνιο ζητούμενο καθ' όλη τη διάρκεια της γένεσης, ανάπτυξης και ολοκλήρωσης της έρευνας.

Ανάπτυξη

Η ανθρώπινη μάθηση ως ιστορικό προϊόν και ως ιστορική διαδικασία οδηγεί στην κατηγοριοποίηση της ιστορικότητάς της σε:

α) Φυλογένεση (τη φυσική ιστορία των βιολογικών ειδών/ικανότητα για μάθηση), β) Κοινωνιογένεση (την ιστορία των κοινωνιών/σχέση ατόμου με συγκεκριμένη κοινωνία και τα συνεχώς μεταβαλλόμενα ιστορικά, γεωγραφικά, πολιτισμικά, πολιτικά, οικονομικά χαρακτηριστικά της) και γ) Οντογένεση (την ιστορία των συγκεκριμένων κάθε φορά μαθητευόμενων ανθρώπων/μαθησιακή ιστορία που στηρίζεται στην ατομική πορεία ζωής καθενός-καθεμιάς και η οποία μετασχηματίζεται αέναα σε συγκεκριμένη πραγματικότητα).

Μέσα από το ανωτέρω πρίσμα στο πέρασμα του χρόνου διαμορφώθηκαν κοινωνικές ιδεολογίες, φιλοσοφίες εκπαίδευσης και μαθησιακές θεωρίες που εφαρμόστηκαν σε διδακτικές προσεγγίσεις. Αρχικά ήταν προσανατολισμένες αποκλειστικά στο περιεχόμενο της διδασκαλίας. Στο διάστημα αυτό ο συμπεριφορισμός ήλθε και παρήλθε (μνημονική συμπεριφορά του μαθητή, ανάπτυξη στρατηγικών μνήμης και μάθησης/παραδοσιακό σχολείο).

Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα ανέτειλαν και βασιλεύσαν παιδαγωγικά και διδακτικά κινήματα όπως αυτό της Νέας Αγωγής, τέλος 19^{ου}-αρχές 20^{ου} αιώνα, στη συνέχεια το κίνημα της Αντιαυταρχικής Αγωγής, της Αποτελεσματικής Διδασκαλίας, της Ομαδοσυνεργατικής Διδασκαλίας, της Κριτικής Σκέψης με πρωταρχικό στοιχείο της μαθησιακής διαδικασίας την ανάπτυξη της Κριτικής Σκέψης (Nickerson 1987, Lipman 1994, Dewey, Tanner and Tanner, 1990, Binet, Piaget, Vygotsky etc). Εφαρμοστικά πραγματοποιήθηκαν εκπαιδευτικά προγράμματα τύπου συνδυαστικά γνώσης και σκέψης (Γνωστική Ψυχολογία), συλλογικής σκέψης (Κοινωνικο-Γνωστική Ψυχολογία).

Καθώς το περιβάλλον, όλο και περισσότερο, διαδραματίζει κομβικό ρόλο στην κατεύθυνση της διαχείρισής της υφιστάμενης κατάστασης των σύγχρονων κοινωνιών με όρους αξιοβίωτης ανάπτυξης, η αναγκαιότητα του περιβαλλοντικού γραμματισμού αναδεικνύεται επιτακτική, σε όλες τις ανωτέρω εκφάνσεις του. Πώς θα μπορούσε να είναι αλλιώς, αφού η σημαίνουσα θέση και σημασία του περιβάλλοντος έχει εντοπιστεί από τις προηγούμενες δεκαετίες κι έως σήμερα. Ακόμη περισσότερο σήμερα ενισχύεται η ανωτέρω άποψη λόγω της αδυναμίας προσδιορισμού των ορίων και της επιδραστικότητας του περιβάλλοντος, εξαιτίας της ανοιχτότητάς του σε εξελισσόμενα κοινωνικά φαινόμενα (Harff and Durand 1977, Φλογαΐτη 1998). Αυτός είναι ο λόγος που η ερμηνεία του όρου «περιβάλλον» διαφοροποιείται κατά περίπτωση εμφανιζόμενη άλλοτε ως «*χώρος ζωής, χώρος διαβίωσης, σύστημα σχέσεων, πεδίο δράσης, πεδίο δημιουργίας, παραγωγής, κατανάλωσης*» και άλλοτε ως «*πεδίο πειραματισμού, μετατροπής, μάθησης, χώρος κοινωνικοποίησης, έκφραση της κουλτούρας, ερέθισμα για αντιδράσεις και συμπεριφορές, αγαθό προς εκμετάλλευση...*» (Φλογαΐτη 1998). Μία πλήρως εναρμονισμένη με τις σύγχρονες θεωρίες και αρχές της Παιδαγωγικής εκπαίδευση είναι η Εκπαίδευση για την Αειφορία (ΕΑ). Δηλαδή χαρακτηρίζεται με αυτόν τον τρόπο κάθε μορφή εκπαίδευσης που ενσωματώνει την έννοια της αειφορίας, επιφορτιζόμενη αναγκαστικά και με όλη την προβληματική που τη συνοδεύει, δηλαδή την πολυδιάστατη και εξελίξιμη φύση της, τις ασάφειες, τις αντιφάσεις, του συγκρουσιακού χαρακτήρα διαφωνίες, τους φόβους και τις προσδοκίες που αυτή προκαλεί (Φλογαΐτη 2006). Εμβαθύνοντας περαιτέρω στα χαρακτηριστικά της ΕΑ συγκαταλέγονται σε αυτά τα ακόλουθα,

- Εποικοδομική προσέγγιση της γνώσης
- Συνεργατική Μάθηση
- Διαθεματικότητα

- Καλλιέργεια αξιών
- Κριτική σκέψη
- Συστημική σκέψη
- Συμμετοχή σε δημοκρατικές διαδικασίες-ικανότητα δράσης (Δημητρίου 2009).

Στην ανωτέρω συλλογιστική και προς εξυπηρέτηση των αναγκών του παρόντος ερευνητικού έργου, ως φιλοσοφία εκπαίδευσης ορίζεται αυτή της μετανεωτερικότητας/ μεταμοντερνισμού. Η θεώρηση του μεταμοντερνισμού αμφισβητεί τη σταθερότητα, την προβλεψιμότητα και τη μοναδικότητα της «αλήθειας», τη θέση της οποίας καταλαμβάνει η τάση του: “*anything goes, everything is acceptable*” (Feuerabend 1988). Σημειώνεται ότι η υποκειμενοκεντρική θεώρηση των πραγμάτων ως , η οποία διαφαίνεται κατά την αναζήτηση λύσης των αδιεξόδων όταν στρέφεται στο ίδιο το άτομο και όχι σε λύσεις που θα προέλθουν μέσω της αλλαγής των δομών που τα προκαλούν. Με αυτόν τον τρόπο «καταλήγει στο μεθοδολογικό ατομισμό».

Η ανθρώπινη δράση και η μάθηση δεν αποτελούν διακριτά πεδία, τα οποία ο ερευνητής θα προσεγγίσει ξεχωριστά. Αποτελούν χρονικά σημεία που ακολουθεί καθένας από μας ως δημιουργός μιας μαθησιακής τροχιάς που οδηγεί συνεχώς σε ένα ευρύτερο «ρεύμα δράσης» (Giddens 1988). Η συγκεκριμένη θέση δικαιώνει απόλυτα την ένταξη στις δόκιμες μαθησιακές διαδικασίες τις μαθησιακού περιεχομένου δράσεις. Η Φλογαΐτη καθορίζει ως δράση «τη δημοκρατική εναλλακτική εκπαιδευτική πρόταση στην αλλαγή συμπεριφοράς» (2006).

Στην έρευνά τους οι γράφοντες επιχειρούν να προσεγγίσουν το περιβάλλον, συγκεκριμένα το δάσος, αποδίδοντάς του νέα υπόσταση και ιδεολογικό χαρακτήρα σε σύνδεση με την πραγματικότητα. Η οπτική του συγκεκριμένου αφηγήματος προσδιορίζεται από τη σύνθεση προβληματικών και προβλημάτων που απορρέουν από τον χώρο της οικολογίας, της κοινωνίας και του πολιτισμού. Είναι ενταγμένη σε ένα νέο εννοιολογικό, θεωρητικό και μεθοδολογικό υπόβαθρο. Καταλυτικό ρόλο στη μετάβαση διαδραματίζει η μουσειακή εκπαίδευση, που θέλει μέσα από διαδρομές και ομοιότητες που φέρουν οι όροι «μουσείο» και «δάσος» (Θεοδωρίδου, Ζάγκας 2019),

-να ταυτίζονται, αφού το μουσείο μεταλλάσσεται και αλληλεπιδρά με το κοινωνικό του περιβάλλον (οικομουσείο, υπαίθριο μουσείο) (Rivière 1969 στο Οικονόμου 2003).

-να χαρακτηρίζονται ως ζωντανό οργανισμό, συνεχώς μεταβαλλόμενοι και ανανεούμενοι α)που είναι ανοιχτοί προς διαφορετικές ομάδες επισκεπτών (Ντάφης 1980,1986, Οικονόμου 2003), β)που λειτουργούν προς το δημόσιο όφελος διαφυλάσσοντας κι ερμηνεύοντας υλικές μαρτυρίες και σχετικές πληροφορίες με τρόπο απτό κι αυθεντικό (όπως ανωτέρω ICOM 1974, Ντάφης 1986, Zagas κ.α. 1999, Παπαδόπουλος και Ζάγκας 2017), γ)που οι άνθρωποι αναπτύσσουν διαδραστική σχέση μαζί τους, αφού τα μέρη τους συνιστούν προσιτά αντικείμενα και ζωντανά δείγματα του φυσικού κόσμου, τα οποία διαφυλάσσονται εκεί για την κοινωνία (όπως ανωτέρω ICOM 2001, συνταγματικός ορισμός του δάσους).

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, το δάσος ως μουσείο επιτρέπει την ενημέρωση κι ευαισθητοποίηση σχετικά με αυτό, μέσα από νέα επιστημονικά ρεύματα στην ψυχολογία, κοινωνιολογία κι εκπαιδευτική θεωρία, που έχουν επηρεάσει χώρους της εκπαίδευσης, όπως είναι η μουσειακή εκπαίδευση, η εκπαίδευση για την αειφορία –και όχι μόνο-, μετατοπίζοντας το ενδιαφέρον από τη διδακτική συμπεριφορά στη διδακτική σκέψη (Δασκολιά 2005). Η επικρατούσα αντίληψη πλέον για τη μάθηση, πέρα από τη νέα γνώση περιλαμβάνει καταστάσεις και λειτουργίες που αποβλέπουν στην ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας, στη διέγερση της περιέργειας μέσα από τη βίωση και την εμπειρία. Επίσης, ως ένδειξη ελευθερίας και δημοκρατικότητας της σκέψης επιτρέπεται με βάση αυτήν την αντίληψη η ερμηνεία της πραγματικότητας με περισσότερους του ενός τρόπους (πολυσημία). Ο διαθέσιμος εννοιολογικός και μεθοδολογικός πλούτος συνθέτει μια νέα πραγματικότητα με ψηφίδες του σύγχρονου ιδεολογικού πλουραλισμού (Δασκολιά 2005, Φλογαΐτη και Δασκολιά 2005).

Το δάσος ως μουσείο καλεί το σχολείο να επεκταθεί σε εξωσχολικούς χώρους μάθησης, ενώ παράλληλα διευρύνεται το ίδιο εννοιολογικά ως περιβαλλοντικό, κοινωνικό, πολιτιστικό αγαθό και προϊόν, (Νικονάνου 2005). Πλέον λειτουργεί και ως ανθρωποκεντρικός/επισκεπτοκεντρικός οργανισμός που έχει ως στόχο την επικοινωνία. Η σύνδεση του δάσους με την επικοινωνία τεκμηριώνεται μέσω της παιδαγωγικής, καθώς η επικοινωνία αποτελεί βασικό στοιχείο κάθε εκπαιδευτικής διαδικασίας (Μπακιρτζής 2002). Πραγματοποιείται με επικοινωνιακές διαδικασίες, οι οποίες έχουν εκπαιδευτικές προθέσεις που αποβλέπουν αποστολικά σε παιδαγωγικά οφέλη για το κοινωνικό σύνολο (ICOM 1996, Γκαζή 2004).

Η στοχευμένη επικοινωνία/δασική εκπαίδευση για την αξιοβίωτη ανάπτυξη που λαμβάνει χώρα κατά την επίσκεψη στο δάσος, μέσα από το πρίσμα του μεταμοντερνισμού,¹ επιτρέπει την εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία» (Μακρή-Μπότσαρη 2005). Κατά τον Harvey στη μεταμοντέρνα κατάσταση, υπάρχει «χώρος» για την αντιμετώπιση της διαφορετικότητας και του "άλλου". Τη θέση της σταθερότητας, της προβλεψιμότητας και της μοναδικότητας της «αλήθειας», καταλαμβάνει η τάση του: *“anything goes, everything is acceptable”* (Feyerabend 1988). Η υποκειμενοκεντρική θεώρηση των πραγμάτων, επιτρέπει την άρση των αδιεξόδων κι την εξεύρεση λύσεων μέσα από το ίδιο το άτομο (Αλεξίου 2002). Η γνώση αποκτά χρηστική αξία υπακούοντας στην αρχή της αποδοτικότητας (Λυοτάρ 1998).

Κατά την επίσκεψη στο δάσος, η στοχευμένη επικοινωνία/δασική εκπαίδευση για την αξιοβίωτη ανάπτυξη που πραγματώνεται ανάμεσα στο δάσος και τον επισκέπτη, μπορεί να χαρακτηριστεί ως «συνήγορος του επισκέπτη/κοινού» (Hooper-Greenhill 1994), με τον τελευταίο να συμμετέχει ενεργητικά (εκπαιδευτικές δραστηριότητες μελέτης και ψυχαγωγίας, δραστηριότητες περιφρούρησης, καθαρισμού, καταγραφής χλωρίδας πανίδας κλπ). Η σύγχρονη δασική εκπαίδευση, σε αντιστοιχία με τη μουσειοπαιδαγωγική (Rese 1995), έχει ως ζητούμενο σήμερα, όχι περισσότερη εκπαίδευση, αλλά περισσότερη σωστή εκπαίδευση (Friedman 2009) κι επικοινωνία, ανάμεσα: α)στις επιστήμες του δάσους, β)στις επιστήμες του δάσους και τους επισκέπτες, γ)στην πραγματικότητα των επισκεπτών και την πραγματικότητα του δάσους.

Μια σύγχρονη θεώρηση της δασικής εκπαίδευσης προς την αειφορία και την αξιοβίωτη ανάπτυξη εκλαμβάνει ως επιτακτική την ανάγκη επανακαθορισμού του προσανατολισμού της, με αφετηρία την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, καθώς αυτή μετεξελίσσεται και μετατοπίζει το κέντρο βάρους της από «τη φύση στην κοινωνία, από τεχνοκρατικές λογικές σε εναλλακτικές, από συμπεριφοριστικές σε κριτικές, από προσωπικές διεκδικήσεις σε συλλογικές, από ανταγωνιστικές σχέσεις, σε συνεργατικές, από νατουραλιστικές αναζητήσεις σε πολιτικές, από τεχνοεπιστημονικές λύσεις, σε κοινωνικο-πολιτικο-οικονομικές, από απολίτικες προσεγγίσεις σε πολιτικές, από ποσοτικές αντιλήψεις σε ποιοτικές» (Φλογαίτη 2006). Στον όρο «αειφορία» η Φλογαίτη προσδίδει το σύνολο των προσδοκιών και οραμάτων, όπως και τη δύσβατη πορεία για τις κοινωνικές αλλαγές με απώτερο στόχο την οικολογική βιωσιμότητα και την κοινωνική δικαιοσύνη (2006). Σε μία προσπάθεια χωροθέτησης της αειφορίας στον εννοιολογικό χάρτη ιδεών, η έννοιά της καθορίζεται από τους πόλους ενός τριγώνου που αντιπροσωπεύουν τον άνθρωπο, την κοινωνία και το περιβάλλον. Κάθε πλευρά αυτού του τριγώνου αντιστοιχεί στις μεταξύ τους σχέσεις, οι οποίες ανάλογα με τη βαρύτητα και τη δύναμη των δεσμών που αναπτύσσονται, προσεγγίζουν τη σημασία της, κατευθύνοντας κάθε ερμηνευτική προσπάθεια σε διαφορετικό συμπέρασμα (Θεοδωρίδου 2012). Επιτακτική προβάλλεται η ανάγκη εφαρμογής της δασικής εκπαίδευσης ενταγμένης στο πλαίσιο της εκπαίδευσης για την αειφορία².

Υπό το ανωτέρω πρίσμα προσεγγίζεται η εκπαιδευτική αποστολή του δάσους μέσω οδών ανάπτυξης της δασικής εκπαίδευσης, που περικλείουν διαφορετικές μεταξύ τους ειδικότητες κι επιστημονικές κατευθύνσεις, σε ρόλο ισότιμο με τις βασικές δασικές λειτουργίες. Στις παιδαγωγικές αρχές της προτείνεται να ενταχθούν οι αρχές της παιδαγωγικής του ελεύθερου χρόνου. Οι αρχές αυτές συνοψίζονται εντέλει στην ενεργητική και ισότιμη εμπλοκή των εκπαιδευόμενων, τη δυνατότητα ανάπτυξης αυτενέργειας, την επικράτηση ριζοσπαστικής εκπαιδευτικής φιλοσοφίας στη διαχείριση του χρόνου εκπαίδευσης, στην απουσία καταναγκασμού σε αντιδιαστολή με τη δυνατότητα ανάληψης προσωπικής πρωτοβουλίας, στη δυνατότητα επιλογής που οδηγεί σε διαφοροποιημένη μάθηση, στην άσκηση στη λήψη απόφασης (Opaschowski 1977, 1990, Heiligenmann 1990, Schmeer-Sturm 1990, Weschenfelder & Zacharias 1992, Θεοδωρίδου, Ζάγκας, Βαρβαρούση 2020).

Ως πολυδιάστατη και πολυσήμαντη χαρακτηρίζεται πλέον η εμπειρία επίσκεψης σε δάσος, κατ' αναλογία του πετυχημένου ερμηνευτικού μοντέλου της διαδραστικής εμπειρίας στο μουσείο των Falk

¹ Η προβληματική του μεταμοντερνισμού έχει ως σημεία εκκίνησης τη φιλοσοφία του Νίτσε και του Βιτγκενστάιν, και κυρίως σχετίζεται με τον Προοπτικισμό του πρώτου και τα Γλωσσικά Παιχνίδια του δεύτερου (Νάστος, Οικονόμου, Σουργουτσίδου, Παπουτσιδής 2001). Ο Μπαμπινιώτης αποδίδει στο Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας τον όρο «μεταμοντέρνος» ως «αυτός που σχετίζεται με το σύγχρονο ρεύμα της τέχνης (αρχικώς της αρχιτεκτονικής) που αντιδρά στις φόρμες του μοντερνισμού και χρησιμοποιεί ποικιλία παραδοσιακών στοιχείων σε πρωτότυπες συνθέσεις». Επίσης «μεταμοντέρνος» είναι «...ο ακραίος σχετικισμός στις αξίες και στην επιστημονική μέθοδο και η απόρριψη της αντικειμενικότητας».

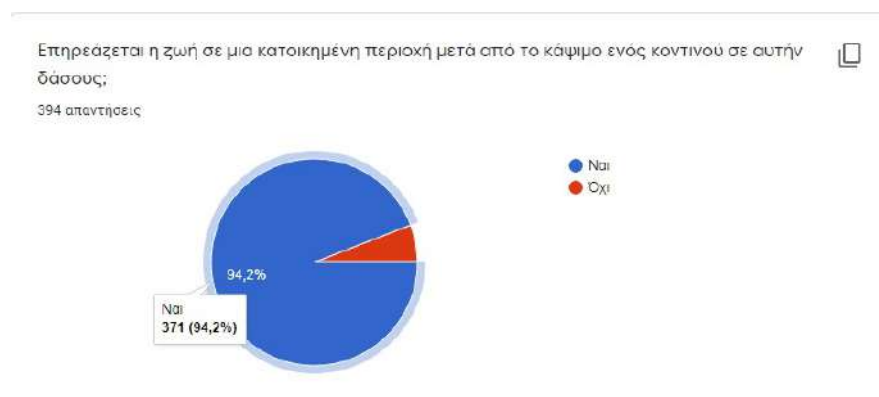
² Ως Εκπαίδευση για την Αειφορία (ΕΑ) χαρακτηρίζεται κάθε μορφή εκπαίδευσης που ενσωματώνει την έννοια της αειφορίας, επιφορτιζόμενη αναγκαστικά και με όλη την προβληματική που τη συνοδεύει, δηλαδή την πολυδιάστατη και εξελίξιμη φύση της, τις ασάφειες, τις αντιφάσεις, του συγκρουσιακού χαρακτήρα διαφωνίες, τους φόβους και τις προσδοκίες που αυτή προκαλεί (Φλογαίτη 2006).

και Dierking. Τα στοιχεία που διέπουν την επίσκεψη συνοψίζονται α) στην προσωπική διάσταση της επίσκεψης, όπου περιλαμβάνονται εκείνες οι εμπειρίες, τα ενδιαφέροντα και οι γνώσεις που φέρει ο κάθε επισκέπτης, β) στην κοινωνική διάσταση της επίσκεψης, την οποία καθορίζουν οι «άλλοι», όπως ενδεικτικά μπορεί να αναφερθούν η οικογένεια, οι άλλοι επισκέπτες, οι δασοφύλακες, και γ) στη φυσική διάσταση που αναφέρεται στα φυσικά χαρακτηριστικά του δάσους και του κάθε επισκέπτη.

Περιγραφή της έρευνας

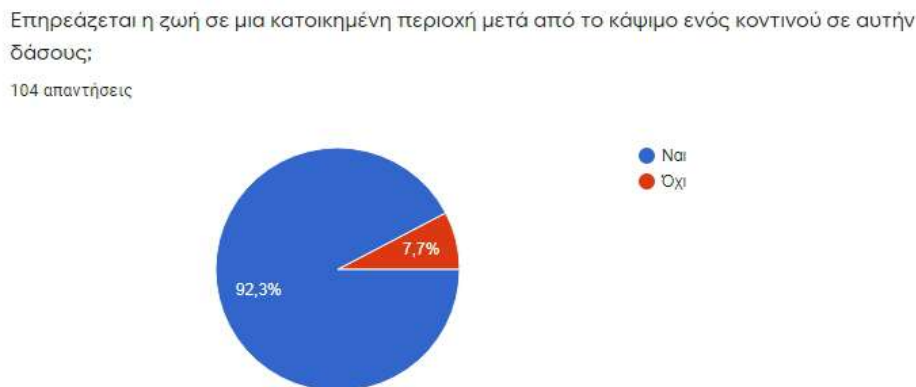
Αφορούσε σε 394 νέους ηλικίας από 12 έως 15 ετών (ομάδα στόχου), στη θεματική του δάσους και την ανάγκη προστασίας του. Αξιοποιήθηκαν γιαυτό, πρωτότυπα ερωτηματολόγια και σχάρα παρατήρησης (Θεοδωρίδου, Ζάγκας, Βαρβαρούση 2020). Τα διερευνητικά ερωτήματα αναφέρονταν στην ανάδειξη εκείνων των παραμέτρων που ενισχύουν ή επιβραδύνουν τον περιβαλλοντικό γραμματισμό για το δασικό οικοσύστημα/υδατικό ισοζύγιο του δάσους και την αιεφορία του, με έμφαση στις ατομικές ιδιαιτερότητες των επισκεπτών του (θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τα έτη 2020, 2021.

Ενδιαφέροντα αποτελέσματα που προέκυψαν εντοπίζονται στα ακόλουθα:



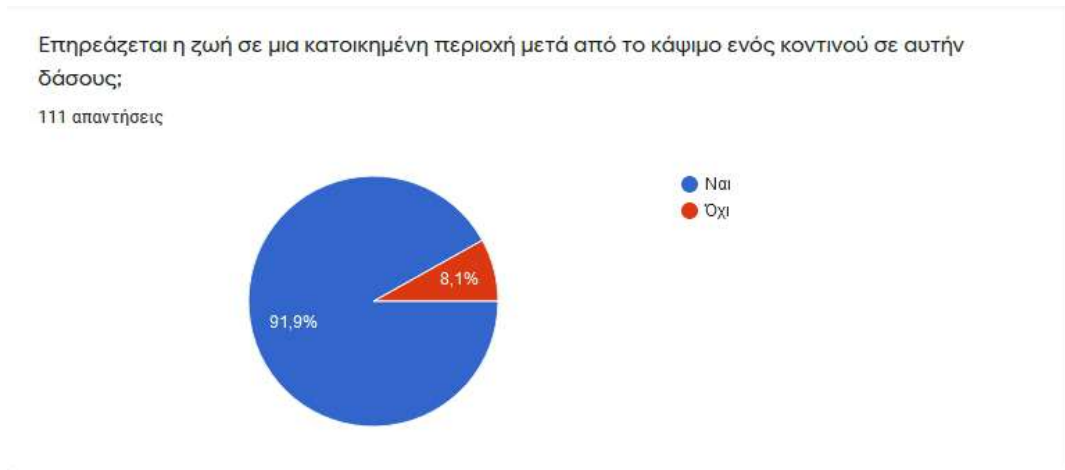
Σχήμα 1. Αποψη πριν τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με την επίδραση καψίματος δάσους σε γειτονική κατοικημένη περιοχή (Πηγή: Θεοδωρίδου, Ζάγκας 2021)

Figure 1. Pre-didactic view on the effect of burning forest in a neighboring residential area (Theodoridou, Zagas 2021)

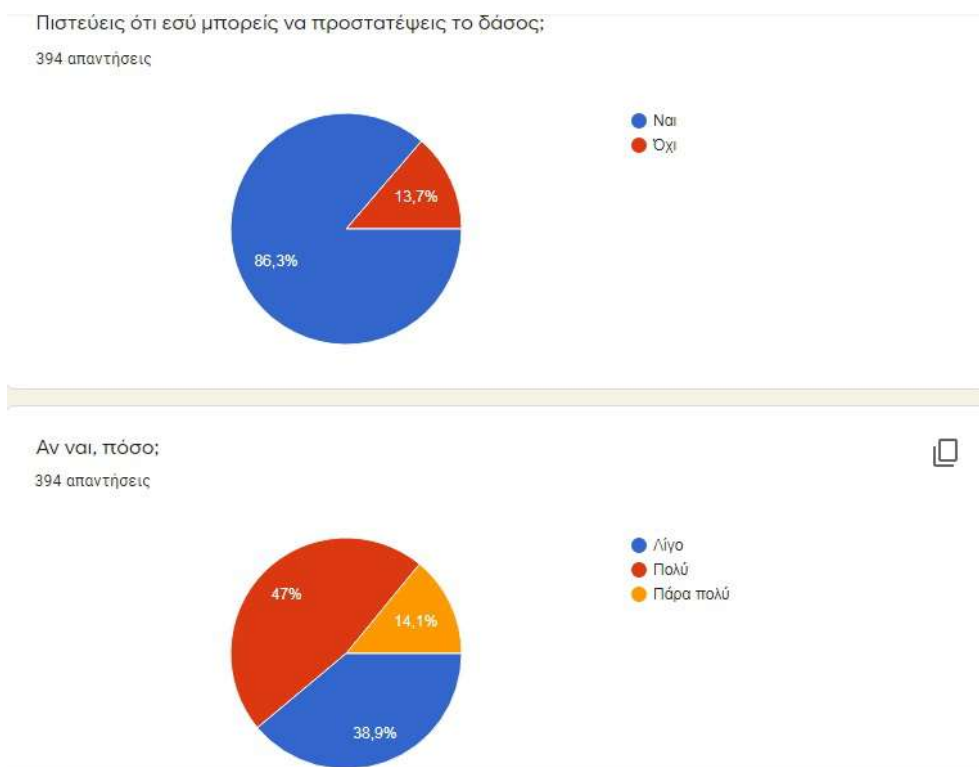


Σχήμα 2. Αποψη μετά τη διδακτική νεωτερική παρέμβαση σχετικά με την επίδραση καψίματος δάσους σε γειτονική κατοικημένη περιοχή (Πηγή: Θεοδωρίδου, Ζάγκας 2021)

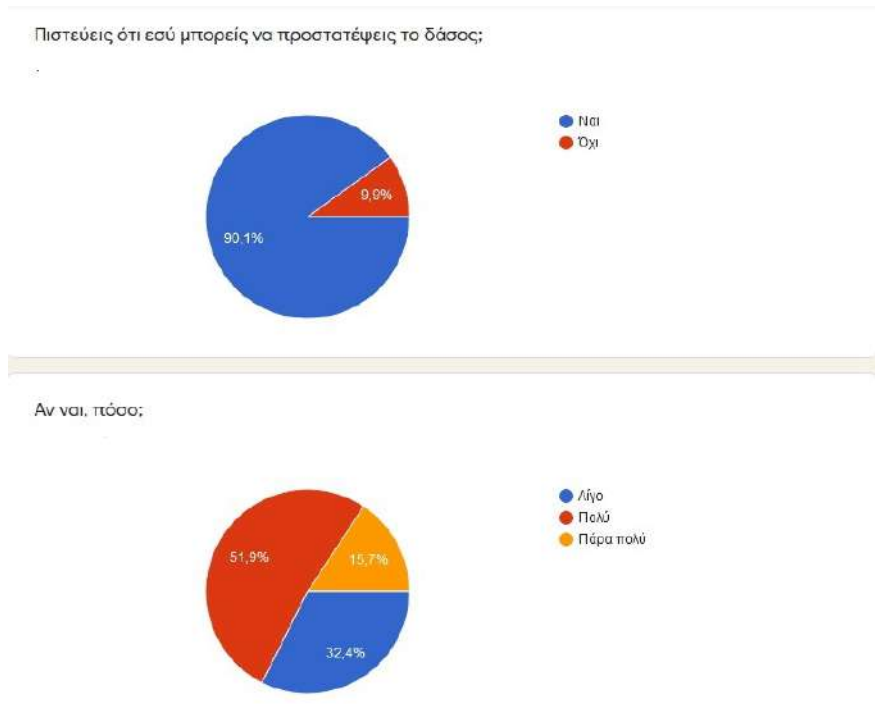
Figure 2. View after the didactic modern intervention on the effect of burning forest in a neighboring residential area (Theodoridou, Zagas 2021)



Σχήμα 3. Άποψη μετά τη διδακτική μετανεωτερική παρέμβαση σχετικά με την επίδραση καψίματος δάσους σε γειτονική κατοικημένη περιοχή (Πηγή: Θεοδωρίδου, Ζάγκας 2021)
 Figure 3. View after the didactic postmodern intervention on the effect of burning forest in a neighboring residential area (Theodoridou, Zagas 2021)

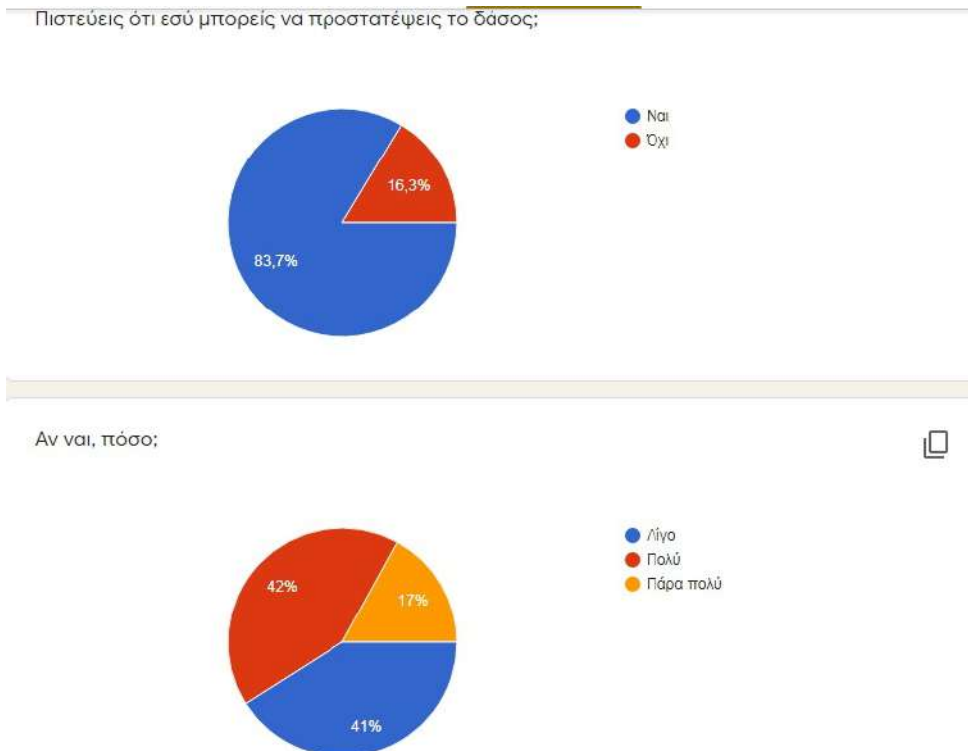


Σχήμα 4. Άποψη πριν τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με την πρόθεση προστασίας του δάσους. Αν ναι, πόσο; (Πηγή: Θεοδωρίδου, Ζάγκας 2021)
 Figure 4. Opinion before the didactic intervention on the intention to protect the forest. If so, how much? (Theodoridou, Zagas 2021)



Σχήμα 5. Άποψη μετά τη διδακτική νεωτερική παρέμβαση σχετικά με την πρόθεση προστασίας του δάσους. Αν ναι, πόσο; (Πηγή: Θεοδωρίδου, Ζάγκας 2021)

Figure 5. Opinion after the didactic modern intervention on the intention to protect the forest. If so, how much? (Theodoridou, Zagas 2021)



Σχήμα 6. Άποψη μετά τη διδακτική μετανεωτερική παρέμβαση σχετικά με την πρόθεση προστασίας του δάσους. Αν ναι, πόσο; (Πηγή: Θεοδωρίδου, Ζάγκας 2021)

Figure 6. Opinion after the didactic postmodern intervention on the intention to protect the forest. If so, how much? (Theodoridou, Zagas 2021)

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Το δάσος αδιαμφισβήτητα αποτελεί αυταξία. Εντούτοις καλείται η επιστημονική κοινότητα να επαναδιαπραγματευτεί την εννοιολόγησή του και την προσέγγισή του ως περιβαλλοντικό, κοινωνικό και πολιτιστικό πόρο. Σε αυτό συνηγορούν σύγχρονα πορίσματα πολλών επιστημονικών πεδίων ειδικοτήτων και περιοχών (όπως ανωτέρω αναφέρονται), προεξαρχόντων της Δασοκομίας, Ψυχολογίας και Παιδαγωγικής, καθώς εκεί οδηγούν και τα αποτελέσματα της έρευνας αναφοράς μας. Ανωτέρω παρατέθηκαν ενδεικτικά αποτελέσματά της. Το δάσος μέσα από το πρίσμα της αξιολογικής ανάπτυξης και του περιβαλλοντικού γραμματισμού των πολιτών μέσω της δασικής εκπαίδευσης για την αειφορία και την αξιολογική ανάπτυξη αναμένεται να προάγουν την ανάγκη προστασίας του. Σύμφωνα με τη νέα θεώρησή του, απαιτείται να επαναπροσδιοριστούν οι στόχοι του με βάση τον ρόλο που καλείται να διαδραματίσει ως περιβαλλοντικός χώρος και συγχρόνως ως χώρος μάθησης/επικοινωνίας. Ο χαρακτηρισμός του δάσους ως μη παραδοσιακό μουσείο σύμφωνα με τη σύγχρονη ερμηνεία του τού δίνει το δικαίωμα αυτού του τύπου της διαπραγμάτευσης στην ενημέρωση κι ευαισθητοποίηση σχετικά με αυτό. Ο χώρος της μουσειακής εκπαίδευσης και της εκπαίδευσης για την αειφορία και οι αρχές τους συνιστούν το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πλαίσιο ανάπτυξης και λειτουργίας της σύγχρονης δασικής εκπαίδευσης. Κάτω από την ομπρέλα της ενδεικνυόμενης θεωρίας επικοινωνίας (ολιστικό μοντέλο επικοινωνίας) σε έναν αποστολικό ρόλο της δασικής εκπαίδευσης για το κοινωνικό σύνολο, οι συγγραφείς αφουγκράζονται την ανάγκη των καιρών (AGENDA 2030) για συνεργασία και συνέργειες διαφορετικών ειδικοτήτων κι επιστημονικών πεδίων.

Abstract

Our reference research is a continuation of a previous research, in which the conceptualization of the forest and its function as a post-modern museum was established through procedures of theoretical approach and interpretive investigation (Theodoridou, Zagas 2019). This project attempts to highlight the findings of the research regarding environmental literacy and the sensitization of young people aged from 12 to 15 years, about the forest and the need to protect it. For this reason, original questionnaires and observation grills are used (Theodoridou, Zagas, Varvarousi 2020).

Βιβλιογραφία

Αλεξίου, Θ., 2002. Εργασία, εκπαίδευση και κοινωνικές τάξεις. Το ιστορικο-θεσμικό πλαίσιο, Αθήνα: Παπαζήσης.

Γκαζή, Α., 2004. Μουσείο για τον 21^ο αιώνα, Τετράδιο Μουσειολογίας Ι.

Δασκολιά, Μ., 2005. Θεωρία και Πράξη στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα, 2005.

Falk, J. and Dierking, L., 1992. The Museum Experience, Washington, D.C.: Whalesback Books, 1992.

Friedman, T.L., 2009. "The new Untouchables", New York Times, October 21.

Harff, Y. and Durand, M., 1977. Le qualite´ de la vie. Mouvement ecologique Mouvement ouvrier, Mouton, Paris, 1977.

Heiligenmann, U., 1990. Museumspadagogik-ein spezieller Bereich padagogischer Praxis, Freizeitpadagogik.

Hooper-Greenhill, E., 1994. Museum and Gallery Education, Λονδίνο, Leicester University Press.

Θεοδωρίδου, Σ., 2012. Επιμόρφωση στο σχεδιασμό μαθησιακών δραστηριοτήτων με αξιοποίηση των ΤΠΕ στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για την Αειφορία. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

Θεοδωρίδου, Σ. και Ζάγκας, Θ., 2019. Η λειτουργία του δάσους ως μουσείο, στο πλαίσιο της Μουσειολογίας και Δασοκομίας. Εννοιολογική προσέγγιση, ερμηνευτική διερεύνηση, 19^ο Δασολογικό Συνέδριο της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. Λιτόχωρο, 2019.

Θεοδωρίδου, Σ., Ζάγκας, Θ. και Βαρβαρούση, Λ., 2020. Το υδατικό ισοζύγιο του Δάσους ως παράγοντας επίδρασης στο μικροκλίμα μιας περιοχής. Σχεδιασμός ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης με αξιοποίηση πρωτότυπου εκπαιδευτικού υλικού, Openearth.1^ο Διεθνές Συνέδριο. Θεσσαλονίκη, 12-15 Φεβρουαρίου 2020.

ICOM, 1974. Τμήμα ΙΙ, άρθρο 3του καταστατικού, 11 Γενική Συνέλευση, Κοπενχάγη, 1974.

ICOM, (1996. Statutes, Code of Professional Ethics, Παρίσι.

- ICOM, 2001. Επικυρωμένος Κατάλογος Μουσείων. 20^η Γενική Συνέλευση, Βαρκελώνη, 2001.
- Feyerabend, P., 1988. Knowledge and the Role of Theories, Philosophy of the Social Sciences, 1988.
- Littledyke, M., 2008. Science education for environmental awareness: approaches to integrating cognitive and affective domains, Environmental Education Research, 14:1, 1-17, 2008.
- Liotard, J-F., 1998. «Τι εννοώ με την ιδέα του μεταμοντέρνου», Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία 10/04/1988, Α4.
- Μακρή-Μπότσαρη, Ε., 2005. Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγράμματος σπουδών και αναλυτικά προγράμματα σπουδών. Στο βιβλίο Επιμόρφωση σχολικών συμβούλων και εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και προσχολικής εκπαίδευσης στο διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγράμματος σπουδών και τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών: Επιμορφωτικό υλικό. Αθήνα, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Μαρβάκης, Α., 2014. Στρατηγικές και Πρακτικές Μάθησης, Θεσσαλονίκη, Επίκεντρο.
- Μπακιρτζής, Κ., 2002. Επικοινωνία και Αγωγή, Αθήνα, Gutenberg.
- Μπαμπινιώτης, Γ., 2002. Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας. Αθήνα: Κέντρο Λεξικολογίας.
- Νάστος, Γ., Οικονόμου, Α., Σουργουτσίδου, Ο., Παπουτσίδης, Μ.,: Μεταμοντερνισμός και εκπαίδευση. Η γνώση στη μεταμοντέρνα κατάσταση. Οι απόψεις του Λυοτάτ. Virtual School, The sciences of Education Online, τόμος 2, τεύχη 2-3, Ημερομηνία Πρόσβασης 17-4-2019 από <http://www.auth.gr/virtualschool/2.2-3/Youngs/NastosPostmodenismAndEducation.html>.
- Νικονάνου, Ν., 2005. Ο ρόλος της μουσειοπαιδαγωγικής στα σύγχρονα μουσεία. Τετράδια μουσειολογίας (τεύχος 2). 2005.
- Ντάφης, Σ., 1980. Δασοκομία. Μέρος πρώτο; Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη, 1980.
- Ντάφης, Σ., 1986. Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Οικονόμου, Μ., 2003. Μουσείο: Αποθήκη ή ζωντανός οργανισμός; Εκδόσεις Κριτική ΑΕ, Αθήνα, 2003.
- Opaschowski, H., 1977. Freizeitpädagogik in der Schule. Aktives Lernen durch animative Didaktik, Bad Heilbrunn, Verlag Julius Klinkhardt.
- Opaschowski, H., 1990. Pädagogik und Didaktik der Freizeit, Opladen. Leske-Budrich.
- Παπαδόπουλος, Ι. και Ζάγκας, Θ., 2017. Ο ρόλος των βιολογικών καταβολών και γνωστικών παραγόντων στη διαδικασία αισθητικής αξιολόγησης του δασικού τοπίου. 18^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο & International Workshop . Έδρα 8-11 Οκτωβρίου 2017
- Ράγκου, Π., 2015. Κριτική θεώρηση του προσανατολισμού προγραμμάτων περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. 11^ο Περιβαλλοντικό συνέδριο με θέμα: Περιβάλλον και κοινωνία. Οι δυνατότητες και οι δράσεις των φυσικών επιστημών στο φυσικό περιβάλλον. Φλώρινα, 27-29 Μαρτίου 2015.
- Rese, B., 1995. Didaktik im Museum. Systematisierung und Neubestimmung, Bonn, Habelt.
- Schmeer-Sturm, M.L., 1990. Von Abbau der Museumsmauern. Was verbindet die Museumspädagogik mit Reise- und Freizeitpädagogik, Freizeitpädagogik.
- Φλογαΐτη, Ε., 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 1998.
- Φλογαΐτη, Ε., 2006. Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Φλογαΐτη, Ε και Δασκολιά, Μ., 2005. «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Σχεδιάζοντας ένα «αειφόρο» μέλλον». Εκπαιδευτικές Καινοτομίες για το Σχολείο του μέλλοντος (τόμος Β). Αθήνα: Gutenberg.
- Weschenfelder, K. and Zacharias, W., 1992. Handbuch der Museumspädagogik. Orientierung und Methode, Dusseldorf, Schwann Verlag.
- Zagas, T., Tsitsoni, T. and Gkanatsas P., 1999. Perspectives of silviculture as discipline in Greece. Silva Gandavensis, 64,17-23.
<https://dasarxeio.com/2014/05/29/13745/>. Συνταγματικός ορισμός του δάσους. (ανάκτηση 30 Ιουνίου 2019).

ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΜΑΘΗΤΩΝ

Τσακαλδήμη, Μαριάνθη¹; Σαλονικίδου, Ελένη¹;
Σεραφείμ, Θεμιστοκλής¹; Γκανάτσας, Πέτρος

¹Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, marian@for.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία προτείνεται ο επανασχεδιασμός υφιστάμενου αστικού πάρκου, με στόχο τη λειτουργία του ως πάρκο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και εργαστήρι της φύσης, για την εκπαίδευση έξω από την τάξη και την ψυχοκινητική ανάπτυξη μαθητών. Κατά τον σχεδιασμό δόθηκε βαρύτητα: α) στην επιλογή αυτόχθονων των φυτικών ειδών, με βάση τις αρχές της οικολογίας, της αστικής βιοποικιλότητας, του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τις ανάγκες και την ασφάλεια των μαθητών-παιδιών, τη φαινολογία των φυτικών ειδών, την αξία τους στη φαρμακολογία και ο συμβολισμός τους στην ιστορία, τη μυθολογία, τη λαογραφία), β) στη δημιουργία υποδομών για την εξασφάλιση χώρου παιχνιδιού, αλλά και εργαστηρίων για την εξοικείωση των παιδιών με τη χλωρίδα και την πανίδα της πόλης, τη λειτουργία του οικοσυστήματος, την ανακύκλωση, την κομποστοποίηση, και γ) στην ποιοτική και λειτουργική του αναβάθμιση του πάρκου, δημιουργώντας ένα πιο νατουραλιστικό και φιλόξενο πράσινο χώρο για τους κατοίκους της πόλης.

Λέξεις κλειδιά: αστικό πάρκο, οικοσύστημα, περιβαλλοντική εκπαίδευση, υγεία, φαινολογία.

Εισαγωγή

Είναι σαφές ότι οι εμπειρίες της φύσης στην παιδική ηλικία έχουν τεράστια θεραπευτική αξία (Ulrich κ.α. 1991, Wells και Evans 2003) και ταυτόχρονα αποτελούν και τον ακρογωνιαίο λίθο της οικολογικής μάθησης η οποία χτίζει την οικολογική παιδεία. Το φυσικό περιβάλλον βοηθά στην αφύπνιση των αισθητηριακών οργάνων και παρέχει πολλές ευκαιρίες στα παιδιά για ερωτήσεις, εξερεύνηση και απόκτηση εμπειριών, τα οποία αργότερα θα μετατραπούν σε γνώσεις και αξίες σχετικές με το περιβάλλον και την προστασία του (Gill 2014, Wolsink 2015). Και ενώ οι αποδείξεις για τη σημασία των πρασίνων χώρων στην καθημερινή ζωή των παιδιών αυξάνονται, οι ευκαιρίες που δίνονται στα παιδιά των πόλεων για επαφή με το φυσικό περιβάλλον, μειώνονται. Ανησυχώντας για αυτήν την απώλεια πρόσβασης στον πράσινο χώρο, πολλοί επιστήμονες και φορείς έχουν επισημάνει τη σημασία της επανασύνδεσης των παιδιών με τη φύση (WHO 2017).

Η αυλή του σχολείου και τα κοντινά πάρκα και οι ανοιχτοί χώροι, μπορούν αποτελεσματικά να συμβάλλουν προς αυτήν την κατεύθυνση, ειδικά όταν έχουν σχεδιαστεί κατάλληλα και συνδυάζονται με κατάλληλα εκπαιδευτικά προγράμματα (Johnson 2000). Όταν οι μαθητές/τριες, γενικά τα παιδιά, έρχονται κοντά στη φύση, αυτή με τη σειρά της συμβάλλει θετικά και ευεργετικά στον ψυχικό τους κόσμο, στη σωματική ανάπτυξη, στη διαμόρφωση του χαρακτήρα και της προσωπικότητάς τους, αναβαθμίζοντας την οικολογική τους ενσυναίσθηση, στοιχείο πολύ σημαντικό για την εποχή που διανύουμε (Waliczek και Zajicek 1999, Farmer κ.α. 2007, Gill 2014, Chawla 2015).

Πολλές μελέτες έχουν καταλήξει πως τα παιδιά συχνά προτιμούν να δραστηριοποιούνται σε φυσικά ανεπιτήδευτα τοπία και σε ελεύθερους χώρους (Nabhan και Trimble 1994). Οι Dymont και Bell (2007) βρήκαν ότι στους πράσινους διαμορφωμένους χώρους εντός του αστικού ιστού, οι δραστηριότητες των παιδιών αυξήθηκαν κατά 71%, ενώ οι ευκαιρίες για παιχνίδι αυξήθηκαν κατά 85%. Πολλοί ερευνητές έχουν αναφέρει τη θετική συσχέτιση μεταξύ της μάθησης που λαμβάνει χώρα έξω από την τάξη (outdoor) με την καλύτερη αφομοίωση (Lieberman και Hoody 1998). Οι Hester και O'Donnell (1987),

στην έρευνά τους κατέληξαν ότι η έλλειψη της άμεσης επαφής των παιδιών με τη φύση, επηρεάζει όχι μόνο τη σχέση τους με αυτή, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται τον κόσμο. Ακόμη και η παρουσία της φύσης στη θέα των δωματίων των παιδιών, έχει βρεθεί ότι ενδυναμώνει τη διανοητική τους ικανότητα και τη συγκέντρωση (Malone και Tranter 2003). Η σχέση μεταξύ της μάθησης και επαφής με το φυσικό περιβάλλον επιβεβαιώνεται και από την έρευνα των Faber-Taylor κ.α. (2001), οι οποίοι κατέληξαν στο ότι η καθημερινή επαφή παιδιών με ελλειμματική προσοχή με το φυσικό πράσινο περιβάλλον μειώνει τα συμπτώματα. Οι σύγχρονες παιδαγωγικές μέθοδοι αναγνωρίζουν το ρόλο του φυσικού περιβάλλοντος στην αγωγή και το θεωρούν ως έναν από τους παράγοντες της παιδαγωγικής διαδικασίας και εργαλείο στα χέρια του παιδαγωγού (Ντιντή 2012). Έτσι όταν τα σχολεία αποφασίζουν να εντάξουν στο πρόγραμμα σπουδών τους την εκπαίδευση έξω από την τάξη, στο φυσικό περιβάλλον ή και στην ίδια τη σχολική αυλή τους, η ακαδημαϊκή απόδοση βελτιώνεται σε όλη την έκταση του προγράμματος σπουδών (Glenn 2000, Higgins και Nicol 2002). Στην έρευνα των Graham και Zidenger-Cherr (2005) αναφέρεται ότι το 68% των εκπαιδευτικών δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν τον κήπο για ακαδημαϊκή διδασκαλία των παρακάτω γνωστικών αντικειμένων: επιστήμη γενικά (65%), διατροφή (47%), μελέτη περιβάλλοντος (43%), γλωσσικές τέχνες (42%), μαθηματικά (40%) και αγροτικές μελέτες (27%).

Με βάση τα παραπάνω, κρίνεται απόλυτα αναγκαίος ο επαναπροσδιορισμός των τοπίων που γειτνιάζουν με το σχολικό περιβάλλον, ειδικά στις αστικές περιοχές όπου οι μαθητές στερούνται την επαφή με το φυσικό περιβάλλον και η αυλή του σχολείου τους χαρακτηρίζεται από παντελή απουσία φυσικών στοιχείων και περιορισμό ελεύθερου παιχνιδιού. Τα παιδιά της πόλης συνήθως δεν έχουν τη δυνατότητα να παίξουν στους δρόμους, σε αλάνες, δασύλλια και πάρκα γι' αυτό και οι δραστηριότητές τους εκτός σχολείου, περιορίζονται κυρίως σε κλειστούς χώρους (π.χ. στο φροντιστήριο, γυμναστήριο, στο σπίτι παίζοντας ηλεκτρονικά παιχνίδια και επικοινωνώντας μέσω διαδικτύου), (Κουμαρά 2017).

Ο σκοπός λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι η ποιοτική και η λειτουργική αναβάθμιση ενός χώρου αστικού πρασίνου, με ταυτόχρονη δημιουργία ενός πάρκου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, δηλαδή ενός εργαστηρίου της φύσης μέσα στην πόλη, για την ψυχοσωματική ανάπτυξη, εκπαίδευση και ψυχαγωγία των μαθητών (Rickinson κ.α. 2004). Η ιδέα αφορά, αρχικά, έναν τόπο τόσο παιχνιδιού, έκφρασης και δημιουργίας, όσο και εξοικείωσης των μαθητών με το φυσικό περιβάλλον, την παρατήρηση της ποικιλομορφίας της φύσης, την αναγνώριση των ειδών πανίδας και χλωρίδας, τη λειτουργία του μικρού οικοσυστήματος, την αναγνώριση των αναγκών αυτού, την ανάληψη ευθυνών για τη φροντίδα της φύσης και εν συνεχεία τη γνωριμία τους με τις έννοιες ανακύκλωση, κομποστοποίηση, κυκλική οικονομία, αλλά και την εκπαίδευσή τους πάνω σε θέματα κλιματικής αλλαγής. Πρόκειται για το χώρο πρασίνου στην πόλη Περαιά, του Δήμου Θερμαϊκού, περιφερειακής ενότητας Θεσσαλονίκης. Η περιοχή κρίνεται ιδανική για να λειτουργήσει και ως χώρος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αφού γειτνιάζει με δύο σχολικά συγκροτήματα, βρίσκεται σε κοντινή απόσταση με άλλα 14 σχολικά συγκροτήματα, δεν υφίσταται κανένα άλλο διαμορφωμένο πάρκο στην ευρύτερη περιοχή, ενώ σε απόσταση μικρότερη του ενός χιλιομέτρου βρίσκεται ο υγρότοπος της Περαιάς, μια πολύτιμη φυσική έκταση που φιλοξενεί σπάνια και προστατευτέα στοιχεία φυσικού περιβάλλοντος, ωστόσο είναι τελείως παραμελημένη. Με την παρούσα μελέτη επανασχεδιασμού, προσδοκούμε επίσης το πάρκο να αποτελέσει ένα χώρο πρασίνου που θα προσφέρει στους πολίτες του Δήμου μια διέξοδο ευεξίας, ψυχαγωγίας, άθλησης και μία ανάσα χαλάρωσης από τους γρήγορους ρυθμούς ζωής της πόλης.

Περιοχή μελέτης

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε υφιστάμενο χώρο πρασίνου στην πόλη Περαιά, που αποτελεί την έδρα του Δήμου Θερμαϊκού (πληθυσμός 50.264 κάτοικοι) περιφερειακής ενότητας Θεσσαλονίκης, και παρουσιάζει αλματώδη πληθυσμιακή αύξηση τα τελευταία χρόνια και ειδικά την καλοκαιρινή περίοδο. Στην Περαιά λειτουργούν σήμερα επτά νηπιαγωγεία, πέντε δημοτικά σχολεία, δύο γυμνάσια και δύο λύκεια, ενώ υπάρχει σημαντική έλλειψη κοινωφελών χώρων πρασίνου (πάρκα). Ο υπο-μελέτη χώρος είναι έκτασης 21.604 m², επίπεδος, σε υψόμετρο 5 μ. (Εικόνα 1) και απέχει μόλις 220μ. από τη θάλασσα. Στο βόρειο τμήμα του λειτουργούσε παλαιότερα πάρκο κυκλοφοριακής αγωγής και σχετικά πρόσφατα δόθηκαν σε λειτουργία ένα αναψυκτήριο και κάποιοι χώροι υγιεινής. Το νότιο τμήμα του περιλαμβάνει ένα χώρο εκδηλώσεων, δύο παιδικές χαρές, ένα υπαίθριο σκάκι και ένα χώρο στάθμευσης. Ο υπο-μελέτη χώρος οριοθετείται από τις οδούς Ανθέων στη νότια πλευρά, Φιλίππου στην ανατολική και Ευριπίδου στη βόρεια, ενώ στη δυτική πλευρά εφάπτεται ο πεζόδρομος (πρώην οδός Ρήγα Φεραίου) μέσω του

οποίου το πάρκο επικοινωνεί σχεδόν άμεσα με το 4^ο Δημοτικό και το 2^ο Γυμνάσιο. Η βλάστηση της ευρύτερης περιοχής έρευνας εντάσσεται στην παραμεσογειακή ζώνη (*Quercetalia pubescentis*). Το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης, επηρεάζεται έντονα από τους βορινούς ανέμους (βαρδάρης). Το κλίμα της υπο μελέτης περιοχής όπως και της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης χαρακτηρίζεται ως υπό-υγρο θερμό, προς υπο-ωκεανικό σύμφωνα με τον φυτοκλιματικό χάρτη της Ευρώπης. Στην περιοχή της Περαίας, η μέση ανώτερη θερμοκρασία των ετών 2013-2018 κυμάνθηκε από 24,20°C έως 27,37°C και η μέση κατώτερη από 8°C έως 9°C, ενώ το έτος που ξεκίνησε η μελέτη (2017) παρατηρήθηκε η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία της τάξης των 38,6°C (Μετεωρολογικός σταθμός Καλαμαριάς).

Υλικά και μέθοδοι

Πριν την πρόταση αναδιαμόρφωσης της περιοχής μελέτης, προηγήθηκε εκτενής ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης του χώρου μελέτης, με αρκετές επισκέψεις στην περιοχή, καταγραφή και χαρτογραφική αποτύπωση των υποδομών και των ήδη εγκατεστημένων φυτικών ειδών, αξιολόγηση της ζωτικότητας και της υγείας των φυτικών ειδών, καθώς και κάποιες συναντήσεις με τους μαθητές και εκπαιδευτικούς των γειτονικών σχολικών συγκροτημάτων. Η όλη έρευνα και ο επανα-σχεδιασμός του πάρκου διήρκησε δύο έτη (2017-2019). Ως εργαλείο σχεδίασης της πρότασης χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD.

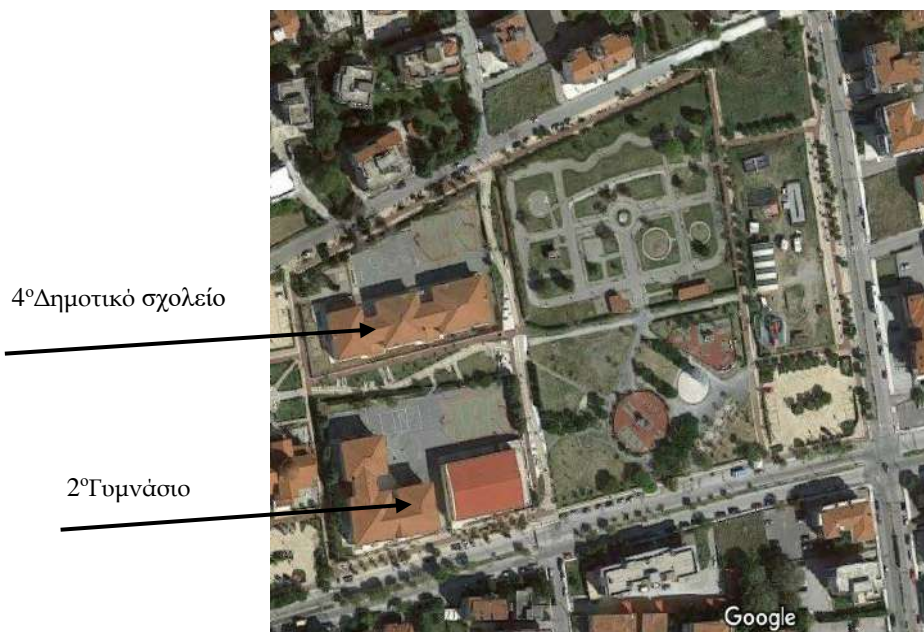
Οι βασικοί άξονες που στηρίχτηκε η πρόταση αναδιαμόρφωσης του πάρκου ήταν:

A) Ο εμπλουτισμός με νέα φυτικά είδη (δενδρώδη και θαμνώδη) της ελληνικής χλωρίδας, τα οποία θα επιλεγούν με βάση τις αρχές της οικολογίας, την αύξηση της αστικής βιοποικιλότητας, τις αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού, τις ανάγκες για εκπαίδευση στο φυσικό κόσμο και την αισθητική του τοπίου, δημιουργώντας γραμμές και υφές που μιμούνται όσο τον δυνατόν τη φύση (νατουραλιστική προσέγγιση). Συγκεκριμένα λήφθηκαν υπόψη: i) η ζώνη βλάστησης και το κλίμα της περιοχής της Περαίας, ii) ο ρυθμός, ο τρόπος ανάπτυξης και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των φυτών (π.χ. ταχυαυξή-βραδυαυξή είδη, δέντρα σκίασης, φυλλοβόλα-αιθαλή, το ύψος των δέντρων και θάμνων κ.α.), καθώς τα δένδρα και οι θάμνοι είναι ζωντανοί οργανισμοί, και επομένως η λειτουργικότητά τους κατά τον σχεδιασμό πρέπει να θεωρηθεί δυναμική και όχι στατική (Ντάφης 2001), iii) οι βιολογικές απαιτήσεις των φυτικών ειδών (για τις νέες φυτεύσεις), iv) δενδρώδη και θαμνώδη είδη που προσελκύουν πτηνά και γενικά είδη πανίδας για τροφή, κάλυψη, φωλεοποίηση όπως: είδη σφενδάμου (*Acer* sp.), ο φράξος (*Fraxinus ornus*), το σκλήθρο (*Alnus glutinosa*), η υγράμπαρη (*Liquidambar styraciflua* και *orientalis*), η μελικοκιά (*Celtis australis*), είδη φλαμουριάς (*Tilia* sp.), είδη βιβούρνου (*Viburnum* sp.), το αγιόκλημα (*Lonicera* sp.) κ.α.. Αξίζει να σημειωθεί ότι στον υγρότοπο, που απέχει μικρή απόσταση από το πάρκο μελέτης, έχουν καταγραφεί περισσότερα από 130 είδη πουλιών, ενώ πολλά προστατευόμενα είδη κοινοτικού ενδιαφέροντος χρησιμοποιούν την περιοχή για αναπαραγωγή, διαχείμαση ή στάση κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης (<https://www.callisto.gr/blog/o-ygrotopos-tis-peraias>), v) τα αισθητικά χαρακτηριστικά των ειδών, δηλαδή η μορφή της κόμης, το χρώμα φυλλώματος, οι χρωματισμοί και η ευωδία φυλλώματος και ανθέων όπως τα είδη : χρυσόξυλο (*Cotinus coggygria*), μυρτιά (*Myrtus communis*), λεβάντα (*Lavandula stoechas*) κ.α., (Sherrill και Brittingham 2001, Τσακαλδήμη 2003, Κοράκης 2015, Hiron και Sjöman 2018, Καλογήρου κ.α. 2019).

B) Η έρευνα και στη συνέχεια η επιλογή των κατάλληλων φυτικών ειδών για την εξασφάλιση της ασφάλειας, τη διέγερση της φαντασίας και της εκπαίδευσης των μαθητών, σε αντικείμενα όπως η βιολογία, η μελέτη περιβάλλοντος, η ζωγραφική, η ιστορία, η μυθολογία, ο πολιτισμός κ.α. Κατά τον σχεδιασμό λήφθηκε μέριμνα ώστε τα νέα φυτικά είδη που προτείνονται να μην είναι τοξικά και να μη φέρουν αγκάθια, για την ασφάλεια των μαθητών. Ερευνήθηκε κατόπιν ποια από τα προτεινόμενα φυτικά είδη έχουν φαρμακευτική, ιστορική και λαογραφική αξία ώστε να μπορούν να διεγείρουν το ενδιαφέρον των παιδιών και να καλύψουν εκπαιδευτικές ανάγκες μελετώντας την ελληνική φύση αλλά συγχρόνως και την ελληνική ιστορία μέσα από τις αναφορές του Αριστοτέλη, του Ιπποκράτη, του Θεόφραστου, του Διοσκουρίδη, του Ηροδότου, Ομήρου και άλλων (Forster 1936, 1952, Baumann 1993, Ημέλλος 1999, Μαρίνου 2013).

Γ) Η μελέτη της περιοδικότητας των βιολογικών φάσεων (φαινολογία) που σηματοδοτούν τον κύκλο ζωής των φυτικών ειδών του πάρκου. Η σύγχρονη «φαινολογία» είναι η μελέτη του χρόνου επαναλαμβανόμενων βιολογικών γεγονότων στο ζωικό και φυτικό κόσμο, τα αίτια του συγχρονισμού τους σε σχέση με τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, και η συσχέτιση μεταξύ φάσεων του ίδιου

ή διαφορετικού είδους. Η έκπτυξη των φύλλων, η ανθοφορία, η ωρίμανση των καρπών, οι αλλαγές στα χρώματα των φυτών, η πτώση των φύλλων το φθινόπωρο, αποτελούν μερικά παραδείγματα φαινολογικών γεγονότων (Koch κ.α. 2009). Η στενή σχέση μεταξύ της ανάπτυξης των φυτών, του καιρού και του κλίματος έχει οδηγήσει στη δημιουργία φαινολογικών δικτύων παρατήρησης που διευθύνονται από Εθνικές Μετεωρολογικές Υπηρεσίες σε πολλές χώρες του κόσμου. Ωστόσο, η ανάληψη δράσης για την επίλυση των προβλημάτων κλιματικής αλλαγής θεωρείται δύσκολη για τους ανθρώπους λόγω της αβεβαιότητας γύρω από τα θέματα αυτά, αλλά ακόμη πιο δύσκολη για τους μαθητές, μια και οι γνώσεις και οι ικανότητες που απαιτούνται για την κατανόησή τους, δεν είναι εύκολο να αποκτηθούν (Varela, 2020). Ένα φαινόμενο που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή και θα μπορούσε να βοηθήσει στην κατανόησή της, είναι η φαινολογία των φυτών. Η χρονική εμφάνιση των φάσεων του κύκλου ζωής των φυτών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, είναι ένας σημαντικός δείκτης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα (Gazal κ.α. 2008, Nakamura κ.α. 2018).



Εικόνα 1. Κάτοψη περιοχής μελέτης στην πόλη Περαία, Δήμος Θερμαϊκού (πηγή: Google maps)
Picture 1. Top view of the study area, Peraia, Thermaikos municipality.

Δ) Η δημιουργία ενός «ρολογιού ζωής» στο χρόνο, στο οποίο θα δίνονται πληροφορίες που προέκυψαν από την έρευνα στις παραπάνω Β) και Γ) περιπτώσεις, όπως: εξέλιξη της ανθοφορίας και της καρποφορίας στη διάρκεια του έτους, το είδος και το χρώμα των ανθών και των καρπών, τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς χρωματισμούς των φύλλων, τα αιθιαλή είδη, τα είδη που έχουν φαρμακευτική, ιστορική, λαογραφική αξία. Το «ρολόι» αυτό θα αποτελεί ένα εργαλείο εκπαίδευσης σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά αντικείμενα και θα διευκολύνει τη διεξαγωγή περιβαλλοντικών προγραμμάτων (GLOBE 2005). Με τη βοήθεια αυτού του ενδεικτικού ρολογιού, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούν να εκπαιδεύσουν τους μαθητές στο να προσδιορίζουν τις φαινοφάσεις των φυτών, να αναγνωρίζουν φυτικά είδη, να μαθαίνουν μέσα από αυτά έννοιες της βιολογίας και του περιβάλλοντος και κυρίως να πειραματίζονται με συσχετίσεις μεταξύ του κλίματος και της άνθισης/ καρποφορίας των φυτών.

Ε) Η αξιοποίηση των υπάρχοντων υποδομών για τη φυσική άσκηση (μάθημα Φυσικής Αγωγής) και το παιχνίδι των μαθητών μέσα στο πάρκο αλλά και για τη διεξαγωγή εργαστηρίων για την εξοικείωση των μαθητών με τη χλωρίδα και την πανίδα της πόλης, τη λειτουργία του οικοσυστήματος, τους κύκλους της ζωής, τη φαινολογία, την ανακύκλωση, την κομποστοποίηση, την αναγνώριση φυτικών ειδών, την αναπαραγωγή, τη φύτευση και τη φροντίδα των φυτών.

ΣΤ) Η αναβάθμιση της ποιότητας και της λειτουργικότητας του πάρκου, δημιουργώντας ένα πιο νατουραλιστικό και φιλόξενο πράσινο χώρο για τους κατοίκους της περιοχής.

Αποτελέσματα

Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης

Με μία πρώτη περιήγηση στο πάρκο γίνεται γρήγορα ξεκάθαρο πως οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν για τους επισκέπτες αλλά και για τα παιδιά στο χώρο, είναι αρκετοί. Κατεστραμμένοι φωτιστικοί ιστοί, εκτεθειμένα καλώδια, ελάχιστοι λειτουργικοί κάδοι απορριμμάτων, ύπαρξη πολλών διάσπαρτων απορριμμάτων, παγκάκια σε θέσεις χωρίς σκίαση και γενικά έλλειψη θερμικής άνεσης κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, είναι τα βασικότερα προβλήματα του χώρου. Η σήμανση της κυκλοφοριακής αγωγής έχει καταστραφεί και πλέον είναι ανενεργή. Στο χώρο υπάρχει ένα μικρό αμφιθέατρο χωρητικότητας 25 θέσεων περίπου, αρκετό για να επιτελέσει ρόλο υπαίθριας τάξης, το οποίο όμως χρειάζεται άμεσα συντήρηση.

Όσον αφορά την αξιολόγηση της υφιστάμενη κατάσταση της βλάστησης και των φυτεύσεων που έγιναν στο πάρκο, διαπιστώνεται ότι απουσιάζει η λειτουργική σχεδίαση στις υφιστάμενες φυτεύσεις, και επιλέχθηκαν πολλά ξενικά φυτικά είδη. Η κατάσταση υγείας των περισσότερων φυτικών ειδών είναι μέτρια προς κακή, ειδικά στο βόρειο τμήμα του. Τα περισσότερα φυτικά είδη αυξάνουν καχεκτικώς, ή ασθενούν λόγω του ότι υποφέρουν επειδή φυτεύθηκαν εκτός ζώνης εξάπλωσης του είδους (π.χ. *Acer platanoides*, *Abies borisii-regis*), ή έχουν προσβληθεί από ξυλοφάγα έντομα (π.χ. η καλλωπιστική δαμασκηλιά) ή έχουν νεκρωθεί καθώς πολλά από αυτά έχουν υποστεί βανδαλισμούς και κινδυνεύουν από μολύνσεις.

Ανάλυση της πρότασης ανα-διαμόρφωσης του χώρου μελέτης

Η πρόταση αναδιαμόρφωσης του χώρου, όπως αναλύεται παρακάτω έχει πολλαπλό χαρακτήρα: προσφέρει στους κατοίκους της περιοχής μία όαση πρασίνου για ξεκούραση, άθληση, αναψυχή, δημιουργεί για τα παιδιά και ειδικότερα τους μαθητές ένα πολυποίκιλο «σκηνικό» για άθληση, παιχνίδι και μάθηση και συγχρόνως αποτελεί σημαντικό πεδίο διεξαγωγής σύγχρονων εκπαιδευτικών περιβαλλοντικών προγραμμάτων (Σχ. 1) με την κατάλληλη επιλογή φυτικών ειδών (Σχ. 2) αλλά και την ιδέα δημιουργίας ενός «ρολογιού ζωής» με πληροφορίες σχετικά με τις φαινολογικές φάσεις αντιπροσωπευτικών φυτικών ειδών του πάρκου (Σχ. 3).

Τα φυτά με τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (μορφή κόμης, άνθη, φύλλα, βλαστοί, καρποί), προσδίδουν αισθητική αξία στο τοπίο κατά τη διάρκεια των εποχών του χρόνου αλλά συνάμα διεγείρουν πολλές άλλες αισθήσεις (όσφρηση, γεύση, αφή) και μνήμες. Η περιοδικότητα των βιολογικών φάσεων όλων των φυτικών ειδών του πάρκου θα έχει ως εξής (Σχ. 3): την περίοδο της άνοιξης και του καλοκαιριού το πάρκο θα κατακλύζεται από ποικιλία χρωμάτων και αρωμάτων των ανθέων των φυτικών ειδών. Κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα, θα είναι έντονη η ποικιλία χρωμάτων και μορφών των καρπών όπως: δρύπες, κάρυα, κώνοι, στρόβιλοι, ράγες, χένδρωπες, κυπελοφόρα βαλανίδια, αχάινια κ.α. Ιδιαίτερη θα είναι και η συμβολή χρώματος του φυλλώματος με κιτρινο-πορτοκαλο-κόκκινους χρωματισμούς πολλών ειδών όπως: *Populus alba*, *Liquidambar sp.*, *Ampelopsis*, *Acer campestre*, *Cotinus coggygria*, *Ceratonia siliqua*, *Gingo biloba*, *Fraxinus ornus*, *Salix babylonica*. Όσο διαρκεί ο χειμώνας, θα κυριαρχούν στο τοπίο του πάρκου τα παρακάτω αειθαλή (δενδρώδη και θαμνώδη) είδη με την πράσινη κόμη τους: *Pinus pinea*, *Rhus coriaria*, *Myrtus communis*, *Viburnum tinus*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europea*, *Vitex agnus castus*, *Pyracantha coccinea*, *Cupressus sempervirens* και *Cupressus macrocarpa*, *Quercus ilex*, *Lavandula stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Laurus nobilis*, *Arbutus unedo* και *adrachne*, *Cedrus sp.*

Τα φυτικά είδη: *Myrtus communis*, *Ficus carica*, *Laurus nobilis*, *Platanus orientalis*, *Sambucus nigra*, *Lonicera etrusca*, *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Lavandula stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Tilia cordata*, *Tilia tomentosa*, *Quercus sp.*, *Cercis siliquastrum*, *Cupressus sempervirens*, τα οποία επιλέχθηκαν, μετά από τη βιβλιογραφική έρευνα σχετικών συγγραμμάτων, θα αποτελούν το «μέσο» της διέγερσης του ενδιαφέροντος των παιδιών για τη μελέτη της ελληνικής ιστορίας και λαογραφίας μέσα από την ελληνική φύση. Τα παραπάνω φυτικά είδη αναφέρονται από τον Αριστοτέλη, τον Ίπποκράτη, τον Θεόφραστο, το Διοσκουρίδη, τον Όμηρο ως είδη με φαρμακευτική αξία, συνδέονται με τη λατρεία των αρχαίων στους θεούς, αναφέρονται ακόμη σε μύθους και σε λαογραφικά κείμενα (Forster 1936, 1952, Baumann 1993, Ημέλλος 1999).

Η δυτική πλευρά του πάρκου συνορεύει με τα δύο σχολεία (Σχ. 1). Λόγω του ότι ο φυτοφράχτης αποτελεί το πρώτο οπτικό ερέθισμα των παιδιών μέσα από την αίθουσα της τάξης, προτάθηκαν φυτεύσεις του θαμνώδους είδους βιβούρνο (*Viburnum tinus*) και του δενδρώδους είδους λευκής λευκής

(*Populus alba*), αραιού φυτευτικού συνδέσμου, ώστε να μην αποκρύπτεται το εσωτερικό του πάρκου από την πλευρά των σχολείων, και ταυτόχρονα να προσφέρεται τόσο ηχητική όσο και οπτική ευχαρίστηση λόγω της ιδιόμορφης κίνησης του φυλλώματός της με τον αέρα. Ο συνδυασμός των διαφορετικών υψών και των χρωμάτων των δύο ειδών, προσφέρουν κλιμάκωση στο ύψος και ποικιλία στο χρωματισμό του δυτικού μετώπου μέσα στο έτος. Επίσης στη δυτική πλευρά, προτείνεται η δημιουργία ενός βοτανικού κήπου φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών (B1) ο οποίος θα φέρει σε επαφή τα παιδιά της πόλης, με την πηγή προέλευσης των αφεψημάτων, βοτάνων, εδώδιμων και φαρμακευτικών προϊόντων που καταναλώνουν καθημερινά. Έτσι προτείνονται φυτεύσεις των ειδών: *Salvia officinalis* L. (ελελίσφακος), *Origanum majorana* L. (ορίγανο η ματζουράνα), *Mentha longifolia* Huds. (μέντα μακρόφυλλη), *Rosmarinus officinalis* L. (δενδρολίβανο), *Melissa officinalis* L. (μέλισσα η φαρμακευτική), *Hypericum perforatum* L. (σπαθόχορτο), *Lavandula stoechas* L. (αγριολεβάντα). Ένα μονοπάτι θα χωρίζει τον βοτανικό κήπο αρωματικών (B1) και τον βοτανικό κήπο δενδρώδων ατόμων (B2). Στο δεύτερο κήπο, θα διατηρηθούν τα υπάρχοντα δενδρώδη είδη του πάρκου αλλά θα γίνει και εμπλουτισμός με νέα δενδρώδη είδη, σύμφωνα με τις αρχές που ετέθησαν στο κεφάλαιο «Μεθοδολογική Προσέγγιση». Στον κήπο αυτό (B2), οι μαθητές μπορούν να γνωρίσουν μερικά δενδρώδη είδη τα οποία συνδυάζουν ποικιλία υφών κορμών και φύλλων, χρωμάτων, ρυθμών αύξησης, φαινολογίας όπως: σοφόρα (*Sophora japonica*), λέυκη λευκή (*Populus alba*), κυπαρίσι ελληνικό (*Cupressus sempervirens*), ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia*), πλάτανος (*Platanus orientalis*), χρυσόξυλο (*Cotinus coggygria*), μέλια (*Melia azedarach*), χνοώδης δρυς (*Quercus pubescens*), χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*), υγράμπαρη (*Liquidambar orientalis*), γάυρος ανατολικός (*Carpinus orientalis*), φλαμουριά (*Tilia cordata*), σφενδάμι πεδινό (*Acer campestre*) και φελλοφόρος δρυς (*Quercus suber*). Ο χώρος του αμφιθεάτρου θα μπορούσε να παίξει το ρόλο της υπαίθριας αίθουσας-εργαστηρίου. Οι μαθητές μπορούν να συγκεντρώνονται στο αμφιθέατρο για συζήτηση με τους εκπαιδευτικούς αλλά και για να μελετούν τα ευρήματα που συλλέξανε (άνθη, φύλλα, καρπούς, έντομα κ.α.) από τους επιμέρους χώρους του πάρκου. Η φύτευση δέντρων φλαμουριάς (*Tilia tomentosa*) θα βοηθήσει στην ενίσχυση της σκίασης και διατήρηση της δροσιάς τους ανοιξιάτικους/καλοκαιρινούς μήνες, δημιουργώντας ένα πιο άνετο και δροσερό περιβάλλον για τους μαθητές.

Κάτω από το πέτρινο κτίσμα (1) προτείνεται να δημιουργηθεί ο χώρος κομποστοποίησης (K) με 2 κάδους. Στο χώρο αυτό τα παιδιά θα έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν το δικό τους οργανικό λίπασμα 'κομπόστ' από φυτικά υπολείμματα του κολατσιού τους και από φυτικά υπολείμματα (φύλλα, κομμάτια φλοιού κ.α), που θα μπορούν να συλλέξουν από το πάρκο και τελικά να κατανοήσουν στην πράξη την αξία της ανακύκλωσης των οργανικών υπολειμμάτων και τον κύκλο θρεπτικών συστατικών σε ένα οικοσύστημα. Το 'κομπόστ' θα μπορούν να το χρησιμοποιούν στη συνέχεια ως τροφή-λίπασμα για τα φυτά του πάρκου, ενισχύοντας έτσι την αίσθηση οικειοποίησης του χώρου και την ιδέα της κυκλικής οικονομίας. Για την οριοθέτηση του χώρου κομποστοποίησης, η μπορντούρα με αρωματικά φυτά δένδρολίβανου και λεβάντας (*Rosmarinus officinalis* και *Lavandula stoechas*) εξυπηρετεί ώστε να αναδύονται ευχάριστες μυρωδιές στα παιδιά, ενώ θα δραστηριοποιούνται στον χώρο αυτό. Το πέτρινο κτίσμα (1) προτείνεται να λειτουργεί ως χώρος φύλαξης για τα εργαλεία- υλικά που θα χρησιμοποιούν τα παιδιά, ενώ για τον εξωραϊσμό της όψης αυτού, προτείνεται η μερική κάλυψή του με αναρριχώμενα είδη: παρθενόκισσος (*Ampelopsis* sp.) και αγιόκλημα (*Lonicera etrusca*), όπως και φύτευση δύο ατόμων ελιάς (*Olea europea*) στη βόρεια πλευρά του κτίσματος.

Στο κέντρο του βόρειου τμήματος του πάρκου υπάρχει ένα ανενεργό συντριβάνι. Προτείνεται η επαναλειτουργία του, και περιμετρικά να δημιουργηθούν τέσσερα καναλάκια νερού έτσι ώστε να δοθεί η δυνατότητα κοντινής προσέγγισης του υδάτινου στοιχείου για τις ανάγκες διαφόρων παιχνιδιών και δραστηριοτήτων με το νερό. Είναι γνωστό ότι το υδάτινο στοιχείο διεγείρει το μυαλό και τις αισθήσεις δια μέσου της εικόνας και του ήχου και λειτουργεί και ως μέσο μείωσης του άγχους και για το λόγο αυτό έχει κύριο ρόλο στους θεραπευτικούς κήπους. Συμβολίζει επίσης τη διαύγεια και τον κύκλο της ζωής, ενώ την καλοκαιρινή περίοδο συμβάλλει στο δροσισμό του μικρο-περιβάλλοντος. Περιφερειακά του υδάτινου στοιχείου, στα υφιστάμενα άτομα καλλωπιστικής δαμασκηλιάς (*Prunus cerasifera*) προτείνεται να προστεθούν φυτεύσεις ατόμων σκλήθρου (*Alnus glutinosa*), ενός χαρακτηριστικού φυτικού είδους της υδροχαρούς ελληνικής βλάστησης. Επίσης θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο σε αυτό το κεντρικό σημείο του πάρκου, να τοποθετηθεί μια ευδιάκριτη ξύλινη κατασκευή με τα σημεία του ορίζοντα για την εκπαίδευση στον προσανατολισμό.

Βόρεια-Βορειοανατολικά του υδάτινου στοιχείου, προτείνεται η δημιουργία ενός χώρου εξερεύνησης. Οι θέσεις των δένδρων και θάμνων κατανέμονται στο χώρο με βάση τα ύψη και τη μορφή των κομών τους, έτσι ώστε να δημιουργούν αποσπασματικές σκιάσεις, και με το φύλλωμά τους να κρύβουν μερικώς το τοπίο που ακολουθεί, δημιουργώντας έτσι μία αίσθηση μυστηρίου. Επιπλέον, με την επανάληψη ειδών και παρόμοιων υφών αλλά και με τις καμπυλώσεις του μονοπατιού ενισχύεται η αίσθηση φυσικότητας του τοπίου. Διαμέσου αυτών των χαρακτηριστικών, η περιέργεια του παιδιού πυροδοτείται και ωθείται προς περαιτέρω εξερεύνηση και ανακάλυψη του φυσικού τοπίου.

Στα αριστερά της ανατολικής εισόδου του πάρκου, ο χώρος προσφέρεται για εγκατάσταση σπορείου και φυτωρίου, όπου οι μαθητές θα μπορούν να αναπαράγουν τα δικά τους φυτά ή και λαχανικά βιώνοντας τη διαδικασία αναπαραγωγής, ανάπτυξης και φροντίδας των φυτών, ενώ θα μπορούν να χρησιμοποιούν το νερό από το συλλέκτη-δεξαμενή (Σ) του νερού της βροχής. Το στέγαστρο (3) προτείνεται να λειτουργήσει ως χώρος υπαίθριου εργαστηρίου με τοποθέτηση πάγκου εργασίας για καθαρισμό καρπών και εξαγωγή σπόρων, ανάμιξη εδαφικών μιγμάτων, δημιουργία φυτολογίου και εντομολογίου, μελέτη ανατομίας φυτών-εντόμων, δημιουργία κατασκευών και χειροτεχνιών με καρπούς, σπόρους, φύλλα, λάσπη κ.α, αποτυπώσεις, ζωγραφίες). Το υπάρχον στέγαστρο (6) (εμβαδόν 30 τ.μ.) προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για εκδηλώσεις και για εκθέσεις των έργων των μαθητών.

Το νότιο-ανατολικό τμήμα του πάρκου βρίσκεται σε αρκετά καλή κατάσταση, καθώς σχεδιάστηκε σχετικά πρόσφατα. Λειτουργούν ήδη δυο ενδιαφέρουσες παιδικές χαρές (8 και 9) για τους μικρούς επισκέπτες και ένα υπαίθριο επιδαπέδιο σκάκι (7). Για το λόγο αυτό προτείνονται φυτεύσεις οκτώ δενδρωδών ατόμων υγράμπαρης (*Liquidambar orientalis*) περιφερειακά της κεντρικής παιδικής χαράς, που αποσκοπούν στην καλύτερη σκίαση και το δροσισμό του χώρου.

Ανατολικά της υπό μελέτης έκτασης, σε επιφάνεια 3,5 στρεμμάτων, προτείνεται η εγκατάσταση δύο γηπέδων καλαθοσφαίρισης κανονικών διαστάσεων και ενός γηπέδου ποδοσφαίρου 7x7. Η δημιουργία τέτοιων χώρων άθλησης στη περιοχή κρίνεται αναγκαία, διότι ο κοντινότερος χώρος άθλησης ελεύθερης πρόσβασης, στον οποίο μπορούν να δραστηριοποιηθούν, να παίξουν και να εκτονωθούν τα παιδιά όλων των ηλικιών με ασφάλεια, βρίσκεται στην περιοχή της άνω Περαιάς, σε απόσταση 2 χιλιομέτρων.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Πολλές επιστημονικές έρευνες έχουν καταλήξει στο ότι οι χώροι πρασίνου στην πόλη βελτιώνουν το μικροκλίμα, περιορίζουν τη ρύπανση (ηχορύπανση και αέριοι ρύποι), συμβάλλουν στη διατήρηση της αστικής βιοποικιλότητας, συνεισφέρουν στη ψυχοσωματική υγεία του ανθρώπου, εξωραΐζουν το αστικό τοπίο και παρέχουν δυνατότητες για αξιοποίηση του ελεύθερου χρόνου μέσα από τον περίπατο, το παιχνίδι, την άθληση, τον πολιτισμό, την επαφή με τη φύση και τη δημιουργία συναισθημάτων (Γκανάτσας κ.α. 2002, Τσακαλδήμη κ.α. 2017). Πέραν τούτου, ο πράσινος αστικός χώρος μπορεί να αποτελέσει έναν πολυσχιδή χώρο εκπαίδευσης μαθητών (μελέτη της φύσης, πειράματα, δημιουργία τέχνης, ερμηνεία μουσικής, άθληση και παιχνίδι) και να ενισχύει πολλές διαφορετικές μορφές ευφυΐας και ικανοτήτων. Ειδικότερα το αστικό πάρκο που καταφέρνει να μεταφέρει το φυσικό κόσμο μέσα στην πόλη, προσφέρεται ως ένα αυθεντικό πλαίσιο για τα παιδιά για να κατασκευάσουν και να ερμηνεύσουν το νόημα των περιβαλλοντικών τους εμπειριών, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην ψυχική και σωματική υγεία των παιδιών, στη συναισθηματική, γνωστική και κοινωνική ανάπτυξή τους καθώς και στην απόκτηση ιδιαίτερων ικανοτήτων, όπως η ανάπτυξη των αισθήσεων, της αισθητικής τους, της αίσθησης το χώρου κ.ά. (Elliott 2010).

Αναλύοντας σημείο προς σημείο την παρούσα σχεδίαση του αστικού πάρκου, μπορεί να αντιληφθεί κανείς ότι με την υλοποίησή της θα καταστεί δυνατή η σύνδεση μεταξύ φυσικού περιβάλλοντος και εκπαίδευσης μέσω των παρακάτω τριών αλληλο-εξαρτώμενων διαστάσεων που σκοπό έχουν την ενασχόληση του ατόμου με το περιβάλλον και την ευαισθητοποίησή του για τις απειλές που δέχεται (UNESCO 1985):



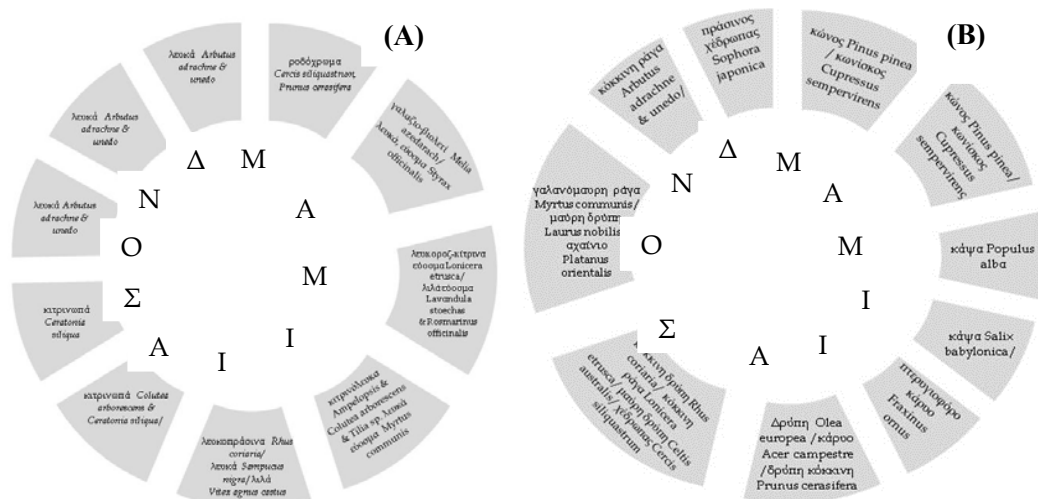
Σχήμα 1. Σχέδιο πρότασης ανα-διαμόρφωσης πάρκου. Όπου 1:πέτρινο κτίσμα, 2: Αναγκητήριο, 3:Στέγαστρο, 4:Αμφιθέατρο, 5:προτεινόμενο Σπορείο/Φυτώριο, 6: Στέγαστρο για εκδηλώσεις-εκθέσεις, 7: επιδαπέδιο Σκάκι, 8: Παιδική χαρά, 9: Παιδική χαρά, 10: χώρος Στάθμευσης, 11: Γήπεδο ποδοσφαίρου, 12: Γήπεδα καλαθοσφαίρισης, Κ:προτεινόμενοι Κάδοι Κομποστοποίησης, Β1:προτεινόμενος Βοτανικός κήπος αρωματικών-φαρμακευτικών Β2:προτεινόμενος Βοτανικός κήπος δέντρων, Σ:προτεινόμενος Συλλέκτης-δεξαμενή νερού της βροχής.

Figure 1. The top view of the re-design of the park.

Υπόμνημα φυτικών ειδών			Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
Συμβολο	Γένος	Είδος	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Pinus	pinia	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Styax	officinalis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Quercus	alis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Scoparia	japonica	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Populus	alba	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Mytilus	coronatus	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Pinus	conata	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Liquidambar	orientalis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Robinia	pseudacacia*	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Cupressus	macrocarpa	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Ficus	calyciflora	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Laurus	robur	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Ulmus	campestris	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Populus	occidentalis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Platanus	occidentalis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Aster	adnigrus	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Sambucus	nigra	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Lonicera	etruca	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Asperula	sp	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Olea	europaea	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Liquidambar	styraciflua	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Ginkgo	biloba	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Cedrela	albescens	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Aster	umbellatus	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Viburnum	tinum	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Cornus	stolonifera	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Lonicera	xylosteum	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Rosmarinus	officinalis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Tilia	tomentosa	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Tilia	cordata	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Quercus	suber	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Quercus	pubescens	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Celtis	australis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Carpinus	orientalis	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Alnus	glabrisse	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Tamarix	hexandra	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Fraxinus	excelsa	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Cercis	chrysantha	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Cedrus	sp	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Acer	campestre	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis
	Pinus	maritima	Ulmus campestris	Rosmarinus officinalis

Σχήμα 2. Υπόμνημα όλων των φυτικών ειδών του πάρκου (υφιστάμενων και προτεινόμενων)

Figure 2. Legend of the plant species of the park.



Σχήμα 3. Η περιοδικότητα των βιολογικών φάσεων (ρολόι της ζωής) αντιπροσωπευτικών φυτικών ειδών του πάρκου στη διάρκεια της βλαστικής τους δραστηριότητας στους 10 μήνες του έτους, (Α): χρώμα ανθέων και μήνας άνθησης, (Β): είδος και χρώμα καρπού.

Figure 3. The phenology of representative plant species of the park, during their vegetative activity in the 10 months of the year, (A): color of flowers and month of flowering, (B): type and color of fruit.

i) Εκπαίδευση για το περιβάλλον, δηλαδή θα αποκτηθούν γνώσεις για τη λειτουργία του φυσικού οικοσυστήματος και τους παράγοντες που επιδρούν σε αυτό, ii) Εκπαίδευση μέσα στο περιβάλλον, δηλαδή το περιβάλλον χρησιμοποιείται ως πεδίο μάθησης, και απόκτησης δεξιοτήτων. Μέσω αυτής της άμεσης επαφής, θα προκύψουν η ανάπτυξη συναισθημάτων, ενδιαφέροντος και εκτίμησης για το φυσικό κόσμο, iii) Εκπαίδευση για χάρη του περιβάλλοντος, η οποία αποσκοπεί στην αναπτύξει αξιών και στάσεων του ατόμου τέτοιων που να διασφαλίζουν το σεβασμό και τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Επιπλέον η υλοποίησή της συμβαδίζει με τους στόχους που τέθηκαν στην Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, στο πλαίσιο της 70ής Γενικής Συνέλευσης των Ηνωμένων Εθνών, με την Απόφαση «Μετασχηματίζοντας τον Κόσμο μας» (στόχος 3:καλή υγεία-ευημερία, 4: ποιοτική εκπαίδευση, 11: βιώσιμες πόλεις και κοινότητες, 13: δράση για το κλίμα), (https://hellenicaid.mfa.gr/media/images/docs/Agenda_2030.pdf).

Αναλυτικότερα με τη εφαρμογή της παρούσας σχεδίασης του πάρκου:

α) θα δοθεί η δυνατότητα επαφής και αλληλεπίδρασης των μαθητών/τριών με το φυσικό κόσμο συνδυάζοντας διασκέδαση, φυσική άσκηση, δημιουργικό παιχνίδι, και κυρίως ακαδημαϊκή μάθηση μέσω βιωματικής προσέγγισης. Οι μαθητές/τριες (ειδικότερα από τα σχολικά συγκροτήματα της πόλης) θα έχουν την ευκαιρία, να αθληθούν και να αναπτύξουν καλύτερη φυσική κατάσταση, να ξεκουραστούν σε σκιερούς χώρους, να παίξουν και να συνεργαστούν σε ομαδικά παιχνίδια και δραστηριότητες, να δημιουργήσουν, να καλλιτεχνήσουν, να παρατηρήσουν και να βιώσουν το φυσικό οικοσύστημα, να πραγματοποιήσουν πειράματα, ενισχύοντας παράλληλα την περιβαλλοντική τους ευαισθητοποίηση,

β) θα ενισχυθεί η αίσθηση της ευφορίας των μαθητών/τριών και θα βελτιωθεί η διάθεση, η αυτοεκτίμηση και η συγκέντρωση αυτών,

γ) θα μπολιαστεί η συνείδηση των παιδιών-μαθητών με οικολογικές έννοιες, αποδίδοντας καρπούς όπως η αγάπη κι ο σεβασμός προς καθετί φυσικό, συμβάλλοντας στη μετέπειτα φυσιολογική και υγιή ανάπτυξή τους σε οικολογικά ευαισθητοποιημένους ενήλικες, και

δ) θα ζωντανέψει ένας πολυ-λειτουργικός χώρος πρασίνου που θα συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της πόλης.

Abstract

The present study attempts to re-design an existing urban park, with the aim of operating as an environmental education park and nature's laboratory, for the outdoor education and psychomotor development of students. During the re-designing, emphasis was given on : a) the research and subsequent selection of suitable native plant species based on the principles of ecology, the conservation of urban biodiversity, the principles of bioclimatic design, the students' safety and needs, the phenology

of plant species and the value of the plants in pharmacology and their symbolism in history, mythology and folklore, b) the creation of mild infrastructure to ensure space for physical activity, play and labs to familiarize students with the urban flora and fauna, ecosystem's operation, life cycles, recycling, composting, etc. and c) on creating a more sustainable, naturalistic and familiar green space for the residents of the area.

Βιβλιογραφία

Baumann, E., 1993. Η ελληνική χλωρίδα στο μύθο, στην τέχνη, στη λογοτεχνία. Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης, Β' έκδοση.

Chawla, L., 2015. Benefits of Nature Contact for Children. *Journal of Planning Literature*, 30, 433–452.

Dyment, J. and Bell, A., 2007. Grounds for movement: Green school grounds as sites for promoting physical activity. *Health Educ. Res.*, 23, 952-962.

Elliott, S., 2010. Children in the Natural World. In J. M. Davis (ed.), *Young Children and the Environment, Early Education for Sustainability*, 43-75. Cambridge: Cambridge University Press.

Farmer J., Knapp D. and Benton G.M., 2007. An Elementary School Environmental Education Field Trip: Long-Term Effects on Ecological and Environmental Knowledge and Attitude Development. *J. Environ. Educ.*, 38(3), 33-42.

Faber-Taylor, A., Kuo, F.E. and Sullivan, W.C., 2001. Coping with ADD: the surprising connection to green play settings. *Environment and Behavior*, 33, 54–77.

Forster, E. S., 1936. Trees and Plants in Homer. *The Classical Review*, 50 (3), 97-104.

Forster, E. S., 1952. Trees and Plants in the Greek Tragic Writers. *Greece and Rome*, 21 (62), 57-63.

Γκανάτσας, Π., Τσιτσώνη, Θ., Ζάγκας, Θ. και Τσακαλδήμη, Μ., 2002. Αξιολόγηση του αστικού πρασίνου στο πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Τρίπολη, 26-29 Μαΐου 2002.

Gazal, R., White, M.A., Gillies, R., Rodemaker, E., Sparrow, E. and Gordon, L., 2008. GLOBE students, teachers, and scientists demonstrate variable differences between urban and rural leaf phenology. *Global Change Biology*, 14, 1568–1580.

Gill, T., 2014. The Benefits of Children's Engagement with Nature. *Children, Youth and Environments*, 24 (2), 10–24.

Glenn, J. L., 2000. *Environment-based Education Creating High Performance Schools and Students*. National Environmental Education and Training Foundation, I Washington, DC.

GLOBE program, 2005. Phenological gardens protocol. The GLOBE Teacher's Guide, <http://www.globe.gov>.

Graham, H. and Zidenger-Cherr, S., 2005. California teachers perceive school gardens as an effective nutritional tool to promote healthful eating habits. *Journal of the American Dietetic Association*, 105, 1797-1800.

Higgins, P. and Nicol, R., 2002. *Outdoor Education: Authentic Learning in the con-text of Landscapes*, vol. 2, Kisa, Sweden, ISBN number 91-631-2904-3.

Hirons, A.D. and Sjöman, H., 2018. *Tree Species Selection for Green Infrastructure: A Guide for Specifiers*. Trees and Design Action Group, 375p.

Ημέλλος, Σ., 1999. Δέντρα ιερά στοιχειωμένα στις λαϊκές παραδόσεις and οι σχέση τους με βυζαντινές διηγήσεις and αρχαίους μύθους. Κέντρο Έρευνας της Ελληνικής Λαογραφίας, Ακαδημία Αθηνών. Τόμος XXVIII : 69-106.

Johnson, J. M., 2000. *Design for Learning: Values, Qualities and Processes of Enriching School Landscapes*. Seattle, LATIS, University of Washington.

Καλογήρου Σ. Τσακαλδήμη Μ. και Γκανάτσας Π., 2019. Οικολογικός σχεδιασμός πάρκου μεστόχο τη βελτίωση της αστικής βιοποικιλότητας - η περίπτωση του εξωτερικού χώρου του ιστορικού μνημείου «γενί χαμάμ» Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 19ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Λιτόχωρο, Σεπτ. 2019.

Koch, E., Bruns, E., Chmielewski, F. M., Defila, C., Lipa, W. and Menzel, A., 2009. Guidelines for Plant Phenological Observations. World Climate Data and Monitoring Programme, WCDMP-No. 70.

- Κοράκης, Γ., 2015. Δασική Βοτανική: Αυτοφυή δέντρα και θάμνοι της Ελλάδας. ISBN: 978-960-603-282-0. Pdf Online, ePub, σελ. 620.
- Κουμαρά, Α. Ι., 2017. Απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την «εκπαίδευση έξω από το σχολείο» και τα «σχολεία του δάσους». Μεταπτυχιακή Διατριβή, Σχολή Ανθρωπιστικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Lieberman, G. A. and Hoody L.L., 1998. Closing the Achievement Gap: Using the Environment as an Integrating Context for Learning. Results of a Natio wide Study. State Education and Environmental Roundtable, San Diego, CA.
- Malone, K. and Tranter, P., 2003. Children's Environmental Learning and the Use, Design and Management of Schoolgrounds. *Children, Youth and Environments*, 13 (2), 87-137.
- Μαρίνου, Σ., 2013. Τα πιο δημοφιλή αρωματικά φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας. Πτυχιακή Διατριβή, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Καλαμάτα.
- Nabhan, G. P., and Trimble, S., 1994. The geography of childhood: Why children need wild places. Boston, MA, US: Beacon Press.
- Nakamura, K. W., Watanabe, Fujiwara, A., Saito, K., Kobayashi, H. H. and Sezaki, K., 2018. Plant Phenology Observation by Students Using Time-Lapse Images: Creation of the Environment and Examination of Its Adequacy. *Environments*, 5 (1) 7; doi:10.3390/environments5010007.
- Ντάφης, Σ., 1991. Δασοκομία πόλεων. Εκδόσεις art of text, Θεσσαλονίκη.
- Ντιντή, Μ.Σ., 2012. Το πράσινο των σχολικών αυλών and η σύνδεσή του με την περιβαλλοντική εκπαίδευση μέσω δημιουργίας εναλλακτικού εκπαιδευτικού υλικού για την κατανόηση των βασικών λειτουργιών των φυτών. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D. and Benefield, P., 2004. A review of research on outdoor learning. Preston Montford, Shropshire: Field Studies Council.
- Sherrill, U. and Brittingham, M.C., 2001. Landscaping for Wildlife: Trees, Shrubs, and Vines. The Pennsylvania State University.
- Τσακαλδήμη, Μ., 2003. Η σημασία της σωστής επιλογής φυτικών ειδών στους χώρους του αστικού πρασίνου. Πρακτικά Συνεδρίου «Επιλογή φυτευτικού υλικού για δασώσεις, αναδασώσεις and βελτιώσεις αστικού and φυσικού τοπίου», Δράμα, 6 Ιουνίου 2003.
- Τσακαλδήμη, Μ., Κωστελίδου, Ε. και Γκανάτσας, Π., 2017. Πρόταση διαμόρφωσης και αξιοποίησης του εγκαταλειμμένου βιομηχανικού χώρου «Αλατίνη» ως πολυλειτουργικό αστικό πάρκο. Πρακτικά 18ου Δασολογικού Συνεδρίου and International Workshop, Έδεσσα, 8-11 Οκτ. 2017.
- Ulrich, R., Simons, R., Losito, B., Fiorito, E., Miles, M. and Zelson, M., 1991. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *J. Environ. Psychol.*, 11(3), 201-230.
- UNESCO, 1985. A problem-solving approach to Environmental Education. Environmental Education Series. No. 15, Unesco-UNEP International Environmental Education Programme.
- Varela, B., Sesto, V. and García-Rodeja, I., 2020. An Investigation of Secondary Students' Mental Models of Climate Change and the Greenhouse Effect. *Research in Science Education*, 50, 599-624.
- Waliczek, T. and Zajicek, J., 1999. School Gardening: Improving Environmental Attitudes of Children Through Hands-On Learning. Horticultural Research Institute. www.hrresearch.org.
- Wells, N. and Evans, G., 2003. Nearby nature: A buffer of life stress among rural schoolchildren. *Environment and Behaviour*, 35(3), 311-330.
- WHO (World Health Organization), 2017. Urban Green Space Interventions and Health. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Wolsink, M., 2015. Environmental education excursions and proximity to urban green space – densification in a 'compact city'. *Environ. Educ. Res.*, 22(7), 1049-1071.

ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΑΣΤΙΚΟΥ, ΔΑΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Τσιούρη, Σ. Αφροδίτη¹; Ζάγκας, Δ. Θεοχάρης²

¹ΑΠΘ, Τμ. Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124, Θεσ/νίκη, tsiouri@for.auth.gr

²ΑΠΘ, Τμ. Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124, Θεσ/νίκη, zagas@for.auth.gr

Περίληψη

Δίκτυο είναι ένα σύστημα, το οποίο συνδέει σημεία, τοποθεσίες, αντικείμενα και ανθρώπους, με τη χρήση ενός μέσου, για την εξυπηρέτηση κάποιου σκοπού. Υπάρχουν πάρα πολλοί τύποι δικτύων, τα οποία είναι είτε ορατά γραμμικά στοιχεία του τοπίου ή είναι αόρατα, όπως εκείνα που συνδέουν ανθρώπους. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται πληροφορίες για δίκτυα που έχουν σχέση με το Περιβάλλον και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ), όπως είναι τα δίκτυα του αστικού πρασίνου, των δασικών διαδρομών και του αγροτικού τοπίου, τα οποία είναι σύνολο ορατών διαδρομών στην επιφάνεια του εδάφους μιας περιοχής, ενώ τα δίκτυα σχολείων ΠΕ, είναι σύνολο αλληλεπιδρώντων εκπαιδευτικών με αντικείμενο την ΠΕ. Τα αειφορικά διαχειριζόμενα δίκτυα και η χρήση τους στην ΠΕ, μπορούν να συμβάλλουν στην οικολογική ισορροπία του περιβάλλοντος και στην ευεξία του ανθρώπου.

Λέξεις κλειδιά: Αστικό πράσινο, Περιβάλλον, Δασικές διαδρομές, Αγροτικό τοπίο, Θεματικό δίκτυο.

Εισαγωγή

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του αστικού, δασικού και αγροτικού τοπίου είναι τα διάφορα φυσικά ή ανθρωπογενή γραμμικά στοιχεία, τα οποία σχηματίζουν ποικίλα δίκτυα διαδρομών (Forman 1983, Carr και Bell 1991). Τα δίκτυα αυτά έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις λειτουργίες των αντίστοιχων οικοσυστημάτων και χρησιμοποιούνται όχι μόνο από τα διάφορα είδη πανίδας, αλλά και από τους ανθρώπους για διάφορες εργασίες, για αισθητική απόλαυση του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος, για εκπαίδευση, έρευνα κ.λ.π..

Ενδιαφέροντα δίκτυα φυσικών ή ανθρωπογενών διαδρομών, είναι τα δίκτυα του αστικού πρασίνου (Ανανιάδου–Τζημοπούλου και Κουλούρη 2009, Τσαλικίδης κ.α. 2009), του δασικού οικοσυστήματος (Lukas 1991, Gobster 1999) και του αγροτικού τοπίου (Carr και Bell 1991, Fry 1994). Σήμερα υπάρχουν και πάρα πολλά δίκτυα κοινωνικά και επιστημονικά, τα οποία συνδέουν ανθρώπους με κοινά ενδιαφέροντα (Marshall κ.α. 1994, Schlager κ.α. 2009, Hofman και Dijkstra 2010, Laferrière κ.α. 2012, Li 2017, Στυλιανού 2018, Στυλιανού 2020).

Ο όρος δίκτυο αστικού πρασίνου αναφέρεται στο σύνολο των ελεύθερων πράσινων χώρων, που συνδέονται μεταξύ τους με πράσινες διαδρομές π.χ. δενδροστοιχίες και περιλαμβάνουν τόσο σχεδιασμένους χώρους όσο και αδιαμόρφωτους ελεύθερους χώρους με κύριο σκοπό την εισαγωγή της φύσης στην πόλη, την απορρύπανση αυτής και την ευεξία των κατοίκων και των επισκεπτών (Little 1990, Κασσιός 2003, Χαριστός 2013, Σπανός 2014, Στεργίδης 2019, Ζάγκας 2021).

Το δίκτυο στο δασικό και αγροτικό τοπίο είναι συνήθως πλέγμα ποικίλων φυσικών ή ανθρωπογενών διαδρομών, οι οποίες διευκολύνουν την κίνηση των άγριων και αγροτικών ζώων, του νερού, των ανθρώπων και των οχημάτων (Lukas 1991, Gobster 1999). Τα οικοσυστήματα στα όρια των αγρών είναι συνήθως γραμμικής μορφής, τα οποία στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως field margins (Marshall κ.α. 1994) ή arable field boundaries (Carr και Bell 1991, Kleijn 1997), ή acrofields (Tsiouris 1997).

Τα δίκτυα διαδρομών στην πόλη και στην ύπαιθρο περιέχουν πολύ ενδιαφέροντα φυσικά ή/και ανθρωπογενή στοιχεία, τα οποία μπορούν να εντυπωσιάσουν ευχάριστα, όχι μόνο τους/τις ενήλικες, αλλά και τους/τις μαθητές/τριες, από το νηπιαγωγείο ακόμη. Ο/Η ενημερωμένος/η και χαρισματικός/ή εκπαιδευτικός μέσα από αυτά τα δίκτυα και με κατάλληλα προετοιμασμένα και υλοποιούμενα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (ΠΠΕ), μπορεί να εισάγει τον/την νεαρό/ή μαθητή/τρια στον θαυμαστό φυσικό ή ανθρωπογενή κόσμο. Οι εκπαιδευόμενοι/νες μαθαίνουν βιωματικά και

ευχάριστα για το περιβάλλον, ευρισκόμενοι κυριολεκτικά μέσα σε αυτό, με την προοπτική να δράσουν υπέρ του περιβάλλοντος και τώρα και ως ενήλικες αργότερα. Οι τρεις αυτές διαστάσεις διαμορφώνουν την σύγχρονη ΠΕ (Δημητρίου κ.α. 2011, Γεωργόπουλος 2014). Πολλά σχολεία προχωρούν και στη δημιουργία δικτύων ΠΕ, ανάλογα με το αντικείμενο που μελετούν (Στυλιανού 2018).

Για τη διατήρηση και αναβάθμιση του πολλαπλού ρόλου των αστικών, των δασικών και των αγροτικών δικτύων διαδρομών απαιτείται ο κατάλληλος σχεδιασμός και η αειφορική διαχείριση αυτών (Carr και Bell 1991, Γκατζογιάννης κ.α. 1996, Κασσιός 2003, Αγγελίδου κ.α. 2018, Ζάγκας 2021). Αυτά προϋποθέτουν τόσο τη διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ πολλών ειδικοτήτων (δασολόγων, γεωπόνων, οικολόγων, αρχιτεκτόνων τοπίου, εκπαιδευτικών κ.α.), όσο και τη μετάδοση της επιστημονικής γνώσης στους διαχειριστές μέσω εφαρμοσμένων χωρικών προτύπων, οδηγιών και κανόνων σχεδιασμού (Μπασιάκου 2015). Ένα αειφορικά διαχειριζόμενο τοπίο με το κατάλληλο δίκτυο διαδρομών, μπορεί να προσφέρει στους επισκέπτες, οικοτουριστική αναψυχή, ΠΕ και γενική ευεξία, τα οποία είναι αγαθά και υπηρεσίες επί πλέον εκείνων του πρωτογενούς τομέα (Robertson και Swinton 2005, Ζάγκας κ.α. 2015).

Δίκτυα αστικών πράσινων διαδρομών

Καθώς οι ρυθμοί ζωής των κατοίκων της πόλης δεν ευνοούν επισκέψεις στη φύση εκτός πόλης, θεωρείται απαραίτητη η εισαγωγή της φύσης εντός των πόλεων με την αύξηση του αστικού πρασίνου. Αστικό πράσινο χαρακτηρίζεται ο χώρος του πολεοδομικού ιστού που σχεδιάστηκε, εφαρμόστηκε και εξελίχθηκε κατά τη διαδικασία ανάπτυξης της πόλης, για να παραμείνει αδόμητος και να φιλοξενήσει κάποια μορφή βλάστηση (Κασσιός 2003, Λιονάτου 2008, Καραβαγγέλη 2011, Χαριστός 2013, Στεργίδη 2019). Σχετικά με τα αστικά δίκτυα πρασίνου, υπάρχει μεγάλη ποικιλία όρων στη βιβλιογραφία. Ο όρος αστική πράσινη υποδομή περιλαμβάνει όλο το σύστημα των χώρων πρασίνου μέχρι τα όρια της πόλης (Turner 1995). Η κυρίαρχη αντίληψη για την αστική πράσινη υποδομή εξακολουθεί να αναφέρεται στις δενδροστοιχίες, στις πλατείες, στα πάρκα, στους κήπους, στους αστικούς υγροτόπους, στα άλση, στους αρχαιολογικούς χώρους και γενικά στους χώρους, που διαχρονικά σχεδιάζονται και προορίζονται για τις κοινωνικές ανάγκες του αστικού πληθυσμού (Ahern 1995, Τσαλικίδης κ. α. 2009, Μανρίδου 2013, Ντάφα 2015). Ο όρος πράσινο δίκτυο εισήχθη αρχικά από τον Little (1990) και έχει πλέον υιοθετηθεί από πολλούς αρχιτέκτονες τοπίου (Ahern 2002, Λιονάτου 2008, Τσαλικίδης κ. α. 2009, Ζάγκα 2011, Καραβαγγέλη 2011, Ιορδανίδου 2017, Τσαλικίδης και Χαριστός 2018) ως ένας καινοτόμος σχεδιασμός για τις σύγχρονες πόλεις, ο οποίος έρχεται σε αντίθεση με τις δομές των παραδοσιακών συμπαγών πόλεων.

Ο όρος δίκτυο πρασίνου αναφέρεται στο σύνολο των ελεύθερων πράσινων χώρων που συνδέονται μεταξύ τους με πράσινες διαδρομές (greenways) (Ahern 1995, Turner 1995) και περιλαμβάνουν τόσο σχεδιασμένους και διαμορφωμένους χώρους πρασίνου, όσο και αδιαμόρφωτους ελεύθερους χώρους, ανεξάρτητα από το μέγεθος και τη λειτουργία τους (Ιορδανίδου 2017). Οι διαδρομές αυτές αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία (Turner 1995, Ahern 2002), ως πράσινοι διάδρομοι (green corridors), άξονες πρασίνου (green axes), οικολογικοί διάδρομοι (ecological corridors), Οικο – διαδρομές (ecoways), παρκοδιαδρομές (parkways), πεζοδιαδρομές (paveways).

Τα αστικά δίκτυα πρασίνου, με τη βιοποικιλότητά τους, προσφέρουν πολλές υπηρεσίες, τελείως απαραίτητες για την υγεία και ευεξία των κατοίκων και επισκεπτών της πόλης. Κάποιες από τις υπηρεσίες που προσφέρει η αστική χλωρίδα στον άνθρωπο είναι προφανείς, όπως η ικανοποίηση των αισθήσεων, η παροχή ενδιαϊτήματος για διάφορα είδη πανίδας (π.χ. πουλιά, έντομα κ.λ.π.), η σκίαση, η προστασία από τους ανέμους και τους θορύβους, η βελτίωση του μικροκλίματος με τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας με την εξάτμιση και τη διαπνοή των φυτών (Gratani και Varone 2006, Dadea κ.α. 2017).

Κάποιες άλλες λειτουργίες του αστικού πρασίνου, όπως η απορρύπανση της ατμόσφαιρας, δεν γίνονται αντιληπτές με γυμνό μάτι (Treshow 1984, Samara και Tsitsoni 2014, Dadea κ.α. 2017, Κατσαούνη 2019). Το έδαφος επίσης, πέρα από τη συγκράτηση του νερού βροχής, τη διευκόλυνση εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων και την παροχή θρεπτικών στοιχείων στα φυτά, περιέχει μικροοργανισμούς, οι οποίοι απορροφούν και αυτοί ρύπους της ατμόσφαιρας όπως για παράδειγμα το τοξικό CO (Stoker και Seager 1976, Grant και Long 1981). Μέχρι σήμερα δυστυχώς δεν έχει εκτιμηθεί, στο βαθμό που θα έπρεπε, η αξία της φύσης στην πόλη και ιδιαίτερα η λειτουργία των ρεμάτων και του

εδάφους, τα οποία σε πολλές πόλεις έχουν καλυφθεί με άσφαλτο και τσιμέντο με αποτέλεσμα και τις συχνές πλημμύρες (Καρακινάρη και Τσιούρης 2005).

Δίκτυα διαδρομών στο δασικό τοπίο

Το δάσος αποτελεί δημοφιλή προορισμό ανθρώπων όλων των ηλικιών, καθώς η χλωρίδα αυτού δημιουργεί ένα υγιεινό περιβάλλον και υπάρχουν πολλά ενδιαφέροντα φυσικά ή ανθρωπογενή στοιχεία. Το υγιεινό δασικό περιβάλλον οφείλεται στο ότι η χλωρίδα αυτού απορροφά το CO₂ (αέριο θερμοκηπίου) από την ατμόσφαιρα με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και παράγει O₂ (Σιώπη κ.α. 2019), φιλτράρει τον αέρα με την κατακράτηση ποικίλων σωματιδίων, κυρίως στα φύλλα (Samara and Tsitsoni 2014, Dadea κ.α. 2017) και κάποιων αέριων ρύπων, όπως για παράδειγμα το SO₂ (Treshow 1984). Τα δάση παρουσιάζουν ενδιαφέρον ανάλογα με την εποχή που τα επισκέπτεται κάποιος, καθώς εποχιακά αλλάζει το χρώμα, η υφή της βλάστησης, η ανθοφορία και η καρποφορία. Το μεσογειακό δασικό τοπίο αποτελείται από ποικιλομορφία οικοσυστημάτων, εξαιτίας της πλούσιας κλιματικής και τοπογραφικής ποικιλότητας και της μακρόχρονης ανθρώπινης επίδρασης (Farina 1998, Blondel κ.α. 2010).

Το δάσος είναι ιδανικός τόπος επίσκεψης και περιήγησης στο πλαίσιο ποικίλων δραστηριοτήτων όπως, πεζοπορία, διαλογισμός, παιχνίδι, έρευνα, παρατήρηση, φωτογράφιση, ποδηλασία, υπαίθριο γεύμα (πικνίκ). Είναι επίσης χώρος κατάλληλος για υλοποίηση ΠΠΕ και για οικοτουριστική αναψυχή (Ζάγκας κ.α. 2015). Η πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων αυτών προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιων βασικών υποδομών όπως, δίκτυο δρόμων και μονοπατιών. Στοιχεία που είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό και τη διαμόρφωση ενός δικτύου δασικών διαδρομών είναι: το ανάγλυφο της περιοχής, η υπάρχουσα βλάστηση και οι θέσεις θέας και ανάπαυσης με βρύσες ή πηγές πόσιμου νερού (Lukas 1991, Γιουβενζάλης 2013).

Δίκτυα διαδρομών στο αγροτικό τοπίο

Τα αγροτικά τοπία είναι εκτάσεις όπου επικρατούν οι γεωργικές καλλιέργειες. Στα όρια των αγρών υπάρχει φυσικό ή τεχνητό δίκτυο χειραίων ή υγροτοπικών οικοσυστημάτων, συνήθως γραμμικής μορφής με φυσική ή ημιφυσική βλάστηση (Carr and Bell 1991). Οι πιο κοινοί τύποι οικοσυστημάτων των ορίων των αγρών είναι: στενές λωρίδες ακαλλιέργητου εδάφους, διάφοροι τύποι φραχτών (φυτοφράχτες, ανεμοφράχτες), φράχτες ξερολιθιάς, αναβαθμίδες (πεζούλες), πρηνή ποικίλων σχημάτων και κλίσεων, όρια δασών, λιμνών και λιβαδιών, διάφοροι δρόμοι (χωμάτινοι, ασφάλτου, σιδηρόδρομοι), μονοπάτια, τα οποία κατασκευάζονται για τη διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών, τη μεταφορά προϊόντων και τη μετακίνηση των ζώων και διάφοροι τύποι φυσικών ή τεχνητών υγροτόπων όπως ρέματα, ρυάκια, ποταμοί, κανάλια και τάφροι (Τσιούρης και Σώκος 2014).

Η μορφή των αγροτικών τοπίων είναι δημιουργήματα των αγροτικών πληθυσμών και μεταβάλλεται κάτω από την επίδραση της εκάστοτε αγροτικής πολιτικής, της εξέλιξης των εφαρμοζόμενων τεχνικών, καθώς και της αντίληψης που έχουν διαμορφώσει οι άνθρωποι που κατοικούν σε αυτές τις περιοχές (Μπεόπουλος 2011). Τα αγροτικά τοπία, είτε πρόκειται για παραμελημένες αγροτικές εκτάσεις, είτε και για τις πιο εντατικοποιημένες καλλιέργειες, παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον. Αποτελούν ενδιαίτημα πολλών ειδών και βιοδιαδρόμους (biocorridors) καταφυγίου και μετακίνησης της άγριας πανίδας (Bennett κ.α. 2006, Τσιούρης και Σώκος 2014). Οι παραδοσιακοί τρόποι καλλιέργειας παρουσιάζουν μεγάλη βιοποικιλότητα και προάγουν τον αισθητικό και πολιτιστικό τους χαρακτήρα (Farina 1998, Assandri κ.α. 2018).

Με την ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής του αγροτικού τοπίου και της επιστήμης της Οικολογίας (Farina 1998), αξιολογήθηκαν οι λειτουργίες των οικοσυστημάτων στα όρια των αγρών και διαπιστώθηκαν πολλά οφέλη όχι μόνο για τα όμορα αγροοικοσυστήματα (Boatman 1994, Blondel κ.α. 2010, Τσιούρης και Σώκος 2014, Gagic 2016), αλλά και για την ποιότητα του αγροτικού τοπίου (Fry 1994, Μπασιάκου 2015, Schaller κ.α. 2018), το οποίο παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον από πολλές απόψεις όπως αισθητική, πολιτιστική και κοινωνικοοικονομική (Μπασιάκου 2015, Κάλφας κ.α. 2017, Assandri κ.α. 2018). Η βιοποικιλότητα και η ανάδειξη των στοιχείων πολιτισμού, συμβάλλουν στη διατήρηση ενός πολυλειτουργικού αγροτικού τοπίου (Πλεξίδα 2013, Uroy κ.α. 2019). Το τοπίο αυτό ενθαρρύνει εναλλακτικές μορφές τουρισμού, όπως αγροτουρισμός και οικοτουρισμός (Ζάγκας κ.α. 2015). Τα δίκτυα διαδρομών στο αγροτικό τοπίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης και για την

υλοποίηση ΠΠΕ, τα οποία θα βοηθήσουν στην αποτροπή της υποβάθμισης του αγροτικού τοπίου αφενός και στην ανάπτυξη της υπαίθρου αφετέρου (Κάλφας κ.α. 2017, Schaller κ.α. 2018).

Δίκτυα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης

Δίκτυο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (ΔΠΕ) είναι ένα σύνολο σχολείων ή άλλων φορέων, τα οποία συνεργάζονται πάνω σε ένα κοινό περιβαλλοντικό θέμα. Τα δίκτυα αφορούν συστήματα σύνδεσης εκπαιδευτικών κυρίως, οι οποίοι συμμετέχουν σε ΠΠΕ, μέσω των οποίων προωθούν και την επαγγελματική τους μάθηση και ανάπτυξη, ανταλλάσσοντας ιδέες και υλικό πάνω σε ένα κοινό θέμα π.χ. για το δάσος, το νερό κ.λ.π. Η λειτουργία των ΔΠΕ χρησιμοποιεί ριζοσπαστικές πολιτικές κινήσεις για την κατάκτηση και διάδοση της ΠΕ από εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους. Τα ΔΠΕ υποστηρίζουν μεθόδους βιωματικές και μαθητοκεντρικές για μια διεπιστημονική και διερευνητική ΠΕ και Εκπαίδευση για την Αειφορία (Στυλιανού 2020).

Από την εποχή του Αριστοτέλη είχε διαπιστωθεί η έμφυτη επιθυμία για μάθηση (Ο άνθρωπος φύσει ορέγεται του ειδέναι). Αυτή η τάση οδήγησε και οδηγεί τις ανθρώπινες κοινωνίες στην πρόοδο. Είναι επομένως απαραίτητο οι άνθρωποι να επικοινωνούν μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν απόψεις και αντιλήψεις. Είναι αμοιβαία ωφέλιμο και για την πρόοδο της ΠΕ, να μοιράζονται και να αξιοποιούν τις νέες ιδέες και πρακτικές (Biggs κ.α. 2010, Στυλιανού 2020). Επί πλέον της οργάνωσης σχετικών συνεδρίων και της υλοποίησης προγραμμάτων κατάρτισης εκπαιδευτικών, είναι απαραίτητη, η δημιουργία ΔΠΕ, τα οποία στηρίζουν την επικοινωνία και την ανταλλαγή απόψεων, ιδεών και πρακτικών (Li 2017, Στυλιανού 2020).

Από τη δεκαετία του 1990 η ενασχόληση των εκπαιδευτικών με τα σχολικά δίκτυα θεωρείται ένας τρόπος ενίσχυσης και στήριξης της επαγγελματικής ανάπτυξης αυτών (Clarke και Hollingsworth 2002). Η δικτύωση των εκπαιδευτικών δίνει τη δυνατότητα να μαθαίνουν από τους συναδέλφους και σε συνεργασία με αυτούς, με αποτέλεσμα την εξοικείωσή τους με την καινοτομία και αύξηση της συμμετοχής τους (Στυλιανού 2018). Τα δίκτυα εκπαιδευτικών ΠΕ μπορούν να προτείνουν βιωματικές και μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις που στηρίζονται στις σύγχρονες κοινωνικές και πολιτισμικές θεωρίες μάθησης (Laferrrière κ.α. 2012). Πολλές έρευνες (Boyle κ.α. 2005, Gamoran κ.α. 2005, Hofman και Dijkstra 2010) τονίζουν τη σημασία των ΔΠΕ καθώς αυτά παρέχουν στους εκπαιδευτικούς ευκαιρίες για την ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με σκοπό την αποτελεσματική υλοποίηση ΠΠΕ και να βελτιώσουν την πρακτική τους κατάρτιση. Η διεθνής βιβλιογραφία για τα ΔΠΕ, ως φορείς επαγγελματικής κατάρτισης, εστιάζεται κυρίως στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση των εκπαιδευτικών (Schlager κ.α. 2009, Saadatm και Kumpulainen 2014, Li κ.α. 2014, Krasny κ.α. 2018).

Ιδρυτές και συντονιστικοί φορείς των ΔΠΕ, μπορούν να είναι τα Κέντρα ΠΕ και οι Διευθύνσεις Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης, μέσω των υπευθύνων ΠΕ. Επίσης, ΔΠΕ μπορούν να ιδρύονται και από διάφορες Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις (ΥΑ, Γ7/127856/29-11-2006). Η λειτουργία των θεματικών ΔΠΕ στοχεύει κυρίως: στην οργανωμένη επιστημονική και παιδαγωγική στήριξη των ΠΠΕ, στη δημιουργία σχετικού εκπαιδευτικού υλικού, στην ανάπτυξη επικοινωνίας μεταξύ των μελών, στην ανταλλαγή εμπειριών και απόψεων μεταξύ ειδικών επιστημόνων και όλων των μελών (Παιδαγωγικών και μαθητικών ομάδων των συμμετεχόντων σχολείων, συντονιστικών φορέων), στην ανταλλαγή επισκέψεων, στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στη διατύπωση προτάσεων για δράσεις των μαθητών/τριών και για κινητοποίηση αρμόδιων δημόσιων φορέων.

Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδασκόντων» (Αριθμός Υποτροφίας: 726)

Abstract

A network is a system, which connects points, locations, objects and people, using a medium, in order to serve a purpose. There are too many types of networks, which are either visible linear elements of the landscape or invisible systems, as those connecting people. This paper presents information on networks related to Environment and Environmental Education (EE), such as urban green, forest and rural landscape networks, which are a set of visible paths on the surface of an area, while the networks of EE are a group of interacting teachers on the subject of EE. Sustainable managed networks can contribute to the ecological balance of the Environment and to human well-being.

Βιβλιογραφία

- Αγγελίδου, Ε., Γκάλαφα, Ο., Φάσσας, Θ. και Γιαννάκης, Α., 2018. Διαχειριστική μελέτη περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης. Δασαρχείο Θεσσαλονίκης. Σελ. 198.
- Ahern, J., 1995. Greenways as a Planning Strategy. *Landsc. Urban Plan.* 33: 131–155.
- Ahern, J., 2002. Greenways as Strategic Landscape Planning: Theory and Application. Doctoral thesis. Wageningen University, The Netherlands.
- Ανανιάδου – Τζημοπούλου, Μ. και Κουλούρη, Μ., 2009. Αστικά ή μητροπολιτικά πάρκα και δίκτυα πράσινων χώρων. Πρόταση για τη περιβαλλοντική αναβάθμιση της Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Συμβουλίου Περιβάλλοντος ΑΠΘ, «Κλιματική αλλαγή, βιώσιμη ανάπτυξη και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναζητώντας λύσεις για το ελληνικό περιβάλλον». Θεσσαλονίκη 15-17 Οκτ. 2009. Σελ. 338-347.
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P. and Brambilla, M., 2018. Beautiful Agricultural Landscapes Promote Cultural Ecosystem Services and Biodiversity Conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 256: 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.012>.
- Bennett, A., Radford, J. and Haslem, A., 2006. Properties of land mosaics: implications for nature conservation in agricultural environments. *Biol. Conserv.* 133: 250-264.
- Biggs, R., Westley, F. and Carpenter, S.R., 2010. Navigating the back loop: Fostering social innovation and transformation in ecosystem management. *Ecol. Soc.* 15(2): 9.
- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J.Y. and Boeuf, G., 2010. The Mediterranean Region. *Biological Diversity in Space and Time*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Boatman, N., 1994. Field margins: Integrating agriculture and conservation. BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain, pp. 404.
- Boyle, B., Lamprianou, I. and Boyle, T., 2005. A Longitudinal Study of Teacher Change: What makes professional development effective? Report of the second year of the study. *Sch. Eff. Sch. Improv.*, 16(1): 1-27.
- Carr, S. and Bell, M., 1991. Practical conservation boundary habitats. The open university in association with the nature conservancy council. Butler and Tanner Ltd, Frome and London. UK, pp. 127.
- Clarke, D. and Hollingsworth, H., 2002. Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8): 947–967.
- Dadea, C., Russo, A., Tagliavini, M., Mimmo, T. and Zerbe, S., 2017. Tree species as tools for biomonitoring and phytoremediation in urban environments: A review with special regard to heavy metals. *Arboriculture and Urban Forestry*, 43(4): 155–167.
- Farina, A., 1998. *Principals and Methods in Landscape Ecology*. Chapman and Hall. London.
- Forman, R.T.T., 1983. Corridors in landscape: their ecological structure and function. *Ekologia (Czechoslovakia)*, 2: 375-387.
- Fry, G.L.A., 1994. The role of field margins in the landscape. Boatman N. (Editor). 1994. Field margins: Integrating agriculture and conservation. BCPC monograph No 58, BES, AAB. Major Print Ltd, Great Britain, pp. 31-40.
- Gagic, V., 2016. Landscape diversity and field margin management, Report number: VG14047 Horticulture Innovation Australia Limited.
- Gamoran, A., Gunter, L.R. and Williams, T., 2005. Professional community by design: building social capital through teacher professional development, Schneider B. and Hedges L.V. (Eds.). *The social organization of schooling*. Russell Sage Foundation. New York, pp. 112-126.
- Γεωργόπουλος, Α., 2014. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Ζήτημα ταυτότητας. Gutenberg. Αθήνα.

Γιουβενζάλης, Β., 2013. Διαχείριση & σχεδιασμός φυσικού ορεινού τοπίου για τη δημιουργία πάρκου άθλησης και αναψυχής. Μεταπτυχιακή διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ΑΠΘ. Σελ.109.

Γκατζογιάννης, Σ., Κυριακίδης, Π. και Γκίγκης, Χ., 1996. Σχέδιο διαχείρισης του περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης. Δασαρχείο Θεσσαλονίκης και Ινστιτούτο δασικών ερευνών. Σελ. 128.

Δημητρίου, Α., Γεωργόπουλος, Α., Μπιρμπίλη, Μ., 2008. Απόμετρα και πρακτικές νηπιαγωγών για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Θέματα επιστημών και τεχνολογίας στη εκπαίδευση, 1 (2): 83-102. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://users.auth.gr/~ageorgop/files/Dimitriou_Nipiagogio.pdf

Gobster, P.H., 1999. An ecological aesthetic for forest landscape management. *Landscape Journal*, 18(1): 54–64.

Grant, D.W. and Long, E.P., 1981. *Environmental Microbiology*. Blackie and Son Ltd. London. pp. 215.

Gratani, L. and Varone, L., 2006. Carbon sequestration by *Quercus ilex* L. and *Quercus pubescens* Willd. and their contribution to decreasing air temperature in Rome. *Urban Ecosystems*, 9(1): 27–37. <https://doi.org/10.1007/s11252-006-5527-2>

Hofman, R. and Dijkstra, R., 2010. Effective teacher professionalization in networks? *Teaching and Teachers Education*, 26(4): 1031-1040.

Ζάγκα, Θ., 2011. Το αστικό πράσινο στην πόλη των Αθηνών: Η περίπτωση του Πάρκου Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης «Αντώνης Τρίτσης». Ανασυγκρότηση-Αναβάθμιση-Επανένταξη στον αστικό ιστό ως ένα πολυλειτουργικό μητροπολιτικό πάρκο. Μεταπτυχιακή διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ΑΠΘ. Σελ. 91.

Ζάγκας, Δ.Θ., Ζάγκα, Θ.Θ., Δαμάσκος, Χ.Π., Ράπτης, Δ.Ι και Ζάγκας, Θ.Δ., 2015. Δημιουργία Δικτύου Οικοτουριστικής Ανάπτυξης και Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της Παρολύμπιας Περιοχής του Δήμου Ελασσόνας. Πρακτικά 17ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, «Η Συμβολή της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων Περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη». Αργοστόλι Κεφαλονιάς 4-7 Οκτ. 2015. Σελ. 509-519.

Ζάγκας, Θ., 2021. Η κατάσταση του αστικού πρασίνου στη Θεσσαλονίκη. Διαδικτυακή ημερίδα «ΔΕΘ: Μητροπολιτικό πάρκο περιβάλλοντος, πολιτισμού και υγείας».13/4/21. <https://drive.google.com/file/d/1jEqaEhSH53bnaHxk4oxrwwTi7JHHTmd2/view>

Ιορδανίδου, Ε., 2017. Αρχιτεκτονική τοπίου και δικτυώσεις ελεύθερου χώρου. Εφαρμογές στη σύγχρονη πόλη. Μεταπτυχιακή διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονικής Τοπίου, ΑΠΘ. Σελ.145.

Κάλφας, Δ., Ζάγκας, Δ., Ράπτης, Δ., Γεωργιάδης, Λ., Ζάγκας, Θ., 2017. Οικοσυστημικές υπηρεσίες στην περιφερειακή ενότητα Φλώρινας, μια πρώτη προσέγγιση. Πρακτικά 18ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, «Η Ελληνική δασοπονία μπροστά σε σημαντικές προκλήσεις». Έδεσσα 8-11 Οκτ. 2017. Σελ. 593-604.

Καραβαγγέλη, Ε., 2011. Η συμβολή των ολοκληρωμένων δικτύων πρασίνου στον αειφόρο σχεδιασμό των πόλεων. Πρόταση σε Δημοτική Κοινότητα της Θεσσαλονίκης. Μεταπτυχιακή διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική τοπίου ΑΠΘ. Σελ. 66.

Καρακινάρη, Ζ. και Τσιούρης, Ε.Σ., 2005. Ο πολλαπλός ρόλος των αστικών φυσικών ρεμάτων. Πρακτικά Συνεδρίου: Αρχιτεκτονική Τοπίου. Εκπαίδευση, Έρευνα, Εφαρμοσμένο Έργο, Θεσσαλονίκη, 11-14 Μαΐου 2005. Τόμος IV. Σελ. 55-61.

Κασσιός, Κ., 2003. Σχεδιασμός και διαχείριση του αστικού και περιαστικού πρασίνου της Αθήνας. Τσέτση Σ. (Επιμελ.) Ένα μέλλον για την Αθήνα. Εκδόσεις Παπαζήση. Αθήνα. Σελ. 385.

Κατσαούνη, Κ., 2019. Αστικό πράσινο και ποιότητα αέρα στη Θεσσαλονίκη. Διπλωματική εργασία. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδικεύσεως “Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη”. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Πολυτεχνική Σχολή ΑΠΘ. Σελ. 60.

Kleijn, D., 1997. Species richness and weed abundance in the vegetation of arable field boundaries. PhD thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, pp. 177.

Krasny, M., DuBois, B., Adameit, M., Atiogbe, R., Alfakihuddin, M., Bold-erdene, T., Golshani, Z., González-González, R., Kimirei, I., Leung, Y., Shian-Yun, L. and Yao Y., 2018. Small Groups in a Social Learning MOOC (slMOOC): Strategies for Fostering Learning and Knowledge Creation. *Online Learning*, 22(2): 119-139.

Laferrrière, T., Law, N. and Montané, M., 2012. An International Knowledge Building Network for Sustainable Curriculum and Pedagogical Innovation. *Int. Educ. Stud.*, 5 (3): 148-160.

- Li, Y., 2017. Professional Networks and Practice Change In Environmental Education. A Dissertation (<https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/47793>).
- Li, Y., Krasny, M. and Russ, A., 2014. Interactive Learning in an Urban Environmental Education Online Course. *Environmental Education Research*, 22 (1): 111–128.
- Λιονάτου, Δ.Μ., 2008. Αρχιτεκτονική τοπίου και δίκτυα πρασίνου στα σύγχρονα αστικά κέντρα: Δυνατότητες και προοπτικές – Μεθοδολογία και εφαρμογή: Το παράδειγμα της Λάρισας. Διδακτορική Διατριβή. Τομέας οπωροκηπευτικών και αμπέλου, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ. Σελ. 276.
- Little, C., 1990. *Greenways for America*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Lukas, O.W.R., 1991. *The Design of Forest Landscapes*. Oxford University Press. N. York, pp. 381.
- Marshall, E.J.P., Joenje, W. and Burel, F., 1994. European research network on field margin ecology. Boatman N. (ed.). *Symposium proceedings on “ Field margins: Integrating agriculture and conservation”*. University of Warwick. Coventry 18-20 April 1994. pp. 403-404.
- Μαυρίδου, Σ., 2013. Η Οικολογία τοπίου ως εργαλείο σχεδιασμού στην Αρχιτεκτονική Τοπίου. Εφαρμογή σε περιαστικό τοπίο της Ανατολικής Θεσσαλονίκης. Μεταπτυχιακή Διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονικής Τοπίου ΑΠΘ. Σελ. 64.
- Μπασιάκου, Α., 2015. Τα οικοσυστήματα των ορίων των αγρών και η συμβολή τους στο αγροτικό τοπίο. Μεταπτυχιακή Διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονικής Τοπίου ΑΠΘ. Σελ.180.
- Μπεόπουλος, Ν., 2011. Οι παρεμβάσεις της αγροπεριβαλλοντικής πολιτικής στο τοπίο: σκέψεις και ερωτήματα. *Γεωγραφίες*, 18: 19-35.
- Ντάφα, Ε., 2015. Δίκτυο «πράσινων» και «μπλε» διαδρομών ως εργαλείο μητροπολιτικού περιβαλλοντικού σχεδιασμού. Διπλωματική εργασία. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική-Σχεδιασμός του χώρου. Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Ε.Μ.Π. Αθήνα. Σελ.100.
- Πλεξίδα, Σ., 2013. Επίδραση της δομής του τοπίου στην ποικιλότητα και αφθονία της ορνιθοπανίδας σε αγροτικά και φυσικά οικοσυστήματα. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Σελ. 281.
- Robertson, G. and Swinton, S., 2005. Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: A grand challenge for agriculture. *Front. Ecol. Environ.*, 3 (3): 38-46.
- Saadatmand, M. and Kumpulainen, K., 2014. Participants' perceptions of learning and networking in connectivist MOOCs. *Journal of Online Learning and Teaching*, 10 (1): 16-30.
- Samara, T. and Tsitsoni, T., 2014. Selection of forest species for use in urban environment in relation to their potential capture to heavy metals, *Global NEST Journal*. 16 (5): 966-974.
- Schaller, L., Targetti, S., Villanueva, A.J., Zasada, I., Kantelhardt, J., Arriaza, M., Tufan, B.T., et al. 2018. Agricultural Landscapes, Ecosystem Services and Regional Competitiveness—Assessing Drivers and Mechanisms in Nine European Case Study Areas. *Land Use Policy* 76: 735–45. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.001>.
- Schlager, M.S., Farooq, U., Fusco, J., Schank, P. and Dwyer, N., 2009. Analyzing online teacher networks: Cyber networks require cyber research tools. *Journal of Teacher Education*, 60(1): 86-100.
- Σιώπη, Μ., Παπαδοπούλου, Δ. και Τσιτσώνη, Θ., 2019. Επίδραση των αστικών χώρων πρασίνου στην εξισορρόπηση του διοξειδίου του άνθρακα. Η περίπτωση της Θεσσαλονίκης. Γρηγοριάδης Ν. κ.α. (Επιμ. έκδοσης). Πρακτικά 19^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Η συμβολή των δασικών οικοσυστημάτων στην ορεινή οικονομία και στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος». Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. Λιτόχωρο Πιερίας. 29/9-2/10/2019. Σελ. 159-167.
- Σπανός, Α.Κ., 2014. Ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου δικτύου αστικού και περιαστικού πρασίνου. Αθήνα, Περιοδικό “Δήμητρα”, Εκδόσεις ΕΛΓΟ- Δήμητρα, 7: 23-25.
- Στεργίδης, Π., 2019. Η συμβολή του αστικού πρασίνου σε επίπεδο πόλης και ανθρώπου. Λειτουργικά, οικολογικά κοινωνικο-οικονομικά και αισθητικά χαρακτηριστικά. Νέες τάσεις και μορφές. Μεταπτυχιακή Διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονικής Τοπίου ΑΠΘ. Σελ.117.
- Stoker, H.S. and Seager, S.L., 1976. *Environmental chemistry: Air and water pollution*. Scott, Foresman and Co. pp. 233.
- Στυλιανού, Λ., 2018. Δίκτυα σχολείων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Ένα εργαλείο επαγγελματικής ανάπτυξης και Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, εν υπνώσει. Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, 15(60).

Στυλιανού, Π., 2020. Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τα δίκτυα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης των ΚΠΕ. *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία*, 2(2): 19-40. doi:<https://doi.org/10.12681/ees.23196>

Treshow, M., 1984. *Air pollution and plant life*. John Wiley and sons. pp. 486.

Τσαλικίδης, Α.Ι., Λιονάτου, Μ., Μεταξάς, Λ. και Παπαπέτρου, Φ., 2009. Σχεδιασμός και δημιουργία δικτύου πρασίνου και οικολογικών-πολιτιστικών διαδρομών στην πόλη της Έδεσσας. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Συμβουλίου Περιβάλλοντος ΑΠΘ, «Κλιματική αλλαγή, βιώσιμη ανάπτυξη και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναζητώντας λύσεις για το ελληνικό περιβάλλον». Θεσσαλονίκη 15-17 Οκτ. 2009. Σελ. 369-376.

Τσαλικίδης, Α.Ι. και Χαριστός, Β., 2018. Πράσινες υποδομές και σύγχρονες τάσεις στο σχεδιασμό του αστικού και περιαστικού τοπίου. http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/06/SPECIAL_Tsalikidis.pdf

Τσιούρης, Ε.Σ. και Σώκος, Κ.Χ., 2014. Περιβαλλοντικές αξίες των περιθωρίων των αγρών και η συμβολή τους στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. *Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα*. 23, σειρά 1, No 2/2014, 30-39.

Tsiouris, E.S., 1997. Field Margins in Mediterranean systems. In: E.J.P. Marshall, (ed.), *Field margins in European farming systems, A report on a workshop held on 22-23 May 1997 at Instituut voor Natuurbehoud, Kliniekstraat 25, Brussels*, 1997, pp. 11-14.

Turner, T., 1995. Greenways, blueways, skyways and other ways to a better London. *Landscape and Urban Planning*, 33 (1-3): 269–282.

Uroy, L., Ernoult, A. and Mony, C., 2019. Effect of Landscape Connectivity on Plant Communities: A Review of Response Patterns'. *Landscape Ecology* 34: 203-225. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00771-5>.

ΥΑ, Γ7/127856/29-11-2006. Τροποποίηση της Υ. Α. 66272/Γ7/4-7-2005 περί Θεματικών Δικτύων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

Χαριστός, Β., 2013. "Urban wildscapes": η αστική φύση ως «πράσινη υποδομή» στον αειφόρο σχεδιασμό του τοπίου της σύγχρονης πόλης. *Μεταπτυχιακή Διατριβή. ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονικής Τοπίου ΑΠΘ*. Σελ. 98.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΟΦΥΩΝ ΔΡΥΟΔΑΣΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΥΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΟΥΣ

Βλάχου, Μυρτώ¹; Ζάγκας, Θεοχάρης²

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Συμβούλιο Ένταξης: Πρόγραμμα Σπουδών Τμήματος Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος ΤΕΙ Θεσσαλίας, Καρδίτσα, myrtonlahou@yahoo.com

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, zagas@for.auth.gr

Περίληψη

Τα δάση Δρυός της Ελλάδας εξακολουθούν σε μεγάλο βαθμό να υφίστανται πρεμνοφυή διαχείριση, με αποτέλεσμα τη συνεχή υποβάθμιση. Σκοπό της παρούσας έρευνας αποτελεί η διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης των συστάδων Δρυός της περιοχής Λίμνης Πλαστήρα (Ταυρωπού), Καρδίτσας από άποψη δομής και ως αποθήκες άνθρακα και η ανάλυση των οικολογικών δυνατοτήτων που με τον προσδιορισμό του δασοκομικού σκοπού θα οδηγήσουν στην πρόταση του κατάλληλου μοντέλου αναγωγής τους από την πρεμνοφυή στην υψηλή σπερμοφυή μορφή, έτσι ώστε να αναχθούν σε, πολύτιμα οικολογικά, πολυλειτουργικά δάση. Καθορίστηκαν τρία διαχειριστικά σενάρια, σύμφωνα με τα οποία εκτιμήθηκε ότι η συγκέντρωση του C θα αυξηθεί κατά 53,30 έως 143,58 t/Ha, ανάλογα με την ποσότητα του επιτευχθέντος ξυλαποθέματος και της έκτασης που θα τεθεί σε αναγωγή και προτάθηκε το κατάλληλο μοντέλο αναγωγής.

Λέξεις κλειδιά: Πρεμνοφυή δρυοδάση, αναγωγή, αποθήκευση άνθρακα, πολυλειτουργικότητα.

Εισαγωγή

Τα δάση Δρυός της Ελλάδας εξακολουθούν να υφίστανται σε μεγάλο βαθμό πρεμνοφυή διαχείριση, η οποία είναι συνυφασμένη με την εφαρμογή μικρού περιόδου χρόνου (20-25 έτη) και τη διενέργεια αποψιλωτικών υλοτομιών, με αποτέλεσμα τη συνεχή υποβάθμιση. Η επιπρόσθετη επιβάρυνση από αλόγιστες επεμβάσεις συντέλεσαν στην περαιτέρω αποδιοργάνωση των οικοσυστημάτων αυτών (Ζάγκας κ.ά. 2003, Τσιτσώνη 2003). Το περιορισμένο ξυλαπόθεμα, η συχνή απόληψη ξύλου μικρών διαστάσεων πλούσιου σε θρεπτικά στοιχεία, η συνεχής διατάραξη της ισορροπίας των οικοσυστημάτων, ο περιορισμός της βιοποικιλότητας, η συχνή έκθεση του εδάφους στη διάβρωση, η αισθητική ομοιομορφία και μονοτονία και γενικότερα ο περιορισμός του πολυλειτουργικού ρόλου που δύνανται να επιτελούν, αποτελούν σημαντικά μειονεκτήματα των δασών αυτών (Ντάφης 1966, Θανάσης και Ζάγκας 2000, Χατζηστάθης 2000, Zagas κ.α. 2002, Ζάγκας κ.ά. 2003). Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι τα πρεμνοφυή δρυοδάση δεν ανταποκρίνονται στον πολλαπλό ρόλο τους και η ανόρθωσή τους αποτελεί επιτακτική ανάγκη στο πλαίσιο της βελτίωσης της βιοποικιλότητας, της βελτίωσης και αποκατάστασης της οικολογικής σταθερότητας και του οικολογικού ρόλου του δάσους, της βελτίωσης της αισθητικής του τοπίου, της προστασίας του εδάφους και του κοινωνικού, γενικότερα, ρόλου του δάσους, ο οποίος εμπεριέχει σημαντικό αριθμό λειτουργιών (Θανάσης και Ζάγκας 2000, Τσιτσώνη 2003). Στο πλαίσιο μέτρων της παγκόσμιας κοινότητας για τον περιορισμό της αλλαγής του κλίματος, αλλά και για την αύξηση της ανθεκτικότητας των δασικών οικοσυστημάτων στην αλλαγή αυτή, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη εφαρμογής της αναγωγής των πρεμνοφυών δασών (Απατσίδης 2003). Για την επίτευξη της επιθυμητής προόδου, όλα τα δάση θα πρέπει να αξιολογηθούν από πλευράς αύξησης και ποιοτικής σύνθεσης, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ιεράρχηση των προς αναγωγή συστάδων, με τον πιο κατάλληλο, αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο (Ζάγκας κ.ά. 2003).

Σκοπό της παρούσας έρευνας αποτελεί η διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης των συστάδων Δρυός από άποψη δομής και ως αποθήκες άνθρακα και η ανάλυση των οικολογικών δυνατοτήτων, που με τον προσδιορισμό του δασοκομικού σκοπού θα οδηγήσει στην πρόταση του κατάλληλου μοντέλου

αναγωγής τους από την πρεμνοφυή στην υψηλή σπερμοφυή μορφή, έτσι ώστε να αναχθούν σε, πολύτιμα οικολογικά, πολυλειτουργικά δάση.

Υλικά και Μέθοδοι

Την περιοχή έρευνας αποτέλεσαν συστάδες Δρυός, που ανήκουν στα δάση Λαμπερού, Αγ. Γεωργίου, Κερασιάς, Μεσενικόλα, Μορφοβουνίου, Καταφυγίου της ευρύτερης περιοχής της Λίμνης Πλαστήρα (Ταυρωπού), Καρδίτσας. Για τη διερεύνηση της δομής λήφθηκαν 43 δειγματοληπτικές επιφάνειες, εμβαδού 0,5 στρ. σε συστάδες με κυρίαρχο είδος την πλατύφυλλη Δρυ (*Quercus frainetto* Ten.). Σε κάθε επιφάνεια πραγματοποιήθηκε μέτρηση στηθιαίας διαμέτρου κορμού κάθε ατόμου Δρυός με διάμετρο μεγαλύτερη ή ίση των 4cm στις πρεμνοφυείς συστάδες και μεγαλύτερη ή ίση των 8cm στις υπό αναγωγή συστάδες, μέτρηση του ύψους και κατάταξη των ατόμων, βάσει του συστήματος κατάταξης IUFRO, σε τάξεις ζωτικότητας, ποιότητας κορμού και κοινωνικής εξέλιξης. Η διάκριση των ποιοτήτων τόπου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση σταθμοδεικτικών καμπυλών, βάσει της ηλικίας των συστάδων και του μέσου ανώτερου ύψους αυτών (μέσο ύψος των 10 υψηλότερων ατόμων/στρ.) και με τη μέθοδο της «τοποδιαδοχής». Για την εκτίμηση της βιομάζας χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο αλλομετρικών εξισώσεων (Μάτης και Αλιφραγκής 1984) (εξισώσεις 1 και 2) για την πλατύφυλλη Δρυ (*Quercus frainetto* Ten.) για την Ελλάδα, που εμπεριέχονται στην συνολική βάση δεδομένων αλλομετρικών εξισώσεων για την εκτίμηση βιομάζας και όγκου στην Ευρώπη (Ziannis κ.α. 2005) και από τους West κ.α. (1999), βάσει της διαδικασίας που προτείνεται από τους Anfodillo κ.α. (2007) (εξίσωση 3). Ειδικότερα, για την εκτίμηση της υπέργειας βιομάζας οι εξισώσεις που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

$$\ln(\text{ABW}) = -2,1686 + 2,4407 \ln(D) \quad (1)$$

$$\ln(\text{ABW}) = -2,5259 + 0,8605 \ln(D^2H) \quad (2)$$

$$\ln(M) = \ln(a) + b \ln(D) \quad (3)$$

όπου,

ABW- Aboveground woody biomass : Υπέργεια ξυλώδης βιομάζα σε kg

M: Υπέργεια ξυλώδης βιομάζα σε kg

D: στηθιαία διάμετρος σε cm

H: ύψος σε m

$\ln(a) = -3,12 + 1,11 * \rho$ για το στάδιο ωριμότητας

$\ln(a) = -3,51 + 1,27 * \rho$ για το ενήλικο στάδιο

$\ln(a) = -1,638$ για το νεαρό στάδιο

ρ : ξυλώδης πυκνότητα

$b = 2,08$ για το νεαρό στάδιο

$b = 2,67$ για το ενήλικο στάδιο

$b = 2,51$ για το στάδιο ωριμότητας

Η διάμετρος 10cm θεωρήθηκε το κατώφλι μεταξύ νεαρού και ενήλικου σταδίου, ενώ η διάμετρος 15,5cm μεταξύ ενήλικου σταδίου και σταδίου ωριμότητας (Anfodillo κ.α. 2007).

Η τιμή της ξυλώδους πυκνότητας για τη Δρυ, που χρησιμοποιήθηκε στην εφαρμογή της εξίσωσης (3), λαμβάνοντας υπόψη τις βιβλιογραφικές αναφορές, τέθηκε $\rho = 0,70$ (Τσουμής 1994, Βουλγαρίδης κ.ά. 2003)

Η διαδικασία εφαρμογής της εξίσωσης (3) που προτείνεται από τους Anfodillo κ.α. (2007) βασίστηκε στο μοντέλο WBE (West κ.α. 1999), σύμφωνα με το οποίο, η υπέργεια βιομάζα μεταβάλλεται με τη μεταβολή της στηθιαίας διαμέτρου με έναν συντελεστή $b = 8/3$ (2,67), ανεξαρτήτως δασοπονικού είδους, τοποθεσίας και ηλικίας (West κ.α. 1999). Για τον υπολογισμό της υπόγειας βιομάζας χρησιμοποιήθηκε η αναλογία ρίζας κορμού $R = 0,30$ (IPCC 2003)

Για την εκτίμηση της βιομάζας των κλαδιών χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλλομετρικές εξισώσεις (Μάτης και Αλιφραγκής 1984):

$$\ln(\text{BR}) = -3,3508 + 1,7235 \ln(D) \quad (4)$$

$$\ln(\text{BR}) = -11,433 + 4,9391 \ln(D) \quad (5)$$

$$\ln(\text{BR}) = -4,1909 + 2,5403 \ln(D) \quad (6)$$

$$\ln(\text{BR}) = 3,5363 + 0,5957 \ln(D^2H) \quad (7)$$

$$\text{BR} = [0,0015 + 0,0402(1/D^2H)]D^2H \quad (8)$$

$$\ln(\text{BR}) = -12,7333 + 1,8202 \ln(\text{D}^2\text{H}) \quad (9)$$

$$\ln(\text{BR}) = -4,4702 + 0,8791 \ln(\text{D}^2\text{H}) \quad (10)$$

όπου BR: Βιομάζα κλαδιών σε kg

Για τη βιομάζα του ξυλώδους κορμού χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις ($R^2=0,89-0,98$) που ακολουθούν (Μάτης και Αλιφραγκής 1984):

$$\ln(\text{SW}) = -2,5518 + 2,3887 \ln(\text{D}) \quad (11)$$

$$\ln(\text{SW}) = -3,8649 + 2,4261 \ln(\text{D}) \quad (12)$$

$$\ln(\text{SW}) = -2,32 + 2,4147 \ln(\text{D}) \quad (13)$$

$$\ln(\text{SW}) = -2,9275 + 0,8468 \ln(\text{D}^2\text{H}) \quad (14)$$

$$\ln(\text{SW}) = -4,2122 + 0,854 \ln(\text{D}^2\text{H}) \quad (15)$$

$$\ln(\text{SW}) = 2,6916 + 0,8546 \ln(\text{D}^2\text{H}) \quad (16)$$

όπου SW: Βιομάζα ξυλώδους κορμού σε kg

Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του αποθηκευμένου άνθρακα πολλαπλασιάστηκε η βιομάζα με τον συντελεστή αναγωγής (Conversion Factor) 0,50 (IPCC 2003). Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα προέκυψε από τον πολλαπλασιασμό της συγκέντρωσης του άνθρακα με την αναλογία των μοριακών βαρών $\text{CO}_2/\text{C} = 44/12$ (IPCC 2003).

Για να διερευνηθεί η σχέση υπέργεια βιομάζας και όγκου διενεργήθηκε απλή γραμμική και μη γραμμική παλινδρόμηση.

Αποτελέσματα

Ανάλυση δομής συστάδων Δρυός που διαχειρίζονται πρεμοφυώς

Διακρίθηκαν τέσσερις ποιότητες τόπου (I,II,III,IV). Ο αριθμός των κορμών στο εκτάριο για τις συστάδες κλάσης ηλικίας 20 ετών κυμάνθηκε από 2.420-3.993 ανάλογα με την ποιότητα τόπου. Η μέση κυκλική επιφάνεια κυμάνθηκε από 6,0-16,0 m^2/Ha ανάλογα με την ποιότητα τόπου. Η ζωτικότητα και τη τάση εξέλιξης ήταν καλή στις ποιότητες τόπου I,II,III, ενώ ελαττώνονταν με τη χειροτέρευση της ποιότητας τόπου. Η ποιότητα κορμού ήταν μέτρια έως καλή ακόμη και στις καλές ποιότητες τόπου (I,II,III). Η μέση διάμετρος κορμού για την Ιη ποιότητα τόπου, κλάσης ηλικίας 20 ετών, βρέθηκε 6,9 cm (T.A. 6,2) με μικρό ποσοστό ατόμων να εμφανίζει διάμετρο μεγαλύτερη των 14 cm. Στη Ιη ποιότητα τόπου, για την κλάση ηλικίας των 20 ετών, η μέση διάμετρος ήταν 6,5 cm (T.A. 2,1), ενώ στην κλάση ηλικίας των 30 ετών, η μέση διάμετρος ανέρχονταν 7,9 cm (T.A. 3,1), με αρκετά άτομα μεγαλύτερων διαμέτρων έως 18 cm. Για την Ιη ποιότητα τόπου και για την κλάση ηλικίας των 20 ετών, η μέση διάμετρος βρέθηκε στα 6 cm (T.A. 2), ενώ σε αντίθεση με τις ποιότητες τόπου I και II, ελάχιστα άτομα είχαν διάμετρο μεγαλύτερη των 10 cm. Η μέση διάμετρος για την ΙVη ποιότητα τόπου, κλάσης ηλικίας 20 ετών, ήταν 5,4 cm (T.A. 1,3), με μέγιστη διάμετρο ίση με 10 cm. Το μέσο ύψος κυμάνθηκε από 5,6-7,3m ανάλογα με την ποιότητα τόπου.

Ανάλυση δομής συστάδων Δρυός υπό αναγωγή

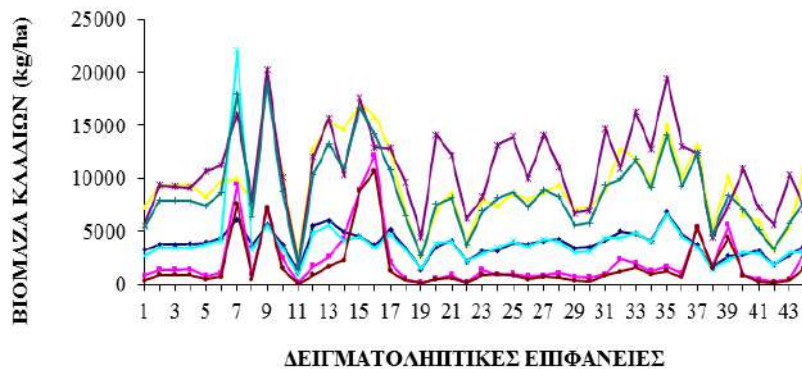
Επιλέχθηκε η λήψη επιφανειών II ποιότητας τόπου. Ο αριθμός ατόμων στο εκτάριο κυμάνθηκε από 940-2.270 και η μέση κυκλική επιφάνεια από 12-26,6 m^2/Ha ανάλογα με την ηλικία και την περιοχή. Η μέση διάμετρος κορμού συστάδων ηλικίας 35 και 40 ετών βρέθηκε ίση με 12 cm (T.A. 2,8) και 12,5 cm (T.A. 2,9) αντίστοιχα, με σημαντικό αριθμό ατόμων να εμφανίζει διάμετρο από 16 έως 20 cm, ενώ στην ηλικία των 45 ετών βρέθηκε ότι ανέρχεται στα 13,5 cm (T.A. 3,9), με αξιόλογο ποσοστό ατόμων να απαντώνται στις κλάσεις διαμέτρου 16 έως 26 cm. Το μέσο ύψος κυμάνθηκε από 11,2-14 m.

Εκτίμηση βιομάζας, άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα

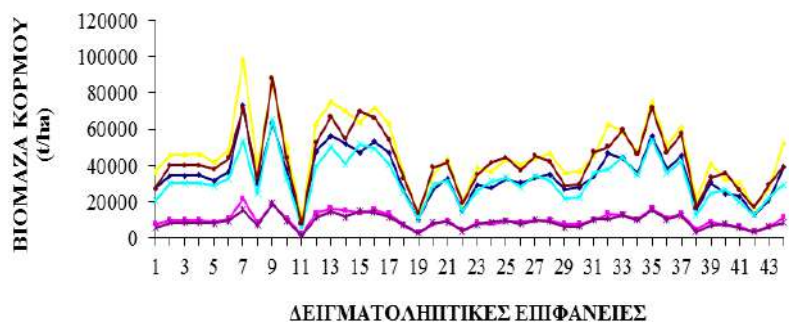
Η υπέργεια ξυλώδης βιομάζα, η βιομάζα κλαδιών και η βιομάζα κορμού (σε kg/Ha) για κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια, βάσει της κάθε εξίσωσης που χρησιμοποιήθηκε, απεικονίζονται στα σχήματα που ακολουθούν (Σχήμα 1,2,3).



Σχήμα 1. Υπέργεια ξυλώδης βιομάζα (kg/Ha) για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών βάσει των εξισώσεων (1),(2),(3).
Figure 1. Above ground woody biomass (kg/Ha) for all sample plots based on equations (1),(2),(3).



Σχήμα 2. Βιομάζα κλαδιών (kg/Ha) για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών βάσει των εξισώσεων (4) έως (10).
Figure 2. Biomass of branches(kg/Ha) for all sample plots based on equations (4) to (10).



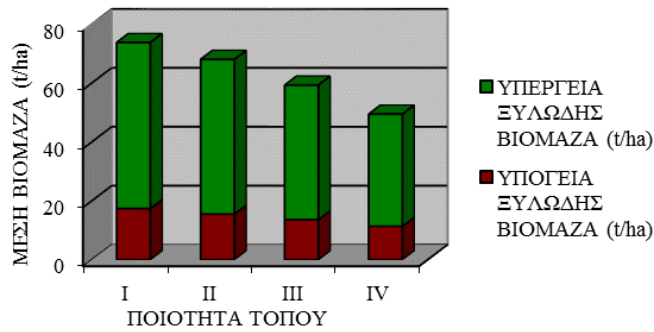
Σχήμα 3. Βιομάζα κορμού (kg/Ha) για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών βάσει των εξισώσεων (11) έως (16).
Figure 3. Biomass of stem (kg/Ha) for all sample plots based on equations (11) to (16).

Τα αποτελέσματα της υπέργειας, υπόγειας και συνολικής ξυλώδους βιομάζας, όπως και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα στο εκτάριο παρατίθενται στον Πίνακα 1. Η διαφορά της συνολικής ξυλώδους βιομάζας (υπέργεια και υπόγεια), της συγκέντρωσης άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ των πρεμνοφυών συστάδων και των υπό αναγωγή συστάδων απεικονίζεται γραφικά στο Σχήμα 7.

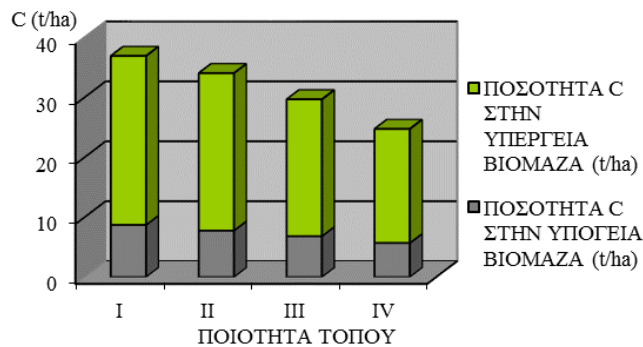
Πίνακας 1. Υπέργεια, Υπόγεια και Συνολική Ξυλώδης Βιομάζα και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα (t/ha).

Table 1. Above, below ground and total woody biomass and C and CO₂ concentration (t/ha).

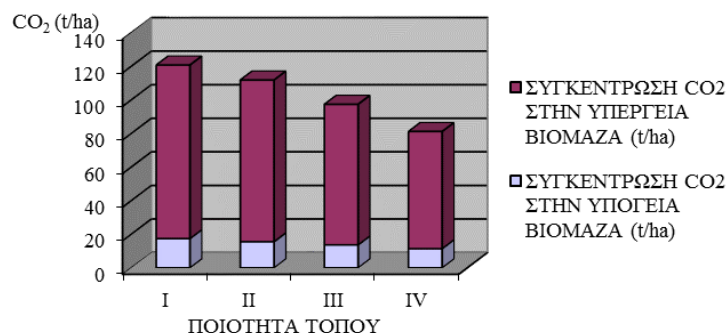
ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΠΟΥ	ΥΠΕΡΓΕΙΑ ΞΥΛΩΔΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑ (t/ha)	Υπόγεια (t/ha)	CO ₂ υπέργεια (t/ha)	ΥΠΟΓΕΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑ (t/ha)	Υπόγεια (t/ha)	CO ₂ υπόγεια (t/ha)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΞΥΛΩΔΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑ (t/ha)	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ C (t/ha)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ CO ₂ (t/ha)
ΠΡΕΜΝΟΦΥΕΙΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ									
I	56,39	28,19	103,38	17,42	8,71	31,93			
II	52,53	26,26	96,30	15,54	7,77	28,49			
III	45,67	22,84	83,74	13,66	6,83	25,05			
IV	38,07	19,04	69,80	11,40	5,70	20,9			
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	48,17	24,08	88,30	14,50	7,25	26,59	62,67	31,33	114,89
T.A.	8,05	4,02	14,70	2,57	1,3	4,70			
ΣΥΣΤΑΔΕΣ ΥΠΟ ΑΝΑΓΩΓΗ II ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΠΟΥ									
Περιοχή Α	120,67	60,33	221,22	36,20	18,10	66,37			
Περιοχή Β	95,87	47,93	175,75	28,76	14,38	52,73			
Περιοχή Γ	54,62	27,31	100,13	16,38	8,19	30,04			
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	90,38	45,19	165,70	27,11	13,56	49,71	117,50	58,75	215,41
T.A.	33,36	16,67	61,16	10,01	5,00	18,35			



Σχήμα 4. Υπέργεια και υπόγεια ξυλώδης βιομάζα για κάθε ποιότητα τόπου των συστάδων υπό πρεμνοφυή διαχείριση.
Figure 4. Above and below ground woody biomass for every site quality of coppice stands



Σχήμα 5. Συγκέντρωση C στην υπέργεια και υπόγεια βιομάζα για κάθε ποιότητα τόπου των συστάδων υπό πρεμνοφυή διαχείριση.
Figure 5. C sequestration in above and below ground woody biomass for every site quality of coppice stands



Σχήμα 6. Συγκέντρωση CO₂ που δεσμεύτηκε από την ατμόσφαιρα στην υπέργεια και υπόγεια βιομάζα για κάθε ποιότητα τόπου των συστάδων υπό πρεμνοφυή διαχείριση

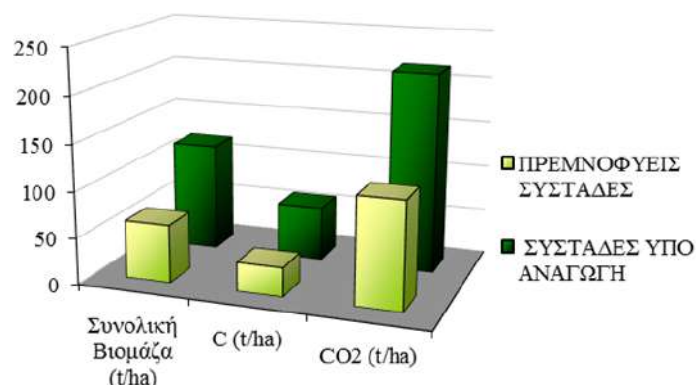
Figure 6. CO₂ concentration absorbed from atmosphere in above and below ground woody biomass for every site quality of coppice stands

Η βιομάζα κλαδιών και κορμού και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα σε τόνους ανά εκτάριο (t/Ha) παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Βιομάζα κλαδιών και ξυλώδους κορμού και συγκεντρώσεις C, CO₂ (t/Ha) για κάθε ποιότητα τόπου των συστάδων υπό πρεμνοφυή διαχείριση.

Table 2. Biomass of branches and stem and C, CO₂ (t/Ha) concentration for every site quality of coppice stands

ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΠΟΥ	ΚΛΑΔΙΑ			ΚΟΡΜΟΣ		
	ΒΙΟΜΑΖΑ (t/Ha)	C (t/Ha)	CO ₂ (t/Ha)	ΒΙΟΜΑΖΑ (t/Ha)	C (t/Ha)	CO ₂ (t/Ha)
I	5,87	2,94	10,77	31,16	15,58	57,13
II	5,36	2,68	9,83	27,97	13,98	51,28
III	4,69	2,34	8,59	24,72	12,36	45,32
IV	3,57	1,78	6,54	19,82	9,91	36,34



Σχήμα 7. Συνολική ξυλώδης βιομάζα και συγκεντρώσεις C και CO₂ ανά εκτάριο για τις συστάδες που διαχειρίζονται πρεμνοφυώς και για τις υπό αναγωγή συστάδες.

Figure 7. Total woody biomass, C and CO₂ concentration per hectare of coppice stands and of stands being under conversion

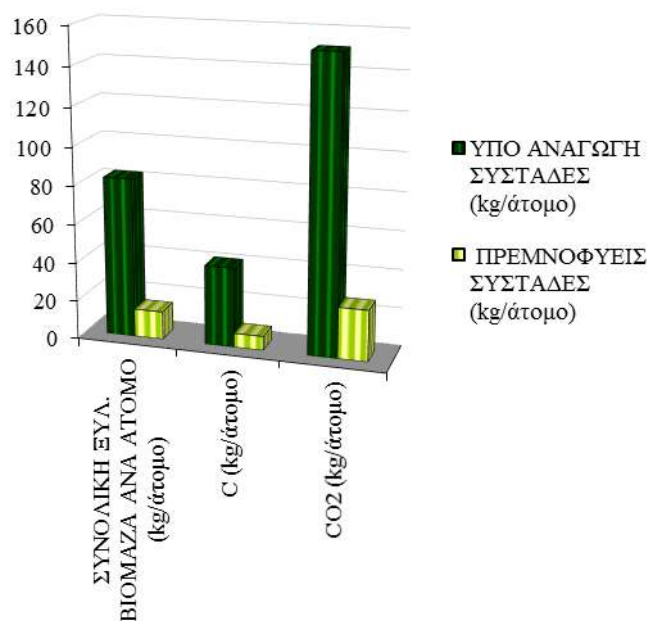
Η υπέργεια, υπόγεια και συνολική ξυλώδης βιομάζα ανά άτομο και οι αντίστοιχες ποσότητες άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα (kg/άτομο) παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Υπέργεια, υπόγεια και συνολική ξυλώδης βιομάζα ανά άτομο και συγκεντρώσεις C, CO₂ (kg/άτομο).

Table 3. Above, below and total woody biomass, C, CO₂ per tree (kg/άτομο).

Ποιότητα τόπου	Υπέργεια βιομάζα (kg/άτομο)	C υπέργεια (kg/άτομο)	CO ₂ υπέργεια (kg/άτομο)	Υπόγεια βιομάζα (kg/άτομο)	C υπόγεια (kg/άτομο)	CO ₂ υπόγεια (kg/άτομο)	Σύνολο		
							Βιομάζα (kg/άτομο)	C (kg/άτομο)	CO ₂ (kg/άτομο)
ΠΡΕΜΝΟΦΥΕΙΣ ΣΥΣΤΑΔΕΣ									
I	14,70	7,35	26,94	4,41	2,20	8,08			
II	12,39	6,20	22,72	3,72	1,86	6,82			

III	10,28	5,14	18,84	3,08	1,54	5,65			
IV	7,25	3,63	13,30	2,18	1,09	3,99			
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	11,15	5,58	20,45	3,35	1,67	6,14	14,50	7,25	26,59
T.A.	3,16	1,58	5,80	0,94	0,47	1,74			
ΣΥΣΤΑΔΕΣ ΥΠΟ ΑΝΑΓΩΓΗ Π ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΠΟΥ									
Περιοχή Α	53,31	26,66	97,74	15,99	8,00	29,32			
Περιοχή Β	78,51	39,26	143,94	23,55	11,78	43,18			
Περιοχή Γ	58,97	29,48	108,11	17,69	8,85	32,43			
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	63,60	31,80	116,60	19,08	9,54	34,98	82,68	41,34	151,57
T.A.	10,79	5,39	19,79	3,23	1,61	5,93			



Σχήμα 8. Συνολική ξυλώδης βιομάζα και συγκεντρώσεις C και CO₂ ανά άτομο για τις συστάδες που διαχειρίζονται πρεμνοφυώς και για τις υπό αναγωγή συστάδες.

Figure 8. Total woody biomass, C and CO₂ concentration per tree of coppice stands and of stands being under conversion

Στατιστικά σημαντική βρέθηκε η εξίσωση παλινδρόμησης με ανεξάρτητη μεταβλητή τον όγκο και εξαρτημένη μεταβλητή την υπέργεια βιομάζα ($y = 1,674x^{0,902}$, $F = 324.31$, $p < .001$ με $R^2 = 0,90$). Στη σχέση αυτή βασίστηκε η εκτιμώμενη υπέργεια βιομάζα και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα, ανάλογα με το ενδεχόμενο ξυλαπόθεμα, στα σενάρια που ακολουθούν.

Σενάριο Διαχείρισης Α1 (αισιόδοξο): Το σενάριο αυτό περιλαμβάνει την αναγωγή του συνόλου της έκτασης των πρεμνοφυών συστάδων Δρυός και των συνηρηφών θαμνώνων αιφυλλών πλατυφύλλων που απαντώνται στην περιοχή έρευνας σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 μ., λαμβάνοντας υπόψη ότι το ξυλαπόθεμα θα ανέλθει στα 300 m³/Ha. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα Διαχειριστικού Σεναρίου Α1.

Table 4. Results of management scenario A1

Α1	Έκταση πρεμνοφυούς Δρυός και αιφυλλών πλατυφύλλων (Ha)	Ξυλαπόθεμα 300 m ³ /Ha ⁻¹	Βιομάζα (t Ha ⁻¹)	C (t Ha ⁻¹)	CO ₂ (t Ha ⁻¹)
			287,16	143,58	526,45
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ (t)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ C (t)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ CO ₂ (t)		
	2682,48	770.291,88	385.145,94	1.412.201,77	

Σενάριο Διαχείρισης A2(μετριοπαθές): Περιλαμβάνει την αναγωγή της μισής περίπου έκτασης του Σεναρίου A1 και επιλέγοντας συστάδες ιδιαίτερα υψηλής αισθητικής αξίας, υποθέτοντας ότι το ξυλαπόθεμα θα ανέλθει στα 200 m³/Ha. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα Διαχειριστικού Σεναρίου A2.
Table 5. Results of management scenario A2

A2	Έκταση πρεμνοφυούς Δρυός (Ha)	Ξυλαπόθεμα 200 m ³ Ha ⁻¹	Βιομάζα (t Ha ⁻¹)	C(t Ha ⁻¹)	CO ₂ (t Ha ⁻¹)
			199,20	99,60	365,20
		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ (t)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ C(t)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ CO ₂ (t)	
	1.417,16	282.295,14	141.147,57	517.541,08	

Σενάριο Διαχείρισης A3(απαισιόδοξο): Αποτελεί το περισσότερο απαισιόδοξο σενάριο. Περιλαμβάνει την αναγωγή της μικρότερης δυνατής έκτασης και επιλέγοντας τις περιοχές με ιδιαίτερο προστατευτικό ρόλο (εκτάσεις εκτατέρωθεν ρεμάτων, κύριων οδών και περιμετρικά οικισμών), υποθέτοντας ότι το ξυλαπόθεμα θα ανέλθει στα 100 m³/Ha. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Αποτελέσματα Διαχειριστικού Σεναρίου A3.
Table 6. Results of management scenario A3

A3	Έκταση πρεμνοφυούς Δρυός (Ha)	Ξυλαπόθεμα 100 m ³ Ha ⁻¹	Βιομάζα (t Ha ⁻¹)	C(t Ha ⁻¹)	CO ₂ (t Ha ⁻¹)
			106,60	53,30	195,43
		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ (m ³)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ C(t)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ CO ₂ (t)	
	942,38	100.457,30	50.228,65	184.171,72	

Η αναγωγή προτείνεται να ξεκινήσει κατά προτεραιότητα από τις περιοχές με ιδιαίτερο προστατευτικό ρόλο (Σενάριο A3), στη συνέχεια προτείνεται να τεθούν σε αναγωγή οι περιοχές με ιδιαίτερη αισθητική αξία (Σενάριο A2) και αν είναι δυνατό ακολούθως να επιτευχθεί το Σενάριο A1, με την αναγωγή όλης της έκτασης που καταλαμβάνει η Δρυς υπό πρεμνοφυή διαχείριση και η έκταση των αειφύλλων πλατυφύλλων σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 μ. Το προτεινόμενο πλαίσιο της αναγωγής συνίσταται στην επέκταση του περίτρουπου χρόνου στα 120 έτη, με προϋπόθεση την άρση των παραγόντων υποβάθμισης, όπως οι λαθροϋλοτομίες και η βόσκηση. Η αναγωγή προτείνεται να εφαρμοστεί με προτεραιότητα σε συστάδες καλής ποιότητας τύπου (I,II,III), όπου και προτείνεται η αναγωγή με καλλιέργεια, με τη διενέργεια θετικής επιλογής, για την ευνόηση των επίδοξων ατόμων, υλοτομώντας τον οξύτερο ανταγωνιστή τους. Η αναγωγή προτείνεται να αρχίσει σε ηλικία 10 ετών ή και νωρίτερα ή το αργότερο έως την ηλικία των 20 ετών. Η αραίωση προτείνεται να διενεργηθεί σε ποσοστό έως 20% στις καλές ποιότητες τύπου και έως 15% στις κακές. Εξαιρετικής σημασίας παράγοντα αποτελεί η ευνόηση της Ελάτης, αλλά και των φυλλοβόλων πλατυφύλλων, όπως ο Γαύρος, η Οστρινιά, ο Φράξος, ο Σφένδαμος κλπ. που απαντώνται στην περιοχή. Στην IVη ποιότητα τύπου προτείνεται, επίσης η φυσική μέθοδος ανόρθωσης. Σε ισχυρές κλίσεις της IVης ποιότητας και όπου παρατηρείται και διάβρωση του εδάφους, προτείνεται να εφαρμοστεί η τεχνητή μέθοδος αναγωγής, με εισαγωγή της υβριδογενούς Ελάτης σε ποσοστό 20-40%, στα μεγαλύτερα υψόμετρα και όπου η Ελάτη απαντάται φυσικά. Όσον αφορά τους δασοκομικούς χειρισμούς των εκτάσεων με σημαντικό προστατευτικό ρόλο, απαιτείται μέριμνα για ελαχιστοποίηση των διαταραχών και της συμπίεσης του εδάφους και για τον χειρισμό των υπολειμμάτων των υλοτομιών, τοποθετώντας τα παράλληλα με τις ισοϋψείς για την αποτροπή της διάβρωσης. Στον χειρισμό των εκτάσεων με ιδιαίτερη αισθητική αξία, ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στη μη απομάκρυνση των υπολειμμάτων των υλοτομιών, που συμβάλλουν στη αύξηση της πολυπλοκότητας και στη δημιουργία-διατήρηση διακένων. Στους θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων προτείνεται η φυσική μέθοδος ανόρθωσης αφήνοντας τα οικοσυστήματα αυτά στη φυσική τους εξέλιξη, με απαραίτητη προϋπόθεση τη διεύθετη της βόσκησης και την άρση όλων των υποβαθμιστικών παραγόντων.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η ζωτικότητα εμφανίζεται καλή στις καλές ποιότητες τόπου (I,II,III), ενώ τείνει να ελαττώνεται με τη χειροτέρευση της ποιότητας τόπου. Η ποιότητα κορμού είναι, επίσης, ανάλογη της ποιότητας τόπου, ενώ γενικά εμφανίζεται καλή έως μέτρια ακόμη και στις καλές ποιότητες, λόγω του νεαρού της ηλικίας. Ο αριθμός των κορμών, συστάδων κλάσης ηλικίας 20 ετών, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διακυμάνσεις στις καλές ποιότητες τόπου, ενώ ελαττώνεται αισθητά στην IVη ποιότητα. Η μέση κυκλική επιφάνεια των πρεμνοφυών συστάδων, της κλάσης ηλικίας 20 ετών, ελαττώνεται με τη χειροτέρευση της ποιότητας τόπου. Η μικρή διαφορά των εν λόγω χαρακτηριστικών μεταξύ της Ιης και της Πης ποιότητας τόπου οφείλεται στην υποβάθμιση πολλών συστάδων της Ιης ποιότητας, εξαιτίας των λαθροϋλοτομιών και της κλαδονομής, λαμβάνοντας υπόψη την κοντινή απόσταση που απέχουν από τους αντίστοιχους οικισμούς, αλλά και την τουριστική ανάπτυξη της περιοχής, με συνέπεια τις ποικίλες ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Οι συστάδες της IVης ποιότητας τόπου εμφανίζουν έντονη διαφορά, όσον αφορά την κυκλική επιφάνεια, σε σχέση με αυτές της Ιης, Πης και Πης ποιότητας. Ο λόγος έγκειται στο ότι οι συστάδες αυτές διακόπτονται από αγρούς και έχουν υποστεί ποικίλες ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Επιπλέον, στις συστάδες αυτές συμμετέχει η Καστανιά σε μεγαλύτερο ποσοστό (έως 10% της συνολικής επιφάνειας σε σχέση με τις I, II και III ποιότητες τόπου).

Όσον αφορά τις συστάδες που έχουν τεθεί σε αναγωγή, ο αριθμός ατόμων στο εκτάριο βρέθηκε μικρότερος από αυτόν των πρεμνοφυών, ενώ η κυκλική επιφάνεια ήταν αυξημένη έναντι των πρεμνοφυών. Η μέση διάμετρος και το μέσο ύψος ήταν σχεδόν διπλάσια σε σχέση με των πρεμνοφυών.

Τα τρία μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για την ξυλώδη υπέργεια βιομάζα δεν εμφάνισαν σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ τους. Η μέση συγκέντρωση άνθρακα στο εκτάριο, της ζωντανής ξυλώδους βιομάζας των υπό αναγωγή συστάδων βρέθηκε σχεδόν διπλάσια συγκριτικά με αυτή των πρεμνοφυών, ενώ η αντίστοιχη συγκέντρωση ανά άτομο βρέθηκε πολλαπλάσια σε σχέση με αυτή των πρεμνοφυών.

Το πλαίσιο των τριών υποθετικών σεναρίων αναγωγής της πρεμνοφυούς Δρυός της περιοχής έρευνας βασίστηκε στους Πούλιου (2011) και Πούλιου και Ζάγκας (2011). Εκτιμήθηκε ότι η συγκέντρωση του C θα αυξηθεί κατά 53,30 έως 143,58 t/Ha, ανάλογα με την ποσότητα του θεωρητικού επιτευχθέντος ξυλαποθέματος και της έκτασης που θα τεθεί σε αναγωγή. Οι Πούλιου (2011) και Πούλιου και Ζάγκας (2011) εκτίμησαν ότι η αναγωγή των δρυοδασών του Ν. Τρικάλων θα δέσμευε από 0,832 Kt έως 4,158 Kt άνθρακα, ανάλογα με τις εκάστοτε υποθέσεις. Για την εκτίμηση της βιομάζας ή της συγκέντρωσης άνθρακα στα δασικά οικοσυστήματα, απαντάται πληθώρα ερευνών παγκοσμίως (Matthews 1991, Martin κ.α. 1998, Pignard κ.α. 2000, Simoncic και Vilhar 2007, Mendoza-Ponce και Galicia 2010). Τα αποτελέσματα είναι ποικίλα και είναι δύσκολο να συγκριθούν μεταξύ τους, εξαιτίας των πολυάριθμων μεθόδων και των διαφορετικών ερευνητικών δεδομένων.

Εκτός από τη λειτουργία της δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα, στο πλαίσιο της αναγωγής πρεμνοφυών συστάδων σε υψηλές σπερμοφυείς δύνανται να προαχθούν επιπλέον και η προστατευτική λειτουργία, όπως και η βελτίωση της αισθητικής αξίας. Το προτεινόμενο πλαίσιο μέτρων αναγωγής βασίστηκε στους Ντάφη (1990), Hatzistathis κ.α. (1996), Ζάγκα κ.ά. (2003), Ζάγκα κ.ά. (2006). Η αναγωγή των δασών με αξιοσημείωτο προστατευτικό ρόλο αποτελεί το ελάχιστο δυνατό και αναγκαίο σενάριο διαχείρισης, με πληθώρα οικολογικών και κοινωφελών επιδράσεων.

Περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή της αναγωγής είναι η οικονομική επιβάρυνση του δασοκτήμονα και γι' αυτό βασική προϋπόθεση αποτελεί η παροχή κινήτρων που θα αντισταθμίσουν τις οικονομικές απώλειες.

Abstract

Greece's Oak forests continue to be coppice managed on a large scale, resulting in continued degradation. The purpose of this research is to investigate the current state of Oak stands in the area of Plastira's Lake (Tavropos), Karditsa, in terms of structure and carbon sequestration and to analyze their ecological potential, that will lead to their appropriate conversion model from coppices to high, valuable ecological, multifunctional forests. Three management scenarios were identified, according to which it was estimated that the sequestration of C would increase by 53.30 to 143.58 t/Ha, depending on the amount of the wood volume and the converted area and the suitable conversion model was proposed.

Βιβλιογραφία

- Anfodillo, T., Dalla Valle, E. and Pilli, R., 2007. Representative analysis by forest inventory: Biomass studies for the Veneto area. In: Peressotti (ed.), Local strategies for land use management according to Kyoto Protocol. Exploring new management tools for CO₂ sequestration in agricultural lands and forests. p 39-42.
- Απασιδης, Α.Δ., 2003. Αναγωγή πρεμνοφυών δασών. Πρακτικά 11ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. «Δασική Πολιτική, Πρεμνοφυή δάση, Προστασία φυσικού περιβάλλοντος», Αρχαία Ολυμπία 30 Σεπτεμβρίου-3 Οκτωβρίου. Σελ. 238-242.
- Βουλγαρίδης, Η.Β., Πασιαλής, Κ.Ν. και Βασιλείου, Β.Γ., 2003. Ποιότητα, ιδιότητες και αξιοποίηση ξύλου πρεμνοφυούς πλατύφυλλου Δρυός (*Quercus conferta*). Πρακτικά 11^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. «Δασική Πολιτική-Πρεμνοφυή Δάση-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», Αρχαία Ολυμπία 30 Σεπτεμβρίου-3 Οκτωβρίου. Σελ. 145-161.
- Ζάγκας, Θ., Γκανάτσας, Π. και Τσιτσώνη, Θ., 2006. Καλλιέργεια πρεμνοφυών δασών αριάς, με σκοπό την αναγωγή τους σε σπέρμοφυη. Σε: «Οδηγίες για την ανόρθωση υποβαθμισμένων δασών Δρυός και Αριάς», ΕΚΒΥ. Σελ. 24-26
- Ζάγκας, Θ., Παπαπέτρου, Π. και Θανάσης, Γ., 2003. Έρευνα των συνθηκών αύξησης του πρεμνοφυούς δρυοδάσους Καστανιάς Βόρειο Πιερίας και δυνατότητα αναγωγής των συστάδων του. Πρακτικά 11^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. «Δασική Πολιτική-Πρεμνοφυή Δάση-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», Αρχαία Ολυμπία 30 Σεπτεμβρίου-3 Οκτωβρίου. Σελ. 103-115.
- Θανάσης, Γ.Α. και Ζάγκας, Θ.Δ., 2000. Συμβολή της αναγωγής των δρυοδασών της ανατολικής πλευράς των Κερδυλλίων ορέων στην Προστασία του Φυσικού Περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής. Πρακτικά 9ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. «Προστασία φυσικού περιβάλλοντος και αποκατάσταση διαταραγμένων περιοχών», Κοζάνη 17-20 Οκτωβρίου. Σελ. 609-619.
- Hatzistathis, A., Zagas, T., Goudelis, G., Gkanatsas, P. and Tsitsoni, T., 1996. Thinning treatment effects on stand structure and quality of holm oak coppice. Proceedings of the Second Balkan Scientific Conference on Study. "Conservation and Utilization of Forest Resources", Vol. I: 11-17.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraiishi T., Krug T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. & Wagner F. (Eds), Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.
- Martin, J.G., Kloeppe, B.D., Schaefer, T.L., Kimbler, D.L. and McNulty, S.G., 1998. Aboveground biomass and nitrogen allocation of deciduous southern Appalachian tree species. Can. J. For. Res. 28: 1648-1659.
- Μάτης, Κ.Γ. και Αλιφραγκής, Δ.Α., 1984. Υπέργεια βιομάζα της δρυός (*Quercus conferta* Kit.) στον Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος ΚΣΤ/ΚΖ: 397-517.
- Matthews, R.W., 1991. Biomass production and storage by British Forests. In: J.R. Aldhous (ed.), Wood for energy: the implications for harvesting, utilisation and marketing, Proceedings of a discussion meeting, Heriot-Watt University, Edinburgh.
- Mendoza-Ponce, A. and Galicia, L., 2010. Aboveground and belowground biomass and carbon pools in highland temperate forest landscape in Central Mexico. Forestry 83: 497-506.
- Ντάφης, Σ., 1966. Σταθμολογικά και δασοαποδοτικά έρευνα εις πρεμνοφυή δρυοδάση και καστανωτά της ΒΑ Χαλκιδικής. Διατριβή επί υφηγεσία. Εργαστήριο Δασοκομίας και Ορεινής Υδρονομικής Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Σελ. 120.
- Ντάφης, Σ., 1990. Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 258.
- Pignard, G., Dupouey, J.L., Arrouays, D. and Loustau, D., 2000. Carbon stocks estimates for French forests. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 4 (4): 285-289.
- Πούλιου Α., 2011. Η συμβολή της αναγωγής των πρεμνοφυών δρυοδασών του Ν. Τρικάλων στην αντιμετώπιση του φαινομένου θερμοκηπίου. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. ΑΠΘ. Σελ. 83.

Πούλιου Α. και Ζάγκας Θ., 2011. Αναγωγή δρυοδασών Ν. Τρικάλων-Κύκλος του άνθρακα. Πρακτικά 15ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. «Δασοπονία πολλαπλών σκοπών και κλιματική αλλαγή-Προστασία και αξιοποίηση φυσικών πόρων». Σελ. 557-566.

Simončič, P. and Vilhar, U., 2007. Intensive observation by research plots: The virgin forest remnant Rajhenav (SI), an unmanaged silver fir-beech forest. In: Peressotti (ed.), Local strategies for land use management according to Kyoto Protocol. Exploring new management tools for CO₂ sequestration in agricultural lands and forests. p 33-38.

Τσιτσώνη, Θ., 2003. Δασοκομική έρευνα των δρυοδασών στη Βόρεια Ελλάδα. Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. «Δασική Πολιτική-Πρεμνοφυή Δάση-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», Αρχαία Ολυμπία 30 Σεπτεμβρίου-3 Οκτωβρίου. Σελ. 116-125.

Τσουμής, Γ., 1994. Επιστήμη και Τεχνολογία Ξύλου, Τόμος Α. Δομή και Ιδιότητες. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σελ. 116.

Χατζηστάθης, Α., 2000. Δασοκομία και προστασία του περιβάλλοντος. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, «Προστασία φυσικού περιβάλλοντος και αποκατάσταση διαταραγμένων περιοχών», Κοζάνη 17-20 Οκτωβρίου. Σελ. 43-51.

West, G.B., Brown, J.H. and Enquist, B.J., 1999. A general model for the structure and allometry of plant vascular systems. Nature 400: 664-667.

Zagas, T., Gkanatsas, P. and Tsitsoni, T., 2002. Research of the forest habitats in the Olympus National Park, Greece. In: Proceedings of International Conference "Protection and Restoration of the Environment VI". Skiathos, Greece, I: 555-562.

Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R. and Mencuccini, M., 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. Silva Fenn. Monographs 4 : 63 .

ΠΟΣΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΝ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΟΥΝ ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΑΣΗ;

Γκανάτσας, Πέτρος¹; Τζαμτζής, Ιωάννης¹; Τσακαλδήμη, Μαριάνθη¹;
Κατσαρός, Δημήτριος²; Καρυδόπουλος, Θεόδωρος¹;
Πατάρης, Αναστάσιος¹; Γεωργιάδου, Ελένη¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, rgana@for.auth.gr

²Αποκεντρωμένη Διοίκηση Πελοποννήσου-Δυτικής Ελλάδας-Ιονίου, Πάτρα

Περίληψη

Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα δάση συμβάλλουν στη δέσμευση του άνθρακα και στη μείωση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας, στο οποίο αποδίδεται κατά κύριο λόγο η υπερθέρμανση του πλανήτη. Παρόλη όμως τη γενική παραδοχή, ο ακριβής προσδιορισμός των ποσοτήτων άνθρακα που δεσμεύονται στα δασικά οικοσυστήματα είναι μια δύσκολη διαδικασία και σε πολλές περιπτώσεις οι αντίστοιχες εκτιμήσεις εμπεριέχουν υψηλή αβεβαιότητα, ειδικά για την περίπτωση της χώρας μας, όπου λείπουν ακριβή δεδομένα. Έτσι ένα βασικό πρόβλημα που πρέπει αντιμετωπισθεί είναι η τεκμηριωμένη εκτίμηση των ποσοτήτων άνθρακα που πραγματικά δεσμεύουν τα ελληνικά δάση, καθώς και η ανάπτυξη ασφαλών μεθόδων εκτιμήσεων των ποσοτήτων άνθρακα που δεσμεύονται σε ετήσια βάση. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα μια ποσοτικοποίηση των ποσοτήτων άνθρακα που δεσμεύονται από τα ελληνικά δάση, σε ετήσια βάση, και ταυτόχρονα παρουσιάζονται μεθοδολογίες ακριβούς προσδιορισμού των δεξαμενών άνθρακα για τα ελληνικά δάση.

Λέξεις κλειδιά: αποθήκες άνθρακα, κλιματική αλλαγή, δέσμευση CO₂, συσσώρευση άνθρακα.

Εισαγωγή

Σήμερα, η επικρατούσα άποψη σε παγκόσμιο επίπεδο είναι ότι τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Ακολούθως αυτή σταδιακά προκαλεί διάφορες μεταβολές, όπως λιώσιμο των πάγων, ερημοποίηση, μεταβολές στην κατανομή της βλάστησης, κλπ. Ο άνθρωπος ευθύνεται εν μέρει ή συνολικά για την αύξηση αυτή των αερίων (European Council of the European Union website 2021, IPCC 2014, 2019). Υιοθετώντας τις παραπάνω γενικές απόψεις, σε παγκόσμιο επίπεδο τα κράτη και οι διεθνείς οργανισμοί έχουν αναλάβει δράσεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων που θεωρούνται ότι ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη (Global warming). Στα πλαίσια αυτά έχουν θεσπισθεί διάφορες διεθνείς συνθήκες για τη δέσμευση της κάθε χώρας, σε σχέση με τις εκπομπές/απορροφήσεις CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή. Η Ελλάδα έχει δεσμεύσει εθνικές αλλά και ευρωπαϊκές, ως κράτος Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Οι δεσμεύσεις αυτές προκύπτουν από το υπάρχον νομικό και κανονιστικό πλαίσιο, διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό (Council Decision 2002/358/EC., Regulation (EU) 2021/1119 και οι όλες οι υπόλοιπες σχετικές αποφάσεις και κανονισμοί).

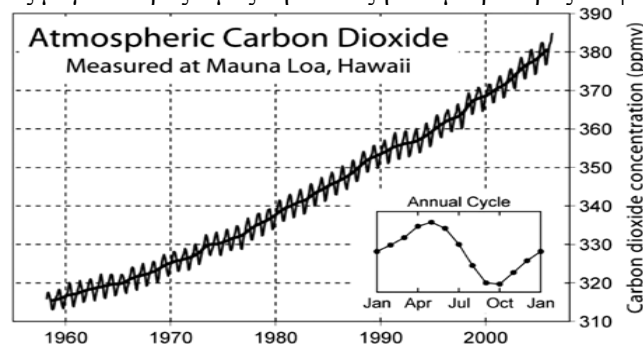
Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα δάση συμβάλλουν στη δέσμευση του άνθρακα και στη μείωση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας, στο οποίο αποδίδεται κατά κύριο λόγο η υπερθέρμανση του πλανήτη (IPCC 2014). Παρόλο όμως τη γενική παραδοχή, ο ακριβής προσδιορισμός των ποσοτήτων άνθρακα που δεσμεύονται στα διάφορα δασικά οικοσυστήματα είναι μια δύσκολη διαδικασία και σε πολλές περιπτώσεις οι μέθοδοι εκτίμησης περιέχουν μεγάλα ποσοστά αβεβαιότητας, ειδικά για την περίπτωση της χώρας μας, όπου λείπουν ακριβή δεδομένα. Έτσι ένα βασικό πρόβλημα που πρέπει λυθεί είναι η τεκμηριωμένη εκτίμηση των ποσοτήτων άνθρακα που πραγματικά δεσμεύουν τα ελληνικά δάση, και η ανάπτυξη ασφαλών μεθόδων υπολογισμού σε ετήσια βάση. Αν και οι προσπάθειες καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής έχουν ξεκινήσει πάνω από δύο δεκαετίες, ωστόσο τα κενά σε επιστημονικά δεδομένα και δεδομένα πεδίου στη χώρα μας είναι πολύ μεγάλα σε σχέση με τις απορροφήσεις/εκπομπές αερίων του

θερμοκηπίου από τα δάση. Βασική πηγή πληροφορίας σε εθνικό επίπεδο παραμένουν οι Εθνικές Απογραφές Αερίων του Θερμοκηπίου στις οποίες περιλαμβάνονται οι εκτιμήσεις εκπομπών/απορροφήσεων από όλες τις χρήσεις γης και αλλαγές χρήσεων γης στη χώρα μας συμπεριλαμβανομένων των δασών (Ministry of Environment and Energy, 2021).

Παρόλα αυτά, αν και με αργούς ρυθμούς, όλο και περισσότερες εργασίες έχουν ως αντικείμενο τα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής και τη συνεισφορά των δασών αλλά και της ανάπτυξης επιστημονικών δεδομένων στην ελληνική επικράτεια (Πούλιου και Ζάγκας 2011, Βλάχου 2012, Μιχόπουλος 2013, Μανώλης 2015).

Μεταβολή της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα και η επίδραση των δασών

Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα αλλά και η επίδραση των δασών στην συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας διαπιστώθηκε για πρώτη φορά, το 1958, όταν ο C. Keeling με την ομάδα του ξεκίνησε τις πρώτες μετρήσεις ατμοσφαιρικού CO₂ στην τοποθεσία Mauna Loa της Χαβάης. Οι μετρήσεις αυτές κατέγραψαν αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα, από 315 ppm το 1960 σε 390 ppm το 2010 (Σχήμα 1). Η συγκέντρωση δεν αυξάνεται σταθερά, αλλά παρουσιάζει μια εποχιακή διακύμανση, καταγράφοντας μεγαλύτερες τιμές την άνοιξη και μικρότερες το φθινόπωρο.



Σχήμα 1. Εξέλιξη της συγκέντρωσης CO₂ (ppm) της ατμόσφαιρας στο βόρειο ημισφαίριο, τα τελευταία 50 έτη.
Figure 1. CO₂ concentration (ppm) of the atmosphere in the northern hemisphere, the last 50 years.

Αυτή η διαφορά, η ετήσια διακύμανση δηλαδή, οφείλεται στην υψηλή απορρόφηση CO₂ κατά την αυξητική περίοδο των δασών του βορείου ημισφαιρίου, καθώς το βόρειο ημισφαίριο έχει πολύ μεγάλη δασοκάλυψη και καλύπτεται σε σημαντικό ποσοστό, από υψηλά παραγωγικά δάση. Η μεταβολή αυτή δείχνει τη σημασία που έχουν τα δάση στον έλεγχο της συγκέντρωσης του CO₂. Η διακύμανση είναι φανερή, αλλά ακόμα πιο φανερή είναι η αυξητική τάση στη συγκέντρωση του CO₂, καθώς οι απορροφήσεις δεν αντισταθμίζουν πλέον τις εκπομπές, οι οποίες είναι πολύ μεγαλύτερες. Σήμερα πλέον είναι αποδεκτή αυτή η σχέση-επίδραση, η ακριβής ποσοτικοποίηση της όμως είναι ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία, ειδικά όταν πρέπει να γίνει αναφορά σε τοπική κλίμακα.

Η συγκέντρωση CO₂ σήμερα

Η συγκέντρωση CO₂ εκτιμάται σε παγκόσμιο επίπεδο ότι κυμαίνεται στα 410 ppm (Lindsey 2020). Από αδημοσίευτες μετρήσεις του Εργαστηρίου Δασοκομίας του ΑΠΘ (στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων και διατριβών) σε διάφορες θέσεις στην Ελλάδα, η μέση συγκέντρωση CO₂ σήμερα διαμορφώνεται στα 416,2 ppm, με τις υψηλότερες τιμές να σημειώνονται εντός των πόλεων (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Τιμές συγκεντρώσεων CO₂ σε διάφορες θέσεις στον ελληνικό χώρο. Έτη μετρήσεων 2020 και 2021.
Table 1. CO₂ concentrations in various Greek places in Greece (2020-2021).

Περιοχές μέτρησης	Περίοδος μετρήσεων	Μέση συγκέντρωση CO ₂ σε ppm
Πλατείες εντός πόλεων	Ιούλιος - Αύγουστος 2020 Απρίλιος - Ιούλιος 2021	440,0
Ρέματα εντός πόλεων	Απρίλιος - Ιούλιος 2021	413,8
Περιστικό δάσος Θεσ/νίκης	Απρίλιος - Ιούλιος 2021	421,2
Πρεμνοφυές δάσος Δρυός	Απρίλιος - Ιούλιος 2021	405,7
Υψηλό δάσος Οξιάς	Απρίλιος - Ιούλιος 2021	400,2
Μέσος όρος		416,2

Οι διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας μας σε σχέση με τις εκπομπές/απορροφήσεις CO₂ και την κλιματική αλλαγή

Οι διεθνείς δεσμεύσεις της κάθε χώρας, σε σχέση με τις εκπομπές/απορροφήσεις CO₂ και την κλιματική αλλαγή, διαμορφώθηκαν κυρίως με τις παρακάτω συμφωνίες:

Σύμβαση Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών (UNFCCC)

Το 1992, αρκετές χώρες ένωσαν τις δυνάμεις τους στο πλαίσιο μιας διεθνούς σύμβασης, τη γνωστή ως Σύμβαση Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών (Σύμβαση), με σκοπό τη μεταξύ τους συνεργασία, για να εξετάσουν τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να δράσουν, ώστε να περιορίσουν τη μέση αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και τη συνεπαγόμενη κλιματική αλλαγή, καθώς επίσης να αντιμετωπίσουν τις οποιοσδήποτε επιπτώσεις. Η Ελλάδα κύρωσε τη ΣΠΚΑ το 1994 με το Ν. 2205/1994 (ΦΕΚ 60/Α/15.04.1994)

Πρωτόκολλο Κιότο (Kyoto Protocol)

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε το 1997, στο πλαίσιο της UNFCCC, και συνιστά τη νομική δέσμευση των αναπτυγμένων κρατών να περιορίσουν, μεμονωμένα ή σε συνεργασία με άλλες χώρες, τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που δεν ελέγχονται από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, συγκεκριμένα CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs και SF₆. Αποτελεί το πρώτο σημαντικό βήμα των κρατών σε παγκόσμια κλίμακα να περιορίσουν τις εκπομπές τους, δημιουργώντας τη μεγαλύτερη και πιο φιλόδοξη περιβαλλοντική νομοθεσία μέχρι σήμερα, με ποσοτικοποιημένες δεσμεύσεις μείωσης εκπομπών.

Συμφωνία του Παρισιού (Paris Agreement) 2015

Αποτελεί συνέχεια των προηγούμενων συμφωνιών. Έχει ως κεντρικό στόχο να ενισχύσει τις προσπάθειες για την συγκράτηση της ανόδου της θερμοκρασίας στο επίπεδο των +1,5-2°C, σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο. Απαιτεί συγκεκριμένες δεσμεύσεις από τα κράτη, και την υποβολή εθνικών απογραφών και δεσμεύσεων για την περίοδο μετά το 2020.

Εθνικές απογραφές αερίων του θερμοκηπίου και Χρήσεις Γης, Αλλαγές Χρήσεων Γης και Δασοπονία (LULUCF)

Η Σύμβαση απαιτεί από τα συμβαλλόμενα μέρη να υποβάλλουν ετήσιες εθνικές απογραφές ανθρωπογενών εκπομπών από πηγές και απορροφήσεων από καταβόθρες αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και περιοδικές εθνικές αναφορές για την εφαρμογή της Σύμβασης. Οι ετήσιες απογραφές αερίων του θερμοκηπίου είναι ένα απαραίτητο εργαλείο στη χάραξη και εφαρμογή πολιτικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Προσφέρουν πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη των εκπομπών αναφορικά με ένα προεπιλεγμένο έτος βάσης, ενώ επίσης συνεισφέρουν στη διαδικασία λήψης πολιτικών και μέτρων μείωσης των εκπομπών, καθώς και στην παρακολούθηση των αποτελεσμάτων των μέτρων αυτών. Το Πρωτόκολλο του Κιότο ορίζει ότι όλα τα Συμβαλλόμενα Μέρη της Σύμβασης θα πρέπει να αναπτύξουν ένα Εθνικό Σύστημα για την απογραφή των εκπομπών και απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει όλες τις θεσμικές, νομοθετικές και διαδικαστικές ρυθμίσεις που εφαρμόζονται σε ένα Συμβαλλόμενο Μέρος για την εκτίμηση εκπομπών και απορροφήσεων των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και για την αναφορά και αρχειοθέτηση των πληροφοριών σχετικά με τις ετήσιες απογραφές εκπομπών και απορροφήσεων.

Οι απογραφές αερίων του θερμοκηπίου για τις LULUCF, γενικά σε παγκόσμιο επίπεδο, βασίζονται σε στοιχεία από τις Εθνικές Απογραφές Δασών (ΕΑΔ). Την τελευταία δεκαετία, οι περισσότερες χώρες τροποποίησαν και συμπλήρωσαν τις προδιαγραφές των ΕΑΔ (π.χ. κατάλληλη χρονική κάλυψη, παρακολούθηση των δεξαμενών άνθρακα κ.λπ.), έτσι ώστε να βελτιώσουν την πληρότητα της απογραφής αερίων του θερμοκηπίου.

Οι απογραφές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα

Η πρώτη προσπάθεια εκτίμησης των εκπομπών και απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα «Χρήσεις Γης, Αλλαγές Χρήσεων Γης και Δασοπονία» στην Ελλάδα έγινε στην απογραφή του 2005 (Tzamtzis και Ganatsas 2020, Ministry of Environment and Energy 2021). Επειδή ουσιαστικά δεν υπάρχει πρόσφατη ΕΑΔ, για την απογραφή του 2005 χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία της 1ης ΕΑΔ (1992) για την προσαύξηση των δασών και ετήσια στατιστικά στοιχεία για τις υλοτομίες και τις πυρκαγιές, τα οποία υπήρχαν συγκεντρωμένα στην κεντρική διοίκηση. Εκτιμήθηκαν οι ετήσιες εκπομπές και απορροφήσεις διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου από την προσαύξηση των δασών, τις πυρκαγιές, τις υλοτομίες, τις δασώσεις και τις γεωργικές εκτάσεις. Θεωρήθηκε ότι ενέχει πολλές αβεβαιότητες.

Στην απογραφή του 2010, καθώς οι απαιτήσεις απογραφής και αναφοράς έγιναν αυστηρότερες, συγκεντρώθηκαν στοιχεία που δεν ήταν άμεσα διαθέσιμα, αλλά υπήρχαν στην κεντρική διοίκηση και αφορούσαν: 1) δεδομένα αλλαγών χρήσεων γης και 2) στοιχεία από τα διαχειριζόμενα δάση. Έτσι το 2010

η απογραφή αερίων του θερμοκηπίου βελτιώθηκε και συμπληρώθηκε, έτσι ώστε να καλυφθούν οι αυξημένες υποχρεώσεις αναφοράς για το Πρωτόκολλο του Κιότο. Η μεθοδολογία για την εκτίμηση των εκπομπών και απορροφήσεων από τα δάση άλλαξε. Αντί της μεθόδου των ροών, εφαρμόστηκε η μέθοδος του προσδιορισμού της μεταβολής των αποθεμάτων άνθρακα, η οποία εφαρμόστηκε στα πρωτογενή δεδομένα των διαχειριστικών μελετών των δασών της χώρας. Δηλαδή, η απογραφή στηρίχθηκε στον προσδιορισμό της ετήσιας μεταβολής των αποθεμάτων άνθρακα με βάση πρωτογενή δεδομένα των διαχειριστικών μελετών των δασών της χώρας. Έτος βάσης ορίστηκε το 1990. Έγινε προσπάθεια υπολογισμού των αποθεμάτων άνθρακα στα δάση, σε επίπεδο χώρας. Και για κάθε έτος έγινε εκτίμηση των μεταβολών. Υπολογίστηκαν (εκτιμήθηκαν) οι εκπομπές και οι απορροφήσεις ακολουθώντας τις οδηγίες της IPCC. Συγκεκριμένα εκτιμήθηκαν οι ετήσιες εκπομπές/απορροφήσεις GHG (in kt), σύμφωνα με την IPCC, σε κατηγορίες, ως ακολούθως:

- Δάση που δεν άλλαξαν χρήση
- Εκτάσεις που δασώθηκαν ή αναδασώθηκαν
- Εκτάσεις που αποδασώθηκαν

Στον προσδιορισμό των εκτάσεων που άλλαξαν χρήση λήφθηκαν υπόψη και το είδος της προηγούμενης ή επακόλουθης) χρήσης.

Ποσοτικά δεδομένα για τα ελληνικά δάση

Σύμφωνα με την IPCC (2014), η συσσώρευση (δεξαμενές) άνθρακα που αναγνωρίζονται σε ένα δασικό οικοσύστημα είναι πέντε:

1. Η ζωντανή υπέργεια βιομάζα,
2. η ζωντανή υπόγεια βιομάζα (το ριζικό σύστημα),
3. το νεκρό ξύλο,
4. η φυλλάδα και
5. το έδαφος (η οργανική ουσία του εδάφους).

Σε επίπεδο εκπομπών/απορροφήσεων, η κατηγορία δασών διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο, καθότι συνδράμουν με περισσότερο από 40% στις συνολικές εκπομπές/απορροφήσεις αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα της απογραφή Χρήσεις Γης, Αλλαγές Χρήσεων Γης και Δασοπονία. Ιδιαίτερος τα δάση ενεργούν ως καταβόθρες αερίων του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι σε ολόκληρη τη χρονοσειρά απογραφής (1990-2019) προκύπτουν καθαρές απορροφήσεις αερίων θερμοκηπίου (Ministry of Environment and Energy 2021). Οι πληροφορίες που υπάρχουν διαθέσιμες στη χώρα σε σχέση με τις εκπομπές/απορροφήσεις αερίων του θερμοκηπίου μας σε επίπεδο ανάλυσης ανά τύπο δασικών οικοσυστημάτων είναι αρκετά περιορισμένες.

Στοιχεία σε επίπεδο χώρας για την κατανομή των τύπων δασών βρίσκουμε στην 1^η απογραφή δασών, σύμφωνα με την οποία η πρεμνοφυής μορφή κάλυπτε το 48% του συνόλου της χώρας το 1992 και η σπερμοφυής το 34,7%, με το υπόλοιπο 17,3% να αφορά σε δάση διφυούς μορφής. Σχετικά με ποσοτικά δεδομένα βιομάζας και άνθρακα, η Βλάχου (2012) στην ερευνά της στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής της για την αναγωγή των πρεμνοφυών δρυοδασών του νομού Καρδίτσας καταλήγει ότι η αναγωγή των πρεμνοφυών δασών συμβάλλει σημαντικά στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Εκτιμήθηκε η συνολική βιομάζα για τις συστάδες που διαχειρίζονται αποψιλωτικά κλάσης ηλικίας 20 ετών στους 62,67 tonnes/ha, ενώ για τις συστάδες υπό αναγωγή στους 117.5 tonnes/ha. Επίσης βρέθηκε ότι η αποθηκευμένη ποσότητα άνθρακα στη ζωντανή βιομάζα των πρεμνοφυών δασών ηλικίας 20 ετών ελαττώνεται με την ποιότητα τόπου από την I στην IV, ενώ η μέση τιμή της αποθηκευμένης ποσότητας άνθρακα στις συστάδες υπό αναγωγή βρέθηκε σχεδόν διπλάσια για όλες τις ποιότητες τόπου. Οι Πούλιου και Ζάγκας (2011) μελέτησαν τα πρεμνοφυή δάση δρυός του νομού Τρικάλων για τρία υποθετικά σενάρια. Βάσει αυτών, στο σενάριο μετατροπής όλων των δρυοδασών σε σπερμοφυή με μέσο ξυλαπόθεμα 300 m³/ha εκτίμησαν τη δέσμευση άνθρακα σε 4,158 kt άνθρακα, στο σενάριο αναγωγής των μισών δρυοδασών σε σπερμοφυή, η δέσμευση άνθρακα εκτιμήθηκε σε 1,386 kt, ενώ για την αναγωγή του 40% των δρυοδασών η δέσμευση άνθρακα εκτιμήθηκε σε 0,832 kt. Ο Μιχόπουλος (2013) καταλήγει ότι στην Ελλάδα τα δάση των ορεινών περιοχών (ελάτη, οξιά, μαύρη πεύκη) περιέχουν το μεγαλύτερο μέσο ποσό αποθέματος άνθρακα στα εδάφη (> 100 tonnes/ha), ωστόσο, σε απόλυτα νούμερα τα εδάφη των φυλλοβόλων δρυών είναι αυτά που κατέχουν το μεγαλύτερο συνολικό απόθεμα άνθρακα (περίπου 60 εκατομμύρια τόνους) λόγω της μεγάλης τους έκτασης.

Με βάση τα δεδομένα της εργασίας των Tzamtzis και Ganatsas (2020), τα διαχειριζόμενα ελληνικά δάση λειτουργούν ως δεσμευτές άνθρακα στα οικοσυστήματα που κυριαρχούν, επομένως αφαιρούν σημαντικές

ποσότητες CO₂ από την ατμόσφαιρα, μειώνοντας έτσι το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, η εκτιμώμενη ετήσια αφαίρεση CO₂ από την ατμόσφαιρα, την πενταετία 2012-2016, είναι της τάξης των 2,16 (Mt CO₂ eq) (Πίνακας 2), η οποία αυξάνεται τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της κατάλληλης συστηματικής διαχείρισης των δασών. Αντίθετα η συνεισφορά των αναδασώσεων είναι πολύ μικρή (0,12 Mt CO₂ eq ή 5,5% του συνόλου, σε ετήσια βάση), λόγω των εξαιρετικά χαμηλών αναδασώσεων που πραγματοποιούνται, σε ετήσια βάση (κατά την πενταετία 2012-2016 οι δασώσεις από αγροτικές εκτάσεις παραμένουν σταθερές και αθροιστικά από το 1990 εκτιμώνται σε 34,25 kha στο σύνολο της χώρας). Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι οι αποδασώσεις είναι μικρής έκτασης, οι οποίες λειτουργούν αρνητικά, αλλά λόγω του μικρού μεγέθους η αρνητική αυτή επίδραση είναι ήσσονος σημασίας. Σημειώνεται ότι η συνεισφορά αυτή των ελληνικών δασών, βασίζεται μόνο στα δάση που διαχειρίζονται βάσει διαχειριστικών σχεδίων, τα οποία αποτελούν όμως το 1/3 του συνόλου των δασών της χώρας.

Πίνακας 2. Ετήσιες εκπομπές και απορροφήσες αερίων θερμοκηπίου (Greenhouse gas GHG) (in kt) από τα Ελληνικά δάση κατά την περίοδο 2012–2016 (Tzamtzis και Ganatsas 2020).

Table 2. Annual emissions and removals of Greenhouse gases GHG (in kt) from Greek forests (2012–2016). (Tzamtzis and Ganatsas 2020).

IPCC κατηγορίες αερίων	2012	2013	2014	2015	2016
Δάση που δεν άλλαξαν χρήση (Forest land remaining forest land)					
CO ₂	-1991,44	-2052,86	-2064,97	-2065,38	-2055,34
CH ₄	0,85	0,07	0,04	0,17	0,48
N ₂ O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Εκτάσεις που δασώθηκαν ή αναδασώθηκαν (Land converted to forest land)					
CO ₂	-115,67	-135,90	-136,62	-104,10	-103,32
CH ₄	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
N ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο (Total) (σε kt CO ₂ eq)	-2083,41	-2186,96	-2200,42	-2164,88	-2145,38

Αύξηση της συνεισφοράς στη δέσμευση άνθρακα

Είναι ευρέως αποδεκτό και επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι η συνεισφορά των δασών μπορεί να αυξηθεί μέσα από την κατάλληλη διαχείριση των δασών (Malmsheimer κ.α. 2008). Εκτιμάται ότι η αύξηση μπορεί να προέλθει:

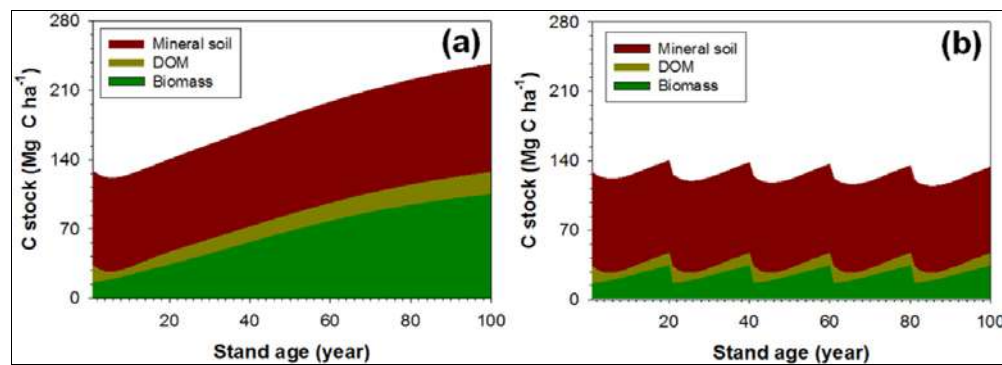
- Από τη συνεχιζόμενη κατάλληλη διαχείριση των δασών που διαχειρίζονται και βελτιστοποίηση αυτής.
- Από τη διενέργεια μεγαλύτερης κλίμακας δασώσεων και αναδασώσεων, κυρίως παραγωγικών αναδασώσεων.
- Από την ένταξη στη διαχείριση μη διαχειριζόμενων δασών.
- Από τη συστηματική αναγωγή των υποβαθμισμένων, πρεμνοφυούς κυρίως προέλευσης, δασών.

Συνεισφορά της αναγωγής των πρεμνοφυών δασών

Το γενικό πρότυπο συσσώρευσης άνθρακα στην περίπτωση των πρεμνοφυών δασών και αυτών που βρίσκονται σε ανόρθωση, ακολουθεί την πορεία που φαίνεται στο Σχήμα 2 (Lee κ.α. 2018). Η συσσώρευση άνθρακα, στις βασικές αποθήκες ενός δασικού οικοσυστήματος αυξάνεται καθ' όλη τη διάρκεια της αναγωγής (πχ. από τα 20-25 έτη, που είναι συνήθως ο περίτροπος χρόνος των πρεμνοφυών δασών μέχρι και τα 100-120 έτη του περιτρόπου χρόνου στα υψηλά δάση). Η αύξηση αυτή αφορά κυρίως το ζωντανό μέρος των δένδρων, και μόνο ένα μικρό ποσοστό που συσσωρεύεται στο νεκρό ξύλο (ιστάμενο και κατακείμενο)

και στη δασική φυλλάδα. Αντίθετα η ποσότητα που είναι συσσωρευμένη στο έδαφος, πρακτικά δεν μεταβάλλεται.

Από αδημοσίευτα στοιχεία που αφορούν στη συσσώρευση βιομάζας και άνθρακα λόγω της εφαρμογής της αναγωγής στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη, σε δάση πλατυφύλλου δρυός, διαπιστώθηκε ότι η μέση ετήσια συσσώρευση άνθρακα κατά τη διάρκεια της αναγωγής μόνο στην υπέργεια βιομάζα των δένδρων ανέρχεται περίπου σε 2 τόνους στο εκτάριο (1,97 Mg C/ha). Το οποίο αντιστοιχεί στην απομάκρυνση από την ατμόσφαιρα 5,73 Mg CO₂ ανά εκτάριο, σε ετήσια βάση. Σημειώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του άνθρακα (76,5%) συσσωρεύεται στον κορμό, ενώ στα κλαδιά και στο φύλλωμα συσσωρεύονται πολύ μικρότερα ποσοστά (16,3% και 7,2% αντίστοιχα).



Σχήμα 2. Πρότυπο συσσώρευσης άνθρακα στις βασικές δεξαμενές ενός δασικού οικοσυστήματος λόγω της αναγωγής, πχ. από τα 20 έτη περιτρόπου χρόνου των πρεμνοφυών δασών (β) μέχρι τα 100 έτη περιτρόπου χρόνου στα υψηλά δάση (α), (Lee κ.α. 2018).
Figure 2. Carbon sequestration pattern in a forest ecosystem due to conversion, e.g. from 20 years rotation age of coppice forests (b) to 100 years rotation age in high forests (a) (Lee κ.α. 2018).

Μεθοδολογία εκτίμησης και υπολογισμού στην πράξη των δεξαμενών άνθρακα στα δασικά οικοσυστήματα

Ένα βασικό ερώτημα που τίθεται είναι πως μπορούν να προκύψουν ακριβή δεδομένα για τα ελληνικά δάση, πέρα από τις γενικές εκτιμήσεις, οι οποίες εμπεριέχουν πολλές αβεβαιότητες. Απαιτούνται αναλυτικές μετρήσεις στο δάσος οι οποίες πραγματοποιούνται με εφαρμογή κατάλληλης δειγματοληψίας, με σκοπό τον προσδιορισμό της βιομάζας στην κάθε κατηγορία αποθηκών άνθρακα. Τα βασικά βήματα που απαιτούνται περιγράφονται στη συνέχεια.

1) Μετρήσεις που αφορούν στο ζωντανό τμήμα των δένδρων (ζωντανή υπέργεια βιομάζα) – 1η κατηγορία δεξαμενής άνθρακα (Federici κ.α. 2008, Khademi κ.α. 2009, IPCC 2006)

Μετρήσεις στο πεδίο

Ορίζεται ο αριθμός και το μέγεθος των δειγματοληπτικών επιφανειών (ΔΕ). Απαιτείται υλοτομία αντιπροσωπευτικών κορμών ιστάμενων δένδρων, συνήθως από διαφορετικές κλάσεις διαμέτρου, ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία. Αρχικά πρέπει να επιλεγούν οι δοκιμαστικοί κορμοί. Για την επιλογή των δοκιμαστικών κορμών απαιτείται να γίνει παχυμέτρηση και υψομέτρηση όλων των δένδρων της ΔΕ με στηθαία διάμετρο άνω των 4 εκ., για να μπορεί να γίνει αναγωγή των δεδομένων στη μονάδα επιφανείας. Επιλέγονται τα δένδρα για δειγματοληψία. Γίνεται παχυμέτρηση του κάθε δένδρου που επιλέγεται, το δένδρο υλοτομείται και γίνεται μέτρηση του συνολικού ύψους του. Στη συνέχεια το κάθε δένδρο διαχωρίζεται επί τόπου σε τρεις κατηγορίες κατά τα διεθνή πρότυπα, σε κορμό, κλαδιά και φύλλωμα. Όλο το δένδρο ζυγίζεται επί τόπου στο δάσος, κατά τμήματα σε ζυγαριά ακριβείας, και υπολογίζεται το συνολικό πραγματικό χλωρό βάρος του κάθε δένδρου συνολικά και ανά κατηγορία (κορμός, κλαδιά, φύλλωμα), (Φωτογραφίες 1-4). Στη συνέχεια, γίνεται δειγματοληψία από κάθε κατηγορία, από κάθε δένδρο, με λήψη δειγμάτων, τα οποία ζυγίζονται επί τόπου σε εργαστηριακό ζυγό ακριβείας, και καταγράφεται το νωπό βάρος του κάθε δείγματος.



Φωτογραφίες 1, 2, 3, 4. (από αριστερά προς τα δεξιά). μετρήσεις στο πεδίο.
Photos 1-4. Field measurements.

Μετρήσεις στο Εργαστήριο

Το κάθε δείγμα τοποθετείται σε πλαστική σακούλα, με ειδική αρίθμηση, και μεταφέρεται στο Εργαστήριο για ξήρανση και εύρεση της περιεχόμενης υγρασίας και του ξηρού βάρους (βιομάζας). Μέσω της εύρεσης της περιεχόμενης υγρασίας υπολογίζεται το ξηρό βάρος (βιομάζα) του κάθε δένδρου που υλοτομήθηκε, συνολικά και ανά κατηγορία. Ακολουθεί η μετατροπή του ξηρού βάρους σε άνθρακα, μέσω του παρακάτω γενικά αποδεκτού τύπου.

$$C_{AGB} = AGB \times CF$$

- C_{AGB} = Ποσότητα άνθρακα στην υπέργεια βιομάζα του δένδρου (tonnes)
- AGB = Ποσότητα βιομάζας συσσωρευμένη στο υπέργειο τμήμα του δένδρου (tonne d.m.)
- CF = Κλάσμα άνθρακα ξηρής ύλης (tonne C/tonne d.m.). Συνήθως λαμβάνεται η τιμή 0,47.

Εφαρμογή αλλομετρικών εξισώσεων

Στη συνέχεια με τη χρήση εξισώσεων εκτιμάται η βιομάζα και ο άνθρακας που είναι συσσωρευμένος σε κάθε δένδρο τη συστάδας, μέσω της εφαρμογής αλλομετρικών εξισώσεων (Zianis and Mencuccini.2003) που προκύπτουν από στατιστική ανάλυση των δεδομένων των δειγματοληπτικών δένδρων. Η διάμετρος (DBH) και το ύψος (H) των δένδρων αποτελούν, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και πρακτική, τη βάση για την εκτίμηση της συνολικής βιομάζας των δένδρων.

Οι εξισώσεις είναι της μορφής:

Βιομάζα δένδρου = $\alpha \times DBH^\beta \times H$, όπου α και β συντελεστές της εξίσωσης.

Η εξίσωση που θα χρησιμοποιηθεί επιλέγεται με βάση στατιστικά κριτήρια. Τα πιο γνωστά είναι: Corrected Coefficient of determination και Average relative error (%). Έτσι, με αυτόν τον τρόπο γίνεται εκτίμηση της υπέργειας βιομάζας του κάθε δένδρου (και στις διάφορες κατηγορίες, κορμός, κλαδιά, φύλλωμα) και αθροιστικά προκύπτει η βιομάζα της συστάδας στο εκτάριο.

2) Εκτίμηση των αποθεμάτων άνθρακα στη υπόγειο τμήμα των δένδρων (ριζικό σύστημα) – 2^η κατηγορία δεξαμενής άνθρακα

Το ριζικό σύστημα (υπόγειο τμήμα) των δένδρων, συνήθως υπολογίζεται βάση συντελεστών επί του υπέργειου τμήματος, με τη γνωστή σχέση/αναλογία Root:Shoot ratio. Μπορεί να γίνει όμως και με τη χρησιμοποίηση εξισώσεων. Και αυτό γιατί η δειγματοληψία που απαιτείται για την ακριβή μέτρηση είναι πάρα πολύ δύσκολη και κοστοβόρα. Ως αποτέλεσμα, η εκτίμηση συνήθως γίνεται με συντελεστές σε σχέση με τη βιομάζα του υπέργειου τμήματος των δένδρων. Ο συντελεστής εξαρτάται όμως από διάφορες παραμέτρους όπως το δασοπονικό είδος, το μέγεθος της υπέργειας βιομάζας κ.α. Για την εκτίμηση των συντελεστών ανά είδος απαιτείται δειγματοληψία, αλλά αυτή είναι εξαιρετικά δύσκολη, ειδικά όταν αφορά δένδρα μεγάλων διαστάσεων.

Η αναλογία Root:Shoot ratio αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας σε πολλές περιπτώσεις, αλλά αποτελεί πολύ δύσκολη υπόθεση. Έγινε προσπάθεια συσχετισμού με διάφορες παραμέτρους, όπως φυτικό είδος, υγρασία εδάφους, ηλικία δένδρων (σε νεαρή ηλικία είναι πιο μεγάλος ο συντελεστής). Εκτιμάται ότι κυμαίνεται ευρέως στα διάφορα φυτικά είδη, από 0,15 έως και 1,10. Σε μεγάλης ηλικίας δενδρώδη είδη εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 0,20-0,30, με επικρατούσα τιμή 0,26 (Cairns κ.α. 1997, Easdale κ.α. 2019).

3) Εκτίμηση της συσσώρευσης άνθρακα στο νεκρό ξύλο (3^η κατηγορία δεξαμενής άνθρακα)

Εφαρμόζεται κατάλληλη δειγματοληψία για τον υπολογισμό της συσσώρευσης άνθρακα στο νεκρό ξύλο, ιστάμενο και κατακείμενο στις ίδιες θέσεις με τη δειγματοληψία για την υπέργεια βιομάζα. Για το ιστάμενο νεκρό ξύλο εφαρμόζεται παρόμοια δειγματοληψία όπως και για την ζωντανή υπέργεια βιομάζα των δένδρων, πολλαπλασιάζοντας με ένα συντελεστή μείωσης για την τελική εκτίμηση της βιομάζας (UNFCCC/CCNUCC, 2010). Για το κατακείμενο πραγματοποιείται δειγματοληψία σε line transects (Harmon and Sexton, 1996). Προτείνονται δύο line transects συνολικού μήκους 100 μ. Καταγράφονται όλοι οι κατακείμενοι κορμοί διαμέτρου άνω των 10 εκ και οι ιστάμενοι νεκροί (UNFCCC/CCNUCC, 2010). Στη συνέχεια γίνεται αναγωγή στο εκτάριο και υπολογίζονται οι αποθήκες άνθρακα στο νεκρό ξύλο, ανά μονάδα επιφανείας (ha).

4) Εκτίμηση των αποθεμάτων άνθρακα στη δασική φυλλάδα (4^η κατηγορία δεξαμενής άνθρακα)

Πραγματοποιείται δειγματοληψία για τον υπολογισμό των αποθεμάτων άνθρακα στη φυλλάδα (δασικό τάπητα). Αρχικά προσδιορίζεται το μέγεθος της κάθε δειγματοληπτικής θέσης. Η δειγματοληψία πραγματοποιείται σε στρώσεις, κατά τα διεθνή πρότυπα, των οριζόντων O_i, O_f και O_h. Τα δείγματα συλλέγονται και μεταφέρονται στο εργαστήριο. Στη συνέχεια, ακολουθεί παρόμοια διαδικασία με το υπέργεια βιομάζα των δένδρων, που περιλαμβάνει ξήρανση των δειγμάτων και μέτρηση του ξηρού βάρους. Με βάση το ξηρό βάρος προσδιορίζεται ο περιεχόμενος άνθρακας των δειγμάτων, με βάση τη σύγχρονη μεθοδολογία (IPCC 2006, 2013). Στη συνέχεια γίνεται αναγωγή στο εκτάριο και υπολογίζονται οι αποθήκες άνθρακα στο δασικό τάπητα, ανά μονάδα επιφανείας (ha).

5) Εκτίμηση των αποθεμάτων άνθρακα στο δασικό έδαφος (5^η κατηγορία δεξαμενής άνθρακα)

Πραγματοποιείται δειγματοληψία, για τον υπολογισμό της συσσώρευσης άνθρακα στο δασικό έδαφος, σύμφωνα με την τρέχουσα διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία. Σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή του βάθους της εδαφοτομής, η οποία μπορεί να κυμαίνεται από 30 εκ έως και πάνω από 1 μ., ανάλογα με το βάθος του εδάφους. Λαμβάνονται δείγματα από διαφορετικά βάθη, κατά τα διεθνή πρότυπα, τα οποία μεταφέρονται στο Εργαστήριο, όπου γίνεται ο προσδιορισμός του περιεχομένου άνθρακα των δειγμάτων ανά βάθος εδάφους, με βάση τη σύγχρονη μεθοδολογία (IPCC 2006, 2013). Στη συνέχεια και με βάση τη φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους, γίνεται αναγωγή στο εκτάριο και υπολογίζονται οι αποθήκες άνθρακα στο έδαφος των δασικών οικοσυστημάτων.

Συμπεράσματα

Η συνεισφορά των δασών στον περιορισμό της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι πολύ σημαντική και αναγνωρισμένη διεθνώς από την επιστημονική κοινότητα αλλά και από τις κυβερνήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η ανάδειξη του σημαντικού αυτού ρόλου των δασών θα πρέπει να αποτελέσει άμεση προτεραιότητα της Δασολογικής Επιστήμης και της Δασικής Πράξης, με βασικό προσανατολισμό την παρουσίαση τεκμηριωμένων επιστημονικών δεδομένων, και εφικτών μεθόδων εφαρμογής απλών διαχειριστικών μέτρων και δασοκομικών χειρισμών, με σκοπό την αύξηση συσσώρευσης άνθρακα στα Ελληνικά δάση. Η αύξηση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με χαμηλό κόστος ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί υψηλά οικονομικά και οικολογικά οφέλη, μέσω της απομάκρυνσης σημαντικών ποσοτήτων CO₂ από την ατμόσφαιρα, και συνεπώς τη μείωση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη και την επίτευξη των διεθνών δεσμεύσεων της χώρας μας αναφορικά με τις εκπομπές/απορροφήσεις του τομέα LULUCF.

Οι βασικές κατευθύνσεις είναι:

- Συνέχιση της μέχρι σήμερα αειφορικής διαχείρισης των δασών από τις δασικές υπηρεσίες της χώρας μας, εφαρμόζοντας τους κατάλληλους δασοκομικούς χειρισμούς ανά συστάδα.
- Διενέργεια μεγαλύτερης κλίμακας αναδασωτικών προγραμμάτων, κυρίως παραγωγικών αναδασώσεων που θα στοχεύουν στη δημιουργία υψηλών δασών.
- Ένταξη στη διαχείριση μη διαχειριζόμενων δασών, όπως υποβαθμισμένα δάση, ή ακόμη και υψηλών δασών όπως αυτών της νότιας Ελλάδας.
- Συστηματική αναγωγή των υποβαθμισμένων, πρεμνοφυούς κυρίως προέλευσης, δασών.
- Ένταξη στα διαχειριστικά σχέδια των δασών την παράμετρο της κλιματικής αλλαγής.

Στα πλαίσια των παραπάνω κατευθύνσεων, το Εργαστήριο Δασοκομίας του ΑΠΘ εκτελεί σχετικά ερευνητικά προγράμματα, τα οποία είναι σε εξέλιξη, σε διάφορους τύπους δασικών οικοσυστημάτων, και σύντομα θα παρουσιαστούν πιο ολοκληρωμένα αποτελέσματα.

Abstract

Forests contribute to carbon sequestration and reduce the concentration of carbon dioxide in the atmosphere. However, the accurate determination of the amounts of carbon bound by forest ecosystems is a difficult process and in many cases the estimation methods involve high uncertainty, especially in the case of our country, where accurate statistics are missing. Thus, a key problem to be addressed is the documented estimation of the amounts of carbon that are actually bound to the Greek forests, as well as the development of precise methods for calculating the carbon annual basis. This paper presents for the first time in Greece a quantification of the carbon bound by Greek forests, on an annual basis, and at the same time presents methodologies for accurate determination of carbon sinks in forest ecosystems.

Βιβλιογραφία

- Βλάχου, Μ., 2012. Έρευνα για την αναγωγή των πρεμνοφυών δρυοδασών του Ν. Καρδίτσας. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.
- Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H. and Baumgardner, G. A., 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 111: 1–11.
- Council Decision 2002/358/EC, 2002. concerning the approval, on behalf of the European Community, of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change and the joint fulfilment of commitments thereunder.
- Easdale, T.A., Richardson, S.J., Marden, M., England, J.G., Gayoso-Aguilar, J., Guerra-Cárcamo, J.E., McCarthy, J.K., Paul, K.I., Schwendenmann, L. and Brandon, A.M., 2019/ Root biomass allocation in southern temperate forests. *For Ecol Manag* 453:117542.
- Federici, S., Vitullo, M., Tulipano, S. R. and De Laurentis, R., 2008. An approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: The Italian case. *iForest: Biogeosciences and Forestry*. 1. 10.3832/ifor0457-0010086.
- Harmon, M. E. and Sexton, J., 1996. Guidelines for Measurements of Woody Detritus in Forest Ecosystems. US LTER Publication No. 20. US LTER Network Office, University of Washington, Seattle, WA, USA.
- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D., Minkkinen, K. and Byrne, K., 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma* 137 (3–4): 253-268.
- IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 4). Agriculture, Forestry and Other Land Use. In Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (Eds.), pp.4.1–4.83, Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.
- IPCC, 2013. Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. In Hiraiishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Jamsranjav, B., Fukuda, M. and Troxler, T. (Eds.), p.268, Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC, 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- Khademi A., Babaei, Sahar and Mataji, A. 2009. A Study on Potentiality of Carbon Storage and CO₂ Uptake in the Biomass and Soil of Coppice Stand. *Am. J. Environ. Sci* 5. 10.3844/ajessp.2009.346.351.
- Lee L., Makineci E., Tolunay D. and Son Y., 2018. Estimating the effect of abandoning coppice management on carbon sequestration by oak forests in Turkey with a modeling approach. *Sci. Total Environ*, 640–641: 400-405.
- Lindsey R., 2020. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. <https://www.climate.gov/>, August 14, 2020.
- Malmsheimer, R.W., Heffernan, P., Crandall, S.B.D., Deneke, F., Galik C., Gee, E., Helms, J.A., McClure, N., Mortimer, M., Ruddell, S., Smith M., and Stewar, J., 2008. Forest Management Solutions for Mitigating Climate Change in the United States. *J. For.*, April/May 2008: 117-173.
- Μανώλης, Ε., 2015. Δυνατότητες και περιορισμοί στην απόληψη βιομάζας από τα πρεμνοφυή δρυοδάση του Ν. Γρεβενών. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.

MEE, 2018. Annual Inventory Submission of Greece Under the Convention Kyoto Protocol for Greenhouse and Other Gases for the Years 1990–2016, Ministry of Environment and Energy.

Ministry of Environment and Energy, Greece, 2021. National Inventory Report of Greece for Greenhouse and other Gases for the Years 1990-2019.

Μιχόπουλος Π. 2013. Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στον οργανικό άνθρακα των δασικών εδαφών. Πρακτικά 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου.

Πούλιου Α. και Ζάγκας Θ. 2011. Αναγωγή δρυοδασών Ν. Τρικάλων – Κύκλος άνθρακα. Πρακτικά 15ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου.

Regulation (EU) 2018/841 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework, and amending Regulation (EU) No 525/2013 and Decision No 529/2013/EU.

Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law').

Tzamtzis, I. and Ganatsas, P., 2020. Land use, land-use change and their effect on greenhouse gas emissions and removals from Greek forests, Int. J. Global Warming, Vol. 22, No. 1, pp.111–131.

UNFCCC/CCNUCC, 2010. A/R Methodological Tool Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities (Version 01.1.0). EB 58 Report, Annex 14, p. 1-18.

Zianis, D. and Mencuccini, M., 2003. Aboveground biomass relationships for beech (*Fagus moesiaca* Cz.) trees in Vermio Mountain, Northern Greece, and generalised equations for *Fagus* sp.. Ann. For. Sci. 60(5): 439-448.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΟΣ – ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΥΚΟΔΕΡΜΗΣ ΠΕΥΚΗΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΤΣΑ

Παπαδόπουλος, Ανδρέας¹; Παντέρα, Αναστασία²; Φωτιάδης, Γεώργιος³

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γενικό Τμήμα, Αθήνα, Ιερά Οδός 75, 118 55, amrapadopoulos@aua.gr

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Καρπενήσι, Δημοκρατίας 3, 361 00, pantera@aua.gr

³Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Καρπενήσι, Δημοκρατίας 3, 361 00, gefotiadis@aua.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναλύονται χρονοσειρές με τα πλάτη των ετησίων δακτυλίων της λευκόδερμης πεύκης (*Pinus heldreichii*) από το όρος Βασιλίτσα. Σκοπός είναι η διερεύνηση από δενδροκλιματολογική πλευρά των σχέσεων κλίματος πλάτους ετησίων δακτυλίων. Πιο συγκεκριμένα από υπέραιωνόβια δένδρα λευκόδερμης πεύκης ελήφθησαν τρυπανίδια από τα οποία μετά από χρονολόγηση και μέτρηση των δακτυλίων, με δενδροχρονολογικές τεχνικές, κατασκευάστηκαν χρονοσειρές δεικτών των πλατών των δακτυλίων. Η μέση χρονοσειρά καλύπτει την περίοδο 1533-2005. Από τη συσχέτιση της μέσης χρονοσειράς με τη βροχή-θερμοκρασία και το δείκτη ξηρασίας scPDSI υπολογίστηκαν οι σχέσεις απόκρισης οι οποίες έδειξαν ότι η κατά πλάτος αύξηση της λευκόδερμης πεύκης επηρεάζεται αρνητικά από τις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία της θερινής περιόδου.

Λέξεις κλειδιά: *Pinus heldreichii* Christ, δενδροκλιματολογία, ετήσιοι δακτύλιοι, σχέσεις απόκρισης, κλιματική αλλαγή.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη συζήτηση για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην εξάπλωση και δυναμική εξέλιξη της βλάστησης (Korner 1998, Pounds κ.α. 1999, Chmielewski και Rotzer 2001, IPCC 2007, 2013, De Dios κ.α. 2007, Lenoir κ.α. 2008). Σύμφωνα με την έκθεση για τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα (Τράπεζα της Ελλάδας 2011), με την εφαρμοζόμενη σήμερα στρατηγική διαχείρισης και χωρίς να ληφθούν πρόσθετα μέτρα, εκτιμάται ότι, εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών έως το 2100, θα υπάρξει χωρική ανακατανομή των δασών της Ελλάδας και μείωση της δασοκάλυψης.

Πιο συγκεκριμένα με βάση την προηγούμενα αναφερόμενη έκθεση, η προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας και η μείωση των κατακρημισμάτων θα έχει σαν αποτέλεσμα την επέκταση των δασών των θερμοβίων ειδών από 2-4%, τη συρρίκνωση των δασών των ψυχροβίων ειδών κατά 4-8% και την επέκταση της ερημοποίησης κατά 1-2%, ανάλογα με το σενάριο κλιματικής αλλαγής (A2: +3.1 °C και -35 mm βροχής, ή B2: 4.8 °C και -84 mm βροχής). Η εξάπλωση της λευκόδερμης πεύκης (*Pinus heldreichii* Christ), που μελετάται στην παρούσα έρευνα, δε φαίνεται να μένει ανεπηρέαστη από τις παραπάνω αλλαγές. Η εξάπλωση του είδους στην Ελλάδα στα όρια του δάσους και την ψευδαλπική ζώνη, μεταξύ 1300-2300 m υψόμετρο και τοπικά στο όρος Όλυμπος να ανεβαίνει και στα 2600 m υψόμετρο (Strid και Tan 1997), το καθιστά πιο ευαίσθητο στις κλιματικές αλλαγές. Αυτό αποδίδεται αφενός στον πιθανό ανταγωνισμό στα κατώτερα όρια του με άλλα ψυχρόβια είδη και αφετέρου στην αδυναμία επέκτασής του στα άνω όρια, υψομετρικά, λόγω περιορισμένης διαθεσιμότητας ενδιαιτημάτων.

Για τους παραπάνω λόγους αλλά και λόγω της παρουσίας δένδρων μεγάλης ηλικίας, οι πληθυσμοί λευκόδερμης πεύκης παρουσιάζουν ιδιαίτερο δενδροχρονολογικό ενδιαφέρον. Η ηλικία του είδους μπορεί να ξεπερνά τα 1000 χρόνια, όπως το δένδρο με το όνομα «Άδωνις» ηλικίας 1075 ετών, που είναι το μεγαλύτερο χρονολογημένο δένδρο στην Ευρώπη (Kontar κ.α. 2017). Με δεδομένο ότι στις πολύ ορεινές περιοχές, τουλάχιστον για την Ελλάδα, δεν υπάρχουν μακροχρόνια διαθέσιμα κλιματικά δεδομένα, μεγάλες χρονοσειρές με τα πλάτη των δακτυλίων δένδρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη του κλίματος και της επίδρασής του στη βλάστηση στο πρόσφατο παρελθόν αλλά και για την

ανακατασκευή κλιματικών δεδομένων για την περίοδο που δεν υπάρχουν μετρήσεις (Frits 1976; Schweingruber 1996). Χρονοσειρές δακτυλίων του υπό μελέτη είδους καθώς και άλλων ειδών ψυχροβίων κωνοφόρων χρησιμοποιήθηκαν σε προηγούμενες μελέτες για την ανακατασκευή της βροχόπτωσης, της θερμοκρασίας και δεικτών ξηρασίας στη Μεσόγειο και στην Ευρώπη γενικότερα (Briffa κ.α. 1988, Frank και Esper 2005, Nicault κ.α. 2008, Trouet 2014, Klesse κ.α. 2015, Klippel κ.α. 2018, Esper κ.α. 2021).

Η διερεύνηση των σχέσεων κλίματος αύξησης της λευκόδερμης πεύκης αποτέλεσε το αντικείμενο δενδροχρονολογικών ερευνών στην νότια Ιταλία (Todaro κ.α. 2007), στη Νότια Βουλγαρία (Panayotov κ.α. 2010), στην Αλβανία και στο Κόσοβο (Bojaxhi και Toromani 2007, Bojaxhi κ.α. 2020), αλλά και στην Ελλάδα στα όρη Όλυμπος (Klesse κ.α. 2015) και Σμόλικας (Klippel κ.α. 2017). Η παρούσα έρευνα έχει σαν σκοπό να συμπληρώσει τη διερεύνηση της απόκρισης της λευκόδερμης πεύκης στις κλιματικές συνθήκες στο νοτιότερο όριο εξάπλωσής της όπως είναι και η περιοχή μελέτης και να δώσει πληροφορίες χρήσιμες για τη μελέτη της δυναμικής του είδους στην περιοχή ενόψει της κλιματικής αλλαγής.

Υλικά και μέθοδοι

Η περιοχή μελέτης είναι στο όρος Βασιλίτσα στο Ν. Γρεβενών (Γ.Π. 40° 03', Γ.Μ. 21° 04', σε υψόμετρο 1600-1800 m) κοντά στο ομώνυμο χιονοδρομικό κέντρο (Σχ. 1). Η λευκόδερμη πεύκη στην περιοχή σχηματίζει αραιές συστάδες ή εμφανίζεται υπό μορφή μεμονωμένων δένδρων σε υπαλπικά λιβάδια, σε εδάφη από ιζηματογενή ή ημιμεταμορφωμένα πετρώματα. Πιο σπάνια σχηματίζει μικτές συστάδες με οξιά. Οι τύποι οικοτόπων που επικρατούν στην περιοχή είναι τα Ορομεσογειακά δάση πεύκης, μεγάλων υψομέτρων (*Pinus heldreichii* ή *Pinus peuce*) (κωδ. 95A0+), τα Μεσευρωπαϊκά ασβεστολιθικά δάση οξιάς της *Cephalanthero-Fagion* (κωδ. 9150+) και οι Ενδημικοί ορο-μεσογειακοί ερεικώνες (κωδ. 4090+) (βάση European Commission 2013).



Σχήμα 1. Χάρτης με την περιοχή μελέτης και τη θέση του Μ.Σ. Κοζάνης.
Figure 1. Map of the study area and the position of M.S. Kozani

Στην περιοχή αυτή, σε επιφάνεια έκτασης 1-2 ha περίπου επιλέχθηκαν 10 δένδρα λευκόδερμης πεύκης, φαινομενικά υγιή και όσο το δυνατό μεγαλύτερης ηλικίας, από τα οποία ελήφθησαν τρυπανίδια στο στήθιαίο ύψος, με τη βοήθεια τρυπάνης τύπου Pressler (Γιαννόπουλος και Γκόγκας 2009). Τα τρυπανίδια ξηράνθηκαν με φυσικό τρόπο και λειάνθηκαν ώστε οι δακτύλιοι να είναι όσο το δυνατό πιο ευκρινείς. Από το σύνολο των τρυπανιδίων επιλέχθηκε ένα τρυπανίδιο ανά δένδρο και συνολικά 10 τρυπανίδια. Σε αυτά έγινε η χρονολόγηση των δειγμάτων με την τεχνική της διασταυρούμενη χρονολόγησης (cross-dating) και στη συνέχεια η μέτρηση του πλάτους των δακτυλίων, με ακρίβεια 0,001 mm, με τη χρήση του προγράμματος WinDendro V 2008g program (Régant Instruments Inc. 2007). Από τη μέτρηση του πλάτους των δακτυλίων προέκυψαν τόσες χρονοσειρές δακτυλίων όσα και τα δείγματα. Από αυτές, με

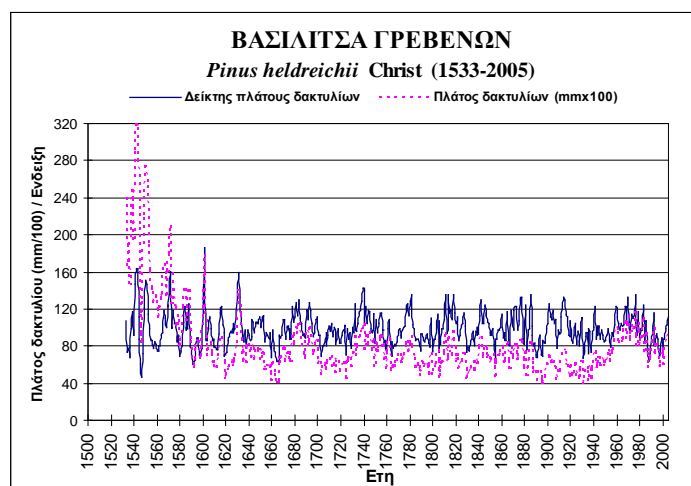
βάση το μέγεθος τους και τη συσχέτιση που παρουσιάζουν μεταξύ τους, επιλέχθηκαν 6 χρονοσειρές που αναλύονται και χρησιμοποιούνται.

Η μετατροπή των χρονοσειρών του πλάτους των δακτυλίων σε δείκτες για την εξάλειψη της τάσης ηλικίας και της επίδρασης άλλων συσταδικών παραγόντων (Fritts 1976, Cook κ.α. 1990), ο υπολογισμός των δενδροχρονολογικών στατιστικών παραμέτρων και οι σχέσεις κλίματος – αύξησης έγιναν με τη χρήση του προγράμματος PPPBASE (Programs in Paleoclimatology: Prediction of the Hiatus of the Linkages between the Observations and between the series) (Guiot και Goery 1996). Για τον υπολογισμό των σχέσεων απόκρισης (Response Functions) εφαρμόστηκε η μέθοδος της ορθογωνικής παλινδρόμησης μετά την εξαγωγή των κυρίων συνιστωσών (Regression after Extracting the Principal Components) σε συνδυασμό με τη διαδικασία Bootstrap (Fritts 1987, Guiot 1991). Στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέση χρονολογία των δεικτών από το σύνολο των χρονοσειρών των δεικτών του πλάτους των δακτυλίων.

Τα κλιματολογικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των σχέσεων απόκρισης προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό Κοζάνης (Γ.Π. 40° 17', Γ.Μ. 21° 50', Υψόμε. 626 m) και οι κλιματικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται είναι οι μηνιαίες βροχοπτώσεις και οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου 1956-2000. Χρησιμοποιήθηκαν ακόμη υπολογισμένα μηνιαία δεδομένα του δείκτη ξηρασίας scPDSI, που ελήφθησαν από την KNMI Climate Explorer (<http://climexp.knmi.nl>, van Olbenborgh και Burgers 2005, Trouet και van Olbenborgh 2013). Οι κλιματικοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται αναφέρονται στο υδρολογικό έτος που ορίζεται από τον Οκτώβριο του προηγούμενου έτους μέχρι και το Σεπτέμβριο του επόμενου έτους, περίοδος που κατά κανόνα ισχύει για δενδροκλιματολογικές εφαρμογές στη λεκάνη της μεσογείου (Παπαδόπουλος 1999).

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Από τα δεδομένα του πλάτους των δακτυλίων κατασκευάστηκε μια μέση χρονοσειρά 473 ετών (1533-2005) με τα αρχικά δεδομένα και τους δείκτες αντίστοιχα για την περιοχή (Σχ. 2). Από τη βασική δενδροχρονολογική στατιστική ανάλυση των χρονοσειρών προέκυψε ότι το μέσο πλάτος δακτυλίου είναι 0,76 mm με τυπική απόκλιση 0,28, ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης 0,36 και ο συντελεστής μέσης ευαισθησίας 0,21. Αντίστοιχα για τους δείκτες, το μέσο πλάτος δακτυλίου κυμαίνεται γύρω από το 1. Η εξέταση των καμπυλών των αρχικών δεδομένων του πλάτους των δακτυλίων και των δεικτών (Σχ. 2) δείχνει ότι στα αρχικά δεδομένα η τάση ηλικίας εμφανίζεται τα πρώτα 100 χρόνια, η οποία έχει εξαλειφθεί στους δείκτες που υπολογίστηκαν, μετά την ομαλοποίηση των δεδομένων. Οι δείκτες χρησιμοποιούνται στην ανάλυση που γίνεται στη συνέχεια.



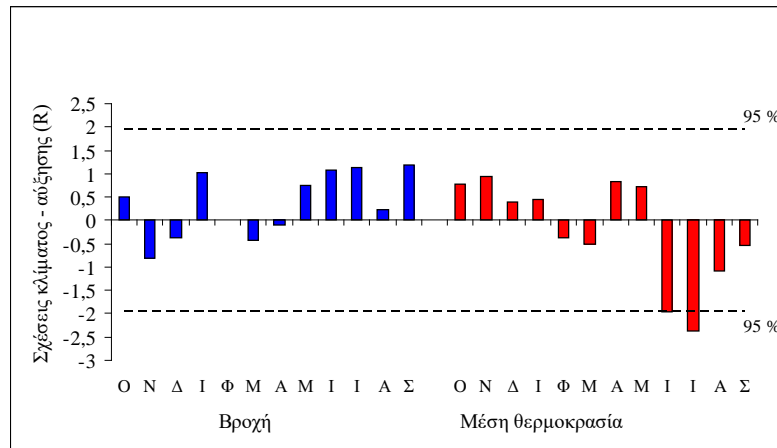
Σχήμα 2. Μέση χρονοσειρά των αρχικών δεδομένων των πλατών των δακτυλίων (συνεχής γραμμή) και των δεικτών (διακεκομμένη γραμμή) της λευκόδερμης πεύκης του όρους Βασιλίτσα.

Figure 2. Mean chronology of tree-rings' widths (continues line) raw data and tree-rings' indices (dashed line) of Bosnian pin in the mountain Vasilitsa.

Η ανάλυση του προφίλ της σχέσης απόκρισης του πλάτους των δακτυλίων με τη βροχή και τη μέση θερμοκρασία (Σχ. 3) δείχνει μια στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση σε επίπεδο μεγαλύτερο από 95 % του πλάτους των δεικτών των δακτυλίων με τις θερμοκρασίες του Ιουνίου και Ιουλίου. Η αρνητική

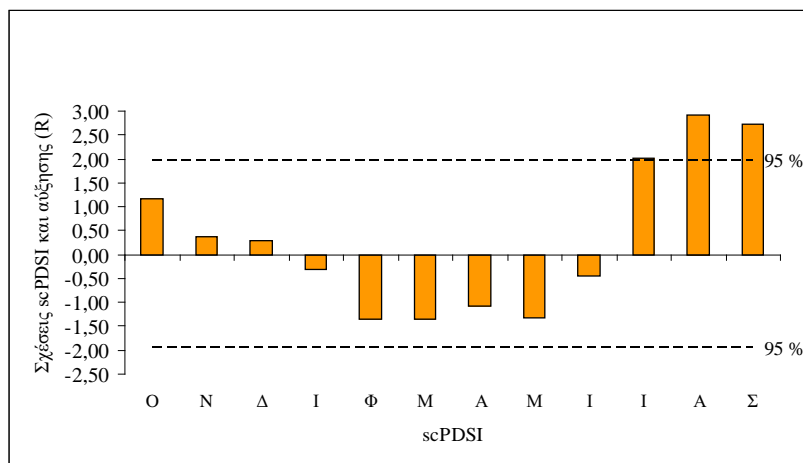
αυτή επίδραση των θερμοκρασιών στην αύξηση της λευκόδερμης πεύκης μπορεί να ερμηνευθεί, σύμφωνα με τον Παπαδόπουλο (1999), από την επίδραση του παράγοντα αυτού στις φυσιολογικές λειτουργίες των δένδρων (αναπνοή, διαπνοή), αλλά και στην επίδραση του στις υδρολογικές διαδικασίες (εξάτμιση, υγρασία εδάφους και αέρα).

Αυτό επαληθεύεται και από το προφίλ της σχέσεων απόκρισης του πλάτους των δακτυλίων με τον δείκτη ξηρασία scPDSI του Palmer (Σχ. 4) που δείχνει μια στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση σε επίπεδο μεγαλύτερο από 95 % για τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Σύμφωνα με τους Wells κ.α. (2004), ο δείκτης scPDSI εκτός από τα δεδομένα βροχής και θερμοκρασίας, λαμβάνει υπόψη και τη διαθέσιμη εδαφική υγρασία και μεταβάλλεται από -4 (εξαιρετικά ξηρό) έως +4 (εξαιρετικά υγρό). Επομένως, η θετική συσχέτιση με το δείκτη δείχνει ότι όσο μεγαλύτερο είναι το περίσσειμα νερού τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση του πλάτους του δακτυλίου και αντίστροφα.



Σχήμα 3. Σχέση απόκρισης μηνιαίας βροχόπτωσης-μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας και πλάτους δακτυλίων της λευκόδερμης πεύκης του όρους Βασιλίτσα για την περίοδο 1956-2000. Η οριζόντια διακεκομμένη γραμμή δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας 95 %.

Figure 3. Response function of monthly precipitation- mean monthly temperature and tree-ring width of Bosnian pine in the mountain Vasilitsa for the period 1956-2000. Dashed horizontal line indicates 95 % significance level, $R= r/s$, $r=$ mean regression coefficient and $s=$ mean standard deviation for 50 simulations.



Σχήμα 4. Σχέση απόκρισης του μηνιαίου δείκτη ξηρασίας scPDSI και του πλάτους των δακτυλίων της λευκόδερμης πεύκης του όρους Βασιλίτσα για την περίοδο 1956-2000. Η οριζόντια διακεκομμένη γραμμή δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας 95 %.

Figure 4. Response function of mean drought indices scPDSI and tree-ring width of Bosnian pine in the mountain Vasilitsa for the period 1956-2000. Dashed horizontal line indicates 95 % significance level, $R= r/s$, $r=$ mean regression coefficient and $s=$ mean standard deviation for 50 simulations.

Από τις σχέσεις αυτές φαίνεται ότι η αύξηση των θερμοκρασιών και της ξηρασίας τη θερινή περίοδο, που αναμένεται να ενταθεί όλο και περισσότερο στην Ελλάδα και στη Μεσόγειο (IPCC 2013, Τράπεζα της Ελλάδος 2011), θα επηρεάσουν αρνητικά την αύξηση της λευκόδερμης πεύκης στην περιοχή. Μια πιθανή αντίδραση του είδους απέναντι στη συνεχιζόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, ανάλογα και με το σενάριο της κλιματικής αλλαγής, είναι η μετακίνηση του προς τα ανώτερα όρια εξάπλωσής του, που όμως για την περιοχή έχει περιορισμένο εύρος καθώς το όρος Βασιλίτσα δεν ξεπερνά τα 2249 m.

Η διερεύνηση της αυξητικής συμπεριφοράς του είδους σε σχέση με το κλίμα στην περιοχή και γενικότερα στη Βαλκανική όπου εξαπλώνεται, αποτελεί βασικό στοιχείο προκειμένου να διαπιστωθεί η πλαστικότητα προσαρμογής και η δυνατότητα μετανάστευσης του είδους, στοιχεία που έχουν ιδιαίτερη αξία στη διαχείριση των δασών αυτών και την προσπάθεια που γίνεται για την προσαρμογή τους απέναντι στην κλιματική αλλαγή.

Συμπεράσματα

Οι χρονοσειρές με τα πλάτη των δακτυλίων της λευκόδερμης πεύκης που αναπτύχθηκαν για την περιοχή μελέτης, καλύπτοντας μια πολύ μεγάλη περίοδο ετών και περιέχοντας ένα αξιόλογο κλιματικό σήμα, αποτελούν χρήσιμο υλικό που μαζί με άλλες χρονοσειρές του είδους από την περιοχή της Πίνδου και τη Βαλκανική μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετά από περαιτέρω διερεύνηση για τη μελέτη της αυξητικής συμπεριφοράς του είδους και την ανακατασκευή κλιματικών και άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων. Η κατά πλάτος αύξηση της λευκόδερμης πεύκης στο όρος Βασιλίτσα επηρεάζεται αρνητικά από τις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία της θερινής περιόδου και ως εκ τούτου είναι είδος ευαίσθητο - όπως αναμενόταν άλλωστε- στις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Abstract

The tree-rings' width chronologies of Bosnian pine (*Pinus heldreichii*) of Vasilitsa mountain, were analyzed in the present study. The purpose was to investigate, from a climatological point of view, the tree-rings' widths to climate relationships. More specifically, from old-growth Bosnian pine trees, tree cores were obtained from which, after cross-dating and measuring the tree-rings widths using dendrochronological techniques, chronologies of tree-ring width indices were constructed. The average chronology covers the period 1533-2005. The calculation of response functions of mean chronology of indices with the precipitation-temperature and the scPDSI drought index, showed that the tree-ring width of Bosnian pine is negatively affected by the high temperatures and the drought of the summer period.

Βιβλιογραφία

- Bojaxhi, F. and Toromai, E., 2017. Spatial and Temporal Growth Variation of *Pinus heldreichii* Christ. Growing along a Latitudinal Gradient in Kosovo and Albania. *South-east Eur. For.* 8 (2): 85-97. DOI: <https://doi.org/10.15177/see-for.17-10>
- Bojaxhi, F., Toromani, E. and Çollaku, N., 2020. Tree Growth Variability of *Pinus heldreichii* at Tree-Line Locations in Kosovo. *South-east Eur for* 11(2): early view. <https://doi.org/10.15177/see-for.20-11>.
- Briffa, K.R., Jones, P.D. and Schweingruber, F.H., 1988. Summer temperatures patterns over Europe: A reconstruction from 1750 a.d. based on maximum latewood density indices of conifers. *Quaternary research*, 30, 36-52. (2)
- Γιαννόπουλος Ν. και Γκόγκας Ζ.Α., 2009. Δομή, συνθήκες αύξησης και φυσικής αναγέννησης δάσους λευκόδερμης πεύκης. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος ΤΕΙ Λαμίας, 40 σελ.
- Chmielewski, F.M. and Rötzer, T., 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agric. For. Meteorol.* 108, 101-112
- Cook, E., Briffa, K., Shiyatov, S. and Mazepa, V., 1990. Tree-ring standardization and growth-trend estimation, in: Cook, E., Kairiukstis, A., (Eds), *Methods of dendrochronology: Applications in the environmental sciences*. Kluwer Academic Publ., Kluwer Academic Publ., Dordrecht, pp. 104-123.
- De Dios, V.R., Fischer, C. and Colinas, C., 2007. Climate change effects on Mediterranean forest and preventive measures. *New Forest*, 33, 29-40.
- Esper, J., Konter, O., Klippel, L., Krusic, P.J. and Büntgen, U., 2021. Pre-instrumental summer precipitation variability in northwestern Greece from a high-elevation *Pinus heldreichii* network. *International Journal of Climatology* 41, 2828–2839, <https://doi.org/10.1002/joc.6992>

- European Commission, 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats. pp. 146.
- Frank, D. and Esper, J., 2005. Temperature reconstructions and comparisons with instrumental data from a tree-ring network for the European Alps. *International Journal of Climatology* 25 (11), 1437-1454, <https://doi.org/10.1002/joc.1210>
- Fritts, H.C., 1976. *Tree-rings and climate*. Academic Press, London, 567.
- Fritts, H.C., 1987. Some general propositions of dendrochronology. In: *Methods of dendrochronology I*, Kairiukstis κ.α. (eds), Warsaw, Poland, 3-14.
- Guiot, J., 1991. Research report, the bootstrapped response function. *Tree-Ring Bull* 51, 39-41.
- Guiot, J. and Goeury, C., 1996. PPPBase, a software for statistical analysis of paleoecological and paleoclimatological data. *Dendrochronologia*, 14, 295–300.
- IPCC, 2007. *Climate change 2007: the physical science basis*. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, NY, USA, 996 pp.
- IPCC, 2013. *Climate change 2007: the physical science basis*. In: Stocker T.F., Qin, D., Plattner G-K., Tignor, M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley, P.M. (Eds.), *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 1535 pp.
- Klesse, S., Ziehmer, M., Rousakis, G., Trouet, V. and Frank, D., 2015. Synoptic drivers of 400 years of summer temperature and precipitation variability on Mt. Olympus, Greece. *Climate Dynamics*, 45, 807–824.
- Klippel, L., Krusic, P.J., Brandes, R., Hartl-Meier, C., Trouet, V., Meko, M. and Esper, J., 2017. High-elevation inter-site differences in Mount Smolikas tree-ring width data. *Dendrochronologia*, 44, 164–173.
- Klippel, L., Krusic, P.J., Brandes, R., Hartl, C., Belmecheri, S., Dienst, M. and Esper, J., 2018. A 1286-year hydro-climate reconstruction for the Balkan Peninsula. *Boreas*, 47, 1218– 1229.
- Konter, O., Krusic, P., Trouet, V. and Esper, J., 2017. Meet Adonis, Europe’s oldest dendrochronologically dated tree. *Dendrochronologia* 42 (12), <http://dx.doi.org/10.1016/j.dendro.2016.12.001>
- Korner, C., 1998. A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanations. *Oecologia* 115, 445-459.
- Lenoir, J., Gérout, J.C., Marquet, P.A., de Ruffray, P. and Brisse, H., 2008. A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science* 320, 1768-1771.
- Nicault, A., Alleaume, S., Brewer, S., Carrer, M., Nola, P. and Guiot, J., 2008. Mediterranean drought fluctuation during the last 500 years based on tree-ring data. *Climate Dynamics* 31: 227-245
- Panayotov, M., Bebi, P., Krumm, F. and Yurukov, S., 2010. Climate signals in *Pinus peuce* and *Pinus heldreichii* tree-ring width chronologies from the Pirin Mountains in Bulgaria. *Trees* 24 (3): 479-490. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0416-y>
- Παπαδόπουλος, Α., 1999. Σχέσεις κλίματος – πλάτους ετησίων δακτυλίων της χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis* Mill.) στην Ελλάδα. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, Τόμος 10, Σειρά II-Τεύχος 2, 191-200.
- Pounds, J.A., Fogden, M.P.L. and Campbell, J.H. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398, 611-615.
- Régant Instruments Inc, 2007. *Windendro 2008a*. For Tree-Ring Analysis. Régant Instruments Inc, 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.
- Strid A. and Tan K., 1997. *Flora Hellenica*. Vol 1. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, 392 pp.
- Todaro, L., Andreu, L., D’Alessandro, CM, Gutierrez, E, Cherubini, P. and Saracino, A, 2007. Response of *Pinus leucodermis* to climate and anthropogenic activity in the National Park of Pollino (Basilicata, Southern Italy). *Biol. Conserv.* 137(4): 507-519. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.03.010>.
- Τράπεζα της Ελλάδας, 2011. Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Επιμέλεια έκδοσης: Ίδρυμα Εκτύπωσης Τραπεζογραμματίων και Αξιών της Τράπεζας της Ελλάδος Αθήνα, 520 σελ.

Trouet, V. and Van Olbenborgh, G.J., 2013. Research tools. KNMI climate explorer: a web-based research tool for high-resolution paleoclimatology. *Tree Ring Research* 69 (1), 3–13

Trouet, V., 2014. A Tree-Ring Based Late Summer Temperature Reconstruction (AD 1675-1980) for the Northeastern Mediterranean. *Radiocarbon* 56 (4): S69-S78. DOI: <https://doi.org/10.2458/azu,rc.56.18323>

Van Oldenborgh, G.J., Burgers G., 2005. Searching for decadal variations in ENSO precipitation teleconnections. *Geophysical Research Letter* 32(15):L15701. 15710.11029/12005gl023110.

Wells, N., Goddard, S. and Hayes, M.S., 2004. A self-calibrating Palmer Drought Severity Index. *J. Clim.* 17, 2335-2351.

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΥΛΟΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ *Pinus brutia* ΣΤΟ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΤΟΥ ΣΕΙΧ ΣΟΥ

Ζαχαριάκη, Έλλη¹; Παπαϊωάννου, Αθανάσιος²; Πιπινής, Ηλίας³

¹Εργαστήριο Δασικής Εδαφολογίας Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσ/νίκη, elloumpa@gmail.com

²Εργαστήριο Δασικής Εδαφολογίας Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσ/νίκη, arapaioa@for.auth.gr

³Εργαστήριο Δασοκομίας Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσ/νίκη, eripinis@for.auth.gr

Περίληψη

Κατά τα τελευταία έτη, στο περιαστικό δάσος του Σείχ Σου της Θεσσαλονίκης, εμφανίστηκε εκτεταμένη προσβολή ατόμων *Pinus brutia*, από το φλοιοφάγο έντομο *Tomicus piniperda*. Για την αντιμετώπιση της, πραγματοποιήθηκε υλοτομία των προσβεβλημένων ατόμων και απομάκρυνση των κορμών τους, αφήνοντας στην επιφάνεια του εδάφους μεγάλες ποσότητες φυτικών υπολειμμάτων. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι, στον δασικό τάπητα η συσσώρευση της οργανικής ουσίας και πολλών θρεπτικών στοιχείων, είναι πολύ μεγαλύτερη στις προσβεβλημένες και υλοτομημένες επιφάνειες σε σύγκριση με τις υγιείς. Λόγω της πρόσφατης υλοτομίας, η αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων δεν βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο και επομένως, οι μεταβολές που εντοπίζονται στον δασικό τάπητα, δεν εμφανίζονται ακόμα στις αντίστοιχες μετρήσεις του εδάφους, πράγμα που αναμένεται να συμβεί με το πέρασμα της αποσύνθεσης.

Λέξεις κλειδιά: τραχεία πεύκη, φυτικά υπολείμματα, οργανική ουσία, έδαφος, θρεπτικά στοιχεία.

Εισαγωγή

Τα περιαστικά δάση στη χώρα μας καταλαμβάνουν συνολική έκταση 105.353 ha, η μέση ηλικία αυτών είναι γύρω στα 60 έτη και η κάλυψη τους αποτελείται κυρίως από θερμόβια κωνοφόρα (Samara κ.α. 2018).

Τα έντομα συμμετέχουν σε ένα μεγάλο μέρος των φυσικών οικοσυστημάτων, καθώς αποτελούν τροφή για πλήθος και ποικιλία ζώων, παίρνουν μέρος στο βιογεωχημικό κύκλο, αλλά και στον κύκλο ζωής άλλων οργανισμών (π.χ. μέσω της επικονίασης ανθοφόρων φυτών) (Meyer 2007). Παρά την υγιή παρουσία τους στα οικοσυστήματα, ορισμένα είδη εντόμων θεωρούνται απειλητικά ή και επιβλαβή, αποτελώντας σημαντικό παράγοντα διαταραχής των δασών και μπορούν να οδηγήσουν σε θνησιμότητα των δέντρων και παραγωγή νεκρής βιομάζας (Meigs κ.α. 2011). Το έντομο *Tomicus piniperda* (L.) είναι ένα φλοιοφάγο σκαθάρι το οποίο ανήκει στην τάξη των κολεοπτέρων και στην οικογένεια Curculionidae (Thomas κ.α. 2004). Είναι ένα χωροκατακτητικό είδος που προσβάλλει διάφορα είδη του γένους *Pinus spp.* (Chararas 1962, Eager κ.α. 2004, Lieutier κ.α. 2015). Η εξάπλωσή του ευνοήθηκε από την έλλειψη φυσικών εχθρών του. Εντοπίζεται στην Ευρώπη, τη βορειοδυτική Αφρική, αλλά και τη νότια Ασία (Thomas κ.α. 2004). Το είδος αυτό εμφανίζει μεγάλους πληθυσμούς σε εξασθενημένα οικοσυστήματα με μεσήλικα ή ηλικιωμένα δέντρα. Καταπονημένα δέντρα, ή δέντρα υποβαθμισμένων εδαφών, διαθέτουν περιορισμένους αμυντικούς μηχανισμούς, για παράδειγμα, τα πεύκα εκκρίνουν μικρότερες ποσότητες ρητίνης, η οποία δρα ως απωθητικό για τα έντομα. Επιπροσθέτως, τα καταπονημένα δέντρα ή τα δέντρα υποβαθμισμένων περιοχών, έχουν μικρότερη ικανότητα ανάρρωσης μετά την προσβολή (Μαρκάλας 2010). Κύριες αιτίες ταχίας ή και ανεξέλεγκτης εξάπλωσής του, είναι: οι κλιματολογικές συνθήκες, οι βλάβες των δέντρων από ισχυρούς ανέμους, οι πιθανές ασθένειες των ριζών, η έντονη φυλλόπτωση που προκαλούν άλλα φυλλοφάγα έντομα και η υποβάθμιση των εδαφικών συνθηκών εξαιτίας βιομηχανικών εκπομπών, ανθρώπινων επεμβάσεων, αλλά και ανεπαρκούς προστασίας και διαχείρισης των δασών (Καϊλίδης 2016).

Ο δασικός τάπητας αποτελεί το πιο ενεργό τμήμα ενός δασικού οικοσυστήματος και βοηθάει στη διάκριση των δασικών εδαφών από τα γεωργικώς καλλιεργούμενα ή τα έντονα διαταραγμένα εδάφη (Παπαϊωάννου 1993). Ο σχηματισμός του δασικού τάπητα, οφείλεται σε μία διαρκή απόθεση φυτικών υπολειμμάτων στην εδαφική επιφάνεια, τα οποία συσσωρεύονται λόγω της μακροχρόνιας διάρκειας της αποσύνθεσης. Κατά την αποσύνθεση, η οποία λαμβάνει χώρα στον δασικό τάπητα, οι αποικοδομητές (μύκητες και μικροοργανισμοί) διασπούν τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα και τα μετατρέπουν σε μορφές διαθέσιμες για τα φυτά.

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως ανάλογα το δασοπονικό είδος αλλά και το είδος του φυτικού υπολείμματος, διαφέρουν και οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων. Ειδικότερα, για τα φυτικά υπολείμματα της *Pinus brutia* παρατηρήθηκε, πως η μεγαλύτερη συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων βρίσκεται στις βελόνες, μετά στα διάφορα αναπαραγωγικά μέρη, στη συνέχεια στα κλαδιά και τέλος στους κώνους (Erkan κ.α. 2020). Συγκεκριμένα, στις βελόνες των φυτικών υπολειμμάτων του είδους *P. brutia*, η συγκέντρωση του N κυμαίνεται στο 0,50-0,59% (Roig κ.α. 2005, De Marco κ.α., 2007, Lado-Monserrat κ.α. 2016, Erkan κ.α. 2020) ή στο 0,89-1,08% (Aka Sagliker και Darici 2007), ή στο 0,39-0,40% (Cepel κ.α. 1988, De Marco κ.α. 2007), ενώ η συγκέντρωση C υπολογίστηκε γύρω στο 47-49% (Sariyildiz 2003, Aka Sagliker και Darici 2007). Όσον αφορά την αναλογία C:N, θεωρείται δείκτης του ρυθμού αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας, όσο αυξάνεται η αναλογία C:N, τόσο πιο αργά πραγματοποιείται η αποσύνθεση (Rapp κ.α. 1999, Ukonmaanaho κ.α. 2008, Hansen κ.α. 2009, Karatepe 2014, Erkan κ.α. 2020).

Στα δασικά οικοσυστήματα της εύκρατης ζώνης, σημαντικός παράγοντας σχηματισμού του εδάφους είναι το μητρικό πέτρωμα. Ειδικότερα, στα ελληνικά εδάφη, κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, πέρα από την επίδραση του κλίματος, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη φύση και το είδος του μητρικού πετρώματος (Ντάφης 1986, Απασιδής 1991, Νάκος 1991). Η πιθανή μεταβλητότητα του εδάφους, επηρεάζει την ποικιλομορφία των φυόμενων ειδών. Αυτό έχει συνέπειες, θετικές ή αρνητικές, στην παραγωγικότητα και ζωή του κάθε φυτικού ή ζωικού οργανισμού, επηρεάζοντας έτσι τη σύνθεση των φυτοκοινωνιών (Tilman 1988). Οι διαφορετικές απαιτήσεις των μελών μιας φυτοκοινωνίας σε θρεπτικά στοιχεία, δημιουργούν συνθήκες μεγαλύτερης βιοποικιλότητας όσον αφορά τη σύνθεση της βλάστησης, την οικολογική διαδοχή της και το μέγεθος των ατόμων (Gross κ.α. 1995). Είναι γνωστό ότι όσο μεγαλύτερη βιοποικιλότητα επιτυγχάνει ένα δασικό οικοσύστημα, τόσο πιο ισορροπημένο, ανθεκτικό σε φυσικές καταστροφές, και υγιές είναι.

Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων στον δασικό τάπητα και στο έδαφος προσβεβλημένων και υγιών συστάδων του δάσους. Απώτερος σκοπός για μία άλλη έρευνα, είναι η εκτίμηση της συσσώρευσης του διοξειδίου του άνθρακα λόγω της αύξησης της βιομάζας στην επιφάνεια του εδάφους των προσβεβλημένων συστάδων.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή Έρευνας

Στο Σέιχ Σου σήμερα συναντούμε πολλά είδη ανώτερων φυτών, από τα οποία το μεγαλύτερο ποσοστό είναι είδη πεύκης, ενώ σημαντική είναι και η παρουσία των κυπαρισσιών, κυρίως των *Cupressus sempervirens* και *Cupressus arizonica*. Στις βόρειες και βορειοανατολικές εκθέσεις του δάσους παρατηρήθηκαν σημαντικές εκτάσεις με πουνάρια, ενώ κατά μήκος των υδάτινων ρεμάτων φαίνεται να κυριαρχεί το είδος *Platanus orientalis*. Το Σέιχ Σου είναι ένα δάσος με σχετικά ήπιο ανάγλυφο, εύκολα προσπελάσιμο, χωρίς έντονη παρουσία υδάτινων στοιχείων και η περιοχή χαρακτηρίζεται ως λοφώδης και υποορεινή με το υπερθαλάσσιο υψόμετρο του δάσους κυμαίνεται από 80 έως 563μ. (Αγγελίδου κ.α. 2018). Το γενικότερο κλίμα της περιοχής, σύμφωνα με το ομβροθερμικό πηλίκιο Q, χαρακτηρίζεται ως ψυχρό και ημίξερο (Emberger 1971). Σύμφωνα με τον μετεωρολογικό σταθμό του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (περίοδος 2003-2013), η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 17°C, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 751,2mm και το ζενίθ της ξηροθερμικής περιόδου παρατηρείται τον Ιούλιο (Αγγελίδου κ.α. 2018). Σύμφωνα με τη διαχειριστική μελέτη του περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης (2019-2028), τα πετρώματα που συναντώνται στην περιοχή είναι ερυθρές άργιλοι, ασβεστολιθικός φλύσχος, φυλλίτες, γενύσιοι κ.α. (Αγγελίδου κ.α. 2018). Τα εδάφη της περιοχής, κατά κύριο λόγο είναι ορφνά, γενετικά «ανώριμα» με συχνή την απουσία του Α ορίζοντα, ενώ πολλές φορές και του Β. Η μηχανική σύσταση τους χαρακτηρίζεται από μέτρια έως βαριά, ενώ δεν υπάρχουν εμφανείς διαφορές ως προς την δομή μεταξύ των ποιοτήτων τόπου. Η περιοχή υπάγεται στην

Παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*), ειδικότερα στην υποζώνη *Ostryo-Carpinion* και στον αυξητικό χώρο *Coccifero-Carpinetum* (Ντάφης 1973, Αθανασιάδης 1986). Η φυσική αναγέννηση του δάσους του Σείχ Σου είναι αρκετά περιορισμένη, καθιστώντας μέτρια την εξέλιξή του. Συχνά πλήττεται από προσβολές εντόμων, κυρίως πυτιοκάμπης, καθώς και από φαινόμενα χλωρώσεων, εξαιτίας του σχετικά άγονου εδάφους. Το υψόμετρο των δειγματοληπτικών επιφανειών που οριοθετήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας κυμάνθηκε από 249μ. έως 442μ. και οι κλίσεις μεταξύ 5-35%.

Μέθοδος δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στην ευρύτερη περιοχή του περιαστικού δάσους του Σείχ Σου. Για το σκοπό της έρευνας τοποθετήθηκαν 6 δειγματοληπτικές κυκλικές επιφάνειες ακτίνας 10m, σε μέτριες έως κακές ποιότητες τύπου του περιαστικού δάσους. Από κάθε επιφάνεια συλλέχθηκαν δείγματα δασικού τάπητα και εδάφους και καταγράφονταν οι συντεταγμένες, το υψόμετρο, η κλίση και η έκθεση των επιφανειών, η στηθιαία διάμετρος και το ύψος των περιεχόμενων ατόμων, αλλά και τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά των επιφανειών (μητρικό πέτρωμα, βλάστηση - υποβλάστηση, κ.α.). Κατά τη δειγματοληψία, επιλέχθηκαν ζεύγη γειτονικών επιφανειών, στα οποία η μία επιφάνεια ήταν σε προσβεβλημένα από το φλοιοφάγο έντομο *Tomiscus piniperda* άτομα του *P. brutia*, τα οποία είχαν υλοτομηθεί, ενώ στην άλλη δεν υπήρχαν σημάδια προσβολής. Στις επιφάνειες όπου είχαν υλοτομηθεί τα προσβεβλημένα άτομα, αφαιρέθηκαν από τη δασική υπηρεσία μόνο οι κορμοί, ενώ οι κόμεις, τα κλαδιά και οι νεκρές βελόνες παρέμειναν στην επιφάνεια του εδάφους. Σε όλες τις περιπτώσεις, πάρθηκαν εδαφοτομές περίπου στο κέντρο των επιφανειών. Η δειγματοληψία έγινε κατά βάθος και δείγματα ελήφθησαν από τα βάθη: 0-10cm, 10-20cm, 20-40cm και 40-60cm. Από κάθε βάθος πάρθηκε δείγμα περίπου 1kg. Η συλλογή των δειγμάτων δασικού τάπητα έγινε με την χρήση μεταλλικού πλαισίου διαστάσεων 25cm x 25cm. Τα δείγματα δασικού τάπητα ήταν δέκα για κάθε επιφάνεια και πάρθηκαν περιφερειακά από κάθε εδαφοτομή σε σχήμα σταυρού, χωριστά για τον Αοο και τον Αο ορίζοντα.

Εργαστηριακές αναλύσεις

Τα δείγματα του εδάφους και του δασικού τάπητα μεταφέρθηκαν για αναλύσεις στο εργαστήριο Δασικής Εδαφολογίας του τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ. Ο δασικός τάπητας ξηράθηκε για 48 ώρες στους 75°C και στη συνέχεια ζυγίστηκε. Οι χημικές αναλύσεις του δασικού τάπητα έγιναν σε κονιοποιημένο ομογενοποιημένο υλικό μετά από άλεση του ξηρού δείγματος. Στα δείγματα αυτά μετρήθηκε η οργανική ουσία με τη μέθοδο της αποτέφρωσης στους 515°C για 5 ώρες (Loss on ignition) και το ολικό άζωτο (N) με τη μέθοδο Kjeldahl (Stevenson 1982). Τα στοιχεία Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn και Cu μετρήθηκαν με φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης σε διάλυμα που προέκυψε μετά από αποδιοργάνωση κονιοποιημένου δείγματος με H₂SO₄, HNO₃ και HClO₄ (Allen κ.α. 1986, Τάντος 2001). Στο ίδιο διάλυμα προσδιορίστηκε και ο φώσφορος (P) με τη μέθοδο του μπλε του μολυβδαινικού αμμωνίου.

Στα εδαφικά δείγματα μετά από την ξήρανσή τους σε συνθήκες περιβάλλοντος, έγινε διάσπαση των συσσωματωμάτων και ακολούθησε κοσκίνισμα με κόσκινο σπών διαμέτρου 2mm. Ο προσδιορισμός της αντίδρασης του εδάφους (pH) έγινε ηλεκτρομετρικά σε αώρημα εδάφους - νερού σε αναλογία 1:1 (Mc Lean 1982). Ο προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα (C) έγινε με τη μέθοδο της υγρής οξειδωσης (Nelson και Sommers 1982). Το οργανικό N προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Kjeldahl (Stevenson 1982). Για τον υπολογισμό του φωσφόρου (P) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Olsen και ο προσδιορισμός του εκχυλίσιμου φωσφόρου (P) έγινε με τη μέθοδο του μπλε του σουλφομολυβδαινικού αμμωνίου (Olsen και Sommers 1982). Τα εναλλακτικά κατιόντα K, Ca, Mg, και Na προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10g εδάφους με διάλυμα CH₃COONH₄ 1N, pH 7 (Grant 1982). Τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn και Cu προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10g εδάφους με διάλυμα DTPA, pH 7.3 (Lindsay και Norvell 1978). Τα εκχυλισθέντα ιόντα K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn και Cu, μετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης.

Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS 21.0 (SPSS, Inc., USA). Η σύγκριση των μέσων όρων των ποσοτήτων της οργανικής ουσίας, των μακροστοιχείων και των ιχνοστοιχείων στον δασικό τάπητα και το έδαφος μεταξύ των προσβεβλημένων/υλοτομημένων δειγματοληπτικών επιφανειών και αυτών που δεν υπήρξε προσβολή του εντόμου *Tomicus piniperda*, έγινε με το T test (Snedecor και Cochran 1980).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Αυξητικά στοιχεία:

Το μέσο ύψος των ατόμων *P. brutia* στις δειγματοληπτικές επιφάνειες, ήταν τα 8,86μ. και η μέση στηθιαία διάμετρος τους ήταν 18,31cm. Στις δειγματοληπτικές επιφάνειες που τοποθετήθηκαν στα προσβεβλημένα από το έντομο άτομα του είδους *P. brutia*, το ποσοστό των δέντρων που υλοτομήθηκαν κυμαινόταν στο 60-80%, γεγονός που είχε σαν αποτέλεσμα το άνοιγμα των ήδη υποβαθμισμένων συστάδων. Το άνοιγμα αυτό αναμένεται τα αμέσως επόμενα έτη να επιταχύνει την αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων και να βελτιώσει τη γονιμότητα του επιφανειακού εδάφους. Έχει διατυπωθεί βέβαια, πως με την έντονη αύξηση του πάχους των φυτικών υπολειμμάτων και την συμπίεση του εδάφους λόγω των υλοτομιών, υπάρχει αρνητική επίδραση στην αναγέννηση, καθώς τα νέα δενδρύλλια απαιτούν έναν σχετικά ανοιχτό θόλο, ελαφρύ στρώμα φυτικών υπολειμμάτων και καλά αερισιμένα εδάφη (Muhamed κ.α. 2018). Ογκώδη φυτικά υπολείμματα, έχει αποδειχτεί πως εμποδίζουν την εμφάνιση σποροφύτων, καθώς διακόπτουν την επαφή σπέρματος – εδάφους (Caccia και Ballaré 1998, Ibanez και Schupp 2002), ή ακόμη, δυσχεραίνουν την επιμήκυνση του υποκοτυλίου και την εμφάνιση κοτυληδόνων (Facelli και Pickett 1991). Αντίθετα βέβαια, με την διακοπή της συνοχής των συστάδων θα πρέπει να αναμένουμε περισσότερες ανεμορριγίες (Παπαμίχος 2006).

Οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία στον δασικό τάπητα

Κατά τη σύγκριση προσβεβλημένων/υλοτομημένων επιφανειών με αυτές που δεν δέχτηκαν προσβολή του εντόμου *Tomicus piniperda*, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία. Από τον πίνακα 1 που παρουσιάζονται οι ποσότητες της οργανικής ουσίας (t/ha) και των θρεπτικών στοιχείων (kg/ha), φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην οργανική ουσία στους επιμέρους ορίζοντες Αοο και Αο μεταξύ των προσβεβλημένων και μη επιφανειών. Παράλληλα στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται και στα τρία βασικά θρεπτικά στοιχεία N, P και K. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο αφού είναι γνωστή η υψηλή συσχέτιση μεταξύ της οργανικής ουσίας και αυτών των θρεπτικών στοιχείων (Παπαϊωάννου και Σεϊλόπουλος 2000).

Πίνακας 1. Συσσωρευση οργανικής ουσίας (t/ha) και θρεπτικών στοιχείων (kg/ha) (μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) ανά ορίζοντα στον δασικό τάπητα.

Table 1. Accumulation of organic matter (t/ha) and nutrients (kg/ha) in each horizon of the forest floor (means and standard deviation).

	Αοο		Αο	
	Προσβεβλημένες	Μη Προσβεβλημένες	Προσβεβλημένες	Μη Προσβεβλημένες
Οργ. Ουσία (tn/ha)	12,51 *** (± 2,09)	5,54 (± 1,96)	8,93 ** (± 3,78)	5,13 (± 2,42)
N (kg/ha)	177,31 *** (± 35,42)	58,96 (± 23,74)	143,12 ** (± 70,04)	83,86 (± 42,54)
P (kg/ha)	7,30 * (± 4,05)	3,93 (± 2,48)	10,40 * (± 6,49)	5,39 (± 2,9)
Ca (kg/ha)	127,75 * (± 60,05)	74,79 (± 44,58)	153,42 ** (± 42,46)	94,78 (± 41,93)
Mg (kg/ha)	22,42 *** (± 7,43)	10,13 (± 7,4)	26,08 * (± 11,09)	16,04 (± 9,91)
K (kg/ha)	19,30 ** (± 13,72)	5,91 (± 3,63)	23,51 *** (± 15,05)	7,25 (± 0,77)
Na (kg/ha)	1,74 *** (± 0,71)	0,71 (± 0,47)	1,95 *** (± 0,73)	0,10 (± 0,44)

Fe (kg/ha)	35,73 * (± 15,45)	21,57 (± 17,13)	56,56 ^{ns} (± 30,33)	38,01 (± 23,68)
Mn (kg/ha)	0,85 ^{ns} (± 0,44)	0,72 (± 0,71)	1,43 ^{ns} (± 1,18)	1,29 (± 0,9)
Cu (kg/ha)	0,20 * (± 0,12)	0,11 (± 0,72)	0,52 ^{ns} (± 0,8)	0,15 (± 0,07)
Zn (kg/ha)	0,73 *** (± 0,40)	0,25 (± 0,18)	0,63 ** (± 0,28)	0,38 (± 0,19)

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι έχουν:

ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά (p>0,05)

* στατιστικά σημαντική διαφορά (για p από 0,01 έως 0,05)

** στατιστικά σημαντική διαφορά (για p από 0,001 έως 0,01) και

*** στατιστικά σημαντική διαφορά (για p < 0,001)

Στα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία, τόσο στα μακροστοιχεία όσο και στα ιχνοστοιχεία, παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές με εξαίρεση την περίπτωση μαγγανίου. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι ποσότητες των στοιχείων αζώτου, φωσφόρου, ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου, νατρίου και ψευδαργύρου, κυμαίνονται σχεδόν στο διπλάσιο στις προσβεβλημένες επιφάνειες από εκείνες που δεν έχουν προσβληθεί. Οι μεγάλες ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων στον δασικό τάπητα, αποδίδονται αποκλειστικά στη μεγάλη συσσώρευση φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια του ανόργανου εδάφους, γεγονός το οποίο προέκυψε από την υλοτομία (Brady και Weil 2007). Κατά την περίοδο της υλοτομίας απομακρύνονταν από τις επιφάνειες μόνο οι κορμοί των δένδρων της Τραχείας πεύκης, ενώ όλα τα άλλα μέρη της υλοτομίας, όπως για παράδειγμα, κορυφές, κλαδιά, βελόνες, κώνοι κ.λ.π., παρέμειναν μέσα στην συστάδα. Η αποσύνθεση, εξ αιτίας της μεγάλης ποσότητας των φυτικών υπολειμμάτων και του μικρού χρονικού διαστήματος μεταξύ της υλοτομίας και της δειγματοληψίας, φαίνεται ότι δεν βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, καθώς παρατηρήθηκε ότι τα φυτικά υπολείμματα βρίσκονται σε πολλαπλάσιες ποσότητες στον Αοο ορίζοντα σε σχέση με τον Αο.

Οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία στο ανόργανο έδαφος

Πίνακας 2. Συσσώρευση οργανικής ουσίας (t/ha) και θρεπτικών στοιχείων (kg/ha) (μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) στο έδαφος (0-60cm).

Table 2. Accumulation of organic matter (t/ha) and nutrients (kg/ha) in the soil (0-60cm) (means and standard deviation).

	Προσβεβλημένες	Μη Προσβεβλημένες
pH	6,85 ^{ns} (±0,23)	6,72 (±0,26)
Οργ. Ουσία (tn/ha)	33,23 ^{ns} (±25,83)	18,56 (±7,96)
N (kg/ha)	1544,03 ^{ns} (±301,26)	1483,09 (±232,33)
P (kg/ha)	3,25 ^{ns} (±1,12)	3,14 (±1,08)
Ca (kg/ha)	7116,74 ^{ns} (±2995,69)	5372,26 (±3157,62)
Mg (kg/ha)	242,76 ^{ns} (±105,52)	296,98 (±97,86)
K (kg/ha)	69,12 ^{ns} (±23,26)	94,88 (±59,53)
Na (kg/ha)	86,19 ^{ns} (±23,68)	85,29 (±3,42)
Fe (kg/ha)	6,93 ^{ns} (±1,86)	10,05 (±3,75)
Mn (kg/ha)	7,73 ^{ns} (±2,82)	12,50 (±4,89)
Cu (kg/ha)	0,99 ^{ns} (±0,51)	1,45 (±0,19)

Zn (kg/ha)	0,65 ^{ns} (±0,29)	0,65 (±0,08)
----------------------	----------------------------	--------------

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι που εμφανίζονται στην ίδια γραμμή έχουν: ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά (p>0,05)

Από τον πίνακα 2 που αναφέρεται στις ποσότητες της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων στο ανόργανο έδαφος, δεν φαίνεται να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η πραγματικότητα αυτή θα πρέπει να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι δειγματοληπτικές επιφάνειες των προσβεβλημένων δένδρων, χωρικά, βρίσκονταν στη συνέχεια των υγιών συστάδων και άρα επικρατούσαν παρόμοιες εδαφολογικές συνθήκες. Οι αυξημένες ποσότητες κυρίως της οργανικής ουσίας και ορισμένων μακροστοιχείων στις προσβεβλημένες επιφάνειες, θα πρέπει να αποδοθούν στην προηγούμενη κατάσταση της συστάδας και όχι στον εμπλουτισμό του ανόργανου εδάφους με προϊόντα της αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων της υλοτομίας, αφού η αποσύνθεσή τους δεν έχει προχωρήσει. Τα προϊόντα αυτά της αποσύνθεσης αναμένεται τα επόμενα έτη να εμπλουτίσουν το ανόργανο έδαφος των προσβεβλημένων επιφανειών και να αυξήσουν τη γονιμότητα του. Συνοψίζοντας, μπορούμε να ισχυριστούμε με βεβαιότητα ότι η οργανική ουσία και τα θρεπτικά στοιχεία που μετακινούνται από τον δασικό τάπητα στο έδαφος, δεν έχουν αρχίσει ακόμα να μεταφέρονται σε σημαντικό βαθμό, οπότε όλες οι αυξημένες ποσότητες της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων που μετρήθηκαν στη παρούσα έρευνα κατά κύριο λόγο οφείλονται σε προϋπάρχουσες της προσβολής, συνθήκες του εδάφους. Εκτιμάται ότι η αυξημένη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και ιδιαίτερα του N, θα αυξήσει την γονιμότητα και την παραγωγικότητα του περιαστικού δάσους και ότι με την βοήθεια κατάλληλων κλιματολογικών συνθηκών θα αυξηθεί ταυτόχρονα και η φυσική αναγέννηση του (Castro Diez κ.α. 2012).

Συμπεράσματα

Η αντιμετώπιση μιας επικείμενης προσβολής ενός δάσους από ένα φλοιοφάγο έντομο, με εφαρμογή υλοτομίας των νεκρών ατόμων, μπορεί να αυξήσει κατά μεγάλο βαθμό τα φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους. Η αύξηση των φυτικών υπολειμμάτων στον δασικό τάπητα των προσβεβλημένων δασών της Τραχείας πεύκης μπορεί να οδηγήσει μέχρι και σε διπλασιασμό στην συσσώρευση της οργανικής ουσίας και πολλών θρεπτικών στοιχείων. Ο βαθμός και η ταχύτητα αποσύνθεσης του δασικού τάπητα, καθορίζει τον χρόνο εμπλουτισμού του ανόργανου εδάφους με θρεπτικά στοιχεία. Αναμένεται λοιπόν, τα επόμενα έτη, διαφοροποίηση στην γονιμότητα του ανόργανου εδάφους μεταξύ προσβεβλημένων και υγιών επιφανειών. Τέλος, η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και ιδιαίτερα του N στις προσβεβλημένες επιφάνειες, μπορεί να βοηθήσει στην εγκατάσταση της φυσικής αναγέννησης του περιαστικού δάσους.

Abstract

In the past few years, in the suburban forest of Sheich Sou in Thessaloniki, there has been an extensive infestation of the species *Pinus brutia*, by bark-eating insect *Tomicus piniperda*. In order to deal with the infestation, the infected trees were felled and their barks were removed, leaving on the ground large quantities of plant debris. The study's results have shown that in the forest floor, the accumulation of organic matter and many nutrients, is way higher in the affected and felled areas, in comparison to the healthy ones. Due to the recent logging, however, the decomposition of the plant debris is not at an advanced stage and therefore, the significant differences found in the forest floor results, are not yet to be noticed in the respective soil measurements, which is expected to happen with the end of decomposition.

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης, Ν.Η., 1986. Δασική Βοτανική (Δέντρα και Θάμνοι των Δασών της Ελλάδος), Μέρος II, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- Αγγελίδου, Ε., Γκάφα, Ο., Φάσσας, Θ. και Γιαννάκης, Α., 2018. Διαχειριστική Μελέτη Περιαστικού Δάσους Θεσσαλονίκης (περίοδος 2019-2028). Δασαρχείο Θεσσαλονίκης.
- Aka Sagliker, H. and Darici, C., 2007. Nutrient contents of *Pinus brutia* Ten. (Pinaceae) and *Pistacia terebinthus* L. (Anacardiaceae) growing on marl and conglomerate substrata in the Eastern Mediterranean. *Turk J Bot.* 31:11–17.

Allen, S.E., Grimshaw, H.M. and Rowland, A.P., 1986. Chemical analysis. In: *Methods in Plant Ecology*. (eds. P.D. Moore and S.B. Chapman). pp. 285–344. Blackwell Scientific Publication, Oxford, London, U.K.

Απατσίδης, Λ.Δ., 1991. Μία νέα τεχνική εκτίμησης δεικτών ποιότητας τύπου Δασών (Σύγκριση δύο τεχνικών). Επιστημονική επετηρίδα του τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. του ΑΠΘ ΛΔ/3/27: 1809-1821.

Brady, N.C. and Weil, R.R., 2007. *The Nature and Properties of Soils*, 12th ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 881p.

Γκανάτσας, Π. και Παπαϊωάννου, Α., 1997. Συσσώρευση οργανικής ουσίας και θρεπτικών στοιχείων στο δασικό τάπητα και στο ανόργανο έδαφος δασικών οικοσυστημάτων ερυθρελάτης και οξιάς στην Ελατιά Δράμας. Επιστημονική Επετηρίδα του τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος 39/2: 601-614.

Caccia F.D. and Ballaré, C.L., 1998. Effects of tree cover, understory vegetation, and litter on regeneration of Douglas-fir (*Pseudotsuga amanziessii*) in south-western Argentina. *Can. J. Soil Sci.* 28: 683-692.

Castro-Diez, P., Fierro-Brunnenmeister, N., Gonzalez-Munoz, N. and Gallardo, A., 2012. Effects of exotic and native tree leaf litter on soil properties of two contrasting sites in the Iberian Peninsula. *Plant Soil*, 350: 179-191.

Cepel, N., Dundar, M., Ozdemir, T. and Neyisci, T., 1988. Amount and mineral nutrient content of fallen needle litter of *Pinus brutia* Ten. *Ecosystems*. Ankara: Forest Research Institute publication. [published in Turkish, summary in English]. Technical Bulletin, No: 194, 20 pp.

Chararas, C., 1962. *Scolytides Des Coniferes*. Le Chevalier, Paris.

De Marco, A. Vittozzi, P., Rutigliano, F.A. and Virzo de Santo, A., 2007. Nutrient dynamics during decomposition of four different pine litters. In: Leone V. (Ed. R. Lovreglio) *Proceedings of the international workshop MEDPINE 3: conservation, regeneration and restoration of Mediterranean pines and their ecosystems* Bari: CIHEAM, p. 73-77. [Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, n. 75].

Eager, T.A., Berisford, C.W., Dalusky, M.J., Nielsen, D.G., Brewer, J.W., Hilty, S.J. and Haack, R.A., 2004. Suitability of some southern and western pines as hosts for the pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae). *J. Entomol.* 97:460-467.

Emberger, L., 1971. Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatologiques et phytogéographiques-écologiques. In: Emberger, 291-301.

Erkan N., Comez, A. and Cem Aydin, A., 2020. Litterfall production, carbon and nutrient return to the forest floor in *Pinus brutia* forests in Turkey. *Scand. J. For. Res.* 35(7): 341-350.

Facelli J.M. and Pickett, S.T.A., 1991. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *Bot. Rev.* 57(1):1-32.

Grant, E.G., 1982. Exchangeable cations. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*. (ed. A.L. Page). pp. 159-164. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

Gross, K.L., Pregitzer, K.S. and Burton, A.J., 1995. Spatial variation in nitrogen availability in three successional plant communities. *J. Ecol.* 83:357-67.

Hansen K., Vesterdal L., Schmidt IK., Gundersen P., Sevel L., Bastrup-Birk A., Pedersen L.B. and Bille-Hansen, J., 2009. Litterfall and nutrient return in five tree species in a common garden experiment. *For Ecol Manag.* 257(10):2133–2144.

doi:10.1016/j.foreco.2009.02.021

Ibáñez I. and Schupp, E.W., 2002. Effects of litter, soil surface conditions, and microhabitat on *Cercarpus ledifolius* Nutt. seedling emergence and establishment. *J. Arid. Env.* 52:209-221.

Καϊλίδης, Δ.Σ., 2016. Ασθένειες των Δέντρων, Δασών και Πάρκων. Αφοί Κυριακίδη Εκδόσεις Α.Ε. 344σελ.

Karatepe, Y., 2014. Carbon and nitrogen in leaves, branch and stem of 19 different Mediterranean maquis species at the same site. Isparta – Turkey. *Res J Biotechnol.* 9(6):26–32.

Lado-Monserrat, L., Lidón, A. and Bautista, I., 2016. Erratum to: Litterfall, litter decomposition and associated nutrient fluxes in *Pinus halepensis*: influence of tree removal intensity in a Mediterranean forest. *Eur J Forest Res.* 134:833–844.

doi:10.1007/s10342-015-0893-z.

- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42.
- Lieutier, F., Långström, B. and Faccoli, M., 2015. The Genus *Tomicus*. In: *Bark Beetles: Biology and ecology of native and invasive species*. (eds. Vega, F.E. and R.W. Hofstetter). Elsevier Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, pp. 371–426.
- Μαρκάλας, Σ.Δ., 2010. Ζωτικότητα και Καταπόνηση (Stress) του Φυτού-Ξενιστή. Ευαισθησία του Φυτού-Ξενιστή. Σε: ΔΑΣΙΚΗ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑ. σελ. 26, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- Meigs, G.W., Kennedy, R.E. and Cohen, W.B., 2011. A Landsat time series approach to characterize bark beetle and defoliator impacts on tree mortality and surface fuels in conifer forests. *Remote Sens. Environ.*, 115(12), 3707-3718.
- Meyer J.R., 2007. The Impact of Insects. A Class of Distinction. Retrieved May, 2015, <<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/text01/impact1.html>>.
- Mc Lean, E.O., 1982. Soil pH and Rime requirement. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*. (ed. A.L. Page), pp. 199-223. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Muhamed, H., Youssef, S., Mustafa, A., Suliman, H., Abdulqader, A. and Mohammed, H., 2018. Natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. in a recreational public forest in Zawita-Kurdistan region, Iraq. 30: 1849-1857.
- Νάκος, Γ., 1991. Ταξινόμηση και αξιολόγηση των γαιών: Τεχνικές προδιαγραφές. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων. Αθήνα, Ελλάδα. Σελ. 67.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1982. Total carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: *Methods of Soil Analysis. Part 2*. (ed. A.L. Page), pp. 539-577. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Ντάφης, Σ., 1973. Ταξινόμηση της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος. Επ. Γεωπ. Και Δασολ. Σχολής. Τόμος ΙΕ, Τεύχος Β, σελ. 75-90.
- Ντάφης, Σ., 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*. (ed. A.L. Page), pp. 403-427. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Παπαϊωάννου, Α., 1993. Σχέσεις παραγωγικότητας με μορφές και χαρακτηριστικά του δασικού χούμου σε δάση μαύρης πεύκης και οξιάς στη Βόρεια Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή, σελ. 137. Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- Παπαϊωάννου, Α. και Σεϊλόπουλος, Δ., 2000. Έδαφος και αναγέννηση συστάδων χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis* Mill.) οκτώ χρόνια μετά από πυρκαγιά. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. Κοζάνη σελ. 235-243.
- Παπαμίχος, Ν., 2006. Δασικά εδάφη. Σχηματισμός-Ιδιότητες-Συμπεριφορά. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
- Rapp, M., Santa-Regina I., Rico, M. and Gallego, HA., 1999. Biomass, nutrient content, litterfall and nutrient return to the soil in Mediterranean oak forests. *For. Ecol. Manag.* 119(1–3):39–49. doi: 10.1016/S0378-1127(98)00508-8
- Roig, S., del Río, M., Cañellas, I. and Montero, G., 2005. Litter fall in Mediterranean *Pinus pinaster* Ait. stands under different thinning regimes. *For. Ecol. Manag.* 206:179–190. doi: 10.1016/j.foreco.2004.10.068
- Sariyildiz, T., 2003. Litter decomposition of *Picea orientalis*, *Pinus sylvestris* and *Castanea sativa* trees grown in Artvin in relation to their initial litter quality variables. *Turk. J. Agric. For.* 27:237–243.
- Samara, T., Raptis, D. and Spanos, I. 2018. Fuel Treatments and Potential Fire Behavior in Peri-Urban Forests in Northern Greece. *Environments*, 5(7):79. DOI: 10.3390/environments5070079
- Snedecor, G.W. and W.C. Cochran (1980) *Statistical methods*. Seventh edition. Ames. Iowa: The Iowa State University Press
- Stevenson, F.J., 1982. Nitrogen-Organic forms. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2*. (ed. A.L. Page), pp. 625-641. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Τάντος, Β., 2001. Σημειώσεις Εργαστηρίων Δασικής Εδαφολογίας. ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Δασοπονίας, Καρδίτσα, 109 σελ.

Tilman, D., 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton, NJ: Princeton University Press

Thomas, M.C., Thomas R.F. and Dixon, W.N., 2004. DPI Entomology Circular 354. University of Florida.

Ukonmaanaho L., Merila P., Nöjd P. and Nieminen, TM., 2008. Litterfall production and nutrient return to the forest floor in Scots pine and Norway spruce stands in Finland. *Boreal Environ. Res.* 13:67–91.

**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΔΥΟ ΣΠΑΝΙΩΝ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΣΤΟΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΥΚΛΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ
ΕΝΟΣ ΟΡΕΙΝΟΥ ΔΑΣΟΥΣ ΕΛΑΤΗΣ**

**Μιχόπουλος, Παναγιώτης¹; Κωστάκης, Μάριος²;
Μπουρλέτσικας, Αθανάσιος¹; Καούκης, Κώστας¹; Πασιάς Ιωάννης^{2,3};
Γρηγοράτος, Θεόδωρος⁴; Θωμάϊδης, Νικόλαος²; Σαμαρά, Κωνσταντίνη⁴**

¹ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ-Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος 115 28 Αθήνα, mira@fria.gr

²Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 157 71 Αθήνα

³Τρέχουσα δ/ση: Γενικό Χημείο Έρευνας και Αναλύσεων, Τυμφρηστού 181 Λαμία, 35131

⁴Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Α.Π.Θ. 541 24 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Στην εργασία αυτή υπολογίστηκαν οι συγκεντρώσεις δύο σπάνιων ιχνοστοιχείων, του αντιμονίου (Sb) και του βαναδίου (V) στον υδρολογικό κύκλο και στο έδαφος ενός ορεινού δασικού οικοσυστήματος ελάτης. Βρέθηκε ότι οι συγκεντρώσεις των δύο στον υδρολογικό κύκλο ήταν ίσες ή χαμηλότερες από εκείνες που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία για μη ρυπασμένα οικοσυστήματα. Οι ξηρές αποθέσεις επηρέασαν τις συγκεντρώσεις και των δύο στοιχείων στη διαπερώσα βροχή. Επίσης βρέθηκε ότι για τον εμπλουτισμό της βροχής με αντιμόνιο οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έπαιξαν σημαντικότερο ρόλο σε σχέση με το βανάδιο όπου τα γηγενή στοιχεία ήταν εξίσου σημαντικά. Γενικά, οι συγκεντρώσεις των Sb και V σε ένα απομακρυσμένο δάσος μπορεί να χρησιμεύσουν σαν μέτρο σύγκρισης με εκείνα τα οικοσυστήματα, που θεωρούνται επιβαρυνμένα λόγω εξόρυξης των παραπάνω στοιχείων.

Λέξεις κλειδιά: αντιμόνιο, βανάδιο, δάσος ελάτης, έδαφος, υδρολογικός κύκλος.

Εισαγωγή

Η έρευνα για τα βαρέα μέταλλα σε δασικά οικοσυστήματα έχει κυρίως επικεντρωθεί σε μόλυβδο, κάδμιο, αρσενικό, χαλκό και άλλα. Τα απομακρυσμένα δάση έχουν χαμηλές συγκεντρώσεις στα μέταλλα αυτά σε νερά, εδάφη και φυτικούς ιστούς και για το λόγο αυτό χρησιμεύουν για σύγκριση με γεωργικά ή και δασικά οικοσυστήματα με παρελθόν ρύπανσης. Υπάρχουν και τα λεγόμενα σπάνια ιχνοστοιχεία για τα οποία υπάρχουν πολύ λίγες εργασίες. Το αντιμόνιο και το βανάδιο είναι δύο από αυτά.

Το αντιμόνιο (Sb) έχει ένα ευρύ φάσμα χρήσεων, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής ημιαγωγών, σκληρυντών μόλυβδου, μπαταριών, ιχνηλατών τροχιάς βλημάτων, επενδύσεων φρένων αυτοκινήτων και χρωστικών ουσιών (Filella κ.α. 2009). Σημαντικές ανθρωπογενείς πηγές αντιμονίου στο έδαφος είναι οι εκπομπές οχημάτων (Huang κ.α. 1994, Dietl κ.α. 1996) και οι εκπομπές χυτηρίων (Hammel κ.α. 2000). Ο Steinnes (1997) ανέφερε ότι οι εκπομπές αντιμονίου μπορούν να μεταφερθούν στην ατμόσφαιρα σε μεγάλες αποστάσεις, π.χ. από την κεντρική Ευρώπη στη Νορβηγία. Το Sb εμφανίζεται σε τρισθενή και πενταθενή κατάσταση οξειδωσης. Η τρισθενής κατάσταση πιθανόν να σχετίζεται με καρκινογόνο δράση (Gebel 1977). Συνήθως εμφανίζεται σε οξειδία, υδροξείδια ή οξοανιόντα είτε στην κατάσταση +5 σε σχετικά τοξικά περιβάλλοντα (αντιμονάτες) είτε στην κατάσταση +3 σε ανοξικά περιβάλλοντα. Έχει (όπως το As) ισχυρή συγγένεια για τις ομάδες θειόλης και μπορεί να αντικαταστήσει το φώσφορο σε βιολογικές αντιδράσεις, γεγονός που εξηγεί τον ανασταλτικό ρόλο τους στην αντιγραφή του DNA και τις μεταβολικές διεργασίες (Wilson 2010).

Το βανάδιο (V) είναι το πέμπτο πιο άφθονο στοιχείο στον φλοιό της Γης και εξορύσσεται εκτενώς στη Ρωσία, τη Νότια Αφρική, τη Βόρεια Αμερική και την Κίνα (Imtiaz κ.α. 2015). Στο περιβάλλον, το V μπορεί να εμφανιστεί σε διάφορες καταστάσεις σθένους (π.χ. - 3, - 1, 0, +2, +3, +4 και +5), εκ των οποίων το V (+5) είναι το πιο κοινό (Gan κ.α. 2020). Σε μικρές συγκεντρώσεις το V μπορούν να

λειτουργήσει ως αυξητικός παράγοντας στα φυτά (Jimenez κ.α. 2018). Επιπλέον, το V είναι ένα βασικό ιχνοστοιχείο στη βιοχημεία των προκαρυωτικών οργανισμών, όπου παρουσιάζεται ως εναλλακτική λύση έναντι του μολυβδαινίου στη μοριακή δομή της νιτρογενάσης, του ενζύμου της δέσμευσης αζώτου (Bellenger κ.α. 2014). Σε υψηλές συγκεντρώσεις όμως, ειδικά το V σε πεντασθενή μορφή, μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη των φυτών και ακόμη να προκαλέσει σοβαρή απειλή για το οικοσύστημα του εδάφους (Aihemaiti κ.α. 2020, Li κ.α. 2020).

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων Sb και V στον υδρολογικό κύκλο και έδαφος ορεινής συστάδας ελάτης στην περιοχή του Καρπενησίου καθώς και η εκτίμηση των ανθρωπογενών επιδράσεων στη συγκέντρωσή τους στη βροχή.

Υλικά και Μέθοδοι

Η πειραματική επιφάνεια της ελάτης βρίσκεται στις ράχες Τυμφρηστού Ευρυτανίας, σε υψόμετρο 1170 m, έκτασης 0,27 ha και περιλαμβάνεται σε λεκάνη απορροής έκτασης 147 ha. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στην επιφάνεια είναι 1530 mm. Η βλάστηση αποτελείται από αμιγή συστάδα υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis*), μέσης ηλικίας 100 ετών περίπου με υπόροφο που αποτελείται κυρίως από φτέρη (*Pteridium aquilinum*), βάτο (*Rubus hirtus*) και ποώδη βλάστηση (*Brahypodium sylvaticum*, *Geranium lucidum*, *Sanicula europea*). Το έδαφος αναπτύχθηκε σε ψαμμιτικό φλύσχη, χαρακτηρίζεται ως βαθύ και κατατάσσεται ως Humic Alisols (FAO 1988).

Συλλογή κατακρημνισμάτων, εδαφικού διαλύματος και εδάφους

Η συνολική βροχή συλλέχθηκε σε ένα δασικό ξέφωτο της πειραματικής επιφάνειας με δύο χωνιά διαμέτρου 18 cm που ήταν συνδεδεμένα με δοχεία 5 λίτρων μέσω σωλήνα PVC μήκους 1,05 m και διαμέτρου 20 cm. Η διαπερώσα βροχή συλλέχθηκε με 30 συλλεκτήρες τοποθετημένους τυχαία όμοιους με αυτούς της συνολικής βροχής. Για τη συλλογή χιονιού στη διάρκεια των χειμερινών μηνών (Νοέμβριος- Απρίλιος), τα χωνιά και τα δοχεία αντικαταστάθηκαν με πλαστικές σακούλες με μήκος περίπου 90 cm. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν αμέσως σε ψυγείο σε θερμοκρασία 4 °C. Εάν χρειαζόταν διάστημα αποθήκευσης μεγαλύτερο από δύο εβδομάδες, τα δείγματα καταψύχονταν σε -2 °C. Η περίοδος συλλογής καλύπτει την περίοδο από τον Οκτώβριο 2012 μέχρι το Δεκέμβριο 2014. Συνολικά υπήρξαν 26 δείγματα βροχής και διαπερώσας βροχής.

Το εδαφικό διάλυμα συλλέχθηκε σε δύο βάθη 20 και 65 cm με λυσίμετρα μηδενικής τάσης. Συνολικά ελήφθησαν 17 και 18 δείγματα εδαφικού διαλύματος στα 20 και 65 cm, αντίστοιχα.

Το νερό της απορροής προέρχεται από λεκάνη 1470 στρεμμάτων και περιλαμβάνει υπόγεια και επιφανειακή απορροή. Συλλέχθηκε στον υδρομετρικό σταθμό της πειραματικής επιφάνειας. Συνολικά υπήρξαν 28 δείγματα απορροής.

Η συλλογή δειγμάτων εδάφους έγινε με συστηματική δειγματοληψία σύμφωνα με τις οδηγίες του προγράμματος ICP-Forests (UN-ICP-Forests 2020). Συγκεκριμένα, σε δύο νοητές ευθείες που απέχον περίπου 25 m εντός της επιφάνειας ανοίχθηκαν 12 εδαφοτομές σε κάθε ευθεία σε απόσταση 5 m η μία από την άλλη. Από κάθε εδαφοτομή συλλέχθηκαν οι ορίζοντες L, FH με πλαίσιο 15 x 15 cm και δείγματα ανόργανου εδάφους από τα βάθη 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm και 40-80 cm. Ανά 4 εδαφοτομές οι οργανικοί ορίζοντες και οι ανόργανοι (του ίδιου βάθους) αναμείχθηκαν και σχημάτισαν σύνθετα δείγματα. Έτσι συνολικά σχηματίστηκαν τρία δείγματα από κάθε οργανικό ορίζοντα και βάθος εδάφους.

Κατεργασία δειγμάτων και χημική ανάλυση

Τα δείγματα του L ορίζοντα αλέσθηκαν σε σφαιρόμυλο. Τα δείγματα του FH ορίζοντα και τα δείγματα του ανόργανου εδάφους πέρασαν από κόσκινο διαμέτρου 2 mm και ξηράθηκαν σε θερμοκρασία 80 °C για 48 ώρες. Τα δείγματα του εδάφους που προορίζονταν για ολική ανάλυση των μετάλλων αλέσθηκαν σε σφαιρόμυλο.

Η συγκέντρωση του Al στο έδαφος μετρήθηκε με Φασματοσκοπία Φθορισμού Ακτίνων-X (XRF) μοντέλο XEPOS του οίκου SPECTRO. Για την προετοιμασία των δειγμάτων για ανάλυση με τη μέθοδο XRF, 4 g εδάφους αναμείχθηκαν με συνδετικό υλικό SpectroBlend (77.1% C, 5.4% O, 12.8% H 4.7% N) και συμπιέστηκαν με υδραυλική πίεση 15 τόνων για να δημιουργήσουν ταμπλέτα πάχους 2 mm και διαμέτρου 32 mm.

Για την ανάλυση με πέψη με HF 0,20 g αλεσμένου εδάφους υπέστησαν πέψη σε φούρνο μικροκυμάτων με 1 mL aqua regia και 5 mL πυκνού HF σε θερμοκρασιακό εύρος από 160-170 °C για χρονικό διάστημα 20 min. Το προϊόν της πέψης αραιώθηκε στα 50 mL με απιονισμένο νερό και οι συγκεντρώσεις των Sb και V μετρήθηκαν με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα Αργού με Φασματομέτρο Μαζών (ICP-MS) μοντέλο Thermo iCAP Qc.

Με ICP μετρήθηκαν και οι συγκεντρώσεις Sb και V στα νερά βροχής, διαπερώσας βροχής, εδαφικού διαλύματος και απορροής.

Υπολογισμοί και στατιστική ανάλυση

Στους Πίνακες 1 και 2 υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και οι συντελεστές παραλλακτικότητας ως το ποσοστό των τυπικών αποκλίσεων επί των μέσων όρων.

Η επίδραση του φλοιού της γης στη συγκέντρωση των δύο στοιχείων στη βροχή υπολογίστηκε ως εξής: Η αναλογία $x\beta/AI\beta$ δια $x\phi/AI\phi$ δείχνει το βαθμό επηρεασμού του γήινου φλοιού στη σύσταση της βροχής. Όπου $x\beta$ είναι η συγκέντρωση ($\mu\text{g L}^{-1}$) Sb ή V, στη βροχή, $AI\beta$ είναι η συγκέντρωση του Al στη βροχή ($\mu\text{g L}^{-1}$), $x\phi$ είναι συγκέντρωση ($\mu\text{g g}^{-1}$) Sb ή V στο φλοιό της γης και $AI\phi$ η συγκέντρωση (g kg^{-1}) του Al επίσης στο φλοιό της γης. Τη σχέση αυτή έχουν χρησιμοποιήσει αρκετοί ερευνητές για να βρουν τη συνεισφορά του φλοιού της γης στις συγκεντρώσεις των μετάλλων στη βροχή (Poissant κ.α. 1994, Song και Gao 2009, Zhou κ.α. 2012).

Η επίδραση των ξηρών αποθέσεων στη διαπερώσα βροχή υπολογίστηκε ως η αναλογία των συγκεντρώσεων των στοιχείων στη διαπερώσα βροχή προς εκείνες στη βροχή. Η αναλογία αυτή λέγεται και εμπλουτισμός. Εάν είναι στατιστικά μεγαλύτερος της μονάδας αυτό σημαίνει αύξηση των συγκεντρώσεων στη διαπερώσα βροχή. Η στατιστική σύγκριση έγινε με Student's T-test (one tailed). Συνολικά υπήρξαν 26 και 25 περιπτώσεις για το V και το Sb, αντίστοιχα.

Αποτελέσματα

Οι συγκεντρώσεις των δύο στοιχείων και του Al στη βροχή, διαπερώσα βροχή, εδαφικό διάλυμα και απορροή φαίνονται στον Πίνακα 1. Παρατηρείται η πολύ μεγαλύτερη παραλλακτικότητα του Al στο εδαφικό διάλυμα και νερό απορροής. Στο έδαφος (Πίνακας 2) η παραλλακτικότητα ελαττώνεται και για τα 3 στοιχεία.

Πίνακας 1. Συγκεντρώσεις ($\mu\text{g L}^{-1}$) Sb, V και Al στη βροχή, διαπερώσα βροχή, εδαφικό διάλυμα και νερό απορροής
Table 1. Concentrations ($\mu\text{g L}^{-1}$) of Sb, V and Al in rain, throughfall, soil solution and Al in stream water

	Sb	V	Al
Βροχή			
Μέσος όρος	0,058	0,301	15,9
ΣΠ	(67)*	(58)	(57)
Εύρος	0,02-0,202	0,03-0,84	2,19-43,0
Διαπερώσα βροχή			
Μέσος όρος	0,120	0,405	67,8
ΣΠ	(147)	(47)	(71)
Εύρος	0,02-0,87	0,04-0,82	17,1-253
Εδαφικό διάλυμα σε βάθος 20 cm			
Μέσος όρος	0,059	0,423	212
ΣΠ	(48)	(90)	(124)
Εύρος	0,014-0,010	0,12-1,74	4,7-1119
Εδαφικό διάλυμα σε βάθος 65 cm			
Μέσος όρος	0,076	0,492	265
ΣΠ	(45)	(84)	(110)
Εύρος	0,011-0,14	0,09-1,56	15-1104
Απορροή			
Μέσος όρος	0,038	0,301	69,9
ΣΠ	(68)	(70)	(200)
Εύρος	0,01-0,11	0,049-1,14	3,28-714

*Συντελεστής παραλλακτικότητας

Πίνακας 2. Συγκεντρώσεις Sb, V και Al στα στρώματα εδάφους. Sb και V εκφράζονται σε mg kg⁻¹ και του Al σε g kg⁻¹
 Table 2. Concentrations of Sb, V and Al in soil layers. Sb and V are expressed in mg kg⁻¹ and those of Al in g kg⁻¹

	Sb	V	Al
L	0,048 ^α (18) ^β 0,042-0,054 ^γ	2,50 (35) 1,88-3,13	1,74 (12,5) 1,52-1,95
FH	0,717 (2,8) 0,70-0,74	66,0 (16) 59-78	29,8 (14) 26,9-34,4
0-10 cm	0,655 7,4 0,60-0,69	108 (4,5) 102-112	58,9 (5,2) 55,4-60,9
10-20 cm	0,628 (5,4) 0,61-0,67	117 (0,77) 116-118	64,8 (3,1) 62,6-66,6
20-40 cm	0,670 (20) 0,54-0,82	122 (3,7) 118-128	68,3 (3,0) 66,5-70,6
40-80 cm	0,694 (16) 0,62-0,82	131 (5,2) 124-138	69,6 (1,4) 68,5-70,4

^α Μέσος όρος, ^β Συντελεστής παραλλακτικότητας, ^γΕύρος

Η επίδραση του φλοιού της γης στη συγκέντρωση των δύο στοιχείων στη βροχή υπολογίστηκε με βάση τις πληροφορίες των Πινάκων 1 και 2 σχετικά με τις συγκεντρώσεις των Sb, V και Al στη βροχή και έδαφος. Η ζητούμενη αναλογία (μετά τους υπολογισμούς) παίρνει την τιμή 10 για το V και 364 για το Sb.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι αναλογίες των συγκεντρώσεων Sb και V στη διαπερώσα προς τη βροχή ήταν στατιστικά (> 0.05) μεγαλύτερες της μονάδας. Αυτό σημαίνει εμπλουτισμό με ξηρές αποθέσεις είτε μεταφερόμενων είτε γηγενών.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Υδρολογικός κύκλος

Οι συγκεντρώσεις Sb και V στο δάσος ελάτης σε βροχή και διαπερώσα βροχή δεν είναι υψηλές όταν συγκρίνονται με σύγχρονες ή παλιότερες εργασίες. Πριν μερικές δεκαετίες οι συγκεντρώσεις V ήταν αρκετά υψηλότερες από τις σημερινές ακόμα και σε σύγκριση με σύγχρονες βιομηχανικές περιοχές. Οι Galloway κ.α. (1982) είχαν βρει σε αστικές περιοχές 42 μg L⁻¹ και 9 μg L⁻¹ σε αγροτικές περιοχές της Αμερικής. Στη Μεσογειακή ζώνη της Τουρκίας 20 km δυτικά τα πόλης της Αντάλιας η συγκέντρωση του Sb (0.19 μg L⁻¹) έφτασε το μάξιμουμ όριο στη δική μας εργασία (Al-Momani and Sezer Aygun 1998). Οι Song και Gao (2009) βρήκαν 0,28 και 0,36 μg L⁻¹ για το V και Sb, αντίστοιχα στην περιοχή στις ανατολικές ακτές της Αμερικής. Απέδωσαν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του Sb σε ανθρωπογενή επίδραση, ενώ για το V παίζανε ρόλο και οι φυσικές του εκπομπές. Οι Zhou κ.α. (2012) μέτρησαν 1,08 μg L⁻¹ V σε νερό της βροχής σε ορεινή περιοχή στην Κίνα κοντά σε βιομηχανικές πηγές ρύπων. Οι Honório κ.α. (2010) βρήκαν υψηλές συγκεντρώσεις V στη βροχή (1,78 μg L⁻¹) και διαπερώσα βροχή (2,60 μg L⁻¹) στο τροπικό δάσος του Αμαζονίου στη Βραζιλία. Το απέδωσαν στα αεροζόλ που εμπλουτίστηκαν από την αποδάσωση, το κάψιμο της βλάστησης καθώς και στη χρήση των ορυκτών καυσίμων στις μεγάλες πόλεις. Στην παρούσα εργασία ο εμπλουτισμός της διαπερώσας βροχής με V και με Sb ήταν 1,44 και 1,55 αντίστοιχα και ήταν στατιστικά σημαντικός (>1) για τουλάχιστον 0,05 επίπεδο σημαντικότητας. Ο εμπλουτισμός που βρήκαν οι Gandois κ.α. (2010) σε 6 τύπους δασών στη Γαλλία (τρεις *Picea abies*, δύο *Abies alba* και ένας *Fagus sylvatica*) ήταν πολύ μεγάλος, περίπου 64. (0,018 μg L⁻¹ βροχή και 1,16 μg L⁻¹ διαπερώσα βροχή). Παρά τον μικρό εμπλουτισμό στο δάσος της ελάτης στην παρούσα εργασία συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν ξηρές αποθέσεις των δύο στοιχείων.

Η επίδραση του φλοιού της γης στη συγκέντρωση των δύο στοιχείων στη βροχή

Η συγκέντρωση του Al (69,6 g kg⁻¹) στον Πίνακα 2 που χρησιμοποιήθηκε στην εξίσωση για την εύρεση της επίδρασης του φλοιού της γης στη συγκέντρωση των Sb και V στη βροχή είναι κοντά σε

εκείνη που βρήκαν οι Gao κ.α. (1998) ($75,1 \text{ g kg}^{-1}$) σε εδάφη της περιοχής της Κίνας. Σύμφωνα με τους Poissant κ.α. (1994), τιμές της αναλογίας μεταξύ 1 και 10 υπονοούν μεγάλη επίδραση του γήινου φλοιού στη σύσταση των στοιχείων στη βροχή, ενώ τιμές μεταξύ 10 και 500 μία μέτρια επίδραση του φλοιού και το υπόλοιπο συμπληρώνεται από ανθρωπογενείς επιδράσεις. Αυτό σημαίνει ότι οι ανθρωπογενείς εκπομπές του Sb παίζουν σημαντικό ρόλο στη συγκέντρωση του στη βροχή ακόμα και σε απομακρυσμένα δάση. Οι Gandois κ.α. (2010) βρήκαν καλή συσχέτιση στη βροχή μεταξύ Pb, Cd and Sb πράγμα που δείχνει μία κοινή προέλευση ή πιθανόν τη μεταφορά τους σε μακρινές αποστάσεις.

Εδαφικό διάλυμα και νερό απορροής

Οι συγκεντρώσεις Sb (Πίνακας 1) μειώνονται από το βάθος των 20 cm μέχρι το νερό απορροής ($0,059-0,038 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$). Οι συγκεντρώσεις είναι πολύ μικρότερες από εκείνες σε εδάφη με παρελθόν ρύπανσης. Σε τέτοιες περιοχές με δραστηριότητες εξόρυξης As-Sb στη Βόρεια Μακεδονία οι Alderton κ.α. (2014) βρήκαν σε επιφανειακά και υπόγεια νερά συγκεντρώσεις Sb $2,1$ και $0,60 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, αντίστοιχα. Επίσης, τα εδάφη των περιοχών βολών με όπλα με έχουν υψηλό φορτίο Sb το οποίο αντιπροσωπεύει το 2% - 8% της σύνθεσης του μόλυβδου των βολιδών (Lewis κ.α. 2010). Υψηλές συγκεντρώσεις Sb σε εκχυλίσματα νερού ($22-159 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) και έκπλυσης ($30-70 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) από το έδαφος της περιοχής πυροβολισμών θεωρούνται σοβαρή ρύπανση από Sb (Okkenhaug κ.α. 2013). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO 2017) το όριο συγκέντρωσης Sb για το πόσιμο νερό είναι $20 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$. Το νερό απορροής πολλές φορές αποτελεί και το πόσιμο νερό μιας περιοχής. Οι συγκεντρώσεις Sb στο νερό απορροής της ελάτης είναι πολύ μικρότερες (τουλάχιστον 500 φορές από το όριο συγκέντρωσης). Όσον αφορά το V δεν υπάρχει όριο προτεινόμενης συγκέντρωσης από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Το Υπουργείο Υγείας της Ιταλίας θέσπισε το όριο των $140 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ (Russo κ.α. 2014). Πολύ μικρότερα όρια έθεσε η Ολλανδική Κυβέρνηση (Smit 2012). Πρότεινε πρότυπα συγκεντρώσεων ποιότητας νερού για διαλυμένο V των $1,2$ και $3,0 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ για μακροχρόνια και βραχυπρόθεσμη έκθεση, αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις V στη βροχή, στα εδαφικά διαλύματα αλλά και στο νερό απορροής της συστάδας ελάτης (Πίνακας 1) είναι μικρότερες από τα όρια ασφαλείας σχετικά με το πόσιμο νερό.

Εδάφη

Οι ολικές συγκεντρώσεις των Sb και V στο έδαφος της συστάδας ελάτης (Πίνακας 2) είναι εντός των φυσιολογικών πλαισίων που έχουν τεθεί από τη διεθνή βιβλιογραφία. Οι Takeda κ.α. (2004) βρήκαν εύρος συγκέντρωσης στο V $39-540 \text{ mg kg}^{-1}$ και $0,10-1,70 \text{ mg kg}^{-1}$ για το Sb σε εδάφη Cambisol της Ιαπωνίας. Οι μέσοι όροι που αναφέρονται είναι 150 mg kg^{-1} για το V (Roychoudhury, 2020) και $0,900 \text{ mg kg}^{-1}$ για το Sb (Kabata-Pendias και Pendias 1985).

Ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις Sb έχουν προέλθει από εξορύξεις και δραστηριότητες που σχετίζονται με πυροβολισμούς. Έχουν βρεθεί συγκεντρώσεις 15 g kg^{-1} σε περιοχή στη νότια Τοσκάνη Ιταλίας όπου υπήρχε δραστηριότητα εξόρυξης μεταλλευμάτων Sb (Barroni κ.α. 2000). Οι Johnson κ.α. (2005) βρήκαν $13,8 \text{ g kg}^{-1}$ Sb στα επιφανειακά στρώματα εδαφών στην Ελβετία σε πεδίο σκοποβολής. Συγκεντρώσεις βαναδίου έως $0,738 \text{ g kg}^{-1}$ (Teng κ.α. 2009) και $3,51 \text{ g kg}^{-1}$ (Panichev κ.α. 2006) έχουν αναφερθεί σε περιοχές εξόρυξης του μετάλλου.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Παρά τις χαμηλές συγκεντρώσεις των Sb και V στα νερά και τα εδάφη της επιφάνειας της ελάτης, ξηρές αποθέσεις βρέθηκαν και εμπλούτισαν τη διαπερώσα βροχή. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες ήταν σημαντικές για τις συγκεντρώσεις του Sb, ενώ για το V ήταν σημαντικό το ίδιο το έδαφος της συστάδας.

Ευχαριστίες

Εκφράζονται ειλικρινείς ευχαριστίες στα Υπουργεία Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής καθώς και στην Ε.Ε. που χρηματοδότησαν το έργο. Επίσης οι συγγραφείς θέλουν να ευχαριστήσουν την Χ. Μητροπούλου για τη βοήθεια της στη χημική ανάλυση των δειγμάτων.

Abstract

In this work, the concentrations of two rare trace elements, antimony (Sb) and vanadium (V) in the hydrological cycle and in the soil of a mountain fir forest ecosystem were calculated. Their concentrations in the hydrological cycle were found to be equal or lower than those reported in literature as background values. Dry deposits affected the concentrations of both elements in the rainwater. It was also found that for the enrichment of rain with antimony anthropogenic activities played a more important role compared to vanadium where earth elements were equally important. Their concentrations in a remote forest can serve as a comparison for ecosystems from which these elements are mined.

Βιβλιογραφία

- Aichemaiti, A., Gao Y., Liu L., Yang G., Han S. and Jiang J. 2020. Effect of liquid digestate on the valence state of vanadium in plant and soil and microbial community response. *Environ Pollut* 265: 114916.
- Alderton, D., Serafimovski, T., Burns, L. and Tasev, G., 2014. Distribution and mobility of arsenic and antimony at mine sites in FYR Macedonia. *Carpath. J. Earth Environ.* 9: 43–56.
- Idrees F. Al-Momani, Aygun S. 1998. Wet deposition of major ions and trace elements in the eastern Mediterranean basin. *J Geoph. Res.* 103: 8287-8299.
- Baroni, A., Boscagli, G., Protano, F. and Riccobono, 2000. Antimony accumulation in *Achillea ageratum*, *Plantago lanceolata* and *Silene vulgaris* growing in an old Sb-mining area. *Environ. Pollut.* 109: 347-352.
- Bellenger, J.P, Xu, Y., Zhang, X., Morel, F.M.M. and Kraepiel, A.M.L. 2014. Possible contributions of alternative nitrogenase to nitrogen fixation by asymbiotic N₂-fixing bacteria in soils. *Soil Biol. Biochem.* 69: 413–420.
- Cloy, J.M., Farmer, J.G., Graham, M.C. and MacKenzie, A.B. 2011. Scottish peat bog records of atmospheric vanadium deposition over the past 150 years: comparison with other records and emission trends. *J. Environ. Monitor.* 13: 58–65.
- Dietl, C., Waber, M., Peichl, L., Vierle, O. 1996. Monitoring of airborne metals in grass and depositions. *Chemosphere* 33: 2101-2111.
- FAO-Unesco 1988. Soil map of the world. FAO, Unesco, Rome. 119 p.
- Filella, M., Williams, P.A. and Belzile, N., 2009. Antimony in the environment: knowns and unknowns. *Environ. Chem.* 6: 95–105.
- Gäbler, H.E., Gluh, K., Bahr, A. and Utermann, J. 2009. Quantification of vanadium adsorption by German soils. *J. Geochem. Explor.* 103: 37–44.
- Galloway, J.N., Thornton, J.D., Norton, S.A., Volchok, H.I. and Mclean, R.A.N. 1982. Trace metals in atmospheric deposition: a review and assessment. *Atmos. Environ.* 16: 1677-1700.
- Gan, C., Chen T. and Yang, J. 2020. Adsorption and desorption characteristics of vanadium (V) on silica. *Water Air Soil Pollut.* 231: 10
- Gandois, L., Tipping, E., Dumat, C. and Probst, A. 2010. Canopy influence on trace metal atmospheric inputs on forest ecosystems: Speciation in throughfall. *Atmos. Environ.* 44: 824-833.
- Gao, S., Luo, T.-C., Zhang, B.-R., Zhang, H.-F., Han, Y.-W., Hu, Y.-K. and Zhao, Z.-D. 1998. Chemical composition of the continental crust as revealed by studies in east China. *Geochim. Cosmochim. Acta* 62: 1959–1975.
- Garcia-Jimenez, A., Trejo-Tellez, L.I., Guillen Sanchez, D. and Gomez-Merino, F.C. 2018. Vanadium stimulates pepperplant growth and flowering, increases concentrations of amino acids, sugars and chlorophylls, and modifies nutrient concentrations. *PLoS ONE* 13(8): e0201908.
- Gebel, T., 1997. Arsenic and antimony: comparative approach on mechanistic toxicology. *Chemico-Biological Interactions* 107: 131–144.
- Hammel, W., Debus, R. and Steubing, L. 2000. Mobility of antimony in soil and its availability to plants. *Chemosphere* 41:1791-1798.
- Honório, B.A.D., Horbe, A.M.C. and Seyler, P. 2010. Chemical composition of rainwater in western Amazonia — Brazil. *Atmos. Reses.* 98: 416-425.
- Kabata-Pendias, A and, Pendias, H., 1985. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.

- Huang, X., Olmez, I., Aras, N.K. and Gordon, G.E. 1994. Emission of trace elements from motor vehicles: potential marker elements and source composition profile. *Atmos. Environ.* 28: 1385-1391.
- Imtiaz, M., Tu, S., Xie, Z., Han, D., Ashraf, M. and Rizwan, M.S. 2015. Growth, V uptake, and antioxidant enzymes responses of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under vanadium stress. *Plant Soil* 390: 17–27.
- Johnson, C.A., Moench, H., Wersin, P., Kugler, P. and Wenger, C. 2005. Solubility of antimony and other elements in samples taken from shooting ranges. *J. Environ. Qual.* 34: 248-254.
- Lewis, J., Sjostrom, J., Skyllberg, U. and Hagglund, L., 2010. Distribution, chemical speciation, and mobility of lead and antimony originating from small arms ammunition in a coarse-grained unsaturated surface sand. *J. Environ. Qual.* 39: 863–870.
- Li, Y., Zhang B., Liu, Z., Wang, S., Yao, J. and Borthwick, A.G.L. 2020. Vanadium contamination and associated health risk of farmland soil near smelters throughout China. *Environ Pollut* 263: 114540
- Okkenhaug, G., Amstatter, K., Bue, H.L., Cornelissen, G., Breedveld, G.D. and Henriksen, T., 2013. Antimony (Sb) contaminated shooting range soil: Sb mobility and immobilization by soil amendments. *Environ. Sci. Technol.* 47: 6431–6439.
- Panichev, N., Mandiwana, K., Moema, D., Molatlhegi, R. and Ngobeni, P. 2006. Distribution of vanadium(V) species between soil and plants in the vicinity of vanadium mine. *J. Hazard. Mater.* 137: 649–653.
- Poissant, L., Schmit, J.P. and Beron, P., 1994. Trace inorganic elements in rainfall in the Montreal Island. *Atmos. Environ.* 28: 339–346.
- Roychoudhury, A. 2020. Vanadium Uptake and Toxicity in Plants. *SF Journal of Agricultural and Crop Management*. Volume 1, Edition 2, Article 1010.
- Russo, R., Sciacca, S., La Milia, D.I., Poscia, A. and Moscato, U. 2014. Vanadium in drinking water: toxic or therapeutic?! Systematic literature review and analysis of the population exposure in an Italian volcanic region. *European Journal of Public Health*, Vol. 24, Supplement 2.
- Smit, C. E. 2012. Environmental Risk Limits for Vanadium in Water: A Proposal for Water Quality Standards in Accordance with the Water Framework Directive, RIVM Letter Report 601714021/2012, National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Song, F. and Gao, Y. 2009. Chemical characteristics of precipitation at metropolitan Newark in the US East Coast. *Atmos. Environ.* 43:4903–4913.
- Steinnes, E. 1997. Trace element profiles in ombrogenous peat cores from Norway-evidence of long-range atmospheric transport. *Water Air Soil Pollut.* 100: 405-413.
- Takeda, A., Kimura, K. and Yamasaki, S.I. 2004. Analysis of 57 elements in Japanese soils, with special reference to soil group and agricultural use. *Geoderma* 119: 291-307.
- Teng, Y., Jiao X., Wang, J., Xu, W. and Yang, J. 2009. Environmentally geochemical characteristics of vanadium in the topsoil in the Panzhihua mining area, Sichuan Province, China. *Chinese J Geochem.* 28: 105–111.
- UN-ICP-Forests 2020. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests operating under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). Available at: <http://icp-forests.net/>
- Wilson, S.C., Lockwood, P.V., Ashley, P.M. and Tighe, M. 2010. The chemistry and behaviour of antimony in the soil environment with comparisons to arsenic: A critical review. *Environ Pollut.* 158: 1169–1181.
- W.H.O. 2017. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization,. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 518 pp.
- Zhou, J., Wang, Y., Yue, T., Li, Y, Wai, K.M. and Wan, W. 2012. Origin and distribution of trace elements in high-elevation precipitation in southern China. *Environ. Sci. Pollut. Res.*:19:3389–3399

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (*Castanea sativa* Mill.) ΣΤΗ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Παπαϊωάννου, Ευγενία¹; Πιπινής, Ηλίας²

¹Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ eaparaioa@agro.auth.gr

²Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ eipininis@for.auth.gr

Περίληψη

Η μέθοδος διαχείρισης των πρεμνοφυών δασών καστανιάς (*Castanea sativa* Mill.) αποτελεί ένα ιδιαίτερο τρόπο καλλιέργειας και συγκομιδής δασικών προϊόντων. Στην παρούσα έρευνα εξετάζεται η επίδραση στη γονιμότητα και την παραγωγικότητα του εδάφους από τον τρόπο που εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος από δύο διαφορετικούς φορείς, τη δασική υπηρεσία και την μοναστηριακή κοινότητα του Αγίου Όρους. Για τον προσδιορισμό της γονιμότητας και της παραγωγικότητας, ελήφθησαν δείγματα δασικού τάπητα και ανόργανου εδάφους από δύο περιοχές (Παγγαίο όρος και Άγιον Όρος) σε δάση καστανιάς, τα οποία δέχονται διαφορετικό τρόπο διαχείρισης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι στο δάσος καστανιάς του Παγγαίου όρους συσσωρεύεται μεγαλύτερη ποσότητα δασικού τάπητα στην επιφάνεια του ανόργανου εδάφους, ενώ αντίθετα στο δάσος καστανιάς του Αγίου Όρους μετρήθηκαν μεγαλύτερες ποσότητες τόσο της οργανικής ουσίας όσο και των περισσοτέρων θρεπτικών στοιχείων στο ανόργανο έδαφος. Η πιστή εφαρμογή του διαχειριστικού σχεδίου φαίνεται ότι έχει επίδραση στη γονιμότητα και παραγωγικότητα των πρεμνοφυών δασών καστανιάς.

Λέξεις κλειδιά: *Castanea sativa* Mill., πρεμνοφυή δάση καστανιάς, οργανική ουσία, θρεπτικά στοιχεία.

Εισαγωγή

Στην Ευρώπη, τα δασικά οικοσυστήματα καλύπτουν περισσότερα από ένα δισεκατομμύριο εκτάρια (FAO 2017). Τα δάση παρέχουν ένα πλήθος προϊόντων και υπηρεσιών στον άνθρωπο, όπως για παράδειγμα ξύλο, τροφή, είδη με φαρμακευτική αξία και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην προστασία της βιοποικιλότητας και του εδάφους, στην αντιπλημμυρική προστασία, στη ρύθμιση του κλίματος, στη διατήρηση του τοπίου και στην αναψυχή. Το δασικό έδαφος παίζει καθοριστικό ρόλο επειδή πέρα από την υποστήριξη των λειτουργιών της βιομάζας, λειτουργεί ως αποθήκη νερού στις λεκάνες απορροής, φιλοξενεί μια μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών και πανίδας, ρυθμίζει το βιογεωχημικό κύκλο των θρεπτικών στοιχείων και μετριάξει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Bünemann 2018). Δεδομένου ότι το έδαφος είναι κύρια παράμετρος του δάσους, οι ιδιότητές του επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη μέθοδο διαχείρισης των δασών (Grigal 2000). Πολλές έρευνες ασχολήθηκαν με την αξιολόγηση της επίδρασης της διαχείρισης στα δασικά εδάφη. Έχει βρεθεί ότι η συγκομιδή ξύλου μειώνει τις ποσότητες των μακροστοιχείων όπως N, P, K, Ca και Mg (Ballard 2000), αλλά δεν επηρεάζει σημαντικά τον οργανικό C (Huang κ.α. 2011, Nave κ.α. 2019). Οι Grüneberg κ.α. (2013), σε μελέτη που διεξήχθη σε διαχειριζόμενα και μη δάση οξιάς της Αμερικής, βρήκαν μεγαλύτερη ποσότητα οργανικού C στα δάση που δεν γινόταν διαχείριση. Γενικά, από τη βιβλιογραφία φαίνεται πώς οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στα δασικά οικοσυστήματα έχουν αρνητικές επιπτώσεις στις ιδιότητες του εδάφους, εκτός εάν έχουν σκοπό την αποκατάσταση υποβαθμισμένων δασών. Η ποιότητα και η ποσότητα της οργανικής ουσίας έχει πρωταρχική σημασία για την πλειονότητα των λειτουργικών διεργασιών στα δασικά οικοσυστήματα. Ο δασικός τάπητας και η αποσύνθεση του ριζικού συστήματος των φυτών είναι οι πιο σημαντικές πηγές οργανικής ουσίας του εδάφους (Gosz κ.α. 1976). Τα φυτικά υπολείμματα πάνω στο έδαφος παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων και στη μεταφορά ενέργειας μεταξύ φυτών και εδάφους, αποτελώντας την πηγή των θρεπτικών στοιχείων που συσσωρεύονται στα

ανώτερα στρώματα του εδάφους. Ο ρόλος των φυτικών υπολειμάτων είναι ιδιαίτερα σημαντικός στη διατήρηση της γονιμότητας των δασών, ιδιαίτερα για τα φτωχά εδάφη, όπου η δασική βλάστηση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων (Singh 1978). Η καστανιά (*Castanea sativa* Mill.) αποτελεί ένα σημαντικό δασοπονικό είδος των ευρωπαϊκών δασικών οικοσυστημάτων και καλύπτει έκταση πάνω από 2,5 εκατομμύρια εκτάρια (Conedera κ.α. 2016). Ορισμένα στοιχεία δείχνουν την εξάπλωση της καστανιάς στην Ευρώπη, λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας, από τον τέταρτο αιώνα π.Χ. (Conedera κ.α. 2004). Αυτή η μεγάλη εξάπλωση σε όλη την Ευρώπη σχετίζεται κυρίως με την πολλαπλή χρήση του είδους, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως (Poljak κ.α. 2017).

Δεδομένης της μεγάλης αξίας που παρουσιάζουν τα δάση καστανιάς, καθώς και των περιορισμένων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί στα εδάφη αυτών των δασών, στόχος της παρούσας έρευνας είναι να παρουσιάσει πληροφορίες σχετικά με την επίδραση του τρόπου διαχείρισης σε δύο περιοχές της Βόρειας Ελλάδας.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Ο λόγος που επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες περιοχές έρευνας, είναι αφενός η βλάστηση που αποτελείται από αμιγή δάση καστανιάς και οι ηλικίες των δένδρων ήταν μεταξύ 25 και 30 έτη και αφετέρου οι παρόμοιες φυσιογραφικές και κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν και στις δύο περιοχές.

Η πρώτη περιοχή έρευνας βρίσκεται στο όρος Παγγαίο, του νομού Καβάλας, δυτικά του τοπικού διαμερίσματος Παλαιοχωρίου (40°56'4'' Β, 24°11'16'' Α, υψόμετρο 506 m). Το μητρικό πέτρωμα στην περιοχή έρευνας είναι σχιστολιθικό. Η μέση κλίση του εδάφους κυμαίνεται από 15-25 % και η έκθεση της πλαγιάς είναι ανατολική. Από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό του Παλαιοχωρίου προκύπτει ότι το κλίμα είναι μεσο-μεσογειακό με 60-90 βιολογικά ξηρές μέρες. Η βροχόπτωση κυμαίνεται από 620 έως 850 mm.

Η δεύτερη περιοχή έρευνας βρίσκεται στο Άγιο Όρος στα όρια μεταξύ των μονών Δοχειαρίου και Ξηροποτάμου (40°16'41'' Β, 24°12'54'' Α, υψόμετρο 515 m). Το μητρικό πέτρωμα της περιοχής είναι γνεύσιος, έντονα αποσθρωμένος. Η μέση κλίση του εδάφους κυμαίνεται από 15-20 % και η έκθεση της πλαγιάς είναι νοτιοανατολική. Σύμφωνα με τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού της Αρναίας Χαλκιδικής, η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από μεσο-μεσογειακό κλίμα με 50-85 βιολογικά ξηρές μέρες. Το ύψος των βροχοπτώσεων κυμαίνεται κατά μέσο όρο στα 720 mm.

Διαχείριση των δασών καστανιάς του Αγίου Όρους

Ο τρόπος διαχείρισης των δασών καστανιάς, που επικρατεί σχεδόν σε όλη την Ελλάδα, είναι συνήθως αυτός του Αγίου Όρους (Μουλόπουλος 1963). Εφαρμόζεται δηλαδή μια εμπειρική μέθοδος διαχείρισης των πρεμνοφυών δασών της καστανιάς από τους μοναχούς, η «αγιορείτικη» μέθοδος. Ο τρόπος αυτός διαχείρισης αρχίζει με μια αποψιλωτική υλοτομία, για να επακολουθήσει μια πρώτη επέμβαση σε ηλικία 7 ετών, η οποία ονομάζεται «καθάρι» και στην οποία διενεργείται μια αρνητική επιλογή που έχει σαν σκοπό την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων πρεμνοβλαστημάτων και μια δεύτερη επέμβαση σε ηλικία 14-15 ετών με θετική επιλογή, οπότε παραμένουν τα ποιοτικά καλύτερα πρεμνοβλαστήματα σε κάθε πρέμνο. Ο περίτροπος χρόνος που εφαρμόζεται συνήθως είναι 20-22 χρόνια. Στην ηλικία αυτή γίνεται αποψιλωτική υλοτομία, με ή χωρίς παρακράτηση. Όταν επιδιώκουμε την παραγωγή ξύλου μεγάλων διαστάσεων, τα πρεμνοβλαστήματα αφήνονται για ακόμα ένα περίτροπο χρόνο. Η έρευνά μας, όπως προαναφέρθηκε, αφορούσε ηλικίες 25-30 ετών, άρα οι καστανιές διένυαν το δεύτερο περίτροπο χρόνο σύμφωνα με τον τρόπο διαχείρισης. Σήμερα στο όρος Παγγαίο φαίνεται ότι παρουσιάζονται ορισμένα προβλήματα, τα οποία οφείλονται στο γεγονός ότι μεγάλο μέρος του δάσους έχει παραχωρηθεί σε ιδιώτες για τη μετατροπή του σε καστανεώνες. Αυτή η παραχώρηση, σε συνδυασμό με τη διάσπαση της συνέχειας του φυσικού δάσους, είχε σαν αποτέλεσμα την παρέκκλιση από το προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα του διαχειριστικού σχεδίου.

Πειραματικός σχεδιασμός

Για το σκοπό της έρευνας επιλέχθηκαν τρεις επιφάνειες καστανιάς σε κάθε περιοχή έρευνας με παρόμοια μορφολογικά και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά. Στις περιοχές αυτές καθορίστηκαν και οριοθετήθηκαν οι δοκιμαστικές επιφάνειες με ακτίνα 10 m, εμβαδού 314 m². Η δειγματοληψία του εδάφους έγινε τον Αύγουστο του έτους 2020. Περίπου στο κέντρο κάθε δειγματοληπτικής επιφάνειας έγινε μια εδαφοτομή και εδαφικά δείγματα ελήφθησαν από τα βάθη 0-10, 10-20, 20-40 και 40-80 cm. Παράλληλα, σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια έγινε λήψη δειγμάτων δασικού τάπητα (A₀₀ και A₀ ορίζοντα), από 5 θέσεις περιφερειακά της εδαφοτομής. Επίσης, σε κάθε επιφάνεια, μετρήθηκε ο αριθμός των πρέμων, ο αριθμός των πρεμνοβλαστημάτων, καθώς και η στηθιαία διάμετρος και το ύψος τους.

Εργαστηριακές αναλύσεις

Τα εδαφικά δείγματα, μετά από ξήρανση σε συνθήκες περιβάλλοντος, διάσπαση των συσσωματωμάτων και κοσκίνισμα με κόσκινο οπών διαμέτρου 2 mm, χρησιμοποιήθηκαν για τις εδαφολογικές αναλύσεις. Ο προσδιορισμός της αντίδρασης του εδάφους (pH) έγινε ηλεκτρομετρικά σε αιώρημα εδάφους - νερού σε αναλογία 1:1 (Mc Lean 1982). Ο προσδιορισμός του οργανικού C έγινε με τη μέθοδο της υγρής οξείδωσης (Nelson και Sommers 1982). Το οργανικό N προσδιορίστηκε με την μέθοδο Kjeldahl (Stevenson 1982). Για το P χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Olsen και ο προσδιορισμός του εκχυλίσιμου P έγινε με τη μέθοδο του μπλε του μολυβδαινικού αμμωνίου (Olsen και Sommers 1982). Τα εναλλακτικά κατιόντα προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10gr 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 και Norvell 1978). Τα εκχυλισθέντα ιόντα Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn και Cu, μετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης.

Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS 21.0. Στις συγκρίσεις που έγιναν μεταξύ των δύο περιοχών και αφορούσαν τις μεταβλητές που μετρήθηκαν στο έδαφος καθώς και στο δασικό τάπητα, χρησιμοποιήθηκε το T test. Στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταβλητές που προσδιορίστηκαν στις δύο περιοχές έρευνας, εμφανίστηκαν όπου P<0,05.

Αποτελέσματα

Ο αριθμός των πρέμων στην περιοχή του όρους Παγγαίου ήταν 810/ha και των πρεμνοβλαστημάτων 1623/ha, ενώ για την περιοχή του Αγίου Όρους βρέθηκαν 782 πρέμνα και 1350 πρεμνοβλαστήματα στο εκτάριο. Το ύψος των δένδρων καστανιάς στο Παγγαίο κυμαίνονταν από 14-16 m και η μέση στηθιαία διάμετρος ήταν 16 cm, ενώ στο Άγιο Όρος ήταν 15-18 m και 18 cm, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων του δασικού τάπητα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Από τα στοιχεία του Πίνακα 1 φαίνεται ότι δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις ποσότητες της οργανικής ουσίας και του οργανικού αζώτου στο δασικό τάπητα. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στις παρόμοιες εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις δύο περιοχές έρευνας καθώς και στην ίδια ηλικία των συστάδων. Η παραγωγή φυτικών υπολειμμάτων στα δασικά οικοσυστήματα και η ποιότητα του δασικού τάπητα έχουν αναγνωρισμένη σημασία στη συσσώρευση, στον τύπο και στην κατανομή της οργανικής ουσίας του εδάφους. Ο δασικός τάπητας ασκεί μια σειρά διεργασιών που επηρεάζουν τις ιδιότητες του εδάφους, καθώς και την παραγωγικότητα και βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων (Oostra κ.α. 2006, Fischer και Binkley 2012). Η αριθμητικώς μεγαλύτερη ποσότητα οργανικής ουσίας στο δασικό τάπητα στην περιοχή του Παγγαίου μπορεί να αποδοθεί στον ελαστικότερο τρόπο διαχείρισης των δασών από τη δασική υπηρεσία σε σχέση με την αυστηρότερη διαχείριση που πραγματοποιείται από τους μοναχούς του Αγίου Όρους. Οι μεγαλύτερες ποσότητες του αζώτου καθώς και του φωσφόρου, ο οποίος παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά στο δασικό τάπητα του όρους Παγγαίου, σε σχέση με το Άγιο Όρος, μπορούν να αποδοθούν στην υψηλή συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ της ποσότητας της οργανικής ουσίας και των βασικών θρεπτικών στοιχείων αζώτου και φωσφόρου (Brady και Weil 2007). Η συσσώρευση καλίου στο δασικό τάπητα εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά, με

μεγαλύτερες ποσότητες στις συστάδες καστανιάς του Αγίου Όρους. Οι αυξημένες ποσότητες K θα πρέπει να αποδοθούν στο μητρικό πέτρωμα που επικρατεί στο Άγιο Όρος, αφού είναι γνωστό ότι ο γνεύσιος είναι πλούσιος σε κάλιο (Παπαμίχος 2006). Από τον ίδιο πίνακα φαίνεται ότι το Mg παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά, με μεγαλύτερες ποσότητες στο δασικό τάπητα του Αγίου Όρους. Τόσο για το Mg, όσο και για την αριθμητικώς μεγαλύτερη ποσότητα Ca στο δασικό τάπητα του Αγίου Όρους, μπορεί να δοθεί η ίδια ερμηνεία, αφού όπως φαίνεται από τον Πίνακα 2 οι ποσότητες των στοιχείων αυτών στο ανόργανο έδαφος ήταν μεγαλύτερες στο Άγιο Όρος, σε σχέση με το Παγγαίο. Αντίθετα η ποσότητα του νατρίου στο δασικό τάπητα εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά, με μεγαλύτερη συσσώρευση στην περιοχή του Παγγαίου. Αυτή η στατιστικά σημαντική διαφορά ίσως να οφείλεται στη θέση της πλαγιάς σε σχέση με τα ρεύματα αέρος που ξεκινούν από τη θάλασσα (Παπαϊωάννου κ.α. 2011).

Πίνακας 1. Συσσώρευση οργανικής ουσίας (t/ha) και θρεπτικών στοιχείων (kg/ha) (μέσοι όροι και τυπικό σφάλμα) στον δασικό τάπητα.

Table 1. Accumulation of organic matter (t/ha) and nutrients (kg/ha) in the forest floor (means and standard error).

	Παγγαίο	Άγιο Όρος
Οργ. ουσία (t/ha)	5,52 ^{ns} (± 3,33)	4,95 (± 1,77)
N (kg/ha)	95,15 ^{ns} (± 65,45)	81,69 (± 34,05)
P (kg/ha)	9,07 * (± 5,62)	5,79 (± 2,61)
Ca (kg/ha)	73,14 ^{ns} (± 44,72)	96,01 (± 54,79)
Mg (kg/ha)	19,25 ** (± 13,44)	40,21 (± 22,01)
K (kg/ha)	13,25 * (± 8,38)	21,14 (± 9,31)
Na (kg/ha)	11,17 ** (± 6,75)	3,60 (± 1,59)
Fe (kg/ha)	28,79 ^{ns} (± 26,88)	48,63 (± 34,51)
Mn (kg/ha)	16,74 ** (± 16,66)	5,08 (± 2,63)
Cu (kg/ha)	0,05 * (± 0,04)	0,09 (± 0,07)
Zn (kg/ha)	0,34 ^{ns} (± 0,28)	0,52 (± 0,33)

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι που εμφανίζονται στην ίδια γραμμή έχουν: ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά ($p > 0,05$)

* στατιστικά σημαντική διαφορά για p από 0,01 έως 0,05 και

** στατιστικά σημαντική διαφορά για $p < 0,01$

Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων Fe, Cu και Zn βρέθηκαν αριθμητικώς μεγαλύτερες στο δασικό τάπητα των οικοσυστημάτων καστανιάς του Αγίου Όρους. Πράγματι, και τα τρία αυτά ιχνοστοιχεία σχετίζονται με τις αντίστοιχες υψηλότερες ποσότητες που προσδιορίστηκαν στο ανόργανο έδαφος. Τέλος, στο μαγγάνιο προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά με μεγαλύτερη συσσώρευση στο όρος Παγγαίο, γεγονός που μάλλον οφείλεται στις αυξημένες συγκεντρώσεις του στοιχείου αυτού στο ανόργανο έδαφος της περιοχής.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι ποσότητες οργανικής ουσίας και θρεπτικών στοιχείων στο ανόργανο έδαφος, στα δύο οικοσυστήματα καστανιάς. Από τον ίδιο πίνακα, φαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην οξύτητα του εδάφους, αφού και τα δύο εδάφη προέρχονται από μεταμορφωσιγενή πετρώματα και καλύπτονται από την ίδια βλάστηση. Οι ποσότητες της οργανικής ουσίας, του αζώτου και του φωσφόρου βρέθηκαν αριθμητικώς μεγαλύτερες στο έδαφος των συστάδων καστανιάς στο Άγιο Όρος, σε σύγκριση με τη περιοχή του Παγγαίου. Οι μεγαλύτερες αυτές ποσότητες στο ανόργανο έδαφος του Αγίου Όρους, έρχονται σε αντίθεση με τις αντίστοιχες ποσότητες του δασικού τάπητα, αφού αυτές ήταν μεγαλύτερες στις συστάδες καστανιάς του όρους Παγγαίου. Η εξήγηση που μπορεί να δοθεί είναι ότι οι συνθήκες ανοργανοποίησης στο Άγιο Όρος

ευνοούν την ταχύτερη αποσύνθεση του δασικού τάπητα, λόγω της μικρότερης πυκνότητας της συστάδας, με αποτέλεσμα να ελευθερώνονται θρεπτικά στοιχεία και να εμπλουτίζουν το ανόργανο έδαφος. Οι ποσότητες καλίου στο έδαφος παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά εξακολουθώντας να είναι μεγαλύτερες στην περιοχή του Αγίου Όρους όπως και στο δασικό τάπητα, γεγονός που αποδόθηκε στην υψηλότερη συγκέντρωση του στοιχείου αυτού στον γενέσιο (Παπαμίχος 2006).

Όσον αφορά τις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων Ca, Mg και Na, από τον Πίνακα 2 φαίνεται ότι παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τιμές μεγαλύτερες στο έδαφος των οικοσυστημάτων καστανιάς του Αγίου Όρους. Οι μεγαλύτερες αυτές τιμές των τριών κατιόντων, προέρχονται αφενός από τις αυξημένες ποσότητες οργανικής ουσίας του ανόργανου εδάφους στην περιοχή του Αγίου Όρους, σε σύγκριση με το Παγγαίο, και αφετέρου από την ορυκτολογική σύσταση του μητρικού πετρώματος. Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων στο έδαφος, έδειξαν μια αντίστοιχη πορεία με τα περισσότερα μακροστοιχεία, αφού στο σίδηρο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά όπως ακριβώς συνέβη και στο δασικό τάπητα. Κατά τον ίδιο τρόπο, στο χαλκό και στον ψευδάργυρο οι ποσότητες ήταν μεγαλύτερες στα οικοσυστήματα του Αγίου Όρους, παρουσιάζοντας μάλιστα και στατιστικά σημαντική διαφορά στην περίπτωση του ψευδαργύρου. Τέλος, το μαγγάνιο που είχε αυξημένες ποσότητες στο δασικό τάπητα στην περιοχή των οικοσυστημάτων καστανιάς του όρους Παγγαίου, εξακολουθεί να παρουσιάζει και στο έδαφος στατιστικά μεγαλύτερες ποσότητες.

Πίνακας 2. Συσσωρευση οργανικής ουσίας (t/ha) και θρεπτικών στοιχείων (kg/ha) (μέσοι όροι και τυπικό σφάλμα) στο έδαφος (0-80 cm).

Table 2. Accumulation of organic matter (t/ha) and nutrients (kg/ha) in the soil (0-80 cm) (means and standard error).

	Παγγαίο	Άγιο Όρος
pH	5,22 ^{ns} (± 0,27)	5,39 (± 0,43)
Οργ. ουσία (t/ha)	31,36 ^{ns} (± 13,63)	41,28 (± 17,87)
N (kg/ha)	1726,94 ^{ns} (± 1027,03)	1939,61 (± 515,34)
P (kg/ha)	18,70 ^{ns} (± 15,29)	36,21 (± 43,03)
Ca (kg/ha)	545,52 * (± 275,62)	1449,32 (± 992,01)
Mg (kg/ha)	150,65 ** (± 77,72)	422,00 (± 198,95)
K (kg/ha)	158,72 * (± 79,64)	299,45 (± 210,82)
Na (kg/ha)	81,45 * (± 45,11)	157,99 (± 83,39)
Cu (kg/ha)	0,52 ^{ns} (± 0,46)	0,95 (± 0,71)
Fe (kg/ha)	71,67 ^{ns} (± 23,03)	88,80 (± 33,56)
Zn (kg/ha)	1,05 * (± 0,45)	1,54 (± 0,71)
Mn (kg/ha)	69,22 ** (± 45,66)	13,53 (± 9,76)

Οι συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του T test κατά ζεύγη. Μέσοι όροι που εμφανίζονται στην ίδια γραμμή έχουν:

ns στατιστικά μη σημαντική διαφορά ($p > 0,05$)

* στατιστικά σημαντική διαφορά για p από 0,01 έως 0,05 και

** στατιστικά σημαντική διαφορά για $p < 0,01$

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η απουσία καλλιεργητικών επεμβάσεων για τα δάση καστανιάς στην περιοχή του όρους Παγγαίου, σε σχέση με την πιστή τήρηση της διαχείρισης στο Άγιο Όρος, έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη παρουσία πρεμνοβλαστημάτων ανά εκτάριο στην περιοχή του όρους Παγγαίου. Η ελαφρώς μεγαλύτερη ποσότητα της οργανικής ουσίας στο δασικό τάπητα στο όρος Παγγαίου, προέρχεται κυρίως από την υψηλότερη παραγωγή φυτικών υπολειμμάτων των πυκνών συστάδων καστανιάς. Στο ανόργανο έδαφος, τόσο η οργανική ουσία όσο και τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία, προσδιορίστηκαν σε μεγαλύτερες ποσότητες στα οικοσυστήματα καστανιάς του Αγίου Όρους, γεγονός που πιθανόν θα πρέπει να αποδοθεί τόσο στις καλύτερες συνθήκες αποσύνθεσης της περιοχής όσο και στην αυξημένη συγκέντρωση ορισμένων θρεπτικών στοιχείων στο μητρικό πέτρωμα. Για τη συνέχιση και τη βελτίωση μιας αειφορικής καλλιέργειας των πρεμνοφυών δασών καστανιάς, θα πρέπει η διαχείριση και η συγκομιδή των δασικών προϊόντων να ακολουθεί απαρέργκλιτα τα διαχειριστικά σχέδια, με τις φροντίδες και τις καλλιέργειες που προβλέπονται.

Abstract

The management method of coppice chestnut forests (*Castanea sativa* Mill.) constitutes a particular way of cultivating and harvesting forest products. The present study examines the effect on soil fertility and productivity from the way this method is applied by two different management bodies, the forest service and the monastic community of Mount Athos. To determine the fertility and productivity, forest floor and inorganic soil samples were taken from two areas (Mount Paggaios and Mount Athos) in chestnut forests, which are managed by different methods. The results of the research showed that in Mount Paggaios a larger amount of forest floor was accumulated on the surface of the inorganic soil, while, in the contrary, in the chestnut forest of Mount Athos, larger amounts of both organic matter and most of the nutrients were measured in the inorganic soil. The accurate application of the management plan seems to be crucial to the fertility and productivity of the coppice chestnut forests.

Βιβλιογραφία

- Ballard, T.M., 2000. Impacts of forest management on northern forest soils. *For. Ecol. Manag.* 133, 37–42. doi:10.1016/S0378-1127(99)00296-0
- Brady, N.C. and Weil, R.C., 2007. *The Nature and Properties of Soils*. 14th ed. revised. New Jersey: Prentice Hall.
- Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., De Deyn, G., de Goede, R., Flesskens, L., Geissen, V., Kuyper, T.W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J. and Brussaard, L., 2018. Soil quality – A critical review. *Soil Biol. Biochem.* 120, 105–125. doi:10.1016/j.soilbio.2018.01.030
- Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M. and Torriani, D., 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Veg. Hist. Archaeobot.* 13, 161–179. doi:10.1007/s00334-004-0038-7
- Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., de Rigo, D. and Caudullo, G., 2016. *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (ed.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Joint Research Centre: Brussels, Belgium; pp. 78–79.
- FAO, 2017. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fischer, R.F. and Binkley, D., 2012. *Ecology and Management of Forest Soils*. 4th Ed. New York: John Wiley & Sons.
- Gosz, J.R., Likens, G.E. and Bormann, F.H., 1976. Organic matter and nutrient dynamics of the forest and forest floor in the Hubbard Brook forest. *Oecologia* 22, 305–320. doi:10.1007/BF00345310
- Grant, E.G., 1982. Exchangeable cations. In: Page, A.L. (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 159–164.
- Grigal, D.F., 2000. Effects of extensive forest management on soil productivity. *For. Ecol. Manag.* 138, 167–185. doi:10.1016/S0378-1127(00)00395-9

Grüneberg, E., Schöning, I., Hessenmöller, D., Schulze, E.D. and Weisser, W.W., 2013. Organic layer and clay content control soil organic carbon stocks in density fractions of differently managed German beech forests. *For. Ecol. Manag.* 303, 1–10. doi:10.1016/j.foreco.2013.03.014

Huang, Z., Clinton, P.W., Davis, M.R. and Yang, Y., 2011. Impacts of plantation forest management on soil organic matter quality. *J. Soils Sediments*, 11, 1309–1316. doi:10.1007/s11368-011-0440-6

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *Soil Science Society of America Journal* 42, 421–428. doi:10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x

Mc Lean, E.O., 1982. Soil pH and Lime requirement. 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: 199-223.

Μουλόπουλος, Χ., 1963. Η δασοκομία του Αγίου Όρους. Αθωνική πολιτεία.

Nave, L.E., DeLyser, K., Butler-Leopold, P.R., Sprague, E., Daly, J. and Swanston, C.W., 2019. Effects of land use and forest management on soil carbon in the ecoregions of Maryland and adjacent eastern United States. *For. Ecol. Manag.* 448, 34–47. doi:10.1016/j.foreco.2019.05.072

Nelson, D.W. and 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, pp: 539-577.

Νικολάου, Γ., 2011. Επίδραση του τρόπου διαχείρισης της καστανιάς του Αγίου Όρους στις χημικές ιδιότητες του εδάφους. 15ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Καρδίτσα, 16-19 Οκτωβρίου.

Olsen, S.R and 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.

Oostra, S., Majdi, H. and Olsson, M., 2006. Impact of tree species on soil carbon stocks and soil acidity in southern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 21, 364–371. doi:10.1080/02827580600950172

Παπαϊωάννου, Α., Γάκης, Σ., Ορφανουδάκης, Μ., Σεϊλόπουλος, Δ., Κιτικίδου, Κ., Πιπινή, Η. και Παπαμίχος, Ν., 2006. Δασικά εδάφη Σχηματισμός-Ιδιότητες-Συμπεριφορά. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Έκδοση Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.

Poljak, I., Idžojtić, M., Šatović, Z., Ježić, M., Čurković-Perica, M., Simovski, B., Acevski, J. and Liber, Z., 2017. Genetic diversity of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Central Europe and the western part of the Balkan Peninsula and evidence of marron genotype introgression into wild populations. *Tree Genetics and Genomes* 13. doi:10.1007/s11295-017-1107-2

Singh, K.P., 1978. Litter production and nutrient turnover in deciduous forest of Varanasi. In: Misra, R., Gopal, B. (eds) *Proceedings of a Symposium on Recent Advances In Tropical Ecology*. International Society of Tropical Ecology, Varanasi, India, pp. 655–665.

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.

ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ

Κασαπίδης, Ιορδάνης¹; Σισμανίδης, Ιωάννης³; Δρόσος, Κ. Βασίλειος¹; Γιαννούλας, Βασίλειος²; Καραγιάννης, Ευάγγελος²

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα, 68200, io_kasapidis@yahoo.gr, vdrosos@fmenr.duth.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 54132, vgiannou@for.auth.gr, eakarag@for.auth.gr

³Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας, Δράμα, 66300, sisman21@gmail.com

Περίληψη

Η Ελλάδα είναι μια χώρα της ΕΕ με σημαντική ιστορία σχετικά με τους ορυκτούς πόρους όσον αφορά την ποιότητα, την ποσότητα και την ποικιλία των μεταλλευμάτων, των ορυκτών και των αδρανών. Η λατομική δραστηριότητα εκμετάλλευσης και έρευνας μαρμάρου αποτελεί ένα ιδιαίτερα ανεπτυγμένο και οικονομικά σημαντικό κλάδο στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη. Αναπτύσσεται κυρίως σε δάση και δασικές εκτάσεις και σε συνδυασμό με τα συνοδά έργα οδοποιίας, έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα δασικά οικοσυστήματα που σχετίζονται με την απώλεια εδάφους και βλάστησης, την πολυδιάσπαση του δάσους και την οπτική μόλυνση του τοπίου. Η εφαρμογή των διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης οφείλει να αναδεικνύει τα ουσιαστικά περιβαλλοντικά προβλήματα των λατομικών δραστηριοτήτων προτείνοντας εφικτές λύσεις, έτσι ώστε να αποτρέπεται η υποβάθμιση του περιβάλλοντος στο βωμό της οικονομική ανάπτυξης.

Λέξεις κλειδιά: Οπτική μόλυνση, υποβάθμιση περιβάλλοντος, λατομεία μαρμάρου, περιβαλλοντική αδειοδότηση.

Εισαγωγή

Η συνύπαρξη δασοπονίας και ανάπτυξης, πρέπει να υλοποιείται στο βαθμό της υποστήριξης των κοινών συμφερόντων. Τα αναπτυξιακά έργα σε μια τοποθεσία χρησιμοποιούν (αρνητική επίπτωση) ή εμπλουτίζουν (θετική επίπτωση) ορισμένα από τα περιβαλλοντικά αγαθά της. Π.χ. στην αισθητική του χώρου με αρνητικά αποτελέσματα όπως είναι η αλλαγή του τοπίου από κατάτμηση πλαγιών, κατολίσθηση, ο θόρυβος και οι δονήσεις ιδιαίτερα στις φάσεις της κατασκευής και λειτουργίας. Η εκτέλεση έργων και δραστηριοτήτων μέσα στα δάση επιβαρύνει το φυσικό περιβάλλον, προκαλώντας απώλεια της δασικής βλάστησης και του δασικού εδάφους και συμβάλει στη διάσπαση της συνέχειάς τους (Forest fragmentation). Ο νομοθέτης, έχοντας υπόψη του τη σημασία της διατήρησης και αειφορίας των δασών και των δασικών εκτάσεων αλλά και την ανάγκη υλοποίησης εντός αυτών, έργων και δραστηριοτήτων που συμβάλουν στην εθνική οικονομία και στο κοινωνικό σύνολο, όρισε στο ΣΤ΄ Κεφάλαιο του Ν. 998/79 τις επιτρεπτές επεμβάσεις εντός δασών και δασικών εκτάσεων καθώς και τις συνθήκες και τις προϋποθέσεις που θα πρέπει να συντρέχουν για την αλλαγή χρήσης τους.

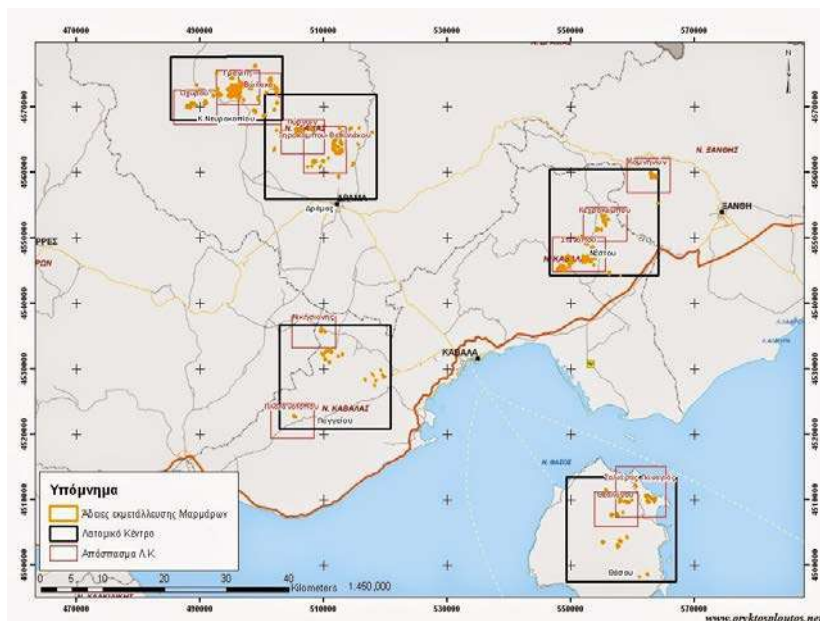
Μεταξύ των επιτρεπτών επεμβάσεων σε δάση και δασικές εκτάσεις συμπεριλαμβάνονται και οι εξορυκτικές δραστηριότητες. Πρόκειται για ρυπογόνες και γενικότερα επιβαρυντικές για το περιβάλλον δραστηριότητες και για τον λόγο αυτό το πλαίσιο λειτουργίας τους καθορίζεται από σχετική νομοθεσία. Το τελευταίο είναι αναγκαίο προκειμένου η ανάπτυξη τέτοιας δραστηριότητας να είναι συμβατή με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και τη μεγιστοποίηση των κοινωνικών ωφελειών.

Η ισχύουσα νομοθεσία, προβλέπει την κατηγοριοποίηση του συνόλου των επιτρεπτών δραστηριοτήτων ανάλογα με το μέγεθος και την προκαλούμενη όχληση. Ειδικότερα με την υπ' αριθ. 1958/2012 ΚΥΑ (ΦΕΚ Β΄ 21/2012) που κατατάσσει, με την αριθ. ΔΠΠΑ/οικ. 37674/27-7-2016 Απόφαση Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΦΕΚ Β΄ 2471/2016), σε ομάδες το σύνολο των έργων και δραστηριοτήτων, οι εξορυκτικές δραστηριότητες κατατάσσονται στην 5η Ομάδα Εργασιών, η οποία αναλύεται σύμφωνα με το Παράρτημα V της ΚΥΑ, σε επιμέρους δραστηριότητες και

κατηγορίες. Ενδεικτικά, μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται διάφορες δραστηριότητες όπως η εξόρυξη ενεργειακών ορυκτών, μεταλλευμάτων, αδρανών υλικών, βιομηχανικών ορυκτών, μαρμάρων και σχιστολιθικών πλακών καθώς και η άντληση υδρογονανθράκων. Στην περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης όπου επικεντρώνεται η παρούσα εργασία, αναπτύσσονται ποικίλες δραστηριότητες εξόρυξης ορυκτών πόρων όπως μάρμαρα (Δράμα, Καβάλα, Θάσος), αδρανή υλικά (αστικά κέντρα), σχιστόλιθοι (Παγγαίο όρος), βιομηχανικά ορυκτά (Καβάλα, Έβρος), ενώ αποτελεί και τη μόνη περιοχή της Ελλάδος όπου εξορύσσονται υδρογονάνθρακες (Καβάλα).

Από τις παραπάνω δραστηριότητες ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξόρυξη μαρμάρου, η οποία συγκεντρώνεται σχεδόν αποκλειστικά στις Περιφερειακές Ενότητες (Π.Ε.) της Δράμας και της Καβάλας (συμπεριλαμβάνει και τη νήσο της Θάσου). Σύμφωνα με τον Τζαφέρη (2015), η λατομική δραστηριότητα αναπτύσσεται κυρίως σε πέντε (5) λατομικά κέντρα - περιοχές, μέσα στα γεωγραφικά όρια των οποίων συναντώνται περίπου 200 ενεργά λατομεία που καταλαμβάνουν έκταση 15.333 στρεμμάτων μαζί με τα συνοδά τους έργα (δρόμοι πρόσβασης). Τα λατομικά αυτά κέντρα, που απεικονίζονται στο σχήμα 1, είναι τα ακόλουθα:

- Στις περιοχές Βώλακα - Γρανίτη, της Π.Ε. Δράμας,
- Στις περιοχές Πύργων - Ξηροκάμπου, της Π.Ε. Δράμας,
- Στις περιοχές Νικήσιανης - Πλατανότοπου (Παγγαίο όρος), της Π.Ε. Καβάλας,
- Στις περιοχές Δύσβατου, Ορόσημου, Στενωπού, Αγίου Κοσμά, Στεγνού, Κεχροκάμπου (Δήμος Νέστου) της Π.Ε. Καβάλας και στην περιοχή Κομνηνών της Π.Ε. Ξάνθης,
- Στις περιοχές Σαλιάρας, Παναγιάς, Θεολόγου του Δήμου Θάσου.



Σχήμα 1. Λατομικά κέντρα της Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης (Πηγή: Τζαφέρης 2015).

Figure 1. Figure example in the paper (Source: Tzaferis 2015).

Η λατομική δραστηριότητα μαρμάρου είναι επιτρεπτή επέμβαση εντός εκτάσεων δασικού χαρακτήρα, λόγω της συμβολής της στην ανάπτυξη της Εθνικής Οικονομίας (Charalampides κ.α. 2013). Ο χώρος που θα διενεργηθούν οι σχετικές εργασίες εξαρτάται από την ποιότητα του κοιτάσματος και για τον λόγο αυτό ο χώρος όπου εντοπίζεται κοιτάσμα μαρμάρου θεωρείται εκ του νόμου χωροθετημένο λατομείο μαρμάρου (άρθρο 12 παρ. 1 του Ν. 2837/2000 ΦΕΚ 187Α/3-8-2000). Σύμφωνα με το άρθρο 52 παρ. 2 του Ν. 998/79 επιτρέπεται η λατομική εκμετάλλευση δασών και δασικών εκτάσεων με την εξόρυξη, διαλογή, μηχανική επεξεργασία, απόθεση εξορυκτικών αποβλήτων και τη διάνοιξη δρόμων προσπέλασης, έναντι της καταβολής ανταλλάγματος χρήσης της έκτασης. Ο φορέας της δραστηριότητας υποχρεούται επίσης να προβεί στην περιβαλλοντική αποκατάσταση της διαταραγμένης έκτασης σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΜΠΕ στην οποία υπολογίζεται το κόστος των σχετικών εργασιών, έναντι του οποίου προσκομίζονται εγγυητικές επιστολές προκειμένου να αδειοδοτηθεί η δραστηριότητα σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 2115/1993. Ομοίως η λατομική έρευνα επιτρέπεται σε

δάση και δασικές εκτάσεις χωρίς την υποχρέωση καταβολής ανταλλάγματος χρήσης, υφίσταται ωστόσο η υποχρέωση του φορέα για την περιβαλλοντική αποκατάσταση της διαταραγμένης επιφάνειας.

Σε περίπτωση μη αποκατάστασης του περιβάλλοντος μετά τη διενέργεια λατομικής εκμετάλλευσης ή έρευνας, η κατατεθείσα εγγυητική επιστολή καταπίπτει υπέρ του Πράσινου Ταμείου προκειμένου το χρηματικό ποσό να χρησιμοποιηθεί για την περιβαλλοντική αποκατάσταση (άρθρο 52 παρ. 3 του Ν. 998/79). Περαιτέρω αυτός που παραλείπει την περιβαλλοντική αποκατάσταση υπόκειται σε ποινική δίωξη σύμφωνα με το άρθρο 71 παρ. 3 του Ν. 998/79.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη διερεύνηση, περιγραφή και ανάλυση των διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης των εξορυκτικών δραστηριοτήτων μέσα σε δάση και δασικές εκτάσεις, εξετάζοντας την περίπτωση των λατομικών δραστηριοτήτων της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης, υπό το πρίσμα της αντιμετώπισης των προκαλούμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από λατομικές δραστηριότητες και μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η λατομική δραστηριότητα μαρμάρου έχει σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον οι οποίες σχετίζονται με αλλαγές στο έδαφος, στη βλάστηση και στο τοπίο (Simon-Torres κ.α. 2014). Η εξόρυξη μαρμάρου δημιουργεί σοβαρή οπτική υποβάθμιση, λόγω του μεγάλου ύψους των μετώπων, της έντονης αντίθεσης με το περιβάλλοντα φυσικό τοπίο και της θέσης σε πλαγιές λόφων όπου αυτά συναντώνται (Gunn και Bailey 1993, Pinto κ.α., 2002). Η απομάκρυνση του εδάφους για την αποκάλυψη του πετρώματος δημιουργεί ένα γυμνό τοπίο για την αποκατάσταση του οποίου είναι αναγκαία η διάσθρωση φυτικής γης και η επαναφορά της βλάστησης με τεχνητό τρόπο (Gentili κ.α. 2011, Oliveira κ.α. 2011). Η απώλεια της δασικής βλάστησης, ακόμα και σε θέσεις όπου αυτή είναι υποβαθμισμένη, διασπά την φυσικότητα του τοπίου και συνιστά καίριο παράγοντα περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Περαιτέρω η δημιουργία μεγάλων αποθέσεων εξορυκτικών αποβλήτων που χαρακτηρίζονται από απουσία εδάφους, πολύ μικρή υγρασία και μεγάλες κλίσεις (>60%) καθιστά τις συνθήκες εξαιρετικά δυσμενείς για την επαναφορά της βλάστησης (Clemente κ.α. 2004).

Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά της λατομικής δραστηριότητας καθιστούν αναγκαία την αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης τόσο αποτρεπτικά (περιορισμός επιπτώσεων) όσο και αντισταθμιστικά (αποκατάσταση του τοπίου) μέσα από τη διαδικασία εξέτασης των προκαλούμενων επιπτώσεων κατά το στάδιο εκπόνησης της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία (Ν. 1650/1986 και Ν. 4014/2011). Επισημαίνεται ότι βασική προϋπόθεση για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων που προξενούν βαριά όχληση στο δασικό και εν γένει φυσικό περιβάλλον (συμπεριλαμβανομένων των λατομικών) είναι η παροχή έγκρισης της επέμβασης κατά το ΣΤ΄ Κεφάλαιο του Ν. 998/79 (άρθρο 45) κατόπιν εγκρίσεως της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Σκοπός της Μ.Π.Ε. είναι η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών κινδύνων που προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από την αδειοδοτούμενη δραστηριότητα, έτσι ώστε με την εγκριτική απόφαση (Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων – Α.Ε.Π.Ο.) να καθοριστούν οι απαραίτητοι κανόνες λειτουργίας του έργου και τα απαιτούμενα μέτρα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων και την επαναφορά του φυσικού περιβάλλοντος στην πρότερη του κατάσταση, στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Σε περίπτωση που οι επιπτώσεις της δραστηριότητας στο περιβάλλον κριθούν ως ιδιαίτερα σημαντικές και μη αναστρέψιμες, τότε εκδίδεται αρνητική Α.Ε.Π.Ο. (μη έγκριση περιβαλλοντικών όρων).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ειδική διοικητική πράξη περί έγκρισης της επέμβασης σε έκταση δασικού χαρακτήρα υπό την έννοια του Ν. 998/79 αποτέλεσε μέχρι το 2012 διακριτή διοικητική πράξη που εκδίδονταν από την αρμόδια δασική αρχική. Ωστόσο με την αναμόρφωση του νομικού πλαισίου περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων που εισήγαγε ο Ν. 4014/2011 προβλέφθηκε για πρώτη φορά η ενσωμάτωση (και όχι η κατάργησή) της στην υπό έκδοση Α.Ε.Π.Ο. Πλέον μετά και την έκδοση της υπ' αριθ. 15277/2012 Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ) που ρυθμίζει τα ζητήματα εφαρμογής της ενσωμάτωσης αυτής, οι Δασικές Υπηρεσίες γνωμοδοτούν ιεραρχικά στην κατά περίπτωση αρμόδια αρχή έκδοσης της Α.Ε.Π.Ο. της δραστηριότητας, χωρίς ωστόσο η γνωμοδότηση αυτή να έχει δεσμευτικό χαρακτήρα για την έκδοση ή μη περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

Το είδος/μέγεθος της δραστηριότητας σύμφωνα με την υπ' αριθ. 1958/2012 ΚΥΑ, αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα με τον οποίο ο νομοθέτης διαχωρίζει τις διαδικασίες αδειοδότησης. Στην προκειμένη περίπτωση (λατομική δραστηριότητα) διακρίνονται δυο κατηγορίες δραστηριοτήτων μεγάλης και (σχετικά) μικρής έντασης:

- Τις δραστηριότητες λατομικής εκμετάλλευσης.
- Τις δραστηριότητες λατομικής έρευνας.

Ο τρόπος αδειοδότησης τους παρουσιάζει ουσιαστικές διαφορές, οι οποίες ωστόσο εξομαλύνονται σε κάποιες περιπτώσεις, οπότε και η ακολουθούμενη διαδικασία τείνει να συμπίπτει. Συγκεκριμένα η διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης της λατομικής εκμετάλλευσης γίνεται μέσα από την έκδοση της Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) ενώ η περιβαλλοντική αδειοδότηση της λατομικής έρευνας μπορεί να γίνεται είτε μέσα από την έκδοση ΑΕΠΟ είτε με την υπαγωγή της δραστηριότητας σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις. Στα παραπάνω θα πρέπει να συνεκτιμηθεί και η ανάγκη περιβαλλοντικής αδειοδότησης τυχόν συνοδών έργων που είναι απαραίτητα για την υλοποίηση της κύριας λατομικής δραστηριότητας, όπως είναι για παράδειγμα τα οδικά έργα προσπέλασης.

Συνοπτική αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο αποκατάστασης του περιβάλλοντος από την εξορυκτική δραστηριότητα

Πριν τη νομοθέτηση πλαισίου για την εξάλειψη του περιβαλλοντικού αποτυπώματος καθώς και των επιπτώσεων από την εξορυκτική δραστηριότητα υπήρχε διάχυτη η έννοια της αποκατάστασης του διαταραχθέντος περιβάλλοντος.

Για πρώτη φορά το έτος 1968, η Δασική Υπηρεσία, θεωρεί την αποκατάσταση ως νομική δέσμευση – υποχρέωση των εκμεταλλευτών.

Ο Ν. 274/76 (Φ.Ε.Κ. 50/τ. Α/1976) περί «τροποποιήσεως του μεταλλευτικού κώδικα» που τροποποίησε το Ν.Δ. 210/73, περί «μεταλλευτικού κώδικα», στην παρ. β του άρθρου 114, θεσμοθετείται η υποχρέωση πρότασης μέτρων, από την εταιρεία, για την κατά το δυνατόν μείωση των επιπτώσεων, για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος.

Κατ' εξουσιοδότηση του άρθρου 24 του Συντάγματος, εκδίδεται ο Νόμος 998/79 (Φ.Ε.Κ. 289/τ. Α/1979) περί «Προστασίας των δασών και εν γένει δασικών εκτάσεων της χώρας».

Με τις διατάξεις του άρθρου 57 του Ν. 998/79 και αναγνωρίζοντας την οικονομική και κοινωνική αναγκαιότητα της εξορυκτικής δραστηριότητας, παρέχεται η δυνατότητα άσκησης εξορυκτικής δραστηριότητας (έρευνα και μεταλλευτική ή λατομική δραστηριότητα) με την έκδοση απόφασης έγκρισης επέμβασης για λόγους ιδιαίτερου συμφέροντος για την Εθνική Οικονομία, καθορίζοντας όμως και τις υποχρεώσεις του εκμεταλλευτή έναντι του δασικού περιβάλλοντος, σε μια προσπάθεια εξ ορθολογισμού των επιπτώσεων των εξορυκτικών δραστηριοτήτων σε σχέση με το δασικό περιβάλλον.

Σε εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 57 του Ν. 998/79, εκδίδεται η αριθμ. 183037/5115/1980 (Φ.Ε.Κ. 820/τ. Β/28-08-1980) Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Συντονισμού – Γεωργίας.

Το Π.Δ. 148/2009 εφαρμόζεται όταν η περιβαλλοντική ζημιά έχει γίνει εκτός του χώρου που έχει αδειοδοτηθεί για εκμετάλλευση.

Το άρθρο 36 του Ν. 4280/2014 τροποποιεί τις διατάξεις του άρθρου 57 του Ν. 998/79, επιβάλλοντας στον εκμεταλλευτή όπου είναι δυσχερής η αποκατάσταση του φυσικού τοπίου και της δασικής βλάστησης στις εκτάσεις που έχει διενεργηθεί έρευνα (παρ. 1 του ίδιου άρθρου) ή εξορυκτική δραστηριότητα (παρ. 2 του ίδιου άρθρου), την υποχρέωση να αναδασώσει άλλες εκτάσεις εμβαδού μέχρι πενταπλάσιου του αρχικού, μετά από υπόδειξη της αρμόδιας Δασικής Υπηρεσίας.

Με την θέσπιση των διατάξεων του Ν. 4508/2017 (ΦΕΚ 200/τ. Α/22-12-2017) περί «Αδειοδότησης διαστημικών δραστηριοτήτων - Καταχώρισης στο Εθνικό Μητρώο Διαστημικών Αντικειμένων - Ίδρυσης Ελληνικού Διαστημικού Οργανισμού και λοιπών διατάξεων», επήλθε τροποποίηση των διατάξεων που αφορούν στο Μεταλλευτικό και Λατομικό Κώδικα. Οι διατάξεις του άρθρου 55 του προαναφερόμενου Νόμου υποχρεώνει τους ασκούντες λατομική εκμετάλλευση να αποκαταστήσουν τη διαταραχθείσα έκταση, στα πλαίσια των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Η αποκατάσταση οφείλει να γίνεται σταδιακά εντός του χρόνου ισχύος της νόμιμης άδειας λειτουργίας.

Ο Νόμος 4512/2018 (ΦΕΚ 5/τ. Α/17.1.2018) περί «Ρυθμίσεις για την εφαρμογή των Διαρθρωτικών Μεταρρυθμίσεων του Προγράμματος Οικονομικής Προσαρμογής και άλλες διατάξεις» στο ΜΕΡΟΣ Β' «Έρευνα και Εκμετάλλευση Λατομικών Ορυκτών και άλλες διατάξεις» κατήγγειλε τα άρθρα 41 & 69 του Ν. 4409/2016 και επέφερε την απλούστευση της διαδικασίας αδειοδότησης της διενέργειας των εργασιών έρευνας και εκμετάλλευσης, αλλαγή στον χρόνο για τις μισθώσεις (μέγιστο 70 από 40 έτη), παράλληλα αναμόρφωσε τη διαδικασία καθορισμού λατομικών περιοχών εκμετάλλευσης αδρανών υλικών. Επιβάλλει νέο σύστημα για πρόστιμα που στηρίζεται σε προκαθορισμένους συντελεστές. Η

μίσθωση δημόσιων ή δημοτικών εκτάσεων μέσω δημοπρασίας, και καθορίζει αυστηρότερο πλαίσιο για την αποκατάσταση περιβάλλοντος και πολιτιστικής κληρονομιάς.

Με τα 136 άρθρα του νόμου 4685/2020 (ΦΕΚ Α' 92/7-5-2020) «Εκσυγχρονισμός της περιβαλλοντικής νομοθεσίας – Ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις», επιφέρει ριζικές μεταρρυθμίσεις στην περιβαλλοντική νομοθεσία. Απώτερος στόχος των πρώτων κεφαλαίων του νόμου είναι η απλούστευση και σύντμηση του χρονικού πλαισίου της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

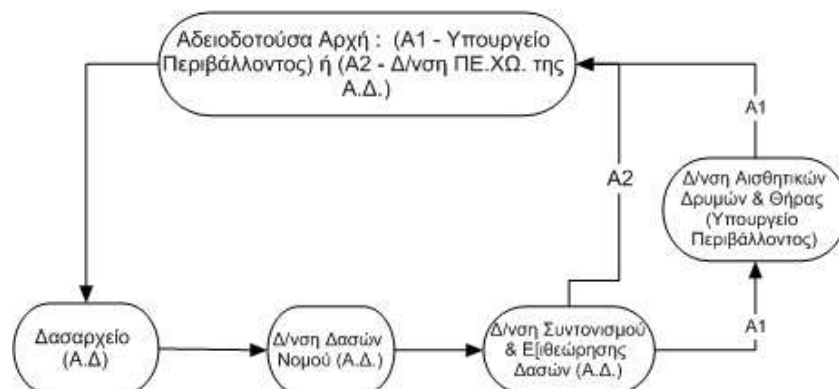
Το άρθρο 55 του Ν. 4710/2020 «Αποκατάσταση ανενεργών λατομείων», αντικαθιστά τις παρ. 1 έως 3 του άρθρου 40 του Ν. 4030/2011 (Α' 249).

Διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης

Όσον αφορά τις δραστηριότητες εκμετάλλευσης

Οι λατομικές εκμεταλλεύσεις κατατάσσονται στις δραστηριότητες Α κατηγορίας σύμφωνα με την ΥΑ 1958/2012. Με την υποβολή από τον φορέα της δραστηριότητας της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, τίθεται σε εφαρμογή η διαδικασία αξιολόγησης του περιεχομένου της από τους αρμόδιους φορείς. Για την πληρότητα των υποβαλλόμενων στοιχείων, αλλά και την ακολουθούμενη διαδικασία, εφαρμόζονται οι διατάξεις της αριθ. 167563/ΕΥΠΕ (ΦΕΚ 964Β'/19-4-2013) Υπουργικής Απόφασης εξειδίκευσης των διαδικασιών και κριτηρίων περιβαλλοντικής αδειοδότησης. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι κατά τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης των λατομικών δραστηριοτήτων γνωμοδοτούν, εκτός των δασικών υπηρεσιών, και άλλες υπηρεσίες όπως η αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της Περιφερειακής Ενότητας καθώς και το Περιφερειακό Συμβούλιο.

Όσον αφορά την ακολουθούμενη διαδικασία γνωμοδότησης των δασικών Υπηρεσιών αυτή ορίζεται σύμφωνα με την ΚΥΑ 15277/2012 (ΦΕΚ 21/Β/13.1.2012) και παρουσιάζεται σχηματικά στο σχήμα 2, όπου διακρίνονται οι λατομικές εκμεταλλεύσεις σε δυο υποκατηγορίες (Α1 και Α2), ως εξής:



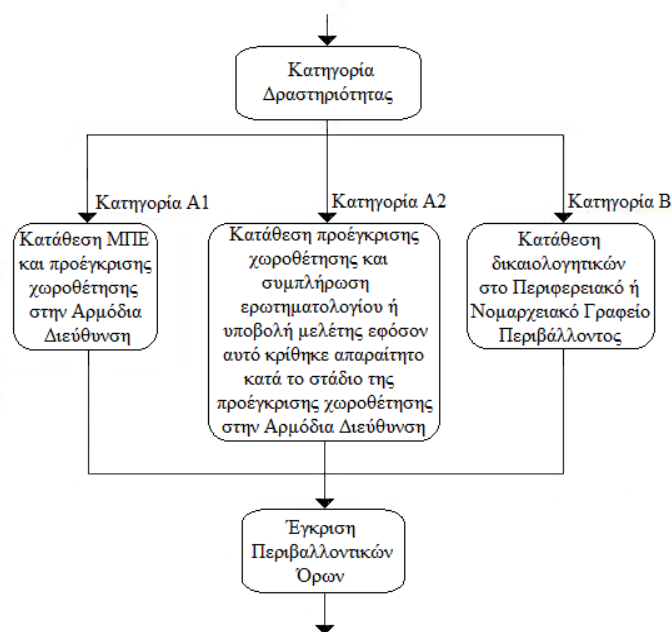
Σχήμα 2. Διάγραμμα ροής της διαδικασίας εξέτασης των Μ.Π.Ε. από τις Δασικές Υπηρεσίες.
Figure 2. Flowchart of the process of examination of the E.I.A. by the Forest Services.

- στην Α1 υποκατηγορία, όπου ανήκουν (α) οι λατομικές εξορύξεις πάνω από 250 στρ. εκτός του δικτύου Natura και (β) οι λατομικές εξορύξεις πάνω των 50 στρ. εντός του δικτύου Natura. Στην περίπτωση αυτή αδειοδοτούσα αρχή είναι η αρμόδια Διεύθυνση του Υπουργείου Περιβάλλοντος.
- στην Α2 υποκατηγορία όπου ανήκουν (α) οι λατομικές εξορύξεις κάτω από 250 στρ. εκτός του δικτύου Natura και (β) οι λατομικές εξορύξεις κάτω των 50 στρ. εντός του δικτύου Natura. Στην περίπτωση αυτή αδειοδοτούσα αρχή είναι η αρμόδια Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.Σ.) της οικείας Αποκεντρωμένης Διοίκησης (Α.Δ.).

Επισημαίνεται ότι σε περίπτωση που λατομική δραστηριότητα βρίσκεται εντός Ζωνών του Δικτύου Natura 2000 (ή άλλου ειδικού καθεστώτος προστασίας) τότε μαζί με την ΜΠΕ συνυποβάλλεται και Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση «ΕΟΑ») σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζει η αριθ. 170225 Απόφαση Υπουργού Π.Ε.Κ.Α. (ΦΕΚ 135Β'/27-1-2014).

Περαιτέρω για την περιβαλλοντική αδειοδότηση εξορυκτικών αποβλήτων είναι αναγκαία η εκπόνηση και έγκριση (ταυτόχρονα με τη ΜΠΕ) Σχεδίου Διαχείρισης των Εξορυκτικών Αποβλήτων (ΣΔΕΑ) που αναμένεται να παραχθούν, σύμφωνα με την ΚΥΑ 39624/2209Ε103 (ΦΕΚ 2076Β'/25-9-2009 και την Οδηγία 2008/98-99/ΕΚ.

Όπως προαναφέρθηκε η διαδικασία εξέτασης των υποβαλλόμενων Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και των αιτημάτων υπαγωγής σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις των λατομικών δραστηριοτήτων, εξαρτάται από το είδος της δραστηριότητας, την χωροθέτησή τους ή μη εντός προστατευόμενων περιοχών, τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους έρευνας και τα συνοδά έργα που αδειοδοτούνται μαζί με τις κύριες λατομικές δραστηριότητες, κατατάσσοντας το σύνολο των λατομικών έργων και δραστηριοτήτων στις υποομάδες A1 και A2 και στην ομάδα B (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Διάγραμμα κατάθεσης δικαιολογητικών για έγκριση περιβαλλοντικών όρων.
Figure 3. Diagram of submission of documents for the approval of Environmental Conditions.

Όσον αφορά τις δραστηριότητες έρευνας

Παραδοσιακά η εξορυκτική έρευνα πραγματοποιείται με τη διάνοιξη μιας μικρής εκσκαφής, προκειμένου από αυτήν να εξορυχθεί επαρκής όγκος του υλικού (περίπου 10 m³) που θα χρησιμοποιηθεί για την πραγματοποίηση δοκιμών από τις οποίες θα διαπιστωθεί η καταλληλότητά του ως καλλωπιστικός λίθος. Εναλλακτική ή συνδυαστική της προηγούμενης μεθόδου έρευνας είναι η διενέργεια ερευνητικών εξορυκτικών γεωτρήσεων με τις οποίες γίνεται λήψη πυρήνων του υποκείμενου υλικού σε βάθος 30-40 μέτρα προκειμένου να διακριβωθεί το βάθος (και άρα ο όγκος) του κοιτάσματος.

Σύμφωνα με την υπ' αριθ. 1958/2012 ΚΥΑ, οι εργασίες λατομικής έρευνας μπορούν να καταταγούν στις παρακάτω δυο κατηγορίες:

1. Στις ερευνητικές εργασίες που περιλαμβάνουν ερευνητικές γεωτρήσεις, οι οποίες κατατάσσονται στο σύνολό τους στην Α2 υποκατηγορία έργων.

Στην περίπτωση αυτή για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των εργασιών έρευνας ο φορέας της δραστηριότητας καταθέτει ΜΠΕ στην αρμόδια Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.Σ.) της οικείας Αποκεντρωμένης Διοίκησης (Α.Δ.) και ακολουθείται διαδικασία ανάλογη με αυτήν που περιγράφηκε προηγουμένως για τη λατομική εκμετάλλευση (Σχήμα 2), προκειμένου να εκδοθεί σχετική Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων.

2. Στις ερευνητικές εργασίες που περιλαμβάνουν μόνο επιφανειακές εκσκαφές και κατατάσσονται στο σύνολό τους στην Β κατηγορία έργων. Στην περίπτωση αυτή παρέχεται στον ενδιαφερόμενο φορέα της δραστηριότητας η δυνατότητα περιβαλλοντικής αδειοδότησης των εργασιών με δυο τρόπους:

2.1. Τη διαδικασία υποβολής ΜΠΕ για την έκδοση ΑΕΠΟ, διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως. Η περίπτωση αυτή παρουσιάζει ενδιαφέρον, όταν η κύρια δραστηριότητα (δηλ. η έρευνα) προϋποθέτει συνοδά έργα (πρωτίστως έργα οδοποιίας για την προσπέλαση των θέσεων έρευνας).

2.2. Τη διαδικασία υπαγωγής των εργασιών σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (Π.Π.Δ.).

Η διαδικασία αυτή προβλέφθηκε επίσης με τον Ν. 4014/2011 προκειμένου να διαχωριστούν οι δραστηριότητες μικρής σχετικά όχλησης (η ερευνητική εκσκαφή έχει συνήθως εμβαδό κατάληψης < 1 στρέμμα). Ακολούθησε η έκδοση της υπ' αριθ. 46294/2013 ΥΑ (ΦΕΚ 2001/τ. Β') με την οποία καθορίστηκαν για τις εργασίες αυτές τυποποιημένοι περιβαλλοντικοί όροι, στους οποίους υπάγεται η δραστηριότητα μετά την εξέταση σχετικού αιτήματος του φορέα της. Η σχετική απόφαση, που ενσωματώνει την έγκριση επέμβασης κατά το ΣΤ' Κεφάλαιο του Ν. 998/79, αποτελεί ενιαία διοικητική πράξη με την χορήγηση συναίνεσης ερευνητικών εργασιών, προκειμένου η αδειοδότηση της δραστηριότητας να είναι απλούστερη και ταχύτερη. Σύμφωνα με το άρθρο 2 της υπ' αριθ. 46294/2013 ΥΑ το πεδίο εφαρμογής περιορίζεται αποκλειστικά στις εργασίες έρευνας δια της διάνοιξης ορύγματος και επομένως δεν μπορεί να συμπεριλαμβάνει συνοδά έργα οδοποιίας.

Όσον αφορά τα συνοδά έργα οδοποιίας

Η διάνοιξη δρόμων για την εξυπηρέτηση λατομικών δραστηριοτήτων θεωρείται επιτρεπτή επέμβαση εντός δασών και δασικών εκτάσεων σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 48 παρ. 3 του Ν. 998/79, συνεπάγεται δε την καταβολή ανταλλάγματος χρήσης, την υποχρέωση αποκατάστασης της έκτασης καθώς και την υποχρέωση αναδάσωσης έκτασης ίσου εμβαδού με αυτήν που θα καταλάβει ο δρόμος.

Η περιβαλλοντική αδειοδότηση των συνοδών έργων οδοποιίας που απαιτούνται για την υλοποίηση τη κύριας δραστηριότητας (εκμετάλλευση ή έρευνα) μπορεί να πραγματοποιηθεί με δυο τρόπους:

- είτε ενιαία, με την συνεξέταση τους μαζί με την κύρια δραστηριότητα, ως προσάρτημα αυτής. Στην περίπτωση αυτή η εκδιδόμενη ΑΕΠΟ, ρυθμίζει το σύνολο των δραστηριοτήτων και αποτελεί ταυτόχρονα και έγκριση επέμβασης κατά την έννοια του ΣΤ' Κεφαλαίου του Ν. 998/79.

- είτε ανεξάρτητα της κύριας δραστηριότητας, με τη διαδικασία υπαγωγής του έργου οδοποιίας σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις σύμφωνα με την υπ' αριθ. 170613/23-9-2013 ΚΥΑ (ΦΕΚ 2505/τ. Β'/2013). Στην περίπτωση αυτή η πράξη υπαγωγής σε ΠΠΔ εκδίδεται από την αρμόδια Περιφερειακή Περιβαλλοντική Αρχή (Τμήμα Περιβάλλοντος & Υδροοικονομίας της οικείας Περιφερειακής Ενότητας), χωρίς ωστόσο να αποτελεί και έγκριση της επέμβασης καθώς ο εν λόγω φορέας ανήκει στην Τοπική Αυτοδιοίκηση και δεν του έχει εκχωρηθεί αντίστοιχη αρμοδιότητα.

Μετά την περιβαλλοντική αδειοδότηση του έργου (με την οποία ορίζεται αδρομερώς η χάραξη του δρόμου) εξετάζονται και εγκρίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της διάνοιξης με την υποβολή και έγκριση σχετικής τεχνικής μελέτης.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Το σχέδιο αποκατάστασης που αποτελεί μέρος του σχεδιασμού ενός εξορυκτικού έργου βασίζεται σε δύο πυλώνες:

- Το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος.
- Τις απόψεις των ενδιαφερόμενων μερών (κοινωνία, γειτνιάζουσες δραστηριότητες, τοπικές αρχές κ.ά.).

Η αποκατάσταση διαταραχθείσας έκτασης από εξορυκτική δραστηριότητα (λατομική ή μεταλλευτική) μετατίθεται σε χρόνο πολύ μεταγενέστερο, όπου τα χωροχρονικά δεδομένα είναι σίγουρο ότι θα έχουν μεταβληθεί και δεν μπορούν εκ των προτέρων να καθορισθούν πλήρως. Ο στόχος της αποκατάστασης από την εξορυκτική δραστηριότητα είναι δυνατόν να διαφέρει ανάλογα με τις νομικές δεσμεύσεις της κάθε περιοχής, τις κοινωνικοοικονομικές ανάγκες σε γη, τις προϋπάρχουσες χρήσεις γης, τη φύση της εκμετάλλευσης και τις γεωμορφολογικές συνθήκες. Για τον περιορισμό ή την πλήρη εξάλειψη του περιβαλλοντικού του αποτυπώματος οι εταιρείες εξόρυξης έναντι ενός οικονομικά αποδεκτού τιμήματος μπορούν να διαμορφώσουν τον περιβάλλοντα χώρο σε χρήση γης συμβατή με το ευρύτερο περιβάλλον.

Η περιβαλλοντική αδειοδότηση των λατομικών δραστηριοτήτων καλείται να αντιμετωπίσει τα ζητήματα της περιβαλλοντικής αποκατάστασης του τοπίου και να προάγει το περιορισμό της περιβαλλοντικής ζημίας. Η διαδικασία εξέτασης και αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων επικεντρώνεται κυρίως στην ακολουθούμενη μεθοδολογία περιβαλλοντικής αποκατάστασης και σχετίζεται πρωτίστως με το κόστος των σχετικών εργασιών καθώς είναι αναγκαίο κατά τη διοικητική διαδικασία να προσδιοριστεί το κόστος αποκατάστασης και οι σχετικές τραπεζικές εγγυήσεις. Κατά τις λατομικές εκμεταλλεύσεις μαρμάρου στην Ανατολική Μακεδονία Θράκη δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα

στην ελαχιστοποίηση του κόστους σε σχέση με τα περιβαλλοντικά κριτήρια της οπτικής επίπτωσης των εξορυκτικών επεμβάσεων. Στο πλαίσιο αυτό αποφεύγεται η μεταφορά των στείρων υλικών καθώς και η επαναπλήρωση των εκσκαφών λόγω του μεγάλου κόστους που αυτές εμπεριέχουν. Ωστόσο παραμένει αμφίβολο ότι η εν λόγω μεθοδολογία αντιμετωπίζει το σύνολο του προκαλούμενου περιβαλλοντικού κόστους της δραστηριότητας, καθώς το πρόβλημα των εξορυκτικών αποβλήτων τείνει να αυξάνει. Η διαπίστωση αυτή προκύπτει αβίαστα καθώς όπως προκύπτει από σχετική μελέτη των Χαλκιοπούλου και Χατζηπαναγή (2015), όπου ο όγκος των υφιστάμενων εξορυκτικών αποβλήτων στις Περιφερειακές Ενότητες Καβάλας (πλην Θάσου) και Δράμας ανέρχεται σε 18,2 εκατομμύρια τόνους εκ των οποίων 16 εκατομμύρια τόννοι στην Περιφερειακή Ενότητα Καβάλας. Η συνέχιση της λατομικής δραστηριότητας στο μέλλον αναμένεται να προκαλέσει την περαιτέρω συσσώρευση εξορυκτικών αποβλήτων, επιτείνοντας το ήδη υπάρχον πρόβλημα. Το πρόβλημα των εξορυκτικών αποβλήτων αναδεικνύει την αδυναμία των εκπονούμενων ΜΠΕ και ΣΔΕΑ να προσδιορίσουν τις πραγματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα αναγκαία προληπτικά και κατασταλτικά μέτρα για την αντιμετώπισή τους και σχετίζεται με τη γενικότερη αδυναμία των ΜΠΕ να προσδιορίσουν το πραγματικό περιβαλλοντικό κόστος των δραστηριοτήτων για το σύνολο της λειτουργίας τους (Project life cycle) (Androulidakis και Karakassis 2006). Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να αναθεωρηθεί η διαδικασία αξιολόγησης των ΜΠΕ προκειμένου αυτές να αναδεικνύουν τα πραγματικά περιβαλλοντικά προβλήματα και όχι να αποτελούν μια απλή διοικητική διαδικασία. Η λυδία λίθος ή «λυδία πέτρα», όπως αποκαλούνταν στην αρχαιότητα, είναι η ανάπτυξη βελτιωμένων μεθόδων εκτίμησης του περιβαλλοντικού κόστους και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αναπτυξιακών σχεδίων επένδυσης στο τοπίο. Ο μελετητής περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει να στοχεύει, ώστε τελικά να προσφέρει προστασία στο φυσικό περιβάλλον γιατί αποτελεί την πηγή βάση για οικονομική αειφόρο ανάπτυξη, κοινωνική βελτίωση και ευημερία.

Τέλος έχει σημασία να τονισθεί ότι ενώ η σωστή χρήση του θεσμού των Μ.Π.Ε. μόνο ωφέλειες μπορεί να έχει για τον τόπο, η κακή χρήση μπορεί να δημιουργήσει ποικίλα προβλήματα. Για παράδειγμα, σημαντικός είναι ο κίνδυνος να αποτελέσουν οι Μ.Π.Ε. ένα ανούσιο κομμάτι μιας γραφειοκρατικής διαδικασίας. Ο πολίτης που προσπαθεί να αδειοδοτήσει λατομείο μαρμάρου καλείται να συγκεντρώσει 57 δημόσια έγγραφα, ενώ μια άδεια για να ολοκληρωθεί χρειάζεται 101 υπογραφές. Ανάμεσα σε αυτούς που γνωμοδοτούν είναι η τοπική αυτοδιοίκηση, οι δασικές υπηρεσίες, οι περιβαλλοντικές αρχές και οι φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών σε περιοχές προστασίας. Όλοι αυτοί έχουν υποχρέωση να ελέγξουν αν τηρούνται οι νόμοι στη διαδικασία έγκρισης επέμβασης. Ακόμα, υπάρχει ο κίνδυνος να χρησιμοποιηθούν οι Μ.Π.Ε. από συμφέροντα που θέλουν να ματαιώσουν κάποιο αναπτυξιακό έργο. Από την ως τώρα λειτουργία του θεσμού έχουν καταγραφεί αρκετές αδυναμίες και ατέλειες, τις οποίες εν μέρει θα μπορούσαν να απαλειφθούν αν υπάρχει η πολιτική βούληση. Η πράξη θα δείξει αν η εφαρμογή του θα έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση όλου του υφιστάμενου πλαισίου της αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων στην Ελλάδα.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στο κ. Δημήτριο Φιλιάδη, MSc Δασολόγο και υποψήφιο διδάκτορα του Δασαρχείου Καβάλας, για την πολύτιμη συνδρομή πληροφοριών.

Abstract

Greece is an EU country with an important history on mineral resources in terms of quality, quantity and variety of ores, minerals and aggregates. The marble quarrying and exploration activity is a highly developed and economically important sector in Eastern Macedonia and Thrace. It develops mainly in forests and forest areas and in combination with the accompanying road construction projects, has significant environmental impacts on forest ecosystems related to soil and vegetation loss, forest fragmentation and visual pollution of the landscape. The implementation of environmental licensing procedures should highlight the essential environmental problems of quarrying activities by proposing feasible solutions to prevent environmental degradation on the altar of economic growth. The implementation of environmental licensing procedures should highlight the substantial environmental problems of quarries by proposing feasible solutions to prevent environmental degradation. on the altar of economic growth.

Βιβλιογραφία

- Androulidakis, I. and Karakassis, I., 2006. Evaluation of the EIA system performance in Greece, using quality indicators. *Environ. Impact Assess. Rev.* 26(3): 242-256.
- Charalampides, G., Arvanitidis, N., Vatalis, K. I. and Platias, S., 2013. Sustainability Perspectives in Greece as Reflected by Mineral Deposits Exploitation. *Procedia Economics and Finance* 5: 143-151.
- Clemente, A.S., Werner, C., Máguas, C., Cabral, M.S., Martins-Loução, M.A. and Correia, O., 2004. Restoration of a limestone quarry: effect of soil amendments on the establishment of native Mediterranean sclerophyllous shrubs. *Restor. Ecol.* 12(1): 20-28.
- Gentili, R., Sgorbati, S. and Baroni, C., 2011. Plant species patterns and restoration perspectives in the highly disturbed environment of the Carrara marble quarries (Apuan Alps, Italy) *Restor. Ecol.* 19 (101): 32-42.
- Gómez Mercado, F., de Haro Lozano, S., Delgado Fernández, I. C., and Simón- Torres, M., 2015. Using marble sludge increases the success of dump deposit restoration under Mediterranean climate. *Ecological Engineering* 84: 305-310. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.09.026.
- Gunn, J. and Bailey, D., 1993. Limestone quarrying and quarry reclamation in Britain. *Environmental Geology* 21: 167-172. <https://doi.org/10.1007/BF00775301>.
- Oliveira, G., Nunes, A., Clemente, A., and Correia, O., 2011. Effect of substrate treatments on survival and growth of Mediterranean shrubs in a revegetated quarry: An eight-year study. *Ecol. Eng.* 37(2): 255-259.
- Pinto, V., Font, X., Salgot, M., Tapias, J. and Mañá, T., 2002. Image analysis applied to quantitative evaluation of chromatic impact generated by open-pit quarries and mines. *Environ. Geol.* 41: 495-503. DOI: 10.1007/s002540100259/
- Simón-Torres, M., del Moral-Torres, F., de Haro-Lozano, S., and Gómez- Mercado, F., 2014. Restoration of dump deposits from quarries in a Mediterranean climate using marble industry waste. *Ecol. Eng.* 71: 94-100. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.07.039.
- Τζεφέρης, Π., 2015. Η Εξορυκτική/Μεταλλουργική Δραστηριότητα στην Ελλάδα. Στατιστικά Δεδομένα για τη Διετία 2013-2014. Έκθεση – Αναφορά του Υπουργείου Παραγωγικής Ανασυγκρότησης Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΑΠΕΝ) (π. ΥΠΕΚΑ). Αθήνα. Σελ. 82.
- Χαλκιοπούλου, Φ. και Χατζηπαναγής, Ι., 2015. Μελέτη σκοπιμότητας για την Συν-διαχείριση και Αξιοποίηση των Απορριμμάτων από την Εξόρυξη Μαρμάρου στα Όρη Λεκάνης και το Αν Φαλακρό. Επιτελική Σύνοψη. Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.). Έργο ΠΕΟΠΥ / Υπόεργο 4. Δεκέμβριος 2015. Αθήνα. Σελ. 132.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΟΡΕΙΝΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ Π.Ε. ΣΕΡΡΩΝ

Μανδάνα, Βασιλική; Σαπουντζής, Μάριος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, ΤΘ. 268, 54124 Θεσσαλονίκη, vickymandana@live.com

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου ορεινής λεκάνης απορροής της Π.Ε. Σερρών με την εφαρμογή του μοντέλου υδατικού ισοζυγίου του *Thornthwaite and Mather*. Για τον προσδιορισμό των μηνιαίων τιμών της βροχόπτωσης και θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του Μ.Σ. Χρυσοπηγής, ως ο πλησιέστερος της περιοχή έρευνας. Η ανάλυση του χειμαρρικού περιβάλλοντος που καθορίζεται από την συνδυασμένη δράση τεσσάρων βασικών παραγόντων χειμαρρικότητας (ανάγλυφο, κλίμα, βλάστηση και γεωλογικό υπόθεμα) έγινε με τη χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS). Από την εφαρμογή του μοντέλου προέκυψε, ότι η συνολική παροχή του μοντέλου *Thornthwaite* εμφανίζει σημαντικές αποκλίσεις από τις καταγεγραμμένες μετρήσεις παροχής της ίδιας περιόδου, του υδροηλεκτρικού σταθμού της περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Υδατικό Ισοζύγιο, λεκάνη απορροής, χειμαρρικότητα, *Thornthwaite*.

Εισαγωγή

Το νερό, είναι από τις κύριες πηγές που συμβάλλουν στη ζωή του ανθρώπου, μαζί με τον αέρα και το έδαφος. Είναι ένα βασικό στοιχείο για τη ζωή και το περιβάλλον στη γη, αλλά και ένας ρυθμιστικός παράγοντας για την οικονομική, πολιτιστική και κοινωνική ανάπτυξη (Μιμίκου 2005).

Αν θέλουμε να ιεραρχήσουμε τις σημερινές υδατικές ανάγκες του ανθρώπου, θα το κάναμε ως εξής: ύδρευση, άρδευση, βιομηχανικές κλπ. απαιτήσεις, αραιώσεις αποβλήτων, υδροηλεκτρική ενέργεια, υδατικές μεταφορές. Η εξάρτηση πλέον της σύγχρονης ανθρώπινης κοινωνίας από το νερό, είναι δεδομένη. Οι παραπάνω ανάγκες σε νερό δεν παραμένουν σταθερές. Γι' αυτό, δημιουργούνται προβλήματα που οφείλονται στην ποσότητα, στη κατά χρόνο και τόπο κατανομή και στην ποιότητα του αγαθού αυτού. (Κωτούλας 2001).

Κατά τη διάρκεια της χρήσης του νερού, ο άνθρωπος παρεμβαίνει στα κύρια χαρακτηριστικά του νερού, που είναι η ποσότητα και η ποιότητα. Με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Ο Μήτρακας (2001) αναφέρει ότι τα προβλήματα οφείλονται στις κακές πρακτικές των αρδευτικών έργων, στις μεταβολές της ποιότητας του επιφανειακού νερού λόγω τεχνικών κατασκευών. Συνοπτικά, τα προβλήματα διαχείρισης των υδατικών πόρων διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Προβλήματα ανισοκατανομής της προσφοράς και ζήτησης του νερού στο χώρο και στο χρόνο.
- Προβλήματα που ανακύπτουν από την εθνική και διεθνή πολιτική
- Προβλήματα που δημιουργούνται λόγω της έλλειψης ορθής περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (αγρότες, πολίτες, εταιρείες, βιομηχανία, διοίκηση)

Γι' αυτό ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που απασχολούν σήμερα την διεθνή κοινότητα είναι ορθολογική διαχείριση των υδάτων. Η διαχείριση των υδατικών πόρων αποσκοπεί στην κάλυψη των σημερινών και μελλοντικών αναγκών σε νερό, με τρόπο, ώστε να προστατεύει την αειφορία των υδατικών πόρων, αλλά και την ποιότητα του νερού.

Με βάση τα παραπάνω, σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Οινούσας με την εφαρμογή του μοντέλου υδατικού ισοζυγίου του *Thornthwaite* και *Mather*, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα αξιόπιστο διαχειριστικό εργαλείο των υδατικών πόρων της περιοχής.

Έχουν γίνει πολλές μελέτες για την υδρολογική ανάλυση λεκανών απορροής παγκοσμίως, αλλά και στην Ελλάδα. Στην εργασία τους, οι Myrtonidis και Emmanouiloudis (2009), αναλύουν το υδατικό

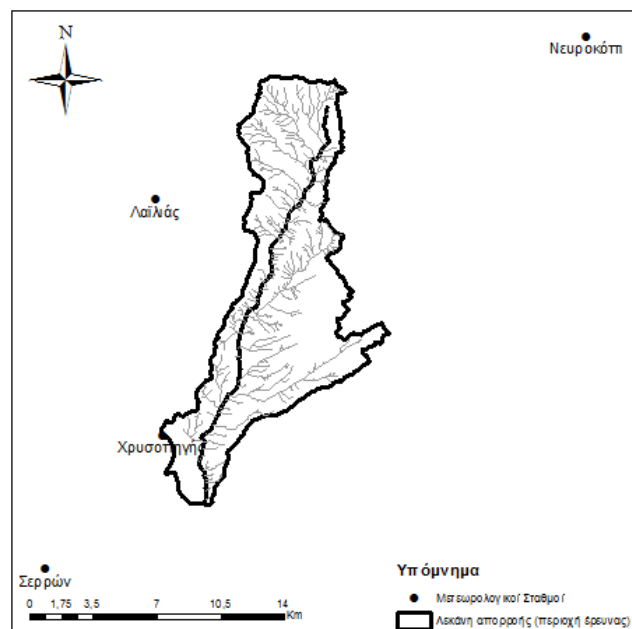
ισοζύγιο στο δέλτα του ποταμού Νέστου, που ανήκει στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000. Χρησιμοποίησαν δεδομένα για την περίοδο 1985 - 2006. Στο συμπέρασμά τους καταλήγουν, ότι η υδρολογία του ποταμού έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από την κατασκευή των φραγμάτων στα ανάντη του Δέλτα. Σκοπός της έρευνας των Στεφανίδη κ.α. (2017) ήταν η διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου τεσσάρων ορεινών λεκανών απορροής στην κεντρική Πίνδο με την εφαρμογή του μοντέλου υδατικού ισοζυγίου του Thornthwaite και Mather. Χρησιμοποίησαν τις σχέσεις βροχοβαθμίδας και θερμοβαθμίδας που προέκυψαν από τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής έρευνάς τους. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι υπάρχει ανισοκατανομή της επιφανειακής απορροής μέσα στο έτος και πρότειναν τα κατάλληλα μέτρα για την αιφορική διαχείριση των υδάτινων πόρων. Ο Calvo (2009) με σκοπό τον υπολογισμό της επιφανειακή απορροής σε λεκάνη απορροής του χειμάρρου Rio Macho στην Κόστα Ρίκα χρησιμοποίησε το μοντέλο του Thornthwaite. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το μοντέλο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου στην περιοχή της Κόστα Ρίκα.

Το χειμαρρικό ρεύμα Οινούσας επιλέχθηκε ως περιοχή έρευνας, αφενός διότι εμφανίζει ένα σημαντικό υδατικό ισοζύγιο προς αξιοποίηση, αλλά και επικινδυνότητας και αφετέρου επειδή για τη συγκεκριμένη περιοχή υπάρχουν μετεωρολογικά και υδρολογικά δεδομένα.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η έρευνα διενεργήθηκε στην ορεινή λεκάνη απορροής του χειμάρρου Οινούσας και οριοθετείται 6km βορειοανατολικά (BA) της πόλης των Σερρών (Σχήμα 1). Η περιοχή έρευνας παρουσιάζει αυξημένο υδρολογικό ενδιαφέρον, επειδή πρόκειται για ρέμα συνεχούς ροής και επιπλέον διαθέτει πολυετή μετεωρολογικά δεδομένα, αλλά και μετρήσεις από τον υδροηλεκτρικό σταθμό που υπάρχει στην περιοχή. Η λεκάνη απορροής του χειμάρρου Οινούσας κατατάσσεται στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Στρυμόνος και στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Μακεδονίας GR11. Η περιοχή έρευνας εμπίπτει στο μεγαλύτερο μέρος στην προστατευόμενη περιοχή SPA με κωδικό GR1260009 και ονομασία “ΚΟΙΛΑΔΑ ΤΙΜΙΟΥ ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ – ΜΕΝΟΙΚΙΟΝ”.



Σχήμα 1. Περιοχή έρευνας και Μετεωρολογικοί Σταθμοί περιοχής έρευνας
Figure 1. Study area and Meteorological station of the research area

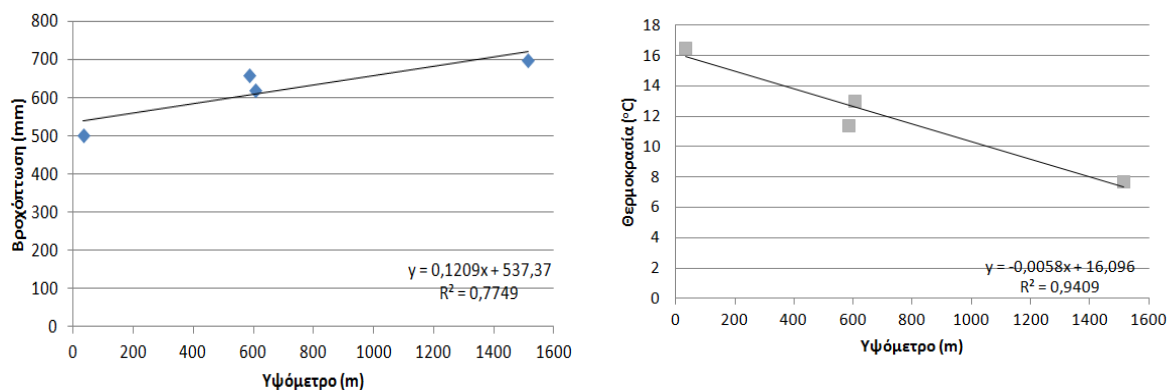
Για την κατασκευή του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Οινούσας χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίες θερμοκρασίες και βροχοπτώσεις του μετεωρολογικού σταθμού Χρυσοπηγής του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών, χρονικής περιόδου 1979 - 2010, ως ο πλησιέστερος σταθμός.

Ιδιαίτερη σημασία, για την εκδήλωση χειμαρρικών φαινομένων, έχει η ραγδαιότητα των βροχοπτώσεων. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι μέγιστες ραγδαιότητες του Μ.Σ. Χρυσοπηγής για την περίοδο 1978 – 1994 (Σαπουντζής 2000).

Πίνακας 1. Ραγδαιότητες των βροχοπτώσεων του Μ.Σ. Χρυσοπηγής (1978 – 1994)
Table 1. Rainfall rapidity of M. S. Of Chrysopigi (1978 – 1994)

Ραγδαιότητα	Ημερομηνία παρατήρησης
5 mm/ 2h	19 Ιανουαρίου 1992
25 mm/ 30'	19 Ιανουαρίου 1992
25 mm/ 1h 30'	19 Ιανουαρίου 1992
32 mm/ 30'	31 Ιουλίου 1992
56 mm/ 6h 30'	6 Ιουνίου 1986
72.5 mm/ 24h	24 – 25 Νοεμβρίου 1985
34 mm/ 2h	5 Ιουνίου 1985
38 mm/ 2h	11 Μαΐου 1985
34 mm/ 1h	1 Ιουλίου 1985
35 mm/ 2h	3 Ιουλίου 1985
38 mm/ 2h	11 Ιουλίου 1985
42 mm/ 2h	27 Ιουλίου 1982
53 mm/ 1h 30'	30 Μαΐου 1982

Ο Κωτούλας (1986) αναφέρει, ότι το ετήσιο ύψος βροχής σε μια λεκάνη απορροής αυξάνει με την αύξηση του υπερθαλάσσιου ύψους του σταθμού. Στον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι τα περισσότερα mm βροχής δέχεται η ορεινή περιοχή του Λαϊλιά λόγω του μεγαλύτερου υψόμετρου. Στο σχήμα 2 παρατηρείται ότι σε ποσοστό περίπου 80% της συνολικής μεταβολής του ετήσιου ύψους βροχής και σε ποσοστό περίπου 95% της μέσης θερμοκρασίας οφείλεται στην μεταβολή του υπερθαλάσσιου ύψους.



Σχήμα 2. Σχέση βροχοβαθμίδας – Θερμοβαθμίδας στην περιοχή έρευνας

Figure 2. The relationship between mean annual rainfall – altitude and mean temperature – altitude at the study area

Μέθοδος έρευνας

Το υδατικό ισοζύγιο διερευνήθηκε με το μοντέλο του Thornthwaite και Mather (1957) και ο έλεγχος αξιοπιστίας του μοντέλου βασίστηκε στη σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα δεδομένα, της ίδιας περιόδου (2004 – 2010), του υδροηλεκτρικού σταθμού της περιοχής.

Για την εφαρμογή του μοντέλου Thornthwaite θα πρέπει να είναι γνωστά για κάθε μήνα η βροχόπτωση, η δυνητική εξατμισοδιαπνοή PE και η αρχική τιμή της αποθηκευμένης εδαφικής υγρασίας στο έδαφος (ST).

Σύμφωνα με το απλό μοντέλο υδατικού ισοζυγίου του Thornthwaite (Σχήμα 3), η λεκάνη απορροής προσομοιώνεται με μία απλή δεξαμενή, της οποίας η χωρητικότητα είναι ίση προς K. Το νερό που αποθηκεύεται στη δεξαμενή συμβολίζει την εδαφική υγρασία και συμβολίζεται με S. Η μαθηματική εξίσωση που εκφράζει το μηνιαίο μοντέλο είναι:

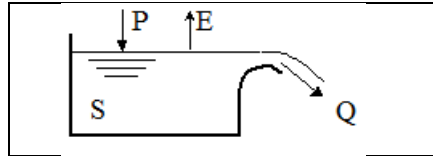
$$\Delta S = P - E - Q \quad (1)$$

όπου:

P = η μέση ετήσια βροχόπτωση (είσοδος της δεξαμενής) (mm)

E = η μέση ετήσια εξατμισοδιαπνοή (έξοδος) (mm)

Q = η επιφανειακή απορροή που αποτελεί την ποσότητα που υπερχειλίζει. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, πραγματοποιείται επιφανειακή απορροή Q μόνο όταν γεμίσει η δεξαμενή, δηλ. όταν κορεσθεί το έδαφος από υγρασία (mm)



Σχήμα 3. Μοντέλο υδατικού ισοζυγίου του Thornthwaite ((Πηγή: Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 2016)

Figure 3. Thornthwaite water balance model ((Πηγή: Koutsogiannis & Xanthopoulos, 2016)

1η Περίπτωση: Όταν η βροχόπτωση είναι μεγαλύτερη της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής ($P > PE$)

Το έδαφος υγραίνεται, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ταυτίζεται με τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή ($AE = PE$), το περίσσειμα της υγρασίας ($P - PE$) αποθηκεύεται στο έδαφος, εφόσον δεν έχει κορεστεί το έδαφος, ενώ αν έχει κορεστεί το περίσσειμα της υγρασίας απορρέει επιφανειακά.

Άρα για $P > PE$ ισχύει:

$$ST_n = \min(ST_{n-1} + P_n - PE_n, FC) \quad (2)$$

$$Q_n = \min(ST_{n-1} + P_n - PE_n, FC, 0) \quad (3)$$

όπου:

P_n = μέσα μηνιαία κατακρημνίσματα (mm)

PE_n = μέση μηνιαία δυναμική εξατμισοδιαπνοή (mm)

ST_n = αποθηκευμένο νερό στο έδαφος (mm)

Q_n = επιφανειακή απορροή (mm)

2η Περίπτωση: Όταν η βροχόπτωση είναι μικρότερη της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής ($P < PE$)

Το έδαφος ξηραίνεται, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι μικρότερη από τη δυναμική ($AE < PE$), αφού όλη η ποσότητα της βροχόπτωσης εξατμίζεται, ενώ εξατμίζεται επίσης αν υπάρχει και ένα μέρος από την αποθηκευμένη υγρασία.

Άρα για $P < PE$ ισχύει:

$$ST_n = ST_{n-1} \times \exp\left(\frac{P_n - PE_n}{FC}\right) \quad (4)$$

$$Q_n = 0 \quad (5)$$

$$AE = (ST_{n-1} - ST_n) + P_n - Q_n \quad (6)$$

όπου:

AE = πραγματική εξατμισοδιαπνοή

Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε με τη μέθοδο Thornthwaite:

$$PE = 16\left(\frac{10_m}{J}\right)^a \times Ld \quad (7)$$

$$\alpha = 0,0016J + 0,5 \quad (8)$$

$$J = \sum_{n=1}^{12} \left(\frac{t_n}{5}\right)^a \quad (9)$$

όπου:

PE = μέση μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm)

t_n = μέση μηνιαία θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$), n = ο αριθμός των μηνών

J = ετήσιος δείκτης θερμότητας

Ld = διορθωτικός συντελεστής που υπολογίζεται από μετεωρολογικούς πίνακες συναρτήσει του μήνα και του γεωγραφικού πλάτους

α = εμπειρική παράμετρος

n = ελάχιστος δείκτης της αθροιστικής σειράς (μήνας)

Τροποποιημένο μοντέλο υδατικού ισοζυγίου Thornthwaite, το οποίο λαμβάνει υπόψη και της χιονοπτώσεις (Dingman 2002)

Η μέση μηνιαία βροχόπτωση διαιρείται σε ένα τμήμα (RAIN_m) και ένα τμήμα χιονιού (SNOW_m) με βάση ένα παράγοντα λιωσίματος F_m , ο οποίος σχετίζεται με τη μέση μηνιαία θερμοκρασία T_a .

Στο τροποποιημένο μοντέλο εφαρμόζονται οι παρακάτω σχέσεις (Μυρωνίδης 2020):

$$T_a \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}: F_m = 0 \quad (10)$$

$$0 \text{ }^{\circ}\text{C} < T_a < 6 \text{ }^{\circ}\text{C}: F_m = 0,167 \times T_a \quad (11)$$

$$T_a \geq 6 \text{ }^{\circ}\text{C}: F_m = 1 \quad (12)$$

Συνεπώς:

$$\text{RAIN}_m = F_m \times P_m \quad (13)$$

$$\text{SNOW}_m = (1 - F_m) \times P_m \quad (14)$$

Η μηνιαία ποσότητα του χιονιού που λιώνει (MELT_m) δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{MELT}_m = F_m \times (\text{SNOW}_m + \text{RAIN}_m) \quad (15)$$

Ενώ η συγκέντρωση χιονιού (PACK_m) δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{PACK}_m = (1 - F_m)^2 \times P_m + (1 - F_m) \times \text{PACK}_{m-1} \quad (16)$$

Η μηνιαία ποσότητα νερού (W_m) από νερό και χιόνι για κάθε μήνα και δίνεται από την εξίσωση:

$$W_m = (\text{RAIN}_m + \text{MELT}_m) \quad (17)$$

Απορροϊκός συντελεστής CN (*curve number*):

Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν ταυτόχρονες μετρήσεις βροχής - απορροής για τον υπολογισμό της διηθητικότητας, η εκτίμηση της απορροϊκής βροχής γίνεται με τη μέθοδο του απορροϊκού συντελεστή CN της SCS, η οποία αναπτύχθηκε από την Soil Conservation Service (1972). Ο συντελεστής αυτός επηρεάζεται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και τις χρήσεις γης που επικρατούν στη λεκάνη απορροής (Παπαμιχαήλ 2004). Η μέγιστη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας του εδάφους S σε mm, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (18)$$

Αποτελέσματα

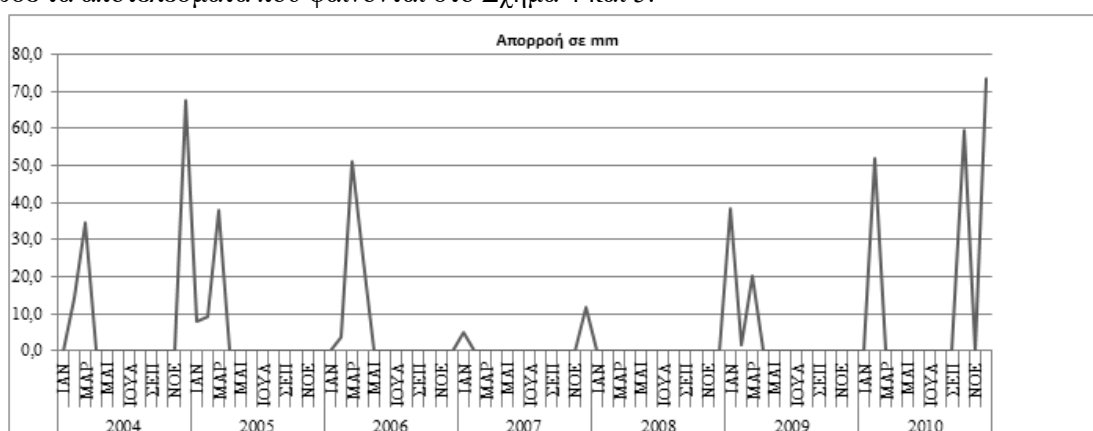
Στον πίνακα 2 δίνονται οι θέσεις και το υψόμετρο των μετεωρολογικών σταθμών (Μ.Σ.) και οι μέσες ετήσιες τιμές των βροχοπτώσεων ανά μετεωρολογικό σταθμό. Για την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν βροχομετρικά δεδομένα από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό στην λεκάνη απορροής του χειμάρρου Οινούσας (Σχήμα 1).

Πίνακας 2. Υψόμετρα και μέση ετήσια βροχόπτωση – μέση ετήσια θερμοκρασία των Μ.Σ. στην ευρύτερη περιοχή έρευνας
Table 2. Altitudes and mean annual rainfall - mean annual temperature of M. S. in the research area

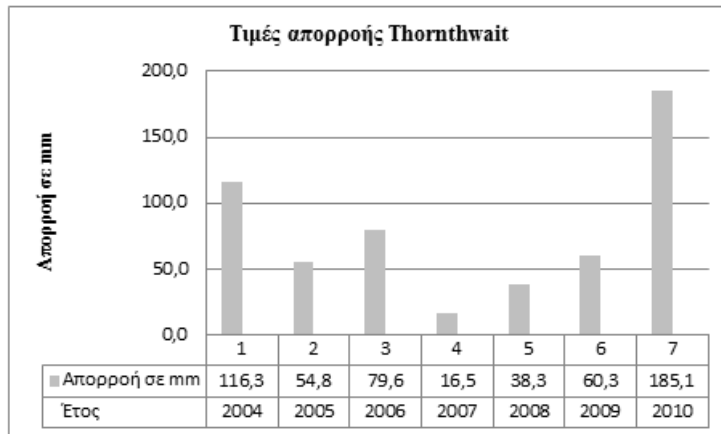
Μετεωρολογικός σταθμός	Φορέας	Υψόμετρο (m)	Μέση ετήσια βροχόπτωση (mm/ έτος)	Μέση ετήσια Θερμοκρασία (°C/ έτος)	Περίοδος παρατηρήσεων
Σερρών	Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία	32	502,40	16,5	1971 - 2017
Λαΐλια	Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών	1515	697,26	7,7	2011 - 2017
Χρυσοπηγής	Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών	605	621,33	13,0	1978 - 2012
Νευροκοπίου	Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών	585	659,48	11,4	2007 - 2019

Με βάση τον υδρολογικό τύπο των εδαφών - πετρωμάτων και τις χρήσεις γης της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Οινούσας, εκτιμήθηκε ο απορροϊκός συντελεστής (CN=72) και η μέγιστη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας του εδάφους (S=99mm)

Με βάση το γεωγραφικό πλάτος Φ του Φύλλου Χάρτη Γ.Υ.Σ. Σερρών, την μέγιστη εδαφική υγρασία που υπολογίστηκε S = 99mm και τις μηνιαίες θερμοκρασίες - βροχόπτωσης του Μ.Σ. Χρυσοπηγής του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών, χρονικής περιόδου 2004 – 2010, το μοντέλο Thornthwaite and Mather, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στο Σχήμα 4 και 5.

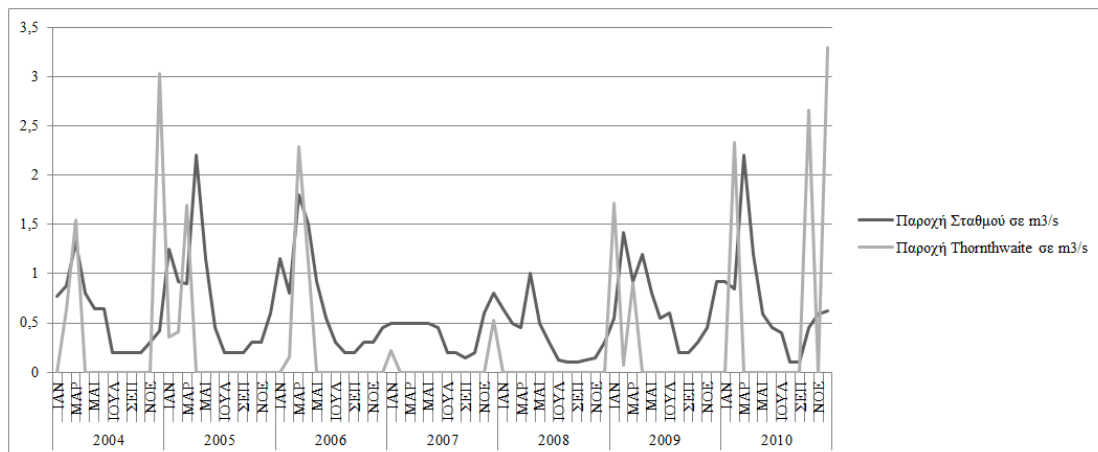


Σχήμα 4. Μηνιαίες τιμές απορροής για τα έτη 2004 - 2010 του Thornthwaite
Figure 4. Monthly runoff values for the years 2004 – 2010 of Thornthwaite

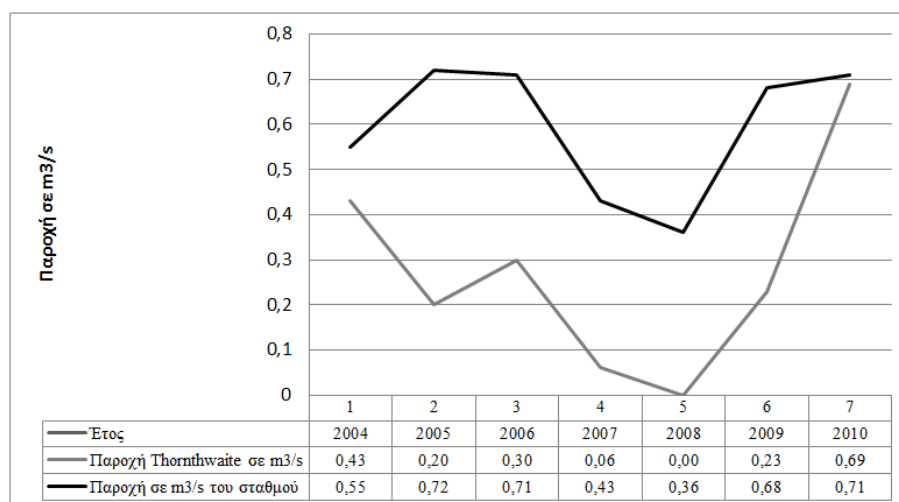


Σχήμα 5. Ετήσιες τιμές απορροής για τα έτη 2004 – 2010 του Thornthwaite
Figure 5. Annual runoff values for the years 2004 – 2010 of Thornthwaite

Τα παραπάνω αποτελέσματα των μηνιαίων και μέσων ετήσιων τιμών του μοντέλου Thornthwaite για τα έτη 2004 - 2010 συγκρίθηκαν με τα δεδομένα του υδροηλεκτρικού σταθμού της Οινούσας. Ως περίοδος σύγκρισης στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η περίοδος 2004 - 2010, για την οποία υπάρχουν δεδομένα του υδροηλεκτρικού σταθμού. Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων παρατίθεται στα παρακάτω Σχήματα 6 και 7:



Σχήμα 6. Σύγκριση προσομοιωμένων και παρατηρημένων αποκρίσεων
Figure 6. Comparison of simulated and observed responses



Σχήμα 7. Μέσες ετήσιες τιμές απορροής για τα έτη 2004 - 2010 του Thornthwaite και του υδροηλεκτρικού σταθμού
Figure 7. Average annual runoff values for the years 2004 - 2010 of Thornthwaite and the hydroelectric power station

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Από την εφαρμογή του μοντέλου προέκυψε ότι η συνολική παροχή του μοντέλου Thornthwaite εμφανίζει σημαντικές αποκλίσεις από τις καταγεγραμμένες μετρήσεις παροχής περιόδου 2004 - 2010 του υδροηλεκτρικού σταθμού Οινούσας.

Θα ήταν επιθυμητό να υπάρχει ταύτιση, και αυτό θα σήμαινε ότι το μοντέλο αντιπροσωπεύει πολύ καλά την πραγματικότητα για τη συγκεκριμένη λεκάνη απορροής του χειμάρρου Οινούσας. Παρατηρούμε, ότι κατά τους χειμερινούς μήνες Δεκέμβριο μέχρι και τον Φεβρουάριο η εκτιμημένη απορροή πλησιάζει αρκετά την πραγματική, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες η εκτιμημένη απορροή σχεδόν μηδενίζεται, χωρίς να συμβαίνει το ίδιο με την πραγματική (μετρημένη) απορροή.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις δείχνουν ότι το μοντέλο δεν αποδίδει καλά την πραγματικότητα της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Οινούσας. Αυτό οφείλεται στο ότι, η λεκάνη εκτείνεται σε μεγάλα υψόμετρα (μέσο υψόμετρο 1085,8 m) και κατά συνέπεια ένα μεγάλο μέρος των κατακρημνισμάτων που δέχεται κατά τους χειμερινούς μήνες να είναι σε μορφή χιονιού, για τα οποία δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα.

Θα πρέπει να επισημανθεί, πως η συνεχής και συστηματική παρακολούθηση, καθώς και η ορθή καταχώριση των μετεωρολογικών δεδομένων διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην μοντελοποίηση και κατ' επέκταση στην εξαγωγή ορθών συμπερασμάτων. Προτείνεται λοιπόν η μελέτη ορεινών λεκανών απορροής και σε άλλες περιοχές της χώρας, καθώς η μεταβλητότητα των χιονοπτώσεων αποτελεί σημαντική παράμετρο στην διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου και ένα χρήσιμο εργαλείο για την ορθολογική αξιοποίηση των υδατικών πόρων.

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the water balance of a mountain catchment area of the Regional Unit of Serres by applying the Thornthwaite and Mather water balance model. The data of the Chrysopigi's Meteorological Station, as the closest to the research area, were used to determine the monthly values of rainfall and temperature. The analysis of the torrent environment determined by the combined action of four basic factors of torrentiality (relief, climate, vegetation and geological substrate) was done using Geographic Information Systems (GIS). From the application of the model, it emerged that the total supply of the Thornthwaite model shows significant deviations from the recorded supply measurements of the same period, of the hydroelectric station of the area.

Βιβλιογραφία

Ε.Κ.ΧΑ. Α.Ε., 2012. Εθνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση Α.Ε. Copyright © 2012, National Cadastre & Mapping Agency S.A.

Κουτσογιάννης, Δ., και Ξανθόπουλος, Θ., 2016. Τεχνική υδρολογία. Έκδοση 4, Ε.Μ.Π. Αθήνα, 417 σελ.

Κωτούλας, Δ., 1986. Μαθήματα Γενικής Υδρολογίας και Υδραυλικής, Θεσσαλονίκη

Κωτούλας, Δ., 2001. Υδρολογία και υδραυλική φυσικού περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη, 8-11, 35-36, 90-92, 208-209

Μήτρακα, Μ., 2001. Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Μυρωνίδης, Δ., 2020. Υδρολογία και Υδραυλική. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 420 σελ.

Παπαμιχαήλ, Δ., 2004. Τεχνική υδρολογία επιφανειακών υδάτων. Θεσσαλονίκη. σελ. 181-189, 192-193, 285-287, 287-293

Σαπουντζής, Μ., 2000. Η χειμαρρικότητα των περιοχών Σιδηροκάστρου και Σερρών και η αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των εφαρμοσθέντων συστημάτων διευθέτησης. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος

Στεφανίδης Σ., Στάθης, Δ. και Χατζηχριστάκη, Χ., 2017. Το υδατικό ισοζύγιο των ορεινών λεκανών απορροής της κεντρικής Πίνδου. 18ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο & International Workshop, Έδεσσα 8-11/10/2017

Calvo, J.,C., 2009. An evaluation of Thornthwaite's water balance technique in predicting stream runoff in Costa Rica. Hydrol Sci J. 31:1, 51-60,

https:// DOI: 10.1080/02626668609491027

- Dingman, S.L., 2002. *Physical Hydrology*, Prentice-Hall, New Jersey
- Mimikou M. A., 2005. Water Resources in Greece: present and future, *Global NEST Journal*, Vol 7, No 3, pp 313-32
- Myronidis, D. and Emmanouloudis, D., 2009. A water balance model of the Natura 2000 protected area "Nestos delta. *Eng. Sci. Technol.*, 1, 45-48
- Soil Conservation Service (SCS), 1972. *National Engineering Handbook*. Section 4, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Thornthwaite, C.W. and Mather, J.R., 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publications in Climatology*, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology: Centerton, NJ, 10(3): 126

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΡΑΣ ΜΙΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Μαργιώρου, Στέλλα; Σαπουντζής, Μάριος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, 54124 Θεσσαλονίκη, smargiorou@gmail.com

Περίληψη

Η εδαφική διάβρωση αποτελεί περιβαλλοντικό θέμα που απασχολεί ιδιαίτερα τις μεσογειακές περιοχές. Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν καθοριστικά την εμφάνιση διάβρωσης αποτελούν η κατανομή των βροχοπτώσεων και οι δασικές πυρκαγιές. Για τον προσδιορισμό του κινδύνου διάβρωσης έχει αποδειχθεί ότι η σύζευξη των μαθηματικών μοντέλων εκτίμησης εδαφικής απώλειας με προγράμματα GIS επιφέρουν ακριβή αποτελέσματα. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το πρόγραμμα μοντελοποίησης WaTEM-SEDEM για τον προσδιορισμό του κινδύνου διάβρωσης τον πρώτο χρόνο μετά το πέρας μιας πυρκαγιάς.

Λέξεις κλειδιά: Μοντελοποίηση, διάβρωση, εδαφική απώλεια, WaTEM-SEDEM.

Εισαγωγή

Η εδαφική διάβρωση αποτελεί περιβαλλοντικό θέμα που απασχολεί ιδιαίτερα τις μεσογειακές περιοχές. Από κλιματολογικής απόψεως η μη ομοιόμορφη κατανομή των κατακρημνισμάτων συμβάλλει στην εντατικοποίηση της διάβρωσης και κατά επέκταση της υποβάθμισης (Myrtonidis κ.α. 2010). Σημαντικός παράγοντας, σε συνδυασμό με την κατανομή των βροχοπτώσεων, είναι οι πυρκαγιές. Με το πέρας μιας πυρκαγιάς, η οποία μειώνει αισθητά τον βαθμό φυτοκάλυψης, η εμφάνιση βροχόπτωσης υψηλής έντασης, αυξάνει τον κίνδυνο διάβρωσης (Myrtonidis κ.α. 2010, Bajocco κ.α. 2012). Σύμφωνα με έρευνες, τις τελευταίες δεκαετίες, στην περιοχή της Μεσογείου έχει αποδειχθεί ότι οι κύριοι παράγοντες που επιφέρουν μεγάλες αλλαγές στις χρήσεις γης, οι οποίες οδηγούν στην αύξηση της επικινδυνότητας διάβρωσης αποτελούνται από τις δασικές πυρκαγιές, την εγκατάλειψη αγροκτημάτων και βοσκοτόπων, την επέκταση του τουρισμού και την αστικοποίηση καθώς και την αποψίλωση δασών (Koulouri και Giourga 2007, Bajocco κ.α. 2012).

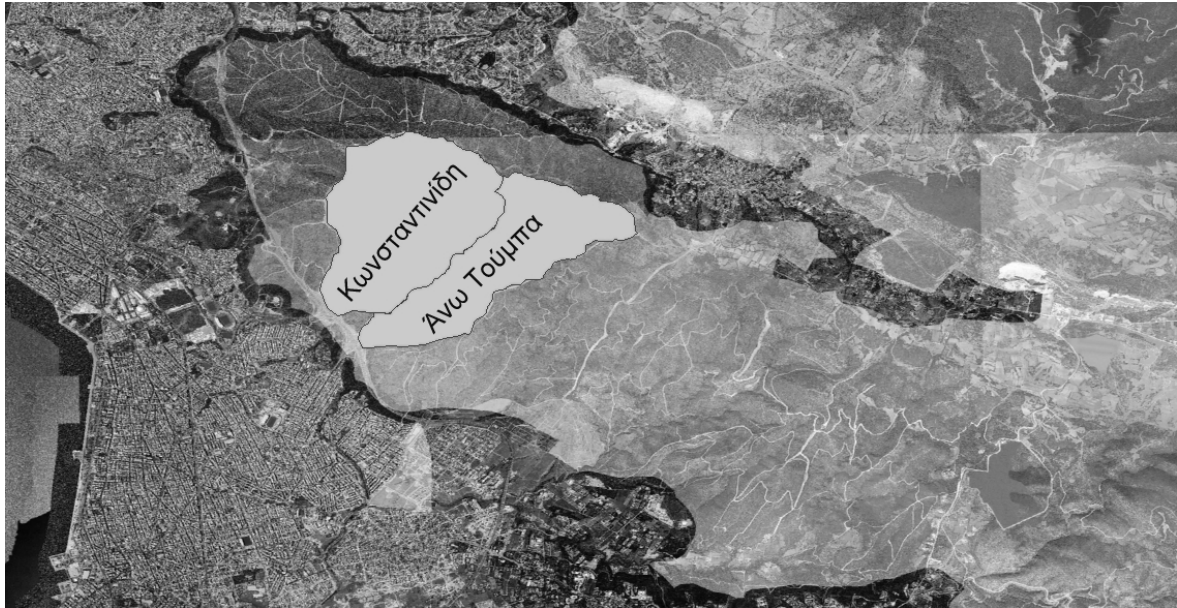
Η ύπαρξη ανάγκης μελέτης της εδαφικής διάβρωσης και υποβάθμισης οδήγησε στη δημιουργία μαθηματικών μοντέλων εκτίμησης της απώλειας. Τα μαθηματικά μοντέλα USLE, RUSLE και MUSLE είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα εκτίμησης εδαφικής απώλειας λόγω των μικρών απαιτήσεων σε δεδομένα για τον υπολογισμό (Renard κ.α. 1997). Τις τελευταίες δεκαετίες με την σύζευξη των μεθόδων εκτίμησης της εδαφικής απώλειας και την εξέλιξη των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών παρατηρούνται αυξημένες δυνατότητες υπολογισμού. Τόσο για την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων, όσο και για την εξέλιξη της προσομοίωσης και της μοντελοποίησης για την εκτίμηση της εδαφικής απώλειας και υποβάθμισης των λεκανών απορροής (Kouli κ.α. 2009).

Η χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) δίνει την δυνατότητα υπολογισμού όχι μόνο της τιμής της διάβρωσης αλλά και την χωρική κατανομή της (Van Oost κ.α. 2000, Van Rompaey κ.α. 2001). Ο συνδυασμός των GIS με μαθηματικά μοντέλα διάβρωσης όπως η USLE και RUSLE έχει αποδειχθεί ως αποτελεσματική μέθοδος εκτίμησης του μεγέθους και της χωρικής κατανομής της διάβρωσης (Kouli κ.α. 2009). Ένα μεγάλο μέρος των αλγορίθμων των προγραμμάτων μοντελοποίησης συσχετίζει την εμφάνιση της διάβρωσης με την μεταφορική ικανότητα των φερτών υλικών (De Vente κ.α. 2013). Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων αλγορίθμων αποτελούν τα προγράμματα μοντελοποίησης InVEST και WaTEM-SEDEM. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το πρόγραμμα μοντελοποίησης WaTEM-SEDEM για τον προσδιορισμό του κινδύνου διάβρωσης τον πρώτο χρόνο μετά το πέρας μιας πυρκαγιάς.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε το περιαστικό δάσος Θεσσαλονίκης (Σείχ Σου) και συγκεκριμένα οι λεκάνες απορροής Κωνσταντινίδη και Άνω Τούμπα. Ο λόγος που οδήγησε στην επιλογή της περιοχής είναι η εκδήλωση της πυρκαγιάς στις 7 Ιουλίου του 1997, η οποία μετέβαλε τα ποσοστά δασοκάλυψης της περιοχής. Η πυρκαγιά της 7 Ιουλίου του 1997 διήρκησε δύο μέρες και έκαψε 1664 ha από την συνολική έκταση 3018,84 ha του περιαστικού δάσους (Stefanidis κ.α. 2002). Η συνολική έκταση των λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης είναι 5,07 km². Σύμφωνα με τα δεδομένα βροχοπτώσεων του μετεωρολογικού σταθμού του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 437,37 mm. Η βλάστηση της περιοχής αποτελείται κυρίως από δάση τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*).



Σχήμα 11. Θέση της περιοχής έρευνας (Πηγή: gis.ktimanet.gr)
Figure 1. Location of the study area

Μεθοδολογία

Ο προσδιορισμός του κινδύνου διάβρωσης επιτεύχθηκε με την χρήση του μοντέλου WaTEM-SEDEM.

Η μέση ετήσια διάβρωση υπολογίζεται μέσω της τροποποιημένης μορφής της RUSLE η οποία προτάθηκε από τους Desmet και Govers (Boix-Fayos κ.α. 2008):

$$E = R \cdot K \cdot LS_{2D} \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Όπου:

E = μέση ετήσια διάβρωση (ή απώλεια) εδάφους (kg m⁻² year⁻¹)

R = συντελεστής βροχοπτώσης (MJ mm m⁻² h⁻¹ year⁻¹)

K = συντελεστής διαβρωτικότητας εδάφους (kg h MJ⁻¹ mm⁻¹)

LS_{2D} = δισδιάστατος συντελεστής ανάγλυφου

C = συντελεστής φυτοκάλυψης

P = συντελεστής χειρισμού και προστασίας του εδάφους

Παράλληλα υπολογίζει την ετήσια μεταφορική ικανότητα T_C (transport capacity) για κάθε pixel (Bezak κ.α. 2015), η οποία αναλογεί στον μέγιστο αριθμό φερτών υλικών που μπορούν να μεταφερθούν από το ένα κελί στο άλλο (Van Oost κ.α. 2000, Van Rompracy κ.α. 2001):

$$T_C = ktc \cdot R \cdot K \cdot (LS - 4.12 \cdot s \cdot 0.8) \quad (2)$$

Όπου:

T_C = μεταφορική ικανότητα (kg m⁻² year⁻¹)

ktc = συντελεστής μεταφορικής ικανότητας (m)

R, K, LS συντελεστές όπως στη RUSLE

s = τοπική κλίση (local slope) ($m m^{-1}$)

Ο συντελεστής διαβρωτικότητας βροχής R αξιολογεί την διαβρωτική ικανότητα της βροχής για μία περιοχή. Ο συντελεστής R εκτιμάται συναρτήσει της κινητικής ενέργεια βροχοπτώσεων, της μέγιστης έντασης βροχής χρονικού διαστήματος 30 min και του ολικού ύψους βροχόπτωσης (Renard κ.α. 1997). Για τον υπολογισμό του συντελεστή διαβρωτικότητας βροχής χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού του Μετεωροσκοπείου του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ο συντελεστής R υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$R = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |\sum_{k=1}^m (E)(I_{30})_k| \quad (3)$$

Όπου:

E = κινητική ενέργεια βροχόπτωσης, I_{30} = η μέγιστη ένταση βροχής σε χρονικό διάστημα 30 min, m = ο αριθμός των βροχοπτώσεων για κάθε έτος, n = ο αριθμός των ετών των παρατηρήσεων για την μέτρηση του μέσου R , R = μέσος ετήσιος συντελεστής διαβρωτικότητας βροχής ($MJ mm ha^{-1} h^{-1} year^{-1}$).

Ο συντελεστής διαβρωσιμότητας εδάφους K επηρεάζεται στενά από την δομή και την μηχανική σύσταση του εδάφους (Renard κ.α. 1997). Οι τιμές του συντελεστή προσδιορίστηκαν με την βοήθεια του νομογραφήματος της Soil Conservation Service (SCS). Για τον σκοπό αυτό κατασκευάστηκε εδαφολογικός χάρτης των λεκανών απορροής με βάση τις πληροφορίες που αντλήθηκαν από προϋπάρχουσες έρευνες (Γκατζογιάννης 2001, Τουρλακίδης κ.ά. 2001, Σαπουντζής κ.ά 2014).

Στο πρόγραμμα μοντελοποίησης WaTEM-SEDEM υπάρχουν ενσωματωμένοι αλγόριθμοι υπολογισμού του συντελεστή ανάγλυφου LS. Στη βιβλιογραφία έχουν αναπτυχθεί διαφορετικές μεθοδολογίες προσδιορισμού του συντελεστή LS βασισμένες στην χρήση προγραμμάτων GIS (Van Remortel κ.α. 2001) Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) της περιοχής έρευνας σε συνδυασμό με τις τιμές ή τον χάρτη Ptef (Parcel Trap Efficiency) συμβάλλουν στον υπολογισμό Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε ο υπολογισμός του συντελεστή ανάγλυφου σύμφωνα με την μέθοδο McCool κ.α. (1987).

Ο συντελεστής κάλυψης γης ή συντελεστής φυτοκάλυψης C , προσδιορίζει την επίδραση των καλλιεργητικών και διαχειριστικών πρακτικών στην διάβρωση και κατ' επέκταση υποβάθμιση μιας περιοχής ή επιφάνειας (Κωτούλας 2001). Για τον προσδιορισμό του συντελεστή φυτοκάλυψης χρησιμοποιήθηκαν οι προτεινόμενες τιμές της E.E. που αναφέρονται σε διαφορετικές τιμές ανά χρήση γης για κάθε χώρα-μέλος (Panagos κ.α. 2015) σε συνδυασμό με τους χάρτες του CORINE για την περιοχή έρευνας.

Αποτελέσματα

Σύμφωνα με την μεθοδολογία προσδιορίστηκε ο συντελεστής R για την χρονική περίοδο 1990-1997 και για το πρώτο έτος μετά το πέρας της πυρκαγιάς (Ιούλιος 1997- Ιούνιος 1998). Οι τιμές του συντελεστή R ανέρχονται σε $274.33 MJ mm ha^{-1} h^{-1} year^{-1}$ και $101 MJ mm ha^{-1} h^{-1} year^{-1}$ αντιστοίχως. Οι τιμές του συντελεστή K κυμαίνονται στα $0.008-0.03 kg h MJ^{-1} mm^{-1}$. Σύμφωνα με τους Panagos κ.α. 2015 οι προτεινόμενες τιμές του συντελεστή C είναι: δασικές εκτάσεις 0.0014 , λιβάδια 0.0522 , μεταβατικές δασικές εκτάσεις 0.026 και καμένες εκτάσεις 0.3 .

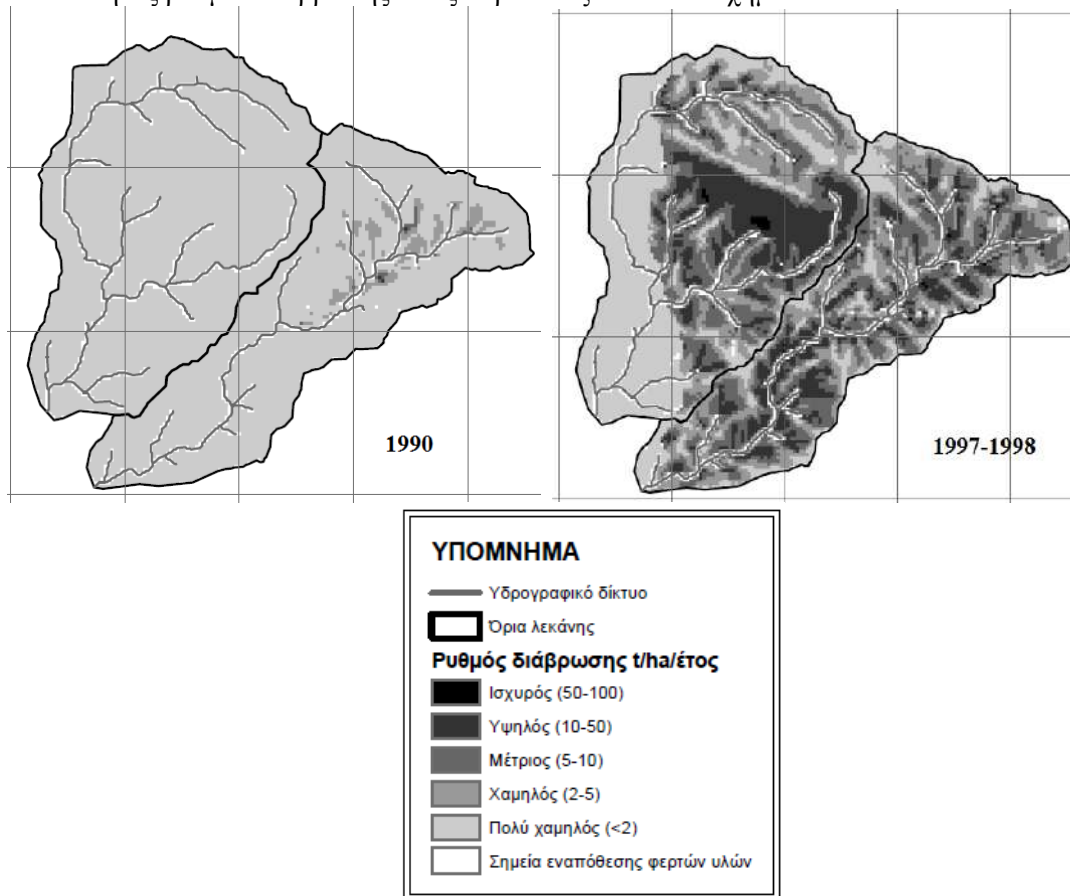
Από την επεξεργασία των χαρτών με τις παραμέτρους από το πρόγραμμα μοντελοποίησης WaTEM-SEDEM έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 1).

Πίνακας 3. Αποτελέσματα προγράμματος WaTEM-SEDEM
Table 1. Results of program WaTEM-SEDEM

	1990 (t)	1997-1998 (t)
Παραγωγή φερτών υλικών	97	2750
Ολική Εξαγωγή φερτών υλικών	97	2661
Εξαγόμενα φερτά υλικά που παράγονται από τα ρέματα	73	1993
Εξαγόμενα φερτά υλικά που παράγονται από τον χώρο της λεκάνης	24	668
Εναπόθεση φερτών υλικών στις λεκάνες απορροής	-	89

Η επεξεργασία των δεδομένων από το πρόγραμμα απέδωσε την χωρική κατανομή της διάβρωσης για τα έτη της μελέτης. Για την επίτευξη του προσδιορισμού του κινδύνου διάβρωσης έχουν δημιουργηθεί κλίμακες διαβάθμισης της επικινδυνότητας του ρυθμού διάβρωσης. Με την χρήση των

κλιμάκων για την δημιουργία χαρτών επιτυγχάνεται η χωρική κατανομή της επικινδυνότητας του ρυθμού διάβρωσης. Με χρήση της κλίμακας του Morgan κ.α. (2005) προέκυψαν οι χάρτες επικινδυνότητας ρυθμού διάβρωσης όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 12. Χάρτες επικινδυνότητας ρυθμού διάβρωσης
Figure 2. Soil erosion maps

Το 1990 παρουσιάζονται μικρές τιμές παραγωγής φερτών υλικών. Οι χαμηλές τιμές αποδίδονται στην ύπαρξη πυκνής δασικής κάλυψης στην περιοχή έρευνας. Εν αντιθέσει το πρώτο έτος μετά το πέρας της πυρκαγιάς, Ιούλιος 1997-1998, παρουσιάζεται ιδιαίτερα μεγάλη αύξηση παραγωγής φερτών υλών λόγω της μείωσης της δασικής κάλυψης κατά 82%. Την περίοδο Ιούλιος 1997-1998 ο συντελεστής διαβρωτικότητας βροχής R έχει πολύ μικρή τιμή ($R=101 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ year}^{-1}$). Η πιθανή ύπαρξη μεγαλύτερης τιμής του συντελεστή θα προσέδιδε ακόμα μεγαλύτερη παραγωγή φερτών υλικών. Αντίστοιχα το 1990 ο συντελεστής διαβρωτικότητας βροχής R είναι ίσος με $274.33 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ year}^{-1}$.

Ο μέσος ετήσιος ρυθμός διάβρωσης τον πρώτο χρόνο μετά το πέρας της πυρκαγιάς, Ιούλιος 1997-1998, ανέρχεται σε $524.8 \text{ t/ km}^2 \text{ year}$. Σε αντίστοιχη έρευνα των Stefanidis κ.α. (2002) για το πρώτο έτος μετά το πέρας της πυρκαγιάς, αναφερόμενοι στο έτος 1998, παρουσιάζεται μέσος ετήσιος ρυθμός διάβρωσης $199.5 \text{ t/ km}^2 \text{ year}$. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα παρουσιάζεται απόκλιση των τιμών η οποία μπορεί να αποδοθεί στην διαφορετική χρονική περίοδο μελέτης. Παράλληλα στην εργασία των Stefanidis κ.α. (2002) έγινε έρευνα για όλη την καμένη έκταση του περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης εν αντιθέσει με την παρούσα εργασία όπου εξετάστηκε ο ρυθμός διάβρωσης για δύο λεκάνες απορροής.

Η παραγωγή φερτών υλικών το 1990 ανέρχεται στους 97 t ενώ το πρώτο έτος μετά το πέρας της πυρκαγιάς η παραγωγή φερτών υλικών ήταν 2750 t. Παράλληλα την περίοδο Ιούλιος 1997-1998 παρουσιάζεται εναπόθεση υλικών εντός των ορίων των λεκανών απορροής. Από την μελέτη του εξαγόμενου χάρτη χωρικής κατανομής της διάβρωσης παρατηρήθηκε ότι οι 89 t εναποτέθηκαν στα όρια της καμένης έκτασης με την άκαυτη όπου η βλάστηση παρέμεινε ανεπηρέαστη. Η ύπαρξη δασικής βλάστησης λειτούργησε προστατευτικά μειώνοντας την παρασυρτική ικανότητα με αποτέλεσμα να παρουσιαστεί μικρό ποσοστό μείωσης της διάβρωσης.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Το πρόγραμμα μοντελοποίησης WaTEM-SEDEM το οποίο βασίζεται στην παγκόσμια εξίσωση εδαφικής απώλειας δίνει γρήγορα αποτελέσματα εκτίμησης της χωρικής κατανομής του ρυθμού διάβρωσης. Βασικό πλεονέκτημά του αποτελεί οι μικρές απαιτήσεις δεδομένων για τον προσδιορισμό της εδαφικής απώλειας.

Από τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης προκύπτει ότι η αναμενόμενη στερεομεταφορά και ο ρυθμός διάβρωσης στις λεκάνες απορροής Κωνσταντινίδη και Άνω Τούμπας υπό συνθήκες πλήρους δασοκάλυψης βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα επικινδυνότητας. Επιπροσθέτως, ο ρυθμός διάβρωσης μετά το πέρας μιας πυρκαγιάς παρουσιάζει μεγάλη αύξηση η οποία μπορεί να οδηγήσει στην υποβάθμιση μιας περιοχής. Για την αποφυγή της υποβάθμισης και την μείωση του ρυθμού διάβρωσης σε μια περιοχή είναι απαραίτητη η γρήγορη λήψη μέτρων και εγκατάσταση φυτοτεχνικών και τεχνικών έργων τον πρώτο χρόνο μετά το πέρας μιας πυρκαγιάς. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση προγραμμάτων μοντελοποίησης, τα οποία επιφέρουν στοιχεία για την ταχεία επιλογή των κατάλληλων θέσεων εγκατάστασης αντιπλημμυρικών και αντιδιαβρωτικών έργων.

Abstract

Soil erosion is an environmental issue that preoccupies the Mediterranean region. Major factors that affect the erosion rate are the rainfall distribution and forest fires. The combination of mathematical models that estimates soil erosion with GIS applications has shown great results for the prediction of soil erosion risk. In this paper we applied the soil erosion model WaTEM-SEDEM to determine the erosion risk the first year after a forest fire.

Βιβλιογραφία

Bajocco, S., De Angelis, A., Perini, L., Ferrara, A., and Salvati, L., 2012. The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterranean case study. *Environ. Manage.* 49(5), 980-989.

Bezak, N., Rusjan, S., Petan, S., Sodnik, J., and Mikoš, M., 2015. Estimation of soil loss by the WATEM/SEDEM model using an automatic parameter estimation procedure. *Environ. Earth Sci.*, 74(6), 5245-5261.

Boix-Fayos, C., de Vente, J., Martínez-Mena, M., Barberá, G. G., and Castillo, V., 2008. The impact of land use change and check-dams on catchment sediment yield. *Hydrological Processes: An International Journal*, 22(25), 4922-4935.

Γκατζογιάννης, Σ., 2001. Ερευνητικό πρόγραμμα «Εγκατάστασης Συστήματος Παρακολούθησης των Εξελίξεων στο Περιαστικό Δάσος Θεσσαλονίκης και Κατάρτιση Μελέτης Επιλογής Δασικών Ειδών για Αναδασώσεις σε Πυρόπληκτες Περιοχές».

Γκατζογιάννης, Σ., 2001. Ερευνητικό πρόγραμμα «Εγκατάστασης Συστήματος Παρακολούθησης των Εξελίξεων στο Περιαστικό Δάσος Θεσσαλονίκης και Κατάρτιση Μελέτης Επιλογής Δασικών Ειδών για Αναδασώσεις σε Πυρόπληκτες Περιοχές».

Κωτούλας, Δ., 2001. Ορεινή Υδρονομική, Τόμος I, Τα ρέοντα ύδατα, ΑΠΘ, Τμήμα Εκδόσεων, Θεσσαλονίκη.

de Vente, J., Poesen, J., Verstraeten, G., Govers, G., Vanmaercke, M., Van Rompaey, A., ... and Boix-Fayos, C., 2013. Predicting soil erosion and sediment yield at regional scales: where do we stand?. *Earth Sci. Rev.* 127, 16-29.

Kouli, M., Soupios, P., and Vallianatos, F., 2009. Soil erosion prediction using the revised universal soil loss equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania, Northwestern Crete, Greece. *Environmental Geology*, 57(3), 483-497.

Koulouri, M., and Giourga, C., 2007. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena*, 69(3), 274-281.

McCool, D. K., Brown, L. C., Foster, G. R., Mutchler, C. K., and Meyer, L. D., 1987. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of the ASAE*, 30(5), 1387-1396.

Κωτούλας, Δ., 2001. Ορεινή Υδρονομική, Τόμος I, Τα ρέοντα ύδατα, ΑΠΘ, Τμήμα Εκδόσεων, Θεσσαλονίκη.

Morgan, R. P. C., Hann, M. J., Shilston, D., Mirskhoulava, T. E., Nadirashvili, V., Gasca, A. H., ... and Sweeney, M., 2005. Use of terrain analysis as a basis for erosion risk assessment along pipeline

rights-of-way: a case study from Georgia. In International conference on: Terrain and geohazard challenges facing onshore oil and gas pipelines: Proceedings of a three day international conference on terrain and geohazard challenges facing onshore oil and gas pipelines, organised by the Institution of Civil Engineers in association with BP Exploration and held at the Institution of Civil Engineers, London, UK, on 2–4 June 2004 (pp. 324-347). Thomas Telford Publishing.

Myronidis, D. I., Emmanouloudis, D. A., Mitsopoulos, I. A., and Riggos, E. E., 2010. Soil erosion potential after fire and rehabilitation treatments in Greece. *Environ. Model. Assess.* 15(4), 239-250.

Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., and Montanarella, L., 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land use policy*, 48, 38-50.

Renard, K. G., Foster, G.R, Weesies, G.A., McCool, D.K. and D.C. Yoder, 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). U.S Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 703, pp. 404.

Σαπουντζής, Μ., Κόνιαρης, Ν., Σχίζας, Α. και Μ. Αδαμίδου, 2014. Ανάλυση των σημαντικότερων επεισοδίων βροχής της περιόδου 1947- 2003 στα υδατορεύματα «Κωνσταντινίδη» και «Άνω Τούμπας» του περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 10ο Διεθνές Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Τόμος 2ος, 267-276.

Stefanidis, P., Sapountzis, M., and Stathis, D., 2002. Sheet erosion after fire at the urban forest of Thessaloniki (Northern Greece), *Silva Balcanica*, 2(1), 65-77.

Τουρλακίδης, Χ., Πινακίδης, Ι. και Αθανασιάδης, Β., 2001. «Ειδική Οριστική Μελέτη Αντιπλημμυρικών Έργων Περιαστικού Δάσους (ΣΕΪΧ ΣΟΥ) Θεσσαλονίκης»

Van Oost, K., Govers, G., and Desmet, P., 2000. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape ecology*, 15(6), 577-589.

Van Remortel, R. D., Hamilton, M. E., and Hickey, R. J., 2001. Estimating the LS factor for RUSLE through iterative slope length processing of digital elevation data within ArcInfo grid. *Cartography*, 30(1), 27-35.

Van Rompaey, A. J., Verstraeten, G., Van Oost, K., Govers, G., and Poesen, J., 2001. Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. *Earth Surf. Process. Landf.* 26(11), 1221-1236.

Θεματική Ενότητα: Υδρολογία-Υδρονομικά και Δασοτεχνικά Έργα

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΔΙΟΥ ΠΙΕΡΙΑΣ

**Παπαθανασίου, Χρυσούλα¹; Χριστοπούλου, Αικατερίνη²;
Καούκης, Κωνσταντίνος²; Ξανθόπουλος, Γαβριήλ²**

¹Κέντρο Μελετών Ασφάλειας, Υπουργείο Προστασίας Πολίτη, Π. Κανελλοπούλου 4, 10177, Αθήνα, c.papathanasiou@kemea-research.gr

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 11528, Αθήνα, gxnrct@fria.gr

Περίληψη

Οι αρχαιολογικοί χώροι που βρίσκονται στο ύπαιθρο είναι συχνά εκτεθειμένοι σε φυσικούς κινδύνους. Ιδιαίτερα σημαντικόι είναι οι κίνδυνοι από πλημμύρες και δασικές πυρκαγιές, που θέτουν σε κίνδυνο τόσο μνημεία όσο και την ασφάλεια των επισκεπτών και του προσωπικού διαχείρισης των χώρων. Μάλιστα, η συνδυαστική δράση των δύο κινδύνων και ειδικότερα η εμφάνιση πλημμύρας μετά από δασική πυρκαγιά εντείνει περαιτέρω τις επιπτώσεις στις πληττόμενες περιοχές. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου «Συνδυασμένη πλατφόρμα εφαρμογών προστασίας και προβολής πολιτιστικών και τουριστικών χώρων – XENIOS» που στοχεύει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των φυσικών κινδύνων σε περιοχές τουριστικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος. Περιοχή μελέτης είναι ο αρχαιολογικός χώρος του Δίου στην Πιερία, στη Βόρεια Ελλάδα, και σκοπός της μελέτης είναι η ανάλυση της πλημμυρικής επικινδυνότητας της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη και ένα επιπλέον σενάριο καταστροφής από πυρκαγιά στη λεκάνη απορροής.

Λέξεις κλειδιά: Επικινδυνότητα πλημμύρας, δασική πυρκαγιά, προσομοίωση πλημμύρας, πλημμύρα μετά από πυρκαγιά, κατάκλυση αρχαιολογικών χώρων.

Εισαγωγή

Τα αρχαιολογικά μνημεία έχουν τεράστια σημασία για τον πολιτισμό και την ιστορία των λαών και διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της πολιτιστικής και φυσικής τους κληρονομιάς. Αποτελούν το συνδετικό κρίκο του παρελθόντος με το παρόν καθώς αποτυπώνουν την ιστορική συνέχεια και διασφαλίζουν τη μεταφορά της στο μέλλον (στο διηνεκές). Πέραν της πολιτιστικής και ιστορικής τους αξίας, η συντήρηση των αρχαιολογικών μνημείων είναι εξίσου σημαντική και για τον τουρισμό και την οικονομία μίας χώρας. Για το λόγο αυτό κρίνεται επιτακτική η ανάγκη προστασία τους.

Ωστόσο, αρκετοί χώροι πολιτιστικού και τουριστικού ενδιαφέροντος με υψηλή πολιτιστική και περιβαλλοντική αξία που βρίσκονται στο ύπαιθρο, είναι εκτεθειμένοι σε δυναμικές φυσικές διεργασίες. Από αυτές, οι πιο σημαντικές είναι οι φυσικές καταστροφές όπως σεισμοί, πλημμύρες, πυρκαγιές και κατολισθήσεις, που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις όχι μόνο στη διατήρησή τους, αλλά και στην ασφάλεια των εργαζομένων και των επισκεπτών των τόπων πολιτιστικής κληρονομιάς.

Οι αρνητικές επιπτώσεις μπορούν να περιοριστούν ή και να προληφθούν με τη δημιουργία συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης. Η ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης για φυσικούς κινδύνους έχουν επανειλημμένα αναφερθεί ως αποτελεσματική μέθοδος που προλαμβάνει την απώλεια ζωής και μειώνει τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις των καταστροφών (Klafft και Meissen 2011). Κατά την τελευταία δεκαετία έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων, όπως για παράδειγμα το σύστημα Infofire (<http://www.infodim.gr/en/products-services.html>), το σύστημα Aratos Disaster Control (<https://aratos.gr/index.php/gr/solutions-2/aratos-disaster-control>), και το σύστημα OFire+ (<https://omikron-sa.gr/en/services/o-fire-plus-plus/>).

Ειδικά για την Ελλάδα, μια χώρα που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τουρισμό, καθώς, εκτός των άλλων, είναι πλούσια σε μνημεία ιδιαίτερης φυσικής και πολιτιστικής αξίας, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη να διασφαλιστεί η προστασία προσωπικού, επισκεπτών αλλά και των ίδιων των πολιτιστικών

χώρων όταν και όπου αυτό καθίσταται δυνατό. Μιας και τα σημαντικότερα μνημεία της Ελλάδας όπως η Ακρόπολη των Αθηνών, το Παλάτι της Κνωσσού, ο αρχαιολογικός χώρος των Δελφών, και πλήθος άλλων, βρίσκονται σε εξωτερικό χώρο, καθίστανται ευάλωτα σε φυσικές καταστροφές όπως σεισμούς, πυρκαγιές και πλημμύρες, φαινόμενα με σημαντική συχνότητα, αλλά και επιπτώσεις στη χώρα μας. Σημαντικό ιστορικό παράδειγμα αποτελεί αυτό της πυρκαγιάς του 2007 που προκάλεσε ζημιές στον αρχαιολογικό χώρο της Ολυμπίας (Xanthopoulos 2008). Χαρακτηριστικό παράδειγμα επίδρασης φυσικών φαινομένων σε αρχαιολογικό χώρο αποτελεί το Δίον Πιερίας στη Μακεδονία, που βρίσκεται στη βάση του Ολύμπου.

Ευρύτερη περιοχή μελέτης και αρχαιολογικός χώρος Δίου

Το Δίον Πιερίας αποτελούσε ένα από τα σημαντικότερα θρησκευτικά κέντρα των αρχαίων Ελλήνων. Χτισμένο στους ανατολικούς πρόποδες του Ολύμπου, βρισκόταν στο δρόμο που οδηγούσε από τη Θεσσαλία προς τη Μακεδονία. Στην αρχαιότητα απείχε μόλις 1,5 km από την ακτή του Θερμαϊκού Κόλπου. Στην ανατολική πλευρά του αρχαιολογικού χώρου βρίσκονται τα ιερά της Ίσιδας και του Υψίστου Διός. Από αυτή την πλευρά διέρχεται ο ποταμός Βαφύρας, ο οποίος στην αρχαιότητα ήταν πλωτός και παρείχε μια διέξοδο προς τη θάλασσα, μέσα από τους εκτεταμένους βάλτους και τις ρηχές λιμνοθάλασσες των εκβολών του.

Λόγω της ιδιαίτερης γεωμορφολογίας, υδρολογίας και υδρολιθολογίας της περιοχής, ο αρχαιολογικός χώρος πλήττεται συχνά από πλημμύρες με σημαντικές επιπτώσεις στην περιοχή. Ειδικότερα, τμήμα του Ιερού της Ίσιδος κατακλύζεται κάθε φορά που σημειώνεται πλημμύρα, ενώ στον ευρύτερο αρχαιολογικό χώρο διακρίνονται ίχνη σημαντικών ιστορικών πλημμυρών (ενδεικτικά αναφέρονται τα ίχνη της πλημμύρας του 2017 που εντοπίστηκαν από την ομάδα μελέτης κατόπιν επίσκεψης στην περιοχή το 2019). Πέραν από την συνεχή παρουσία νερού εντός του ιερού της Ίσιδος, ο χώρος περιμετρικά και εντός των ιερών αρχικά κατακλύζεται με νερό και στη συνέχεια καλύπτεται με λάσπη (ιλύ) και φερτά υλικά. Με την αποχώρηση του νερού, η λάσπη και τα φερτά υλικά επικάθονται στα ιερά. Αυτό, έχει μεγάλο αντίκτυπο τόσο στην καταπόνηση των αρχαιοτήτων όσο και στην επιβάρυνση της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πιερίας σε χρόνο, κόπο και κόστος, για τον καθαρισμό, την επισκευή ζημιών και την ανάταξη χώρου ώστε να γίνει ξανά διαθέσιμος στους επισκέπτες (αναφέρεται ότι για την αποκατάσταση των ζημιών από την πλημμύρα του 2017 δαπανήθηκαν 87.180,01€ σε διάστημα δύο ετών για την καθαρισμό των δύο ιερών Ίσιδος και Υψίστου Διός, με τις αντίστοιχες καθυστερήσεις που συνοδεύουν τέτοια έργα).

Ωστόσο, πέραν των επιπτώσεων των πλημμυρών στον αρχαιολογικό χώρο και τη λειτουργία του, ένα πλημμυρικό γεγονός μπορεί να αποτελέσει πραγματικό κίνδυνο για τους εργαζόμενους και τους επισκέπτες του χώρου. Τεκμήριο στο Δίον αποτελεί η υποχώρηση μεταλλικής γέφυρας που συνδέει τα δύο ιερά κατά τη διάρκεια της πλημμύρας του 2017, λόγω της ταχύτητας με την οποία τα ύδατα εισήλθαν στον αρχαιολογικό χώρο.

Το γεγονός ότι ο επικρατέστερος φυσικός κίνδυνος για την περιοχή μελέτης είναι η πλημμύρα, αποτέλεσε το έναυσμα για την περαιτέρω μελέτη του πλημμυρικού καθεστώτος της ευρύτερης περιοχής του αρχαιολογικού χώρου, η οποία εκπονείται στο πλαίσιο υλοποίησης του ερευνητικού έργου «Συνδυσασμένη πλατφόρμα εφαρμογών προστασίας και προβολής πολιτιστικών και τουριστικών χώρων – XENIOS» (<https://xenios-project.eu/>). Το έργο XENIOS, στοχεύει στην ανάπτυξη υπηρεσιών για την πρόβλεψη ακραίων φυσικών φαινομένων και φυσικών καταστροφών (όπως πυρκαγιά ή πλημμύρα), σε περιοχές ιδιαίτερου τουριστικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος, οι οποίες είναι ευάλωτες σε φυσικούς κινδύνους, συμβάλλοντας έτσι στην αποτελεσματικότερη διαχείριση αυτών των κινδύνων. Μέσω εφαρμογής κινητού τηλεφώνου, η οποία παρέχει έγκαιρη και αξιόπιστη πληροφορία και ενημέρωση στους επισκέπτες, το έργο αποσκοπεί στην ενίσχυση της ασφάλειας και της περιήγησης στους χώρους αυτούς (Psaroudakis κ.α. 2021).

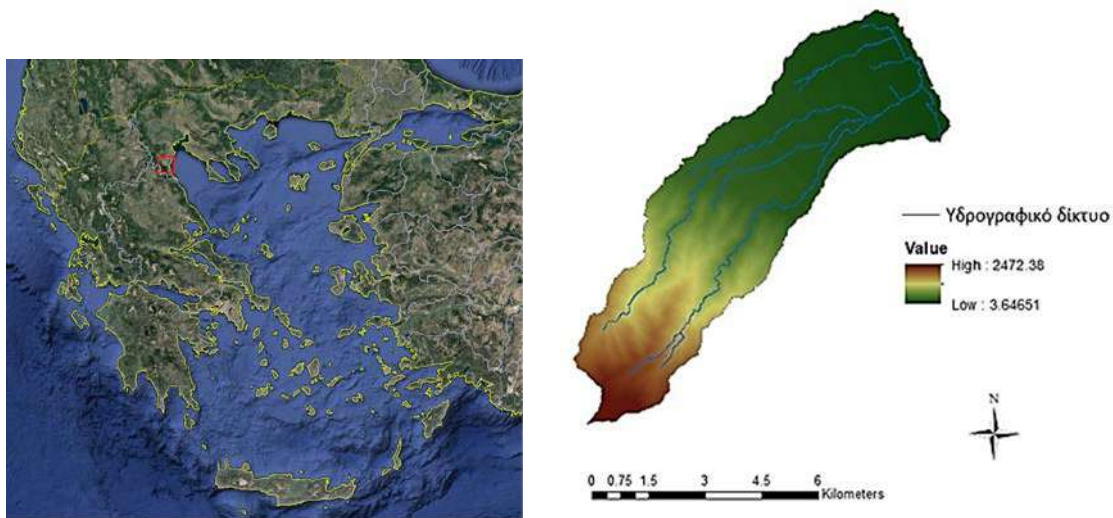
Ένας από τους στόχους της παρούσας μελέτης είναι η αξιοποίηση μετεωρολογικών, γεωλογικών και υδρολογικών στοιχείων για την περιοχή, καθώς και δεδομένων από ιστορικές πλημμύρες, με σκοπό την παραμετροποίηση της λεκάνης απορροής της περιοχής μελέτης και την προσομοίωση των πλημμυρικών συνθηκών. Οι προσομοιώσεις μπορούν αργότερα να αξιοποιηθούν για τον ορισμό οριακών τιμών βροχόπτωσης, που αν ξεπεραστούν ενδέχεται να οδηγήσουν σε πλημμύρα. Στη συνέχεια, οι οριακές τιμές μπορούν να εισαχθούν στην εφαρμογή XENIOS με απώτερο στόχο την έγκαιρη προειδοποίηση διαχειριστών και επισκεπτών της περιοχής ενδιαφέροντος για επερχόμενη πλημμύρα. Δεδομένου ότι οι

πλημμυρικές επιπτώσεις εντείνονται σημαντικά όταν έχει προηγηθεί πυρκαγιά σε δασικές εκτάσεις της λεκάνης απορροής, κυρίως για την πρώτη μεταπυρική περίοδο (Papathanasiou 2015, Papathanasiou 2018), στην παρούσα εργασία το πλημμυρικό καθεστώς της περιοχής διερευνάται και λαμβάνοντας υπόψη δυσμενές σενάριο δασικής πυρκαγιάς στη λεκάνη απορροής και ιδιαίτερα στο ορεινό δασωμένο τμήμα της.

Υλικά και μέθοδοι

Χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας είναι η λεκάνη απορροής που καταλήγει στον αρχαιολογικό χώρο του Δίου, μια περιοχή συνολικής έκτασης 36,50 km² στην ανατολική μεριά του Ολύμπου, που ξεκινάει από ύψος 3,65 m στα κατάντη και φτάνει μέχρι 2.472,00 m ανάντη. Στο ορεινό τμήμα της περιοχής παρατηρούνται ιδιαίτερα αυξημένες κλίσεις, ενώ στο πεδινό τμήμα οι κλίσεις είναι ήπιες έως μηδενικές (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Η περιοχή μελέτης (εντός του κόκκινου πλαισίου) (αριστερά) και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της περιοχής (δεξιά).

Figure 1. The study area (within the red box) (left) and the DEM of the study area (right).

Τη λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης διατρέχουν χείμαρροι, αλλά και ρέματα μόνιμης ροής, όπως περιγράφεται στη συνέχεια. Ο σημαντικότερος χείμαρρος διέρχεται από το ανατολικό άκρο του αρχαιολογικού χώρου του Δίου και ονομάζεται Ουρλιάς. Στον Ουρλιά εκβάλλουν δυο ακόμα χείμαρροι, ο Γαβρόλακκας, ο οποίος κινείται σχεδόν παράλληλα με τον Ουρλιά και βορειότερα αυτού, και ο Αράπλακος, ο οποίος επίσης κινείται παράλληλα με τον Ουρλιά και βρίσκεται βορειότερα του Γαβρόλακκα. Κατάντη της συμβολής των δύο χείμαρρων στον Ουρλιά, εκείνος ενώνεται με τον ποταμό Βαφύρα, στο βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής και στη συνέχεια ο Βαφύρας εισέρχεται εντός του αρχαιολογικού χώρου.

Η περιοχή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς την γεωμορφολογία και την υδρολογία της μιας και ειδικά στο ορεινό τμήμα έχει εντοπιστεί τουλάχιστον ένα σημείο που δρα ως καταβόθρα κατά μήκος του ρέματος Ουρλιά και στην οποία το νερό από το ρέμα χάνεται σε εκείνο το σημείο και εμφανίζεται ξανά στο πεδινό τμήμα και συγκεκριμένα στο ποταμό Βαφύρα, πριν αυτός εισέλθει στον αρχαιολογικό χώρο. Στο σημείο αυτό διευκρινίζεται ότι στην παρούσα υδρολογική μελέτη γίνεται η θεώρηση ότι τα όρια της επιφανειακής λεκάνης απορροής ταυτίζονται με τα όρια της υπόγειας λεκάνης απορροής και ως εκ τούτου το σύνολο της ροής του Ουρλιά, που φαίνεται να εξαφανίζεται σε καταβόθρα, επανέρχεται σε επιφανειακή ροή. Για πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου απαιτείται υδρολιθολογική μελέτη, η οποία αποκλίνει του σκοπού της παρούσας μελέτης.

Ως προς τις χρήσεις γης, στο ορεινό της τμήμα η λεκάνη απορροής καλύπτεται κυρίως από δάσος Λευκόδερμης πεύκης (*Pinus heldreichii*), Μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*) και σε κάποια πιο μικρά τμήματα Οξυάς (*Fagus sylvatica*). Το πεδινό τμήμα της λεκάνης καλύπτεται κυρίως από θαμνώδεις εκτάσεις αιφυλλών πλατυφύλλων καθώς και από λιβαδικές και γεωργικές εκτάσεις.

Η μελέτη των μορφολογικών, φυσιογραφικών και υδρολογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής του Δίου έγινε σε περιβάλλον Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριακών (GIS) μέσω του λογισμικού ArcGIS 10.8.1.

Όπως προκύπτει από σχετικές επιστημονικές μελέτες (Σημαντικά Ιστορικά Συμβάντα Πλημμυρών Οδηγίας 2007/60 (ΕΓΥ 2015), αποδελτιώσεις δημοσιευμάτων σε εφημερίδες, περιοδικά και στον ηλεκτρονικό τύπο, αλλά και αξιολογήσεις αυτοψιών κλιμακίων του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού, η περιοχή πλήττεται συχνά από καταστροφικές πλημμύρες, ενώ η συχνότητα αυτή φαίνεται να αυξάνεται τα τελευταία χρόνια.

Προσομοίωση πλημμυρικών απορροών για τις υπάρχουσες συνθήκες

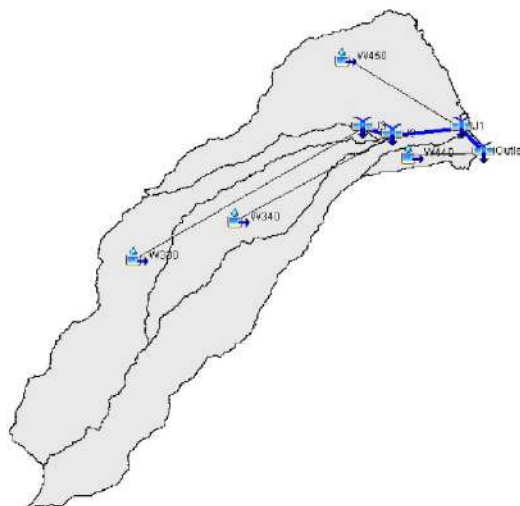
Για την προσομοίωση της υδρολογικής απόκρισης της περιοχής μελέτης εφαρμόστηκε το υδρολογικό μοντέλο HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System) του Τμήματος Μηχανικών του Στρατού των ΗΠΑ (U.S. Army Corps of Engineers) και συγκεκριμένα η έκδοση 4.6 του μοντέλου (HEC 2020). Για την εισαγωγή των υδρολογικών παραμέτρων της περιοχής μελέτης στο HEC-HMS έγινε προεργασία των στοιχείων με χρήση της επέκτασης HEC-GeoHMS σε περιβάλλον GIS (ArcMap 10.8.1).

Για την υδρολογική ανάλυση, η λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης διακριτοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την επέκταση HEC-GeoHMS σε τέσσερις επιμέρους υπολεκάνες βάσει των υδατορευμάτων που τις διατρέχουν, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Εκκινώντας από την πλέον ανάντη υπολεκάνη και οδεύοντας προς τα κατόντη, συναντώνται με τη σειρά που αναφέρονται: η υπολεκάνη του Αράπλακα, η υπολεκάνη του Γαβρόλακα, η υπολεκάνη του Ουρλιά και η υπολεκάνη του Βαφύρα. Το μοντέλο της λεκάνης απορροής με το υδρογραφικό δίκτυο και τις επιμέρους υπολεκάνες παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των υπολεκανών της της περιοχής μελέτης.

Table 1. Characteristics of the subbasins of the study area.

Υπολεκάνη	Όνομα ρέματος	Μέση κλίση (%)	Έκταση (km ²)	Μήκος κύριου υδατορεύματος (km)
W330	Αράπλακος	32,04	9,85	12,48
W340	Γαβρόλακας	15,33	5,75	6,59
W450	Ουρλιάς	16,65	19,76	15,11
W440	Βαφύρας	2,76	1,14	0,83



Σχήμα 2. Το μοντέλο της λεκάνης απορροής όπως εμφανίζεται στο HEC-HMS.

Figure 2. The basin model as presented in HEC-HMS.

Ως μετεωρολογικά δεδομένα, για την παρούσα εργασία παρήχθησαν καταιγίδες σχεδιασμού για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη για κάθε υπολεκάνη. Για το λόγο αυτό, καταρτίστηκε αρχικά η όμβρια

καμπύλη για την περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τις επικαιροποιημένες οδηγίες που παρέχονται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΕΓΥ 2016).

Ειδικότερα, στις οδηγίες της ΕΓΥ παρατίθεται πίνακας με τις βασικές παραμέτρους της γενικής έκφρασης των ομβρίων καμπυλών για τις θέσεις 54 βροχομετρικών σταθμών του εν λόγω Υδατικού Διαμερίσματος. Από το σύνολο των 54 σταθμών για τους οποίους ήταν διαθέσιμες οι τιμές των παραμέτρων και προκειμένου να εφαρμοστεί η μεθοδολογία στην περιοχή μελέτης, επιλέχθηκε ο σταθμός Βροντούς, ως ο πλησιέστερος βροχομετρικός σταθμός στο κέντρο βάρους της λεκάνης απορροής και αντιπροσωπευτικότερος αυτής. Οι τιμές των παραμέτρων κ , λ' , ψ' , θ και η , των ομβρίων καμπυλών για το σταθμό Βροντούς, χρησιμοποιήθηκε για την κατάρτιση της όμβριας καμπύλης της περιοχής, η οποία δίνεται από την Εξίσωση 1:

$$i = \frac{819.2*(T^{0.126}-0.760)}{(1+\frac{d}{0.076})^{0.686}} \quad (\text{Εξ.1})$$

Η εξίσωση της όμβριας εφαρμόστηκε για 10λεπτο βήμα και 24ωρη διάρκεια βροχόπτωσης, εκτιμήθηκε η χρονοσειρά αθροιστικών υψών βροχόπτωσης, έγινε απομείωση του σημειακού ύψους βροχόπτωσης με χρήση συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος 2016) και υπολογίστηκαν τα τμηματικά ύψη βροχόπτωσης. Στη συνέχεια επιλέχθηκε η μέθοδος των εναλλασσόμενων τμηματικών υψών βροχόπτωσης (Κουτσογιάννης 2011) και τα τμηματικά ύψη διατάχθηκαν κατάλληλα, έτσι ώστε το μεγαλύτερο ύψος να βρίσκεται στο μέσο της χρονικής διάρκειας της καταιγίδας και εκατέρωθεν αυτού να βρίσκονται σταδιακά τα μικρότερα ύψη. Αυτή η χρονοσειρά είναι και η καταιγίδα σχεδιασμού που εισήχθη στο μοντέλο. Η αιχμή της καταιγίδας σχεδιασμού, η οποία με τη συγκεκριμένη μέθοδο εμφανίζεται στο μέσο της διάρκειας του βροχογραφήματος (εν προκειμένου στις 12 ώρες) είναι για 43,51 mm για την υπολεκάνη W330, 45,17 mm για την υπολεκάνη W340, 41,00 mm για την υπολεκάνη W450 και 48,91 mm για την υπολεκάνη W440.

Για κάθε υπολεκάνη υπολογίστηκαν οι αρχικές απώλειες, η άμεση απορροή και η βασική απορροή, ενώ έγινε και διόδευση του πλημμυρικού κύματος μέσω του υδρογραφικού δικτύου.

Οι υδρολογικές απώλειες, οι οποίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη διήθηση, τις υπόγειες απώλειες, την κατακράτηση κτλ, υπολογίστηκαν βάσει της Μεθόδου Απωλειών Αριθμού Καμπύλης της Υπηρεσίας Soil Conservation Service των ΗΠΑ (SCS Curve Number Loss) (USDA-SCS 1985, USDA-NRCS 2004). Ο αριθμός καμπύλης (Curve Number (CN)) εκτιμήθηκε από τους σχετικούς πίνακες της μεθόδου για υδρολογικό τύπο εδάφους Β και μέτρια υδρολογική κατάσταση, όπως προκύπτει από συναξιολόγηση του Χάρτη Βλάστησης της Γενικής Διεύθυνσης Δασών και Περιβάλλοντος και του υδρολιθολογικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής (όπως καταρτίστηκε στο πλαίσιο εκπόνησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας για το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας). Οι αρχικές απώλειες υπολογίστηκαν αυτόματα από το μοντέλο ως $I_a=0,2*S$, όπου S η μέγιστη δυνατή κατακράτηση που υπολογίζεται κατευθείαν από την τιμή του CN, ενώ το ποσοστό αδιαπέρατης επιφάνειας εντός της κάθε υπολεκάνης στον υπολογισμό του CN ελήφθη ίσο με το μηδέν, δεδομένου ότι η ποσόστωση σε αδιαπέρατα εδάφη συναξιολογήθηκε για τον υπολογισμό του CN. Για τον υπολογισμό της άμεσης επιφανειακής απορροής, χρειάζεται να οριστεί στο μοντέλο ο τρόπος μετασχηματισμού της βροχόπτωσης σε απορροή. Εν προκειμένω, επιλέχθηκε για το σκοπό αυτό να καταρτιστούν Μοναδιαία Υδρογραφήματα για κάθε υπολεκάνη της περιοχής μελέτης. Εφαρμόστηκε η Μέθοδος του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας (IH 1984) και καταρτίστηκαν τριγωνικά μοναδιαία υδρογραφήματα διάρκειας 1 ώρας για κάθε υπολεκάνη. Ακολούθησε προσαρμογή των μοναδιαίων υδρογραφήματων 1 ώρας σε μοναδιαία υδρογραφήματα 10 λεπτών, λαμβάνοντας υπόψη τη μικρή έκταση των υπολεκανών και οι χρονοσειρές των μοναδιαίων υδρογραφήματων εισήχθησαν στο μοντέλο.

Για τη βασική απορροή και ελλείπει σχετικών μετρήσεων επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου εκτίμησης της καμπύλης καθόδου της βασικής απορροής για κάθε υπολεκάνη, η οποία ενδείκνυται για υδρολογικές προσομοιώσεις σε επίπεδο επεισοδίου, όπως στην παρούσα μελέτη (και όχι για συνεχείς υδρολογικές προσομοιώσεις).

Σε ό,τι αφορά τη διόδευση του πλημμυρικού κύματος μέσω του υδρογραφικού δικτύου επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου Muskingum, βάσει του χρόνου κίνησης σε κάθε μελετώμενο τμήμα υδατορεύματος, των σταθμισμένων συντελεστών που εξαρτώνται από το σχήμα του προς διόδευση όγκου αποθήκευσης και το πλήθος των επιμέρους τμημάτων κάθε μελετώμενου τμήματος υδατορεύματος.

Για κάθε επεισόδιο, η διάρκεια προσομοίωσης επιλέχθηκε κατάλληλα, προκειμένου να παρέχεται ικανός χρόνος για την ολοκλήρωση της πλημμυρικής απορροής (επαναφορά της ροής στη βασική απορροή).

Κατόπιν εισαγωγής των παραπάνω στοιχείων στο HEC-HMS, το μοντέλο εφαρμόστηκε και ελήφθησαν οι χρονοσειρές απορροής στα σημεία ελέγχου της περιοχής μελέτης (στις εξόδους δηλαδή των επιμέρους υπολεκανών).

Προσομοίωση πλημμυρικών απορροών λαμβάνοντας υπόψη σενάριο δασικής πυρκαγιάς στην περιοχή

Στην εργασία αυτή ελήφθη υπόψη και σενάριο δασικής πυρκαγιάς στην περιοχή. Συγκεκριμένα, εξετάστηκε το δυσμενέστερο σενάριο εξάπλωσης δασικής πυρκαγιάς μεγάλης έντασης στην περιοχή. Λόγω της σφοδρότητας της πυρκαγιάς και ιδιαίτερα κατά την πρώτη μεταπυρική περίοδο, η καταστροφή των δασικών εκτάσεων συνδέεται άρρηκτα με μειωμένη διήθηση του νερού στο έδαφος λόγω δημιουργίας υδρόφοβου στρώματος, αυξημένες απορροές και παροχές αιχμής και μειωμένο χρόνο ανόδου των πλημμυρογραφημάτων (Parathanasiou κ.α. 2015, Parathanasiou κ.α. 2012, Mitsopoulos κ.α. 2015). Στην περιοχή μελέτης θεωρήθηκε ότι η πυρκαγιά έπληξε με μεγάλη σφοδρότητα τα δάση κωνοφόρων και τους θαμνώνες.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν εκ νέου οι τιμές των υδρολογικών παραμέτρων που επηρεάζονται όταν έχει προηγηθεί πυρκαγιά. Ειδικότερα, εκτιμήθηκαν νέες τιμές για τις υδρολογικές απώλειες (και συγκεκριμένα για τον Αριθμό Καμπύλης), ενώ αναθεωρήθηκαν και οι τιμές των παραμέτρων της διόδευσης (και συγκεκριμένα της παραμέτρου Muskingum K). Για την εκτίμηση των Αριθμών Καμπύλης μετά την πυρκαγιά χρησιμοποιήθηκε η σχέση των Higginson και Jarnecke (2007), όπου για τις εν λόγω συνθήκες, στις καμένες εκτάσεις ο Αριθμός Καμπύλης αυξήθηκε κατά 15 μονάδες. Αντίστοιχα θεωρήθηκε και μία μικρή μείωση στην παράμετρο Muskingum K, που εκφράζει το λόγο αποθήκευσης προς απορροή για το κανάλι και μπορεί να εκτιμηθεί ως ο μέσος χρόνος διαδρομής της παροχής αιχμής μέσα από το κανάλι (Parathanasiou 2018) και το μοντέλο εφαρμόστηκε πάλι.

Εκτίμηση πλημμυρικών αιχμών με χρήση της Ορθολογικής Μεθόδου

Στη συνέχεια, για λόγους σύγκρισης, υπολογίστηκε η μέγιστη παροχή των υδατορευμάτων για κάθε υπολεκάνη με εφαρμογή της Ορθολογικής Μεθόδου τόσο για τις υπάρχουσες συνθήκες, όσο και για συνθήκες μετά από πρόσφατη πυρκαγιά.

Η Ορθολογική Μέθοδος αποτελεί μια ευρέως εφαρμοζόμενη μέθοδο εκτίμησης της παροχής αιχμής λεκανών απορροής, ενώ η συστηματική εφαρμογή της οφείλεται στη χαμηλή απαίτηση δεδομένων, αλλά και στην αξιοπιστία της για αγροτικές λεκάνες έκτασης μικρότερης από 25 km² (QUDM 2007), όπως είναι οι υπολεκάνες της περιοχής μελέτης. Η Μέθοδος βασίζεται στην παραδοχή ότι για σταθερή ένταση βροχόπτωσης (i) η μέγιστη παροχή προκύπτει από τη συμβολή όλης της λεκάνης στην απορροή. Η μαθηματική έκφραση της Ορθολογικής Μεθόδου για την εκτίμηση της παροχής αιχμής στην έξοδο λεκάνης απορροής είναι η εξής (Εξίσωση 2):

$$Q_{\max}=0.278 \times c \times i \times A \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (\text{Εξ. 2})$$

Όπου:

Q_{\max} : παροχή αιχμής (m³/s)

c: συντελεστής απορροής,

A: η έκταση της λεκάνης απορροής (km²).

i: η ένταση της βροχόπτωσης (mm/h)

Προκειμένου να υπολογιστεί η ένταση βροχόπτωσης για κάθε υπολεκάνη εφαρμόστηκε η όμβρια καμπύλη (Εξ.1) για διάρκεια ίση με τον εκτιμώμενο χρόνο συγκέντρωσης. Ο χρόνος συγκέντρωσης για κάθε υπολεκάνη υπολογίστηκε αρχικά με τη χρήση των σχέσεων Giandotti, Kirpich και Passini (Taghvaye Salimi κ.α. 2017). Λόγω της διαφοράς των τιμών του χρόνου συγκέντρωσης για τις επιλεγμένες μεθόδους και λαμβάνοντας υπόψη την ευρεία εφαρμογή, αλλά και την αντιπροσωπευτικότητα της μεθόδου Giandotti, τελικά χρησιμοποιήθηκε αυτή μόνο η μέθοδος για τον υπολογισμό του χρόνου συγκέντρωσης.

Ο συντελεστής απορροής εκτιμάται ως άθροισμα των επιμέρους συντελεστών C1, C2, C3 και C4, οι οποίοι εξαρτώνται από το ανάγλυφο της επιφάνειας της λεκάνης (C1), τη διηθητικότητα του εδάφους

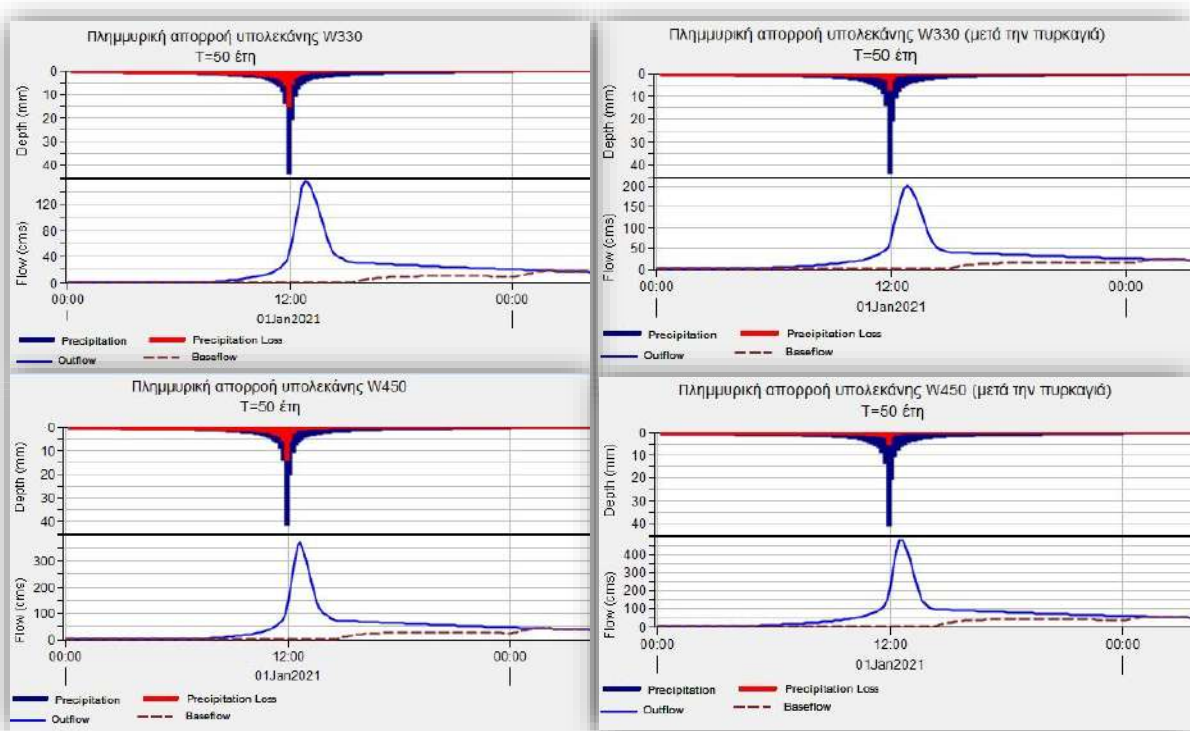
(C2), την έκταση και την πυκνότητα της φυτοκάλυψης (C3) και την κλίση των πρανών και την αποθηκευτική ικανότητα σε χαμηλά σημεία της επιφάνειας της λεκάνης απορροής (C4). Δεδομένου ότι η Ορθολογική Μέθοδος εφαρμόζεται για περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη, γίνεται προσαύξηση του συντελεστή απορροής κατά 20% κατά τα οριζόμενα στις ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ (2002).

Για τις συνθήκες μετά την πυρκαγιά, θεωρήθηκαν μεταβολές στις τιμές των συντελεστών C2 και C3.

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα προσομοίωσης πλημμυρικών απορροών

Κατόπιν εισαγωγής στο μοντέλο HEC-HMS των δεδομένων και των τιμών των παραμέτρων που αναφέρονται στην προηγούμενη ενότητα, το μοντέλο εφαρμόστηκε και παρήχθησαν τα πλημμυρογραφήματα στις εξόδους των επιμέρους υπολεκανών. Στη συνέχεια, εισήχθησαν στο μοντέλο HEC-HMS οι επικαιροποιημένες τιμές των παραμέτρων Αριθμού Καμπύλης και συντελεστή Muskingum K, έτσι όπως εκτιμήθηκαν για συνθήκες μετά την πυρκαγιά και για την πρώτη μεταπυρική περίοδο και παρήχθησαν επικαιροποιημένα πλημμυρογραφήματα στις εξόδους των επιμέρους υπολεκανών. Ενδεικτικά πλημμυρογραφήματα των υπολεκανών W330 και W450 πριν και μετά την πυρκαγιά παρατίθενται στη συνέχεια (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Πλημμυρογραφήματα στις εξόδους των υπολεκανών για τις υπάρχουσες συνθήκες και θεωρώντας σενάριο δασικής πυρκαγιάς.

Figure 3. Flood discharges at the outlets of the subbasins for current conditions and after considering a forest fire scenario.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά των υπολεκανών της της περιοχής μελέτης.
Table 2. Characteristics of the subbasins of the study area.

Υπολεκάνη	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	Ένταση βροχόπτωσης (mm/h)	Έκταση υπολεκάνης (km ²)	Συντελεστής απορροής πριν την πυρκαγιά	Συντελεστής απορροής μετά την πυρκαγιά	Παροχή αιχμής πριν την πυρκαγιά (m ³ /s)	Παροχή αιχμής μετά την πυρκαγιά (m ³ /s)
W330	1,31	97,81	9,85	0,552	0,696	147,89	186,47
W340	1,48	90,57	5,75	0,432	0,528	62,56	76,47
W450	2,19	69,96	19,76	0,816	0,876	313,52	336,58
W440	1,39	94,48	1,14	0,480	0,480	14,39	14,39

Αποτελέσματα εφαρμογής Ορθολογικής Μεθόδου

Στον Πίνακα 2 παρατίθενται τα αποτελέσματα των υπολογισμών του χρόνου συγκέντρωσης (βάσει της σχέσης του Giandotti), της έντασης βροχόπτωσης, του συντελεστή απορροής και εν τέλει της παροχής αιχμής των υπολεκανών της περιοχή μελέτης βάσει της Ορθολογικής Μεθόδου.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Όπως διαπιστώνεται από ιστορικά στοιχεία της περιοχής μελέτης, το Δίον πλήττεται συχνά από σημαντικές πλημμύρες με αποτέλεσμα την κατάκλυση του αρχαιολογικού χώρου που βρίσκεται στο ύπαιθρο. Τα μεγάλα προβλήματα λόγω των πλημμυρών στον αρχαιολογικό χώρο φαίνεται να δημιουργούνται από τον ποταμό Βαφύρα, ο οποίος διέρχεται του χώρου. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο Βαφύρας, πριν την είσοδό του στον αρχαιολογικό χώρο, τροφοδοτείται από τον Ουρλιά, ο οποίος με τη σειρά του τροφοδοτείται και από τους χειμάρρους Αράπλακα και Γαβρόλακα.

Παρά το γεγονός ότι οι χειμάρροι δεν έχουν μόνιμη ροή και μάλιστα τροφοδοτούν καταβόθρες εντός της λεκάνης, όταν υπάρχουν σημαντικά επεισόδια βροχόπτωσης ο αρχαιολογικός χώρος που βρίσκεται κατάντη κατακλύζεται. Σημαντικά επεισόδια βροχόπτωσης καταγράφονται συχνά στην περιοχή και ευνοούνται από τη γεωμορφολογία της. Για πληρέστερη κατανόηση και μελέτη των υδρολογικών διεργασιών απαιτείται υδρολιθολογική μελέτη. Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη και προκειμένου να εκτιμηθεί η υδρολογική απόκριση της λεκάνης απορροής, έγινε η εύλογη θεώρηση ότι οι καταβόθρες επανατροφοδοτούν το σύστημα τάφρων της υπολεκάνης του Ουρλιά και του Βαφύρα. Αναφέρεται επίσης ότι στο πλαίσιο του έργου XENIOS πλησίον του αρχαιολογικού χώρου εγκαταστάθηκε σταθμηγράφος για τη συνεχή παρακολούθηση της στάθμης καθώς και μετεωρολογικός σταθμός για την παρακολούθηση των μετεωρολογικών παραμέτρων που είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμών δυσμενών συνθηκών στο χώρο λόγω πυρκαγιάς ή πλημμύρας.

Όπως διαπιστώνεται τόσο από τα αποτελέσματα της υδρολογικής προσομοίωσης, όσο και από την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου, η λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης, παρά το σχετικά μικρό μέγεθός της συνδέεται με πολύ μεγάλες πλημμυρικές αιχμές. Ιδιαίτερα αυξημένες πλημμυρικές αιχμές εμφανίζονται για την υπολεκάνη του Ουρλιά (W450) τόσο στα αποτελέσματα της προσομοίωσης (για συνθήκες πριν και μετά την πυρκαγιά), όσο και στα αποτελέσματα της ορθολογικής μεθόδου. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι στη συγκεκριμένη υπολεκάνη υπάρχουν πολύ μεγάλες κλίσεις, καθώς το μέγιστο υψόμετρο είναι 2.472,4 m, το ελάχιστο 6,1 m και το μέσο 538,5 m. Λόγω των αυξημένων κλίσεων, η αιχμή του Μοναδιαίου Υδρογραφήματος είναι μεγάλη και κατά συνέπεια οι προσομοιωμένες παροχές είναι μεγάλες. Αντίστοιχα επηρεάζεται και ο συντελεστής απορροής (και ειδικά ο επιμέρους συντελεστής απορροής C1) που χρησιμοποιείται στην Ορθολογική Μέθοδο.

Επίσης, από τη σύγκριση των πλημμυρικών αιχμών από την προσομοίωση με τις πλημμυρικές αιχμές με τη χρήση της Ορθολογικής Μεθόδου, προκύπτει ότι παρόλο που οι σχετικές τιμές δεν έχουν σημαντική απόκλιση μεταξύ τους, οι προσομοιωμένες είναι συστηματικά λίγο μεγαλύτερες από τις τιμές τις ορθολογικής. Οι αποκλίσεις παρατηρούνται για συνθήκες τόσο πριν όσο μετά την πυρκαγιά, ωστόσο είναι πιο μεγάλες για τις μεταπυρικές συνθήκες. Οι μικρές εν γένει αποκλίσεις επαληθεύουν την αξιοπιστία της Ορθολογικής Μεθόδου για γρήγορη εκτίμηση των πλημμυρικών αιχμών. Ωστόσο, το γεγονός ότι η Ορθολογική Μέθοδος υποεκτιμά την παροχή αιχμής, καταδεικνύει την αναγκαιότητα χρήσης υδρολογικού μοντέλου και όχι της Ορθολογικής Μεθόδου, υπέρ της ασφαλείας, όχι μόνο όταν απαιτείται περαιτέρω ανάλυση επικινδυνότητας πλημμύρας, αλλά και όταν διερευνάται η παροχευτική ικανότητα ρεμάτων ή χειμάρρων.

Οι πλημμυρικές απορροές σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ορισμό οριακών τιμών βροχόπτωσης, που αν ξεπεραστούν ενδέχεται να οδηγήσουν σε πλημμύρα και να αξιοποιηθούν περαιτέρω σε σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης πλημμύρας για την περιοχή. Θέσεις ενδιαφέροντος αποτελούν η έξοδος της υπολεκάνης του Ουρλιά (W450), η οποία τροφοδοτεί την κατάντη λεκάνη του Βαφύρα και η έξοδος της υπολεκάνης του Βαφύρα (W440) που περιλαμβάνει τον αρχαιολογικό χώρο που κατακλύζεται. Στην παρούσα μελέτη, η καταιγίδα σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς $T=50$ έτη με διάρκεια 24 ώρες και χρονικό βήμα 10 λεπτά έχει μέγιστη τιμή 41.00 mm (στις 12 ώρες) και η πλημμυρική αιχμή για τις υπάρχουσες συνθήκες είναι 379.00 m³/s στην έξοδο της υπολεκάνης του Ουρλιά και 380.50 m³/s στην έξοδο της υπολεκάνης του Βαφύρα (μειωμένη τιμή λόγω διόδευσης) και για μεταπυρικές συνθήκες είναι 508.90 m³/s στην έξοδο της υπολεκάνης του Ουρλιά και 510.7 m³/s στην έξοδο της υπολεκάνης του Βαφύρα. Για την εκτίμηση των οριακών τιμών βροχόπτωσης τα αποτελέσματα χρειάζεται να συναξιολογηθούν με αποτελέσματα προσομοιώσεων για καταγεγραμμένες βροχοπτώσεις επιλεγμένων ιστορικών πλημμυρών. Ελλείψει ιστορικών καταγραφών πλημμυρικών παροχών ή στάθμεων, στην ανάλυση μπορούν μέσω εμπειρικής μεθόδου να αξιοποιηθούν ίχνη ιστορικών πλημμυρών, φωτογραφικό υλικό και μαρτυρίες επιστημόνων που δραστηριοποιούνται στην περιοχή.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία έγινε στο πλαίσιο του έργου με κωδικό Τ1ΕΔΚ-02219 και τίτλο "Συνδυασμένη πλατφόρμα εφαρμογών προστασίας και προβολής πολιτιστικών και τουριστικών χώρων" και ακρωνύμιο "XENIOS" και χρηματοδοτήθηκε από τη Δράση «ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ» του ΕΣΠΑ 2014-2020. Εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας για τη χρηματοδότηση αυτή. Επίσης, εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας στην Εφορεία Αρχαιοτήτων Πιερίας του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού και ιδιαίτερα στην αρχαιολόγο κα Σοφία Κουλίδου για τη συμβολή της στη συλλογή ιστορικών τεκμηρίων για τις πλημμύρες στον αρχαιολογικό χώρο του Δίου. Επίσης ευχαριστούμε το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης Του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για την παροχή μετεωρολογικών δεδομένων για τις περιόδους των πλημμυρών στο Δίον και το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος» για την παροχή μετεωρολογικών προγνώσεων για την περιοχή.

Abstract

Archaeological sites in open spaces are often exposed to natural hazards. Flood hazard and forest fire danger are particularly important, as they pose threats to the monuments and they compromise the safety of both visitors and site managers. The combined action of both hazards and more specifically the occurrence of a flood in the aftermath of a forest fire further intensify the impacts on the affected areas. This study has been carried out during implementation of the project "Combined platform for applications for the protection and promotion of cultural and tourist sites - XENIOS" which aims at supporting efficient management of natural hazards in areas of touristic and cultural interest. The study area is the archaeological site of Dion in Pieria, in northern Greece, and the purpose of this study is flood hazard assessment in the area, considering also a forest fire scenario in the catchment.

Βιβλιογραφία

ΕΓΥ, 2015. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας, Στάδιο Ι – Α Φάση – Παραδοτέο 2 – Όμβριες καμπύλες. Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ελληνική Δημοκρατία.

ΕΓΥ, 2016. Εφαρμογή Οδηγίας 2007/60/ΕΚ – Κατάρτιση ομβρίων καμπυλών σε επίπεδο χώρας. Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ελληνική Δημοκρατία.

HEC – Hydrologic Engineering Center, 2020. Hydrologic Modeling System HEC-HMS, User's Manual. Version 6.1, U.S. Army Corps of Engineers.

Higginson, B. and Jarnecke, J., 2007. Salt Creek BAER-2007 Burned Area Emergency Response. Hydrology Specialist Report, Unita National Forest, Provo, UT, USA 11p.

IH – Institute of Hydrology, 1984. Flood estimates for Mushwab dam Jeddah. Natural Environment Research Council, Wallingford, UK, 19 p.

Klafft, M. and Meissen, U., 2011. Assessing the Economic Value of Early Warning Systems. Proceedings of the 8th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, 12 May 2011. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1843258>

Κουτσογιάννης, Δ., 2011. Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης. Έκδοση 4, 180 σελ., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, doi:10.13140/RG.2.1.2169.1125.

Κουτσογιάννης, Δ. και Ξανθόπουλος, Θ., 2016. Τεχνική Υδρολογία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων, Έκδοση 4, 431 σελ.

Mitsopoulos, I., Eftychidis, G., Papathanasiou, C., Makropoulos, C. and Mimikou, M., 2015. Post-fire debris flow potential in a fire prone Mediterranean landscape. Proc. 2nd International Conference on Fire Behaviour and Risk, 26-29 May 2015, Alghero, Sardinia, Italy.

ΟΜΟΕ - Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, 2002. Τεύχος 8: Αποχέτευση-Στράγγιση-Υδραυλικά Έργα Οδών. ΥΠΕΧΩΔΕ.

Papathanasiou, C., Makropoulos, C. and Mimikou, M., 2015. Hydrological modelling for flood forecasting: calibrating the post-fire initial conditions. J. Hydrol., Vol. 529, Part 3, pp. 1838-1850, doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.07.038.

Papathanasiou, C., Alonistioti, D., Kasella, A., Makropoulos, C. and Mimikou, M., 2012. The impact of forest fires on the vulnerability of peri-urban catchments to flood events (The case of the Eastern Attica region). Special Issue of the Global NEST Journal on Hydrology and Water Resources, September 2012, Vol. 14, No 3, pp. 294-302.

Papathanasiou, C., 2018. Development of a methodology for the estimation of the dynamic evolution of the flood-related hydrological behavior of periurban catchments under post-fire conditions. Doctoral Thesis, School of Civil Engineers, National Technical University of Athens.

Psaroudakis, C., Xanthopoulos, G., Stavrakoudis, D., Barnias, A., Varela, V., Gkotsis, I., Karvouniari, A., Agorgianitis, S., Chasiotis, I., Vlachogiannis, D., Sfetsos, A., Kaoukis, K., Christopoulou, A., Antakis, P. and Gitas, I. Z., 2021. Development of an Early Warning and Incident Response System for the Protection of Visitors from Natural Hazards in Important Outdoor Sites in Greece. Sustainability, 13(9), 5143.

QUDM - Queensland Urban Drainage Manual, 2007. Natural Resources and Water. Queensland Government, Vol. 1, 2nd Ed., 2007.

Taghvaye Salimi, E., Nohegar, A., Malekian, A., Hoseini, M. and Holisaz, A., 2017. Estimating time of concentration in large watersheds. Paddy Water Environ., Vol. 15, pp. 123-132, doi 10.1007/s10333-016-0534-2.

US Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2004. National Engineering Handbook: Part 630 – Hydrology, Chapter 10: Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall. Originally published in the National Engineering Handbook: Part 4 – Hydrology by the U.S.D.A. Soil Conservation Service, 1965.

US Department of Agriculture, Soil Conservation Service, 1985. National Engineering Handbook, Section 4: Hydrology. Washington, D.C.

Xanthopoulos, G., 2008. The fire of August 26, 2007 that damaged Olympia: What happened and lessons learnt. In Proceedings of the International Workshop on Disaster Risk Management At World Heritage Properties, Greek Ministry of Culture and UNESCO, Olympia, Greece, 6 November 2008. pp. 57-63.

ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΑΣΙΚΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΑΠΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΗ ΣΚΟΠΙΑ

Τασιώνας, Γεώργιος¹; Σιάφαλη, Ευαγγελία²; Κουκούλος, Ιωάννης¹;
Λάζαρης, Δημήτριος¹; Δρόσος, Κ. Βασίλειος¹

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα, 68200, giw_tasi@hotmail.com, thadeos@gmail.com, dlazaris@yahoo.gr, vdrosos@fimenr.duth.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 54132, esiafali@for.auth.gr

Περίληψη

Η διάνοιξη των δασών μέχρι πριν μερικά χρόνια γινόταν με τα μηχανήματα της κάθε εποχής και με καθαρά τεχνικοοικονομικά κριτήρια. Στις μέρες μας δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα εκτός από τον οικονομικοτεχνικό παράγοντα, στη συμβατότητα του έργου με το φυσικό περιβάλλον με μετρούμενα χαρακτηριστικά (κριτήρια) και στη σύνταξη Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) με πιστότητα και αντικειμενικότητα χωρίς γενικούς αφορισμούς. Σκοπός της εργασίας είναι η επισημάνση, αξιολόγηση και αποτίμηση των επιπτώσεων του δασικού δρόμου «Κασσανδρινό - Μόλα Καλύβα» στην Κασσάνδρα του Ν. Χαλκιδικής στο φυσικό περιβάλλον με στόχο τη βελτίωσή του όπου κριθεί αναγκαίο. Η αξιολόγηση βασίστηκε στα κριτήρια έντασης και απορρόφησης των επιπτώσεων. Ο δρόμος που ελέγχθηκε δεν είναι συμβατός με το περιβάλλον. Τέλος προτείνονται μέτρα για τη βελτίωση του δρόμου και για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος στην περιοχή.

Λέξεις κλειδιά: Απορρόφηση, βελτίωση, ένταση, επίπτωση, ανθρώπινη δραστηριότητα.

Εισαγωγή

Η ορθολογική ανάπτυξη και αξιοποίηση των δασών, δεν επιτυγχάνεται μόνο για την αύξηση της παραγωγής αλλά και με τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για τη διακίνηση, με ταχύτητα και την όσο το δυνατόν μικρότερη δαπάνη των προϊόντων του δάσους, στους τόπους επεξεργασίας ή κατανάλωσής τους.

Μία από τις σημαντικότερες ανθρώπινες παρεμβάσεις σε ένα δασικό οικοσύστημα είναι η ανάπτυξη του μέσω του σχεδιασμού και της κατασκευής ενός δικτύου μεταφορικών εγκαταστάσεων (δάσος, τρακτέρ, διαδρομές επιστροφής κ.λπ.), το οποίο συμβάλλει αποτελεσματικά στη μετακίνηση και την παράδοση των δασικών προϊόντων, την τουριστική ανάπτυξη και την προστασία του (Sedlak 1993, Becker 1995). Ο δασικός δρόμος παρόλο που μειώνει την παραγωγική επιφάνεια του δάσους, που απαιτεί έξοδα για τη συντήρηση, που εμφανίζει διακοπές στην κυκλοφορία λόγω εδαφικών καταπτώσεων ή διαβρώσεων και που επιφέρει αισθητική αλλοίωση στο τοπίο, προσφέρει ουσιαστική βοήθεια στον ορεινό δασόβιο ή παραδασόβιο πληθυσμό, που χρησιμοποιεί το δασικό δρόμο ως μέσο επικοινωνίας εκτός των άλλων οικονομικών ωφελειών.

Η διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος και η τήρηση της φυσιογνωμίας και της αρμονίας του πρέπει να αποτελεί για όλους μας βασικό καθήκον. Θα πρέπει επομένως η χάραξη και η κατασκευή των δασικών δρόμων να είναι τέτοια, ώστε να αποτελούν ένα αναπόσπαστο μέρος της μορφής του περιβάλλοντος χώρου και όχι στοιχείο που προκαλεί την αλλοίωσή του.

Η κατασκευή ενός οδικού έργου έχει σοβαρές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Οι επιπτώσεις χαρακτηρίζονται σαν άμεσες ή πρωτογενείς (θόρυβος, αέρας, νερό, έδαφος) και έμμεσες ή δευτερογενείς (δάσος, φυσικό τοπίο, χλωρίδα, πανίδα) (Δούκας και Δρόσος 2012).

Η συνεχή αύξηση του οδικού δικτύου με τον συνακόλουθο πολλαπλασιασμό των συνεπειών στον περιβάλλον (αύξηση του θορύβου, ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα καυσαέρια, χρήση χημικών υλικών για τον αποχιονισμό, κατάληψη σημαντικών επιφανειών γης, καταστροφή της πανίδας, κ.τ.λ.) οδήγησε στην εισαγωγή της περιβαλλοντικής παραμέτρου ως ισότιμου παράγοντα με τον τεχνικό και τον οικονομικό στη μελέτη μιας οδού.

Ως επίπτωση ορίζεται κάθε αλλαγή, θετική ή αρνητική, που προκαλείται στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, εξαιτίας ενός έργου ή δραστηριότητας. Εκτίμηση επιπτώσεων είναι η περιγραφή και αξιολόγηση των πιθανών σημαντικών επιπτώσεων στα διάφορα φυσικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος.

Ο έλεγχος της συμβατότητας έργου καθιερώθηκε ήδη με νόμο το 1969 στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, το 1985 η ευρωπαϊκή κοινότητα περιέγραψε κατευθυντήριες γραμμές, ενώ το 1988 η Ελβετία καθιέρωσε προδιαγραφές. Η πρώτη αναφορά σύνδεσης οδού με το περιβάλλον έγινε στη Βοστώνη το 1893.

Στην Ελλάδα για πρώτη φορά με το σύνταγμα του 1975 στο άρθρο 24 καθιερώνονται τα πλαίσια άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής, πλην όμως η υλοποίηση παρουσιάζει προβλήματα από την έλλειψη πρακτικών οδηγιών (προδιαγραφών), μηχανισμών υλοποίησης και σχετικής υποδομής (χάρτες χρήσεων γης και Εθνικό Κτηματολόγιο) για τον έλεγχο της συμβατότητας των έργων με το περιβάλλον.

Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι δύσκολο να αποτιμηθεί σε χρήμα με τις γνωστές μεθόδους λήψης αποφάσεων, όπως είναι η ανάλυση κόστους - οφέλους και διάφορες άλλες αναλυτικές μέθοδοι.

Με τη διαρκώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία είναι εύκολο πολλά από τα στοιχεία που χρειάζονται για τη χωροθέτηση και την κατασκευή των έργων και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων να συλλεχτούν και να επεξεργαστούν όχι μόνο με επίγειες μετρήσεις, αλλά και με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών και GIS πολύ πιο γρήγορα.

Σκοπός της εργασίας είναι η επισήμανση, αξιολόγηση και αποτίμηση των επιπτώσεων του δασικού δρόμου «Κασσανδρινό - Μόλα Καλύβα» στην Κασσάνδρα του Ν. Χαλκιδικής στο φυσικό περιβάλλον με στόχο τη βελτίωσή του όπου κριθεί αναγκαίο.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή μελέτης επικεντρώνεται στο Δ.Δ. Κασσανδρινού και στον οικισμό Μόλα Καλύβα (Σχήμα 1).



Περιοχή έρευνας

Σχήμα 1. Περιοχή έρευνας (Πηγή: www.hotelandrooms).

Figure 1. Research area (Source: www.hotelandrooms).

Το Κασσανδρινό βρίσκεται στο κέντρο της χερσονήσου Κασσάνδρας, σε μια κοιλάδα με πολύ πράσινο. Πρόκειται για ένα παραδοσιακό χωριό που το όνομα του, κατά μια εκδοχή, το πήρε από τη γειτονική Κασσανδρεία. Διαθέτει τουριστική υποδομή ενώ τα σπουδαιότερα προϊόντα του είναι το λάδι και το μέλι άριστης ποιότητας. Σε απόσταση λίγων μόλις χιλιομέτρων βρίσκεται ο οικισμός Μόλα Καλύβα. Ο υπάρχων χωματόδρομος διέρχεται στην αφετηρία του από αγροτικές καλλιέργειες και συνεχίζει έως το πέρας του, διασχίζοντας δασική και χέρσα έκταση. Το Κασσανδρινό με το ήρεμο τοπίο, το ευνοϊκό κλίμα (ήπιοι χειμώνες, δροσερά καλοκαίρια) προσφέρεται σε όσους αναζητούν ησυχία και

φυσική ομορφιά. Νότια του χωριού και σε απόσταση 6χλμ από αυτό, κοντά στη θάλασσα, βρίσκεται ο οικισμός Μόλα Καλύβα που ανήκει στο Δημοτικό Διαμέρισμα του Κασσανδρινού. Λέγεται πως το όνομά του το πήρε από έναν φύλακα που είχαν οι καλόγεροι σ' αυτήν την περιοχή. Ονομάζονταν Μόλας και διέμενε σε μια καλύβα. «Στου Μόλα την Καλύβα» έλεγαν οι ντόπιοι. Έτσι έμεινε το όνομα Μόλα Καλύβα. Η χάραξη ξεκινά από υψόμετρο 79m στη μέση της διαδρομής περίπου ανεβαίνει στα 276m και καταλήγει παραθαλάσσια στα 12m περίπου από τη μέση στάθμη της θάλασσας. Στην άμεση περιοχή μελέτης η χάραξη διέρχεται από ρέματα περιοδικής ροής, όπως το «Τρανός Λάκκος» και το «Τραντάνη Λάκκος», με την υποστήριξη μικρών υφιστάμενων τεχνικών έργων.

Μεθοδολογία

Η μέθοδος που στηρίχθηκε η έρευνα βασίζεται σε τρεις αρχές:

- Στις γνώμες των ανθρώπων της πράξης,
- Στις γνώμες των ειδικών επιστημόνων και
- Στην ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία.

Για να γίνει αντικειμενική αξιολόγηση μιας μεθόδου πρέπει πρώτα να προσδιοριστούν τα κριτήρια που την καθορίζουν και μετά για κάθε κριτήριο να υπολογισθεί ένας συντελεστής βαρύτητας. Καθορίστηκαν τα κριτήρια και χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες, στα κριτήρια της έντασης (E) των επιπτώσεων και στα κριτήρια της απορρόφησης (A) των επιπτώσεων.

Καθορισμός των συντελεστών βαρύτητας - Αποτίμηση των επιπτώσεων

Για να καθορισθούν οι συντελεστές βαρύτητας τόσο των κριτηρίων της έντασης όσο και των κριτηρίων της απορρόφησης ακολουθήθηκαν τα παρακάτω στάδια:

- Συντάχθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο διανεμήθηκε στα γραφεία των δασοτεχνικών έργων των Δασαρχείων της χώρας τα οποία είναι υπεύθυνα για την εκτέλεση των έργων στο δάσος. Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε με τη βοήθεια ειδικών επιστημόνων και της αντίστοιχης βιβλιογραφίας και περιλαμβάνει τα κριτήρια της έντασης της επίπτωσης. Καλούνταν λοιπόν, οι εργαζόμενοι στα γραφεία δασοτεχνικών έργων να τα αξιολογήσουν και να εκφράσουν τις παρατηρήσεις τους (Γιαννούλας 2001).

- Έγινε στατιστική ανάλυση των 120 ερωτηματολογίων, που απαντήθηκαν και προέκυψαν τα βάρη των κριτηρίων της έντασης των επιπτώσεων από τη χάραξη και την κατασκευή ενός μεμονωμένου δασικού δρόμου.

- Οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων απορρόφησης των επιπτώσεων από το οικοσύστημα (A) καθορίστηκαν με βάση τις γνώμες ειδικών επιστημόνων και από την αντίστοιχη ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία (Γιαννούλας 2001).

Η βαθμολόγηση έγινε ως εξής:

Κάθε κριτήριο αριστοποιήθηκε, δηλαδή βρέθηκε σε ποια τιμή το κριτήριο αυτό δεν έχει επιπτώσεις ή έχει τις λιγότερες επιπτώσεις. Κάθε απόκλιση από την τιμή αυτή, η οποία θεωρείται άριστη και βαθμολογείται με 100, επιβαρύνει το κριτήριο με μείωση της τιμής του (Γιαννούλας κ.ά. 2002).

Βαθμολογήθηκε η ικανότητα απορρόφησης από το οικοσύστημα (χωρητικότητα του οικοσυστήματος) των επιπτώσεων του δασικού δρόμου με στοιχεία που συλλέχθηκαν από το διαχειριστικό σχέδιο της περιοχής έρευνας και επιτόπιες μετρήσεις. Για τη βαθμολογία των κριτηρίων της έντασης των επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκαν το διαχειριστικό σχέδιο, ο δασοπονικός χάρτης, ο γεωλογικός χάρτης και έγιναν επιτόπιες μετρήσεις με τοπογραφικά όργανα.

- Όσον αφορά τα κριτήρια της απορρόφησης των επιπτώσεων από το οικοσύστημα:

Τα κριτήρια της απορρόφησης διαιρέθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

1η δασοκομικά, 2η τοπογραφικά και 3η κοινωνικά. Οι δύο πρώτες κατηγορίες έχουν σχέση με τις συνθήκες εδάφους και η τρίτη με την απόσταση.

Οι βαρύτερες των κριτηρίων είναι για τα δασοκομικά τρεις (3), για τα τοπογραφικά δύο (2) και για τα κοινωνικά μία (1).

Τα δασοκομικά κριτήρια είναι:

1. Το είδος της κάλυψης. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται: από δάσος, βαθμολογείται με άριστα 100, από δασική έκταση, ανάλογα με την πυκνότητα, από 25-50 και από γυμνή έκταση με 15.

2. Το δασοπονικό είδος. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται: από μικτό δάσος βαθμολογείται με άριστα 100, από δάσος κωνοφόρων με 70 και από δάσος πλατύφυλλων 50-80 ανάλογα με την περίοδο που παίρνουμε τις μετρήσεις, αν έχουν ή όχι φύλλα.

3. Η διαχειριστική μορφή. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται: από σπερμοφυές δάσος, βαθμολογείται με άριστα 100. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται από πρεμνοφυές δάσος βαθμολογείται με 50 και το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται από διφυές δάσος βαθμολογείται με 75 έως 100 ανάλογα του ποσοστού σπερμοφυούς, πρεμνοφυούς.

4. Η ηλικία των δένδρων. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται: από υποκηπευτό δάσος βαθμολογείται με άριστα 100, από κηπευτό δάσος με 75 και από ομήλικο δάσος με 50.

5. Το ύψος των δένδρων. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται: από μεγάλα δένδρα > 20 m βαθμολογείται με άριστα 100, από μεσαία δένδρα 10 - 20 m με 75 και από μικρά δένδρα < 10 m ανάλογα με το ύψος από 25 - 50.

6. Η ποιότητα τόπου. Καλή (πρώτη και δεύτερη ποιότητα τόπου), μέτρια (τρίτη και τέταρτη ποιότητα τόπου) και κακή (πέμπτη και έκτη ποιότητα τόπου). Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται: από καλή ποιότητα τόπου βαθμολογείται με άριστα 100, από μέτρια με 50 και από κακή με 25.

7. Η παραγωγικότητα των δασών. Κατηγορία I (παραγωγικότητα πάνω από 3m³/έτος/ha), κατηγορία II (παραγωγικότητα από 1-3m³ /έτος/ha) και κατηγορία III (παραγωγικότητα μικρότερη από 1m³/έτος/ha).

Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται από δάση με παραγωγικότητα της I κατηγορίας βαθμολογείται με άριστα 100, από δάση με παραγωγικότητα της II κατηγορίας με 50 και από δάση με παραγωγικότητα της III κατηγορίας με 25.

Τα τοπογραφικά είναι:

1. Η εγκάρσια κλίση του εδάφους. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται: από μικρές κλίσεις < 8% βαθμολογείται με άριστα 100, από μεσαίες κλίσεις 8%-20% με 50 και από μεγάλες > 20% από 25 έως 5, ανάλογα με την κλίση.

2. Η έκθεση. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται σε υψόμετρο μικρότερο των 1000 m, σε βόρειες εκθέσεις βαθμολογείται με άριστα 100, σε νότιες με 50 και σε ανατολικές-δυτικές με 75. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται σε υψόμετρο πάνω από 1000 m, σε ανατολικές ή δυτικές εκθέσεις βαθμολογείται με άριστα 100, σε βόρειες και νότιες με 70.

3. Το ανάγλυφο. Το ποσοστό του δρόμου που διέρχεται από ήπιο ανάγλυφο βαθμολογείται με άριστα 100, από πολυσχιδές ανάγλυφο με 15 και από ποικίλο ανάγλυφο με 50.

Τα κοινωνικά εξαρτώνται από τον αριθμό των ανθρώπων που δέχονται την επίδραση. Σπουδαίο ρόλο στην επίπτωση έχει η απόσταση από π.χ.:

1. Τουριστικό θέρετρο. (Επειδή ο τουρισμός είναι εποχιακός και υπάρχει μεγάλη ένταση κατά τους μήνες αιχμής κάθε χιλιόμετρο απόσταση από το θέρετρο αυξάνει τη βαθμολογία π.χ. σε απόσταση 0 - 1 km βαθμολογείτε με 0, σε 1 - 2 km με 10, σε 2 - 3 km με 30 κ.λπ.).

2. Εθνικό και επαρχιακό οδικό δίκτυο (όπως και με το τουριστικό θέρετρο).

3. Σιδηροδρομική γραμμή (δεν έχει άμεση επίπτωση αλλά αν κάποιος το δει από το τρένο μπορεί να εκφράσει την επιθυμία να το επισκεφθεί προσεχώς με το αυτοκίνητο. Έχει όμως επίπτωση λόγω θορύβου).

4. Αρχαιολογικό χώρο (όπως και με το τουριστικό θέρετρο).

5. Παρακείμενη μεγάλη πόλη (όπως και με το τουριστικό θέρετρο).

6. Παρακείμενο χωριό (όπως και με το τουριστικό θέρετρο).

7. Ευρωπαϊκό μονοπάτι (Κάθε φορά που ο δρόμος διακόπτει την συνέχεια του μονοπατιού μειώνεται η βαθμολογία. (Π.χ. Το διακόπτει 1 φορά βαθμολογείτε με 80, 2 φορές με 60, 3 φορές 40 κ.ο.κ.).

8. Φυσική ή τεχνητή λίμνη ή ποταμό (όπως και με το τουριστικό θέρετρο).

Στις περιπτώσεις αυτές βαθμολογείται με 25%, όταν οι δέκτες είναι πολλοί, με 50 % λίγοι και 100 % καθόλου.

- Όσον αφορά την ένταση των επιπτώσεων:

Τα κριτήρια της έντασης χωρίσθηκαν σε κριτήρια της χάραξης και σε κριτήρια της κατασκευής. Τα κριτήρια της χάραξης είναι:

1. Η καμπύλη συναρμογής (όσο μεγαλύτερη είναι από 25 μέτρα τόσο μειώνεται η βαθμολογία από το άριστο).

2. Η χάραξη της ερυθράς (όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ύψους μεταξύ του εδάφους και της ερυθράς πάνω από 0,5 μέτρο τότε ανάλογα μειώνεται η βαθμολογία).

3. Η κατά πλάτος τομή (όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του άξονα του δρόμου και του σημείου τομής του δρόμου με το έδαφος πάνω από 0,5 μέτρο τότε ανάλογα με τη διαφορά που υπάρχει σε μέτρα μειώνεται η βαθμολογία).

4. Το πλάτος καταστρώματος (το ποσοστό του δρόμου που το πλάτος του καταστρώματος διαφέρει από τα 3.5 m με διαπλατύνσεις κάθε 250 m, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100).

Σε περίπτωση χρήσης αυτοκινούμενων σχοινογερανών, το ποσοστό του δρόμου που το πλάτος καταστρώματος του διαφέρει από τα 5 = (3,5 + 1,5) μέτρα με διαπλατύνσεις κάθε 250 μέτρα, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

5. Η κατά μήκος κλίση (το ποσοστό του δρόμου όπου η κατά μήκος κλίση δεν είναι μεταξύ 3 - 12%, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100).

6. Η απόσταση μεταξύ των ελιγμών (όσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ των ελιγμών από 500 μέτρα μειώνεται η βαθμολογία).

7. Θέση του δασικού δρόμου.

Η απόσταση του δασικού δρόμου από ρέμα, από τα όρια του δάσους και από επικίνδυνες θέσεις.

Το ποσοστό του δασικού δρόμου που χαράσσεται σε κοιλάδα που απέχει από την όχθη του ρέματος λιγότερο από 10 m, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό του δασικού δρόμου που χαράσσεται σε απόσταση μικρότερη από 10 m έξω από τα όρια του δάσους ή σε απόσταση μικρότερη από 20 m μέσα στα όρια του δάσους, για λόγους αισθητικούς βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό του δρόμου, που διέρχεται από αργιλώδες έδαφος, ρέματα με μεγάλα ανοίγματα, ασταθή εδάφη, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

8. Σύνθεση του τοπίου (Οπτική διάνοιξη). Αξιολόγηση οπτικών επιπτώσεων.

Η θέα του δασικού δρόμου σε μορφολογικούς σχηματισμούς, σε βλάστηση, στην προβολή του χώρου, σε συμβατές κατασκευές, σε υδάτινες επιφάνειες.

Το ποσοστό του δρόμου, στο οποίο δεν παρατηρούνται μορφολογικοί σχηματισμοί, χωρίς απαραίτητα να κυριαρχούν βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα (100).

Το ποσοστό του δρόμου, όπου το οπτικό πεδίο (field of vision) δεν συντίθεται από μορφές βλάστησης που δίνουν έστω μια περιορισμένη ποικιλία, ομοιόμορφη καλλιέργεια σε γεωμετρικά σχήματα βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό του δρόμου όπου το οπτικό πεδίο δεν προβάλλει το δάσος και τις επιμελείς δασοπονικές επεμβάσεις, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό δρόμου, όπου το οπτικό πεδίο δεν συντίθεται από κατασκευές (εφόσον υπάρχουν) έστω με τυπικά κατασκευαστικά σχήματα, ανάπτυξη όπου είναι φανερό έστω και ένα μέσο ενδιαφέρον για την εμφάνιση, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100. Η κατασκευή από ξύλο και πέτρα βαθμολογείται με άριστα 100. Η κατασκευή από μπετόν με 50. Η κατασκευή από συνδυασμό των παραπάνω υλικών με 75.

Το ποσοστό του δρόμου, όπου το οπτικό πεδίο δεν συντίθεται από εκτάσεις νερού και ρυάκια έστω με περιορισμένο οπτικό ενδιαφέρον και καθαρότητα (εφόσον υπάρχουν), βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

9. Στην προσαρμογή του δασικού δρόμου στο περιβάλλον.

Το ποσοστό του δρόμου, που δεν αποκρύπτεται οπτικά όταν παρατηρείται από την απέναντι πλαγιά από σημείο με το ίδιο υψόμετρο, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Τα κριτήρια της κατασκευής είναι: Τα μηχανήματα κατασκευής, τα υλικά κατασκευής, η αναχλόαση των πρανών, τα τεχνικά έργα, αποστράγγιση, παροχέτευση (Becker 1995).

1. Μηχανήματα κατασκευής. Το ποσοστό του δρόμου που δεν χρησιμοποιήθηκε υδραυλικός εκσκαφέας σε γαιώδη εδάφη με κλίσεις εδάφους πάνω από 60%, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό του δρόμου που δεν χρησιμοποιήθηκε υδραυλικός εκσκαφέας σε βραχώδη εδάφη για την τακτοποίηση των θραυσμάτων, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

2. Υλικά κατασκευής. Το ποσοστό του δρόμου που δεν σταθεροποιήθηκε σε κατά μήκος κλίση > 10 %, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό του δρόμου που το υλικό οδοστρώσας δεν είναι επιτόπιο ή από ανακυκλωμένα ακίνδυνα για το περιβάλλον υλικά βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Ανάλογα με τα υλικά κατασκευής αν ο δρόμος είναι χαλικόστρωτος βαθμολογείται με άριστα 100, αν είναι ασφαλτοστρωμένος καθώς και με άλλα φερτά τεχνικά υλικά βαθμολογείται με 50.

3. Αναχλόαση πρανών. Το ποσοστό των πρανών του δρόμου, που στα επιχώματα με κλίση κοντά στη γωνία του φυσικού πρανούς και εδαφιαία κλίση κοντά στο 60 - 70%, δεν έγινε φυσική ή τεχνητή αναχλόαση, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

4. Αποστράγγιση – τεχνικά έργα. Το ποσοστό των οχετών του δρόμου, που δεν είναι: α. Πλακοσκεπείς οχετοί σε ανοίγματα μεταξύ 3-4 μέτρων, β. Κιβωτοειδής σε εδάφη κακής έδρασης, ανοίγματος 3-4 μέτρων, γ. Σωληνωτοί με επίχωση ίση έως το διπλάσιο της διαμέτρου του σωλήνα, ανάλογα με το είδος και την γωνία της έδρασης, δ. Σταθεροποιημένες κοίτες βυθών ρεμάτων με σκυρόδεμα (περάσματα), βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό των τοίχων αντιστήριξης του δρόμου, που υπερβαίνει το ύψος των 3 μέτρων, βαθμολογείται με μείωση του άριστα 100.

Το ποσοστό της υπέρβασης του ανοίγματος της γέφυρας πάνω από 8 m, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Η έλλειψη ρείθρων (αυλακιών) εγκάρσια στο κατάστρωμα σε κατά μήκος κλίση δρόμου > 10% και μήκος > 100 m, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Το ποσοστό του κύριου δασικού δρόμου όπου παρατηρείται έλλειψη επίκλισης, τάφρων στο κατάστρωμα για την αποστράγγισή του, βαθμολογείται σαν ποσοστό μείωσης του άριστα 100.

Η βαθμολόγηση γίνεται ως εξής:

1. Για να υπολογισθεί η μέση τιμή της έντασης των επιπτώσεων (Σ_E) πολλαπλασιάζεται ο βαθμός του κάθε κριτηρίου (E) με το συντελεστή βαρύτητάς του (B_E) και στο τέλος το άθροισμα των επί μέρους γινομένων διαιρείται με το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας. Αυτή η τιμή είναι η μέση τιμή της έντασης επί τοις εκατό (%). Το ίδιο γίνεται και με τη μέση τιμή της απορρόφησης (Σ_A) των επιπτώσεων από το οικοσύστημα. Οι ποσότητες αυτές Σ_E και Σ_A , στο βαθμό που οι βαρύτητες δεν είναι υποκειμενικές, δίνουν κατά προσέγγιση το βαθμό προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος από την κατασκευή του δασικού δρόμου.

$$\Sigma_E = \frac{\Sigma(E \times B_E)}{\Sigma B_E} \quad \Sigma_A = \frac{\Sigma(E \times B_A)}{\Sigma B_A}$$

2. Οι δύο μέσες τιμές πολλαπλασιάζονται μεταξύ τους δίνουν ως αποτέλεσμα τον συντελεστή συμβατότητας του δασικού δρόμου.

$$\Sigma_\Sigma = \Sigma_E \times \Sigma_A$$

Όταν ο συντελεστής συμβατότητας είναι πάνω από 60 % ή 0,60 ο δασικός δρόμος είναι συμβατός με το περιβάλλον. Αν ο συντελεστής συμβατότητας είναι 0,50-0,60 γίνεται δεκτός αλλά υπό όρους.

Αν ο συντελεστής συμβατότητας είναι κάτω από 0,50 οι επιπτώσεις θα είναι πολύ μεγάλες και χρειάζεται ή να αλλάξει η χάραξη ή να κατασκευαστούν έργα για την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από τη μελέτη του δασικού δρόμου η βαθμολόγηση των κριτηρίων της απορρόφησης του οικοσυστήματος και της έντασης της ανθρώπινης παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον έχουν ως εξής:

- Όσον αφορά τα κριτήρια της απορρόφησης των επιπτώσεων:

Είδος κάλυψης. Ο δρόμος σε όλο του το μήκος διέρχεται από δάση ως επί το πλείστον και από καλλιεργούμενες εκτάσεις, έτσι η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 80.

Δασοπονικό είδος. Ο δρόμος σε όλο του το μήκος διέρχεται από δάσος κωνοφόρων, επομένως η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 70.

Διαχειριστική μορφή. Ο δρόμος σε όλο του το μήκος διέρχεται από δάσος σπερμοφυές, άρα η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 100.

Ηλικία των δένδρων. Ο δρόμος σε όλο του το μήκος διέρχεται από ομήλικο δάσος, επομένως η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 50.

Ύψος δένδρων. Ο δρόμος σε όλο του το μήκος διέρχεται από δένδρα ύψους πάνω από 10m, έτσι η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 75.

Ποιότητα τόπου. Ο δρόμος διέρχεται από καλή ποιότητα τόπου, άρα η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 70.

Παραγωγικότητα του δάσους. Ο δρόμος σε όλο του το μήκος διέρχεται από δάσος με παραγωγικότητα κατηγορίας II, έτσι η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 50.

Εγκάρσια κλίση του εδάφους. Ο δρόμος σε κάποια μεμονωμένα σημεία έχει κλίσεις της τάξης των 10% - 12%, ενώ η ελάχιστη κλίση είναι 5%, σχεδόν σε όλο του το μήκος διέρχεται από δάσος με κλίση < 8%, επομένως η τελική βαθμολογία του κριτηρίου θα είναι 90.

Έκθεση. Ο δασικός δρόμος έχει μήκος 6340 m και βρίσκεται σε υψόμετρο των 276 m μικρότερο των 1000 m. Τα 2500 m διέρχονται από δάσος με έκθεση ανατολική και τα 3840 m από δάσος με έκθεση δυτική. Η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 75.

Ανάγλυφο. Ο δρόμος σε όλο του το μήκος διέρχεται από δάσος με ήπιο ανάγλυφο, άρα η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 100.

Απόσταση από τουριστικό θέρετρο. Ο δρόμος ξεκινάει από το Κασσανδρινό και καταλήγει στη Μόλα Καλύβα, έτσι το κριτήριο βαθμολογείται με 0.

Απόσταση από εθνικό και επαρχιακό οδικό δίκτυο. Ο δρόμος ξεκινάει και καταλήγει σε επαρχιακό δίκτυο, επομένως το κριτήριο βαθμολογείται με 0.

Απόσταση από σιδηροδρομικό δίκτυο. Δεν υπάρχει σιδηροδρομικό δίκτυο στην περιοχή, η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 100.

Απόσταση από αρχαιολογικό χώρο. Υπάρχει αρχαιολογικός χώρος στην περιοχή, η αρχαία Μένδη, αρχαία πόλη της Χαλκιδικής, χτισμένη στο μέσο περίπου της χερσονήσου της Κασσάνδρας, οπότε το κριτήριο αυτό βαθμολογείται με 0.

Απόσταση από παρακείμενη μεγάλη πόλη. Ο δρόμος απέχει από την Κασσανδρεία 12 km, άρα το κριτήριο βαθμολογείται με 100.

Απόσταση από παρακείμενο χωριό. Ο δρόμος ξεκινάει από το Κασσανδρινό και καταλήγει στην Μόλα Καλύβα, οπότε το κριτήριο βαθμολογείται με 0.

Απόσταση από ευρωπαϊκό μονοπάτι. Δεν υπάρχει ευρωπαϊκό μονοπάτι στην περιοχή, επομένως η τελική βαθμολογία του κριτηρίου είναι 100.

Απόσταση από φυσική ή τεχνητή λίμνη ή ποταμό. Η χάραξη διέρχεται από ρέματα περιοδικής ροής, έτσι το κριτήριο βαθμολογείται με 0.

- Όσον αφορά τα κριτήρια της έντασης:

Η καμπύλη συναρμογής. Ο δασικός δρόμος έχει μήκος 6340 m και έχουμε 82 κορυφές της πολυγωνικής, εκ των οποίων 8 έχουν ακτίνα καμπυλότητας 30 m, 6 έχουν ακτίνα καμπυλότητας 40 m, 21 έχουν ακτίνα καμπυλότητας 50 m, 36 έχουν ακτίνα καμπυλότητας 100 m, 1 έχει ακτίνα καμπυλότητας 200 m και οι υπόλοιπες είναι κάτω των 25 m. Στις 8 κορυφές με ακτίνα καμπυλότητας 30 m το συνολικό μήκος του αναπτύγματος των τόξων μετρήθηκε 230 m, στις 6 κορυφές με ακτίνα καμπυλότητας 40 m το συνολικό μήκος του αναπτύγματος των τόξων μετρήθηκε 123 m, στις 21 κορυφές με ακτίνα καμπυλότητας 50 m το συνολικό μήκος του αναπτύγματος των τόξων μετρήθηκε 391 m, στις 36 κορυφές με ακτίνα καμπυλότητας 100 m το συνολικό μήκος του αναπτύγματος των τόξων μετρήθηκε 610 m και στη 1 κορυφή με ακτίνα καμπυλότητας 200 m το συνολικό μήκος του αναπτύγματος του τόξου μετρήθηκε 13 m. Η τελική βαθμολογία υπολογίζεται από τον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Υπολογισμός του κριτηρίου της καμπύλης συναρμογής.

Table 1. Calculation of the road curve radius criterion.

Ακτίνα καμπυλότητας	Βαθμολογία	Ποσοστό δρόμου	Τελική βαθμολογία
< 25 m	100	0,66	66
25 – 35 m	75	0,05	3,75
35 – 45 m	50	0,04	2
> 45 m	25	0,25	6,25
Σύνολο			78

Η χάραξη της ερυθράς. Στην περίπτωση μας η διαφορά ερυθράς και εδάφους για:

1153,44 m είναι < 0,5 m, 730,18 m είναι 0,5 – 1 m, 823,49 m είναι 1 – 1,5 m, 600,89 m είναι 1,5 – 2 m, 266,05 m είναι 2 – 2,5 m, 145,67 m είναι 2,5 – 3 m και 280,28 m είναι > 3m.

Άρα, η τελική βαθμολογία υπολογίζεται με βάση τα στοιχεία του πίνακα 2.

Πίνακας 2. Υπολογισμός του κριτηρίου της χάραξης ερυθράς.
Table 2. Calculation of the road alignment - gradient criterion.

Ύψος (m)	Βαθμολογία	Ποσοστό δρόμου	Τελική βαθμολογία
< 0,5	100	0,29	29
0,5 - 1	80	0,18	14,4
1 - 1,5	60	0,20	12
1,5 - 2	40	0,15	6
2 - 2,5	20	0,07	1,4
2,5 - 3	10	0,04	0,4
> 3	0	0,07	0
Σύνολο			63,2

Η κατά πλάτος τομή. Σε μήκος δρόμου 853m η απόσταση μεταξύ του άξονα του δρόμου και της τομής του δρόμου με το έδαφος είναι 0,5 – 1 m, σε μήκος δρόμου 1093m η απόσταση μεταξύ του άξονα του δρόμου και της τομής του δρόμου με το έδαφος είναι 1 – 1,5 m, σε μήκος δρόμου 690m η απόσταση μεταξύ του άξονα του δρόμου και της τομής του δρόμου με το έδαφος είναι 1,5 – 2 m, σε μήκος δρόμου 1064m η απόσταση μεταξύ του άξονα του δρόμου και της τομής του δρόμου με το έδαφος είναι 2 – 2,5 m, σε μήκος δρόμου 1070m η απόσταση μεταξύ του άξονα του δρόμου και της τομής του δρόμου με το έδαφος είναι 2,5 – 3 m και σε μήκος δρόμου 1230m η απόσταση μεταξύ του άξονα του δρόμου και της τομής του δρόμου με το έδαφος είναι > 3 m. Η τελική βαθμολογία υπολογίζεται από τον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Υπολογισμός του κριτηρίου της κατά πλάτος τομής.
Table 3. Calculation of the road cross-section criterion.

Απόσταση (m)	Βαθμολογία	Ποσοστό δρόμου	Τελική βαθμολογία
< 0,5	100	0,09	9
0,5 – 1	80	0,21	16,8
1 – 1,5	60	0,27	16,2
1,5 – 2	40	0,17	6,8
2 – 2,5	20	0,08	1,6
2,5 – 3	10	0,06	0,6
> 3	0	0,12	0
Σύνολο			51

Το πλάτος καταστρώματος. Ο δρόμος έχει πλάτος καταστρώματος περίπου 5 m η βαθμολογία θα είναι 60. Επειδή όμως δεν υπάρχουν διαπλατύνσεις κάθε 250 m θα υπάρξει μείωση της τελικής βαθμολογίας κατά 20%, δηλαδή: $60 - 20\% = 48$.

Η κατά μήκος κλίση. Τα 1838,6 m του δρόμου έχουν κατά μήκος κλίση από -3% έως +3% και τα υπόλοιπα 4501,4 m έχουν κατά μήκος κλίση από +3% έως 12%. Άρα η τελική βαθμολογία υπολογίζεται σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 4.

Πίνακας 4. Υπολογισμός του κριτηρίου της κατά μήκος κλίσης.
Table 4. Calculation of the road profile gradient criterion.

Κατά μήκος κλίση %	Βαθμολογία	Ποσοστό δρόμου	Τελική βαθμολογία
3% - 12%	100	0,71	71
-3% έως +3%	75	0,29	21,75
Σύνολο			92,75

Η απόσταση μεταξύ των ελιγμών. Δεν υπάρχουν ελιγμοί, άρα το συγκεκριμένο κριτήριο βαθμολογείται με 100.

Η απόσταση του δασικού δρόμου από ρέμα. Η βαθμολογία του κριτηρίου είναι 50 διότι διατρέχεται από ρέματα περιοδικής ροής.

Η απόσταση του δασικού δρόμου από τα όρια του δάσους. Ο δρόμος βρίσκεται εντός των ορίων του δάσους, έτσι η βαθμολογία είναι 100.

Η απόσταση του δασικού δρόμου από επικίνδυνες θέσεις. Λόγω του ασταθούς εδάφους και της κατάστασης του ρέματος, η βαθμολογία εκτιμάται περίπου στο 50.

Η θέα του δασικού δρόμου σε μορφολογικούς σχηματισμούς. Δεν παρατηρούνται καθόλου μορφολογικοί σχηματισμοί σε όλο το μήκος του δρόμου, οπότε το συγκεκριμένο κριτήριο βαθμολογείται με 0.

Η θέα του δασικού δρόμου σε βλάστηση. Ο δρόμος διέρχεται από δάσος Πεύκης και δεν υπάρχει ποικιλία στη βλάστηση εκτός από λίγες καλλιέργειες και το κριτήριο βαθμολογείται με 30.

Η θέα του δασικού δρόμου στην προβολή του χώρου. Στο οπτικό πεδίο προβάλλεται το δάσος και επιμελείς δασοπονικές επεμβάσεις, άρα η βαθμολογία είναι 90.

Η θέα του δασικού δρόμου σε συμβατές κατασκευές. Για την κατασκευή των τεχνικών έργων χρησιμοποιήθηκε μεπτόν, άρα η βαθμολογία του κριτηρίου είναι 50.

Η θέα του δασικού δρόμου σε υδάτινες επιφάνειες. Ο δρόμος βρίσκεται κοντά σε ρέμα με ενδιαφέρον και καθαρότητα και το κριτήριο βαθμολογείται με 100.

Στην προσαρμογή του δασικού δρόμου στο περιβάλλον. Ο δρόμος αποκρύπτεται κατά το μεγαλύτερο μέρος του και δεν είναι εμφανής στον παρατηρητή, άρα η βαθμολογία είναι 95.

Μηχανήματα κατασκευής. Για την διάνοιξη του δρόμου χρησιμοποιήθηκαν προωθητήρες D8 και η βαθμολογία είναι 80.

Υλικά κατασκευής. Είναι ασφαλτοστρωμένος στην αρχή και μετά χωματόδρομος και η βαθμολογία είναι 50.

Αναχλόαση πρανών. Υπάρχει φυσική αναχλόαση των πρανών, άρα η βαθμολογία είναι 100.

Τεχνικά έργα – Αποστράγγιση. Λόγω της κακής κατάστασης των τεχνικών έργων η αποστράγγιση δεν είναι καλή, άρα η βαθμολογία είναι 20.

Μετά τη βαθμολογία της απορρόφησης των επιπτώσεων από το οικοσύστημα και της έντασης της ανθρώπινης παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον λόγω του υπάρχον δασικού δρόμου και της χρήσης του δάσους, προέκυψαν οι πίνακες 5 και 6 για τον υπολογισμό της μέσης τιμής της απορρόφησης και της μέσης τιμής της έντασης.

Πίνακας 5. Βαθμολόγηση των κριτηρίων απορρόφησης και υπολογισμός της μέσης τιμής απορρόφησης.
Table 5. Grading of the absorption's criteria and calculation of the mean absorption value.

ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ				
A/A	Κριτήρια	Βαθμολογία	Βαρύτητα	Σύνολο
1	2	3	4	5 = 3 × 4
Κατάσταση εδάφους				
1	Είδος κάλυψης	80	3	240
2	Δασοπονικό είδος	70	3	210
3	Διαχειριστική μορφή	100	3	300
4	Ηλικία δένδρων	50	3	150
5	Ύψος δένδρων	75	3	225
6	Ποιότητα τόπου	70	3	210
7	Παραγωγικότητα	50	3	150
8	Κλίση εδάφους	90	2	180
9	Έκθεση	75	2	140
10	Ανάγλυφο	100	2	200
11	ΚΠ. Απόσταση από:			
11.1	Τουριστικό θέρετρο	0	1	0
11.2	Εθνικό ή επαρχιακό οδικό δίκτυο	0	1	0
11.3	Σιδηροδρομική γραμμή	100	1	100
11.4	Αρχαιολογικό χώρο	0	1	0
11.5	Παρακείμενη μεγάλη πόλη	100	1	100
11.6	Παρακείμενο χωριό	0	1	0
11.7	Ευρωπαϊκό μονοπάτι	100	1	100
11.8	Φυσική ή τεχνητή λίμνη ή ποταμό	0	1	0
Σύνολο			35	2305
Μέση τιμή απορρόφησης				65,86%

Ο συντελεστή συμβατότητας του δασικού δρόμου είναι:

$$\Sigma = (E \times B_E) \times (A \times B_A) = 65,86\% \times 64,72\% = 42,63\%$$

Φαίνεται ότι ο συγκεκριμένος δασικός δρόμος έχει μέση τιμή απορρόφησης 65,86% και μέση τιμή έντασης 64,72%. Ο συντελεστής συμβατότητας του δασικού δρόμου με το φυσικό περιβάλλον είναι 42,63% ή 0,43.

Πίνακας 6. Βαθμολόγηση των κριτηρίων έντασης και υπολογισμός της μέσης τιμής έντασης.
Table 6. Grading of intensity's criteria and calculation of the mean intensity value.

ΕΝΤΑΣΗ				
A/A	Κριτήρια	Βαθμολογία	Βαρύτητα	Σύνολο
1	2	3	4	5 = 3 × 4
Χάραξη				
1	Ισοφαρισμός γαιών			
1.1	Καμπύλη συναρμογής	78	2,1	163,8
1.2	Χάραξη ερυθράς	63,2	2,01	127,032
1.3	Κατά πλάτος τομή	51	2,25	114,75
2	Πλάτος καταστρώματος	48	2,04	97,92
3	Κατά μήκος κλίση	92,75	2,52	233,73
4	Απόσταση ελιγμών	100	2,13	213
5	Θέση δασικού δρόμου			
5.1	Από ρέμα	50	1,83	91,5
5.2	Από όρια δάσους	100	1,65	165
5.3	Από επικίνδυνες θέσεις	50	2,4	120
6	Θέα από δασικό δρόμο			
6.1	Μορφολογικοί σχηματισμοί	0	1,83	0
6.2	Βλάστηση	30	1,8	54
6.3	Προβολή του χώρου	90	1,7	153
6.4	Συμβατές επιφάνειες	50	1,6	80
6.5	Υδάτινες επιφάνειες	100	1,65	165
7	Προσαρμογή του δρόμου	95	1,77	168,15
Κατασκευή				
8	Μέθοδος κατασκευής			
8.1	Μηχανήματα κατασκευής	80	2,16	172,8
8.2	Υλικά κατασκευής	50	2,08	104
8.3	Αναγλώαση πρανών	100	1,38	138
8.4	Τεχνικά έργα - Αποστράγγιση	20	2,31	46,2
	Σύνολο		37,21	2407,882
	Μέση τιμή έντασης			64,72%

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο δρόμος για τον οποίο έγινε η μελέτη έχει συντελεστή συμβατότητας 43 %, άρα κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή τεχνικών έργων για την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος.

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Λαμβάνοντας υπόψη την τιμή του συντελεστή συμβατότητας, καθώς και την αυξημένη ανάγκη για βελτίωση του υπάρχοντα δρόμου και κάλυψη των αναγκών των χρηστών του, χρειάζεται να γίνει νέα χάραξη του δρόμου, τόσο από οικονομοτεχνική πλευρά, όσο και από πλευράς περιβαλλοντικών επιπτώσεων με βελτίωση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών και με καλύτερη υποδομή του συγκεκριμένου δρόμου. Επίσης χρειάζεται η δημιουργία νέων και η συντήρηση παλαιών – υπάρχόντων μικρών τεχνικών έργων για την αποστράγγιση.

Με την κατασκευή του έργου θα προκύψει ουσιαστικό όφελος, δεδομένου ότι μέχρι σήμερα η συντήρηση του υπάρχον δασικού δρόμου γίνεται αρκετά συχνά δύο, ίσως και τρεις φορές σε ετήσια βάση, αφού με την πρώτη βροχή, έστω και μικρής έντασης το υπάρχον οδόστρωμα καθίσταται απροσπέλαστο, λόγω των κάθετων αλλά και παράλληλων ρωγμών (νεροφαγίες), οι οποίες και δεν επιτρέπουν τη διάβαση οχημάτων.

Το κόστος συντήρησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό ενώ ταυτόχρονα με τις καθυστερήσεις επιβαρύνονται και τα οχήματα της Δασικής Υπηρεσίας με περισσότερα έξοδα (καύσιμα αλλά και φθορές εξαιτίας του κακού οδοστρώματος). Επίσης το ίδιο επιβαρύνονται και οι δασεργάτες, κτηνοτρόφοι, μελισσοτρόφοι, αγρότες και λοιποί κάτοικοι της περιοχής εξαιτίας της κακής κατάστασης των δρόμων.

Προτείνονται:

- Η τοποθέτηση πινακίδων που προτρέπουν σε καλή συμπεριφορά,, σχετικά με τη διάθεση των απορριμμάτων σε σημεία όπου ενδέχεται να πραγματοποιήσουν στάσεις τα διερχόμενα οχήματα.

- Η τοποθέτηση πυροσβεστικών κρουνών σε τακτά διαστήματα κατά μήκος της οδού και επίσης πινακίδες που να επισημαίνουν το κίνδυνο πυρκαγιάς.
- Η κατάλληλη σήμανση του οδικού τμήματος (υπενθύμιση ορίου ταχύτητας κατά τόπους κ.λπ.) για την αποφυγή οδικών ατυχημάτων.
- Η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα πρέπει να ανανεώνεται από πλευράς προδιαγραφών όταν εμφανίζονται καινούργιες τεχνικές ή καινούργιες οικονομικές θεωρήσεις για την κατασκευή διαφόρων τεχνικών έργων.
- Η τελική απόφαση για την κατασκευή ενός δρόμου επηρεάζεται, αν δεν εξαρτάται αποκλειστικά, από το κόστος κατασκευής και αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος (περιβαλλοντικό κόστος), ιδιαίτερα για ευδιάβρωτες περιοχές.

Κλείνοντας επισημαίνεται η σπουδαιότητα των Μ.Π.Ε. Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι ο θεσμός των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων δημιουργεί έναν περιβαλλοντικό χάρτη της περιοχής στην οποία θα γίνει ένα έργο. Με τη σύνταξη πολλών επί μέρους μελετών, για διάφορες περιοχές της χώρας, μπορεί να δημιουργηθεί με το χρόνο μια ολοκληρωμένη περιβαλλοντική απεικόνιση της χώρας. Η συγκέντρωση και ταξινόμηση όλων αυτών των πληροφοριών θα αποτελέσει σημαντικό εργαλείο στα χέρια των ιθυνόντων για την ανάπτυξη σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Η πιο σημαντική όμως ωφέλεια, που αναμένεται να προκύψει από την κατάρτιση και διάδοση των Μ.Π.Ε. ή Πρότυπων Περιβαλλοντικών Δεσμεύσεων (Π.Π.Δ.) είναι η ευαισθητοποίηση των πολιτών απέναντι στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η διαδικασία της έγκρισης μιας μελέτης προκαλεί δημοσίευση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και συζήτηση γύρω από αυτά. Η ενασχόληση με τα περιβαλλοντικά προβλήματα επιμορφώνει μια κατηγορία συνειδητοποιημένων πολιτών και σε τελική ανάλυση, συντελεί στη βελτίωση των Μ.Π.Ε. γιατί οι συντάκτες τους θα πρέπει να ικανοποιούν τα κριτήρια ενός πληροφορημένου κοινού.

Abstract

Until a few years ago, the opening up of forests was carried out with the machinery of the time, based on purely technical and financial criteria. Nowadays, apart from the financial and technical aspects, special emphasis is given to the compatibility of the project with the natural environment based on measurable criteria and in the redaction of an Environmental Impact Assessment (E.I.A.) with fidelity and objectivity without general aphorisms. The purpose of this paper is to identify, evaluate and assess the impacts of the forest road “Kassandrino - Mola Kalyva” in Kassandra, Halkidiki, to the natural environment with the aim of improving it where necessary. The assessment was based on the criteria of intensity and absorption of impacts. The road has been assessed is not environmentally friendly. Finally, measures are proposed to improve the road and to restore the environment in the area.

Βιβλιογραφία

Becker, G., 1995. Walderschließung auf dem Prüfstand, Allgemeine Forstzeitschrift (AFZ), Deutschland, Bd. 9/Heft 2, pp 19-20.

Γιαννούλας, Β., 2001. Διάνοιξη δάσους, με σύγχρονα μέσα-Τεχνοοικονομικές, περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Γιαννούλας, Β., Δρόσος, Β., Καραγιάννης, Κ., Καραγιάννης, Ε. και Δούκας, Κ., 2002. Μέτρηση απορροφητικότητας του οικοσυστήματος στο δασικό δρόμο. 10^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Δασολογικής Εταιρείας, Τρίπολη, σελ. 525-530.

Δούκας, Κ. και Δρόσος, Β., 2012. Δασική Οδοποιία και Φυσικό Περιβάλλον. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 402.

Sedlak, O. 1993. Walderschließung und Naturschutz, Forstzeitung, Österreich, Bd. 7/ Heft 2, pp 8-11.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΙΔΙΩΤΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΔΑΣΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΕΤΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΕΓΑΡΕΩΝ

Μησιάλης, Κωνσταντίνος

Επιβλέπων Έργου, Τεχνικό Γραφείο Μελετών – Έργων, www.hellasgarden.gr
kmsforester@gmail.com

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει τη συμβολή των ιδιωτικών εταιρειών στην εκπόνηση δασοτεχνικών έργων με την εφαρμογή της εγκυκλίου “Εθελοντικά έργα και εργασίες αναδάσωσης από φορείς, φυσικά ή νομικά πρόσωπα, και εθελοντές” ΣΧΕΤ: Η με αριθμό 125599/737/12-4-2013 (ΑΔΑ:ΒΕΑ20-Ε0Κ). Βάση αυτής της εγκυκλίου στον Οικισμό Πανόραμα 3 της Κινέτας του Δήμου Μεγαρέων εκτελέστηκε αναδασωτικό πιλοτικό έργο 100 στρεμμάτων από την Εταιρεία ΜΟΗ. Στην εταιρεία μετά από διαβούλευση με το τοπικό δασαρχείο υποδείχθηκε περιοχή η οποία έχει κηρυχθεί αναδασωτέα σύμφωνα με της υπ’αριθμ. 90756/20951 15-10-2018 (ΦΕΚ τ. Δ 416/17-10.2018) Απόφαση Γραμματέα Αποκεντρωμένης Διοίκησης Αττικής.

Λέξεις κλειδιά: Αναδάσωση, δασοτεχνικά έργα, πρόληψη, εθελοντισμός, περιβαλλοντική δράση, ιδιωτική πρωτοβουλία.

Εισαγωγή

Το 2018 εξελίχθηκαν 8.006 πυρκαγιές σε όλη τη χώρα με ζημιές 193.816,00 στρέμματα. Από αυτές τις πυρκαγιές μεγάλης εμβέλειας έγιναν στο Μάτι της Ραφίνας, στη Κινέτα Μεγαρέων, στους Αγίους Αποστόλους του δήμου Ωρωπού, στα Λεγρενά κοντά στο Σούνιο, στην Ανάβυσσο, στα Χανιά, στον ισθμό της Κορίνθου, στην Αλεξανδρούπολη, στη Ρόδο και σε άλλα σημεία. Οι σημαντικές δασικές πυρκαγιές της περιόδου αυτής ήταν της Κινέτας στα Μέγαρα όπου κάηκαν 49.065,073 στρ και στο Μάτι (φονική πυρκαγιά καθώς υπήρξαν 101 νεκροί) που κάηκαν 12.759στρ.

Η καταστροφή δασικών εκτάσεων από τις πυρκαγιές είναι ένα φαινόμενο που παρατηρούμε κάθε χρόνο στη χώρα μας. Σχεδόν όλες τις φορές η αιτία της πυρκαγιάς οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αποτέλεσμα των δασικών πυρκαγιών είναι η ολοσχερής καταστροφή των δασών με επιπτώσεις στην χλωρίδα και πανίδα αλλά και στον μηδενισμό του δασογεωργικού εισοδήματος. Το πρόβλημα όμως της υποστελέχωσης και της υποχρηματοδότησης είναι ένα θέμα που ταλανίζει τους κόλπους των υπηρεσιών και δημιουργεί μεγάλα κενά στην εκπλήρωση του έργου τους. Το έργο όμως της δασικής υπηρεσίας και των υπηρεσιών που ασχολούνται με την ύπαιθρο μπορεί επικουρικά να ολοκληρωθεί με την εθελοντική συμμετοχή των πολιτών, των συλλόγων, Μκο φορέων αλλά και από ιδιώτες και εταιρείες που έχουν στο πρόγραμμα τους την περιβαλλοντική πολιτική και τις κοινωνικές δράσεις. Μια περίπτωση επικουρικής βοήθειας είναι η εγκύκλιος “Εθελοντικά έργα και εργασίες αναδάσωσης από φορείς, φυσικά ή νομικά πρόσωπα, και εθελοντές” ΣΧΕΤ: Η με αριθμό 125599/737/12-4-2013 (ΑΔΑ:ΒΕΑ20-Ε0Κ). Βάση αυτής της εγκυκλίου στον Οικισμό Πανόραμα 3 της Κινέτας του Δήμου Μεγαρέων εκτελέστηκε αναδασωτικό πιλοτικό έργο 100 στρεμμάτων από την Εταιρεία ΜΟΗ. Η τοποθεσία που υποδείχθηκε για αναδάσωση διοικητικά υπάγεται στο Δήμο Μεγαρέων του Νομού Αττικής. Από δασικής πλευράς υπάγεται στο Δασαρχείο Μεγαρέων, στη Διεύθυνση Δασών Αττικής και είναι δημόσια δασική έκταση. Όσον αφορά την φυσιογραφία, η περιοχή εκτείνεται στην νοτιοανατολική πλευρά προς τους πρόποδες των Γερανείων Ορέων. Η έκταση είναι λοφώδης και έχει ήπιες κλίσεις της τάξης του 3 με 5%. Το min υψόμετρο της περιοχής αναδάσωσης είναι 123m ενώ το max 166m. Το σύνολο της περιοχής μελέτης είναι στα 100 στρέμματα. Η γεωλογία της περιοχής του έργου ανήκει στην ευρύτερη ζώνη του όρους Γεράνεια, το οποίο υπέρκειται ολόκληρης της περιοχής Κινέτας (που δυστυχώς επλήγησαν και φέτος). Τα Γεράνεια αποτελούνται από γεωλογικούς σχηματισμούς, οι οποίοι κατατάσσονται στην Πελαγονική ζώνη και στην ενότητα

Βοιωτίας. Στην περιοχή επικρατούν Πλειοκαινικά (Νεογενή) και Πλειστοκαινικά (Τεταρτογενή) ιζήματα, τα οποία έχουν αποθεθεί ασύμφωνα πάνω στο αλπικό υπόβαθρο. Η έκταση της αναδάσωσης καταλαμβάνει τμήμα του Δήμου Μεγαρέων και εκτείνεται βορειοδυτικά του οικισμού Πανοράματος 3 της Κινέτας και ανάντι αυτής. Η φυσική αναγέννηση καλύπτει μικρές συστάδες και εντοπίζεται κυρίως γύρω από καμένα δέντρα. Σε τάξη μεγέθους για 100 στρέμματα η φυσική αναγέννηση καλύπτει το 15 με 20% και στα σημεία όπου υπάρχει έχει εξαιρεθεί η αναδάσωση.

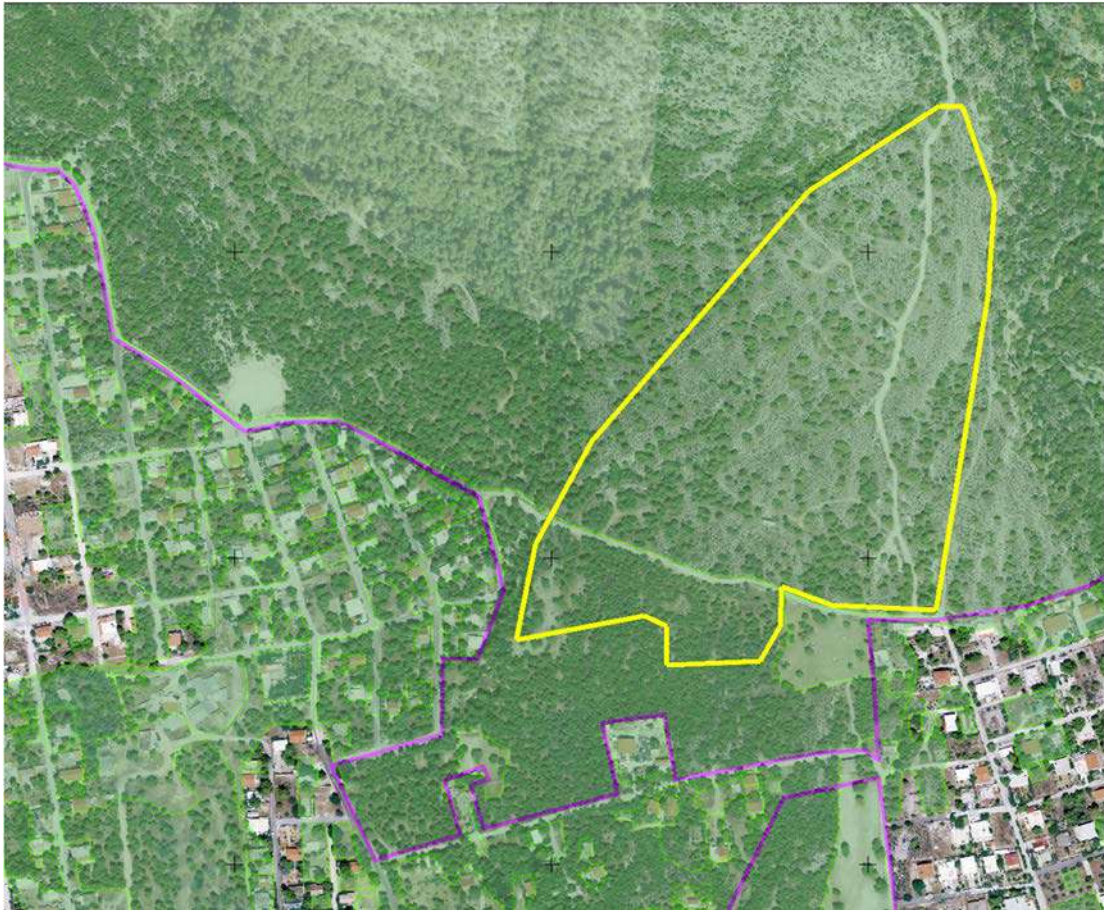
Η ΜΟΗ επέλεξε την περιοχή της Κινέτας καθώς σε κοντινή απόσταση από τα όρια της πυρκαγιάς βρίσκονται οι εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου και σαφώς είναι συνδεδεμένη με την περιοχή. Το τμήμα έργων και περιβάλλοντος της εταιρείας μαζί με εξωτερικό συνεργάτη προχώρησαν στη διαδικασία έναρξης του έργου. Αφετηρία ήταν η προσέγγιση του τοπικού Δασαρχείου Μεγάρων. Σε αυτό το βήμα έγινε αίτηση εθελοντικής εκτέλεσης έργου σε περιοχή που έχει υποδειχθεί από το αρμόδιο δασαρχείο και περιλαμβάνει έκταση 100 στρεμμάτων. Στη συνέχεια εκπονήθηκε μελέτη αναδάσωσης η οποία εγκρίθηκε από τις δασικές υπηρεσίες και μαζί με το αίτημα που στάλθηκε από το δασαρχείο στην Διεύθυνση Αναδασώσεων Αττικής απάντησαν θετικά με διαβιβαστικό και με την παραλαβή του ξεκίνησαν οι εργασίες.

Υλικά και Μέθοδοι

Βάση της εγκεκριμένης μελέτης ο φυτευτικός σύνδεσμος είναι ελεύθερος και όχι μικρότερος του 3x3. Τα είδη δέντρων και θάμνων που έχουν εγκατασταθεί αποτελούν στο κύριο όγκο τους την προϋπάρχουσα χλωρίδα της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα για την εκτέλεση του έργου είναι οι κάτωθι εργασίες :

- Την εγκατάσταση του συνεργείου
 - Την οριοθέτηση της περιοχής με πασσάλους βάση της μελέτης
 - Τον καθαρισμό της έκτασης από κλαδιά, σκουπίδια και διάφορα ογκώδη αντικείμενα
 - Την απόθεση των ανακυκλωμένων υλικών σε κάδους και την στοίβαξη των κλαδιών περιμετρικά του έργου με σκοπό τη δημιουργία τεχνητού φράχτη
- Κατά το κυρίως έργο :
- Διάνοιξη λάκκων - φύτεμα – Λίπανση – Πότισμα
- Παρελκόμενα
- Εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου αποτελούμενο από 4 δεξαμενές των 5 κυβικών η κάθε μία
 - Αποκομιδή των ναύλων από τις ρίζες των φυτών – καθαρισμός απορριμμάτων έργου
- Εργοτάξιο – μέτρα ασφαλείας
- Τα μέτρα ασφαλείας εφαρμόστηκαν όπως ορίζει το ΦΑΥ – ΣΑΥ της εγκεκριμένης μελέτης.

Η ΜΟΗ βάση του διαχειριστικού της σχεδίου έχει αναλάβει εκτός από την εκτέλεση του έργου, το πότισμα και τη λίπανση των φυτών για δύο χρόνια αλλά και την παρακολούθηση για πολλά χρόνια αργότερα.



Εικόνα 1. Περιοχή Αναδάσωσης
Picture 1. Reforestation area

Πίνακας 1. Συντεταγμένες Περιοχής Αναδάσωσης
Table 1. Reforestation Area Coordinates

Συντεταγμένες Περιοχής Αναδάσωσης (δίνονται η πρώτη και η τελευταία)		
α/α	Χ	Ψ
01	431806.30	4203869.07
02	431824.82	4203867.75

Πίνακας 2. Είδη φυτών
Table 2. Plant species

Πίνακας Φυτών					
α /α	ΕΙΔΟΣ ΦΥΤΩΝ	Αρ. Φυτών	Δέντρ α	Θάμν οι	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕ ΝΕΣ ΘΕΣΕΙΣ
1	Pinus Xlerpensis (Χαλέπιος Πεύκη)	1.860	1.860		Σε όλη την επιφάνεια
2	Pinus Pinea (Κουκουναριά)	120	120		
3	Cupressus sempervirens f. Horizontalis (Κυπαρίσσι πλαγιόκλαδο)	710	710		
4	Cupressus sempervirens f. Pyramintalis (Κυπαρίσσι ορθόκλαδο)	600	600		Κυρίως κατά μήκος των οδών
5	Acacia saligna (Ακακία Κυανόφυλλη)	470	470		
6	Albizia julibrissin (Ακακία Κων/λεως)	270	270		

7	Quercus ilex (Αρία)	270	270		Σε όλη την επιφάνεια
8	Crcis siliquastrum (Κουτσουπιά)	150	150		
9	Caratonia siliqua (Χαρουπιά)	230	230		
0	¹ Spartium juceum (Σπάρτο)	300		300	
1	¹ Laurus nobilis (Δάφνη Απόλλωνος)	50	50		
2	¹ Nerium oleander (Πικροδάφνη)	320		320	Υγρές θέσεις στα ρέματα
3	¹ Olea europea (Αγριελιά)	120	120		Διάσπαρτα και όχι σε συστάδες
4	¹ Myrtus communis (Μυρτιά)	340		340	Διάσπαρτα ανάμεσα δέντρα
5	¹ Medicago arborea (Μηδική)	400		400	
Σύνολο		6.210	4850	1360	

Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του έργου φυτεύτηκαν 6120 φυτών σε μια έκταση 100 στρεμμάτων που έχει οριστεί αναδασωτέα. Το έργο ξεκίνησε την πρώτη βδομάδα του Φεβρουαρίου 2021 και ολοκληρώθηκε αρχές Μαρτίου 2021. Φυτά που δεν υπήρχαν στο δασικό φυτώριο της Αμυγδαλέζας από τον εγκεκριμένο πίνακα της μελέτης καλύφθηκαν από δέντρα Χαλεπίου Πεύκης. Σημαντικό κεφάλαιο στο έργο ήταν τα απορρίμματα που υπήρχαν στην έκταση. Στον καθαρισμό από τα κλαδιά ήρθαμε αντιμέτωποι με πολλές εστίες σκουπιδιών που δημιουργήθηκαν μετά την πυρκαγιά του 2018. Πιο συγκεκριμένα απομακρύνθηκαν 50 σακούλες 150L με πλαστικά, αλουμίνιο και διάφορων άλλων αντικειμένων όπως στρώμα και καναπές κ.α.. Επίσης, διαπιστώσαμε ότι σε πυλώνα της ΔΕΗ το συνεργείο συντήρησης άφησε τις πορσελάνες των πηνίων παρακείμενα της κολώνας με αποτέλεσμα να γίνει ένας σορός άμμου και πορσελάνης. Στη συνέχεια βγάλαμε 10 λάστιχα αυτοκινήτων και μια σιδερένια σκεπή από λυόμενο σπίτι ή τροχόσπιτο. Μετά από πέντε μήνες από την ολοκλήρωση του έργου έχουν γίνει συνολικά 7 ποτίσματα (συμπεριλαμβανομένων και των δοκιμαστικών ποτισμάτων στην αρχή) και επιπλέον έχουν γίνει 14 επισκέψεις στην αναδάσωση για καταγραφή και έλεγχο πεδίου. Σε αυτό το διάστημα δεν έχουν παρατηρηθεί φθορές στα υλικά και δεν έχει προκύψει καμία ζημιά στα φυτά και στο αρδευτικό σύστημα. Τα δέντρα παρουσιάζουν διόγκωση γεγονός που σημαίνει ότι έχουν ριζώσει ενώ μερικά από τα φυτά και σε πάρα πολύ μικρό ποσοστό δεν ευδοκίμησαν, κυρίως τα Κυπαρίσσια. Στα αποτελέσματα του έργου επίσης καταγράφεται η μείωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από τις δενδροφυτεύσεις καθώς τα φυτά έχουν μηχανισμούς αποθήκευσης γεγονός που συμβάλει στον καθαρισμό της ατμόσφαιρας. Επιπρόσθετα με την εκτέλεση του έργου η εταιρεία εναρμονίζεται με τις διεθνείς συνθήκες για το περιβάλλον όπως την συμφωνία του Παρισιού για το κλίμα. Τέλος, αυτό το έργο αποτελεί πιλοτική δράση καθώς η εταιρεία σχεδιάζει και άλλες δράσεις για το επόμενο διάστημα που έχουν ως σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος, την ανάπτυξη των δασών, τη βελτίωση των δεικτών ESG και την κατοχύρωση των μονάδων συγκράτησης του διοξειδίου του άνθρακα στην ΜΟΗ.

Συμπεράσματα

Η συμβολή των ιδιωτικών εταιρειών σε αναδασωτικό έργο είναι καθοριστικής σημασίας παράγοντες ευημερίας και ανάπτυξης των δασών καθώς εκτός από την ολοκλήρωση του έργου με τους ίδιους αυστηρούς όρους που το εκτέλεσαν από άποψη να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα στην εργασία για να εκτελεστεί σωστά έτσι το συντηρούν για τα επόμενα δύο έτη με πότισμα και λίπανση αλλά και στενή παρακολούθηση αρκετά χρόνια αργότερα. Αποτέλεσμα αυτής της πολιτικής είναι η μακρόβια παρακολούθηση του έργου, η καταγραφή πολύτιμων στοιχείων, η παρουσία σε τακτά χρονικά διαστήματα της πορείας του έργου σε συνέδρια, η καταγραφή διαχρονικά της χλωρίδας και πανίδας της

περιοχής, η προστασία της περιοχής και ο συντονισμός διάφορων εθελοντικών δραστηριοτήτων με έμφαση στη προστασία του περιβάλλοντος.

Σε μια περιοχή 100στρ που γειτνιάζει με οικισμό έγινε ένας πλήρης καθαρισμός του μέρους με αποτέλεσμα να αλλάξει η εικόνα της περιοχής και να απομακρυνθούν όλα τα απορρίμματα. Αποτέλεσμα αυτής της ενέργειας, μετά από 3 μήνες, παρατηρούμε ότι η οριοθετημένη περιοχή είναι πιο πράσινη συγκριτικά με τις όμορες καμένες που δεν έχουν καθαριστεί, υπάρχει περισσότερη βλάστηση και η διέλευση για εργασίες όπως το πότισμα και η λίπανση γίνονται άμεσα χωρίς εμπόδια. Πάνω σε αυτό το γεγονός αντιλαμβανόμαστε την αξία του δάσους που δεν δέχεται ανθρώπινη καταπόνηση από απορρίμματα. Σε αυτό το πλαίσιο οι κάτοικοι και οι τοπικοί σύλλογοι θα μπορούσαν να γίνουν αρωγοί στη συντήρηση διοργανώνοντας εθελοντικούς καθαρισμούς ή και καμπάνιες ενημέρωσης για την προστασία του δάσους επικουρούμενοι από την ΜΟΗ.

Η συμβολή της ιδιωτικής πρωτοβουλίας για την υλοποίηση ενός έργου αναδάσωσης μπορεί να παρακινήσει και άλλους φορείς να στραφούν σε αυτή τη κατεύθυνση με αποτέλεσμα ο αριθμός των έργων να γίνει μεγαλύτερος άρα μεγαλύτερο και το όφελος για το δάσος και το περιβάλλον γενικότερα.

Η αποδοχή της τοπικής κοινωνίας είναι πολύ μεγάλη και ξυπνάει το αίσθημα του εθελοντισμού και της προσφοράς γεγονός που φαίνεται από τις συχνές πλέον συνομιλίες μας με τους τοπικούς φορείς που προτείνουν διάφορες οικολογικές – περιβαλλοντικές δράσεις.

Το έργο αυτό βοήθησε στην εξέλιξη της περιβαλλοντικής πολιτικής της εταιρείας με αποτέλεσμα να συμβάλει ακόμα περισσότερο σε εθελοντικές κοινωφελείς δράσεις.

Ανάδειξη του μεγάλου ζητήματος προσφοράς στον συνάνθρωπο και στην κοινωνία γενικότερα ότι η ιδιωτική πρωτοβουλία βοηθάει τόσο το κοινό καλό όσο και το έργο των υπηρεσιών με απόλυτη συνεργασία και σύμπνοια.

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στο Διευθυντή έργων και συνεργιών του Ομίλου Motor Oil Μιχάλη Λιάρο που είχε την αρχική έμπνευση για τη δράση και την Αμαλία Κυπαρίσση υπεύθυνη δημοσίων σχέσεων του Ομίλου.

Abstract

The purpose of this paper is to highlight the contribution of private companies in the preparation of forestry projects by implementing the circular "Voluntary reforestation projects by organizations, natural or legal persons, and volunteers" REF: The number 125599/737 / 12-4 -2013 (ΑΔΑ: ΒΕΑ20-Ε0Κ). Based on this circular, in the Settlement Panorama 3 of Kineta of the Municipality of Megara, a reforestation pilot project of 100 acres was carried out by the MOH Company. The company, in consultation with its local forest department, was designated an area which has been declared reforestable in accordance with nos. 90756/20951 15-10-2018 (Government Gazette vol. DD 416 / 17-10.2018) Decision of the Secretary of Decentralized Administration of Attica.

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΓΛΥΚΕΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ, ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΜΒΑΣΗ CITES**

Αλεξίου Χ. Ειρήνη; Κοκκινάκης Κ. Αντώνης

Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Τ.Κ. 241, 54124 Θεσ/νίκη, akokkin@for.auth.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή επιχειρείται μία αναλυτική εξέταση στις κατηγορίες κινδύνου των ειδών των ιχθύων των λιμνών και ποταμών της Δυτικής Μακεδονίας και Θεσσαλίας, με γνώμονα το καθεστώς της προστασίας τους που ισχύει στις παραπάνω περιοχές, σχετικά με τη κατηγοριοποίηση 'κινδύνου' των ειδών της IUCNRedList, του Κόκκινου Βιβλίου των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας και τη Σύμβαση CITES. Με την εφαρμογή κατάλληλων στατιστικών μεθόδων, διαπιστώνεται αν υπάρχει διαφορά στην κατάταξη των ειδών ανάμεσα στις τρεις λίστες και αν κάποια από αυτά αξιολογούνται ως 'κινδυνεύοντα' και χρειάζονται προστασία σε κάποιες από τις λίστες, ενώ σε άλλη δεν περιλαμβάνονται. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν για την επανεξέταση και τον επαναπροσδιορισμό της υφιστάμενης κατηγοριοποίησης 'απειλής' ή 'κινδύνου' των 'απειλούμενων' ή 'κινδυνευόντων' ειδών ψαριών του γλυκού νερού στον Ελλαδικό χώρο και την υπαγωγή τους και σε άλλες νομοθετικές προσπάθειες, όπως το καθεστώς προστασίας της Σύμβασης Cites.

Λέξεις κλειδιά: καθεστώς προστασίας ιχθύων εσωτερικών υδάτων, Σύμβαση CITES, IUCNRedList, Κόκκινος κατάλογος απειλούμενων σπονδυλόζωων, παραγοντική ανάλυση αντιστοιχιών.

Εισαγωγή

Η Σύμβαση CITES (Convention International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora-CITES) ρυθμίζει το διεθνές εμπόριο ειδών της αυτοφυούς χλωρίδας και άγριας πανίδας που απειλούνται με εξαφάνιση. Τα κράτη μέλη της Σύμβασης, έχουν συμφωνήσει στην τήρηση και εφαρμογή ενιαίων αρχών, κανόνων και συγκεκριμένων διαδικασιών διακίνησης και εμπορίας των ειδών της άγριας πανίδας και χλωρίδας, προκειμένου να προστατευθούν σε παγκόσμιο επίπεδο είδη που απειλούνται με εξαφάνιση.

Η χώρα μας συμμετέχει στη Σύμβαση μεμονωμένα ως Κράτος Μέρος, αλλά και ως μέλος ενιαίου Οργανισμού Κρατών (Κράτος Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Εφαρμόζει, σ' ότι αφορά τις δεσμεύσεις και υποχρεώσεις που αποδέχθηκε προσχωρώντας στη Σύμβαση CITES τους σχετικούς με τη Σύμβαση Κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι οποίοι επιβάλλουν αυστηρότερα μέτρα προστασίας και διακίνησης των ειδών CITES.

Βασική αρχή της Σύμβασης CITES είναι ότι η εμπορία και διακίνηση των ειδών που περιλαμβάνονται σε αυτή, συμπεριλαμβανομένων των υβριδίων τους, δειγμάτων, ζωντανών ή νεκρών, μερών τους ή προϊόντων μερών και παραγώγων, γίνεται μέσω ενός ενιαίου συστήματος αδειοδότησης και πιστοποιητικών διακίνησης ή κατοχής τους, που εκδίδονται αποκλειστικά από τις αρμόδιες Διαχειριστικές Αρχές CITES (CITES Management Authorities) των Κρατών Μερών της Σύμβασης.

Στην εργασία αυτή επιχειρείται να διαπιστωθεί εάν κάποια είδη της ιχθυοπανίδας των λιμνών και ποταμών της Δυτικής Μακεδονίας και της Θεσσαλίας προστατεύονται με διαφορετικό τρόπο από τρία διαφορετικά συστήματα προστασίας: α)την IUCN Red List, β)το Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας και γ)τη Σύμβαση CITES και αν η Σύμβαση CITES μπορεί να προστατεύσει επιπρόσθετα τα απειλούμενα είδη.

Υλικά και Μέθοδοι

Καθεστώς προστασίας με βάση τα τρία συστήματα

Τα ποτάμια και οι λίμνες της περιοχής αναφοράς ταξινομήθηκαν σε ομάδες σύμφωνα με την ιχθυοπανίδα τους, τον αριθμό των ειδών που ανήκουν στις κατηγορίες 'κινδύνου' και το καθεστώς προστασίας της IUCN Red List, του Κόκκινου Βιβλίου των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας και τη Σύμβαση CITES.

Καταγράφοντας την παρουσία των ειδών των ψαριών, από το σύνολο της πρόσφατης βιβλιογραφίας, και από δεδομένα συγγραφέων (Economidou κ.α. 2007, Giakoumi κ.α. 2012, Kokkinakis 2007a, Kokkinakis 2007b, Kokkinakis 2009, Kokkinakis κ.α. 2016a, Kokkinakis κ.α. 2016ββ) δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων, όπου για κάθε ποτάμι ή λίμνη περιλαμβάνεται το σύνολο των ειδών των ψαριών που έχουν καταγραφεί σε αυτό.

Στο Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας γίνεται χρήση των κριτηρίων της IUCN (IUCN 2001), όπως αυτά έχουν προσαρμοστεί σε περιφερειακό / εθνικό επίπεδο (IUCN 2003). Συνολικά, σε μια περιφερειακή αξιολόγηση αναγνωρίζονται δέκα (10) κατηγορίες: εννέα (9) γενικές και μία (1) ειδικά για περιφερειακές αξιολογήσεις, ως εξής:

‘Εκλιπόντα’/Extinct (EX): Τάξα αδιαμφισβήτητα εξαφανισμένα (έχει πεθάνει και το τελευταίο άτομο).

‘Εκλιπόντα στο φυσικό τους περιβάλλον’ - Extinct in the Wild (EW): Τάξα που είναι γνωστό ότι υπάρχουν μόνο σε καλλιέργειες, σε αιχμαλωσία ή απελευθερωμένα μακριά από την αρχική τους περιοχή εξάπλωσης.

‘Τοπικά εκλιπόντα’/Regionally Extinct (RE): Κατηγορία που χρησιμοποιείται στις περιφερειακές ή εθνικές αξιολογήσεις και αφορά είδη που έχουν εξαφανιστεί.

‘Κρισίμως κινδυνεύοντα’/Critically Endangered (CR): Τάξα που αντιμετωπίζουν εξαιρετικά υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης από το φυσικό τους χώρο στο άμεσο μέλλον.

‘Κινδυνεύοντα’/Endangered (EN): Τα τάξα αυτά δεν είναι Κρισίμως Κινδυνεύοντα, αντιμετωπίζουν όμως πολύ υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης στο φυσικό τους περιβάλλον στο άμεσο μέλλον.

‘Τρωτά’/Vulnerable (VU): Τάξα που δεν εντάσσονται στις παραπάνω κατηγορίες, αλλά αντιμετωπίζουν υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης στο μεσοπρόθεσμο μέλλον.

‘Σχεδόν Απειλούμενα’/Near Threatened (NT): Τάξα που έχει εκτιμηθεί ότι δεν ανήκουν σε μια από τις τρεις προηγούμενες κατηγορίες κινδύνου, είναι ωστόσο κοντά στο να πληρούν τα σχετικά κριτήρια και άρα είναι πιθανό να ενταχθούν σε αυτές στο άμεσο μέλλον.

‘Μειωμένου Ενδιαφέροντος’/Least Concerned (LC): Τάξα που έχει εκτιμηθεί ότι δεν ανήκουν στις κατηγορίες Κρισίμως Κινδυνεύοντα, Κινδυνεύοντα, Τρωτά ή Σχεδόν Απειλούμενα. Συνήθως είναι σχετικά κοινά ή ευρέως διαδεδομένα είδη.

‘Ανεπαρκώς Γνωστά’/Data Deficient (DD): Τάξα για τα οποία δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα ώστε να αξιολογηθεί η κατάστασή τους με βάση την εξάπλωσή τους ή και την κατάσταση των πληθυσμών τους. Μπορεί δηλαδή ένα τάξον να έχει μελετηθεί και η βιολογία του να είναι γνωστή, αλλά να απουσιάζουν τα κατάλληλα δεδομένα για την εξάπλωση ή και την αφθονία του. Εφόσον αυτά βρεθούν, τα ‘Ανεπαρκώς Γνωστά’ είδη, μπορεί να αποδειχθεί ότι στην πραγματικότητα πρέπει να ενταχθούν σε μια κατηγορία κινδύνου.

‘Μη αξιολογηθέντα’/Not evaluated (NE): Τάξα που δεν έχουν ακόμη εκτιμηθεί ως προς τα προηγούμενα κριτήρια.

Τα κριτήρια της IUCN (IUCN 2001) αναπτύχθηκαν προκειμένου να εφαρμόζονται για την αξιολόγηση της κατάστασης ειδών σε παγκόσμιο επίπεδο. Σταδιακά όμως άρχισαν να εφαρμόζονται και σε περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο. Η IUCN ενθάρρυνε αυτή την προσπάθεια, σύντομα όμως έγινε αντιληπτό ότι χρειαζόταν μια προσαρμογή των κριτηρίων, ιδιαίτερα όσον αφορά τα είδη με εξάπλωση ευρύτερη των γεωγραφικών συνόρων μιας χώρας ή των ορίων μιας περιφέρειας. Σε αυτή την περίπτωση εξετάζεται ουσιαστικά η κατάσταση διατήρησης του υποπληθυσμού ενός είδους ή ακόμη και ενός μόνο τμήματος του βιολογικού κύκλου των ατόμων αυτού του υποπληθυσμού. Έτσι, στο Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο υπάρχει και η κατηγορία ‘Τοπικά Εκλιπόντα’ (RE), η οποία δεν περιγράφεται στην IUCN.

Σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις της Σύμβασης Cites, τα είδη που απειλούνται με εξαφάνιση κατατάσσονται σε κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητας αφανισμού τους (Παραρτήματα I, II, III της Σύμβασης CITES και αντίστοιχα Πίνακες Α, Β, Γ, Δ των Ευρωπαϊκών Κανονισμών).

Στο άρθρο 8 της ΚΥΑ αριθ. 125188/246/22-1-2013 (Β'285) «Εμπορία των ειδών της άγριας πανίδας και της αυτοφυούς χλωρίδας», για την εισαγωγή, εξαγωγή, επανεισαγωγή, επανεξαγωγή και διακίνηση δειγμάτων ειδών της άγριας πανίδας και χλωρίδας των περιπτώσεων γ και δ του άρθρου 2 που δεν περιλαμβάνονται ταυτόχρονα στα είδη των περιπτώσεων α ή β του άρθρου 2, δηλαδή των ειδών εξ αυτών που δεν περιλαμβάνονται στη Σύμβαση CITES και στους σχετικούς με αυτή κανονισμούς (ΕΚ και ΕΕ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, απαιτείται να έχει χορηγηθεί, τηρουμένων των σχετικών διατάξεων περί προστασίας των εν λόγω ειδών, σχετική άδεια από την κατά τόπο αρμόδια Διαχειριστική Αρχή CITES. Στους πίνακες που κατασκευάστηκαν για τις ανάγκες της εργασίας αυτής, αυτά έχουν καταχωρηθεί ως 'Απλή άδεια'.

Στατιστική Ανάλυση

Τα είδη ιχθυοπανίδας που εμφανίζονται στις λίμνες και τα ποτάμια της Δυτικής Μακεδονίας και της Θεσσαλίας κατατάχτηκαν ως προς την προστασία τους στα τρία συστήματα που αναφέρονται παραπάνω, με βάση τις κατηγορίες που εμφανίζονται σε αυτά. Τα καθεστάτα θεωρήθηκαν ως τρεις μεταβλητές, οι οποίες καθορίστηκαν ως μεταβλητές διάταξης, λόγω της κλιμακούμενης προστασίας που ορίζει η κάθε κατηγορία.

Τρεις συγκρίσεις έγιναν για να διαπιστωθεί εάν υπάρχει διαφοροποίηση στο καθεστώς προστασίας των ειδών ως προς τα διαφορετικά συστήματα:

- α) IUCN Red list με Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο
- β) IUCN Red list με Σύμβαση CITES και
- γ) Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο με Σύμβαση CITES

Οι συγκρίσεις έγιναν χρησιμοποιώντας 'πίνακες διασταύρωσης' (crosstabulation), όπου οι κατηγορίες της μιας μεταβλητής αντιστοιχίζονται με τις κατηγορίες της άλλης μεταβλητής. Για την πρώτη σύγκριση, όπου είναι ακριβώς ίδιες οι κατηγορίες στις δύο μεταβλητές και για να διαπιστωθεί αν υπάρχει διαφορά στην κατάταξη, χρησιμοποιήθηκε το Related - Samples Wilcoxon Signed Rank Test, κατάλληλο για τη σύγκριση ζευγαρωτών μεταβλητών (Mallery 2018).

Η ανάλυση έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 27.0 σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$ (Mallery 2018).

Αποτελέσματα

Συνολικά συμπεριλήφθηκαν 67 είδη της ιχθυοπανίδας των λιμνών και των ποταμών της Δυτικής Μακεδονίας και της Θεσσαλίας. Στον Πίνακα 1 φαίνονται κάποια περιγραφικά στατιστικά που αφορούν το καθεστώς προστασίας της IUCN και του Ελληνικού Κόκκινου Βιβλίου, για αυτά τα 67 είδη.

Πίνακας 1. Κατάταξη της ιχθυοπανίδας σε IUCN Red list και Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο
Table 1. Classification of fish fauna in IUCN Red list and Greek Red Book

Κατηγορία	IUCN Red List	Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο
NE	8	14
DD	8	5
LC	30	31
NT	3	1
VU	9	10
EN	4	3
CR	5	3
Σύνολο	67	67

Στην ευρύτερη κατηγορία των Threatened υπάρχουν 18 είδη στην Red List και 16 στο Κόκκινο Βιβλίο. Αντιστοίχως στην ευρύτερη κατηγορία Lower Risk υπάρχουν 33 είδη στη Red list και 32 στο Κόκκινο Βιβλίο.

Τα αντίστοιχα περιγραφικά στατιστικά για τη Σύμβαση CITES φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Κατάταξη ιχθυοπανίδας στη Σύμβαση CITES
Table 2. Classification of fish fauna due to CITES Convention

Κατηγορία	Συχνότητα
Εκτός CITES	59
Θέλει απλή άδεια	7
CITES Appendix II/Annex B*	1
Σύνολο	67

Διαπιστώνεται ότι μόνο το 1,5% της παρατηρηθείσας ιχθυοπανίδας βρίσκεται στον πυρήνα της προστασίας της σύμβασης CITES, ενώ το 10,4% χρειάζεται απλή άδεια για τη διακίνησή του. Το υπόλοιπο 88,1% είναι εκτός σύμβασης.

Στον Πίνακα 3 φαίνεται ο πίνακας διασταύρωσης (crosstabulation) των δύο μεταβλητών της IUCN Red list και του Ελληνικού Κόκκινου Βιβλίου.

Πίνακας 3. Πίνακας διασταύρωσης μεταβλητών IUCN Red list και Ελληνικού Κόκκινου Βιβλίου
Table 3. Crosstabulation of IUCN Red list and Greek Red Book variables

Κατηγορία IUCN Red List	Κατηγορία Ελληνικού Κόκκινου Βιβλίου							Σύνολο
	NE	DD	LC	NT	VU	EN	CR	
NE	6	0	2	0	0	0	0	8
DD	1	2	3	0	2	0	0	8
LC	5	2	21	0	2	0	0	30
NT	1	0	2	0	0	0	0	3
VU	1	0	2	0	6	0	0	9
EN	0	0	1	0	0	3	0	4
CR	0	1	0	1	0	0	3	5
Σύνολο	14	5	31	1	10	3	3	67

Ο Πίνακας αυτός δείχνει ότι από τα 18 είδη τα οποία η IUCN θεωρεί ως Threatened, στο Κόκκινο Βιβλίο κατατάσσονται τα 12, δηλαδή υπάρχει ένα 33,3% ειδών που στο Κόκκινο βιβλίο είναι σε χαμηλότερο επίπεδο προστασίας (4 είδη στα Lower Risk, 1 είδος ως DD και 1 είδος ως NE). Αντίστοιχα, από τα 33 Lower Risk είδη της IUCN, τα 23 αξιολογούνται αντίστοιχα και από το Κόκκινο Βιβλίο (69,7%), ενώ από τα υπόλοιπα 10, τα 6 είναι NE, τα 2 DD, ενώ υπάρχουν και 2 είδη που κατατάσσονται σε υψηλότερη κατηγορία προστασίας, ως VU.

Από τη σύγκριση των δύο μεταβλητών με το Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test, διαπιστώθηκε ότι η τιμή του τεστ είναι 113,5 με $p=0,111 > 0,05$. Άρα, αποδεικνύεται ότι η μηδενική υπόθεση H_0 : η διάμεσος των διαφορών των δύο μεταβλητών ισούται με 0 δεν μπορεί να απορριφθεί. Άρα, παρά τις όποιες διαφορές, οι δύο κατάλογοι φαίνεται να κατατάσσουν με παρόμοιο τρόπο τα 67 είδη. Όσον αφορά τη δεύτερη σύγκριση παρουσιάζεται ο Πίνακας 4 που αποτελεί τον 'πίνακα διασταύρωσης' (crosstabulation) μεταξύ της Red List και της σύμβασης CITES.

Πίνακας 4. Πίνακας διασταύρωσης μεταβλητών IUCN Red list και CITES
Table 4. Crosstabulation of IUCN Red list and CITES variables

Κατηγορία IUCN Red List	Σύμβαση CITES			Σύνολο
	Εκτός CITES	Θέλει απλή άδεια	CITES Appendix II /Annex B*	
NE	8	0	0	8
DD	8	0	0	8
LC	25	5	0	30
NT	3	0	0	3
VU	8	1	0	9
EN	4	0	0	4
CR	3	1	1	5
Σύνολο	59	7	1	67

Στον Πίνακα 4 φαίνεται ότι από τα 18 είδη που αξιολογούνται ως Threatened από την Red list, 15 είδη είναι εκτός στη σύμβαση CITES (83,3%), ενώ από τα 33 είδη που αξιολογούνται ως Lower Risk τα 28 είδη είναι εκτός της σύμβασης CITES (84,8%). Μόνο ένα είδος βρίσκεται στην κατηγορία CITES Appendix II/ Annex B* και αυτό, αναμενόμενα, είναι CR στη Red List. Μόνο 3 Threatened είδη είναι εντός σύμβασης CITES, ενώ 5 Lower Risk είδη είναι εντός CITES και θέλουν ‘απλή άδεια’.

Πίνακας 5. ‘Πίνακας διασταύρωσης’ μεταβλητών Ελληνικού Κόκκινου Βιβλίου και CITES
Table 5. Crosstabulation of Greek Red Book and CITES variables

Κατηγορία Ελληνικού Κόκκινου Βιβλίου	Σύμβαση CITES			Σύνολο
	Εκτός CITES	Θέλει απλή άδεια	CITES Appendix II/Annex B*	
NE	12	2	0	14
DD	5	0	0	5
LC	27	4	0	31
NT	0	0	1	1
VU	10	0	0	10
EN	3	0	0	3
CR	2	1	0	3
Σύνολο	59	7	1	67

Αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα για την τρίτη σύγκριση. Στον Πίνακα 5 φαίνεται το ‘crosstabulation’ των μεταβλητών Red Book και CITES. Από τα 16 είδη που αξιολογούνται ως Threatened από το Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο, τα 15 είδη είναι εκτός Σύμβασης CITES (93,8%), ενώ από τα 32 είδη που αξιολογούνται ως Lower Risk, τα 27 είδη είναι εκτός Σύμβασης CITES (84,4%).

Μόνο ένα είδος βρίσκεται στην κατηγορία CITES Appendix II/ Annex B*, όμως δεν είναι CR όπως στη Red list, αλλά NT. Εντός σύμβασης CITES είναι μόνο ένα (1) Threatened είδος και απαιτεί απλή άδεια και τέσσερα (4) Lower Risk είδη τα οποία επίσης απαιτούν απλή άδεια.

Στον Πίνακα 6 που ακολουθεί φαίνονται τα είδη όπου εμφανίζονται οι μεγαλύτερες αποκλίσεις σε σχέση με το καθεστώς προστασίας τους.

Πίνακας 6. Είδη όπου εμφανίζονται οι μεγαλύτερες αποκλίσεις στα καθεστώτα προστασίας
Table 6. Species where occur the largest deviations in protection regimes

Είδος	IUCN Red List	GR Red Book	CITES
<i>Anguilla anguilla</i>	CR	NT	CITES Appendix II/Annex B*
<i>Cobitis trichonica</i>	EN	LC	Εκτός
<i>Acipenser sturio</i>	CR	DD	Εκτός
<i>Eudontomyzon hellenicus</i>	CR	CR	Θέλει απλή άδεια
<i>Pungitius hellenicus</i>	CR	CR	Εκτός
<i>Valencia letourneuxi</i>	CR	CR	Εκτός
<i>Rutilus panosi</i>	VU	LC	Εκτός
<i>Coregonus cf. laveratus</i>	VU	NE	Θέλει απλή άδεια

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Δεν είναι εύκολο να αποτιμήσει κανείς το σύνολο της ιχθυοπανίδας των γλυκών νερών επειδή σε αυτή περιλαμβάνονται μη μελετημένα ή περιγραφέντα είδη, όπως ακόμη ξενικά είδη που εισήλθαν ή συνεχώς εισέρχονται συνήθως με ανθρώπινη παρέμβαση, καθώς και ευρύαλα είδη των οποίων ο βαθμός παρουσίας τους και τα όρια εξάπλωσης σε γλυκά νερά είναι δύσκολο να εκτιμηθεί (Barbieri et al. 2015). Παρά τον σχετικά μεγάλο αριθμό δημοσιεύσεων που ασχολούνται με τα ψάρια του γλυκού νερού (Economou κ.α. 2004a), λίγες μόνο από αυτές παρέχουν λίστες της ιχθυοπανίδας σε μεμονωμένα υδάτινα οικοσυστήματα (Kattoulas 1972, Economidis κ.α. 1981, Economidis και Sinis 1982, Kokkinakis κ.α. 1999, Tigilis 2000, Koutrakis κ.α. 2000, Daoulas κ.α. 2001, Economou κ.α. 2001b, 2004b, Ταχος 2003, Kokkinakis 2006, Stoumboudi κ.α. 2006, Leonardos κ.α. 2007). Για το σύνολο των δεδομένων που περιγράφεται στο κάθε υδάτινο σύστημα, τίθεται ζήτημα πληρότητας και χρειάζεται περαιτέρω μελέτη, καθώς ορισμένα είδη απουσιάζουν από τις λίστες περιγραφής των εξεταζόμενων συστημάτων. Δυστυχώς, είναι δύσκολο πολλές φορές να επαληθευτούν οι πληροφορίες και τα σφάλματα μπορούν εύκολα να εισχωρήσουν σε ένα ευρύτερο σύνολο δεδομένων, εάν αυτά δεν επιβεβαιωθούν με πρόσφατες παρατηρήσεις πεδίου.

Τα είδη αποτελούν βασικές μονάδες στην εφαρμοσμένη έρευνα και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η εμπειρία έχει δείξει ότι όσο πιο εύκολα 'διακριτό' είναι ένα είδος σε σχέση με άλλα, τόσο μεγαλύτερη προτεραιότητα δίνεται στην προστασία του (Maitland 2004). Στη λεκάνη της Μεσογείου, ο αριθμός των απειλούμενων ειδών ψαριών είναι πολύ μεγάλος και καλύπτει περίπου το 56% των ενδημικών ειδών. Το γεγονός αυτό αποτελεί μια από τις υψηλότερες σχετικές εκτιμήσεις των απειλούμενων ειδών παγκοσμίως (Smith και Darwell 2006, Peter 2006). Οι περιοχές εξάπλωσης των ειδών, αποτελούν ένα από τα βασικά θέματα για την αξιολόγηση της 'ευαισθησίας' τους και το σχεδιασμό κατάλληλων μέτρων προστασίας. Στη χώρα μας δεν έχουν γίνει ακόμη εκτεταμένες έρευνες για τη συστηματική τεκμηρίωση της εξάπλωσης των ενδημικών ειδών των ψαριών του γλυκού νερού. Οι περισσότερες μελέτες παρέχουν ανέκδοτες καταγραφές των ειδών, οι οποίες δεν είναι ποσοτικές σε σχέση με την αφθονία ή την πυκνότητα τους (Economidis 1995). Κατά συνέπεια, οι προτεραιότητες διατήρησης των ειδών βασίζονται συνήθως σε συγκεντρωτικά δεδομένα για τα είδη των ψαριών που υπάρχουν σε εθνικό ή σε περιφερειακό επίπεδο, δηλαδή κατάλογοι ελέγχου σε προστατευόμενες περιοχές και όχι λεπτομερείς ποσοτικές εκτιμήσεις των ειδών των ψαριών, με βάση την περιοχή της λεκάνης απορροής. Επομένως, αποτελεί κανόνα το γεγονός ότι πολλά είδη ψαριών που απειλούνται με εξαφάνιση δεν έχουν ακόμη κατάλληλη νομική προστασία.

Τα είδη των ψαριών του γλυκού νερού έχουν καλύτερα τεκμηριωμένα δεδομένα κατανομής από ότι οι περισσότεροι άλλοι οργανισμοί στην Ελλάδα, δηλαδή ασπόνδυλα, αμφίβια κλπ. Επομένως, είναι ικανά να υποστηρίξουν βιογεωγραφικές αναλύσεις (Legakis 2004). Αποτελούν επίσης ένα από τα έμβια είδη που από την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΕ επιβάλλεται η επιστημονική εκτίμηση της κατάστασής τους στα υδάτινα σώματα και τους ποταμούς (Τάχος 2016). Βέβαια, συνεχώς προκύπτουν αποτελέσματα πρόσφατων ιχθυολογικών ερευνών, προκειμένου εφόσον αξιολογηθούν να επικαιροποιήσουν και πιθανόν να συμπληρώσουν τους υφιστάμενους καταλόγους.

Στο Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο κάθε είδος αξιολογήθηκε ως προς το αν πληροί κάποιο από τα κριτήρια και όχι ως προς το αν τα κριτήρια συνολικά έχουν νόημα για την κατάστασή του ή αν σχετίζεται με ένα ή περισσότερα από αυτά. Τα κριτήρια αξιολόγησης είναι κυρίως ποσοτικά και συνεπώς απαιτούν στοιχεία τα οποία συχνά λείπουν. Κρίνεται απαραίτητη λοιπόν η συνεχής, έγκυρη και έγκαιρη ενημέρωσή του, που θα βασίζεται σε ουσιαστική σε πρωτογενή έρευνα.

Διαφαίνεται επομένως η ανάγκη δημιουργίας μιας επικαιροποιημένης και ενημερωμένης βάσης απογραφής των ειδών των ψαριών του γλυκού νερού με τις κατηγορίες κινδύνου, για την επανεξέταση και τον επαναπροσδιορισμό των απειλούμενων με εξαφάνιση ειδών στον Ελλαδικό χώρο και την ενδεχόμενη υπαγωγή τους στο καθεστώς προστασίας τους και από τη Σύμβαση Cites. Επιπρόσθετα, όταν πραγματοποιούνται προγράμματα παρακολούθησης της ιχθυοπανίδας σε κάποια περιοχή, πρέπει να υπάρχει καλύτερη επικοινωνία, ώστε τα αποτελέσματα να είναι άμεσα διαθέσιμα για την υλοποίηση μελλοντικών πολιτικών προστασίας και δημιουργία στρατηγικών αποκατάστασης και λήψη άλλων πρωτοβουλιών. Έτσι διασφαλίζεται ότι το έργο των ερευνητών συμβάλλει σε πρωτοβουλίες πέρα από την έρευνα και επιπρόσθετα το έργο αυτό έχει αποτελέσματα και λειτουργεί ανταποδοτικά τόσο στη διοίκηση αλλά και σε προέκταση στη κοινωνία. Σημαντικό επίσης είναι η χρηματοδότηση αντίστοιχων δράσεων σε Εθνικό και Κοινοτικό Επίπεδο να γίνεται με βάση συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα τα οποία να συμπίπτουν με τους απαιτούμενους χρόνους ολοκλήρωσης τους.

Abstract

This paper provides a detailed report on the risk categories of lakes and rivers of Western Macedonia and Thessaly based on the protection regime applicable to fish fauna in this region using the categories of the IUCN Red List, the Red Book of endangered animals in Greece and the CITES Convention. By applying appropriate statistical methods, it is ascertained whether there is a difference in the classification of the species between the three lists and whether some of them are assessed as endangered in one list while in another they are not protected. The results of the present work can be used for the review and redefinition of endangered species in Greece and their inclusion under the protection of the Cites Convention.

The results of the present work can be used to review and redefine the existing categorization of 'threat' or 'danger' of 'threatened' or 'endangered' species of freshwater fish in Greece and their inclusion in other legislative efforts, such as the protection status of the Cites Convention.

Βιβλιογραφία

- Barbieri R., S. Zogaris, E. Kalogianni, M. Stoumboudi, T., Chatzinikolaou, Y., Giakoumi, S., Karakos, Y., Kommatas, D., Koutsikos, N., Tachos, V., Vardakas, L., and Economou, A.N., 2015. Freshwater Fishes and Lampreys of Greece: An annotated checklist. Monographs on Marine Sciences No. 8. Hellenic Centre for Marine Research: Athens, Greece. p. 130.
- Brooks, H. and Guth, M., 2020. Benefits of restoring Europe: Examples of the biodiversity, climate and wider socio-economic benefits of ecological restoration in Europe. 23 pp. Endangered Landscapes Programme, BirdLife Europe and Central Asia and UN Environment Programme World Conservation Monitoring Centre.
- Economidis, P.S., 2009. Fishes of Inland Waters. p. 86-159. In: Red Data Book of Threatened Animals of Greece. Legakis, A., Maragou, P. (Eds). Hellenic Zoological Society, Athens. Economidis, P.S., Chrysopolitou, V., 2009. *Alburnus macedonicus*. p. 95. In: Red Data Book of Threatened Animals of Greece. Legakis, A., Maragou, P. (Eds). Hellenic Zoological Society, Athens.
- Economou, A.N., Giakoumi, S., Vardakas, L., Barbieri, R., Stoumboudi, M., Zogaris, S., 2007a. The freshwater ichthyofauna of Greece - an update based on a hydrographic basin survey. *Mediterranean Marine Science*, 8 (1): 91-166.
- Freyhof, J. and Kottelat, M., 2008. *Alburnoides prespensis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <http://www.iucnredlist.org> (Accessed 14 June 2014).
- Freyhof, J., Brooks, E., 2011. European Red List of Freshwater Fishes. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 61 pp.
- Froese, R. and Pauly, D. (Eds), 2014. FishBase. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org>, version (Accessed 11 August 2014).
- Kokkinakis, A.K., 2006. Environmental hazards affecting the endangered fish fauna of mountainous rivers in west Macedonia (Greece). Third International Congress on Aquaculture, Fishery Technology and Environmental Management, 3-4 November 2006, Athens, Greece.
- Koutrakis, E.T., Kokkinakis, A.A., Eleftheriadis, E.A. and Argyropoulou, M.D., 2000. Seasonal changes in distribution and abundance of the fish fauna in the two estuarine systems of Strymonikos Gulf (Macedonia, Greece). *Belg. J. Zool.*, 130 (Suppl.): 41-48.
- Λεγάκις, Α. και Μαραγκού, Π., 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, 528 σελ.
- Mallery, P., 2018. IBM SPSS Statistics 25 Step by Step: A Simple Guide and Reference. Routledge.
- Προεδρικό Διάταγμα 67/1981 (Α' 23) «Περί προστασίας της αυτοφυούς Χλωρίδος και Άγριας Πανίδος και καθορισμού διαδικασίας συντονισμού και Ελέγχου της Ερεύνης επ' αυτών»
- ΚΥΑ αριθ. 125188/246/22-1-2013 (Β' 285): «Εμπορία των ειδών της άγριας πανίδας και της αυτοφυούς χλωρίδας».
- ΚΥΑ αριθ. 127703/602/18-02-2013 (ΑΔΑ: ΒΕΔΙ0-ΣΤΚ): Ενιαίος κατάλογος με τα Μη-CITES είδη άγριας πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας του άρθρου 2, περίπτωση δ, της ΚΥΑ αριθ. 125188/246/22-01-2013 (Β' 285), για τα οποία έχει εφαρμογή το άρθρο 8 της εν λόγω ΚΥΑ αναφορικά με την έκδοση των επονομαζόμενων «απλών αδειών».
- Τάχος, Β., 2016. Εθνικό πρόγραμμα παρακολούθησης – βιολογική ποιότητα ποταμών: Ψάρια, σελ. 14-15. Στο: Ζόγκαρης, Σ., Σκουλίδης, Ν., Οικονόμου, Α.Ν., Μπόμπορη, Δ., Γκίνη, Μ., Στεργίου, Κ.Ι. (Επ.) . Η Οδηγία 2000/60 και η Προστασία των Εσωτερικών Υδάτων: Έρευνα και Προοπτικές. ΙΘΑΒΙΠΕΥ, ΕΛΚΕΘΕ, Αθήνα, 70 σελ.

ΤΥΠΟΣ ΟΙΚΟΤΟΠΟΥ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ 9180 ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΠΡΕΣΠΩΝ

Αλντάνης Παντελής¹; Φωτιάδης Γεώργιος²

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Καρπενήσι, Δημοκρατίας 3, 361 00, palntanis@aua.gr
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Καρπενήσι, Δημοκρατίας 3, 361 00, gefotiadis@aua.gr

Περίληψη

Το Εθνικό Πάρκο Πρεσπών αποτελεί σημαντική περιοχή σε Ευρωπαϊκό επίπεδο σε ότι αφορά την ποικιλότητα τύπων οικοτόπων. Στην περιοχή εντοπίστηκε σε μικρή έκταση ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας 9180 (Δάση σε πλαγιές, λιθώνες ή χαράδρες της *Tilio-Acerion*) και σκοπός της εργασίας αυτής είναι η περιγραφή και αξιολόγησή του. Ελέγχοντας τους δείκτες (α) χλωριδική σύνθεση και τυπικά είδη, (β) δομή και λειτουργίες και (γ) πιέσεις και απειλές, φαίνεται ότι ο τύπος οικοτόπου στην περιοχή έχει μέτριο βαθμό διατήρησης. Συγκεκριμένα, στον τύπο οικοτόπου κυριαρχούν τα *Tilia platyphyllos* και *Ostrya carpinifolia* και, ενώ δεν υπάρχουν εμφανή σημάδια υλοτομιών, δεν υπάρχουν γηραιά δένδρα και τουλάχιστον δυο ορόφων δένδρων, που μπορεί να οφείλεται στο ότι η συστάδα αυτή μπορεί να είναι σχετικά νεαρή και να δημιουργήθηκε σταδιακά με τη μείωση της ανθρώπινης δραστηριότητας με την εγκατάλειψη του οικισμού του Αγκαθωτού.

Λέξεις κλειδιά: Πρέσπα, δάση φαραγγιών, *Tilio-Acerion*.

Εισαγωγή

Το Εθνικό Πάρκο Πρεσπών αποτελεί σημαντική περιοχή σε Ευρωπαϊκό επίπεδο σε ότι αφορά την ποικιλότητα τύπων οικοτόπων, τύπων βλάστησης και χλωριδικών στοιχείων. Σύμφωνα με τους Βραχνάκη κ.ά. (2011) στην περιοχή έχουν καταγραφεί 49 διαφορετικοί τύποι οικοτόπων, εκ των οποίων 29 του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και οι επτά είναι τύποι οικοτόπων προτεραιότητας (6120 *Ξερικοί αμμώδεις ασβεστούχοι λειμώνες, 6210 *Ημιφυσικοί ξηροφυτικοί λειμώνες σε ασβεστολιθικό υπόστρωμα (*Festuco-Brometea*) (*σημαντικές περιοχές με ορχεοειδή), 6220 *Ψευδο-στέπες με γράσταις και ετήσιες πόες (*Thero-Brachypodieta*), 6230 *Πλούσιοι σε είδη λειμώνες με *Nardus*, σε πυριτικό υπόστρωμα της ορεινής περιοχής (και υποορεινής περιοχής, στην ηπειρωτική Ευρώπη), 7130 *Επιφανειακοί τυρφώνες (*μόνο ενεργοί), 91E0 *Αλλουβιακά υπολλειματικά δάση (*Alnion glutinosae-incanae*) και 9562 *Ελληνικά δάση άρκευθου (*Juniperetum excelsae*). Σύμφωνα με τους Fotiadis κ.α. (2014) ο τύπος οικοτόπου 6120 αντιστοιχεί με τον επίσης τύπο οικοτόπου προτεραιότητας 6260 (Παννονικές αμμώδεις στέπες), ενώ σύμφωνα με το Interpretation Manual of European Union Habitats (2013) οι τύποι οικοτόπων 6210 και ο 7130 αντιστοιχούν με άλλους που δεν είναι προτεραιότητας (τους 62A0 “Ανατολικές υπομεσογειακές ξηρές χλοώδεις διαπλάσεις (*Scorzoneratalia villosae*)” και 7140 “Μεταβατικοί τυρφώνες” αντίστοιχα). Σύμφωνα με τους Strid κ.α. (2020), στην περιοχή απουσιάζει ο 6220, ενώ υπάρχουν ο 6210, ο 6110 (Παρόχθια ασβεστούχα ή βασεόφιλα ποολίβαδα της *Alysso-Sedion albi*), ο 6240 (Υπο-παννονικά στεπικά ποολίβαδα) και ο 9180 (Δάση σε πλαγιές, λιθώνες ή χαράδρες της *Tilio-Acerion*). Από τους παραπάνω τύπους οικοτόπων, οι 6110, 6240 και 9180 δεν έχουν ταυτοποιηθεί και αξιολογηθεί. Συγκεκριμένα, ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας 9180 περιλαμβάνει δάση σε πλαγιές, λιθώνες ή χαράδρες με *Tilio – Acerion*. Συνήθως είναι μεικτά δάση ευγενών φυλλοβόλων ειδών (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Tilia cordata*) σε αδρούς λιθώνες, απότομες κλιτύες ή αδρομερή κολλούβια, ειδικότερα σε ασβεστολιθικά αλλά και σε πυριτικά πετρώματα (European Commission 2013). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφή και αξιολόγηση του τύπου οικοτόπου 9180 στον Εθνικό Δρυμό Πρεσπών (GR1340001) του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών.

Υλικά και μέθοδοι

Οι εργασίες πεδίου για την περιγραφή και αξιολόγηση του βαθμού διατήρησης του τύπου οικοτόπου προτεραιότητας 9180 πραγματοποιήθηκαν τον Ιούνιο του 2021 και χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες: (α) χλωριδική σύνθεση και τυπικά είδη, (β) δομή και λειτουργίες και (γ) πιέσεις και απειλές. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στα πρωτόκολλα παρακολούθησης της κατάστασης διατήρησης των τύπων οικοτόπων του Έργου «Οριζόντιος Τεχνικός και Επιστημονικός Συντονισμός των Μελετών Εποπτείας και Αξιολόγησης της Κατάστασης Διατήρησης Ειδών και Τύπων Οικοτόπων στην Ελλάδα και Συνθετική Αξιοποίηση των Αποτελεσμάτων» και όπως παρουσιάστηκε στο Έργο «Τμήμα 1: Καταγραφή, Παρακολούθηση & Αξιολόγηση της Κατάστασης Διατήρησης των Τύπων Οικοτόπων και των Ειδών Χλωρίδας Κοινοτικού Ενδιαφέροντος». Συγκεκριμένα, η καταγραφή για τα τυπικά είδη έγινε με δειγματοληψίες βασισμένες στη μέθοδο του Braun-Blanquet (1951, 1964). Οι δομές και οι λειτουργίες που καταγράφηκαν είναι οι εξής: (α) Μη διασπασμένη συγκόμωση ανωρόφου, (β) Κάλυψη του εδάφους με οργανική ουσία πάνω από 75% της δειγματοληπτικής επιφάνειας, (γ) Κάλυψη γηραιών δένδρων (με διάμετρο άνω των 50 εκ.) άνω του 70%, (δ) Ικανοποιητική αναγέννηση πλατύφυλλων δένδρων, τυπικών του τύπου οικοτόπου, (ε) Απουσία διαταραχόφιλων ειδών, (στ) Συστάδα χωρίς σημάδια διαταραχής (π.χ. υλοτομίες), (ζ) Παρουσία τουλάχιστον δυο ορόφων δένδρων, (η) Απουσία διάβρωσης, (θ) Βάθος ορίζοντα Ah του εδάφους πάνω από 10 εκ., (η) Παρουσία κρυπτόγαμων με κάλυψη άνω του 5%. Σε ότι αφορά τις πιέσεις και απειλές χρησιμοποιήθηκε ο κατάλογος των Πιέσεων και Απειλών που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κατάστασης διατήρησης των ειδών και τύπων οικοτόπων κοινοτικού ενδιαφέροντος σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση (Evans και Arvela 2011). Συγκεκριμένα σημειώνεται αν πρόκειται για πίεση ή απειλή ή και τα δυο και ταξινομείται ως εξής: Υψηλή Σημασία / Επίδραση (H), Μέτρια Σημασία / Επίδραση (M), Χαμηλή Σημασία / Επίδραση (L).

Αποτελέσματα

Ο τύπος οικοτόπου 9180 «Δάση σε πλαγιές, λιθώνες ή χαράδρες της *Tilio-Acerion*» εντοπίστηκε στο δυτικό τμήμα του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών και συγκεκριμένα στο μικρό φαράγγι που σχηματίζεται πάνω από τον εγκαταλελειμμένο οικισμό του Αγκαθωτού. Έχει περιορισμένη έκταση και βρίσκεται σε μέσο υψόμετρο περίπου 1000 μ., η κλίση είναι κατά μέσο όρο 15% και το μητρικό πέτρωμα είναι ασβεστόλιθος.

Στον τύπο οικοτόπου απαντώνται τα τυπικά είδη *Acer campestre*, *Aremonia agrimonoides*, *Clematis vitalba*, *Hedera helix*, *Ostrya carpinifolia*, *Ruscus aculeatus* και *Tilia platyphyllos*. Από τα είδη αυτά, κυριαρχούν τα *Tilia platyphyllos* και *Ostrya carpinifolia* (με πληθοκάλυψη «3» και «3» αντίστοιχα). Στον όροφο των θάμνων και των ποωδών απαντώνται και άλλα είδη με μικρότερη πληθοκάλυψη όπως τα *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Urtica dioica*, *Asplenium onopteris*, *Lactuca muralis*, *Helleborus odoratus* subsp. *cyclophyllus*, *Brachypodium sylvaticum* κ.ά. Πρέπει να τονιστεί ότι στην ευρύτερη περιοχή κυριαρχούν θαμνώνες πυξαρριού (*Buxus sempervirens*) και δάση με ευθύφλοια ή μακεδονική δρυ (*Quercus cerris* και *Q. trojana* αντίστοιχα).

Στον Πίνακα 1, όπου παρουσιάζονται η δομή και οι λειτουργίες του τύπου οικοτόπου 9180, φαίνεται ότι ενώ δεν υπάρχουν εμφανή σημάδια υλοτομιών, δεν υπάρχουν γηραιά δένδρα και τουλάχιστον δυο όροφοι δένδρων. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι η συστάδα αυτή, με μεικτά πλατύφυλλα είδη, μπορεί να είναι σχετικά νεαρή και να δημιουργήθηκε σταδιακά με τη μείωση της ανθρώπινης δραστηριότητας με την εγκατάλειψη του οικισμού του Αγκαθωτού. Από την άλλη, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 που παρουσιάζονται οι πιέσεις και οι απειλές, οι πυρκαγιές αποτελούν σημαντικό κίνδυνο καθώς με την εγκατάλειψη των δραστηριοτήτων στην ευρύτερη περιοχή η βλάστηση έχει πυκνώσει, όπως και η βιομάζα που έχει συσσωρευτεί. Βάση των παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη ως θετική επίδραση την ύπαρξη Φορέα Διαχείρισης (του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών) ο τύπος οικοτόπου φαίνεται να έχει μέτριο βαθμό διατήρησης.

Πίνακας 1. Δομή και λειτουργίες στον τύπο οικοτόπου 9180 (Δάση σε πλαγιές, λιθώνες ή χαράδρες της *Tilio-Acerion*)
Table 1. Structure and functions of habitat type 9180 (*Tilio-Acerion* forests of slopes, screes and ravines)

<u>Δομές και Λειτουργίες</u>	
Μη διασπασμένη συγκρόμωση ανωρόφου	
Κάλυψη του εδάφους με οργανική ουσία πάνω από 75% της δειγματοληπτικής επιφάνειας	√
Κάλυψη γηραιών δένδρων (με διάμετρο άνω των 50 εκ.) άνω του 70%	
Ικανοποιητική αναγέννηση πλατύφυλλων δένδρων, τυπικών του τύπου οικοτόπου	√
Απουσία διαταραχόφιλων ειδών	√
Συστάδα χωρίς σημάδια διαταραχής (π.χ. υλοτομίες)	√
Παρουσία τουλάχιστον δυο ορόφων δένδρων	
Βάθος ορίζοντα Ah του εδάφους πάνω από 10 εκ.	√
Παρουσία κρυπτόγαμων με κάλυψη άνω του 5%.	√

Πίνακας 2. Πιέσεις και απειλές στον τύπο οικοτόπου 9180 (Δάση σε πλαγιές, λιθώνες ή χαράδρες της *Tilio-Acerion*)
Table 2. Pressures and threats of habitat type 9180 (*Tilio-Acerion* forests of slopes, screes and ravines)

<u>Κίνδυνοι</u>	<u>Πίεση</u>	<u>Απειλή</u>
Πυρκαγιές	M	M

Συζήτηση- Συμπεράσματα

Ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας 9180 (Δάση σε πλαγιές, λιθώνες ή χαράδρες της *Tilio-Acerion*), εντοπίστηκε στην προστατευόμενη περιοχή Εθνικός Δρυμός Πρεσπών (GR1340001) του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών, σε περιορισμένη έκταση στην περιοχή του εγκαταλελειμμένου οικισμού του Αγκαθωτού. Βάση των τυπικών ειδών, των δομών και λειτουργιών, των πιέσεων και απειλών και των θετικών επιδράσεων φαίνεται ότι έχει μέτριο βαθμό διατήρησης.

Ευχαριστίες

Οι εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια εργασιών για το έργο «Αξιολόγηση των τύπων οικοτόπων της λίμνης Μικρής Πρέσπας και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής αυτής» που χρηματοδοτείται από την Εταιρεία Προστασίας Πρεσπών στα πλαίσια του προγράμματος LIFE Prespa Waterbirds, το οποίο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και το Prespa - Ohrid Nature Trust (PONT).

Abstract

Prespa's National Park is an important area at European level, in terms of the diversity of habitat types. The priority habitat type 9180 (*Tilio-Acerion* forests of slopes, screes and ravines) is located in a small area in the Park and the purpose of this study is to describe and evaluate it. Checking the indicators (a) floristic composition and typical species, (b) structure and functions and (c) pressures and threats, it seems to have a moderate degree of conservation. Specifically, the habitat type is dominated by *Tilia platyphyllos* and *Ostrya carpinifolia* and, while there are no obvious signs of logging, there are no old trees and at least two levels of trees, which may be due to the fact that this stand may be relatively young and gradually formed by the reduction of human activity, after the abandonment of the settlement of Agathoto.

Βιβλιογραφία

- Braun-Blanquet, J., 1951. Pflanzensozilogische Grundzüge der Vegetationskunde. Springer Verlag, 2 Auflage, Wien. pp. 631.
- Braun-Blanquet, J., 1964. Pflanzensozilogie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl., Wien, New York. pp. 865.
- Βραχνάκης, Μ., Φωτιάδης, Γ. και Καζόγλου, Ι., 2011. Τύποι Οικοτόπων Εθνικού Πάρκου Πρεσπών – Αναγνώριση-Καταγραφή 2001. Εταιρία Προστασίας Πρεσπών. Σελ. 105.
- European Commission, 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats. pp. 146.
- Evans, D. and Arvela, M., 2011. Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive - Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012 - Final Draft (2011): European Topic Centre on Biological Diversity. 1-123.

Fotiadis, G., Vrahnakis, M., Kazoglou, Y. and Tsiripidis, I., 2014. Dry grassland types in the Prespa National Park (NW Greece), including the southern-most occurrence of the priority habitat type “Pannonic sand steppes” (code 6260). *Hacquetia* 13(1): 171-189.

Strid, A., Bergmeier, E. and Fotiadis, G., 2020. Flora and Vegetation of the Prespa National Park. Society for the Protection of Prespa. pp. 554.

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΚΗΡΥΧΘΗΚΑΝ ΑΝΑΔΑΣΩΤΕΕΣ ΛΟΓΩ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Βάκκα, Ελένη¹; Πλένιου, Μαγδαλινή²; Κούτσιας, Νίκος³

¹Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Γ. Σεφέρη 2, 30100, Αγρίνιο, evakka@upatras.gr

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, 57006, Βασιλικά Θεσσαλονίκης, mpleniu@fri.gr

³Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Γ. Σεφέρη 2, 30100, Αγρίνιο, nkoutsia@upatras.gr

Περίληψη

Μία έκταση που καταστρέφεται λόγω πυρκαγιάς κηρύσσεται υποχρεωτικά αναδασωτέα, με σκοπό την αναδημιουργία της βλάστησης. Με δασική αστυνομική διάταξη, απαγορεύεται η βοσκή με σκοπό την προστασία της φυσικής ή τεχνητής αναγέννησης. Η αποκατάσταση της βλάστησης είναι καθοριστική για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την αποτροπή της διάβρωσης του εδάφους. Εφόσον η αποκατάσταση είναι ανέφικτη με φυσικό τρόπο, τότε επιλέγεται η τεχνητή αναδάσωση. Στην παρούσα εργασία, διαπιστώθηκε ότι στην ΠΕ Ιωαννίνων, η αποκατάσταση της βλάστησης έπειτα από πυρκαγιά, επιτεύχθηκε κυρίως με φυσική αναγέννηση.

Λέξεις κλειδιά: GIS, αναδασωτέες εκτάσεις, φυσική αναγέννηση, δασικές πυρκαγιές.

Εισαγωγή

Τα δασικά οικοσυστήματα είναι οι σημαντικότεροι ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι παγκοσμίως και για το λόγο αυτό η προστασία τους είναι απαραίτητη. Ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους που αντιμετωπίζουν τα δασικά οικοσυστήματα, ειδικά τα τελευταία χρόνια, λόγω και της κλιματικής αλλαγής, είναι οι πυρκαγιές (Kasischke και Stocks 2000, Ryan 2002). Μία δασική πυρκαγιά επηρεάζει σημαντικά το φυσικό κύκλο διαδοχής της βλάστησης, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της.

Οι επιπτώσεις των πυρκαγιών διαφοροποιούνται από περιοχή σε περιοχή σε σχέση με την ιστορία των πυρκαγιών της κάθε περιοχής, των προτύπων αναγέννησης, αλλά και των περιορισμών λόγω τοπογραφίας (Moreira κ.α. 2011, Viedma 2008), αφού το είδος της κάθε πυρκαγιάς σχετίζεται απόλυτα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν σε μία περιοχή. Αυτές οι συνθήκες αφορούν το κλίμα, τη δομή και τον τύπο της βλάστησης, καθώς και τη μορφολογία του εδάφους. Σύμφωνα με τον Dodson κ.α. (2010), η δράση της πυρκαγιάς προκύπτει κυρίως από την αλληλεπίδραση του κλίματος, της τοπογραφίας, των τοπικών μικροπεριβάλλοντων σε μικρότερες χωρικές και χρονικές κλίμακες, καθώς επίσης και από τις αλλαγές στη χρήση κάλυψης γης.

Η χωροθέτηση των περιμέτρων των πυρκαγιών αλλά και η λεπτομερής χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων είναι σημαντικές πληροφορίες σε θέματα περιβαλλοντικού σχεδιασμού και διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών. Στην Ελλάδα, οι δασικές υπηρεσίες είναι υπεύθυνες για την καταγραφή του αριθμού των δασικών πυρκαγιών, την αποτύπωση των καμένων εκτάσεων και την κήρυξη τους ως αναδασωτέων κατά τα οριζόμενα στο αρθρ. 41 του ν.998/79 καθώς και την έκδοση δασικών απαγορευτικών διατάξεων κατά τα προβλεπόμενα στον δασικό κώδικα. Η κήρυξη εκτάσεως ως αναδασωτέας αίρεται με την πραγματοποίηση της αναδάσωσης η οποία συντελείται με την επαναφορά της καταστραφείσας δασικής βλάστησης στην έκταση με οικολογικά χαρακτηριστικά επαρκή για την υπαγωγή της στις παρ. 1 και 2 του άρθ. 3 του ν. 998/79, κατά τα οριζόμενα στην παρ. 3 του άρθρου 44 του ν. 998/79) και η έκταση εξακολουθεί να προστατεύεται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας. Η αναδάσωση μετά τη φωτιά και ο χρόνος που απαιτείται για την αποκατάστασή του τοπίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (δομή, ηλικία, είδη προ υπάρχουσας βλάστησης, έκταση πυρκαγιάς, ιστορικό πυρκαγιάς, έδαφος κλπ.). Η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και τη βόσκηση είναι από τους σημαντικότερους λόγους της αναδάσωσης. Μία αναδάσωση είναι εφικτή με τεχνητό (φύτευση) ή φυσικό τρόπο (μέσω φυσικών διεργασιών).

Στην περίπτωση της τεχνητής αναδάσωσης, αυτή πραγματοποιείται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 42 του ν. 998/79 και μπορεί να επιλεγεί η εισαγωγή διαφορετικού είδους ή η φύτευση να πραγματοποιηθεί με δενδρύλλια του είδους που προϋπήρχε. Στην πρώτη περίπτωση, η εισαγωγή νέων ειδών θέλει μεγάλη προσοχή καθώς τίθεται κίνδυνος αποτυχίας λόγω το ότι έρχεται σε αντίθεση με τους οικολογικούς νόμους, ενώ η δεύτερη περίπτωση έχει αποδειχθεί οικολογικά ορθότερη και συνήθως εφαρμόζεται σε σχετικά πρόσφατα καμένες εκτάσεις (Κωνσταντινίδης 2001). Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι, σημαντικό ρόλο στην επιλογή της μεθόδου παίζει η γνώση της περιοχής, το ιστορικό των πυρκαγιών στην περιοχή και η δομή του κάθε οικοσυστήματος (έδαφος, κλίμα, βλάστηση).

Η φυσική αναγέννηση των δασών είναι μια βιολογική διαδικασία αναπαραγωγής δασικών πόρων στη δυναμική του οικοσυστήματος. Ειδικά στη Μεσόγειο, πολλά είδη έχουν αναπτύξει προσαρμοστικές ικανότητες απέναντι στον παράγοντα φωτιά, αλλά και στις συνθήκες που δημιουργούνται μετά από μία πυρκαγιά. Η αποτελεσματικότητα της δεν είναι η ίδια σε όλες τις θέσεις και εξαρτάται από ανθρωπογενείς επιδράσεις (Ραδόγλου 2001). Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα της φυσικής αναγέννησης υπερτερούν της τεχνητής, κυρίως γιατί το κόστος είναι μικρότερο, αλλά και γιατί διατηρείται το γενετικό υλικό της καμένης περιοχής το οποίο και είναι κατάλληλα προσαρμοσμένο στις περιβαλλοντικές συνθήκες, ενισχύοντας τη σταθερότητα και κρατώντας αναλλοίωτη τη φυσιογνωμία του τοπίου (Ραδόγλου 2001). Σε αρκετές έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι, μία περιοχή μπορεί να ανακάμψει από την πυρκαγιά με φυσική αναγέννηση επιτυχώς. Παρόλα αυτά, σε περιπτώσεις μη ικανοποιητικής ανάκαμψης μπορούν να συνδυαστούν και οι δύο μέθοδοι (Κωνσταντινίδης 2001, Ραδόγλου 2001).

Η συχνότητα των πυρκαγιών (McPherson κ.α. 1990) και η επαναληψιμότητα μιας πυρκαγιάς (Peng και Schoenberg 2007) είναι μεταβλητές που επηρεάζουν σημαντικά τη σύνθεση και δομή της βλάστησης καθώς και τη δομή του τοπίου γενικότερα και πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για την επιλογή της μεθόδου. Η συχνότητα των πυρκαγιών θα μπορούσε, υπό όρους, να καθορίσει τα κυρίαρχα είδη αναγέννησης σε μία κοινότητα φυτών (Enright κ.α. 2011, Kruger κ.α. 1997). Για παράδειγμα η αναγέννηση των μεσογειακών πευκοδασών (*Pinus halepensis subsp. halepensis* και *P. halepensis subsp. brutia* στην Ελλάδα) στηρίζεται στην υπέργεια τράπεζα σπερμάτων τους. Υπό ορισμένες συνθήκες, μικρά χρονικά διαστήματα επιστροφής της πυρκαγιάς θα μπορούσε να εμποδίσει την αναγέννηση του και να προκαλέσει αλλαγές στη σύνθεση και τη σχετική αφθονία των ειδών (Lloret κ.α. 2003, Moreira κ.α. 2011).

Στην παρούσα εργασία, ο κύριος σκοπός είναι η μελέτη της αποτελεσματικότητας της φυσικής αναγέννησης σε εκτάσεις που κηρύχθηκαν αναδασωτέες λόγω πυρκαγιάς, χρησιμοποιώντας Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).

Υλικά και Μέθοδοι

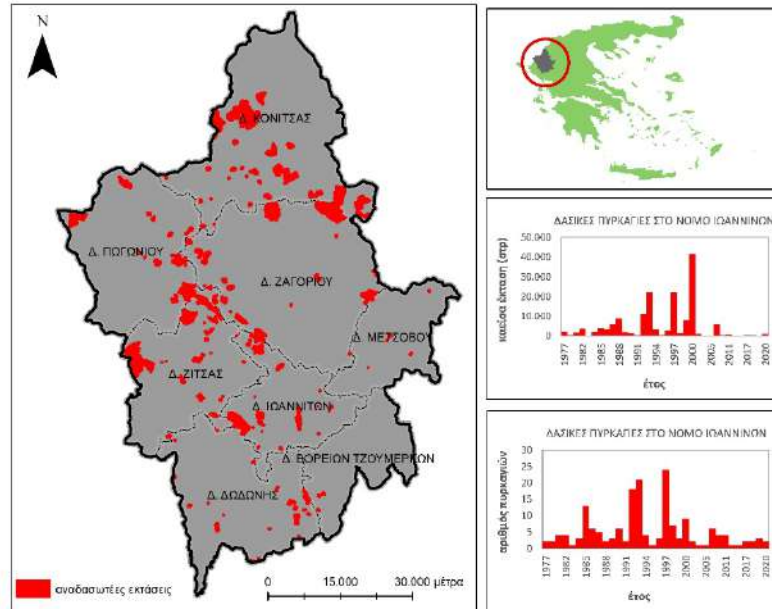
Περιοχή της παρούσας έρευνας αποτέλεσε ο Νομός Ιωαννίνων. Το κλίμα της ΠΕ Ιωαννίνων είναι ηπειρωτικό με πολλές βροχοπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το καλοκαίρι είναι θερμό και ξηρό ενώ ο χειμώνας είναι υγρός και ψυχρός, κλίμα δηλαδή μεσογειακό που ευνοεί τις δασικές πυρκαγιές. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με το αρχείο της Πολιτικής Προστασίας, στους χάρτες επικινδυνότητας πυρκαγιάς συνήθως είναι στις περιοχές χαμηλού και μέτριου κινδύνου και σπάνια στις περιοχές υψηλού κινδύνου (https://www.civilprotection.gr/el/archive/daily_map).

Για την υλοποίηση της εργασίας συγκεντρώθηκε το απαραίτητο αναλογικό και ψηφιακό υλικό, το οποίο χορηγήθηκε από τη Δ/ση Δασών Ιωαννίνων. Η γεωαναφορά των αναλογικών χαρτογραφικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), με μετατροπή τους σε διανυσματικά αρχεία και εισαγωγή τους σε γεωγραφική βάση δεδομένων. Από τα διανυσματικά αυτά αρχεία επιλέχθηκαν και αποτυπώθηκαν χωρικά, μόνο αυτά που κηρύχθηκαν αναδασωτέα λόγω πυρκαγιάς. Ως προβολικό σύστημα χρησιμοποιήθηκε το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ-87). Τα χωρικά αυτά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν περαιτέρω για τη δημιουργία χαρτών και διαγραμμάτων. Για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ορθοφωτοχάρτες φωτοληψίας έτους 1945, περιόδου φωτοληψίας 2007-2009 και τέλος ορθοφωτοχάρτες υψηλής ευκρίνειας (LSO25) φωτοληψίας έτους 2015, οι οποίοι καλύπτουν σχεδόν επαρκώς την περιοχή μελέτης, οι οποίοι χορηγήθηκαν από το "Ελληνικό Κτηματολόγιο". Στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε δυνατότητα θέασης από τους ορθοφωτοχάρτες, χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες από το Google Earth.

Επιπλέον βοηθητικά για τη διαχρονική παρατήρηση και φωτοερμηνεία των πυρκαγιών χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες LANDSAT, οι οποίες είναι διαθέσιμες στο κοινό δωρεάν από το αμερικανικό Γεωλογικό Ινστιτούτο (USGS) και το Επιστημονικό Κέντρο Επιστήμης και Παρατήρησης των Πόρων της Γης (EROS) (<http://glovis.usgs.gov/>).

Αποτελέσματα

Συνολικά, επεξεργάστηκαν 172 αποφάσεις κήρυξης αναδασωτέων εκτάσεων, δημιουργώντας αρχεία πολυγωνικών διανυσματικών δεδομένων σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), υπολογίζοντας τον αριθμό και την καείσα έκταση ανά έτος (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Αριθμός πυρκαγιών και καμένη έκταση ανά έτος που κηρύχθηκαν αναδασωτέες.
Figure 1. Number of forest fires and burned area per year that have been declared reforestable.

Από την παρατήρηση των ορθοφωτοχαρτών και των δορυφορικών εικόνων αλλά και μετά από πραγματοποίηση δειγματοληπτικών αυτοψιών, διαπιστώθηκε ότι η βλάστηση έχει αποκατασταθεί (σύμφωνα με το άρθ. 44 του ν. 998/79) σε ποσοστό 86,05% επί του αριθμού των αποφάσεων κήρυξης. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι, σε μία περίπτωση η έκταση έχει αποκατασταθεί κατά το ήμισυ περίπου, οπότε το συνολικό ποσοστό των εκτάσεων στις οποίες αποκαταστάθηκε η βλάστηση ανέρχεται σε 83,59% επί του συνόλου των εκτάσεων που κηρύχθηκαν αναδασωτέες λόγω πυρκαγιάς. Στις περιοχές που αποκαταστήθηκε η βλάστηση, μέχρι πρόσφατα εκδόθηκαν 17 Αποφάσεις Ολικής Άρσης Αποφάσεων Κήρυξης Αναδασωτέων και 3 Αποφάσεις Μερικής Άρσης. Σε δύο μόνο περιπτώσεις απαιτήθηκε τεχνητή αναδάσωση για την επίτευξη της αποκατάστασης και αφορά εκτάσεις που καλυπτόταν από βλάστηση Μαύρης Πεύκης. Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις η αποκατάσταση έγινε με φυσική αναγέννηση.

Αναλυτικότερα, ποσοστό 13,59% περίπου των εκτάσεων στις οποίες αποκαταστάθηκε σχεδόν πλήρως η βλάστηση καλύπτεται από Μ. Πεύκη ως κυρίαρχο είδος (σε μίξη με ρόμπολα σε πολύ μεγάλα υψόμετρα), ποσοστό 10,74 % καλύπτεται από μεικτά δάση Μ. Πεύκης, Δρυός και Φυλλοβόλων Πλατύφυλλων, ποσοστό 13,15% καλύπτεται από μεικτά δάση Μ. Πεύκης και Οξυάς όπου σε ορισμένες περιπτώσεις απαντώνται διάσπαρτα ή κατά θέσεις άτομα Ελάτης, ποσοστό 0,16 % αφορά εκτάσεις με κυρίαρχο είδος την Οξυά, ποσοστό 2,04 % αφορά εκτάσεις με κυρίαρχο είδος τη Δρυ σε μίξη με Πρίνο ή Φυλλοβόλα Πλατύφυλλα, ποσοστό 4,8% περίπου καλύπτεται από βλάστηση με κυρίαρχο είδος την Οστρά (σε μίξη με Πρίνο και Γαύρο κυρίως). Όλες οι υπόλοιπες εκτάσεις (ποσοστό 49,97%), καλύπτονται από Πρίνο είτε αποκλειστικά είτε ως κυρίαρχο είδος σε μίξη διάφορα είδη όπως Δρυ, Φυλλοβόλα Πλατύφυλλα, Οξυά, Παλιούρι και Οξύκεδρο.

Το ποσοστό των εκτάσεων που κηρύχθηκαν αναδασωτέες λόγω πυρκαγιάς, στις οποίες δεν έχει αποκατασταθεί η βλάστηση ανέρχεται σε 16,41% περίπου και αφορά 24 αποφάσεις κηρύξεως

αναδασωτέων έναντι του συνόλου των 172 αποφάσεων (για 10 από τις οποίες δεν έχει παρέλθει δεκαετία από την έκδοσή τους). Συγκεκριμένα ποσοστό 4,35% αυτών αφορά εκτάσεις που καλυπτόταν από μικτή βλάστηση Δρυός –Πρίνου ή Δρυός- Πρίνου-Οξύκεδρου, ποσοστό 16,79% αφορά εκτάσεις που καλυπτόταν από Πρίνο είτε σχεδόν αμιγώς είτε ως κυρίαρχο είδος σε μίξη με Οστρυνά, Κουμαριά και Οξύκεδρο, ποσοστό 35,46% καλυπτόταν σχεδόν αμιγώς από Μ. Πεύκη, ποσοστό 43,40% περίπου καλυπτόταν από μικτά δάση Μ. Πεύκης (μίξη με Οξύ, Δρυς, Ελάτη). Τέλος μια πολύ μικρή έκταση (0,0004%) αφορά έκταση που η καταστραφείσα βλάστηση ήταν Παλιούρια.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η χωρική αποτύπωση των καμένων εκτάσεων αυξάνει την ικανότητα προστασίας και αποκατάστασης των φυσικών οικοσυστημάτων, ειδικά για τύπους βλάστησης των οποίων η αναγέννηση εξαρτάται από την ύπαρξή τους (Nioti κ.α. 2011). Έτσι, παρέχονται χρήσιμα δεδομένα που απαιτούνται για τη μελέτη της δυναμικής του τοπίου, την κατανόηση των διαδικασιών ανάκτησης των καμένων οικοσυστημάτων και την εξήγηση των παρατηρούμενων προτύπων αποκατάστασης.

Σε εκτάσεις που καλύπτονται από βλάστηση αείφυλλων πλατυφύλλων και δρυοδασών, η βλάστηση αποκαθίσταται μετά από πυρκαγιά με φυσικό τρόπο με πρεμνοβλαστήματα. Τα δρυοδάση αν κρίνουμε ότι αξίζει, τα υλοτομούμε και ξαναβλαστάνουν με φυσικό τρόπο (Καϊλίδης 1993). Όσον αφορά τις εκτάσεις που καλύπτονταν από Μ. Πεύκη και αποκαταστήθηκε η βλάστηση με φυσική αναγέννηση, μόνο σε δύο περιπτώσεις απαιτήθηκε τεχνητή αναδάσωση, καθώς πρόκειται κυρίως για μεικτές πυρκαγιές και τα άτομα που παρέμειναν ζωντανά λειτούργησαν ως σπορείς (Καϊλίδης 1993).

Συμπερασματικά, αξιολογώντας τα αποτελέσματα, διαπιστώνουμε ότι η φυσική αναγέννηση είναι μία επιτυχημένη μέθοδος αποκατάστασης της βλάστησης μετά από πυρκαγιά, ενώ παρατηρήθηκε ότι η φυσική αναγέννηση οδήγησε σε αποκατάσταση με είδη βλάστησης όμοια με αυτά που υπήρχαν πριν την πυρκαγιά. Δεδομένου ότι, η φύση αναπτύσσει τους δικούς της μηχανισμούς αποκατάστασης, μετά από πυρκαγιά, θα πρέπει να περιμένουμε να περάσει ένα εύλογο χρονικό διάστημα, προκειμένου να δούμε τις δυνατότητες φυσικής αναγέννησης. Για παράδειγμα στα είδη που ριζοβλαστάνουν, σε 1-3 χρόνια έχουμε σχεδόν την πλήρη κάλυψη του εδάφους (Καϊλίδης 1993). Μόνο όταν η φυσική αναγέννηση δεν είναι εφικτή ή δεν πραγματοποιείται σε ικανοποιητικό βαθμό, θα πρέπει να προχωρούμε σε τεχνητή αναδάσωση (σε εφαρμογή εγκεκριμένης μελέτης αναδάσωσης).

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το Ελληνικό Κτηματολόγιο και τη Διεύθυνση Δασών Ιωαννίνων για τη διάθεση των δεδομένων.

Abstract

Burned areas, caused by forest fires, must be declared reforestable, in order to facilitate the regeneration of vegetation. For that purpose, grazing is prohibited by forest service aiming to protect natural or artificial regeneration. Vegetation restoration is crucial both for the conservation of biodiversity as well as the prevention of soil erosion. If natural regeneration is infeasible then artificial restoration is chosen, based on a reforestation project. In the current study that focuses on the prefecture of Ioannina, the post-fire restoration of vegetation, was accomplished mainly by natural regeneration.

Βιβλιογραφία

Dodson, J., Harrison, S., Marlon, J., and Bartlein, P, 2010. Fire in the Earth System. In 'Changing Climates, Earth Systems and Society'. Eds EFJ Mulder and E Derbyshire, Springer Netherlands, pp.21-48.

Enright, N.J., Fontaine, J.B., Westcott, V.C., Lade, J.C., and Miller, B.P., 2011. Fire interval effects on persistence of resprouter species in Mediterranean-type shrublands. *Plant Ecology*, 212, pp.2071-2083.

Καϊλίδης, Δ., 1993. Δασικές Πυρκαγιές. 3η έκδοση Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Κωνσταντινίδης, Π., 2001. Μέθοδοι αποκατάστασης των καμένων δασικών οικοσυστημάτων στην Ελλάδα. Πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου "Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων". Αθήνα, pp.135-145.

- Kasischke, E.S., and Stocks, B., 2000. Fire, climate change, and carbon cycling in the boreal forest. Springer-Verlag, New York. pp.461.
- Kruger, L.M., Midgley, J.J. and Cowling, R.M., 1997. Resprouters vs reseeders in South African forest trees; A model based on forest canopy height. *Functional Ecology*, 11, pp.101-105.
- Lloret, F., Pausas, J.G. and Vila, M., 2003. Responses of Mediterranean Plant Species to different fire frequencies in Garraf Natural Park (Catalonia, Spain): field observations and modelling predictions. *Plant Ecology*, 167, pp.223-235.
- McPherson, G., Wade, E. and Phillips, C.B., 1990. Glossary of wildland fire management terms, Bethesda, MD, Society of American Foresters.
- Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Mouillot, F., Vaz, P., Barbati, A., Corona, P., Rigolot, E., Xanthopoulos, G. and Bilgili, E., 2011. Landscape-wildfire interactions in Southern Europe: implications for landscape management. *J. Environ. Manage.* 92, pp.2389-2402.
- Nioti, F., Dimopoulos, P., and Koutsias, N., 2011. Correcting the fire scar perimeter of a 1983 wildfire using USGS-archived landsat satellite data. *GIScience and Remote Sensing*, 48, pp.600-613.
- Peng, R.D. and Schoenberg, F.P., 2007. Estimation of the Fire Interval Distribution for Los Angeles County, California. Los Angeles, University of California.
- Ραδόγλου, Κ., 2001. Αποτελεσματικότητα της φυσικής αναγέννησης στην αποκατάσταση οικοσυστημάτων Μεσογειακών Πεύκων μετά από πυρκαγιά. Πρακτικά Επιστημονικού Συνεδρίου «Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων». Αθήνα, pp.121-134.
- Ryan, K., 2002. Dynamic interactions between forest structure and fire behavior in boreal ecosystems. *Silva Fennica*, 36, pp.13-39.
- Viedma, O., 2008. The influence of topography and fire in controlling landscape composition and structure in Sierra de Gredos (Central Spain). *Landsc. Ecol.*, 23, pp.657-672.

**ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΟΥΧΟΥΡΙΣΤΗ
(*Strix aluco*) ΣΤΗΝ ΟΡΟΣΕΙΡΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ**

Βαλέτα, Χριστίνα¹; Βασιλειάδης, Ιωακείμ²; Αστάρης Χρήστος²

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124 Θεσσαλονίκη christiva@for.auth.gr

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, 57006 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη, ioakimv@hotmail.com, christos.astaras@fri.gr

Περίληψη

Η παθητική ακουστική παρακολούθηση είναι μία μέθοδος παρατήρησης ειδών άγριας πανίδας που αξιοποιείται ιδιαίτερα για την μελέτη ειδών με φωνητική δραστηριότητα για τα οποία η συλλογή πληροφοριών είναι ιδιαίτερα δύσκολη μέσω της απευθείας παρατήρησής τους. Ένα από αυτά τα είδη είναι ο χουχουριστής (*Strix aluco*), ο οποίος δεν έχει μελετηθεί ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Στόχος της έρευνας ήταν μία πρώτη περιγραφή της ακουστικής οικολογίας του είδους στην περιοχή της οροσειράς της Ροδόπης μέσα από την περιγραφή της φωνητικής δραστηριότητας τεσσάρων ζευγαριών για διάστημα 3-6 μηνών και την διερεύνηση της συσχέτισής της με φυσικούς και κλιματικούς παράγοντες. Χρησιμοποιώντας 24.937 καλέσματα, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση των καλεσμάτων (18:00μμ – 9:00πμ) με την αύξηση των ωρών της νύχτας και μείωσή τους με την ταχύτητα του αέρα. Δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση της φωνητικής δραστηριότητας με την φάση του φεγγαριού.

Λέξεις κλειδιά: Χουχουριστής, ηχητικός εντοπισμός, γλαυκόμορφα, φωνητική δραστηριότητα.

Εισαγωγή

Στο ζωικό βασίλειο τα περισσότερα είδη διατηρούν τις κοινωνίες τους μέσω της επικοινωνίας, η οποία επιτυγχάνεται και μέσω φωνητικών σημάτων / καλεσμάτων (Choi κ.α. 2019). Τα φωνητικά σήματα χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα κατά την αναπαραγωγική περίοδο, ενώ, παράλληλα, έχει βρεθεί ότι διαφοροποιούνται από άτομο σε άτομο (Choi κ.α. 2019). Η ατομική ιδιαιτερότητα των φωνητικών καλεσμάτων βοηθούν στην επικοινωνία μεταξύ των γειτονικών ατόμων, αναπαραγωγικών ζευγαριών και των νεοσσών τους (Choi κ.α. 2019).

Τα πτηνά διαθέτουν φωτοπεριοδικούς μηχανισμούς που χρησιμεύουν στην ανίχνευση των διάφορων μικρών εποχικών αλλαγών που υφίστανται στο περιβάλλον όπως, για παράδειγμα, οι αλλαγές στην διάρκεια του ημερήσιου φωτός (Agostino κ.α. 2020). Σύμφωνα με τους Agostino και Lusk (2020), ανάλογα με την ώρα που διεκπεραιώθηκε η κλήση ρυθμίζεται και η απόσταση μεταξύ των συλλαβών του καλέσματος αλλά υπάρχει επιρροή, ανάλογα με την εποχή που γίνονται τα καλέσματα.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η μελέτη της ακουστικής οικολογίας, ειδικά των ειδών ορνιθοπανίδας, έχει τραβήξει το ερευνητικό ενδιαφέρον σε διεθνές επίπεδο (García και Favaro 2017a). Σε αυτό έχει συνεισφέρει και η τεχνολογία μέσω της μείωσης κόστους αγοράς και της λειτουργίας του απαιτούμενου εξοπλισμού, καθώς και η ραγδαία αύξηση της υπολογιστικής ικανότητας των υπολογιστών που διευκολύνει την ανάλυση των δεδομένων (Sugai κ.α. 2019). Η φωνητική επικοινωνία έχει μελετηθεί ευρέως στα γλαυκόμορφα είδη, συμπεριλαμβανομένων των χουχουριστών (*Strix aluco*) (García και Favaro 2017b, Choi κ.α. 2019), γιατί είναι είδη τα οποία είναι ιδιαίτερα δύσκολο να παρατηρηθούν απευθείας στο πεδίο, λόγω της προσπάθειάς τους να κρυφτούν κατά την διάρκεια της ημέρας (Sunde κ.α. 2003). Οι χουχουριστές είναι ένα από τα πιο κοινά είδη γλαυκόμορφων στην Ευρώπη και συνήθως επιλέγουν να εγκατασταθούν σε ανομοιογενείς περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλά υψόμετρα (Peri 2018b, Gryz κ.α. 2019). Είναι ένα αρπακτικό που κινείται κυρίως το βράδυ (Agostino κ.α. 2020) και προτιμάει να παραμένει κρυμμένο

κατά την διάρκεια της μέρας (Sunde κ.α. 2003). Οι χουχουριστές επιλέγουν συνήθως τις ίδιες θέσεις φωλεοποίησης για πολλά χρόνια, και για αυτό τον λόγο, υπάρχει έντονη υπεράσπιση της περιοχής και από τα δυο φύλα (Peri 2018a).

Το κάλεσμα ενός χουχουριστή μπορεί να γίνει αντιληπτό από 1,5-2,0 χιλιόμετρα σε ανοιχτές περιοχές (Peri 2018a). Σκοπός των φωνητικών καλεσμάτων των αρσενικών ατόμων είναι η κυριαρχία τους στην εδαφική περιοχή τους, η προσέλκυση ατόμων για αναπαραγωγή, η διάκριση της διαφορετικής ταυτότητάς τους και ο συγχρονισμός διάφορων δραστηριοτήτων (Shekhontson και Sharikov 2015). Συνεπώς, τα πιο συχνά είδη καλεσμάτων του χουχουριστή είναι κοινωνικά, ερωτικά, προειδοποιητικά και εδαφικά, που αποτελούνται από 3 νότες (Εικόνα 1). Υπάρχουν όμως και επιπλέον τύποι καλεσμάτων, που γίνονται κατά την διάρκεια επιθετικών αλληλεπιδράσεων, με ακανόνιστους ήχους (Peri 2018a).

Η φωνητική δραστηριότητα των χουχουριστών διαφοροποιείται ανάλογα με τον καιρό, το φύλο και τον ημερήσιο και ετήσιο κύκλο (Zuberogoiitia κ.α. 2019, Agostino κ.α. 2020). Αν και το κάλεσμα και των δύο φύλων αποτελείται από 3 νότες, τα φύλα μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους καθώς τα θηλυκά έχουν συντομότερο κάλεσμα, πιο βραχείς τόνους και μερικές φορές εμφανίζουν διπλή την δεύτερη νότα (Peri 2018b). Επιπλέον, τα αρσενικά είναι ιδιαίτερα πιο ενεργά φωνητικά, με σημαντική αύξηση να εμφανίζεται κατά την περίοδο επώασης και πιο συγκεκριμένα, από Ιούνιο και έπειτα (Balčiauskienė κ.α. 2005). Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί μείωση της φωνητικής δραστηριότητας του είδους σε περιόδους με υψηλή βροχόπτωση και άνεμο (Zuberogoiitia κ.α. 2019).



Εικόνα 1. Σπεκτόγραμμα ενός καλέσματος αρσενικού Χουχουριστή.
Figure 1. Spectrogram of a male Tawny owl (*Strix aluco*) call.

Στην Ελλάδα, εντοπίζονται 9 είδη γλαυκόμορφων ειδών, ένα εκ των οποίων είναι ο χουχουριστής (*Strix aluco*), ο οποίος δεν έχει μελετηθεί ιδιαίτερα στην χώρα μας. Για το λόγο αυτόν, τοποθετήθηκαν κάποιοι αισθητήρες στην οροσειρά της Ροδόπης, ώστε να γίνει συλλογή ηχητικών δεδομένων του είδους. Στόχος της έρευνας ήταν ο ηχητικός εντοπισμός του είδους και η αναζήτηση οποιασδήποτε επιρροής των καλεσμάτων τους σε σχέση με τους φυσικούς και κλιματικούς παράγοντες της περιοχής.

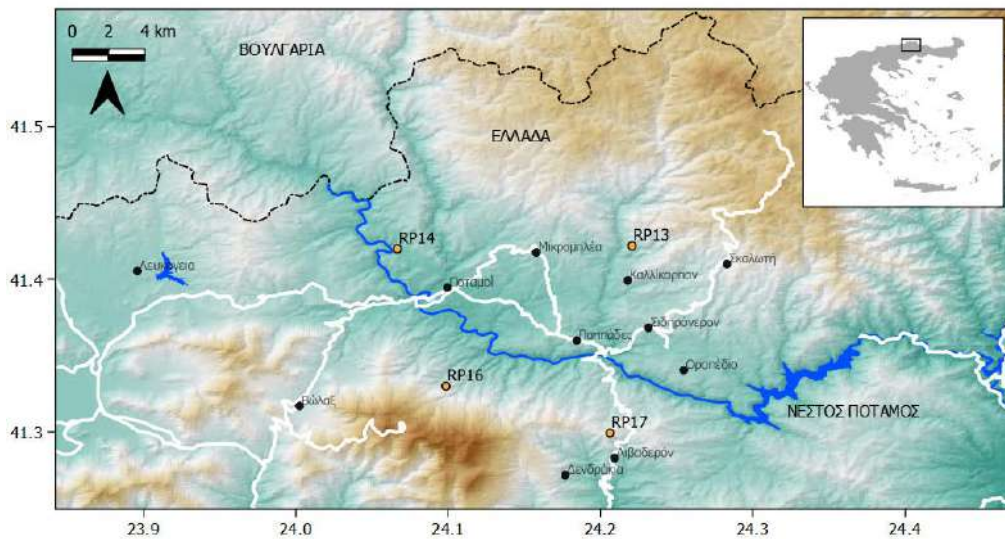
Υλικά και Μέθοδοι

Η συλλογή των δεδομένων έγινε εντός της οροσειράς της Ροδόπης την περίοδο Ιούλιος 2019–Ιανουάριος 2020, ως μέρος ενός ευρύτερου προγράμματος καταγραφής του ηχοτοπίου της περιοχής. Τοποθετήθηκαν τέσσερις αισθητήρες (SWIFT, Cornell University) στο στηθαίο ύψος δένδρων, μακριά από ρυάκια με μόνιμη ροή όπου ο θόρυβος του νερού θα μείωνε την ποιότητα των δεδομένων. Ο πρώτος αισθητήρας (θέση RP13) τοποθετήθηκε εντός δάσος δρυός, 2.5 χλμ βόρεια του χωριού Καλλίκαρπο. Ο δεύτερος αισθητήρας (θέση RP14) τοποθετήθηκε σε αραιή συστάδα με δρυς και άρκευθους με μέτρια βόσκιση από αγροτικά ζώα (αγελάδες), 4 χλμ βορειοδυτικά του χωριού Ποταμοί. Ο τρίτος (θέση RP16) σε δάσος οξιάς στις βόρειες παρυφές του όρους Φαλακρό, 8 χλμ. ανατολικά του χωριού Βώλακας. Ο τέταρτος αισθητήρας (θέση RP17) τοποθετήθηκε σε μεικτό δάσος οξιάς και δρυός, 2 χλμ βόρεια του χωριού Λιβαδερό.

Οι αισθητήρες λειτουργούν με 12 αλκαλικές μπαταρίες D (Panasonic Pro Power 1.5V), οι οποίες επαρκούν για την τροφοδότησή τους για συνεχόμενη καταγραφή (24 ώρες/ημέρα) με ρυθμό δειγματοληψίας (sampling rate) 8 KHz και ενίσχυση σήματος (gain) 33 dB για 89 ημέρες, έως ότου

εξαντληθεί η χωρητικότητα της κάρτας μνήμης SD 128 Gb (1.32 Gb/ημέρα/αισθητήρα). Οι μπαταρίες και οι κάρτες μνήμης αντικαταστάθηκαν μία φορά κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα ακουστικής ανάλυσης RavenPro (v.1.5, Cornell University) εντοπίστηκαν δια χειρός (hand browsing) από την Χ.Β. όλα τα καλέσματα χουχουριστή από τις ώρες 18:00 μμ και 09:00 πμ. Τα τελικά δεδομένα περιλάμβαναν πληροφορίες για τον αισθητήρα (τοποθεσία), την ώρα και ημέρα κάθε καλέσματος. Για την ανάλυση, κάναμε την παραδοχή ότι τα καλέσματα σε κάθε αισθητήρα είναι (κατά πλειοψηφία) από το ίδιο άτομο ή ζευγάρι χουχουριστών. Όλα τα καλέσματα δεν ήταν το ίδιο καθαρά, μιας και τα άτομα δεν καλούσαν πάντα από την ίδια θέση. Για την ανάλυση της ακουστικής δραστηριότητας χρησιμοποιήσαμε όλα τα καλέσματα, ανεξαρτήτως ποιότητας της καταγραφής, εφόσον η αναγνώριση του είδους ήταν αναμφισβήτητη. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με έγινε στο πρόγραμμα R (R Core Team, 2014), χρησιμοποιώντας την εντολή lme4 (Bates κ.α. 2018) για γραμμικά μεικτά μοντέλα (linear mixed models) και το πακέτο ggplot2 (Wickham, 2009) για τα γραφήματα.



Εικόνα 2. Τοποθεσία των αισθητήρων (RP13, RP14, RP16, RP17) του ακουστικού πλέγματος εντός του Εθνικού Πάρκου Οροσειράς Ροδόπης (τοπογραφικό ανάγλυφο ως υπόβαθρο). Το κύριο οδικό δίκτυο (άσφαλτος) παρουσιάζεται ως άσπρες γραμμές, ενώ ως μαύρα σημεία οι οικισμοί.

Figure 2. Location of acoustic sensors (RP13, RP14, RP16, RP17) of the acoustic grid within the Rhodope Mountains National Park (overlayed over topographic relief). The main road (tar) network is depicted as white lines, and human settlements/villages as black dots.

Αποτελέσματα

Συνολικά καταγράφηκαν 24.937 καλέσματα χουχουριστή σε σύνολο 648 νυχτών καταγραφής (185 ημέρες/αισθητήρα, εκτός από αισθητήρα RP16 σταμάτησε να λειτουργεί μετά από 93 ημέρες) (Πίνακας 1). Η πλειοψηφία των καλεσμάτων καταγράφηκαν στους αισθητήρες RP13 (66%) και RP17 (28%), όπου καταγράφηκαν και πιο πολλά καλέσματα ανά νύχτα κατά μέσο όρο, αλλά και πιο πολλές νύχτες με τουλάχιστον ένα κάλεσμα (Πίνακας 1).

Η φωνητική δραστηριότητα των χουχουριστών αυξήθηκε τόσο σε διάρκεια ωρών ανά νύχτα όσο και σε αριθμό καλεσμάτων ανά ώρα το φθινόπωρο σε σχέση με το καλοκαίρι, σε όλες τις τοποθεσίες, με ελαφριά μείωση τους χειμερινούς (Πίνακας 2, Εικόνα 3).

Οι χουχουριστές, ανεξάρτητα εποχής, ξεκινούσαν να καλούν περίπου μία ώρα μετά την δύση του ηλίου και μειώναν αισθητά τα καλέσματά τους μία με δύο ώρες πριν την ανατολή (Εικόνες 4, 5).

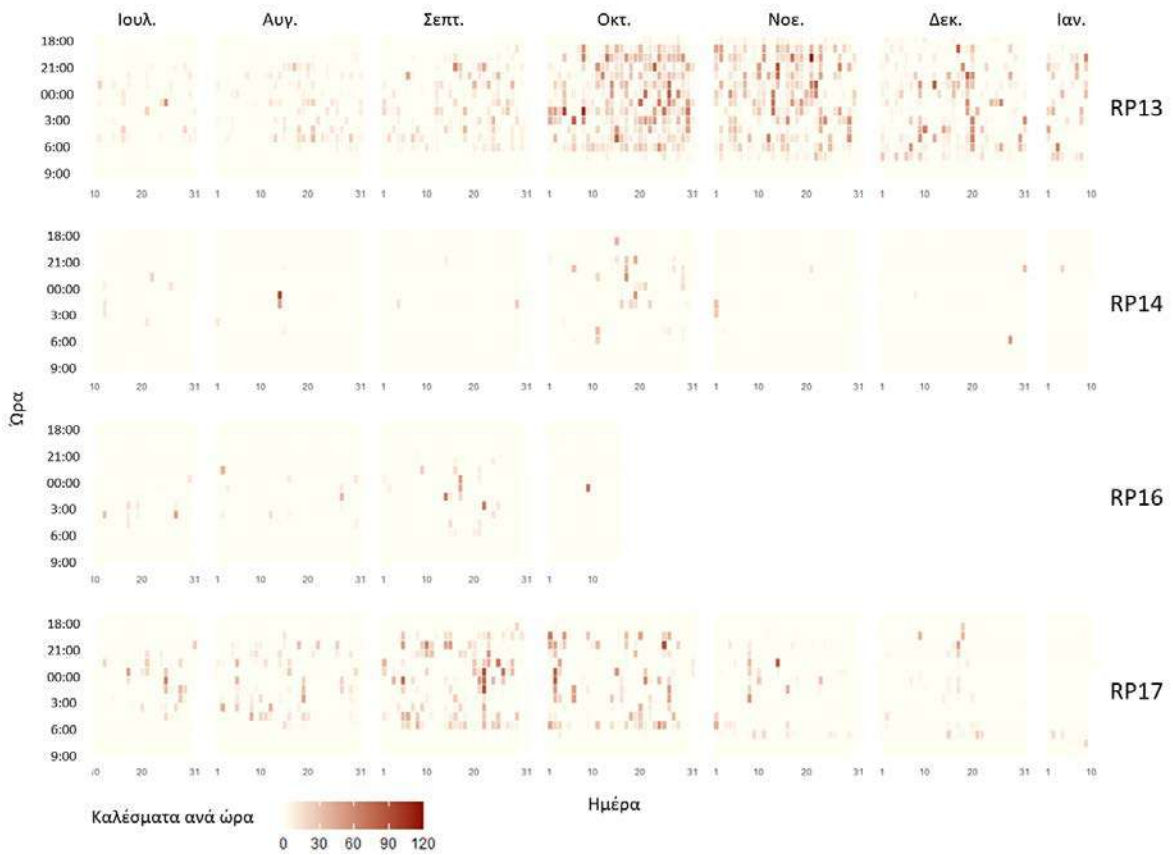
Από τους κλιματικούς (βροχόπτωση, μέση θερμοκρασία, ταχύτητα αέρα) και φυσικούς (φάση φεγγαριού, ώρες νύχτας κατά την περίοδο καταγραφής 18μμ – 9πμ) παράγοντες που εξετάσαμε, μόνο η διάρκεια της νύχτας και η μέση ένταση του ανέμου είχαν στατιστικά σημαντική προγνωστική αξία για την φωνητική δραστηριότητα των χουχουριστών ανά νύχτα (Πίνακας 3). Η μέση θερμοκρασία επίσης είχε σημαντική προγνωστική αξία, αλλά μικρότερη από αυτήν της διάρκειας της νύχτας, με την οποία και ήταν πολύ σημαντικά αρνητικά συσχετισμένη, οπότε και δεν χρησιμοποιήθηκε στο τελικό μοντέλο. Η φωνητική δραστηριότητα των χουχουριστών διαφοροποιείται σημαντικά από αισθητήρα σε αισθητήρα.

Πίνακας 1. Συχνότητα καλέσμάτων χουχουριστή ανά αισθητήρα κατά την περίοδο μελέτης
Table 1. Tawny owl calling frequency per sensor during the study period

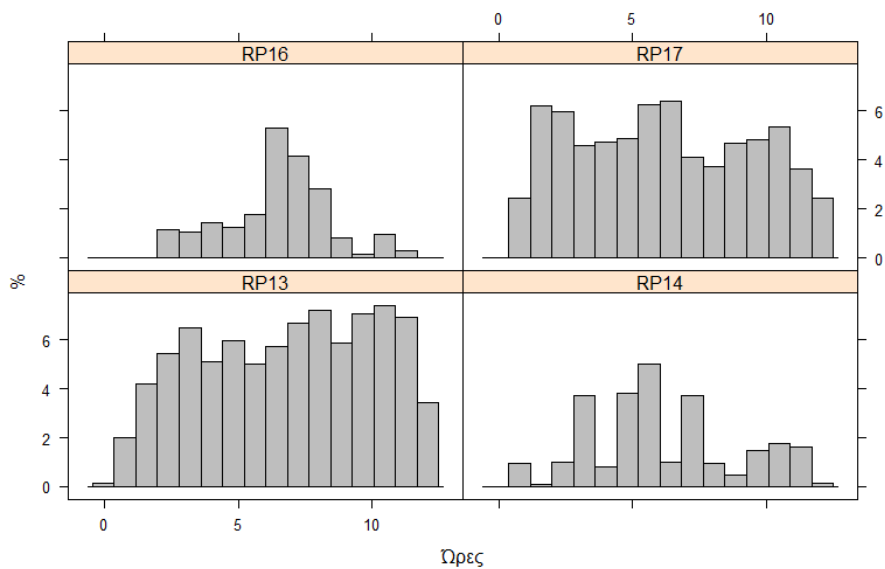
	Περίοδος καταγραφής	Νύχτες καταγραφής	Καλέσματα	Νύχτες με ≥1 κάλεσμα	Καλέσματα/νύχτα
RP13	10/1/2019- 10/7/2020	185	16.098	177 (95,7%)	90,9 ± 87,5
RP14	10/1/2019- 10/7/2020	185	1064	43 (23,2%)	24,7 ± 19,7
RP16	9/10/2019- 10/7/2020	93	794	30 (16,2%)	26,5 ± 20,3
RP17	10/1/2020	185	6.981	141 (76,2%)	49,5 ± 49,5

Πίνακας 2. Μέσος αριθμός ωρών με καλέσματα χουχουριστή ανά νύχτα και καλέσμάτων ανά ώρα χουχουριστή
Table 2. Mean number of hours with Tawny owl calls per night and number of calls per hour

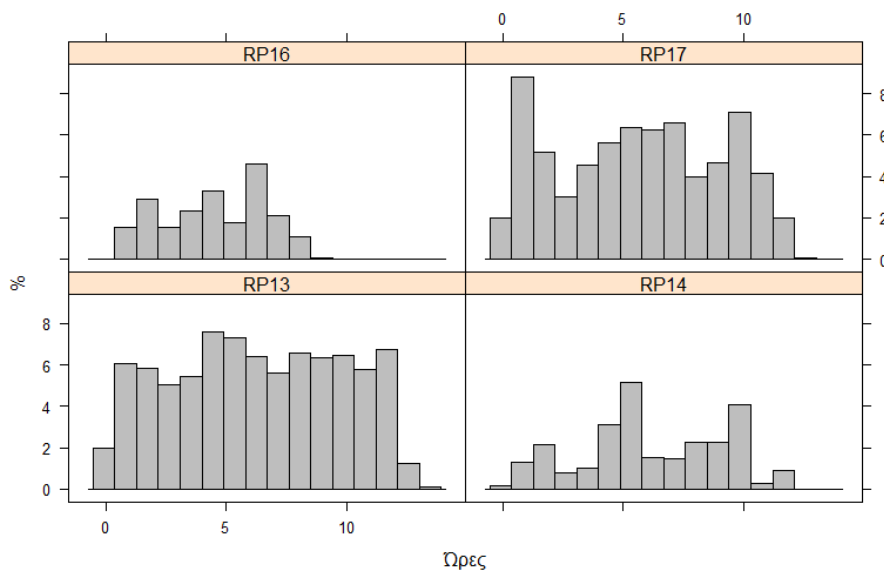
	Μέσος αριθμός ωρών/νύχτα με >1 κάλεσμα							
	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	
RP 13	2,1 ± 1,5	3,6 ± 2,3	5,1 ± 2,4	9,3 ± 2,8	9,1 ± 2,6	6 ± 2,2	5,4 ± 2,4	
RP 14	0,4 ± 0,7	0,2 ± 0,5	0,2 ± 0,4	1,3 ± 1,5	0,2 ± 0,6	0,1 ± 0,3	1,1 ± 3	
RP 16	0,6 ± 0,9	0,4 ± 0,8	0,9 ± 1,3	0,3 ± ,7	-	-	-	
RP 17	1,8 ± 1,4	2,6 ± 1,9	4,2 ± 2,2	3,4 ± 2,5	2 ± 1,9	1,6 ± 2,1	1,7 ± 2,9	
	Μέσος ημερήσιος αριθμός καλέσμάτων/ώρα							
	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	
RP 13	4,7 ± 4,8	5,7 ± 3,7	5,4 ± 2,3	18,6 ± 7,7	17 ± 7,9	13,9 ± 9,8	15,8 ± 9,8	
RP 14	2,6 ± 5,6	2,8 ± 13	0,2 ± 0,4	10,7	8,2 ± 1,2 ± 4,1	3 ± 11	2,1 ± 6,3	
RP 16	4 ± 8,5	2,5 ± 5,7	0,9 ± 1,3	23,8	8,6 ± -	-	-	
RP 17	8,8 ± 10,4	7,9 ± 6,8	4,7 ± 2,2	12,5	16,6 ± 10,5	7,2 ± 3,4 ± 4,7	3,5 ± 5,5	



Εικόνα 3. Κατανομή καλεσμάτων χουχουριστή (*Strix aluco*) ανά ώρα, ημέρα (18:00μμ έως 9:00πμ), μήνα και ακουστικό αισθητήρα
 Figure 3..Distribution of Tawny owl (*Strix aluco*) calls per hour, day(18:00 pm to 9:00 am), month and acoustic sensor



Εικόνα 4. Χρονική απόσταση (ώρες) μετά την δύση του ηλίου των καλεσμάτων χουχουριστή ανά αισθητήρα
 Figure 4. Time difference (hours) of Tawny owl calls from sunset per sensor



Εικόνα 5. Χρονική απόσταση (ώρες) πριν την ανατολή του ηλίου των καλεσμάτων χουχουριστή ανά αισθητήρα
Figure 5. Time difference (hours) of Tawny owl calls from sunrise per sensor

Πίνακας 3. Στατιστικά σημαντικοί επεξηγηματικοί παράγοντες του συνολικού αριθμού καλεσμάτων χουχουριστή ανά νύχτα (συντελεστές β του μικτού μοντέλου πολυωνομικής γραμμικής παλινδρόμησης με μικρότερη τιμή AIC) [$r^2=0,32$]
Table 3. Statistically significant explanatory variables of the total number of Tawny owl calls per night (beta coefficients of mixed multivariate linear regression model with the smallest AIC value) [$r^2=0.32$]

	συντελεστής β	τυπικό σφάλμα	p
Σημείο τομής (Intercept)	-96,813	24,695	>0,001
Ωρες νύχτας	12,246	1,687	>0,001
Μέση ένταση ανέμου	-2,434	0,683	>0,001

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Μέχρι σήμερα, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για την εύρεση του ακριβούς βαθμού επιρροής των οικολογικών παραγόντων, χωρίς όμως να έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα οι κλιματολογικοί παράγοντες (Lengagne και Slater 2002). Σε αυτή την έρευνα, έγινε μια προσπάθεια προσδιορισμού της επιρροής των παρακάτω κλιματολογικών παραγόντων: βροχόπτωση, μέση θερμοκρασία, ταχύτητα αέρα. Από αυτούς τους παράγοντες, μόνο η ταχύτητα αέρα βρέθηκε να επηρεάζει τον αριθμό των καλεσμάτων. Τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με εκείνα των Zuberogoiitia και Burgos (2019), όπου βρέθηκε ότι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά την συχνότητα καλέσματος των χουχουριστών είναι η ταχύτητα του ανέμου. Αυτή η μείωση μπορεί να οφείλεται στην μειωμένη ικανότητα των ατόμων του είδους να ακούν το ένα το άλλο και άρα την μείωση της αποτελεσματικότητας των καλεσμάτων ως μέσο επικοινωνίας (Braga and Motta-Junior, 2009). Δεν αποκλείεται όμως και η πιθανότητα η μειωμένη καταγραφή καλεσμάτων να είναι απόρροια μείωσης της αποτελεσματικής ακτίνας καταγραφής των καλεσμάτων, εξαιτίας του αέρα, από τους αισθητήρες (Zuberogoiitia κ.α. 2019). Επίσης, η παρατήρηση μας ότι τα καλέσματα των χουχουριστών ξεκινούν περίπου >1 ώρα μετά την δύση και σταματούν >1 πριν την ανατολή του ηλίου, ανεξαρτήτως εποχής, συμπίπτει με σχετικές μελέτες γλαυκόμορφων ειδών (π.χ. Hardouin κ.α. 2008). Ιδιαίτερη σημασία φαίνεται να έχει και η διάρκεια της νύχτας ως προς τα καλέσματα καθώς διερευνήθηκε ότι όσο αυξάνονται οι ώρες της νύχτας, αυξάνονται και τα καλέσματα.

Μεθοδολογικά, το γεγονός ότι τα καλέσματα σε δύο αισθητήρες (RP14, RP16) είναι πολύ λιγότερα πιθανόν να εξηγείται από την τοποθέτηση των ακουστικών αισθητήρων στην περιφέρεια, και όχι κοντά στον πυρήνα, της επικράτειας του ζευγαριού χουχουριστών. Στο μέλλον, παρόμοιες μελέτες θα μπορούσαν να τοποθετήσουν τους αισθητήρες μετά από σύντομη πιλοτική μελέτη μερικών ημερών, ώστε όλοι να βρίσκονται κοντά στις φωλιές των πουλιών. Στην περίπτωση μας, τα ακουστικό πλέγμα σχεδιάστηκε για διαφορετική μελέτη, οπότε και δεν ήταν ιδανική η χωρική κατανομή των αισθητήρων.

Τα αποτελέσματα της έρευνάς μας αποτελούν μία πρώτη ανάλυση της ακουστικής οικολογίας του χουχουριστή στον Ελλαδικό χώρο, και αποδεικνύουν την χρησιμότητα των μεθόδων παθητικής ακουστικής παρακολούθησης (ΠΑΠ) για την μελέτη γλαυκόμορφων ειδών γενικά. Επιπλέον, πέραν από την ακουστική οικολογία, οι μέθοδοι ΠΑΠ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της παρουσίας και κατανομής των ειδών σε επίπεδο τοπίου, μέσα από την τοποθέτηση μεγάλου αριθμού ακουστικών αισθητήρων (η εκ περιτροπής τοποθέτηση ενός μικρότερου αριθμού) για μικρό χρονικό διάστημα (π.χ. 10 ημέρες). Τέτοιες μελέτες θα διευκολύνονταν αν αναπτύσσονταν αποτελεσματικοί αλγόριθμοι αυτόματης ανίχνευσης καλεσμάτων των ειδών ενδιαφέροντος, ώστε να μειωθεί σημαντικά ο απαιτούμενος χρόνος εύρεσης των καλεσμάτων δια χειρός. Αυτό αποτελεί και επόμενος ερευνητικός μας στόχος.

Ευχαριστίες

Η έρευνα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ1ΕΔΚ-04488 «ΒΙΟΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ»).

Abstract

Passive acoustic monitoring is a wildlife monitoring method used especially for the study of vocally active species which are difficult to observe directly. The Tawny owl (*Strix aluco*) is such a species, which has not been studied extensively in Greece. The aim of the study was to provide a first insight into the species' acoustic ecology in the Rhodope Mountains by describing the calling activity of four pairs over a period of 3-6 months, and to examine possible correlation with natural and climatic parameters. Based on 24,937 calls, we report a significant increase in the number of calls per night (18:00pm to 9:00am) as the length of the night increased, as well as a negative relation with wind speed. We did not observe a relationship between calling frequency and the phase of the moon.

Βιβλιογραφία

- Agostino, P. V., Lusk, N. A., Meck, W. H., Golombek, D. A. and Peryer, G., 2020. Daily and seasonal fluctuation in Tawny Owl vocalization timing. PLOS ONE. Public Library of Science, 15(4) p. e0231591.
- Balčiauskienė, L., Juškaitis, R. and Atkočaitis, O., 2005. The Diet of the Tawny Owl (*Strix Aluco*) in South-Western Lithuania during the Breeding Period. Acta Zool. Lituanica. Taylor & Francis, 15(1) pp. 13–20.
- Bates, D., Kliegl, R., Vasishth, S. and Baayen, H., 2018. Parsimonious Mixed Models. arXiv:1506.04967 [stat], May.
- Braga, A. C. and Motta-Junior, J., 2009. Weather conditions and moon phase influence on Tropical Screech Owl and Burrowing Owl detection by playback. Ardea -Wageningen-, 97, February, pp. 395–401.
- Choi, W., Lee, J.-H. and Sung, H.-C., 2019. A case study of male tawny owl (*Strix aluco*) vocalizations in South Korea: call feature, individuality, and the potential use for census. Anim. Cells Syst. Taylor & Francis, 23(2) pp. 90–96.
- Garcia, M. and Favaro, L., 2017a. Animal vocal communication: function, structures, and production mechanisms. Current Zoology, 63(4) pp. 417–419.
- Garcia, M. and Favaro, L., 2017b. Animal vocal communication: Function, structures, and production mechanisms. Current Zoology, 63, May, pp. 417–419.
- Gryz, J., Chojnacka-Ożga, L. and Krauze-Gryz, D., 2019. Long-Term Stability of Tawny Owl (*Strix aluco*) Population Despite Varying Environmental Conditions – a Case Study from Central Poland. Pol J Ecol. Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences, 67(1) pp. 75–83.
- Hardouin, L. A., Robert, D. and Bretagnolle, V., 2008. A dusk chorus effect in a nocturnal bird: support for mate and rival assessment functions. Behav. Ecol. Sociobiol. 62(12) p. 1909.
- Lengagne, T. and Slater, P. J. B., 2002. The effects of rain on acoustic communication: tawny owls have good reason for calling less in wet weather. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. Royal Society, 269(1505) pp. 2121–2125.

Peri, A., 2018a. A comparison of three methods for planning a census of Tawny Owl (*Strix aluco*) populations living at high territorial density. *Bioacoustics*. Taylor & Francis, 27(3) pp. 245–260.

Peri, A., 2018b. Censusing a tawny owl (*Strix aluco*) population living at high density merging two consolidated techniques. *Écoscience*. Taylor & Francis, 25(3) pp. 249–257.

Shekhovtsov, S. M. and Sharikov, A. V., 2015. Individual and Geographical Variation in the Territorial Calls of Tawny Owls *Strix aluco* in Eastern Europe. *Ardeola*. Spanish Society of Ornithology, 62(2) pp. 299–310.

Sugai, L. S. M., Silva, T. S. F., Ribeiro, J. W. and Llusia, D., 2019. *Terrestrial Passive Acoustic Monitoring: Review and Perspectives*. BioScience. Oxford University Press.

Sunde, P., Bølstad, M. S. and Desfor, K. B., 2003. Diurnal exposure as a risk sensitive behaviour in tawny owls *Strix aluco*? *J. Avian Biol.*, 34(4) pp. 409–418.

Zuberogoitia, I., Burgos, G., González-Oreja, J. A., Morant, J., Martínez, J. E. and Albizua, J. Z., 2019. Factors affecting spontaneous vocal activity of Tawny Owls *Strix aluco* and implications for surveying large areas. *Ibis*, 161(3) pp. 495–503.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ «ΗΠΙΑΣ» ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΑΣΚΗΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΔΗΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Βάσσιος, Δημήτριος

Δήμος Θεσσαλονίκης, Διεύθυνση Διαχείρισης Πρασίνου & Περιβάλλοντος, Τμήμα Συντήρησης Πρασίνου Ανατολικού Τομέα, Θεσσαλονίκη 54642, dvassios@agro.auth.gr

Περίληψη

Το αστικό πράσινο βοηθάει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των πόλεων. Μια σύγχρονη πολιτική για την ανάδειξη του πρασίνου, θα πρέπει να είναι δυναμική, να περιλαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα προς όλες τις κατευθύνσεις και να οραματίζεται την ανάδειξη και τη βιώσιμη ανάπτυξή του. Βασικά εργαλεία για άσκηση πολιτικής είναι τα οικονομικά εργαλεία που αφορούν σε παροχή υλικών κινήτρων, καθώς και τα πληροφοριακά εργαλεία που είναι διαδικασίες πειθούς. Τα συγκεκριμένα εργαλεία χαρακτηρίζονται ως «ήπιας» παρέμβασης. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθούν οι απόψεις τεχνικών υπαλλήλων του Δήμου Θεσσαλονίκης σχετικά με την αξιοποίηση «ήπιων» εργαλείων περιβαλλοντικής πολιτικής στον σχεδιασμό και τη διαχείριση του αστικού πρασίνου του εν λόγω δήμου, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και να διατυπωθούν οι κατάλληλες προτάσεις. Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω ερωτηματολογίων.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική πολιτική, βιώσιμη ανάπτυξη, ερωτηματολόγιο.

Εισαγωγή

Πολιτική είναι η δραστηριότητα ή η διαδικασία μέσω της οποίας οι ομάδες προβαίνουν στη λήψη και εκτέλεση δεσμευτικών συλλογικών αποφάσεων (Hague και Harrop 2011). Τα τρία βασικά εργαλεία για άσκηση πολιτικής είναι τα κανονιστικά εργαλεία (π.χ. νόμοι και διατάξεις) που καθιστούν κολάσιμες τις ανεπιθύμητες συμπεριφορές, τα οικονομικά εργαλεία που αφορούν σε παροχή υλικών κινήτρων (π.χ. επιδοτήσεις) και τα πληροφοριακά εργαλεία που είναι διαδικασίες πειθούς (π.χ. σεμινάρια, εκπαιδεύσεις). Τα συγκεκριμένα εργαλεία διακρίνονται σε εργαλεία άμεσης παρέμβασης ή «σκληρά» (π.χ. απειλή προστίμου ή φυλάκισης) και σε ήπιας παρέμβασης ή απλά «ήπια» (π.χ. προγράμματα και μαθήματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, σεμινάρια, οικονομικά κίνητρα) (Χασάναγας 2010, Λαδή και Νταλάκου 2016). Ιδιαίτερη θέση στον χώρο της πολιτικής τις τελευταίες δεκαετίες κατέχει η περιβαλλοντική πολιτική η οποία στοχεύει (α) στη διατήρηση, την προστασία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος, (β) στην προστασία της δημόσιας υγείας, (γ) στη συνετή και την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων και (δ) στην προώθηση μέτρων για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε διεθνές επίπεδο (Κουτρούμπας και Δαμαλάς 2015).

Το αστικό πράσινο αναμφίβολα συμβάλλει στη βελτίωση των συνθηκών και της ποιότητας ζωής των κατοίκων των πόλεων (Ντάφης 2001). Μια σύγχρονη πολιτική για την ανάδειξη του αστικού πρασίνου, θα πρέπει να είναι δυναμική, να περιλαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα προς όλες τις κατευθύνσεις, να οραματίζεται την ανάδειξη και τη βιώσιμη ανάπτυξή του και να βασίζεται στην ανάλυση και την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης (Παπασταύρου 2008). Εξάλλου, οι πολίτες καθώς και οι διάφοροι οργανισμοί και οργανώσεις (εθελοντικές ενώσεις, Μ.Κ.Ο., κοινωνικά κινήματα κ.λπ.), αποτελούν βασικούς εξωτερικούς/ιδιωτικούς δρώντες στη διαμόρφωση πολιτικών και στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Βούλγαρης 2013, Λαδή και Νταλάκου 2016).

Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθούν οι απόψεις τεχνικών υπαλλήλων του Δήμου Θεσσαλονίκης σχετικά με την αξιοποίηση «ήπιων» εργαλείων περιβαλλοντικής πολιτικής στον σχεδιασμό και τη διαχείριση του αστικού πρασίνου του εν λόγω δήμου, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και να διατυπωθούν χρήσιμες προτάσεις. Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω ερωτηματολογίων. Η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μέρος ευρύτερης έρευνας (Βάσσιος 2018).

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα της συγκεκριμένης εργασίας, επικεντρώνεται στη διερεύνηση των απόψεων τεχνικών υπαλλήλων του Δήμου Θεσσαλονίκης, σχετικά με την αξιοποίηση «ήπιων» εργαλείων περιβαλλοντικής πολιτικής στον σχεδιασμό και τη διαχείριση του αστικού πρασίνου.

Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε είναι το *ερωτηματολόγιο* το οποίο, σύμφωνα με την Κυριαζή (1999), αποτελεί κύριο εργαλείο έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες. Οι ερωτήσεις που επιλέχθηκαν για ανάλυση στην παρούσα εργασία είναι οι έντεκα ερωτήσεις/προτάσεις που αφορούν στην αξιοποίηση «ήπιων» εργαλείων για την άσκηση κατάλληλης πολιτικής για το αστικό πράσινο, οι οποίες μετρήθηκαν με την κλίμακα Likert. Για την κλίμακα αυτή ο Δαουτόπουλος (2004) αναφέρει ότι οι ερωτώμενοι τοποθετούνται στον βαθμό που συμφωνούν ή διαφωνούν. Οι δυνατές απαντήσεις είναι: Συμφωνώ απόλυτα, Συμφωνώ, Δεν έχω γνώμη, Διαφωνώ, Διαφωνώ απόλυτα. Οι εν λόγω ερωτήσεις, αφορούν κυρίως στην αξιοποίηση εργαλείων πληροφόρησης και εκπαίδευσης, οικονομικών εργαλείων, καθώς και σε ενδεχόμενες συνεργασίες με εξωτερικούς δρώντες διαμόρφωσης πολιτικής (Μ.Κ.Ο., εθελοντές, φορείς, επιμελητήρια κ.λπ.). Επιπρόσθετα, υπάρχουν και κάποιες ερωτήσεις που αφορούν σε κοινωνικά, δημογραφικά και επαγγελματικά στοιχεία των ερωτηθέντων.

Τον προς διερεύνηση πληθυσμό, αποτελούν οι τεχνικοί υπάλληλοι κατηγοριών Πανεπιστημιακής (Π.Ε.) και Τεχνολογικής (Τ.Ε.) Εκπαίδευσης της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αστικού Περιβάλλοντος και της Διεύθυνσης Αστικού Σχεδιασμού και Αρχιτεκτονικών Μελετών του Δήμου Θεσσαλονίκης. Επιλέχθηκε αυτός ο πληθυσμός γιατί είναι οι κατεξοχήν υπάλληλοι που ασχολούνται με τα θέματα σχεδιασμού και διαχείρισης των χώρων πρασίνου και των λοιπών κοινόχρηστων δημόσιων χώρων. Οι εν λόγω Διευθύνσεις, αριθμούσαν κατά τη χρονική στιγμή της έρευνας (Μάρτιος-Ιούλιος 2016), συνολικά 57 άτομα. Επιχειρήθηκε *απογραφή* του πληθυσμού, δηλαδή να καταγραφούν όλα τα μέλη του (Μάτης 2003). Τα ερωτηματολόγια παραδόθηκαν στους χώρους εργασίας των δύο Διευθύνσεων. Σε όσους διέθεταν υπηρεσιακό email του δήμου στάλθηκαν και μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Συνολικά επιστράφηκαν 52 ερωτηματολόγια, δηλαδή ποσοστό 91%.

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συνολικά οι απαντήσεις των ερωτηθέντων.

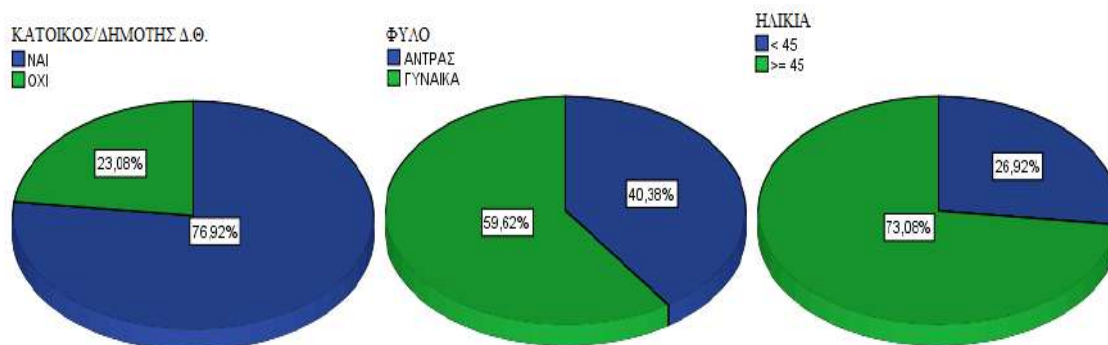
Πίνακας 1. Απαντήσεις των ερωτηθέντων
Table 1. Answers of the respondents

Α/Α	Ερώτηση	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Δεν έχω γνώμη	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
		Ποσοστό (%)				
1	Παραχώρηση ανεκμετάλλετων δημοτικών κοινόχρηστων χώρων σε δίκτυο εθελοντών με στόχο τη δημιουργία (και τη συντήρηση) από αυτούς νέων χώρων πρασίνου	7,69	23,08	11,54	46,15	11,54
2	Συνεργασία δήμου για θέματα σχεδιασμού και διαχείρισης πρασίνου και ελεύθερων χώρων με Μη Κυβερνητικούς Οργανισμούς	25,00	28,85	21,15	25	0,00
3	Συνεργασία δήμου με αρμόδιους οργανισμούς, ιδρύματα και φορείς για τη λήψη αποφάσεων αστικού σχεδιασμού με στόχο την προστασία του αστικού πρασίνου, της φυσιογνωμίας της πόλης, της πολιτιστικής κληρονομιάς και του ιστορικού πολεοδομικού ιστού	0,00	5,77	15,38	57,69	21,16
4	Ενίσχυση διαδικασιών διαβούλευσης, συμμετοχής και ευαισθητοποίησης πολιτών, επαγγελματιών φορέων και επιμελητηρίων σε θέματα που αφορούν σε αναπλάσεις και τον σχεδιασμό/δημιουργία νέων χώρων πρασίνου	7,69	23,08	11,54	46,15	11,54
5	Υλοποίηση δράσεων ενημέρωσης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης των πολιτών	0,00	0,00	5,77	59,62	34,61

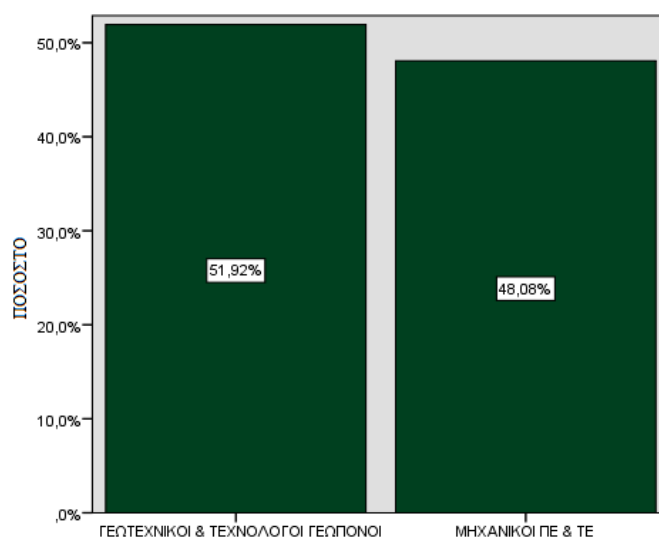
	από τον δήμο για τα οφέλη του αστικού και του περιβαστικού πρασίνου					
6	Παροχή κινήτρων προς τους πολίτες για εγκατάσταση πρασίνου στις πολυκατοικίες στις εισόδους, στους ακάλυπτους χώρους, στα μπαλκόνια και στις ταράτσες και υιοθέτηση δέντρων και παρτεριών του δήμου	1,92	9,61	11,54	48,08	28,85
7	Περαιτέρω σύμπραξη ιδιωτικού και δημόσιου τομέα σε θέματα σχεδιασμού και διαχείρισης ελεύθερων χώρων και χώρων πρασίνου	7,84	21,57	15,69	43,14	11,76
8	Καλύτερη απορρόφηση και αξιοποίηση ευρωπαϊκών προγραμμάτων που αφορούν σε υλοποίηση αστικών αναπλάσεων και έργων πρασίνου	0,00	0,00	3,85	57,69	38,46
9	Εξασφάλιση επιπρόσθετης χρηματοδότησης έργων πρασίνου και αναπλάσεων μέσω χορηγιών και δωρεών	3,85	3,84	9,62	55,77	26,92
10	Ενίσχυση και απλοποίηση της χρηματοδότησης των δήμων, ώστε να είναι οικονομικά ανεξάρτητοι για να προγραμματίζουν αποτελεσματικά τον προϋπολογισμό τους σε ζητήματα χωρικού σχεδιασμού ελεύθερων και πράσινων χώρων	0,00	1,92	11,54	44,23	42,31
11	Διευρωπαϊκές συνεργασίες σε επίπεδο δήμων με κοινά χαρακτηριστικά για την ανταλλαγή απόψεων, πρακτικών και τεχνογνωσίας με στόχο την ανάπτυξη παρόμοιας και συνεκτικής πολιτικής σχεδιασμού, διαχείρισης και προστασίας ελεύθερων και πράσινων χώρων	0,00	3,85	3,84	63,46	28,85

Η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα (α) με τη συνεργασία δήμου με αρμόδιους οργανισμούς, ιδρύματα και φορείς για τη λήψη αποφάσεων αστικού σχεδιασμού με στόχο την προστασία του αστικού πράσινου, της φυσιογνωμίας της πόλης, της πολιτιστικής κληρονομιάς και του ιστορικού πολεοδομικού ιστού, (β) με την υλοποίηση δράσεων περιβαλλοντικής ενημέρωσης, (γ) με την παροχή κινήτρων προς τους πολίτες για εγκατάσταση πρασίνου στις πολυκατοικίες στις εισόδους, στους ακάλυπτους χώρους, στα μπαλκόνια και στις ταράτσες και υιοθέτηση δέντρων και παρτεριών του δήμου (δ) με την καλύτερη απορρόφηση και αξιοποίηση ευρωπαϊκών προγραμμάτων, (ε) με την εξασφάλιση επιπρόσθετης χρηματοδότησης μέσω χορηγιών και δωρεών, (στ) με την ενίσχυση και απλοποίηση της χρηματοδότησης των δήμων και (ζ) με διευρωπαϊκές συνεργασίες σε επίπεδο δήμων. Πολλοί είναι οι ερωτηθέντες που συμφωνούν ή συμφωνούν απόλυτα με παραχώρηση ανεκμετάλλετων δημοτικών κοινόχρηστων χώρων σε εθελοντές με στόχο τη δημιουργία και τη συντήρηση από αυτούς νέων χώρων πρασίνου, με την ενίσχυση των διαδικασιών διαβούλευσης, συμμετοχής και ευαισθητοποίησης πολιτών, επαγγελματικών φορέων και επιμελητηρίων, καθώς και με την περαιτέρω σύμπραξη με τον ιδιωτικό τομέα. Η ερώτηση που προβλημάτισε και παρουσίασε ποικιλία στις απαντήσεις ήταν αυτή που αφορά στη συνεργασία δήμου για θέματα σχεδιασμού, διαχείρισης και προστασίας πρασίνου και ελεύθερων χώρων με Μ.Κ.Ο.

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται τα κοινωνικοδημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων, ενώ στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται οι ειδικότητες αυτών, δηλαδή η επαγγελματική τους σχέση με τον δήμο.



Εικόνα 1. Κοινωνικοδημογραφικά στοιχεία
Figure 1. Socio-demographic data



Εικόνα 2. Ειδικότητες
Figure 2. Profession of the respondents

Στην ερώτηση για το αν είναι ή όχι κάτοικοι/δημότες του Δήμου Θεσσαλονίκης, το 76,92% απάντησε Ναι και το 23,08% Όχι. Στην ερώτηση «Φύλο», το 40,38% απάντησε Άντρας και το 59,62% Γυναίκα. Στην ερώτηση «Ηλικία» το 26,92% απάντησε < 45 ετών και το 73,08% ≥ 45 ετών. Αναφορικά με τις ειδικότητες των ερωτηθέντων, το 51,92% είναι γεωτεχνικοί ΠΕ ή τεχνολόγοι γεωπόνου ενώ το 48,08% μηχανικοί ΠΕ ή ΤΕ.

Όπως διαφαίνεται από τις απαντήσεις, οι περισσότεροι ερωτηθέντες είναι κάτοικοι ή δημότες του Δήμου Θεσσαλονίκης. Επιπρόσθετα, οι γυναίκες είναι σχετικά περισσότερες. Αναφορικά με την ηλικία, οι περισσότεροι ερωτώμενοι έχουν ηλικία μεγαλύτερη από τα 45 έτη. Σε ό,τι αφορά την ειδικότητα, οι απαντήσεις είναι σχεδόν ισομοιρασμένες μεταξύ των γεωτεχνικών και των μηχανικών.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας, προκύπτει ότι:

- Οι ερωτώμενοι είναι ανοιχτοί και εξωστρεφείς ως προς τις συνεργασίες, την αξιοποίηση νέων μορφών χρηματοδότησης, καθώς και τη συμμετοχή των πολιτών και των εμπλεκόμενων φορέων στη λήψη αποφάσεων, θεωρώντας προφανώς ότι θα βελτιωθεί έτσι η σχετική διαδικασία. Επίσης, αρκετοί εξ αυτών βλέπουν με καλό μάτι την περαιτέρω σύμπραξη ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, λόγω ενδεχομένως της μικρής επιχειρησιακής απόδοσης της αυτεπιστασίας καθώς δεν γίνονται προσλήψεις στους δήμους εδώ και χρόνια. Αντίθετα, υπάρχει μεγάλη δυσπιστία ως προς τις Μ.Κ.Ο., προφανώς λόγω των αρκετών περιπτώσεων αδιαφάνειας και μειωμένης λογοδοσίας που καταγράφηκαν από πλευράς τους.

- Από τα κοινωνικοδημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων, προκύπτει ότι το 60% περίπου είναι γυναίκες, δηλαδή δεν πρόκειται πλέον για ανδροκρατούμενα επαγγέλματα καθώς πολλές γυναίκες

επέλεξαν να απασχοληθούν στο δημόσιο λόγω προφανώς των καλύτερων συνθηκών που επικρατούσαν, ιδίως κατά το πρόσφατο παρελθόν. Ως προς την ηλικία, καταγράφεται η ολοένα αυξανόμενη γήρανση του προσωπικού, κυρίως λόγω των μηδενικών προσλήψεων κατά τα τελευταία χρόνια.

Χρήσιμες προτάσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν με στόχο μια πολιτική για βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού πρασίνου, είναι:

- Ενίσχυση των διαδικασιών διαβούλευσης, συμμετοχής και ευαισθητοποίησης πολιτών, επαγγελματιών φορέων και επιμελητριών σε θέματα σχεδιασμού και διαχείρισης κοινόχρηστων χώρων και χώρων πρασίνου, με την περαιτέρω χρήση για αυτόν τον σκοπό απλών ψηφιακών εφαρμογών όπως π.χ. κατάλληλα εργαλεία μέτρησης στάσεων και αντιλήψεων (ερωτηματολόγια) που θα αναρτώνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα στην ιστοσελίδα του εκάστοτε δήμου και θα αφορούν στο αστικό πράσινο.

Figure 1. - Προσεκτική και επιλεκτική παραχώρηση ανεκμετάλλευτων κοινόχρηστων χώρων σε δίκτυο καταγεγραμμένων εθελοντικών ομάδων (πολίτες, επιμελητήρια, ιδιωτικές εταιρείες, ερευνητικά και εκπαιδευτικά ιδρύματα κ.λπ.), με στόχο τη δημιουργία και συντήρηση, από αυτές, νέων χώρων πρασίνου. Επίσης, υιοθέτηση, από εθελοντές, δέντρων και παρτεριών του δήμου, καθώς και παροχή κινήτρων προς τους πολίτες για εγκατάσταση πρασίνου σε κατάλληλους χώρους στις πολυκατοικίες, όμως υπό την εποπτεία και επίβλεψη των αρμόδιων Υπηρεσιών των δήμων.

Figure 2. - Ανάπτυξη συνεργασιών όμορων δήμων για ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν από κοινού (π.χ. δημιουργία μητροπολιτικών πάρκων), αλλά και για τη λήψη αποφάσεων που θα στοχεύουν στην άρτια διατήρηση και τη βελτίωση του αστικού πρασίνου, καθώς και της γενικότερης φυσιογνωμίας της πόλης και του πολεοδομικού ιστού. Επιπρόσθετα, σύναψη διευρωπαϊκών συνεργασιών σε επίπεδο δήμων με κοινά χαρακτηριστικά για την ανταλλαγή απόψεων, πρακτικών και τεχνογνωσίας, ώστε να αναπτυχθεί παρόμοια και συνεκτική πολιτική σχεδιασμού, διαχείρισης και προστασίας ελεύθερων και πράσινων χώρων.

Figure 3. - Ένταξη των Υπηρεσιών Πρασίνου στις ανταποδοτικές Υπηρεσίες των δήμων, ώστε να εγκρίνονται προσλήψεις μόνιμου και έκτακτου προσωπικού και επιπρόσθετα, να καλύπτονται έτσι καλύτερα οι δαπάνες που αφορούν στη συντήρηση του πρασίνου.

Figure 4. - Περαιτέρω σύμπραξη με τον ιδιωτικό τομέα, συνδυαστικά όμως με εμπλουτισμό του ανθρώπινου δυναμικού με στοχευόμενες προσλήψεις εξειδικευμένων επιστημόνων (π.χ. δασολόγου ή γεωπόνου με μεταπτυχιακές σπουδές στη διαχείριση του αστικού πρασίνου, μηχανικού με μεταπτυχιακές σπουδές στον χωροταξικό σχεδιασμό κ.λπ.), αλλά και κάποιων τεχνικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όπως λ.χ. κηπουρών ώστε να υφίσταται σε ικανοποιητικό βαθμό και η αυτεπιστασία. Επίσης, μετεκπαίδευση των υπαλλήλων, με συμμετοχή αυτών σε κατάλληλα σεναρία βασισμένα στις σύγχρονες ανάγκες και απαιτήσεις, καθώς και παροχή κινήτρων στους υπαλλήλους (π.χ. χορήγηση άδειας υπηρεσιακής εκπαίδευσης) για παρακολούθηση μεταπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών που θα ενδιαφέρουν τις αρμόδιες Υπηρεσίες των δήμων, ώστε να αξιοποιηθούν και να «κεφαλαιοποιηθούν» καταλλήλως οι νέες γνώσεις και δεξιότητες.

Figure 5. - Καλύτερη απορρόφηση και αξιοποίηση ευρωπαϊκών προγραμμάτων και νέων χρηματοδοτικών εργαλείων, καθώς και εξασφάλιση επιπρόσθετης χρηματοδότησης έργων πρασίνου και αναπλάσεων μέσω χορηγιών και δωρεών, σε συνδυασμό με ενίσχυση και απλοποίηση της χρηματοδότησης των δήμων.

Abstract

Urban green helps to improve the quality of life of city dwellers. A modern policy for the promotion of greenery should be dynamic, including appropriate measures in all directions and envisioning sustainable development. Basic tools for policy making are financial tools related to material incentives, as well as information tools that are persuasive processes. These tools are characterized as "mild" intervention. The aim of this paper is to investigate the views of technical staff of the Municipality of Thessaloniki on the use of "soft" environmental policy tools in the design and management of urban greenery in the municipality, to draw useful conclusions and formulate appropriate proposals. Data was collected through questionnaires.

Βιβλιογραφία

- Βάσσιος, Δ., 2018. Θεσμικό πλαίσιο σχεδιασμού, διαχείρισης και προστασίας αστικού-περιαστικού πρασίνου και ελεύθερων χώρων. Η περίπτωση του Δήμου Θεσσαλονίκης. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σελ. 291.
- Βούλγαρης, Γ., 2013. Η μεταπολιτευτική Ελλάδα 1974-2009, Εκδόσεις Πόλις, Αθήνα. Σελ. 518.
- Γκόφας, Α., 2008. Μαθηματική στατιστική-δειγματοληψία, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 272.
- Δαουτόπουλος, Γ., 2004. Μεθοδολογία κοινωνικών ερευνών. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη. Σελ. 288.
- Hague, R., Harrop, M., 2011. Συγκριτική πολιτική και διακυβέρνηση, Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα. Σελ. 752.
- Κουτρούμπας, Σ. και Δαμαλάς, Χ., 2015. Περιβαλλοντική πολιτική και βιώσιμη ανάπτυξη: Προκλήσεις για την προώθηση αειφορικών μορφών γεωργίας. Στο Ε. Μανωλάς (Επιμ.), Περιβαλλοντική πολιτική: Θεωρία και πράξη (σελ. 131-138), Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα.
- Κυριαζή, Ν., 1999. Η κοινωνιολογική έρευνα. Κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα. Σελ. 408.
- Λαδή, Σ. και Νταλάκου, Β., 2016. Ανάλυση δημόσιας πολιτικής, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα. Σελ. 294.
- Μακράκης, Β., 2005. Ανάλυση δεδομένων στην επιστημονική έρευνα με τη χρήση του SPSS-Από τη θεωρία στην πράξη, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα. Σελ. 205.
- Μάτης, Κ., 2003. Δασική βιομετρία I-στατιστική, Εκδόσεις Πήγασος 2000, Θεσσαλονίκη. Σελ. 598.
- Ντάφης, Σ., 2001. Δασοκομία πόλεων, Εκδόσεις Art of text, Θεσσαλονίκη. Σελ. 198.
- Παπασταύρου, Α., 2008. Δασική πολιτική (Ιδιαίτερα στην Ελλάδα), Τεύχος Β', Εκδόσεις Πήγασος 2000, Θεσσαλονίκη. Σελ. 689.
- Σιάρδος, Γ., 2004. Μέθοδοι πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης. Με την επίλυση ασκήσεων μέσω του προγράμματος SPSS.-Μέρος πρώτο. Διερεύνηση σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 304.
- Χασάνας, Ν., 2010. Κοινωνιολογία τοπίου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα. Σελ. 306.

ΜΕΤΑΠΥΡΙΚΗ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΚΑΙ ΆΛΛΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΑΣΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΩΣ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΑΣΟΠΥΡΟΣΒΕΣΗ

Γκουβάς, Μάρκος

Αργιθέας Ο.Τ.1-αδιέξοδο, 19002, Παιανία Αττικής, markosgk1@gmail.com

Περίληψη

Ελλείψει απειλής οικισμών, άλλων υποδομών, καθώς και σημαντικών γεωργικών καλλιεργειών, οι δασικές πυρκαγιές πρέπει να αντιμετωπίζονται με κύριο γνώμονα την ελαχιστοποίηση του χρόνου μεταπυρικής επαναφοράς της βλάστησης στην προ της πυρκαγιάς σύνθεση και δομή. Τούτο δύναται να επιτευχθεί δια της ταξινόμησης όλων των ελληνικών δασοπονικών ειδών και τύπων βλάστησης σε τρεις κλάσεις (μεγάλης, μέσης και μικρής) ανάγκης προστασίας από τις πυρκαγιές, λεπτομερής χαρτογράφηση των οποίων θα συμβάλλει στη σωστή λήψη αποφάσεων για το τί πρέπει οπωσδήποτε να προστατευτεί και τί να αφεθεί να καεί. Πέραν της διατήρησης της υπάρχουσας κατάστασης από άποψη σύνθεσης φυτικών ειδών, μία τέτοια κατηγοριοποίηση θα οδηγήσει στη μείωση του κόστους δασοπυρόσβεσης, του κόστους αναδάσωσης, καθώς και εκείνου της διαχείρισης της καύσιμης ύλης.

Λέξεις κλειδιά: Μεταπυρική αποκατάσταση, δασικές πυρκαγιές.

Εισαγωγή

Είναι βέβαιο πως όλοι οι δασολόγοι και δασοπόνοι της Ελλάδας έχουν διδαχτεί κατά τη διάρκεια των σπουδών τους ότι δασικές πυρκαγιές με συγκεκριμένες περιόδους επανεμφάνισης συνιστούν το φυσικό μηχανισμό (Ντάφης 1986):

1) ανανέωσης των πυρόφιλων οικοσυστημάτων και διατήρησης της βιοποικιλότητας με τη δημιουργία μωσαϊκού τύπων βλάστησης (π.χ. διατήρηση των μεσογειακών πευκοδασών εντός της υποτροπικής ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων, καθώς και των δασών της δασικής πεύκης εις βάρος της ερυθρελάτης στη ζώνη της ψυχροβίων κωνοφόρων της βορείου Ευρασίας, τη γνωστή ως Τάιγκα).

2) καταστροφής του χούμου με απελευθέρωση των εμπεριεχομένων θρεπτικών, για τα φυτά, συστατικών στο δασικό έδαφος και διευκόλυνσης της αναγέννησης.

3) καταστολής φυτοπαθολογικών ασθενειών (Καϊλίδης 1990).

Τούτο, οπωσδήποτε, σε καμία περίπτωση δεν δικαιολογεί την μη έγκαιρη επέμβαση για καταστολή οποιασδήποτε δασικής πυρκαγιάς εντός της αντιπυρικής περιόδου, διότι κάτι τέτοιο στη χώρα μας με τα σχετικά μικρά, κατακερματισμένα δάση σε έντονο ανάγλυφο, εντός ενός απέραντου μωσαϊκού αγροτοδασικών εκτάσεων και οικισμών θα μπορούσε να έχει ολέθριες συνέπειες σε ανθρώπινες ζωές, κατοικίες, υποδομές και πρωτογενή παραγωγή (γεωργία-κτηνοτροφία). Εξαιρέση ίσως να αποτελούν οι περιπτώσεις των χειμερινών και εαρινών πυρκαγιών μικρής έντασης σε δάση φυλλοβόλων δρυών, μαύρης πεύκης κλπ. Υπό αυτές τις συνθήκες και δεδομένης της συνεχούς αύξησης του αριθμού πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων τις τελευταίες δεκαετίες, ήταν αναπόφευκτο η καταπολέμησή τους να πραγματοποιείται με κριτήρια πολιτικής προστασίας, επιδιώκοντας κάθε χρόνο την ελαχιστοποίηση της συνολικής καμένης έκτασης σε πανελλαδικό επίπεδο.

Η εν λόγω αντιμετώπιση, λογική και επιθυμητή σε πρώτη προσέγγιση, έχει τα μειονεκτήματά της. Ο στόχος της ελαχιστοποίησης των δασικών πυρκαγιών, μέσω της υπερπροστασίας δασών και θαμνώνων μικρής οικολογικής και οικονομικής σημασίας, οδηγεί το ίδιο αναπόφευκτα σε συσσώρευση ζωντανής και νεκρής δασικής καύσιμης ύλης, η οποία, ιδίως κατά τις ξηρές χρονιές με πολύ θερμά καλοκαίρια, καταναλώνεται από πυρκαγιές τέτοιας έντασης και έκτασης, που είναι αδύνατο να αντιμετωπισθούν (όπως αποδείχθηκε κατά τα έτη 1998, 2000, 2007 και 2021). Οδηγεί, επίσης, στην σταδιακή, μόνιμη αλλοίωση τοπίου και ευαίσθητων, στη φωτιά, φυτοκοινωνιών της Ελλάδας. Καθίσταται αναγκαία, συνεπώς, στο εξής η τήρηση κάποιων προτεραιοτήτων, όσον αφορά τη διάθεση πυροσβεστικών μέσων και προσωπικού, με καθαρά δασολογικά κριτήρια στις περιπτώσεις πολλαπλών δασικών πυρκαγιών με ταυτόχρονη εξέλιξη ή σε μία μόνο πυρκαγιά πολύ μεγάλης περιμέτρου, τμήματα

του μετώπου της οποίας απειλούν ή ήδη καίνε διαφορετικούς τύπους δασικής βλάστησης, εφόσον, φυσικά, δεν απειλούνται κατοικημένες περιοχές. Τα κριτήρια αυτά παρουσιάζονται και τεκμηριώνονται δια της παρούσης εργασίας.

Υλικά και Μέθοδοι

Πρώτιστο και αντικειμενικότερο κριτήριο ανάγκης προστασίας της δασικής βλάστησης από τις πυρκαγιές, απόλυτα σύμφωνο με το θεμελιώδες αξίωμα της δασοκομικής «μιμηθείτε τη φύση, επιταχύνετε το έργο της» (Ντάφης 2000), δεν μπορεί να είναι άλλο, παρά η ταχύτερη δυνατή αποκατάσταση της -προ πυρκαγιάς- σύνθεσής της σε φυτικά είδη. Καθώς ο τρόπος (με σπέρματα, ριζοβλαστήματα ή πρεμνοβλαστήματα) και η ικανότητα μεταπυρικής φυσικής αναγέννησης διαφέρουν μεταξύ των φυτικών ειδών (Ντάφης 1986, Καϊλίδης 1990, Αριανούτσου και Καζάνης 2012), μας ενδιαφέρει οπωσδήποτε ποια η σύνθεση της βλάστησης που καίγεται ή απειλείται, όπως και η ηλικία των φυτών. Όμως και άλλα χαρακτηριστικά, όπως η γεωγραφική τους εξάπλωση, η σπανιότητα ή η αφθονία τους και ο βαθμός απομόνωσης από πιο εκτεταμένα κέντρα εξάπλωσης, πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, διότι πέραν της τεράστιας σημασίας τους από οικολογικής και γενετικής σκοπιάς, υφίσταται σοβαρό πρόβλημα για τα -λιγοστά- εκείνα είδη που η ανάκαμψη των πληθυσμών τους εξασφαλίζεται με αποίκηση από γειτονικές άκαυτες περιοχές (Αριανούτσου και Καζάνης 2012). Έτσι, τα δάση μαύρης πεύκης των νησιών του ανατολικού Αιγαίου, όπως και οι αραιές, νανώδεις συστάδες του ίδιου είδους στην περιοχή Περάματος-Πετρωτών (σύνορα Ν. Έβρου-Ν. Ροδόπης) έχουν, αναμφίβολα, μεγαλύτερη ανάγκη προστασίας σε σχέση με τα εκτεταμένα της δάση στην ηπειρωτική χώρα. Το ίδιο και σε σημαντικότερο βαθμό ισχύει για τα όποια μικρά και απομονωμένα ελατοδάση (Αργολιδο-αρκαδικά όρη, Γεράνεια όρη, όρος Κλωκός, όρος Πατέρας κλπ).

Τα δεδομένα αυτής της εργασίας περιορίζονται σε πληροφορίες προερχόμενες αποκλειστικά από βιβλιογραφικές πηγές. Αναγκαία κατέστη η καταφυγή κυρίως στα βιβλία γενικής (Κοντού 1921, Ντάφης 1986) και ειδικής εφαρμοσμένης δασοκομικής (Μπασιώτη 1970, Σμύρη και Ντάφης 1994) και δασικών πυρκαγιών (Καϊλίδης 1990). Πάνω στα θέματα της μεταπυρικής αναγέννησης των αρκεύθων φως ρίχνει ο Δούβαλης (2009), οι Αριανούτσου και Καζάνης (2012) και ο Pausas (2021).

Προς διευκόλυνση των ελλήνων δασολόγων, η ονοματολογία των δασικών δέντρων και θάμνων είναι εκείνη που ακολουθείται στο ομώνυμο βιβλίο του Αθανασιάδη (1986).

Αποτελέσματα

Έχοντας κατά νου τα ανωτέρω κριτήρια και βάσει της γεωγραφικής εξάπλωσης και σπανιότητας των δασοπονικών ειδών σε τοπικό και πανελλαδικό επίπεδο, προκύπτουν αυτομάτως τουλάχιστον τρεις κατηγορίες ανάγκης προστασίας της δασικής βλάστησης από τις πυρκαγιές, δύο ακραίες (δηλαδή μεγάλης και μικρής ανάγκης προστασίας) και, εκ των πραγμάτων, μιας μεταβατικής (μέσης ή μέτριας ανάγκης προστασίας), οι οποίες στο εξής θα καλούνται κλάσεις προστασίας I (μεγάλης), II (μέσης) και III (μικρής).

Δεν χωρά καμία αμφιβολία ότι τα δάση της ελληνικής ελάτης, ανεξαρτήτου ηλικίας, έχουν την μεγαλύτερη ανάγκη προστασίας από τις πυρκαγιές, όχι μόνο διότι δεν αναγεννώνται φυσικώς ελλείψει σπόρου (Μπασιώτης 1970) και στερούνται, όπως τα περισσότερα κωνοφόρα, μηχανισμού βλαστικού πολλαπλασιασμού (Κοντός 1921, Ντάφης 1986), αλλά και διότι για την απαραίτητη σκίαση των φυταρίων (Μπασιώτης 1970) προαπαιτείται η ανάπτυξη ενός θαμνώνα ή ενός άλλου δάσους πριν την εγκατάστασή της. Εξαιτίας αυτών, ο χρόνος επανεγκατάστασης ενός ελατοδάσους μετά από πυρκαγιά ανέρχεται σε πολλές δεκαετίες. Καθώς ο χρόνος αυτός φαίνεται να υπερβαίνει εκείνον της ανθρώπινης ζωής, όπως προκύπτει από την πρακτικά ασήμαντη, έως σήμερα, αναγέννηση ελάτης (με εξαίρεση κάποιες καθαρά βορεινές πλαγιές) στις εκτάσεις καμένων ελατοδασών σε Πελοπόννησο (όρη Ολίγυρτος, κορυφή Μαυροβούνι και Φαρμακάς) και Στερεά Ελλάδα (όρος Ελικώνας) στους ορθοφωτοχάρτες του 1945 (<https://gis.ktiimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>), πρέπει να θεωρείται ότι η φωτιά αφανίζει σε μόνιμη βάση τα ελατοδάση και εκεί έγκειται η τεράστια ανάγκη προστασίας τους από τις πυρκαγιές.

Είναι προφανές ότι τα παραπάνω δεν αφορούν οποιαδήποτε πυρκαγιά ελατοδάσους, παρά μόνο εκείνες που οι καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος, διάρκεια ανομβρίας και βροχοπτώσεις χειμερινού εξαμήνου) αφενός επιτρέπουν τη διάδοσή τους πάνω στις τεράστιες ποσότητες ξυλωδών υπολειμμάτων που έχουν συσσωρευθεί τις τελευταίες δεκαετίες, αφετέρου τις

καθιστούν ικανές να εξελιχθούν σε πυρκαγιές κόμης. Η συσσώρευση των ξυλωδών υπολειμμάτων στα ελατοδάση οφείλεται κατά κύριο λόγο στις ξηράνσεις δέντρων από τις επιδημίες εντόμων από το 1988 και μετά, η πλήρης αποσύνθεσή τους απαιτεί την πάροδο πολλών δεκαετιών και συνιστά την αιτία διαφοροποίησης (σημαντικής αύξησης) του κινδύνου καταστροφής των ελατοδασών από πυρκαγιές σήμερα σε σχέση με ό,τι πιστευόταν παλαιότερα (Γκουβάς κ.ά 2017).

Συνεπώς τα ελατοδάση αποτελούν τον τύπο βλάστησης με τη μεγαλύτερη ανάγκη προστασίας από τις πυρκαγιές. Ομοίως μεγάλη ανάγκη προστασίας έχουν τα δάση ερυθρελάτης, εξαιτίας της προβληματικής τους αναγέννησης μετά την πυρκαγιά (Ντάφης 1986), αλλά και της περιορισμένης τους έκτασης στον ελλαδικό χώρο (μόνο στην οροσειρά της Ροδόπης, σύμφωνα με Αθανασιάδη 1986).

Δεν υπάρχει, επίσης, αμφιβολία ότι οι θαμνώνες και τα δάση των αειφύλλων και φυλλοβόλων πλατυφύλλων, καθώς και τα φρύγανα, έχουν τη μικρότερη ανάγκη προστασίας από τις πυρκαγιές εξαιτίας, κυρίως, της παραβλαστικής ικανότητας των περισσότερων πλατυφύλλων φυτικών ειδών (Ντάφης 1986, Καϊλίδης 1990). Έτσι, 3-5 έτη μετά την πυρκαγιά, η βλάστηση των περιοχών αυτών έχει αποκτήσει σχεδόν ίδια σύνθεση φυτικών ειδών με εκείνη πριν την πυρκαγιά, ενώ το έδαφος έχει καλυφθεί από πλατύφυλλα και φρύγανα σε σημαντικό βαθμό (Σαρλής 1976, Καϊλίδης 1990). Λίγα είδη πλατυφύλλων, όπως η ιπποκαστανιά (Τσιρούκης 2008) αναπαράγονται μόνο με σπέρματα. Αυτά πρέπει να χαρτογραφηθούν με ακρίβεια και οι συστάδες στις οποίες φύονται να τεθούν τουλάχιστον στη δεύτερη (μεσαία) κλάση προστασίας από τις πυρκαγιές. Κατά συνέπεια, η αναγέννηση των πλατύφυλλων και των φρυγάνων φρόνιμο είναι να θεωρείται υψηλής ανάγκης προστασίας από την πυρκαγιά μόνο κατά τα πρώτα 3-5 έτη μετά την εκδήλωσή της, ώστε πέραν καλής φυσικής αναγέννησης να αποφευχθεί και η διάβρωση του εδάφους, όπως άλλωστε έχει ήδη προβλεφθεί για τη βόσκηση τους και από τη δασική νομοθεσία (άρθρο 107 Δασικού Κώδικα, Βαβούσκος 1985).

Κάτω πιο πολύπλοκα έχουν τα πράγματα όσον αφορά τα δάση και τους θαμνώνες των υπόλοιπων ελληνικών κωνοφόρων. Αναφορικά με την πεύκη, τα περισσότερα είδη της (*Pinus halepensis*, *P. brutia*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. silvestris*, *P. peuce*) καρποφορούν και φέρουν σπόρους υψηλής φυτρωτικότητας σε ηλικία, συνήθως, άνω των 20 ετών (η *P. silvestris* σε ηλικία άνω των 30 ετών) όταν φύονται σε κλειστές συστάδες (Μπασιώτης 1970, Σμύρης και Ντάφης 1994). Συνεπώς κάτω από αυτή την ηλικία των 20 ετών (στάδια νεοφυτείας πυκνοφυτείας και λεπτών κορμιδίων) όλα τα είδη πεύκης πρέπει να θεωρούνται υψηλής ανάγκης προστασίας από τις πυρκαγιές. Από την ηλικία των 20 ετών και πάνω τα πράγματα διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος ως εξής:

Η χαλέπιος (*Pinus halepensis*) και η τραχεία (*P. brutia*) είναι τα κύρια ελληνικά είδη πεύκης με την ιδιότητα της βραδύχωρης διασποράς σπερμάτων (Αριανούτσου και Καζάνης 2012). Φέρουν, δηλαδή, μεγάλη ποσότητα κλειστών, πλην ώριμων κώνων (βραδύχωροι κώνοι και στα αγγλικά serotinous cones), που ανοίγουν από τις υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της φωτιάς, επιτρέποντας τη διασπορά των σπερμάτων (Δούβαλης 2009, Αριανούτσου και Καζάνης 2012, Pausas 2021), γι' αυτό και αναμένεται πυκνή φυσική αναγέννηση μετά την πυρκαγιά (Σμύρης και Ντάφης 1994) σε δάση άνω των 20 ετών (Πεταμίδης 2001). Συνεπώς ώριμα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης έχουν μικρή ανάγκη προστασίας από την πυρκαγιά.

Η κουκουναριά (*P. pinea*) σε μεγάλη ηλικία λόγω της μορφής της κόμης κινδυνεύει λιγότερο από τη φωτιά σε σχέση με τις συστάδες της χαλεπίου και τραχείας (Σμύρης και Ντάφης 1994), κάτι στο οποίο συμβάλλει και ο παχύς φλοιός της (Pausas 2021). Ωστόσο, εξαιτίας της πολύ περιορισμένης φυσικής της γεωγραφικής εξάπλωσης στον ελλαδικό χώρο, πρέπει να χαρακτηρίζεται ως είδος μεγάλης ή μέτριας ανάγκης προστασίας από τις πυρκαγιές, ασχέτως της ηλικίας της.

Σε περιπτώσεις πυρκαγιών δασών μαύρης πεύκης μέσης και μεγάλης ηλικίας, όταν αυτές είναι έρπουσες απλά καψαλίζουν λίγο ή πολύ τη βάση των δέντρων και, χωρίς τα φυτά να παθαίνουν τίποτα (Καϊλίδης 1990) χάρη στον παχύ φλοιό τους (Pausas 2021), καίγεται ο βελονοτάπητας ευνοώντας τη φυσική αναγέννηση του είδους. Παράδειγμα τα δάση μαύρης πεύκης στον Πάρνωνα, στον υπόροφο των οποίων άρχισε σιγά-σιγά να επανέρχεται η ελάτη και έτσι να δημιουργεί μικτές συστάδες από το 1950 και μετά που τα δάση αυτά τέθηκαν σε κανονική διαχείριση και προστασία από τις πυρκαγιές (Καϊλίδης 1990). Σε αυτή την περίπτωση, τα δάση μαύρης πεύκης μάλλον πρέπει να θεωρηθούν ότι έχουν μέτρια ανάγκη προστασίας από τις πυρκαγιές, ενώ σε όλες τις άλλες περιπτώσεις (έντονες κλίσεις, νεοφυτείες, πυκνοφυτείες, συστάδες με κλαδιά έως κάτω, καθώς και μεγάλης έντασης πυρκαγιές) τα δάση της βλάπτονται σοβαρά, έχοντας ανάγκη αναδασώσεων, οπότε ανήκουν στην 1η κλάση ανάγκης προστασίας. Στην 1η κλάση ανάγκης προστασίας πρέπει να ενταχθούν τα δάση και η συστάδες του

είδους αυτού ανεξαρτήτου ηλικίας σε νησιά (Θάσος, Λέσβος, Σάμος, Εύβοια), καθώς και στα Πετρωτά Έβρου, λόγω της απομόνωσής τους και του μικρού υψομέτρου ανάπτυξης και ως εκ τούτου, της μεγάλης τους αξίας από οικολογικής, φυτογεωγραφικής και γενετικής απόψεως.

Όσον αφορά τη δασική πεύκη (*Pinus silvestris*), αυτή δεν μπορεί να επιβιώσει από τη φωτιά, σε αντίθεση με τη μαύρη και την κουκουναριά, εξαιτίας του λεπτού της φλοιού και συνήθως αναπτύσσεται σε περιβάλλοντα, όπου οι πυρκαγιές είναι σπάνιες και συνήθως μικρές (Pausas 2021). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την περιορισμένη γεωγραφική της εξάπλωση στη χώρα μας, την εντάσσει στα είδη υψηλής ανάγκης προστασίας από τις πυρκαγιές, ανεξαρτήτως του σταδίου ωριμότητάς της. Το ίδιο ισχύει για τα δάση και τις συστάδες της λευκόδερμης (*Pinus leucodermis* ή *heldreichii*) και βαλκανικής ή πενταβέλονης πεύκης (*Pinus peuce*). Σχετικά με τη λευκόδερμη, ο Μπασιώτης (1970) αναφέρει ότι ο μεγαλύτερος κίνδυνος των συστάδων της είναι οι πυρκαγιές και ότι εκτεταμένα δάση αυτής σε Πίνδο (περιοχή Μετσόβου) καταστράφηκαν από πυρκαγιές, είναι δε σήμερα εκεί κατά το πλείστον βοσκοτόποι. Για δε την βαλκανική πεύκη, η σπανιότητά της στον ελλαδικό χώρο και η έλλειψη πληροφοριών στη βιβλιογραφία περί της επίδρασης της πυρκαγιάς πάνω της δεν αφήνουν περιθώρια απώλειας από φωτιά ούτε καν μεμονωμένων ατόμων της, οπότε, μαζί με ελάτη και ερυθρελάτη πρέπει τα εν λόγω 3 είδη πεύκης να προστατεύονται πάση θυσία από τις πυρκαγιές στη χώρα μας (Κλάση Ι). Υπενθυμίζεται (Αθανασιάδης 1986, Κοράκης 2015) ότι στην Ελλάδα η *Pinus peuce* εμφανίζεται σποραδικά στα όρη κατά μήκος των βορείων συνόρων και συγκεκριμένα στην οροσειρά της Ροδόπης (θέση Τσίγλα) και στο όρος Βόρας (θέση Άνω Πέτερνικ Αριδαίας).

Αν και για τα κυπαρίσσια (*Cupressus sempervirens*) ηλικίας άνω των 20 ετών αναμένεται πυκνή φυσική αναγέννηση μετά το πέρας φωτιάς (Πεταμίδης 2001), αφού φέρουν κλειστούς, ώριμους κώνους (serotinous cones) που επιτρέπουν την μεταπυρική τους αποκατάσταση (Pausas 2021), τα πυκνά ή αραιά φυσικά δάση του σε Κρήτη, Ρόδο, Σύμη, Κω, Καλύμνο, Σάμο, Χίο και Μήλο πρέπει να θεωρούνται μεγάλης ανάγκης προστασίας από τις πυρκαγιές ανεξαρτήτως ηλικίας. Η περιορισμένη τους έκταση στις εν λόγω περιοχές και, κυρίως, το γεγονός ότι εκεί εντοπίζονται οι πραγματικές φυσικές συστάδες του είδους στον ελλαδικό χώρο (Αθανασιάδης 1986), τις δίνουν τεράστια αξία από οικολογικής, φυτογεωγραφικής και γενετικής απόψεως, δικαιολογώντας την υψηλότερη ανάγκη προστασίας τους σε σχέση με τις συστάδες ή φυτείες του ίδιου είδους στην υπόλοιπη χώρα.

Μεταξύ των φυτικών ειδών που δεν διαθέτουν ειδικούς μηχανισμούς αναγέννησης μετά τη φωτιά και η ανάκαμψη των πληθυσμών τους εξασφαλίζεται με αποίκηση από γειτονικές άκαυτες περιοχές, σε χρόνους που εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα σπόρων των άκαυτων περιοχών και τις ιδιότητες των φυτών, είναι και εκείνα του γένους *Juniperus* (άρκευθοι) (Αριανούτσου και Καζάνης 2012, Pausas 2021). Σε αντίθεση ωστόσο με την ελάτη και τα άλλα είδη που παρουσιάζουν ίδιο πρόβλημα, χάρη στη διασπορά των σπόρων των αρκεύθων από άκαυτες περιοχές μέσω πτηνών (Δούβαλης 2009), θηλαστικών και τρωκτικών (Maerki και Frankis, 2015), οπωσδήποτε η επανεμφάνισή τους σε καμένες εκτάσεις είναι κάπως ευκολότερη, τουλάχιστον για τα είδη του γένους με ευρεία εξάπλωση. Δυο ακραία παραδείγματα: στη θέση Πόρτα Σαλωνίκης στην Πάρνηθα, σε μικρή καμένη έκταση ελάτης του 1944, 54 χρόνια μετά, οξύκεδρος άρκευθος ύψους 0,5-3 μέτρων καλύπτει έως και 80% της πρώην καμένης επιφάνειας (Αμοργιανιώτης 2001), ενώ 20 χρόνια μετά από πιο εκτεταμένη πυρκαγιά στην περιοχή της Αρκαδίας (ΝΔ πλαγιές κορυφής Φραγκοκούκουρας στο όρος Λύρκειο) το είδος αυτό δεν παρουσιάζει ακόμα αναγέννηση, παρά την πληθώρα των ατόμων του εκτός καμένης έκτασης (επιτόπιες παρατηρήσεις γράφοντος). Βάσει των ανωτέρω, τα *Juniperus phoenicea* (φοινικική άρκευθος), *J. oxycedrus* (οξύκεδρος άρκευθος), *J. marocarpa* (μακρόκαρπη άρκευθος), *J. communis* (κοινή άρκευθος), *J. nana* (νανώδης άρκευθος) και *J. foetidissima* (δυσσομότατη άρκευθος) πρέπει μάλλον να θεωρούνται είδη μέτριας ανάγκης προστασίας από τη φωτιά (Κλάση ΙΙ). Δεν ισχύει το ίδιο για την *Juniperus drupacea* (δρυνώδης άρκευθος), *J. excelsa* (ψηλή άρκευθος) και *J. sabina* που, εξαιτίας της περιορισμένης τους εξάπλωσης στη χώρα μας (Αθανασιάδης 1986, Κοράκης 2015, Maerki και Frankis 2015), πρέπει να αντιμετωπίζονται ως είδη μεγάλης ανάγκης προστασίας από την φωτιά (Κλάση Ι). Ειδικά για το ασιατικό είδος *Juniperus drupacea*, λεπτομερής γεωγραφική εξάπλωση δίνεται από τους Maerki και Frankis (2015).

Σχετικά με τον ίταμο (*Taxus baccata*), θεωρείται μεν από τα λίγα κωνοφόρα με παραβλαστική ικανότητα (Κοντός 1921), ωστόσο η σποραδική του εμφάνιση στην Ελλάδα (Kassioumis, κ.α. 2004) δεν αφήνει περιθώρια απωλειών από οποιαδήποτε αιτία. Συνεπώς οι δασικοί σχηματισμοί των φυλλοβόλων πλατυφύλλων, στην σύνθεση των οποίων συμμετέχει, πρέπει να θεωρούνται υψηλής ή

μέτριας ανάγκης προστασίας και όχι μικρής. Να σημειωθεί ότι στην προαναφερθείσα εργασία (Kassioumis, κ.α. 2004) της εξάπλωσης του στην Ελλάδα δεν αναφέρεται η ανακηρυγμένη ως μνημείο της φύσης συνδενδρία 50 δέντρων ιτάμου Κρουονερίου Αργολίδας (όρος Κτενιάς, ΦΕΚ 590/Β/1977).

Είναι αυτονόητο, ότι ασχέτως με την σύνθεση, την ηλικία και τη ικανότητα μεταπυρικής αναγέννησης των φυτικών ειδών, οι πολύτιμες ξυλοπαραγωγικές συστάδες, οι πυρήνες προστασίας των εθνικών δρυμών, τα ανακηρυγμένα μνημεία της φύσης, τα αισθητικά, περιαστικά, υδρονομικά ή προστατευτικά δάση πρέπει να εντάσσονται στην μεγάλη ή μέση κλάση ανάγκης προστασίας από τη φωτιά.

Το ίδιο αυτονόητο είναι πώς εντός της ίδιας κλάσης ανάγκης προστασίας μπορεί να υπάρχουν επιμέρους διαβαθμίσεις. Το όρος Υμηττός, για παράδειγμα, φέρει βλάστηση μεγάλης ανάγκης προστασίας, ασχέτως της σύνθεσης και της ηλικίας της, χάρη της γειτνιάσής του με την Αθήνα (περιαστικό δάσος) και των μεγάλων προσπαθειών για αναδασώσεις που δεκαετίες τώρα διενεργούνται (Γκουβάς 2001). Ωστόσο υπάρχουν κάποιες μικρές περιοχές, όπως οι κατώτερες πλαγιές του προς Χολαργό και οι υψηλότερες νοτιοανατολικά της κορυφής Εύζωνας, που εξαιτίας της σποραδικής εμφάνισης *Juniperus marocarpa* στην πρώτη περίπτωση και *Juniperus oxycedrus* στη δεύτερη (Γκουβάς 2001) έχουν οπωσδήποτε μεγαλύτερη ανάγκη προστασίας σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες.

Βάσει όσων ήδη εκτέθηκαν, προκύπτει ο παρακάτω συνοπτικός πίνακας κλάσεων ανάγκης προστασίας των ελληνικών τύπων βλάστησης από τις πυρκαγιές (Πίνακας 1):

Πίνακας 1 . Κλάσεις ανάγκης προστασίας των ελληνικών τύπων βλάστησης από τις πυρκαγιές.
Table 1. Classes of fire protection need of Greek vegetation types.

Κλάση I (μεγάλης ανάγκης προστασίας)	
1)	Δάση ελάτης και ερυθρελάτης οποιασδήποτε ηλικίας.
2)	Φυσική αναγέννηση κωνοφόρων (έως 20 ετών) ή πλατυφύλλων (έως 5 ετών) οποιασδήποτε σύνθεσης.
3)	Αναδασώσεις μικρής-μέσης ηλικίας οποιασδήποτε σύνθεσης.
4)	Θαμνώνες δρυπόδους αρκεύθου (<i>Juniperus drupacea</i>) στα πελοποννησιακά όρη Πάρνωνας, Ταΰγετος (Αναβρυτή) και Κτενιάς (Αχλαδόκαμπος Αργολίδας, κορυφή Μερονίτσα).
5)	Δάση και θαμνώνες υψηλής αρκεύθου (<i>Juniperus excelsa</i>) σε Πρέσπες, Άσκιο, κοιλάδα Νέστου, Θάσο κλπ.
6)	Όλα τα φυσικά δάση και συστάδες κυπαρισσιού σε Κρήτη, Ρόδο, Σύμη, Κω, Κάλυμνο, Σάμο, Χίο και Μήλο.
7)	Όλα τα φυσικά δάση και συστάδες μαύρης πεύκης, ανεξαρτήτου ηλικίας, σε νησιά (Σάμου, Λέσβου, Θάσου), καθώς και εκείνες στην περιοχή Περάματος-Πετρωτών (σύνορα Ν. Έβρου-Ν. Ροδόπης), Σουφλίου και Σιθωνίας (Χαλκιδική).
8)	Οι συστάδες βαλακανικής (πενταβέλονης) πεύκης στα όρη Βόρας και Ροδόπη.
9)	Δάση κουκουναριάς οποιασδήποτε ηλικίας.
10)	Δάση δασικής πεύκης οποιασδήποτε ηλικίας.
12)	Δάση λευκόδερμης πεύκης οποιασδήποτε ηλικίας
13)	Συστάδες ιτάμου οποιασδήποτε ηλικίας.
14)	Δάση παραγωγής καλής ποιότητας ξυλείας οποιασδήποτε σύνθεσης και ηλικίας.
13)	Δάση ή θαμνώνες οποιασδήποτε σύνθεσης και ηλικίας πάνω σε εδάφη με κατολισθήσεις ή κατακρημνίσεις.
15)	Περιαστικά δάση.
16)	Οι τοποθεσίες με διατηρητέα μνημεία της φύσης και τα ανακηρυγμένα αισθητικά δάση.
Κλάση II (μέσης ή μέτριας ανάγκης προστασίας)	
1)	Δάση μαύρης πεύκης, μέσης και μεγάλης ηλικίας.
2)	Δάση και θαμνώνες των υπόλοιπων ελληνικών ειδών αρκεύθου οποιασδήποτε ηλικίας και πυκνότητας.
Κλάση III (μικρής ανάγκης προστασίας)	
1)	Δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης ηλικίας άνω των 20 ετών.
2)	Δάση και θαμνώνες αιθαλών και φυλλοβόλων πλατυφύλλων ηλικίας άνω των 5 ετών.
3)	Φρυγανότοποι και ψευδαλπικά λιβάδια, χωρίς άρκευθο, που χρησιμοποιούνται ως βοσκοτόπια.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Όλα όσα αναπτύχθηκαν παραπάνω δεν αποτελούν τίποτα το νέο ή πρωτότυπο. Κάλλιστα θα μπορούσαν να στοιχειοθετούν την απάντηση σε ερώτημα φοιτητικών εξετάσεων στο μάθημα της δασικής οικολογίας, της πυρκαγιολογίας ή της διαχειριστικής, της μορφής: «Κατά την ταυτόχρονη επιχείρηση καταστολής δύο ή περισσότερων δασικών πυρκαγιών, εσείς σε ποιες θα δίνετε προτεραιότητα»; Αυτή είναι η κύρια δουλειά και ο ρόλος που καλείται να διαδραματίσει ο δασολόγος αξιωματικός στο Πυροσβεστικού Σώμα, καθώς και οι εκάστοτε απεσταλμένοι, στις δασικές πυρκαγιές, υπάλληλοι των κατά τόπους Δασικών Υπηρεσιών: η διάκριση και η εισήγηση για το τί επιβάλλεται

οπωσδήποτε να προστατευτεί, αναφορικά με τη δασική βλάστηση σε περίπτωση πυρκαγιάς και τί μπορεί να αφηθεί να καεί ή το πού μπορεί να εφαρμοστεί αντίτυρ ή κατάκαυση, όταν παρίσταται ανάγκη. Είναι κάτι που μόνον οι πτυχιούχοι δασολογίας και δασοπονίας έχουν τη δυνατότητα να πράξουν, βάσει όλων όσων έχουν διδαχθεί κατά τη διάρκεια των σπουδών τους, μιας οι δασολόγοι είναι οι επιστήμονες, οι ικανοί «να μελετούν, ερευνούν, κατανοούν και να εφαρμόζουν σύγχρονες μεθόδους για την ανάπτυξη, βελτίωση, προστασία, αξιοποίηση και διαχείριση των δασών και δασικών εκτάσεων και του φυσικού περιβάλλοντος» (άρθρο 1, παρ. 3 του ΠΔ 208/1999, ΦΕΚ 179/Α/6-9-1999). Παρά το γεγονός ότι η προηγούμενη φράση, ατόφια ή παρεμφερής, υπάρχει σε όλα τα ΦΕΚ ίδρυσης των δασολογικών και δασοπονικών σχολών, κατοχυρώνοντας, έτσι, από νομικής άποψης την επιστημονική γνώμη των δασολόγων πάνω σε προβλήματα αρμοδιότητάς τους, η ανησυχία πολλών εκ των υπαλλήλων αυτών περί του πόσο είναι «καλυμμένοι» νομικά να εκφέρουν τέτοιου είδους γνώμη όταν χρειαστεί, μπορεί να εξαιρεθεί μέσω της θεσμοθέτησης της χρήσης των Κλάσεων Ανάγκης Προστασίας της δασικής βλάστησης στα αντιπυρικά σχέδια της Δασικής Υπηρεσίας και του Πυροσβεστικού Σώματος.

Η ένταξη όλων των ελληνικών χερσαίων οικοσυστημάτων σε μια εκ των 3 κλάσεων ανάγκης προστασίας της δασικής βλάστησης από τις πυρκαγιές, που προτάθηκαν παραπάνω, παρά την εκ πρώτης όψεως απλοϊκότητά της, είναι ό,τι σημαντικότερο θα μπορούσε να γίνει στα στάδια της πρόληψης και της καταστολής των δασικών πυρκαγιών για διατήρηση τουλάχιστον της υφιστάμενης κατάστασης από άποψης χλωριδικής σύνθεσης στη χώρα μας, κάτι απόλυτα συνυφασμένο με τις αρχές της δασολογικής επιστήμης και της οικολογίας. Λεπτομερής χαρτογράφηση των κλάσεων σε κάθε νομό στο πλαίσιο των σχεδίων αντιπυρικής προστασίας της Δασικής Υπηρεσίας, θα συμβάλλει (μέσω της ΚΥΑ 181752/2052 συνεργασίας μεταξύ Πυροσβεστικού Σώματος και Δασικής Υπηρεσίας), στην υιοθέτηση της δασολογικής-οικολογικής νοοτροπίας αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών και από το Πυροσβεστικό Σώμα. Μιας αντιμετώπισης βασισμένης όχι τόσο στην ελαχιστοποίηση της συνολικής έκτασης της δασικής βλάστησης που αποτεφρώνεται ετησίως, αλλά, κυρίως, στο τί καίγεται και πόσος χρόνος απαιτείται για την επαναφορά της βλάστησης τουλάχιστον στην προ πυρκαγιάς μορφή, εξαρτώμενη συνεπώς, από:

- 1) τα είδη των φυτών που συνθέτουν τη βλάστηση μιας περιοχής
- 2) την ηλικία τους
- 3) τη δομή τους
- 4) την οικολογική τους αξία (ύπαρξη σπάνιων ή ενδημικών ειδών φυτών ή ζώων κλπ)
- 5) τη χρησιμότητά τους (ξυλοπαραγωγή, βόσκηση, αναψυχή, προστασία του κλίματος και του εδάφους κλπ).

6) την ένταση της πυρκαγιάς και το ανάγλυφο, ώστε αυτή να μην εξελιχθεί σε επικόρυφη.

Οι χάρτες κλάσεων ανάγκης προστασίας της δασικής βλάστησης από τις φωτιές θα αποτελέσουν το κύριο εργαλείο λήψης αποφάσεων και προτεραιοτήτων ακόμα και στο πεδίο. Η σύνταξη, ωστόσο, ενός τέτοιου χάρτη δεν αποτελεί καινοτομία. Πραγματοποιήθηκε παλαιότερα με διαφορετικά, πιο πολύπλοκα κριτήρια (Κατσογιάννης κ.α. 1975). Από τότε μέχρι σήμερα, άλλωστε, θερμότερες και ξηρότερες καιρικές συνθήκες και, κυρίως, συσσώρευση τεράστιων ποσοτήτων ξυλωδών υπολειμμάτων (λόγω νεκρώσεων και μείωσης έντασης της βοσκής) έχουν αυξήσει κατά πολύ την ευφλεκτότητα των ορεινών δασών, σε βαθμό που απαιτείται ριζική αναθεώρηση του ποια οικοσυστήματα είναι πραγματικά ευαίσθητα στη φωτιά και ποια όχι.

Αν και η προταθείσα κατηγοριοποίηση έχει πραγματοποιηθεί βάσει της -ανεκτίμητης- οικολογικής αξίας των διαφόρων ελληνικών δασικών δέντρων και θάμνων, η ίδια κατηγοριοποίηση αποδίδει και την οικονομική τους αξία, όσον αφορά το κόστος αποκατάστασης της βλάστησης μετά από πυρκαγιά. Και αυτό, διότι για τα περισσότερα δάση και θαμνώνες της Κλάσης I, η ταχύτερη δυνατή μεταπυρική τους αποκατάσταση προϋποθέτει τη διενέργεια αναδάσωσης, κάτι που δεν ισχύει για εκείνα της κλάσης III. Σήμερα το συνολικό κόστος των αναδάσωσης ανέρχεται, κατά μέσον όρο, στα 9497 ευρώ/ha (Αλμπάνης κ.α. 2015). Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι 10 καμένα στρέμματα ελάτης έχουν κόστος αναδάσωσης ίσο περίπου με μιας ώρας πτήση αεροσκάφους CL-215 (ΦΕΚ 2808/5-11-2013, τευχ. Β, παράρτημα Α). Ενώ, για τα δάση και τους θαμνώνες της Κλάσης III το κόστος αποκατάστασης είτε πρόκειται για 10 είτε για 10.000 καμένα στρέμματα είναι το ίδιο, μηδενικό. Δίνοντας, επομένως, προτεραιότητα στην προστασία των δασών και των θαμνώνων της Κλάσης I (πολλά εκ των οποίων διατρέχουν κίνδυνο μόνο Αύγουστο και αρχές Σεπτεμβρίου μιας κανονικής, από απόψεως

βροχοπτώσεων, χρονιάς, όπως διαπιστώνεται εμπειρικά) απαλλάσσεται το κράτος από τεράστια έξοδα αναδασώσεων.

Πέραν από τη διασφάλιση της προστασίας ευπαθών, στην πυρκαγιά, οικοσυστημάτων και μεγάλης οικονομικής, οικολογικής και προστατευτικής αξίας δασών και θαμνώνων, η χρήση των κλάσεων ανάγκης προστασίας της δασικής βλάστησης από τις πυρκαγιές θα συμβάλει επιπλέον:

1. Στη μείωση του κόστους της δασοπυρόσβεσης, αφού δεν είναι απολύτως αναγκαία, για παράδειγμα, η διάσωση άκαυτων κηλίδων σε δάση και δασικές εκτάσεις της Κλάσης III, αν έχει ελεγχθεί πλήρως η περίμετρος της πυρκαγιάς. Η ίδια η φύση, εξάλλου, με την σχεδόν πλήρη αποκατάσταση της προϋπάρχουσας βλάστησης, από άποψη σύνθεσης (Σαρλής 1976) και δομής (Παπαναστάσης και Νοϊτσάσκη 1992), μετά την πάροδο μιας πενταετίας, διατρανώνει το μάταιο της υπερβολικής χρήσης εναέριων μέσων στις χορτολιβαδικές εκτάσεις και στους θαμνώνες αειφύλλων και φυλλοβόλων πλατυφύλλων.

2. Στο μετριασμό της καταπόνησης του προσωπικού καταστολής και, κυρίως, στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας έκθεσής του σε κίνδυνο, για την σωτηρία δασικής βλάστησης που από μόνη της θα αποκατασταθεί εντός ολίγων ετών.

3. Στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των πυροσβεστικών δυνάμεων (μέσων και προσωπικού), μιας και, μεταξύ άλλων, θα ελαχιστοποιηθούν οι έξωθεν παρεμβάσεις (πολιτικών προσώπων, τοπικών αρχόντων, δημοσιογράφων κ.α.) στο πυροσβεστικό έργο και η συχνά αδικαιολόγητη ψυχολογική πίεσή τους στην Ηγεσία και το προσωπικό του Πυροσβεστικού Σώματος.

4. Στο μετριασμό της μεγάλης διακύμανσης της ετήσια καιόμενης έκτασης μεταξύ υγρών και ξηρών ετών, αποτέλεσμα της αδιάκριτης, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, υπερπροστασίας δασών και θαμνώνων μικρής οικολογικής και οικονομικής σημασίας. Υπερπροστασία, που απλά μεταθέτει σε κάποια μελλοντική χρονική στιγμή, όταν οι καιρικές συνθήκες είναι κατάλληλες, την εκδήλωση μη αντιμετωπίσιμων, καταστρεπτικών πυρκαγιών.

5. Στη μείωση του κόστους της - όσο ποτέ άλλοτε αναγκαίας (Ξανθόπουλος 2021) - διαχείρισης της δασικής καύσιμης ύλης σε δάση, θαμνώνες και λιβάδια της κλάσης III, όπου έχει σταματήσει η ξύλευση και η βόσκηση.

Εκ των ανωτέρω συνάγεται και κάτι άλλο πολύ σημαντικό: Η μέχρι τώρα, νομικά κατοχυρωμένες, προστατευόμενες περιοχές (Εθνικοί Δρυμοί, περιοχές Natura, κ.ά) δεν είναι σωστό να αντιμετωπίζονται στο σύνολό τους ως περιοχές υψηλής ανάγκης προστασίας σε περίπτωση πυρκαγιάς. Και τούτο, διότι εξαιτίας της μεγάλης τους έκτασης εμπεριέχουν τύπους βλάστησης διαφορετικής σύνθεσης και ηλικίας, συνεπώς και διαφορετικής ικανότητας αναγέννησης και αποκατάστασης της σύνθεσής τους μετά τις πυρκαγιές. Τυχόν προτεραιότητα, συνεπώς, που θα δοθεί σε μια τέτοια προστατευόμενη περιοχή, αν αυτή απειληθεί από πυρκαγιά, μπορεί να σταθεί αιτία σημαντικής βλάβης άλλων περιοχών μεγαλύτερης ανάγκης προστασίας από τις φωτιές, που δεν έτυχαν κάποιου ειδικού καθεστώτος προστασίας. Μόνο τα ανακηρυγμένα «μνημεία της φύσης» χρήζουν ιδιαίτερης εύνοιας σε περίπτωση πυρκαγιάς. Για τις υπόλοιπες προστατευόμενες περιοχές, η προτεινόμενη ταξινόμηση της βλάστησης σε κλάσεις ανάγκης προστασίας πρέπει να επεκταθεί και εντός των ορίων τους και, ίσως, μόνο οι πυρήνες των εθνικών δρυμών θα πρέπει κατά σύμβαση να θεωρούνται υψηλής ανάγκης προστασίας, αποσκοπώντας στη διατήρησή τους για καθαρά επιστημονικούς σκοπούς (μελέτη της εξέλιξης του υπάρχοντος οικοσυστήματος απουσία πυρκαγιάς).

Σε ότι αφορά, τέλος, τη νομική κατοχύρωση των όσων παραπάνω προτείνονται, αποκλειστικά και μόνο για προστασία των υπαλλήλων των δασικών και πυροσβεστικών υπηρεσιών από κακόβουλη διάθεση πληγέντων από πυρκαγιές, αυτή θα πρέπει να είναι γενικόλογη και συνοπτική, περιοριζόμενη στην αναγκαιότητα υπαγωγής όλων των ελληνικών χερσαίων οικοσυστημάτων σε 3 κλάσεις ανάγκης προστασίας από τις πυρκαγιές. Για το ποιοι τύποι βλάστησης θα ενταχθούν εν τέλει σε κάθε μία εκ των τριών κατηγοριών, αυτό δεν πρέπει να προβλέπεται από κάποιο ΦΕΚ (δένοντας έτσι σε μικρό ή μεγάλο βαθμό τα χέρια των αρμοδίων υπαλλήλων), μιας και επιβάλλεται μία ευελιξία ανακατάταξής τους μεταξύ των τριών Κλάσεων, εξαιτίας τυχόν νέων επιστημονικών δεδομένων σχετικά με τις δασοκομικο-βιολογικές ιδιότητες των διαφόρων δασοπονικών ειδών, αλλά και των εκάστοτε αναγκαίων μεταβολών αναφορικά με τις χρήσεις γης. Παραδείγματος χάριν, για να αποφευχθούν στο μέλλον καταστροφές και απώλειες ζώων, όπως στην περίπτωση του Ματιού Αττικής το 2018, ίσως είναι αναγκαία υπαγωγή της φυσικής αναγέννησης χαλεπίου πεύκης πέριξ ή εντός κατοικημένων ή αγροτικών περιοχών, στην κατηγορία της μικρής ανάγκης προστασίας σε περίπτωση πυρκαγιάς, ώστε, επιτρέποντας στη φωτιά να

κάνει τη δουλειά της, εμείς να απαλλαγούμε σε ορισμένες περιοχές από αυτό το επικίνδυνο (για ανθρώπους, οικισμούς και καλλιέργειες) φυτικό είδος. Είναι καιρός πια να αρχίζουμε να βλέπουμε τη χαλέπιο πεύκη και υπό μια άλλη προοπτική, αυτή του ζιζανίου, όχι μόνον διότι δημιουργεί πολλά προβλήματα σε αγρότες και ιδιοκτήτες οικοπέδων, εξαιτίας της αδιάκριτης προστασίας της από τη δασική νομοθεσία, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις στην ίδια τη φύση, όπως με την εισβολή της στα δάση κουκουναριάς και τον συνεχή εκτοπισμό της πολύτιμης *Pinus pinea* (Σμύρης 1987).

Συμπερασματικά:

Το σημαντικότερο βήμα για αποτελεσματικότερη προστασία των δασικών μας οικοσυστημάτων από τις πυρκαγιές (που δεν έχει γίνει μέχρι στιγμής) είναι η υπαγωγή τους σε Κλάσεις Ανάγκης Προστασίας από τη φωτιά, ανάλογα με τον τρόπο μεταπυρικής αναγέννησης των φυτικών τους ειδών, την ηλικία τους, τη δομή τους, τη γεωγραφική τους εξάπλωση ή σπανιότητά τους, την αξία τους από οικολογικής ή γενετικής απόψεως και τη χρησιμότητά τους. Προτείνεται να κατοχυρωθούν νομικά τουλάχιστον τρεις Κλάσεις (μεγάλης, μέσης και μικρής) ανάγκης προστασίας από τις πυρκαγιές, λεπτομερής χαρτογράφηση των οποίων, σε πανελλαδικό επίπεδο, θα συμβάλει στη σωστή λήψη αποφάσεων για το τί πρέπει οπωσδήποτε να προστατευτεί και τί μπορεί να αφηθεί να καεί. Πέραν της διατήρησης της υπάρχουσας κατάστασης από άποψη σύνθεσης φυτικών ειδών, μία τέτοια κατηγοριοποίηση θα οδηγήσει στη μείωση του κόστους δασοπυρόσβεσης και του κόστους αποκατάστασης (αναδασώσεων). Αν, αντίθετα, δασοπυρόσβεση και προληπτική δασοπροστασία συνεχιστούν με την έως τώρα νοοτροπία, θα εξακολουθήσει η προοδευτική αντικατάσταση των δασικών μας ειδών που αναπαράγονται με σπέρματα (κυρίως κωνοφόρων), καθώς και εκείνων με μικρή ή σποραδική γεωγραφική εξάπλωση, από είδη μεγάλης παραβλαστικής ικανότητας και ευρείας εξάπλωσης, με ό,τι αυτό συνεπάγεται για το ελληνικό φυσικό τοπίο, τις φυτοκοινωνίες, την οικολογική ισορροπία και τη βιοποικιλότητα στο μέλλον.

Abstract

In the absence of threat to settlements, other infrastructure, as well as to important agricultural areas, forest fires must be fought with the main aim of minimizing the time of post-fire vegetation restoration to the pre-fire composition and structure. This can be achieved by classifying all Greek forest species and vegetation types into three classes (great, medium and small) of fire protection need, detailed mapping of which will help in the correct decision take on what must be protected and what could let be burnt. In addition to maintain the current plant species composition, such a categorization will lead to a reduction in the cost of forest firefighting, the cost of reforestation as well as that one of fuel management.

Βιβλιογραφία

Αθανασιάδης, Ν., 1986. Δασική Βοτανική (Δέντρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδας). Μέρος II. Θεσσαλονίκη. Σελ.309.

Αλμπάνης, Κ., Ξανθόπουλος, Γ., Σκουτέρη, Α., Θεοδωρίδης, Ν., Χριστόδουλου, Α. και Παλάσκας, Δ., 2015. Μεθοδολογία εκτίμησης της αξίας της δασικής γης στην Ελλάδα. Αναλυτικό Εγχειρίδιο. ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Μεσογ. Δασικών Οικοσυστημάτων, Αθήνα. Σελ. 202.

Αμοργιανιώτης, Γ., 2001. Η φυσική αναγέννηση των δασών του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας μετά τις πυρκαγιές των τελευταίων 82 ετών (1913-1998). Πρακτικά επιστημονικού συνεδρίου «Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων». Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Έκδοση Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και ΕΘΙΑΓΕ: 179-204.

Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη, Μ. και Καζάνης, Δ., 2012. Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς στα χερσαία οικοσυστήματα της Ελλάδας. Σελ 103-116, στο βιβλίο «Το Δάσος - Μία ολοκληρωμένη προσέγγιση». Παπαγεωργίου Α. Κ., Καρέτσος, Γ., Κατσαδωράκης Γ. (επιμέλεια). WWF Ελλάς. Σελ. 265.

Βαβούσκος, Κ., 1985. Γεωργικόν και δασικόν δίκαιον. Εκδ. Σάκκουλα, Θεσ/νίκη, Σελ. 324.

Γκουβάς, Μ. 2001. Οι φυτοκοινωνίες του όρους Υμηττός. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη. Σελ. 138.

Γκουβάς, Μ., Μαλούνης, Α. και Ντάσιου, Ζ., 2017. Εκτίμηση του χρόνου αυξημένου κινδύνου πυρκαγιάς των ελατοδασών λόγω νεκρώσεων των δέντρων από διάφορες αιτίες. Πρακτικά 18ου

Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου & International Workshop, Έδεσσα 8-11 Οκτωβρίου 2017: 1251-1259.

Δούβαλης, Σ., 2009. Ο ρόλος της φωτιάς στην ισορροπία δύο μεσογειακών κωνοφόρων, της *Juniperus phoenicea* και της *Pinus halepensis*. Διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.

Καϊλίδης, Δ., 1990. Δασικές Πυρκαγιές. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσ/νίκη. Σελ. 510.

Kassioumis, K., Papageorgiou, K., Glezakos, T. and Vogiatzakis, I.N., 2004. Distribution and stand structure of *Taxus baccata* populations in Greece: Results of the first national inventory, *Ecologia mediterranea*, 30, 2 (2004): 27-38.

Κατσογιάννης, Γ., Ελευθερίου, Ε., Κοκκινίδης, Γ. και Μεγαλόφωνος, Κ., 1975. Πρόγραμμα αντιπυρικής προστασίας δασών Λεκανοπεδίου Αττικής, έτους 1975. Αυτοτελείς εκδόσεις της Υπηρεσίας Δασικών Εφαρμογών και Εκπαιδύσεως του Υπουργείου Γεωργίας, Αρ. 32.

Κοντός, Π., 1921. Ελληνική δασοκομία μετά στοιχείων δασικής διαχειρίσεως. Φυσικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες. Αθήνα.

Κοράκης Γ., 2015. Δασική Βοτανική (Αυτοφυή δένδρα και θάμνοι της Ελλάδας). ISBN: 978-960-603-282-0. www.Kallipos.gr

Maerki, D. and Frankis, M.P., 2015. *Juniperus drupacea* in the Peloponnese (Greece). Bulletin is edited by the Cupressus Conservation Project, 4 (1): 5-34.

Μπασιάωτης, Κ., 1970. Ειδική Εφημεροσμένη Δασοκομική. Αυτοτελής Έκδοση Α.Π.Θ.

Ντάφης, Σ., 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 443.

Ντάφης, Σ., 2000. Οικολογική διαχείριση και καλλιέργεια του δάσους. Περιοδικό Ε.Κ.Β.Υ. «Αμφίβιον», 30: 6-8.

Ξανθόπουλος, Γ., 2021. Το πρόγραμμα PREVAIL και οι στόχοι του. Διαδικτυακή ημερίδα για την πρόληψη των μεγάλων δασικών πυρκαγιών μέσω της διαχείρισης του τοπίου: Έξυπνες λύσεις διαχείρισης της καύσιμης ύλης για τη μείωση του κινδύνου. 23 Απριλίου 2021, διαθέσιμη σε: https://youtu.be/Tlj8_uVKZb0 και <https://www.youtube.com/watch?v=57S2DbCfIUw>

Παπαναστάσης, Β. και Νοϊτσάκης, Β., 1992. Λιβαδική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη. Σελ. 244.

Pausas, J.G., 2021. MedTrees: Trees and large shrubs of the Mediterranean Basin. Available at <http://www.uv.es/jgpausas/medtrees/>

Πεταμίδης, Γ., 2001. Αναδασώσεις και όχι αναστατώσεις. Πρακτικά επιστημονικού συνεδρίου «Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων». Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Έκδοση Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και ΕΘΙΑΓΕ: 175-178.

Σαρλής, Γ., 1976. Η διαδοχή της βλαστήσεως μετά δασικές πυρκαϊές χαλεπίου πεύκης και τινών πλατυφύλλων. Διατριβή επί διδακτορία. Αθήνα.

Σμύρης Π., 1987. Ανάλυση δομής των συστάδων χαλεπίου πεύκης στο δάσος της Στροφυλιάς. Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης, Δάση Χαλεπίου και Τραχείας Πεύκης, Χαλκίδα, 30 Σεπ.-2 Οκτ. 1987, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 26-42.

Σμύρης, Π. και Ντάφης, Σ., 1994. Σημειώσεις ειδικής εφαρμοσμένης δασοκομικής. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Σελ. 110.

Τσιρούκης, Α., 2008. Αναπαραγωγική Φυσιολογία και Οικολογία της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.). Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών.

**ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ JUNIDRONE:
ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΣΤΗ ΔΡΥΠΩΔΗ ΑΡΚΕΥΘΟ (*Juniperus drupacea* Labill.)**

Δασκαλάκου, Ευαγγελία¹; Αβραμίδου, Ευαγγελία¹; Αποστολίδης, Έκτορας²; Αποστολίδης, Ηλίας²; Ιωαννίδης, Κώστας¹; Κορακάκη, Ευαγγελία¹; Μητσόπουλος, Ιωάννης^{1,3}; Μπούτσιος, Στέφανος¹; Οικονομίδης, Σπύρος^{1,4}; Πάγκας, Νίκος²; Σολωμού, Αλεξάνδρα¹; Θάνος, Κώστας⁴

¹Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων, ΕΛΓΟ «ΔΗΜΗΤΡΑ», Τέρμα Αλκμάνος, 11528 Ιλίσια, Αθήνα, edaskalakou@fria.gr

²ΥΛΗ-Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος, «Η. ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ – Ν.ΠΑΓΚΑΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.» Μαυροματαίων 9 10682 Αθήνα yli1@forest.gr

³Όργανισμός Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (Ο.ΦΥ.ΠΕ.ΚΑ.), i.mitsopoulos@prv.ypeka.gr

⁴Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ, cthanos@biol.uoa.gr

Περίληψη

Σκοπός του έργου είναι η προστασία και η αιεφορική διαχείριση των αυτοφυών πληθυσμών δρυπόδους αρκεύθου (*Juniperus drupacea* Labill., κοινή ονομασία: δενδρόκεδρο) που απαντώνται αποκλειστικά (σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο) στη ΝΑ Πελοπόννησο. Το είδος προστατεύεται από το ΠΔ 67/1981, ανήκει στον οικοτόπο προτεραιότητας «9560* - Μεσογειακά δάση με ενδημικά *Juniperus* spp.» σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και οι πληθυσμοί στον Πάρνωνα (Αρκαδία) εντάσσονται στο Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 (Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβής-GR 2520006). Οι κύριοι στόχοι του έργου συνοψίζονται στη μελέτη της δομής, της αναγέννησης και της δυναμικής των πληθυσμών δενδρόκεδρου, της βιοποικιλότητας, της γενετικής και επιγενετικής ποικιλότητας, της ανάπτυξης τεχνικών μικροπολλαπλασιασμού, του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς και της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή. Για την επίτευξη των στόχων χρησιμοποιούνται, για πρώτη φορά στην Ελλάδα, καινοτόμες τεχνολογικές εφαρμογές και μέσα (UAVs-unmanned aerial vehicles / συστήματα μη επανδρωμένων αεροσκαφών-drones) για την παρακολούθηση και πρότυπη διαχείριση φυσικών οικοσυστημάτων.

Λέξεις κλειδιά: δρυπόδης άρκευθος, δενδρόκεδρο, αιεφορική διαχείριση, διατήρηση, μη επανδρωμένα αεροσκάφη-drones.

Εισαγωγή

Δάση δρυπόδους αρκεύθου

Η δρυπόδης άρκευθος (δενδρόκεδρο), *Juniperus drupacea* Labill., είναι φυτό δίοικο (με διακριτά αρσενικά και θηλυκά άτομα) και ανήκει στην οικογένεια Cupressaceae (κωνοφόρα). Η παγκόσμια γεωγραφική του εξάπλωση (υπ-ενδημικό) είναι σχετικά περιορισμένη και κατακερματισμένη, κυρίως στη ΝΑ Τουρκία, τη Δ. Συρία, το Ισραήλ και τον Λίβανο. Στην Ευρώπη, απαντάται αποκλειστικά στη ΝΑ Πελοπόννησο, στον Πάρνωνα και σε πολύ μικρότερη έκταση στον Ταϋγετο (Boratynski κ.α. 1992, Tan και Iatrou 2001, Bergmeier 2002, Dimopoulos κ.α. 2013). Οι πληθυσμοί στον Πάρνωνα περιλαμβάνουν το 95% τουλάχιστον ή και περισσότερο της ελληνικής και ευρωπαϊκής κατανομής του είδους και παρουσιάζουν ιδιαίτερο βιογεωγραφικό και οικολογικό ενδιαφέρον (Κωνσταντινίδης και Καλπουτζάκης 2015). Τα δάση δενδρόκεδρου στον Πάρνωνα φύονται σε ασβεστολιθικά εδάφη και υψόμετρο 700-1600 m asl, απαντώνται δε σε αμιγείς ή μικτές συστάδες με μαύρη πεύκη (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *nigra*) και κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cephalonica* Loudon) (Δημόπουλος κ.α. 2012). Ειδικότερα, στην περιοχή περιμετρικά της Μονής Μαλεβής το δενδρόκεδρο εμφανίζεται ως κυρίαρχο είδος (Maerki και Frankis 2015). Πρόκειται για ένα εξαιρετικά ευαίσθητο δασικό

οικοσύστημα, το οποίο λόγω της μοναδικότητάς του έχει κηρυχθεί ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης (ΦΕΚ 121/Δ/1980) και η ευρύτερη περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως Περιοχή Απόλυτης Προστασίας της Φύσης [ΚΥΑ 33999/2010 (ΦΕΚ 353/ΑΑΠ/6-9-2010) και τροποποιήσεις, σύμφωνα με το ΦΕΚ 60/Α/31-03-2011)].

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ένωση για την Προστασία της Φύσης (IUCN), το δενδρόκεδρο χαρακτηρίζεται ως είδος 'Ελάχιστα Ανησυχητικό' (Least Concern, LC) σε παγκόσμιο επίπεδο (Gardner 2013) και Κινδυνεύον (EN) στην Ευρώπη (Gardner 2017), όπου εκπροσωπείται μόνο από τους ελληνικούς πληθυσμούς. Σε εθνικό επίπεδο, το είδος προστατεύεται από το ΠΔ 67/1981 και συγκροτεί τον φυσικό τύπο οικοτόπου προτεραιότητας «9560* - Μεσογειακά δάση με ενδημικά *Juniperus* spp.», σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το καθεστώς προστασίας του Πάρνωνα, αναδεικνύει τη σημασία της προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων δενδρόκεδρου. Ωστόσο, το είδος απειλείται δυνητικά από την κλιματική αλλαγή και προτείνεται η υιοθέτηση στρατηγικών για τη διατήρηση της γενετικής και μορφολογικής ποικιλομορφίας του στο μέλλον (Walas κ.α. 2019).

Αντικείμενο του έργου είναι η προστασία και η διατήρηση της βιοποικιλότητας στα ορεινά δασικά οικοσυστήματα της Ελλάδας, με έμφαση στους μοναδικούς αυτοφυείς πληθυσμούς της δρυπώδους αρκείθου (Πάρνωνα, Αρκαδία) στην Πελοπόννησο. Λαμβάνοντας υπόψη: α) την περιορισμένη εξάπλωση του είδους, β) την προβλεπόμενη συρρίκνωση των φυσικών πληθυσμών του σε παγκόσμιο επίπεδο εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής (Walas κ.α. 2019) και γ) την περιορισμένη οικολογική γνώση για τους ελληνικούς πληθυσμούς, το παρόν έργο πρόκειται να υλοποιήσει την παρακολούθηση του είδους σε πιλοτική κλίμακα, με τη χρήση καινοτόμου τεχνολογίας (Unmanned Aerial Vehicles - Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών - Drones). Η τεχνολογία αυτή εφαρμόζεται πιλοτικά και για πρώτη φορά σε ελληνικά δάση, με στόχο τη συμβολή στην πρότυπη διαχείριση αυτών των μοναδικών οικοσυστημάτων.

Τα βασικά επιστημονικά ερωτήματα που επιχειρείται να απαντηθούν αφορούν: α) στη σημερινή δομή και δυναμική των πληθυσμών *J. drupacea* στην Ελλάδα και β) τη δυνατότητα λεπτομερούς προσέγγισης των πληθυσμών *J. drupacea* με τη χρήση καινοτόμου τεχνολογίας για τα δάση, με στόχο την πρότυπη διαχείριση υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή ενδιαφέροντος εστιάζεται στις βορειοανατολικές πλαγιές του όρους Πάρνωνα. Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης εντάσσεται στην προστατευόμενη περιοχή του Ευρωπαϊκού Δικτύου Natura 2000 «Όρος Πάρνωνα (και περιοχή Μαλεβής)», με κωδικό GR2520006 και συνολική έκταση 55.767,5 ha, με αρμόδιο το Φορέα Διαχείρισης Πάρνωνα, Μουστού, Μαινάλου & Μονεμβασιάς (ιδρύθηκε το 2003) και έδρα το Άστρος Αρκαδίας.

Ενότητες Εργασίας – Φάσεις Υλοποίησης (ΕΕ)

Το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί σε δύο Φάσεις - Ενότητες Εργασίας (ΕΕ). Αναλυτικότερα, η πρώτη ενότητα (ΕΕ.1), με υπεύθυνο φορέα το Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων - ΕΛΓΟ «Δήμητρα», στοχεύει στην υλοποίηση ερευνητικών δράσεων στα φυσικά οικοσυστήματα *J. drupacea*, με έμφαση στα κάτωθι αντικείμενα:

- α) την ανάλυση της δομής και της τάσης εξέλιξης των συστάδων δενδρόκεδρου,
- β) την εκτίμηση της αναγέννησης και της δυναμικής των συστάδων,
- γ) την εκτίμηση της βιοποικιλότητας,
- δ) τη μελέτη της γενετικής και επιγενετικής ποικιλότητας,
- ε) την ανάπτυξη τεχνικών μικροπολλαπλασιασμού *in vitro* του είδους,
- στ) την εκτίμηση του κινδύνου έναρξης δασικής πυρκαγιάς και
- ζ) την ευπάθεια των συστάδων δενδρόκεδρου στην κλιματική αλλαγή.

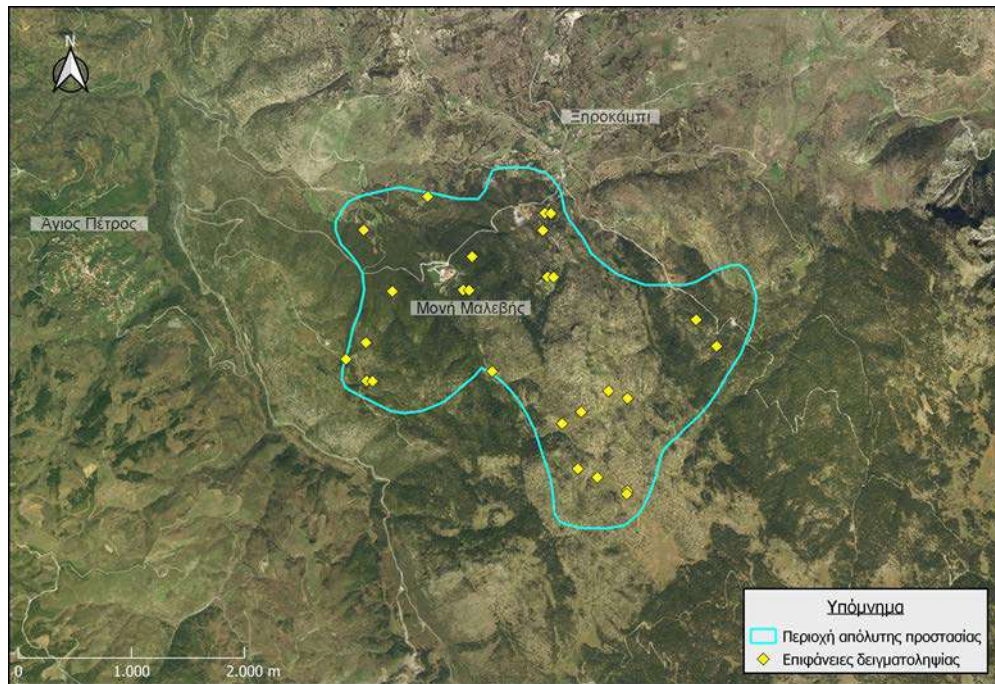
Η δεύτερη Ενότητα Εργασίας (ΕΕ.2), με υπεύθυνο φορέα την εταιρεία «ΥΛΗ - Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος» (<https://forest.gr/>) και εξωτερικό συνεργάτη την εταιρεία «UCANDRONE» (<https://ucandrone.com/>), έχει ως αντικείμενο:

α) τον συντονισμό των εποχικών πτήσεων των Συστημάτων Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (Unmanned Aerial Vehicles - UAVs),

β) την εφαρμογή των παραπάνω καινοτόμων συστημάτων στα δάση δενδρόκεδρου και

γ) την αξιολόγηση της καινοτόμου τεχνολογίας για τη διαχείριση των δασών.

Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων διάχυσης και δημοσιότητας έχει δημιουργηθεί διαδικτυακός ιστότοπος (<https://forest.gr/juniDrone>), με στόχο τη δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων του έργου, καθώς και τη συνεχή ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού και των εμπλεκόμενων φορέων.



Εικόνα 1. Επιφάνειες παρακολούθησης (Οκτώβριος 2020) σε δάση δενδρόκεδρου, *Juniperus drupacea*, στον Πάρνωνα.
Figure 1. Experimental plots established (October 2020) in the *Juniperus drupacea* forest on Mt Parnon, Greece.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Σήμερα, η χρήση των μη επανδρωμένων συστημάτων (UAVs - drones) στη δασοπονία αποκτά ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον, καθώς οι μετρήσεις πεδίου γίνονται με ακρίβεια, εύκολα, γρήγορα και οικονομικά (Tang και Shao 2015, Banu κ.α. 2016, Torresan κ.α. 2017, Raparelli και Bajocco 2019).

Τα επιμέρους εξειδικευμένα επιστημονικά αποτελέσματα του έργου αναμένεται να συνεισφέρουν στην απόκτηση νέας γνώσης για την εφαρμογή της καινοτόμου τεχνολογίας στα μοναδικά, φυσικά οικοσυστήματα δενδρόκεδρου. Επιπρόσθετα, με την ολοκλήρωση του έργου αναμένονται: α) η ενίσχυση της πολιτικής της Γενικής Διεύθυνσης Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) και των Τοπικών αρμόδιων φορέων (Γενική Δ/νση Περιφέρειας Πελοποννήσου, Δ/νση Δασών Περιφέρειας Πελοποννήσου, Δασαρχεία και Φορέας Διαχείρισης Όρους Πάρνωνα, Υγροτόπου Μουστού, Μαινάλου & Μονεμβασίας) για την προστασία και διαχείριση των πληθυσμών δενδρόκεδρου, β) η διερεύνηση της χρήσης της καινοτόμου εφαρμογής ως εργαλείου σχεδιασμού στην αποτελεσματική άσκηση της δασικής πολιτικής, γ) η δυνατότητα δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας με την απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού και δ) η συμβολή στη διαχείριση και άλλων πληθυσμών δενδρόκεδρου σε περιοχές εντός (π.χ. Ταΰγετος) και εκτός Ευρώπης (π.χ. Τουρκία, Συρία και Λίβανος) καθώς και άλλων ειδών του γένους *Juniperus*, τα οποία είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και βρίσκονται σε περιοχές του δικτύου Natura 2000.



Εικόνα 2. Δάσος δενδρόκεδρου, *Juniperus drupacea*, στον Πάρνωνα Αρκαδίας
Figure 2. *Juniperus drupacea* forest on Mt Parnon, Arcadia, Greece.



Εικόνα 3. Νεαρά άτομα δενδρόκεδρου, *Juniperus drupacea*, στον Πάρνωνα Αρκαδίας.
Figure 3. *Juniperus drupacea* young trees on Mt Parnon, Arcadia, Greece.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η νέα επιστημονική γνώση που θα προκύψει από το έργο -δεδομένα πεδίου και εργαστηρίου- αναμένεται να συμβάλει στην ορθολογική λήψη διαχειριστικών αποφάσεων και μέτρων για την προστασία της βιοποικιλότητας στα ορεινά δασικά οικοσυστήματα και τη διατήρηση του δενδρόκεδρου στην περιοχή μελέτης, καθώς ο Πάρνωνας αποτελεί το κύριο σημείο φυσικής εξάπλωσης της δρυπώδους αρκεύθου *J. drupacea*, στην Ελλάδα και την Ευρώπη. Η αξιολόγηση της εφαρμογής των

drones αναμένεται να προσφέρει στους μελλοντικούς χρήστες δοκιμασμένη τεχνολογία και καινοτόμο τεχνολογία για τα ελληνικά δασικά δεδομένα.

Ευχαριστίες

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ, συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ2ΕΔΚ-03378). Ευχαριστίες απευθύνονται στο προσωπικό του Φορέα Διαχείρισης Πάρνωνα, Μουστού, Μαινάλου και Μονεμβασίας, στη Μητρόπολη Μαντινείας και Κυνουρίας - Ι.Μ. Κοιμήσεως Θεοτόκου Μαλεβής και στο Δασαρχείο Κυνουρίας.

Abstract

The aims of the research project "*Innovative use of Unmanned Aerial Vehicle Systems in Forest Ecosystem Management-Pilot implementation on the endangered Juniperus drupacea Labill.*" (2020-2023) are the protection and sustainable management of the unique, native, Syrian Juniper populations found exclusively in SE Peloponnese (Greece) at both national and european level. The species is protected by the Greek Presidential Decree (PD 67/1981) and its forests belong to the priority habitat (9560* Mediterranean forests with endemic *Juniperus* spp.) according to the 92/43/EEC Directive; furthermore, they are included in the protected areas of the European Natura 2000 Network (GR 2520006). The main objectives of the project are to study: a) structure of the Syrian Juniper populations, b) regeneration dynamics, c) biodiversity parameters, d) genetic and epigenetic diversity parameters, c) micropropagation techniques, d) wildfire risk and finally d) vulnerability to climate change. Innovative technological applications (UAVs - unmanned aerial vehicles / drone systems) are being used for the first time in Greece for monitoring and standard forest management activities on juniper stands. The project is implemented by the Institute of Mediterranean & Forest Ecosystems - Hellenic Agricultural Organization ELGO "DIMITRA" in collaboration with the company "YLI - Management and Environmental Protection" (coordinator). This research has been co-financed by the European Regional Development Fund of the European Union and Greek national funds through the Operational Program Competitiveness, Entrepreneurship and Innovation, under the call RESEARCH – CREATE – INNOVATE (project code: T1EDK-03378).

Βιβλιογραφία

- Banu, T.P., Borlea, G.F. and Banu, C., 2016. The use of drones in forestry. *J. Environ. Sci. Eng. B*, 5(11), 557-562.
- Bergmeier, E., 2002. Plant communities and habitat differentiation in the Mediterranean coniferous woodlands of Mt. Parnon (Greece). *Folia Geobotanica* 37: 309-331.
- Boratynski, A, Browicz, K and Zielinski, J., 1992. *Chorology of Trees and Shrubs in Greece*. Institute of Dendrology, Polish Academy of Sciences. 286 pp. + 270 maps.
- Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A. and Tzanoudakis, D., 2013. *Vascular Plants of Greece: An Annotated Checklist, of the, (HBS) and the Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem & Hellenic Botanical Society, Berlin & Athens*
- Gardner, M., 2013. *Juniperus drupacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T30311A2792553. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T30311A2792553.en>
- Gardner, M., 2017. *Juniperus drupacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T30311A83932989. Downloaded on 18 March 2020.
- Maerki, D. and Frankis, M.P., 2015. *Juniperus drupacea* in the Peloponnese (Greece): Trip report and range map, with notes on phenology, phylogeny, palaeontology, history, types and use. *Bulletin of the Cupressus Conservation Project* 4(1), 5-12.
- Raparelli, E. and Bajocco, S., 2019. A bibliometric analysis on the use of unmanned aerial vehicles in agricultural and forestry studies. *International Journal of Remote Sensing*, 40: 9070-9083.
- Tan, K. and Iatrou, G., 2001. *Endemic Plants of Greece: The Peloponnese*. Gad Publishers Ltd., Copenhagen.

Tang, L. and Shao, G., 2015. Drone remote sensing for forestry research and practices. *Journal of Forestry Research*, 26: 791-797.

Torresan, C., Berton, A., Carotenuto, F., Di Gennaro, S.F., Gioli, B., Matese, A., Miglietta F., Vagnoli C., Zaldeic, A. and Wallace, L., 2017. Forestry applications of UAVs in Europe: A review. *Int. J. Remote Sens.*, 38: 2427-2447.

Walas, L., Sobierajska, K., Ok, T., Dönmez, A.A., Kanoğlu, S.S., Dagher-Kharrat, M.B., Douaihy, B., Romo, A., Stephan, J., Jasińska, A. and Boratyński, A., 2019. Past, present, and future geographic range of an oro-Mediterranean Tertiary relict: The *Juniperus drupacea* case study. *Reg. Environ. Change* 19: 1507-1520.

Δημόπουλος, Π., Bergmeier, E., Ελευθεριάδου Ε., Θεοδωρόπουλος, Κ., Γερασιμίδης Α. και Τσιαφούλη, Μ., 2012. Οδηγός αναγνώρισης και ερμηνείας Δασικών Τύπων Οικοτόπων στην Ελλάδα. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Δυτικής Ελλάδας, Αγρίνιο, σελ. 178.



ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΤΩΝ ΚΑΡΠΙΝΙΚΙΩΝ, Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Δεργιαδέ, Δάφνη¹; Μυρωνίδης, Δημήτριος¹

¹Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 54124, Τ.Θ. 268, dafnderg@for.auth.gr, myronid@for.auth.gr

Περίληψη

Ο χείμαρρος των Καρπινικίων ευθύνεται για τα πλημμυρικά φαινόμενα τα οποία αναπτύσσονται στην ευρύτερη περιοχή της Ορμύλιας (Ν. Χαλκιδικής). Στην παρούσα εργασία διερευνάται το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής του ρέματος Καρπινικία καθώς και οι δυνατότητες αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού του χείμαρρου. Η λεκάνη απορροής έχει εμβαδό περίπου 40 km² ενώ το μέσο υψόμετρο και το μήκος της κεντρικής κοίτης είναι ίσα με 509 m και 20 km αντίστοιχα. Το κυρίαρχο πέτρωμα είναι ο χαλαζίτης (83,1 %) ενώ περίπου το ήμισυ της λεκάνης απορροής (48%) καλύπτεται από σκληρόφυλλη βλάστηση. Χρησιμοποιώντας τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιόδου 01/1976-12/2019 υπολογίστηκαν σε ετήσια κλίμακα η βροχόπτωση, η θερμοκρασία, η πραγματική εξατμοδιαπνοή και η κατείδυση της λεκάνης απορροής. Ακολουθώντας, με τη βοήθεια της βασικής εξίσωσης της υδρολογίας προσδιορίστηκε η μέση ετήσια απορροή της λεκάνης απορροής ίση με 3,9 εκατ. κυβικά. Η προαναφερθείσα επιφανειακή απορροή μπορεί να αξιοποιηθεί με την κατασκευή ενός φράγματος στον χείμαρρο προκειμένου να αποτραπούν οι πλημμύρες στα κατάντη αλλά και να ταμειευτούν σημαντικές ποσότητες ύδατος για την ύδρευση του οικισμού της Ορμύλιας.

Λέξεις Κλειδιά: Υδατικό ισοζύγιο, πλημμυρογένεση, απορροή, φράγμα, Ορμύλια.

Εισαγωγή

Το νερό αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά για την ύπαρξη της ζωής στη γη (Στάθης 2015) ωστόσο οι πλημμύρες είναι ο πιο συχνός κίνδυνος που σχετίζεται με το νερό στον κόσμο και συνδέονται με αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και τις υποδομές (Myronidis κ.α. 2016). Την τελευταία δεκαετία του εικοστού αιώνα, περίπου 1,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι επηρεάστηκαν από πλημμύρες παγκοσμίως (WMO 2004) και η Ευρώπη υπέστη σοβαρές πλημμύρες οι οποίες πυροδοτήθηκαν από μια σειρά από ασυνήθιστα γεγονότα βροχόπτωσης. Επιπρόσθετα, η αστικοποίηση και η εκβιομηχάνιση οδήγησαν σε βελτιωμένο βιοτικό επίπεδο, αλλά αναπόφευκτα συνέβαλαν στην αυξανόμενη ζήτηση νερού σε όλο τον κόσμο (Anandharuban και Elango 2021).

Στην περιοχή της Μεσογείου, οι επιπτώσεις των πλημμυρών είναι περαιτέρω μεγεθυμένες εξαιτίας της ανισορροπίας των βροχοπτώσεων και της ορεινής μορφολογίας πολλών παράκτιων λεκανών απορροής που μπορούν να προκαλέσουν καταστροφικές πλημμύρες (Wittenberg κ.α. 2007). Αν και οι πλημμύρες είναι φυσικός κίνδυνος που σχετίζεται με τον καιρό, ορισμένες ανθρώπινες ενέργειες, όπως η αποψίλωση των δασών, η αστικοποίηση και η ακατάλληλη διαχείριση ανάντων φραγμάτων, μπορεί να οδηγήσει σε ακόμη περισσότερες συχνές και σοβαρές πλημμύρες, με δραματική αύξηση πλημμυρικών ζημιών και πληγέντων ανθρώπων.

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί στην Ελλάδα ότι μικρότερα επεισόδια βροχής σε σχέση με το παρελθόν, προκαλούν καταστροφικές πλημμύρες σε πολλές περιοχές με έντονα διαταραγμένο φυσικό περιβάλλον (Στάθης 2004). Επιπρόσθετα, τα πλημμυρικά φαινόμενα, η ξηρασία και η μεταφορά ιζημάτων είναι προβλήματα κλίμακας που επηρεάζουν αρνητικά τη γεωργία και τα οικοσυστήματα σε ξηρές περιοχές παγκοσμίως (Maxwell κ.α. 2021). Τα προαναφερθέντα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά μέσω της κατασκευής ενός φράγματος όπου επιτυγχάνεται τόσο ο έλεγχος των πλημμυρικών φαινομένων και της στερεομεταφοράς στα κατάντη όσο και η ταμίευση ποσοτήτων ύδατος οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν προκειμένου να επιλυθούν σημαντικά προβλήματα όπως αυτά της άρδευσης των καλλιεργειών ή της ύδρευσης των οικισμών.

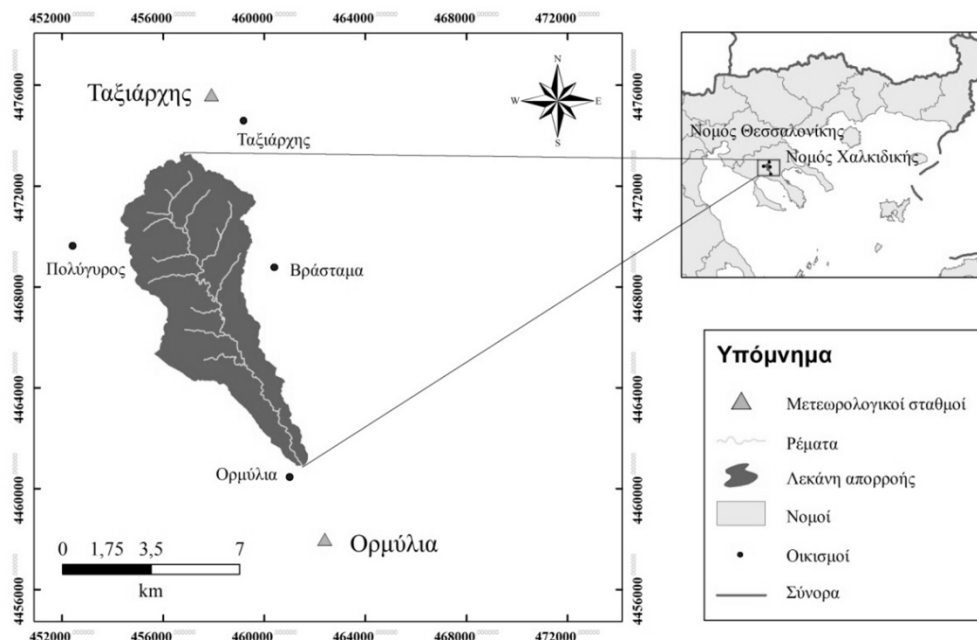
Το πρόβλημα της πλημμυρογένεσης επικρατεί στην περιοχή έρευνας μιας και συχνά πλημμυρικά φαινόμενα διακόπτουν την κυκλοφορία στο οδικό δίκτυο ενώ και η ύδρευση του παρακείμενου οικισμού της Ορμύλιας και η άρδευση των καλλιιεργειών πραγματοποιείται μέσω γεωτρήσεων. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής των Καρπινικίων και η διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού του χειμάρρου. Ο προσδιορισμός του υδατικού ισοζυγίου μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας διάφορα μοντέλα [Thornthwaite και Mather (Gudulas κ.α. 2013), HEC-HMS (Kaffas και Hrisanthou 2014), MIKE SHE (Kaleris και Langousis 2017) κ.α.]. Ωστόσο, στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε ο προσδιορισμός του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιώντας την βασική εξίσωση της υδρολογίας (Μυρωνίδης 2021).

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Ο χειμάρρος Καπρινικία, είναι ένας παραπόταμος του ποταμού Χαβρία, πηγάζει από την περιοχή των Βραστάμων και συναντάει τον Χαβρία στο δρόμο Ορμύλιας – Βραστάμων ρέοντας με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ (Σχήμα 1). Η λεκάνη απορροής του χειμάρρου έχει επιμήκη σχήμα, μέσο υψόμετρο 509,2 m και μέση κλίση 39% ενώ χαρακτηρίζεται μεσαία σε μέγεθος (Μυρωνίδης 2021). Το μήκος της κεντρικής κοίτης και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου ανέρχονται σε 19,96 km 4,8 km/km² αντίστοιχα. Τα κατακρημνίσματα τα οποία δέχεται η περιοχή ανέρχονται σε 669 mm/έτος, ενώ η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίστηκε ίση με 15,5°C. Επίσης, με βάση την ταξινόμηση του Koerppen, το κλίμα της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζεται ως Εύκρατο Μεσογειακό (Cs),

Ο τύπος βλάστησης ο οποίος κυριαρχεί στην περιοχή έρευνας είναι η σκληρόφυλλη βλάστηση που απαντάται κυρίως στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης σε ποσοστό 48% και ακολουθούν τα δάση πλατυφύλλων και κωνοφόρων με ποσοστά 22% και 21% αντίστοιχα. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή είναι ο χαλαζίτης ο οποίος καταλαμβάνει ολόκληρη σχεδόν την έκταση της λεκάνης απορροής (83,1%) και ο φυλλίτης (12%). Τέλος, όπως προκύπτει από πληθώρα δικτυακών τόπων, στην περιοχή εκδηλώνονται συχνά πλημμυρικά γεγονότα στα οποία οφείλεται η διακοπή της κυκλοφορίας στο δρόμο Ορμύλια-Βράσταμα.



Σχήμα 1. Χάρτης προσανατολισμού περιοχής έρευνας
Figure 1. Study area location map

Υλικά

Τα δεδομένα που απαιτούνται για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής είναι α) ο τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, απαραίτητος για την οριοθέτηση της λεκάνης απορροής και τον υπολογισμό των μορφομετρικών και υδρογραφικών χαρακτηριστικών β) ο γεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:50.000 του Ινστιτούτου Γεωλογικών και

Μεταλλευτικών Ερευνών, απαραίτητος για τον προσδιορισμό του γεωλογικού υποθέματος γ) οι χρήσεις της του Corine και δ) δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης από τους γειτονικούς μετεωρολογικούς σταθμούς (Μ.Σ.).

Μέθοδοι

Για τον υπολογισμό της ετήσιας βροχόπτωσης αρχικά συλλέγονται τα βροχομετρικά δεδομένα της περιοχής έρευνας και προσδιορίζεται η βροχοβαθμίδα. Χρησιμοποιώντας ως σταθμό βάσης τον Μ.Σ. ο οποίος είναι πιο εγγύς στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής ανάγονται τα βροχομετρικά δεδομένα του Μ.Σ. βάσης στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής χρησιμοποιώντας την εξίσωση:

$$P_{\lambda\epsilon\kappa} = P + \Delta H * P_{he} \quad (1)$$

$P_{\lambda\epsilon\kappa}$ η ετήσια βροχόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (mm), P η ετήσια βροχόπτωση στο Μ.Σ. βάσης (mm), ΔH η υψομετρική διαφορά μεταξύ Μ.Σ. βάσης και μέσου υψόμετρου λεκάνης απορροής (m), P_{he} η βροχοβαθμίδα,

Επίσης, ο υπολογισμός της ετήσιας θερμοκρασίας στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής πραγματοποιείται με όμοιο τρόπο όπως και με την ετήσια βροχόπτωση, ενώ η ετήσια εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται με τη μέθοδο του Turc:

$$ET_p = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}} \quad (2)$$

Όπου ET_p η ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (mm), P το ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (mm), L συνάρτηση της θερμοκρασίας που δίνεται από τη σχέση:

$$L = 300 + 25T - 0,05T^3 \quad (3)$$

T η ετήσια θερμοκρασία στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης ($^{\circ}\text{C}$).

Η ετήσια κατείδυση I_n υπολογίζεται με τη βοήθεια της εξίσωσης:

$$I = a_i \cdot P \quad (4)$$

όπου I η κατείδυση κάθε έτους (mm), P ετήσια βροχόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (mm), a_i ο σταθμισμένος με την έκταση συντελεστής κατείδυσης της λεκάνης απορροής.

Τέλος, για τον προσδιορισμό του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιήθηκε η βασική εξίσωση της υδρολογίας:

$$R = P - ET - I \quad (5)$$

Όπου R η απορροή (mm), P η βροχόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (mm), ET η εξατμισοδιαπνοή (mm), I η κατείδυση (mm) ενώ με βάση την έκταση της λεκάνης απορροής η απορροή μετασηματίστηκε από mm σε m^3 (Μυρωνίδης, 2021).

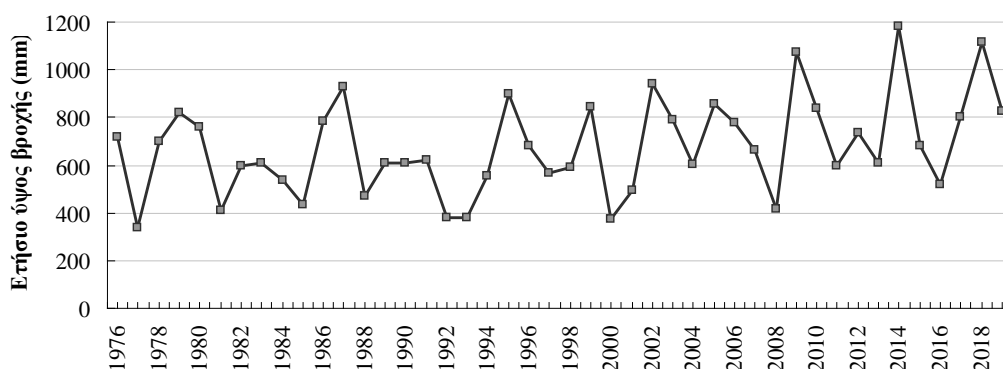
Αποτελέσματα – Συζήτηση

Έπειτα από την ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών κλίμακας 1:50.000 της ΓΥΣ, μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, οριοθετήθηκε η λεκάνη απορροής του χειμάρρου των Καρπινικίων και προσδιορίστηκαν τα κυριότερα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Τα κυριότερα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής
 Table 1. Watershed main morphometric and hydrographic characteristics

Όνομασία	Τιμή
Έκταση A (km ²)	40
Ελάχιστο Υψόμετρο H_{min} (m)	25
Μέγιστο Υψόμετρο H_{max} (m)	964
Μέσο Υψόμετρο H_{med} (m)	509
Μέση κλίση λεκάνης S (%)	39
Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου D (km/km ²)	4,8
Δείκτης Gravelius (K_G)	1,8

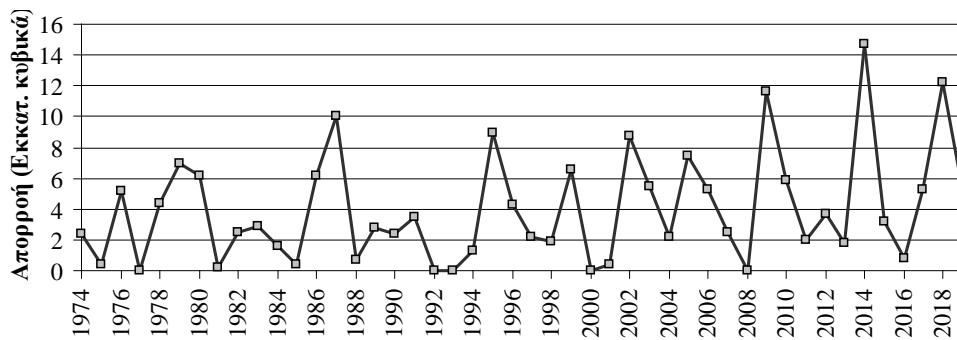
Χρησιμοποιώντας τα μετεωρολογικά δεδομένα των Μετεωρολογικών Σταθμών του Ταξιάρχης, της Ορμύλιας και του Πολυγύρου με την εφαρμογή της μεθόδου της απλής γραμμικής παλινδρόμησης (Μυρωνίδης 2021) προσδιορίστηκε η βροχοβαθμίδα και η θερμοβαθμίδα της περιοχής έρευνας ίσα με 40 mm/100 m και -1°C/100 m αντίστοιχα. Η παραπάνω αύξηση της βροχόπτωσης με το υψόμετρο συνάδει με την τιμή των 36,69 mm που υπολόγισε ο Παπαμιχαήλ (2001) για την ευρύτερη περιοχή. Ακολουθώντας, χρησιμοποιώντας τον Μ.Σ. Ταξιάρχη ως σταθμό αναφοράς, ο οποίος είχε αδιάλειπτη λειτουργία τις τελευταίες δεκαετίες, υπολογίστηκε με την εξίσωση 1 η ετήσια βροχόπτωση στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (Σχήμα 2) καθώς και η μέση ετήσια θερμοκρασία στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης.



Σχήμα 2. Το ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης των Καπρινικίων
 Figure 2. The annual rainfall at the mean altitude of the Kaprinikia watershed

Τα ετήσια ύψη βροχής και οι ετήσιες θερμοκρασίες στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης, όπως υπολογίστηκαν παραπάνω, χρησιμοποιήθηκαν για να εφαρμοστεί η μέθοδος του Turc και βρέθηκε ότι η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή στην περιοχή έρευνας είναι ίση με 533 mm. Επίσης, οι συντελεστές κατείδυσης των γεωλογικών σχηματισμών οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία βασίζονται σε βιβλιογραφικά δεδομένα (Παυλάκης κ.α. 1972, Μυρωνίδης 2021) ενώ ο σταθμισμένος με την έκταση αδιάστατος συντελεστής κατείδυσης της λεκάνης απορροής υπολογίστηκε ίσος με 0,06.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η διαχρονική διακύμανση της απορροής σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα χρησιμοποιώντας την βασική εξίσωση της υδρολογίας και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 3. Επιπρόσθετα, η μεγάλη πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου 4,8 km/km² σε συνδυασμό με το μικρό μέγεθος του συντελεστής κατείδυσης της λεκάνης απορροής (0,06) ευθύνονται για την εμφάνιση των πλημμυρικών φαινομένων στα κατάντη.



Σχήμα 3. Η ετήσια απορροή του χειμάρρου σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα
Figure 3. Watershed annual runoff (MCM)

Συμπεράσματα

Το πρόβλημα της πλημμυρογένεσης και της λειψυδρίας απασχολεί τόσο τον πλανήτη όσο και την χώρα μας. Στα πλαίσια της έρευνας, αρχικά υπολογίστηκαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης. Το εμβαδόν της λεκάνης βρέθηκε ίσο με 40 km^2 , ενώ η λεκάνη απορροής έχει μέσο υψόμετρο 509 m και μέση κλίση $39,4 \%$. Επίσης, το μήκος της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου υπολογίστηκε ίσο με 20 km . Στην περιοχή κυριαρχεί ο χαλαζίτης, το μεγαλύτερο ποσοστό της λεκάνης απορροής καλύπτεται από σκληρόφυλλη βλάστηση και το κλίμα χαρακτηρίζεται ως Εύκρατο Μεσογειακό (Cs). Επίσης, η μεγάλη πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου $4,8 \text{ km/km}^2$ σε συνδυασμό με το μικρό μέγεθος του συντελεστής κατείδυσης της λεκάνης απορροής ($0,06$) ευθύνονται για την εμφάνιση των πλημμυρικών φαινομένων στα κατάντη.

Στη συνέχεια, συλλέχθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα από τους σταθμούς του Ταξιάρχη, της Ορμύλιας και του Πολυγύρου για την περίοδο Ιαν 1976 – Δεκ 2019 και υπολογίστηκε η ετήσια βροχόπτωση και η ετήσια θερμοκρασία στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης. Επιπρόσθετα, προσδιορίστηκε η ετήσια πραγματική εξατμοδιαπνοή στο μέσο υψόμετρο με την εφαρμογή της μεθόδου του Turc καθώς και η ετήσια κατείδυση. Οι προαναφερθέντες παράμετροι του υδρολογικού κύκλου συνδέθηκαν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας την βασική εξίσωση της υδρολογίας και προσδιορίστηκε το μέγεθος της μέσης ετήσιας απορροής ίσο με $3,9$ εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Οι παραπάνω ποσότητες του ύδατος μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω της κατασκευής ενός φράγματος το οποίο θα βοηθήσει να ελεγχθούν οι πλημμύρες που εκδηλώνονται κυρίως στην περιοχή του οδικού δικτύου Βραστάμων – Ορμύλιας, όπου και διακόπτεται συχνά η κυκλοφορία αλλά και για την ύδρευση του οικισμού της Ορμύλιας η οποία σήμερα βασίζεται στην απόληψη νερού από το γεωυπόθεμα μέσω γεωτρήσεων.

Abstract

The Kapriniki torrent is responsible for the flood phenomena developing in the wider area of Ormylia settlement (Halkidiki Prefecture). This study investigates the water balance of the Kaprinikia torrent and the possibilities of utilizing the water resources through the establishment of a concrete dam. The catchment has a drainage area of about 40 km^2 while the average altitude and length of the central riverbed is equal to 509 m and 20 km , respectively. The predominant rock is quartzite (83.1%) while about half of the catchment area (48%) is covered by shrub and herbaceous vegetation associations. Using the meteorological data of the 01/1976-12/2019 period, the rainfall, the temperature, the actual evaporation, and the infiltration of the catchment area were calculated on an annual scale. Subsequently, the average annual runoff of the catchment area was determined to be 3.9 MCM by utilizing the basic hydrological equation. The aforementioned surface runoff can be exploited by constructing a dam in the torrent in order to prevent floods downstream as well as to store significant amounts of water for safeguarding the water supply of the Ormylia settlement.

Βιβλιογραφία

- Anandharuban, P. and Elango, L., 2021. Spatio-temporal analysis of rainfall, meteorological drought, and response from a water supply reservoir in the megacity of Chennai, India. *J. Earth Syst. Sci.* 130(1), 17.
- development. Available at: http://www.wmo.int/pages/prog/www/WIS/Publications/AnnualReport_WMO/1000_E.
- Gudulas, K., Voudouris, K., Soulios, G. and Dimopoulos, G., 2013. Comparison of different methods to estimate actual evapotranspiration and hydrologic balance. *Desalination and Water Treatment*. 51(13-15), 2945–2954.
- Kaffas, K. and Hrisanthou, V., 2014. Application of a continuous rainfall-runoff model to the basin of kosynthos river using the hydrologic software HEC-HMS. *Global Nest Journal*. 16(1), 188-203
- Kaleris, V. and Langousis, A., 2017. Comparison of two rainfall–runoff models: effects of conceptualization on water budget components. *Hydrological Sciences Journal*. 62(5), 729-748.
- Maxwell, C.M., Fernald, A.G., Cadol, D., Faist, A.M. and King, J.P., 2021. Managing flood flow connectivity to landscapes to build buffering capacity to disturbances: An ecohydrologic modeling framework for drylands. *J. Environ. Manage.* 278, 111486.
- Myronidis, D., Stathis, D. and Sapountzis, M., 2016. Post-evaluation of flood hazards induced by former artificial interventions along a coastal mediterranean settlement. *Journal of Hydrologic Engineering*. 21(10), 05016022.
- Wittenberg, L, Kutiel, H., Greenbaum, N. and Inbar, M., 2007. Shortterm changes in the magnitude, frequency and temporal distribution of floods in the eastern Mediterranean region during the last 45 years—Nahal Oren, Mt. Carmel, Israel. *Geomorphology*. 84(3–4), 181–191.
- WMO (World Meteorological Organization), 2004. Weather climate water and sustainable
- Κατσιφάρακης, Κ. Λ., 1994. Μελέτη Διευθέτησης του Πηνειού με βάση Αισθητικά και Τεχνικά Κριτήρια. Παράρτ. Επιστ. Επετ. της Πολυτεχνικής Σχολής, Τμήμα Πολιτικών Μηχ., τ. ΙΓ', Αφιέρωμα προς τιμήν του ομότιμου καθηγητή Γ. Νιτσιώτα, τ. Β', σελ. 651-663.
- Μυρωνίδης, Δ., 2021. Υδρολογία και Υδραυλική, Έκδοση: 1η/2021, 432 σελ. Εκδοσεις Α. Τζιολα & Υιοι Α.Ε., ISBN: 978-960-418-884-0, Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 94688988.
- Παπαμιχαήλ, Δ., 2001. Τεχνική Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Γιαχούδη.
- Παυλάκης, Π., Κουντούρης, Σ., Γιώτης, Α. και Χατζηδάκης, Α., 1972. «Προκαταρκτική μελέτη αξιοποίησεως υδατικού δυναμικού Δυτικής Κρήτης». ΥΠ.ΔΕ., Αθήνα.
- Στάθης, Δ., 2004. Ακραία γεγονότα βροχής και πλημμυρογένεσης στην Ελλάδα. Πρακτικά του 7^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρίας, Μυτιλήνη 14-17 Οκτωβρίου 2004, 385-392.
- Στάθης, Δ., 2015. Μαθήματα Δασικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις Κάλλιπος.

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΧΡΗΣΗΣ/ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΙΕΡΙΩΝ

Δομακίνης, Χρήστος¹; Τσιάρας, Στέφανος²; Μπέρδος, Σάββας³

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωλογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Θεσσαλονίκη, cdomakin@yahoo.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, stefanostsiaras@gmail.com

³Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, savvas.berdos@gmail.com

Περίληψη

Οι μεταβολές των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης ανέκαθεν θεωρούνταν σημαντικές, καθώς αποτελούσαν ένα εργαλείο για την ανίχνευση περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες προέκυπταν από την υλοποίηση έργων με άμεσο ή έμμεσο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Το έτος 2000 στον Δήμο Πιερίων κατασκευάστηκε και άρχισε να λειτουργεί χιονοδρομικό κέντρο, με αποτέλεσμα μέσα στα επόμενα χρόνια να προκληθεί ραγδαία αύξηση των ξενοδοχειακών μονάδων στη συγκεκριμένη περιοχή. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθεί η μεταβολή στη χωρική κατανομή των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης κατά Corine για το διάστημα από 2000 έως 2014, ώστε να υπολογιστεί με τη βοήθεια των ΓΣΠ και της Τηλεπισκόπησης ποιες από τις προαναφερθείσες κατηγορίες ελαττώθηκαν και ποιες αυξήθηκαν. Σε σύγκριση με το έτος 2000, παρατηρείται αύξηση του δομημένου περιβάλλοντος, των αγροτικών και των λιβαδικών εκτάσεων, ενώ οι δασικές εκτάσεις παρουσιάζουν μεγάλη μείωση.

Λέξεις κλειδιά: βιώσιμη ανάπτυξη, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Corine Land Cover 2000, επιβλεπόμενη ταξινόμηση.

Εισαγωγή

Η σημασία των θεματικών χαρτών στη λήψη αποφάσεων έχει επισημανθεί από αρκετούς ερευνητές (λχ Καρτέρης 1990, Gitas κ.α. 2003, Μελιάδης και Μελιάδης 2013). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι θεματικοί χάρτες που απεικονίζουν τη χωρική κατανομή των διάφορων κατηγοριών χρήσης/κάλυψης γης κατά Corine, ενώ οι μεταβολές της χρήσης/κάλυψης γης στον Ελλαδικό χώρο έχουν επίσης αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών (λχ Γήτας κ.α. 2012, Γαλιδάκη κ.α. 2013, Κορακάκη κ.α. 2013).

Η μελέτη των παραγόντων που προκαλούν μεταβολές χρήσης/κάλυψης γης είναι μια δύσκολη και συνήθως πολύπλοκη διαδικασία, αλλά το γεγονός ότι οι κοινωνικό-οικονομικοί παράγοντες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο είναι αδιαμφισβήτητο (Wubie κ.α. 2016). Για παράδειγμα η κατασκευή υποδομών σε μια περιοχή μπορεί, παρόλο που είναι φιλική προς το περιβάλλον και τηρεί τις απαραίτητες προδιαγραφές, να προκαλέσει μεταβολές στις κατηγορίες χρήσεων/κάλυψης γης. Ιδιαίτερα όταν η κατασκευή μιας υποδομής συνοδεύεται και από την κατασκευή περισσότερων υποδομών, οι οποίες λειτουργούν υποστηρικτικά ή αποσκοπούν στην οικονομική εκμετάλλευση των συνθηκών που προέκυψαν από την κατασκευή της αρχικής υποδομής.

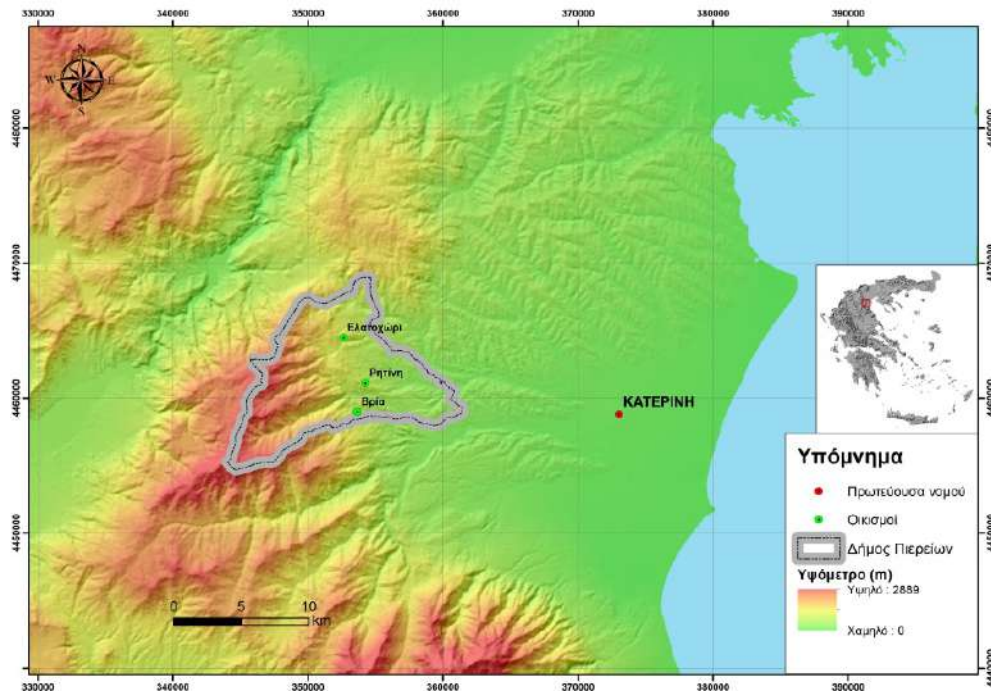
Στον Δήμο Πιερίων, το έτος 2000 ήταν το πρώτο έτος λειτουργίας του χιονοδρομικού κέντρου Ελατοχωρίου, γεγονός που λειτούργησε καταλυτικά στην τουριστική ανάπτυξη της εν λόγω περιοχής. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το έτος 2000 υπήρχε μόλις ένα ξενοδοχείο στην περιοχή, ενώ το 2009 ο αριθμός των ξενοδοχείων-καταλυμάτων στην περιοχή είχε ανέλθει στα είκοσι (Τσιάρας 2010). Η κοινωνικο-οικονομική αυτή μεταβολή συνοδεύτηκε και από αντίστοιχες αλλαγές στις κατηγορίες χρήσης/κάλυψης γης, καθώς το δομημένο περιβάλλον αυξήθηκε σε βάρος του φυσικού περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα, η αύξηση αυτή μπορεί να ερμηνευτεί ως απόρροια της ανεξέλεγκτης τουριστικής ανάπτυξης, η οποία συνδέεται με τη λειτουργία του Χιονοδρομικού Κέντρου Ελατοχωρίου και

συντελέστηκε με μονομερή επιδίωξη της οικονομικής μεγέθυνσης, πρώτου πυλώνα της αιεφορίας, με βραχυπρόθεσμα οφέλη για την κοινωνία, δεύτερο πυλώνα της αιεφορίας, αλλά αγνοώντας παντελώς το περιβάλλον, τρίτο πυλώνα της αιεφορίας.

Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθεί η μεταβολή στη χωρική κατανομή των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης κατά Copine για το διάστημα από 2000 έως 2014, ώστε να υπολογιστεί με τη βοήθεια των ΓΣΠ και της Τηλεπισκόπησης ποιες από τις προαναφερθείσες κατηγορίες ελαττώθηκαν και ποιες αυξήθηκαν. Επιπρόσθετα, έμμεσα μελετάται και η επίπτωση που είχε η κατασκευή του χιονοδρομικού κέντρου στις προαναφερθείσες κατηγορίες χρήσεων/κάλυψης γης.

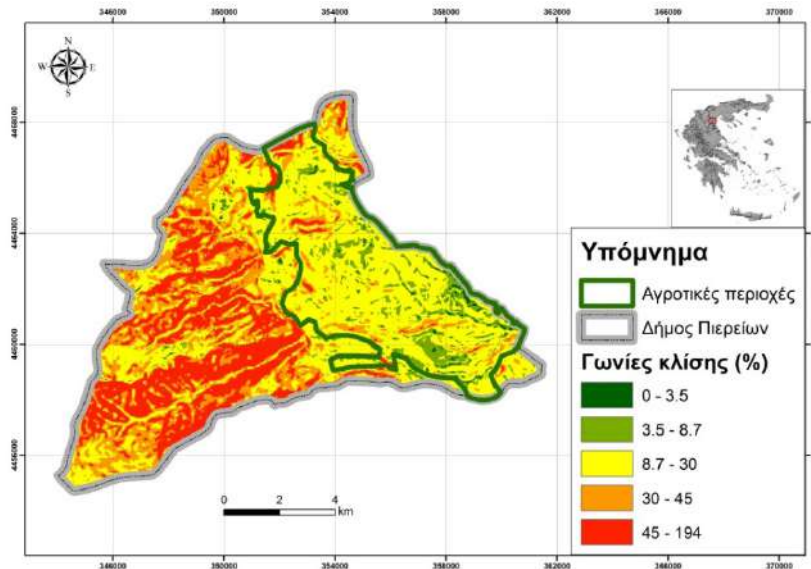
Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης είναι ο Δήμος Πιερίων, ο οποίος ανήκει στον Νομό Κατερίνης και χωροθετείται 15km περίπου ανατολικά της πόλης Κατερίνης. Ο εν λόγω Δήμος διαιρείται σε τρία δημοτικά διαμερίσματα, τη Βρία, τη Ρητινή και το Ελατοχώρι. Από γεωμορφολογική άποψη σε σχέση με το υψόμετρο το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από ημιορεινό έως ορεινό (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Χάρτης της περιοχής μελέτης
Figure 1. Map of the study area

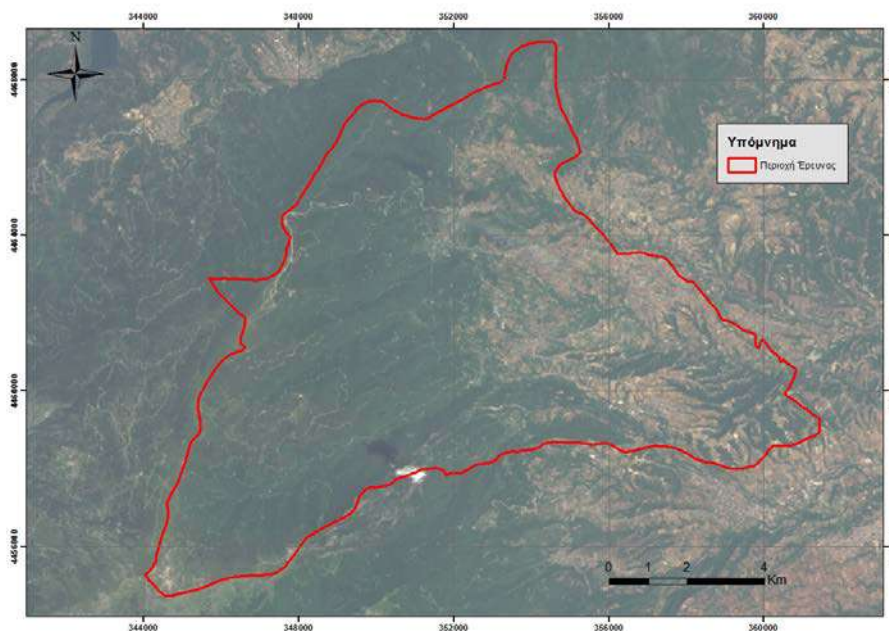
Όσον αφορά στη χωρική κατανομή των γωνιών κλίσεων το ανάγλυφο μπορεί να χαρακτηριστεί γενικά ως τραχύ (Σχήμα 2). Στις γεωργικές περιοχές που βρίσκονται στο νοτιοανατολικό τμήμα του Δήμου Πιερίων, το ανάγλυφο μπορεί να χαρακτηριστεί ως λοφώδες σύμφωνα με το υψόμετρο και ελαφρώς κεκλιμένο σύμφωνα με τη χωρική κατανομή των γωνιών κλίσεων.



Σχήμα 2. Χωρική κατανομή των τιμών των γωνιών κλίσεων στον Δήμο Πιερειών
Figure 2. Spatial distribution of slope angles in Pierion Municipality

Υλικά και Μέθοδοι

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, δημιουργήθηκαν δύο επίπεδα πληροφοριών (data layers) που αφορούν τη χρήση/κάλυψη γης. Το πρώτο αφορούσε το έτος 2000 και προέκυψε από τροποποίηση του επιπέδου πληροφορίας του Corine Land Use/Cover Cover Map 2000, το οποίο τροποποιήθηκε σύμφωνα με την εφαρμογή εμφάνισης ιστορικών εικόνων του Google Earth και τη βοήθεια εικόνας Landsat-7/ETM+ που λήφθηκε στις 28-6-2000 (Σχήμα 3). Η εν λόγω επεξεργασία του αρχικού επιπέδου πληροφορίας υλοποιήθηκε προκειμένου να συμπεριληφθούν, κατά κύριο λόγο, οικισμοί που δεν απεικονίζονταν, ενώ υπήρχαν στην περιοχή μελέτης. Η τροποποίηση και επεξεργασία του Corine Land Cover 2000 έγινε με τη βοήθεια λογισμικού ΓΣΠ.



Σχήμα 3. Απεικόνιση της περιοχής έρευνας με φυσικά χρώματα (RGB: 321) από δορυφορική εικόνα Landsat 8 με ημερομηνία λήψης 27-06-2014
Figure 3. Natural color depiction of the study area (RGB: 321), with the aid of Landsat 8 satellite imagery which was acquired on 27-06-2014.

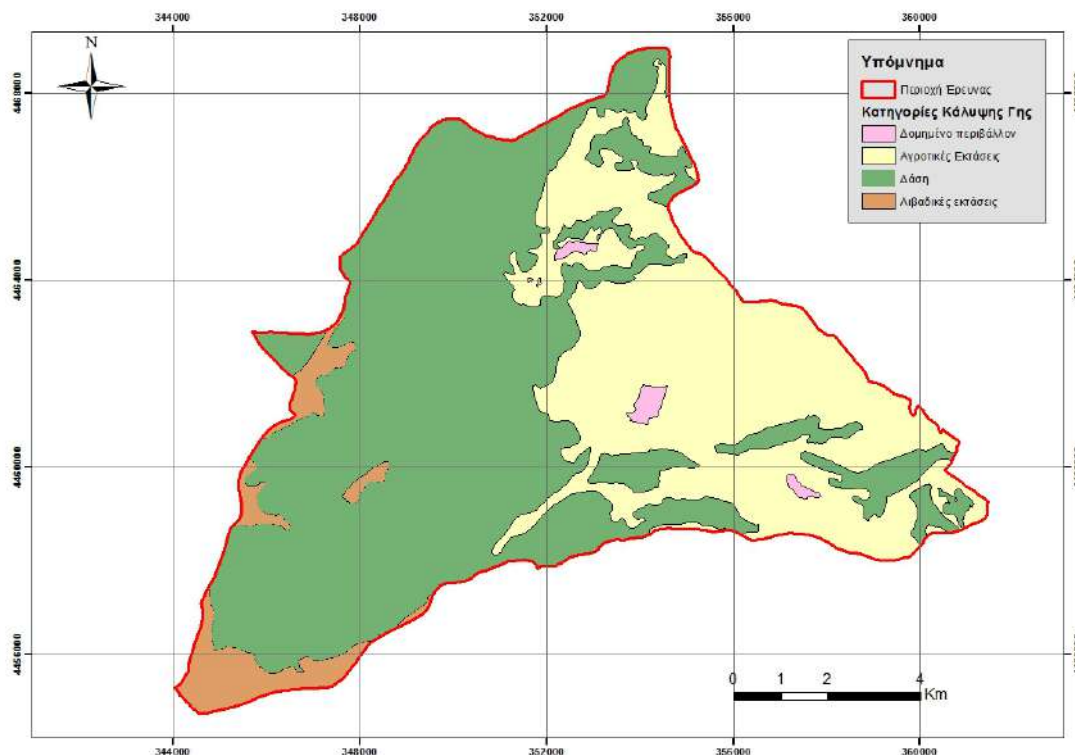
Το δεύτερο επίπεδο πληροφορίας αφορούσε στο έτος 2014 και προέκυψε από την εφαρμογή επιβλεπόμενης ταξινόμησης (supervised classification) σε εικόνα που λήφθηκε από τον δορυφόρο Landsat 8 στις 27-06-2014. Η εικόνα επιλέχθηκε, γιατί ήταν η κοντινότερη χρονικά στην εποχή που παρατηρήθηκε η έξαρση της αύξησης των ξενοδοχειακών μονάδων στην περιοχή μελέτης χωρίς σημαντική κάλυψη σύννεφων. Επιπλέον, η εποχή του καλοκαιριού, στην οποία λήφθηκε απεικονίζει το μέγιστο της βλάστησης και της χωρικής κατανομής των περισσότερων καλλιεργειών. Όσον αφορά στη διακριτική ικανότητα (spatial resolution) του σαρωτή OLI (Operational Land Imager) είναι 30m στο ορατό και κοντινό υπέρυθρο τμήμα του ΗΜΦ (ηλεκτρομαγνητικού φάσματος), 100m στο θερμικό υπέρυθρο τμήμα του ΗΜΦ και 15m για την πανχρωματική απεικόνιση.

Αναλυτικότερα, στην εικόνα που λήφθηκε από τον δορυφόρο Landsat 8 στις 27-06-2014 εφαρμόστηκε η τεχνική της «συγχώνευσης της εικόνας» (image merging/fusion), προκειμένου να βελτιωθεί η διακριτική ικανότητα των πολυφασματικών ζωνών (bands) του Landsat 8 με τη βοήθεια της πανχρωματικής εικόνας, από 30m σε 15m. Ακολούθως, στη βελτιωμένη εικόνα που προέκυψε εφαρμόστηκε επιβλεπόμενη ταξινόμηση (supervised classification) με τον αλγόριθμο μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood). Η συλλογή των δειγμάτων για την ταξινόμηση της βελτιωμένης δορυφορικής εικόνας έγινε με τη βοήθεια φωτο-ερμηνείας, ενώ για τον έλεγχο της ακρίβειας χρησιμοποιήθηκαν επίγειες παρατηρήσεις και οι ορθοφωτοχάρτες του Κτηματολογίου Α.Ε.

Τέλος, επειδή η εργασία εστιάζει στην αξιοποίηση των αγροτικών εκτάσεων, οι κατηγορίες κάλυψης γης που επιλέχθηκαν να απεικονιστούν στα προαναφερθέντα επίπεδα πληροφορίας χρήσεων/κάλυψης γης ήταν οι εξής: 1) Δομημένο Περιβάλλον, 2) Αγροτικές εκτάσεις, 3) Δάση και 4) Λιβαδικές εκτάσεις. Παρόμοιες ταξινομήσεις έχουν χρησιμοποιηθεί και από άλλους ερευνητές (λχ. Κουτρομπής κ.α. 2007).

Αποτελέσματα

Όσον αφορά στο έτος 2000 ο χάρτης χρήσεων/κάλυψης γης προέκυψε από το επίπεδο πληροφορίας του Corine Land Cover 2000 για το έτος 2000 φαίνεται στο σχήμα 4, ενώ το ποσοστό κάλυψης γης για κάθε κατηγορία αναγράφεται στον πίνακα 1.



Σχήμα 4. Χωρική κατανομή των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης για την περιοχή έρευνας, όπως προέκυψε από το Corine Land Cover 2000.

Figure 4. Spatial distribution of land use/land cover types of the study area that was derived from the Corine Land Cover 2000 data layer.

Πίνακας 1. Έκταση και ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κατηγορία χρήσης / κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης για το έτος 2000

Table 1. Areal extent and percentile proportion for each land use/cover type of the study area for the year 2000.

Κάλυψη γης	Έκταση (km ²)	Ποσοστό
Δομημένο περιβάλλον	0,80 km ²	0,70 %
Αγροτικές εκτάσεις	40,12 km ²	35,14 %
Δάση	67,44 km ²	59,07 %
Λιβαδικές εκτάσεις	5,80 km ²	5,08 %

Η διαδικασία της ταξινόμησης πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού ΓΣΠ και η ολική ακρίβεια που επιτεύχθηκε ήταν 86% (Πίνακας 2), ποσοστό το οποίο θεωρείται αποδεκτό, δεδομένου ότι το ελάχιστο επίπεδο ακρίβειας στην αναγνώριση κατηγοριών κάλυψης γης από τηλεσκοπικά δεδομένα πρέπει να είναι τουλάχιστον 85% (Anderson 1971).

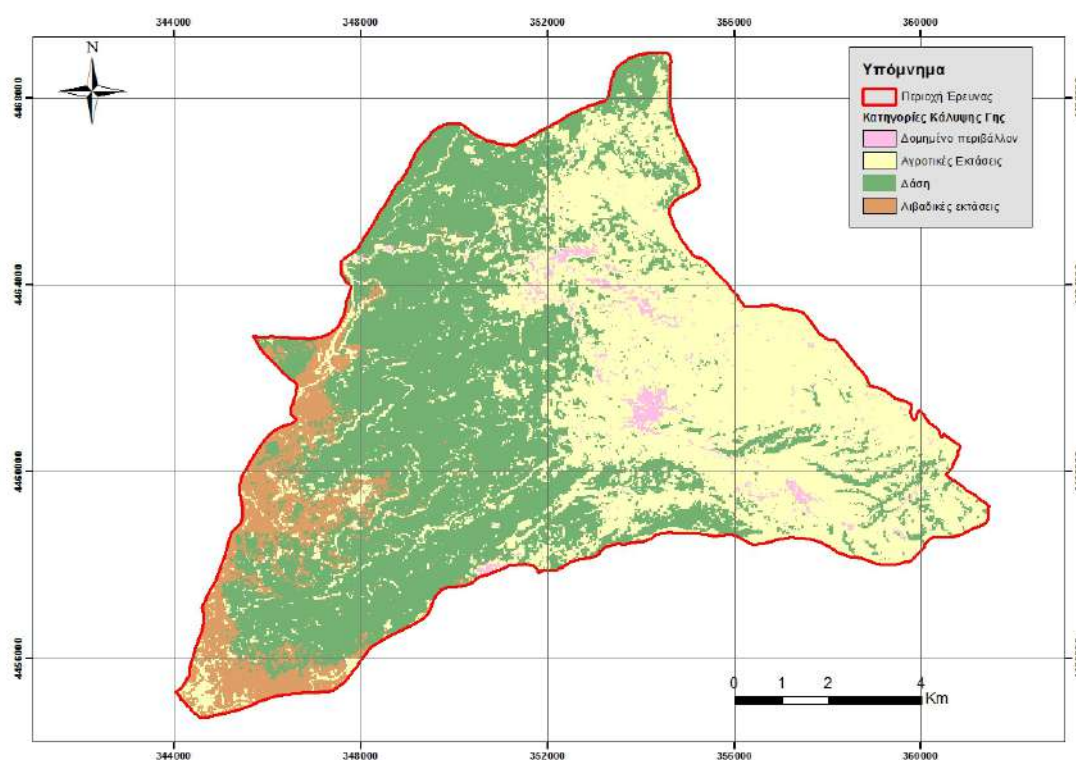
Πίνακας 2. Πίνακας σφάλματος (error matrix) για την επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τον αλγόριθμο μέγιστης πιθανοφάνειας για την εικόνα που λήφθηκε από το δορυφόρο Landsat 8 στις 27-06-2014.

Table 2. Error matrix table derived from the application of the maximum likelihood algorithm of the supervised classification procedure on the Landsat 8 imafe that was acquired on the 27-06-2014.

Κατηγορία*	1	2	3	4	Σύνολο	Ακρίβεια
1	2	1	0	0	3	67%
2	1	41	1	1	44	93%
3	0	16	75	3	94	80%
4	0	4	2	13	19	68%
Σύνολο	3	62	78	17	160	82%

*Κατηγορίες: 1 Δομημένο περιβάλλον, 2 Αγροτικές εκτάσεις, 3 Δάση, 4 Λιβαδικές εκτάσεις

Ο τελικός χάρτης κάλυψης γης για το έτος 2014 φαίνεται στο σχήμα 5, ενώ το ποσοστό κάλυψης γης για κάθε κατηγορία αναγράφεται στον πίνακα 3.



Σχήμα 5. Χωρική κατανομή χρήσεων/κάλυψης γης για το έτος 2014, όπως προέκυψε μετά την εφαρμογή της επιβλεπόμενης ταξινόμησης στην εικόνα του Landsat 8 που λήφθηκε στις 27/6/2014

Figure 5. Spatial distribution of land use/land cover types for 2014 that was derived from the application of supervised classification on the Landsat 8 image that was taken on 27/6/2014.

Πίνακας 3. Έκταση και ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κατηγορία κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης για το έτος 2014
Table 3. Areal extent and percentile proportion for each land use/cover type of the study area for the year 2014.

Κάλυψη γης	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%)
Δομημένο περιβάλλον	2,02 km ²	1,77 %
Αγροτικές εκτάσεις	48,96 km ²	42,89 %
Δάση	53,72 km ²	47,06 %
Λιβαδικές εκτάσεις	9,42 km ²	8,25 %

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Για τη μελέτη της μεταβολής της κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης διαχρονικά επιλέχθηκαν τα έτη 2000 και 2014, αφενός λόγω διαθεσιμότητας των επιπέδων πληροφορίας (Corine Land Cover 2000, δορυφορικές εικόνες Landsat, Google Earth, κτηματολόγιο κτλ.) και αφετέρου λόγω του ότι το χιονοδρομικό κέντρο κατασκευάστηκε και άρχισε να λειτουργεί κατά το έτος 2000.

Σε σύγκριση με το έτος 2000, παρατηρείται αύξηση του δομημένου περιβάλλοντος, η οποία οφείλεται κυρίως στην ανοικοδόμηση η οποία συντελέστηκε στην περιοχή μετά την έναρξη λειτουργίας του Χιονοδρομικού κέντρου Ελατοχωρίου. Οι αγροτικές εκτάσεις όπως και οι λιβαδικές εκτάσεις εμφανίζονται επίσης σημαντικά αυξημένες. Τα δάση, ωστόσο, παρουσιάζουν μεγάλη μείωση σε σχέση με την εικόνα του 2000. Στην αξιολόγηση αυτής της μείωσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη αφενός στην υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση κάποιων κατηγοριών κάλυψης γης από το Corine Land Cover όσον αφορά στον χάρτη του 2000 και αφετέρου στα αναπόφευκτα σφάλματα της επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Abstract

Land Use/Cover changes were always considered important in detecting the environmental impact stemming from the materialization of works which affected directly or indirectly the environment. In the year 2000, in the Municipality of Pieria, a ski center was built and started operating, resulting in a period of rapid increase of hotel units in the area. The aim of the present work is to detect the spatial distribution of Corine Land use/cover types change in the study area that occurred from 2000 to 2014, with the use of GIS and Remote Sensing imagery, thus finding out which of the aforementioned types were increased or decreased. During the time period that has been studied, it has been noticed that the areal distribution of artificial surfaces, agricultural areas and grasslands increased. On the other hand, the spatial distribution of forests decreased considerably.

Βιβλιογραφία

Anderson, J.R., 1971. Land use classification schemes used in selected recent geographic applications of remote sensing. *Photogramm. Eng.* 37(4): 379-387.

Γαλιδάκη, Γ., Δραγόζη Ε., Πολυχρονάκη Α., Τομπουλίδου Μ., Δημητρακόπουλος Κ., Μινάκου Χ., Βρανιά Ε., Μελιάδης Μ., Καρυδάς Χ. και Γήτας, Ι., 2013. Ανάπτυξη μεθοδολογίας για τη διαχρονική χαρτογράφηση κάλυψης γης σε εθνικό επίπεδο και παρακολούθηση των αλλαγών της. Πρακτικά 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 1098-1107.

Γήτας, Ι., Πολυχρονάκη, Α., Γαλιδάκη, Γ., Δραγόζη, Ε., Δημητρακόπουλος, Κ., Τομπουλίδου, Μ., Μελιάδης, Μ., Μηνάκου, Χ. και Καταγής, Θ., 2012. Χαρτογράφηση των βασικών κατηγοριών κάλυψης γης της Ελλάδας με τη μέθοδο της τηλεπισκόπησης, στο Λιαρίκος, Κ., Μαραγκού, Π., και Παπαγιάννης, Θ. (επιμ. έκδοσης) 2012. Η Ελλάδα τότε και τώρα: Διαχρονική καταγραφή των καλύψεων γης, 1987-2007. WWF Ελλάς. Αθήνα.

Gitas, I.Z. Karydas, C.G. and Kazakis, G.V., 2003. Land Cover Mapping of Mediterranean landscape using SPOT4Xi and IKONOS imagery; A primary investigation. *Options Méditerranées. Série B*, 46.

Καρτέρης, Μ.Α., 1995. Δασική Αεροφωτογραφία. Β' έκδοση, Ανατύπωση. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.

Κορακάκη, Ε., Καλεβρά, Ε., Μαραγκού, Ν., Κορδοπάτης, Π., και Λιαρίκος, Κ., 2013. Μεταβολές στις καλύψεις γης της Ελλάδας κατά την εικοσαετία 1987-2007. Πρακτικά 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 969-976.

Κουτρομπή, Α.Ι., Γήτας, Ι.Α. και Καρτέρης, Μ.Α., 2007. Συγκριτική χαρτογράφηση χρήσεων / κάλυψης γης με τεχνικές ψηφιακής ανάλυσης δορυφορικών εικόνων. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, 18(2): 4-15.

Μελιάδης Ι. και Μελιάδης, Μ., 2013. Η χαρτογραφική απεικόνιση των Ελληνικών Δασών και οι σύγχρονες τεχνολογίες. Πρακτικά 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 1004-1014.

Τσιάρας, Σ., 2010. Προοπτικές για βιώσιμη ή αειφόρο ανάπτυξη στον Δήμο Περίων. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη. Σελ. 310.

Wubie, M.A., Assen, M. and Nicolau, M.D., 2016. Patterns, causes and consequences of land use/cover dynamics in the Gumara watershed of lake Tana basin, Northwestern Ethiopia. Environ. Syst. Res. 5(1): 1-12.

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΛΟΓΟ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΚΑΛΑΜΟΣ

Καρφάκης, Θεόδωρος

Μη κυβερνητική οργάνωση Τέρα Σιλβέστρις, Κάλαμος Λευκάδος, Λευκάδα 31081,
tedkarfakis@terrasyvestris.org

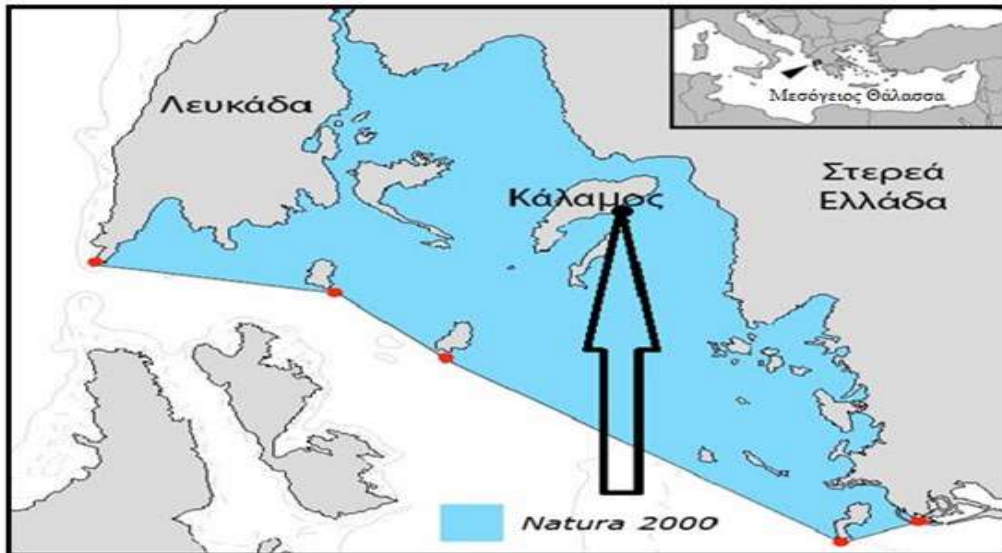
Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η δημιουργία ενός καταλόγου ορνιθοπανίδας του νησιού Κάλαμος βασισμένου σε συστηματικές αλλά και οπορτουνιστικές οπτικές και ηχητικές παρατηρήσεις ανά μεγάλα χρονικά διαστήματα για τους διαφόρους βιοτόπους του ανά γεωγραφική ζώνη και εποχή του έτους. Συνολικά καταγράφηκαν 82 είδη πουλιών που είχαν τακτική παρουσία στην περιοχή την χρονική περίοδο 1995-2021. Από αυτά 3 ήταν καινούργια για την περιοχή των Ιονίων νήσων ενώ 55 προστατεύονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Η παρουσία ενός σημαντικού αριθμού προστατευόμενων ειδών, η εμφανής σημασία για τα μεταναστευτικά πουλιά καθώς και ο σχετικά μεγάλος αριθμός και η ποικιλομορφία ειδών σε σχέση με άλλες πολύ μεγαλύτερες αλλά και πιο αυστηρά προστατευόμενες περιοχές στον γειτονικό χώρο επιβάλουν την περαιτέρω προστασία του χερσαίου και θαλασσιού χώρου του νησιού. Αυτό απαραίτητα με την κατάλληλη και ταυτόχρονα ισομερή συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών ιδιαίτερα λόγω του μεγάλου αριθμού ειδών που παρατηρήθηκε σε περιοχές με άμεση ανθρώπινη παρουσία και διαχείριση.

Λέξεις κλειδιά: Σημαντικές περιοχές για τα πουλιά, Natura 2000, ωδικά πτηνά, μεταναστευτικά πτηνά, νήσος Κάλαμος

Εισαγωγή

Το νησί Κάλαμος (Εικόνα 1) βρίσκεται νοτιοανατολικά της Λευκάδας στο κέντρο του εσωτερικού Ιονίου αρχιπελάγους και ανήκει στο σύμπλεγμα των Τηλεβοϊδων νήσων. Το ανάγλυφο του νησιού είναι εντονα ορεινό με υψηλότερη κορυφή το όρος Βουνί στα 850 μέτρα. Η βλάστηση του νησιού είναι χαρακτηριστικά μεσογειακή κυρίως ξυλώδης και εν γένει δασική (Baliouisis 2015). Το νησί διαθέτει επίσης μία ποικιλία χρήσεων γής κυρίως αγροτικής και δασικής (Global Forest Watch 2015). Έχει επίσης μία σχετικά υψηλή αξία για την χλωρίδα της χώρας καθώς πρόσφατα επισημάνθηκε ως κέντρο βοτανικής ποικιλότητας για το βόρειο Ιόνιο πέλαγος (Vali κ.α. 2019). Η θάλασσα περιοχή γύρω από το νησί θεωρείται σημαντική για την θαλάσσια βιοποικιλότητα (Karfakis και Karfaki 2018) αλλά και μέρος αυτής για την θαλάσσια ορνιθοπανίδα ιδιαίτερα καθώς είναι χαρακτηρισμένο και σαν σημαντική περιοχή για τα θαλάσσια πουλιά της χώρας (Fric κ.α. 2012). Το νησί είναι επίσης σε μία από τις σημαντικές περιοχές για τα πουλιά της Ελλάδας και πιο συγκεκριμένα αρκετά σημαντικό για αρπακτικά πτηνά (BirdLife international 2016, <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/echinades-kalamos-and-atokos-islands-iba-greece>). Τέλος μέρος της ακτογραμμής του νησιού προστατεύεται σαν μέρος του δικτύου Natura 2000 (GR2220003). Η περιοχή του νησιού αλλά και η γύρω περιοχή γενικότερα δέχεται σημαντικές ανθρωπογενείς πιέσεις από δραστηριότητες όπως υδατοκαλλιέργειες, εξορύξεις πετρελαίου και αερίου κ.α. (Karfakis και Karfaki 2018) που κάνουν επιτακτική την ανάγκη για όσο το δυνατόν εκτενή καταγραφή της σχετικής βιοποικιλότητας. Παρόλαυτα λείπει μία συστηματική και συνεχής καταγραφή της ορνιθοπανίδας του νησιού που θα καλύπτει σχετικά μεγάλες χωρικές και χρονικές κλίμακες και που θα εξετάζει συγκεκριμένα την κατανομή των ειδών στους διαφόρους βιοτόπους ανά κατηγορία χρήσεως γής του νησιού. Η παρούσα μελέτη είναι μία συμβολή προς αυτόν τον σκοπό.



Εικόνα 1. Η περιοχή μελέτης του νησιού Κάλαμος στο εσωτερικό Ιόνιο αρχιπέλαγος και η προστατευόμενη περιοχή GR2220003 που περιβάλλει τον θαλάσσιο και μέρος από τον χερσαίο χώρο.

Figure 1. Kalamos island in the inner Ionian archipelago relative to the GR2220003 Inner Ionian protected area that includes part of the terrestrial and the entire marine space.

Υλικά και μέθοδοι

Η αναγνώριση των ειδών ορνιθοπανίδας έγινε κυρίως μέσω οπτικών παρατηρήσεων με κυάλια 7x35 Bushnell και σε ορισμένες περιπτώσεις με τηλεσκόπιο 10x50 Bushnell για τις πιο μακρινές παρατηρήσεις. Τα είδη αναγνωρίστηκαν οπτικά βάσει μορφολογίας και γεωγραφικής κατανομής χρησιμοποιώντας οδηγούς πεδίου αναγνώρισης πουλιών. (Peterson κ.α. 1981, Howard και Moore 2014, LePage 2021)

Χρησιμοποιήθηκαν τα εξής είδη καταγραφών

1. Οπορτουριστικές ηχητικές και οπτικές παρατηρήσεις από τον συγγραφέα από το έτος 1995 μέχρι τον Απρίλιο 2021 από μία ποικιλία τοποθεσιών και βιοτόπων ανα το νησί.

2. Περιοδικές επιτόπιες οπτικές και ηχητικές παρατηρήσεις από τον συγγραφέα. Συστηματικά αρχεία από το 1995 μέχρι τον Απρίλιο του 2021 από περιπάτους κυρίως στο βόρειο τμήμα του νησιού(πευκοδάσος) επί του δασικού δρόμου που το διαπερνάει τις πρωινές ώρες από 0900 μέχρι 1200 τον χειμώνα και σπανιότερα τις ώρες 1800 με 2100 και το καλοκαίρι τις ώρες 1900 με 2100 και σπανιότερα στο νότιο τμήμα του νησιού τον χειμώνα τις ώρες 0800 με 1400 κατά μέσο όρο επί του αγροτικού δρόμου που καταλήγει στο εγκαταλελειμμένο χωρίο Κεφάλι στο νότιο τμήμα του νησιού.

3. Οπτικές παρατηρήσεις την μέθοδο των σημειακών παρατηρήσεων(point observations) σε μια ποικιλία βιοτόπων του νησιού βάσει της μεθοδολογίας των Huff κ.α. (2000) στα πλαίσια του προγράμματος ορνιθολογικών μελετών της Τέρα Σιλβέστρις

4. Συνεντεύξεις με τοπικούς κατοίκους σε περιορισμένο βαθμό για οπτικές επιβεβαιώσεις όσο το δυνατόν περισσότερων ειδών και για επισήμανση αλλών που δεν υπήρχαν στις οπτικές η ακουστικές παρατηρήσεις

Η εργασία πεδίου πραγματοποιήθηκε σε μία ποικιλία βιοτόπων του νησιού που περιελάμβανε κυρίως διάφορες μορφές δευτερογενούς ημιφυσικής βλάστησης κυρίως μακία βλάστηση και μεσογειακό πευκοδάσος χαλεπίου πευκης και αγροτικές εκτάσεις με ελαιόδενδρα και άλλα δένδρα η βοσκοτόπια.

Η ταξονομία των ειδών και τα κοινά ονόματα έγινε σύμφωνα με τον κατάλογο των πουλιών της Ελλάδας

της Ευρωπαϊκής ένωσης (https://www.ornithologiki.gr/page_list.php?IID=3&sp=no&st=no&sf=yes&ss=yes) ενώ στοιχεία για το καθεστώς προστασίας αντλήθηκαν από την Ευρωπαϊκή κόκκινη λίστα για τα πουλιά (BirdLife 2015). Για την αναγνώριση των ήχων χρησιμοποιήθηκαν οι βάσεις δεδομένων Xeno Canto (<https://www.xeno-canto.org>) και ebird (<https://ebird.org/>). Τα είδη κατηγοριοποιήθηκαν βάσει του υψομέτρου που έγιναν οι πιο συχνές παρατηρήσεις σε κάθε είδος σε κλίμακες υψομέτρου (A-

ακτογραμμή, Β- <200 μετρα υψόμετρο, Γ-200 με 500 μετρα υψόμετρο, Δ- μεγαλύτερο από 500 μέτρα υψόμετρο), εποχή του χρόνου που παρατηρήθηκαν(Χ-Χειμώνας, Κ-Καλοκαίρι,Φ- Φθινοπωρο ,Α-Ανοιξη), είδος βιοτόπου που παρατηρήθηκαν(ΠΔ-πευκοδάσος χαλεπίου πέυκης, ΑΠ-δασική εκταση με αειφυλλα πλατύφυλλα, ΜΒ-Μακία βλάστηση, ΓΚ-Γκαριγκ ΑΓ- Ανοιχτή αγροτική γη με ελαιόδενδρα, ΚΓ-Κλειστή αγροτική γη με ελαιόδενδρα και άλλα αγροτικά δένδρα κυρίως αμυγδαλιές) καθώς και σε οικολογικές ομάδες(μεταναστευτικά και μή) και τέλος βάσει της Ευρωπαϊκής οδηγίας για την προστασία των πουλιών.

Αποτελέσματα

Γενικά

Στο νησί συνολικά καταγράφηκαν 82 είδη πτηνών. Η πλειονότητα των παρατηρήσεων έγινε μέσω θεάσεων και σε πολύ μικρότερο βαθμό μέσω των ήχων τους ενώ μερικά μόνο είδη επισημάνθηκαν αποκλειστικά μέσω συνεντεύξεων (Κιτρινοκαλιακούδα και κοκκινοκαλιακούδα). Ανάμεσα στα είδη που αναγνωρίστηκαν 55 συνολικά προστατεύονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Τα είδη άνηκαν σε 43 οικογένειες και 17 τάξεις. Καταγράφηκαν 3 είδη που 'δεν είχαν καταγραφεί προηγουμένως για τα Ιόνια νησιά. Οι πιο κοινές οικογένειες ειδών ήταν στις τάξεις των πασεριμόρφων κυρίως και δευτερευόντως των χαραδριμόρφων. Η οικολογική ομάδα των ωδικών πτηνών ήταν σαφώς κυρίαρχη σε είδους και παρουσία και δευτερευόντως τα μικροπούλια γενικότερα. Είδη πουλιών από όλα τα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας επισημάνθηκαν όπως επίσης και πτωματοφάγα είδη. Η πλειοψηφία των ειδών που καταγράφηκαν ήταν μεταναστευτικά είδη που διαχειμάζουν στην περιοχή της Μεσογείου καθώς και σε πολύ μικρότερο βαθμό κάποια πολύ λιγότερα που ερχονται την καλοκαιρινή περίοδο. Στον πίνακα Ι απεικονίζονται τα είδη που επισημάνθηκαν με τα σχετικά χαρακτηριστικά τους .

Πίνακας 1. Επιστημονική και Ελληνική ονομασία, εποχή, περιοχή του νησιού και βιότοπος παρατήρησης και καθεστώς προστασίας των ειδών βάσει Ευρωπαϊκής οδηγίας που επισημάνθηκαν στο νησί Κάλαμος.

Table 1. Scientific and Greek names, observation season, area of the island, habitat and protection status of based on the EU birds directive of the noted bird species of Kalamos island.

Επιστημονική ονομασία	Ελληνική ονομασία	Κατηγορία μετανάστευσης	Κλάση υψόμετρου παρατήρησης	Εποχή παρατήρησης	Βιότοπος Παρατήρησης	Ευρωπαϊκή οδηγία
<i>Accipiter nisus</i>	(Κοινό) Ξεφτέρι	Μεταναστευτικό	Β	Χ	ΠΔ,ΚΓ	
<i>Aquila chrysaetos</i>	Χρυσαιτός	Μεταναστευτικό	Γ,Δ	Χ,Κ	ΓΚ	I
<i>Buteo buteo</i>	(Κοινή) Γερακίνα	Μεταναστευτικό	Β,Γ,Δ	Χ,Κ,Α	ΓΚ,ΑΓ,ΚΓ,ΠΔ	II/B
<i>Circus gallicus</i>	Φιδαιτός	Μεταναστευτικό	Β	Χ,Κ	ΑΓ,Μ,ΚΓ	I
<i>Milvus migrans</i>	Τσίφτης	Μεταναστευτικό	Β,Γ	Κ	ΑΓ,Μ	I
<i>Gyps Fulvus</i>	Όρνιο	Μεταναστευτικό	Δ	Χ	ΓΚ,ΚΓ	I
<i>Circus aeruginosus</i>	Καλαμόκιρκος	Μεταναστευτικό	Β	Χ	ΑΓ	I
<i>Tachymartus melba</i>	Σκεπαρνάς	Μεταναστευτικό	Δ	Κ	ΓΚ	I
<i>Urupa erops</i>	Τσαλαπετεινός	Μεταναστευτικό	Α,Β,Γ	Α	ΠΔ,ΚΓ	
<i>Apus apus</i>	(Κοινή) Σταχτάρα	Μεταναστευτικό	Α	Κ,Α	ΑΓ	II/B III/B
<i>Caprimulgus europaeus</i>	(Ευρωπαϊκό) Γιδοβύζι	Μεταναστευτικό	Β	Κ	ΠΔ,ΚΓ	II/A III/B
<i>Scolopax rusticola</i>	(Ευρασιατική) Μπεκάτσα	Μεταναστευτικό	Β	Χ	ΠΔ	I
<i>Sterna sandvicensis</i>	Χειμωνογλάρονο	Μεταναστευτικό	Α	Χ	ΓΚ	I
<i>Larus michahellis</i>	Ασημόγλαρος (της Μεσογείου)	Μεταναστευτικό	Α,Β,Γ,Δ	Χ,Κ,Α,Φ	ΓΚ,ΑΓ,ΚΓ,ΠΔ	I
<i>Columba livia</i>	Αγριοπερίστερο	μη-μεταναστευτικό	Α,Β	Χ,Κ,Α,Φ	ΓΚ,ΑΓ,ΠΔ	II/B
<i>Columba palumbus</i>	(Κοινή) Φάσσα	Μεταναστευτικό	Β	Χ	ΠΔ	
<i>Streptopelia decaocto</i>	Δεκαοχτούρα	Μεταναστευτικό	Β	Χ,Κ	ΚΓ,ΑΓ	I
<i>Streptopelia turtur</i>	(Ευρωπαϊκό) Τρυγόνι	Μεταναστευτικό	Β	Α	ΠΔ,ΑΓ	I
<i>Alcedo atthis</i>	(Ευρωπαϊκή) Αλκυόνη	Μεταναστευτικό	Α	Χ	ΓΚ	
<i>Merops apiaster</i>	(Ευρωπαϊκός) Μελισσοφάγος	Μεταναστευτικό	Β	Α	ΑΓ	II/B
<i>Cuculus canorus</i>	(Ευρωπαϊκός) Κούκος	Μεταναστευτικό	Β	Χ	ΠΔ	II/A

<i>Falco naumanni</i>	(Ευρωπαϊκό) Κικρινέζι	Μεταναστευτικό	A,B	K,A	ΓΚ,ΚΓ	I
<i>Falco peregrinus</i>	Πετρίτης	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ,ΚΓ	II/B
<i>Falco tinnunculus</i>	Βραχοκικινέζο	Μεταναστευτικό	A,B	X,K,A,Φ	ΠΔ,ΓΚ	I
<i>Alectoris graeca</i>	Πετροπέρδικα	μη-μεταναστευτικό	B,Γ,Δ	X,K,A,Φ	ΓΚ,ΑΓ,ΚΓ,Μ	I
<i>Coturnix coturnix</i>	(Κοινό) Ορτύκι	Μεταναστευτικό	B	Φ	Μ	I
<i>Phasianus colchicus</i>	(Κοινός) Φασιανός	μη-μεταναστευτικό	B	X,K,A	ΠΔ,ΑΓ	II/A
<i>Regulus ignicapilla</i>	Πυροβασιλίσκος	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	
<i>Carduelis carduelis</i>	(Κοινή) Καρδερίνα	Μεταναστευτικό	B	K,A	ΑΓ,ΚΓ,ΠΔ	I
<i>Certhia brachydactyla</i>	Καμποδεντροβάτης	μη-μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	I
<i>Chloris chloris</i>	Φλώρος	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	I
<i>Corvus corax</i>	(Κοινός) Κόρακας	Μεταναστευτικό	B	X,K,A,Φ	ΚΓ,ΑΓ	I
<i>Corvus corone</i>	(Σταχιά) Κουρούνα	Μεταναστευτικό	A,B	K	ΓΚ	I
<i>Corvus monedula</i>	(Ευρωπαϊκή) Κάργια	Μεταναστευτικό	B,Γ	K,A	ΓΚ,Μ,ΑΓ,ΠΔ	I
<i>Corvus cornix</i>	Σταχτοκουρούνα	μη-μεταναστευτικό	B,Γ	A	ΠΔ	
<i>Erithacus rubecula</i>	Κοκκινολαίμη	Μεταναστευτικό	B	X,A	ΑΓ,ΚΓ,ΠΔ	II/B
<i>Fringilla coelebs</i>	(Κοινός) Σπίνος	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	
<i>Hirundo rustica</i>	Σταβλοχελιδόνο	Μεταναστευτικό	B	K,A	ΚΓ,ΑΓ	
<i>Lanius senator</i>	Κοκκινοκεφαλάς	Μεταναστευτικό	B,Γ	K,A	ΚΓ,ΑΓ	II/B
<i>Linaria cannabina/Carduelis cannabina</i>	Φανέτο	μη-μεταναστευτικό	B,Γ	X,K,A	ΑΓ,ΚΓ,ΠΔ	
<i>Lullula arborea</i>	Δεντροσταρήθρα	Μεταναστευτικό	B,Γ	X,K,A,Φ	ΑΓ,Μ	I
<i>Luscinia megarhynchos</i>	(Κοινό) Αηδόνη	Μεταναστευτικό	A,B	K	ΚΓ,Μ	
<i>Motacilla alba</i>	Λευκοσουσουράδα	Μεταναστευτικό	A,B	X	ΚΓ,ΓΚ	I *
<i>Motacilla cinerea</i>	Σταχτοσουσουράδα	Μεταναστευτικό	A,B	X	ΚΓ,ΓΚ	
<i>Motacilla flava</i>	Κιτρινοσουσουράδα	Μεταναστευτικό	A,B	X	ΚΓ,ΓΚ	
<i>Oriolus oriolus</i>	(Ευρωπαϊκός) Συκοφάγος	Μεταναστευτικό	B	K,A	ΚΓ,ΑΓ	I
<i>Periparus ater</i>	Ελατοπαπαδίτσα	Μεταναστευτικό	B	X	ΚΓ,ΠΔ	I
<i>Parus major</i>	Καλόγερος	μη-μεταναστευτικό	B	X	ΚΓ,ΠΔ	I
<i>Passer domesticus</i>	Σπιτοσπουργίτης	μη-μεταναστευτικό	B,Γ,Δ	X,A	ΑΓ,ΚΓ,ΠΔ	I
<i>Passer montanus</i>	Δεντροσπουργίτης	μη-μεταναστευτικό	B,Γ,Δ	X,A	ΑΓ,ΚΓ,ΠΔ	I
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Καρβουνιάρης	Μεταναστευτικό	B	X	ΚΓ,ΠΔ	
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	(Κοινός) Φοινίκουρος	Μεταναστευτικό	B	X	ΚΓ,ΠΔ	I *
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Βραχοχελιδόνο	μη-μεταναστευτικό	B,Γ	K	ΑΓ	
<i>Regulus regulus</i>	Χρυσοβασιλίσκος	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	I
<i>Sitta neumayer</i>	(Δυτικός) Βραχοσποανάκος	μη-μεταναστευτικό	B,Γ	X	ΓΚ,ΚΓ	
<i>Sylvia atricapilla</i>	Μαυροσκούφη	Μεταναστευτικό	B	X,A	ΠΔ	I
<i>Sylvia borin</i>	Κηποτσιροβάκος	Μεταναστευτικό	B,Γ	X,A,Φ	ΠΔ	
<i>Curruca melanocephala</i>	Μαυροτσιροβάκος	μη-μεταναστευτικό	B	X,Φ	ΚΓ,ΑΓ	I
<i>Troglodytes troglodytes</i>	(Ευρωπαϊκός) Τρυποφράχτης	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ,ΚΓ	I
<i>Turdus iliacus</i>	Κοκκινότσιγλα	Μεταναστευτικό	B,Γ	X	ΠΔ,ΚΓ	I
<i>Turdus merula</i>	(Κοινός) Κότσυφας	Μεταναστευτικό	B,Γ	X	ΠΔ,ΚΓ	I
<i>Turdus philomelos</i>	(Κοινή) Τσίγλα	Μεταναστευτικό	B,Γ	X	ΠΔ,ΚΓ	
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Γαλαζοπαπαδίτσα	Μεταναστευτικό	B,Γ	X	ΠΔ,ΚΓ	I
<i>Cecropis daurica</i>	Μιλτοχελιδόνο	Μεταναστευτικό	A,B	K,A	ΚΓ,ΑΓ	

<i>Delichon urbicum</i>	Λευκοχελιδόνο	Μεταναστευτικό	A,B	K,A	KΓ,ΑΓ	I
<i>Muscicapa striata</i>	Σταχτομυγοχάφτης	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	II/B
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Θαμνοφυλλοσκόπος	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	
<i>Prunella modularis</i>	(Κοινός) Θαμνοβάλτης	Μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	I
<i>Sylvia cantillans</i>	Κοκκινοτσιροβάκος	Μεταναστευτικό	B	X,A	M	II
<i>Dendrocopos medius</i>	Μεσαίος Δρυοκολάπτης	μη-μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	
<i>Picus viridis</i>	Πράσινος Δρυοκολάπτης	μη-μεταναστευτικό	B	X	ΠΔ	II/A III/B
<i>Pyrocorax graculus</i>	Κιτρινοκαλιακούδα	μη-μεταναστευτικό	Δ	μη διαθέσιμο	ΓΚ	I
<i>Pyrocorax pyrocorax</i>	Κοκκινοκαλιακούδα	μη-μεταναστευτικό	Δ	μη διαθέσιμο	ΓΚ	
<i>Athene noctua</i>	(Ευρωπαϊκή) Κουκουβάγια	μη-μεταναστευτικό	B	X,K,A,Φ	KΓ,ΠΔ	
<i>Bubo bubo</i>	(Κοινός) Μπούφος	μη-μεταναστευτικό	B,Γ	X,K,A,Φ	KΓ,ΑΓ	
<i>Otus scops</i>	(Ευρασιατικός) Γκιώνης	Μεταναστευτικό	B	X,K,A,Φ	ΠΔ,KΓ,M,ΑΓ	I II/B
<i>Strix aluco</i>	(Κοινός) Χουχουριστής	μη-μεταναστευτικό	B	X,K,A,Φ	KΓ,ΠΔ	
<i>Tyto alba</i>	Τυτό	μη-μεταναστευτικό	B	X,K,A,Φ	KΓ,ΑΓ	II/B
<i>Phalacrocorax sp</i>	Κορμοράνος(αγνωστο είδος)	μη διαθέσιμο	A	X	ΓΚ	Αγνωστο είδος
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	(Ευρωπαϊκός) Θαλασσοκόρακας	μη-μεταναστευτικό	A	X	ΓΚ	
<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Ψαθοποταμίδα	Μεταναστευτικό	Γ	K	ΓΚ	I

Συζήτηση-συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη είναι η πιο εκτεταμένη σε σχέση με την ποικιλότητα της ορνιθοπανίδας του νησιού χρονικά μέχρι τώρα και παρέχει μία εκτεταμένη ορνιθολογική λίστα για το νησί Κάλαμος που για πρώτη φορά περιλαμβάνει δεδομένα για την παρουσία των διαφόρων ειδών στους διάφορους βιότοπους του νησιού και ανά γεωγραφική περιοχή του. Ο παρών κατάλογος ορνιθοπανίδας περιέχει ένα σημαντικό αριθμό μεταναστευτικών ειδών στην μεγάλη πλειοψηφία τους διαχειμαζόντων. Η σημαντική παρουσία αυτής της λειτουργικής ομάδας είναι πιθανόν να εξηγείται τουλάχιστον εν μέρει λόγω γεωγραφικής τοποθεσίας και πιο συγκεκριμένα της γειτνίασης του νησιού με μερικούς από τους μεγαλύτερους υγρότοπους της Ευρωπαϊκής ηπείρου, αυτούς του Μεσσολογγίου και του Αμβρακικού. Ο σχετικά μεγάλος αριθμός ειδών του παρόντος καταλόγου του νησιού συγκριτικά με παρακείμενες και πολύ μεγαλύτερες επίσημα προστατευόμενες περιοχές (245 είδη πουλιών στην Κεφαλονιά και 295 στην παρακείμενη Ακαρνανική ακτή για παράδειγμα, Le Page 2021) και σχεδόν το ένα τέταρτο όλων των ειδών που έχουν επισημανθεί στη χώρα (449 είδη Handrinos κ.α. 1999, https://www.ornithologiki.gr/page_list.php?IID=3&sp=no&st=no&sf=yes&ss=yes) θα μπορούσε να εξηγηθεί εν μέρει πιθανώς από την απουσία σύγχρονων γεωργικών πρακτικών σε συνδιασμό με τον μικρό ανθρώπινο πληθυσμό και την απουσία εκτεταμένων ανθρωπίνων εγκαταστάσεων και δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα στο νησί επί του παρόντος υφίστανται σχετικά λίγες ανθρωπίνες δραστηριότητες, περιορισμένες κυρίως σε ένταση και έκταση (παραδοσιακές μορφές γεωργίας πολύ μικρής κλίμακας, τουρισμός ήπιας μορφής κ.α.) που σε συνδιασμό με το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου του νησιού πρακτικά είτε δεν χρησιμοποιείται παρα μόνο σε ελάχιστο βαθμό από τον περιορισμένο αριθμό οχημάτων και κατοίκων του νησιού, είτε το παραπάνω σε συνδιασμό με την πολύ κακή ποιότητα του μεγαλύτερου μέρους των δρόμων λόγω έλλειψης συντήρησης (σε ορισμένα τμήματα ακόμα και πάνω από 20 χρόνια να γίνει τακτική συντήρηση) ή/και ελάχιστα συχνής χρήσης (Προσωπικές παρατηρήσεις). Το νησί διαθέτει μία σημαντική ποικιλομορφία βιοτόπων μαζί με μία σχετική γεωγραφική ετερογένεια του τοπίου που πιθανώς συνεισφέρει στην ποικιλία των ειδών ορνιθοπανίδας. Υπάρχει επιπλέον μία σημαντική ποικιλομορφία στην βλάστηση και επιπλέον γενικότερα μεγάλη κάλυψη από δενδρώδη ή θαμνώδη βλάστηση που είναι άμεσα διαθέσιμη για μία ποικιλία ειδών (Global Forest Watch 2015). Ειδικότερα η πλειονότητα των πουλιών στον παρόντα

κατάλογο είναι ωδικά πουλιά σχετικά μικρού μεγέθους. Αυτό είναι πολύ πιθανό να εξηγείται από τα προαναφερθέντα γενικότερα χαρακτηριστικά του βιοτόπου και πίο συγκεκριμένα την πυκνή κάλυψη από ξυλώδη βλάστηση και το γεγονός ότι το τοπίο χαρακτηρίζεται από απότομο βουνά και φαράγγια που δεν διευκολύνουν την άμεση επικοινωνία μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους. Τα παραπάνω θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην σημαντική η ακόμα και κυρίαρχη παρουσία ειδών που επικοινωνούν με δυνατούς διαπεραστικούς ήχους καθότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αυτόν τον βίοτοπο καλύτερα κάτι που έχει παρατηρηθεί γενικά και σε άλλες περιοχές παγκοσμίως (π.χ. Brieffer κ.α. 2010). Επιπλέον το νησί είναι περίπου 2.700 εκτάρια, οπότε είδη που είναι σχετικά μικρά σε μέγεθος μπορούν πιθανώς να χρησιμοποιήσουν καλύτερα ένα τέτοιο περιβάλλον με περιορισμένους πόρους για την επιβίωση (Clegg και Owens 2002). Παρόλαυτά αρκετά είδη που είναι χαρακτηριστικά πίο ανοικτών βιοτόπων και σχετικά ανοιχτών εκτάσεων με γλυκό νερό βρίσκονται στον παρόντα κατάλογο του νησιού. Τα είδη αυτά όπως ήταν αναμενόμενο επισημάνθηκαν σε περιοχές με πίο ανοιχτές μορφές βλάστησης (φρύγανα, χορτολιβαδικές κ.α.) και σε μεγαλύτερα υψόμετρα του νησιού που η βλάστηση είναι γενικότερα πίο αραιή λόγω διαχειριστικών πρακτικών των τοπικών κοινωνιών του παρελθόντος (προσωπικές παρατηρήσεις) ειδικά στο ανατολικό τμήμα και στις πίο εκτεθειμένες βραχώδεις πλαγιές. Αναμένουμε περισσότερα είδη σε αυτή την κατηγορία των μικροπουλιών να προστεθούν στον κατάλογο στο μέλλον καθώς και να αυξηθεί σημαντικά ο αριθμός των ειδών γενικότερα καθότι τα πουλιά του νησιού δείχνουν να είναι γενικά μικρού μεγέθους και με προτίμηση σε βιοτόπους με πυκνή βλάστηση που τα κάνει από αρκετά δύσκολο έως αδύνατο να παρατηρηθούν οπτικά. Επιπλέον αυτή η ομάδα κατείχε τον κύριο όγκο των παρατηρήσεων. Είδη που συσχετίζονται άμεσα με σχετικά αδιατάρακτη δασική βλάστηση και σε κάποιες περιπτώσεις νεκρό ξύλο και βιοτόπους με διαδοχικά στρώματα δασικής βλάστησης ήταν παρόντα σε σημαντικό βαθμό επίσης (περίπου 30 από τα 81 συνολικά είδη). Η μεγάλης κλίμακα εγκατάλειψη αγροτικών γαιών του νησιού με την μαζική μετανάστευση του πληθυσμού θα μπορούσε να εξηγήσει αυτό το φαινόμενο. Αυτό γιατί το νησί θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σε κατάσταση φυσικής επαναφοράς της φυσικής σύνθεσης και δομής και των φυσικών λειτουργιών των οικοσυστημάτων στο μεγαλύτερο μέρος του βάσει των σχετικών ορισμών των Nogués-Bravo κ.α. (2016) επί του παρόντος. Σε σχέση με τα αρπακτικά πουλιά συγκεκριμένα αξίζει να σημειωθεί η παρουσία μεγάλων αρπακτικών και ιδιαίτερα είδη όπως το Ορνιο (*Gyps Fulvus*) και ο Χρυσασαετός (*Aquila Chrysaetos*) υποστηρίζει την θέση περί σημασίας του νησιού σε σχέση με αυτή την ομάδα κάτι που έχει τεκμηριωθεί και από παλαιότερες μελέτες (π.χ. Δημαλέξης κ.α 2010.)-

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί εδώ ότι στο νησί λόγω σχετικής απομόνωσης και ιδιαίτερων κοινωνικοοικονομικών και πολιτιστικών συνθηκών η ασκήση της εκτατικής κτηνοτροφίας στα ορεινά και ημιορεινά του νησιού γίνεται με μη εντατικούς ρυθμούς και με τρόπο που σημαίνει ότι υπάρχουν ακόμα νεκρά ζώα (Κατσίκες) στο τοπίο που απλώς αφήνονται να αποσυντεθούν επιτόπου και η παρουσία τους επιπλέον σε ημιάγρια κατάσταση σημαίνει και πιθανή λεία για είδη αετού όπως ο χρυσασαετός σε ζωντανή αλλά και νεκρή μορφή που καταδुकνύει και την πιθανή αξία του βιοτόπου για μεγάλα αρπακτικά πουλιά. Παρόλαυτα παραμένουν κάποιοι περιορισμοί στην παρούσα μελέτη καθότι δεν περιλαμβάνονται δεδομένα από περιοχές μεγαλύτερου υψόμετρου του νησιού (>500μ) όσο συστηματικά και εκτεταμένα για τις περιοχές χαμηλότερου υψόμετρου. Περισσότερα δεδομένα από τα μεγαλύτερα υψόμετρα ιδιαίτερα αναμένονται να αυξήσουν σημαντικά τον αριθμό ειδών στον κατάλογο. Το νησί έχει μία σημαντική κάλυψη από ξυλώδη βλάστηση κάτι που από σχετικές αεροφωτογραφίες δείχνει να είναι σταθερό σχετικά για τουλάχιστον έναν αιώνα σε σχέση με την παρακείμενη Ακαρνανική ακτή. Αυτό σε συνδιασμό με την ανάλυση αυτής της μελέτης οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για έναν σημαντικό χερσαίο αλλά και παρακείμενο θαλάσσιο βίοτοπο για τα πουλιά και περισσότερη προστασία κρίνεται κατα συνέπεια απαραίτητη. Επιπλέον το νησί είναι εμφανώς σημαντικό για τα μεταναστευτικά πτηνά. Είναι πολύ σημαντικό εδώ να σημειωθεί ότι πρόκειται για βίοτοπο με πλούσια βλάστηση και μικρή ανθρώπινη παρουσία που γειτνιάζει με περιοχές με έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα και πιέσεις ειδικά την κοντινή Ακαρνανική ακτή που χαρακτηρίζεται από την γενική απουσία ξυλώδους αλλά και ακόμα περισσότερο δασικής βλάστησης (Global Forest Watch 2015).

Μετρα προστασίας και περαιτέρω αποκατάστασης του βιοτόπου είναι απαραίτητα για το μέλλον που να είναι ομώς καταλυτικά στην παρούσα διαδικασία φυσικής επαναφοράς προκειμένου να αυξηθεί η αξία του για την βιοποικιλότητα. Το εσωτερικό Ιόνιο αρχιπέλαγος τα νησιά αλλά και οι παρακείμενες

Ακαρνανικές ακτές γενικά τις τελευταίες δεκαετίες ειδικότερα είναι πεδίο έντονων και σημαντικών αλλαγών. Συγκεκριμένα Δρόμοι, υδατοκαλλιέργειες, εξορύξεις πετρελαίου και αερίου, φάρμες ηλιακής και αιολικής ενέργειας, μαζικός τουρισμός, και μαζικής αστικοποίηση, αύξηση της ήδη υπάρχουσας βιομηχανικής αλιείας, προγράμματα προστασίας της φύσης που δεν λαμβάνουν επαρκώς υπόψη τις τοπικές κοινωνίες μεταξύ άλλων απειλούν συνδιαστικά την ευαίσθητη και ήδη υποβαθμισμένη οικολογία της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα αξίζει να σημειωθούν για διάφορα είδη πουλιών κάποιες πιο συγκεκριμένες παρατηρήσεις σε σχέση με τα παραπάνω. Πρώτα για το ορνίο Στην γειτονική Ακαρνανία στην σχετική αποικία του είδους συνεχίζεται η ανάπτυξη μονάδων παραγωγής αιολικής και ηλιακής ενέργειας που είναι σίγουρο ότι θα επηρεάσει τον εναπομεινόμενο αρνητικά στον μέγιστο βαθμό. Επίσης για το χειμονογλάρονο είναι πιθανό ότι το είδος χρησιμοποιεί την ζώνη του νησιού ενεργά και θα έπρεπε να διερευνηθεί η παρουσία του περαιτέρω μαζί με την πιθανότητα για επέκταση του χαρακτηρισμού της σημαντικής περιοχής για τα θαλάσσια πουλιά που υπάρχει στο νότιο τμήμα του εσωτερικού Ιονίου αρχιπελάγους (Fric κ.α. 2012) και επί του παρόντος δεν περιλαμβάνει τα νερά που βρίσκονται άμεσα γύρω από τον Κάλαμο.

Τέλος για την Κιτρινοκαλιακούδα και την Κοκκινοκαλιακούδα είναι σημαντικό να διερευνηθεί περαιτέρω το ζήτημα της παρουσίας των ειδών αυτών δεδομένης της σημασίας της πιθανότητας και είδους παρουσίας τους στην νησιωτική χώρα και επίσης λόγω του γεγονότος ότι πληροφορίες για την παρουσία του είδους προήλθαν αποκλειστικά από συνεντεύξεις με ντόπιους. Σε αυτό το σημείο πρέπει τέλος να τονιστεί ότι οι έρευνες έγιναν σε αποκλειστικότητα σε εκτάσεις που βρίσκονται πρακτικά αλλά και τυπικά ουσιαστικά κάτω από τον έλεγχο των τοπικών κοινωνιών και σε πολύ μικρότερο βαθμό έχουν επιπλέον και χαρακτηρισμό Νατούρα σαν μέρος της θαλάσσιας και χερσαίας προστατευόμενης περιοχής

GR2220003

(https://natura2000.eea.europa.eu/?query=Natura2000Sites_9883_0,SITECODE,GR2220003) αλλά με αυστηρότερους όρους για τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αυτό καταδεικνύει για άλλη μια φορά την σημασία περιοχών με παραδοσιακές μορφές διαχείρισης γης από παραδοσιακές κοινωνίες για την προστασία της βιοποικιλότητας (Khotari, 2006) και το πόσο σημαντικό είναι να συμπεριληφθούν και στην προκειμένη περίπτωση με ισομερή τρόπο βάσει σχετικών δεδομένων. Εκτεταμένες μελέτες για την καταγραφή της ορνιθοπανίδας της περιοχής είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση των σχετικών απειλών. Τέτοιες μελέτες πρέπει να είναι στοχευμένες ανα εποχές του έτους και να καλύπτουν ακόμα και τα πιο απομονωμένα μέρη της περιοχής γενικότερα.

Abstract

The purpose of this study was to create a preliminary checklist of bird species of the island of Kalamos based on systematic long-term observations in the different habitats and geographical zones of the island for different times of the year. Species were noted through opportunistic observations, periodic observations from the author, ocular observations that were part of the long-term ornithological monitoring program of Terra Sylvestris and to a much smaller extent interviews with local residents. A total of 82 bird species with a regular presence were noted of which 3 were new to the Ionian islands while there were 55 protected under European legislation. The number and diversity of species encountered in relation to other bigger and more strictly protected areas in the adjacent regions along with its obvious importance for migratory bird species make additional protection measures that are more inclusive of local communities in an equitable manner essential for the island and its adjacent waters especially because of the fact that most of the species were observed outside officially protected areas and within areas managed or directly controlled by local communities.

Βιβλιογραφία

Baliouis, E., 2015. Flora and Vegetation of the island of Kalamos (Ionian sea, Greece)-Floristic analysis and phytogeographical aspects. *Hacquetia* 14(1):307-318.

Birdlife International, 2015. European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

BirdLife International, 2016/ Country profile: Greece. Available from <http://www.birdlife.org/datazone/countrygreece>. Checked: 2016-11-10

Brieffer, E., Osiejuk, T.S., Rybak, F. and Aubin, T., 2010. Are bird song complexity and song sharing shaped by habitat structure? An information theory and statistical approach. *J. Theor. Biol.* 1(7):151-164.

Clegg, S. and Owens, I.P.F., 2002. The 'island rule' in birds: Medium body size and its ecological explanation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 269 (1498):1359-65.

Δημαλέξης, Α., Καστρίτης, Θ., Μανωλόπουλος, Α., Κορμπέτη, Μ., Φριτζ, Γ., Saravia Mullin, V., Ξηρουχάκης, Σ. και Μπούσμπουρας, Δ., 2010. Προσδιορισμός και χαρτογράφηση των ορνιθολογικά ευαίσθητων στα αιολικά πάρκα περιοχών της Ελλάδας. Ελληνική ορνιθολογική εταιρεία, Αθήνα 126 σελ.

Fric, J., Portolou, D., Manolopoulos, A and Kastritis, T. ,2012. Important areas for Seabirds in Greece. LIFE07 NAT/GR/000285-Hellenic Ornithological Society (HOS/Birdlife Greece), Athens.

Global forest watch database, 2015. Land use grid, Kalamos Island .[Πρόσβαση στις 12/3/2021]

Handrinos, G. and Akriotis, T., 1997. *The Birds of Greece*. Christopher Helm. London. p. 336.

Huff H.M., Bettinger, K. A., Ferguson, H. L., Brown, M.J. and Altman, B. 2000. A habitat-based point-count protocol for terrestrial birds, emphasizing Washington and Oregon. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR - 501 .Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 39 p.

Karfakis, T.N and Karfaki, G. N., 2018. Setting priorities for addressing community historical rights and conserving biodiversity in the Inner Ionian Marine Protected Area, Greece. *Biodiversity*, DOI:10.1080/14888386.2018.1478750

Κατάλογος των πουλιών της Ελλάδας Ελληνική Ορνιθολογική εταιρεία [Πρόσβαση στις 14/3/2021 https://www.ornithologiki.gr/page_list.php?IID=3&sp=no&st=no&sf=yes&ss=yes

Khotari, A.2006. Community conserved areas: towards ecological and livelihood security. *PARKS* 16(1) 3-13.

Lepage, D., 2021. Aitolia and Akarnania bird checklist. Avibase, the world bird database. <<https://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp>>. [Πρόσβαση στις 14/3/2021]

Lepage, D., 2021. Checklist of the birds of Ionian Islands. Avibase, the world bird database <http://avibase.bsceoc.org/checklist.jsp?lang=EN®ion=grii&list=howardmoore&format=1> [Πρόσβαση στις 14/3/2021]

Nogués-Bravo, D., Simberloff, D., Rhabek, C., and Sanders, N.J., 2016. Rewilding is the new Pandora's box in Conservation. *Curr Biol.* 26(3):R87-91.

Peterson, R., Mountfort, G. and Hollom, P., 1981. Τα πουλιά της Ελλάδας και της Ευρώπης. Χρυσός τύπος Α.Ε., Αθήνα.

The Howard and Moore Complete Checklist of the birds of the World: 4th edition incl. corrigenda vol. 1-2, Christidis L& Dickinson E.C. (Eds.)

Valli, A. T.,Kougioumtzis, K., Iliadou, E., Panitsa, M. and Trigas, P., 2019. Determinants of alpha and beta vascular plant diversity in Mediterranean island systems: the Ionian islands, Greece. *Nord. J. Bot.* 37(1): 1-13

Vanylis, D., Bounas A., Karris, G. and Triantis, A.K., 2020. The state of breeding birds in Greece: trends, threats, and implications for conservation. *Bird Conservation International* :1-15. https://natura2000.eea.europa.eu/?query=Natura2000Sites_9883_0,SITECODE,GR2220003 [Πρόσβαση στις 12/3/2021]

https://www.ornithologiki.gr/page_iba.php?aID=84&loc=en .[Πρόσβαση στις 12/3/2021]

<http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/echinades-kalamos-and-atokos-islands-iba-greece>. [Πρόσβαση στις 12/3/2021]

**Η ΣΧΟΛΙΚΗ ΑΥΛΗ ΩΣ ΠΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΜΕΣΩ
ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ**

**Κατσινίκας, Κωνσταντίνος¹; Λαζαρίδου, Βασιλική²;
Τζώρτζης, Αντώνιος³; Ελευθεριάδης, Αλέξανδρος⁴**

¹Δασοπόνος- Νομικός, M.Sc. M.Ed., Υπ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ., katsinikas@hotmail.com

²Δασοπόνος- Δικηγόρος, M.Sc. M.Ed., vickylazaridou@hotmail.com

³Αρχιτέκτων Τοπίου, M.Sc. M.Ed., Υπ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ., tz.antonios@gmail.com

⁴Δρ Γεωπόνος - Εδαφολόγος (M.Sc.) – επ. συνεργάτης Τμημάτων Δασολογίας και Φ.Π. Δι.Πα.Ε., και Αρχιτεκτονικής Τοπίου Δράμας, 1ο χλμ Δράμας – Μικροχωρίου, aleos4@yahoo.gr

Περίληψη

Η εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο σχολικό πρόγραμμα σπουδών ειδικής αγωγής συμβάλλει στην βελτίωση των ακαδημαϊκών αποτελεσμάτων. Η σχολική αυλή μπορεί να αξιοποιηθεί για μαθήματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ώστε η διδασκαλία τους να πραγματοποιείται με βιωματικούς τρόπους ξεφεύγοντας από τα στενά όρια της σχολικής τάξης. Τα φυτά αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία για τον σχεδιασμό των σχολικών αυλών. Ιδιαίτερα για τις περιπτώσεις σχολικών αυλών σε εκπαιδευτικά ιδρύματα με παιδιά ειδικής αγωγής, ο αρχιτέκτονας τοπίου θα πρέπει να επιλέγει τα κατάλληλα είδη φυτών για τις σχεδιαστικές του ανάγκες, με έμφαση σε αυτοφυή είδη. Η επιλογή των φυτικών ειδών, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για παιδιά ειδικής αγωγής, θα πρέπει να ακολουθεί την αξιολόγηση βασικών οικολογικών, λειτουργικών, αισθητικών και εκπαιδευτικών κριτηρίων, με την παράλληλη διαφύλαξη της ασφάλειας των παιδιών. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται και προτείνεται η επιλογή φυτικών ειδών για τις αυλές σχολείων ειδικής αγωγής.

***Λέξεις κλειδιά:** αυτοφυή φυτικά είδη, ειδική αγωγή, περιβαλλοντική εκπαίδευση, εκπαιδευτικά ιδρύματα, σχεδιασμός αύλιου χώρου.*

Εισαγωγή

Η σχεδίαση (αισθητική, λειτουργικότητα) της σχολικής αυλής έχει ιδιαίτερη σημασία για τα παιδιά ειδικής αγωγής, καθώς μια όμορφα διαρρυθμισμένη σχολική αυλή μπορεί να προκαλέσει στα παιδιά όμορφα συναισθήματα, ανάταση πνεύματος, να έχει θετική επίδραση στην υγεία και ιδιαίτερη συμβολή στην αισθητική εκπαίδευση τους, αναπτύσσοντας την δημιουργική τους σκέψη. Ένα υγιές και καλαίσθητο περιβάλλον σχολικής αυλής μπορεί να ενθαρρύνει την ανάπτυξη του παιδιού και να διεγείρει την προσωπική του στάση έναντι του περιβάλλοντος του. Ο σχεδιασμός μιας σχολικής αυλής απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας το άτομο αναπτύσσει την οπτική του για τον κόσμο, την αισθητική του κουλτούρα και την φυσική του κατάσταση (Koreva κ.α. 2017).

Σε πολλές έρευνες έχει υπογραμμιστεί η σημασία της αλληλεπίδρασης της φύσης με τα παιδιά με αναπηρίες και η επίδρασή της στην ανάπτυξη αυτών, με στοιχεία της φύσης, όπως είναι τα δέντρα, το γρασίδι και τα λουλούδια να αποδεικνύονται ιδιαίτερα χρήσιμα (Rouya και Demirel 2015, Rouya κ.α. 2016a, 2016b). Όπως και όλα τα παιδιά, τα παιδιά με ειδικές ανάγκες, θα πρέπει να είναι σε θέση να παίρνουν μέρος σε υπαίθριες ψυχαγωγικές δραστηριότητες στο χώρο του σχολείου τους (Tamoutseli 2009). Σύμφωνα με τις έρευνες, το παιχνίδι και η μάθηση των παιδιών σε φυσικά περιβάλλοντα, ενισχύει τη συμμετοχή, τη φαντασία, την ζωντάνια και την συνεργασία τους σε σύγκριση με τα τεχνικά περιβάλλοντα. Ιδιαίτερα το παιχνίδι σε πράσινους χώρους, μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά που χρήζουν ειδικής αγωγής να αναπτύξουν την ομιλία, τις αισθητηριακές και τις κοινωνικές τους δεξιότητες, την φαντασία και την ανεξαρτησία τους (Sutton 2008).

Σε γενικές γραμμές, οι έρευνες δείχνουν την σημαντική επίδραση των σχολικών αυλών για την ανάπτυξη των παιδιών (Fjortoft και Sageie 2000, Taylor κ.α. 1998, Wells 2000). Οι σχολικές αυλές μπορούν να λειτουργήσουν ως «υπαίθριες αίθουσες διδασκαλίας» για το μάθημα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε παιδιά ειδικής αγωγής (Malone και Tranter 2003) παρέχοντας τους κατάλληλους πόρους μάθησης των διαφόρων πτυχών του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, οι σχολικές αυλές έχουν τη δυναμική να προωθήσουν την αισθητηριακή διέγερση, καθώς και ευκαιρίες για δράση και ανατροφοδότηση (Wohlwill και Heft 1987), στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για την ανάπτυξη και διατήρηση της δέσμευσης των παιδιών με την φύση και την περιβαλλοντική γνώση. Επιπρόσθετα, οι έρευνες δείχνουν μια συσχέτιση μεταξύ της ποιότητας της βλάστησης των σχολικών αυλών και της φυσικής δραστηριότητας των παιδιών (Ozdemir και Yilmaz 2008), με την ύπαρξη αυτής να σχετίζεται με τον χρόνο που δαπανούν τα παιδιά στις σχολικές αυλές (Arbogast κ.α. 2009). Εκτός αυτού, έχει φανεί ότι η παρουσία μεγάλης φυτικής βιοποικιλότητας στις σχολικές αυλές οδηγεί σε περισσότερη ποικιλία και προσανατολισμένες προς το περιβάλλον προτιμήσεις των παιδιών και χρήσης των σχολικών αυλών (Samborski 2010).

Οι σχολικές αυλές μπορούν να ενεργοποιήσουν πολλές επωφελείς δραστηριότητες των μαθητών με ειδικές ανάγκες, καθώς μπορούν να ενισχύσουν τις ικανοποιητικές εμπειρίες των παιδιών, επηρεάζοντας τη συμπεριφορά και την έμμεση ανάπτυξη των κοινωνικών τους σχέσεων (Titman 1994, Lucas 1996, Stoneham 1997, Moore 1999). Στην κατεύθυνση αυτή, σημαντικό ρόλο μπορεί να διαδραματίσουν τα είδη της βλάστησης των σχολικών αυλών. Κατά την επιλογή των φυτών (δένδρα, θάμνοι κλπ.) για εγκατάστασή τους με σκοπό την ανάπλαση και βελτίωση του περιβάλλοντος χώρου των σχολικών αυλών για παιδιά ειδικής αγωγής, θα πρέπει τα διάφορα είδη φυτών να αξιολογούνται με βάση ορισμένα κριτήρια και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους (Ελευθεριάδης κ.α. 2003).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των κατάλληλων φυτών για την εισαγωγή και χρησιμοποίησή τους σε σχολικές αυλές, και ειδικότερα η αναζήτηση των επιθυμητών τους ιδιοτήτων ώστε να είναι κατάλληλα για συγκεκριμένες χρήσεις τους από τα παιδιά ειδικής αγωγής πρωταρχικά στα πλαίσια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Υλικά και μέθοδοι

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την συλλογή του υλικού της εργασίας αυτής στηρίζεται στην ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας και των δημοσιευμένων ερευνών αναφορικά με το συγκεκριμένο θέμα. Συγκεκριμένα, αναζητήθηκαν άρθρα, δημοσιεύσεις και πρακτικά συνεδρίου σε διεθνείς βάσεις δεδομένων, σε συνδυασμό με την εμπειρία και τις έρευνες και εργασίες των συγγραφέων.

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Ο σχεδιασμός των σχολικών αυλών θα πρέπει να στηρίζεται στην προσεκτική επιλογή στατικών (κατασκευές) και δυναμικών (φυτά) στοιχείων, ώστε να διασφαλιστούν οι εξής ιδιαιτερότητες του χώρου (Ελευθεριάδης κ.α. 2002):

- Επαρκής φωτισμός του χώρου κατά τους χειμερινούς μήνες.
- Επαρκής σκίαση κατά τους θερινούς μήνες.
- Ηχητική απομόνωση του σχολείου από την γύρω περιοχή.
- Οπτική επικάλυψη των μη αισθητικών τοπίων.
- Δημιουργία αισθητικών χώρων για περίπατο και χαλάρωση την ώρα του διαλείμματος, και αξιοποίησής τους για τις ανάγκες εκπαίδευσης.
- Περιορισμός και διασφάλιση των παιδιών από ατυχήματα ή αλλεργικές αντιδράσεις.
- Άνετη και χωρίς εμπόδια δραστηριότητα των παιδιών (μετακίνηση, παιχνίδι, άθληση).
- Εύκολη φροντίδα και συντήρηση.

Για την ικανοποίηση των ιδιαιτεροτήτων αυτών, η επιλογή των φυτών των σχολικών αυλών θα πρέπει να στηρίζεται κυρίως στη χρήση αυτοφυών φυτικών ειδών. Το χαρακτηριστικό των αυτοφυών φυτών είναι το χαμηλό τους κόστος συντήρησης και διαβίωσης και η παρουσία επιθυμητών ιδιοτήτων, όπως είναι η αντοχή τους στην έλλειψη νερού, π.χ. σφένδαμος (*Acer monspessulanum* και *A. campestre*), πουρνάρι (*Quercus coccifera*), αριά (*Quercus ilex*) (Ντάφης 2002). Άλλα φυτά, όπως το πλατάνι (*Platanus orientalis*), εμφανίζουν μεγάλη αντοχή στη ζέστη, ενώ άλλα εμφανίζονται

ανθεκτικότερα σε ασθένειες, όπως συμβαίνει με τα περισσότερα από τα αρωματικά φυτά (π.χ. λεβάντα, δενδρολίβανο, σάλβια, θυμάρι) (Γεωργακοπούλου-Βογιατζή 2000). Σημαντική είναι και η γρήγορη προσαρμοστικότητα των φυτών αυτών (π.χ. αρμυρίκια, πεύκα και πικροδάφνες), καθώς και ο εναρμονισμός τους με το τοπίο της Ελλάδας (π.χ. τα κυπαρίσσια, η ελιά, η δάφνη, η κουμαριά) (Ελευθεριάδης κ.α. 2003).

Σε γενικές γραμμές, συστήνεται η αποφυγή χρήσης ξενικών ειδών φυτών, εξαιτίας της δυσκολίας προσαρμογής και συντήρησης αυτών και της μη συμβατότητας τους με το τοπίο της χώρας, καθώς και η περιορισμένη χρήση «επιγενών» φυτικών ειδών, όπως είναι ο *Cedrus*, *Robinia pseudoacacia*, *Melia azedarach*, κ.α. (Ελευθεριάδης 1995).

Βασικές λειτουργίες πράσινων φυτών

Παρά το γεγονός ότι ο σχεδιασμός του τοπίου των σχολικών αυλών και η λειτουργικότητα αυτού μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση ενός ευρέως φάσματος υλικών, η συμπερίληψη των πράσινων φυτών διαδραματίζει έναν σημαντικό και καίριο ρόλο (ΝΑΑΕΕ. 2019). Ωστόσο, κατά την επιλογή των πράσινων φυτών της σχολικής αυλής θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξής βασικές λειτουργίες τους (Golovan 2011):

1. Τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής,
2. Η υγειονομική και περιβαλλοντική τους λειτουργία,
3. Ο δομικός και χωροταξικός τους σχεδιασμός,
4. Τα πολιτισμικά και αισθητικά χαρακτηριστικά, και
5. Η μαθησιακή/εκπαιδευτική τους λειτουργία.

Κατά τον αρχικό σχεδιασμό για την επιλογή των φυτών των σχολικών αυλών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διάφορες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες της προς φύτευση περιοχής, και η επιλογή των φυτών σύμφωνα με τις βασικές βιολογικές τους απαιτήσεις (Jeronen κ.α. 2009). Ιδιαίτερα για τις σχολικές αυλές των αστικών περιοχών, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαίτερες συνθήκες του εκάστοτε περιβάλλοντος (βαθμός ρύπανσης της ατμόσφαιρας, θερμοκρασία, καυσαέρια κ.λπ.), όπως και η διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων για την άρδευση αυτών. Ακολουθεί η αξιολόγηση των ειδών των φυτών με βάση τα λειτουργικά (υγειονομική και περιβαλλοντική τους λειτουργία, δομικά και χωροταξικά χαρακτηριστικά) και τα πολιτισμικο-αισθητικά τους χαρακτηριστικά (Ελευθεριάδης κ.α. 2003).

Η υγειονομική και περιβαλλοντική λειτουργία

Η υγειονομική λειτουργία των πράσινων φυτών σχετίζεται με τις αρχές της ασφάλειας που παρέχουν στους χρήστες/παιδιά και συνιστά μια από τις βασικές αρχές του σχεδιασμού των σχολικών αυλών. Η έννοια της ασφάλειας αναφέρεται στη δημιουργία ενός προστατευτικού για το παιδί περιβάλλοντος έναντι εξωτερικών κινδύνων, όπως είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, τα καυσαέρια και τα υψηλά επίπεδα θορύβου, ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές. Ένας από τους σημαντικότερους σκοπούς της δημιουργίας ενός τέτοιου περιβάλλοντος, είναι η δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροκλίματος, μέσα στο οποίο θα μπορούν τα παιδιά να δαπανούν ένα μεγάλο μέρος του ελεύθερου χρόνου τους, παίζοντας παιχνίδια στην ύπαιθρο (Οικονόμου 2000, Ντάφης 2002). Η λειτουργία αυτή εξυπηρετείται σχεδόν από το σύνολο των φυτών του πίνακα που προτάθηκε και αναφέρεται στους Ελευθεριάδης κ.α. (2003).

Ειδικότερα στα σχολικά περιβάλλοντα, η απορρόφηση και απομόνωση των εξωτερικών ήχων αποτελεί μια από τις βασικές επιδιώξεις του σχεδιασμού τους. Για τον σκοπό αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αιθαλείς καλλωπιστικοί θάμνοι όπως το βιβούρνο, οι πιστακιές, οι πικροδάφνες, με πυκνή βλάστηση και ύψος 2 μέτρων, τα οποία μειώνουν αρκετά το θόρυβο όταν το πλάτος τους είναι τουλάχιστον 7 μέτρα (Ελευθεριάδης κ.α. 2003).

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας βελτιστοποίησης του μικροκλίματος της σχολικής αυλής είναι ο περιορισμός και η προστασία της από την άμεση έκθεση στον ήλιο και στον άνεμο. Στην περίπτωση αυτή, μπορούν να δημιουργηθούν φυσικά φράγματα με την μορφή θάμνου ή συστάδας χαμηλών δέντρων και θάμνων, ώστε να ελαττωθεί η ταχύτητα του ανέμου και η έκθεση σε αυτόν. Βασική προϋπόθεση είναι να πληρούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως είναι το ύψος του δέντρου, η αντοχή τους στον άνεμο, η πυκνότητα των φυλλωμάτων και η βαθιές τους ρίζες. Είδη φυτών που είναι

κατάλληλα για τη λειτουργία τους ως ανεμοθραύστες αποτελούν η ερυθρελάτη, τα πεύκα, ο γαύρος, η δάφνη κλπ. (Ελευθεριάδης κ.α. 1999, 2003).

Η προστασία από την ηλιακή έκθεση, ιδιαίτερα κατά τις μεσημβρινές και απογευματινές ώρες των θερινών μηνών, μπορεί να επιτευχθεί με την φύτευση δέντρων στη νότια και νοτιοδυτική πλευρά της σχολικής αυλής. Είδη φυτών που μπορούν να προσφέρουν τις λειτουργίες αυτές, και ιδίως την σκίαση κατά τους θερμούς μήνες, είναι τα διάφορα είδη *Acer*, όπως τα *Acer platanoides* και *pseudoplatanus*, *Celtis australis*, καθώς και τα διάφορα είδη *Fraxinus* (Πάτλης και Σαρίκου 2000). Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτών των φυλλοβόλων πλατύφυλλων δέντρων και θάμνων είναι η σκίαση κατά τους ζεστούς μήνες, αλλά και η αίσθηση του ελεύθερου χώρου που προσφέρουν κατά τους χειμερινούς μήνες (Koreva κ.α. 2017).

Στη δημιουργία ενός τέτοιου είδους ευνοϊκού μικροκλίματος σημαντική μπορεί να είναι και η συμβολή της προσθήκης περγκολών στις παιδικές χαρές, ώστε να επιτρέψουν την ευχάριστη και εξωτερική άσκηση των παιδιών ακόμη και κατά τις ζεστές ημέρες (Koreva κ.α. 2017). Ιδανικά φυτά για την περίπτωση αυτή είναι πολλά αναρριχώμενα είδη, όπως είναι οι κληματίδες, τα αγιοκλήματα και οι περιπλοκάδες (Ελευθεριάδης κ.α. 2003).

Επιπρόσθετη συμβολή στη δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροκλίματος της σχολικής αυλής μπορεί να διαδραματίσει η προσθήκη ειδών κωνοφόρων με χαρακτηρισμένες φυτοκτόνες ιδιότητες (άρκευθοι, ερυθρελάτες, πεύκα, κ.α.), ώστε να βελτιωθεί η υγιεινή και ο λοιποί μικροκλιματικοί παράμετροι, όπως είναι η εξάλειψη των μικροοργανισμών του αέρα, καθιστώντας τον αέρα περισσότερο ασφαλή για τα παιδιά (Koreva κ.α. 2017).

Έχει υποστηριχτεί από πολλούς ερευνητές (Long και Haigh 1992, Cavet και Mount 1995, Harris και Dines 2005, Hussein 2011) ότι η ακαδημαϊκή επίδοση των παιδιών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την οπτική και μικροκλιματική επίδραση που ασκεί η παρουσία φυτών. Χαρακτηριστικά, έχει βρεθεί μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της αναγνωστικής επίδοσης των παιδιών και της δεντροκάλυψης, υπογραμμίζοντας τη σημασία των πρωτοβουλιών για την αύξηση της δεντροκάλυψης του σχολικού περιβάλλοντος (Hodson και Sander 2017).

Η λειτουργία της δομικής και χωροταξικής οργάνωσης των πράσινων φυτών

Ο κυριότερος ρόλος της δομικής και χωροταξικής οργάνωσης των φυτών στην σχολική αυλή είναι η δημιουργία και η κατανομή της σε διαφορετικές λειτουργικές ζώνες, όπως είναι (Koreva κ.α. 2017):

- Η δημιουργία χώρου στην κύρια είσοδο για την τέλεση διαφόρων επίσημων τελετών.
- Οι αθλητικοί χώροι για την εκγύμναση και τα αθλήματα των παιδιών.
- Η παιδική χαρά για παιχνίδι στην ύπαιθρο και αναψυχή, και
- Η δημιουργία βιολογικού πάρκου και κήπων για την μελέτη των φυτών, την φύτευση και την μελέτη των φυσικών επιστημών.

Ο διαχωρισμός αυτών των λειτουργικών ζωνών μπορεί να γίνει με την φύτευση διαχωριστικών και αιθάλων θάμνων, όπως είναι το βιβούρνο, οι πιστακιές και οι πικροδάφνες (Ελευθεριάδης κ.α. 2003).

Οι βασικές λειτουργίες των φυτών για σχολικές αυλές παιδιών ειδικής αγωγής

Στα σχολεία ειδικής αγωγής, η φυτική σύνθεση της σχολικής αυλής πρέπει να είναι προσεκτικά μελετημένη, ώστε από την μία πλευρά να είναι ελκυστική και μυστηριώδης, διεγείροντας την φαντασία και της αισθήσεις των παιδιών, και από την άλλη, να διαφυλάσσει την σωματική τους ακεραιότητα (Hussein 2010). Η συνεχής αλλαγή των διακοσμητικών τόνων που παράγεται από φυτά της άγριας χλωρίδας, θα διεγείρει την προσοχή των παιδιών στην ομορφιά και στην ποικιλία αυτών, ενώ η παραγωγή των έντονων χρωματικών τους εναλλαγών θα μεταδώσει στα παιδιά μια θετική συναισθηματική στάση (Khrapko και Koreva 2013, Khrapko κ.α. 2015).

Κατά το σχεδιασμό της φύτευσης της σχολικής αυλής θα πρέπει να ακολουθούνται κάποιες βασικές αρχές επιλογής των φυτών αναφορικά με την ασφάλεια των παιδιών από αλλεργίες και τραυματισμούς, καθώς και των ευεργετικών τους ιδιοτήτων για την ψυχοσωματική τους υγεία (NAAEE 2000). Τα αυτοφυή φυτά που επιλέχθηκαν ώστε να θεραπεύουν τα άνωθεν παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, σε συμφωνία με τον προτεινόμενο πίνακα χρήσης αυτοφυών φυτών στην αρχιτεκτονική τοπίου από τους Ελευθεριάδης κ.α. (2003).

Πίνακας 1. Είδη αυτοφύων φυτών για χρήση σε σχολικές αυλές ειδικής αγωγής.
Table 1. Species of native plants for use in schoolyards of special education.

ΚΩΝΟΦΟΡΑ – CONIFERS		
<i>Abies alba, borisii-regis, cephalonica</i>	<i>Juniperus drupacea, foetidissima, Sabina</i>	<i>Pinus pinea</i>
	<i>Picea abies (excelsa)</i>	
ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ ΔΕΝΤΡΑ – BROADLEAVES		
<i>Acer campestre, heldreichii, obtusatum, platanoides, pseudoplatanus, sempervirens</i>	<i>Fraxinus angustifolia, excelsior, ornus, pallisae</i>	<i>Quercus aucheri, cerris, frainetto, ilex, infectoria, macrolepis (aegilops), petraea, pubescens, robur (pedunculiflora), trojana (macedonica)</i>
<i>Carpinus betulus, orientalis</i>	<i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Salix alba, amplexicaulis, caprea fragilis, pedicellata, triandra</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Tamarix dalmatica</i>
<i>Cercis siliquastrum</i>		
ΘΑΜΝΟΙ – SHRUBS		
<i>Acer monspessulanum, tataricum</i>	<i>Genista anatolica, lydia, monspessulana, parnassica, sakellariadis</i>	<i>Rhamnus alaternus, alpinus, catharticus, oleoides</i>
<i>Amelanchier chelmea, ovalis, parviflora</i>	<i>Globularia alypum, cordifolia</i>	<i>Rhododendron luteum</i>
<i>Astragalus angustifolius, creticus sempervirens, sirinicus, thracicus</i>	<i>Helianthemum stipulatum</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Bruckenthalia spiculiflora</i>	<i>Hypericum aciferum, aegypticum, amblycalyx, hircinum</i>	<i>Salix cinerea, elaeagnos, purpurea</i>
<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Jasminum fruticans</i>	<i>Salvia fruticosa, officinalis, pomifera</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Laburnum anagyroides</i>	<i>Sambucus nigra, racemosa</i>
<i>Cistus albanicus, creticus, monspeliensis, laurifolius, salvifolius, parviflorus</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Satureja montana, parnassica</i>
<i>Colutea arborescens, cilicica</i>	<i>Lithodora hispidula, zahnii</i>	<i>Styrax officinalis</i>
<i>Convolvulus oleifolius</i>	<i>Lonicera alpigena, hellenica, nummulariifolia, xylosteum</i>	<i>Syringa vulgaris</i>
<i>Coronilla emerus, valentina</i>	<i>Medicago arborea, strasseri</i>	<i>Tamarix hampeana, parviflora, tetrandra, smyrnensis</i>
<i>Cotinus coggygria,</i>	<i>Myrtus communis</i>	<i>Teucrium alpestre, brevifolium, microphyllum</i>
<i>Cotoneaster integerrimus, nebrodensis</i>	<i>Periploca angustifolia</i>	<i>Vitex agnus-castus</i>
<i>Cytisus procumbens, villosus</i>	<i>Phlomis cretica, floccose, grandiflora, lanata</i>	<i>Viburnum lantana, opulus, tinus</i>
<i>Ebenus cretica</i>	<i>Pistacia lentiscus, terebinthus</i>	<i>Withania somnifera</i>
<i>Erica arborea, herbacea, manipuliflora (verticillata)</i>	<i>Quercus euboica</i>	<i>Zelkova cretica</i>
<i>Euonymus europaeus, latifolius, verrucosus</i>		
ΠΟΕΣ – SMALL PLANTS		
<i>Dianthus fruticosus, juniperinus</i>	<i>Helianthemum alpestre, canum, hymettium</i>	<i>Ruta chalepensis, graveolens</i>
ΑΝΑΠΠΙΩΜΕΝΑ – CLIMBERS		
<i>Clematis flammula, orientalis, vitalba, viticella</i>	<i>Lonicera caprifolium, etrusca, implexa, periclymenum</i>	<i>Periploca graeca</i>

Τα είδη φυτών που παράγουν κοινά αλλεργιογόνα θα πρέπει να αποφεύγονται, συμπεριλαμβανομένων και των δέντρων που παράγουν καρπούς και φρούτα. Τα πιο αλλεργιογόνα είδη δέντρων, εξαιτίας της παραγόμενης γύρης τους, αφορούν τα είδη *Fagales* (Σημύδα, Σκλήθρα, Καστανιά, Φουντουκιά, Οξιά), *Oleaceae* (ελιά, φλαμουριά και λιγούστρο) και *Cupressaceae* (π.χ.

κυπαρίσσι, κέδρος), τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα και στη χώρα (Ferreira κ.α. 2014), καθώς και το πλατάνι (*Platanus orientalis*) (Ελευθεριάδης 2010).

Στην κατηγορία των αλλεργιογόνων φυτών ανήκουν και πολλά είδη αγριόχορτων, όπως είναι οι κατηγορίες *Amaranthaceae* (αμβροσία), *Asteraceae* (Αρτεμισία, λεβιδόχορτο) και *Urticaceae* (περδικάκι, τσουκνίδα) (Weber 2014). Για την αποφυγή ανάπτυξης των φυτών αυτών, είναι απαραίτητη η συστηματική συντήρηση των φυτών της σχολικής αυλής, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της ανθοφορίας.

Επίσης, είναι σημαντική η αποφυγή φυτών με παραγωγή ισχυρών αρωμάτων ή οσμών, ενώ αντίθετα είναι θεμιτή η επιλογή ενδογενών φυτών με εντομοαπωθητικές και φαρμακευτικές ιδιότητες, όπως είναι ο βασιλικός, το θυμάρι (*Thymus capitatus*), το δεντρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*), ο δυόσμος (*Mentha spicata*) κ.α. Άλλα φυτικά είδη με χαρακτηριστικό άρωμα, αλλά ασφαλής για παιδιά ειδικής αγωγής είναι το γιασεμί, το αγιόκλημα, κλπ. (Πάτλης και Σαρίκου 2000, Ελευθεριάδης κ.α. 2003).

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας για την ασφάλεια των παιδιών ειδικής αγωγής είναι η αποφυγή φυτών με έντονες τοξικές ιδιότητες, όπως είναι ο κισσός, η μυρτιά, η σημύδα, η καρυδιά, η δάφνη, ο ίταμος κ.α. Επιπρόσθετα, καθώς η παρουσία αγκαθίων σε πολλά ιδιαίτερα καλλωπιστικά είδη (πυράκανθος, κράταιγος, τριανταφυλλιά, αλόη) περιορίζει τις δυνατότητες χρήσης τους εξαιτίας του κινδύνου τραυματισμού των παιδιών, συστήνεται η αποφυγή φύτευσης τους, εκτός από θέσεις που δε θα ελλοχεύει κίνδυνος.

Συμπεράσματα

Η επιλογή φυτών για τη χρήση τους σε σχολικές αυλές και κήπους εκπαιδευτικών ιδρυμάτων ειδικής αγωγής συνιστά μια ιδιαίτερα προσεκτική διεργασία, καθώς θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο οι βασικές αρχές λειτουργίας τους, όσο και οι βασικές αρχές της ασφάλειας τους, με την παράλληλη διατήρηση του αρχικού σκοπού τους. Σε γενικές γραμμές, συστήνεται η χρήση το δυνατόν αυτοφυών ειδών με παράλληλη αποφυγή φυτών με έντονη αλλεργιογόνο δράση, τοξικές ιδιότητες, έντονα αρώματα και αγκάθια, ώστε να περιοριστεί ο κίνδυνος αρνητικών επιδράσεων τους στα παιδιά που χρήζουν ειδικής αγωγής. Τα επιλεγθέντα είδη ικανοποιούν τις ανάγκες περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στον ευαίσθητο αυτό εκπαιδευτικό τομέα.

Abstract

Introducing environmental education in the curriculum of schools of special education could contribute to the improvement of academic results and targets. School yards can be used for the purpose of environmental education subjects and, therefore, their teaching could occur by experimental learning that goes beyond the narrow concept of a classroom. Plants are one of the most important elements for the design of school yards. Particularly for the yards of special education's establishments, the landscape architect should select the appropriate plant species for his design needs, with special preference in native plant species. The choice of plant species, particularly in the case of special education children, should follow the assessment of basic ecological, functional, aesthetic and educational criteria, while safeguarding the safety of children. In this paper, indigenous plant species for the special education school yards are studied and proposed.

Βιβλιογραφία

Arbogast, K. L., Kane, B. C. P., Kirwan, J. L. and Hertel, B.R., 2009. Vegetation and outdoor recess time at elementary schools: What are the connections? *J. Environ. Psychol.*, 29: 450–456.

Cavet, J. and Mount, H., 1995. Multisensory environments. In J. Hogg and J. Cavet (eds), *Making Leisure Provision for People with Profound and Multiple Learning Disabilities*, London, Chapman and Hall, 67–85.

Γεωργακοπούλου-Βογιατζή, Χ., 2000. Ιδιότητες και χρήσεις των αυτοφυών φυτών της ελληνικής χλωρίδας στον αστικό σχεδιασμό. Πρακτικά Ελλ. Εταιρ. Επιστήμης οπωροκηπευτικών. Διήμερο Διεπιστημονικό Συμπόσιο. «Αρχιτεκτονική Τοπίου και Αστικό Πράσινο», Θεσσαλονίκη, 6-7 Μαΐου 1998. Σελ. 31-41.

Ελευθεριάδης, Α., Ζαλίδης, Γ. και Ντάφης, Σ., 2002. Αξιολόγηση καταλληλότητας ελληνικών εδαφικών τύπων για παραγωγή δασικών ειδών. Πρακτικά 9^{ου} 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, Ν., Ελευθεριάδου, Ε., Τζώρτζη, Ν. και Ελευθεριάδης, Α., 1999. Επιλογή καλλωπιστικών ειδών για κήπους, πάρκα, και δενδροστοιχίες με χρήση CDROM. Πρακτικά Επιστημονικού Δημέρου, Θεσσαλονίκη 28-29 Ιανουαρίου 1999. Σελ 111-117.

Ελευθεριάδης, Ν., 1995. Θέματα Δασικής Αναψυχής και Αρχιτεκτονικής Τοπίου. ΤΕΙ Δράμας. Σελ. 300.

Ελευθεριάδης, Ν., Σαρίκου, Σ. και Ελευθεριάδης, Α., 2003. Τα αυτοφυή φυτικά είδη στην Αρχιτεκτονική Τοπίου. Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Αρχαία Ολυμπία, 30/09-03/10/2003. Ελλ. Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 71-81.

Ferreira, F., Gadermaier, G. and Wallner, M., 2014. Αλλεργιογόνα γύρης δένδρων. Στο C.A. AkdisIoana, I. Agache (εκδ.). ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΑΤΛΑΣ ΑΛΛΕΡΓΙΑΣ (σελ. 23-26). Έκδοση της Ευρωπαϊκής Ακαδημίας Αλλεργίας και Κλινικής Ανοσολογίας 2014.

Fjortoft, I. and Sageie, J., 2000. The natural environment as a playground for children: Landscape description and analyses of a natural landscape. Landscape and Urban Planning, 48(1/2): 83-97.

Golovan, E.V., 2011. Peculiarities of landscaping of children's playgrounds in conditions of Vladivostok city. Bulletin of Irkutsk State Agricultural Academy, 44(2): 65-69.

Harris, C. and Dines, N., 2005. Time-Saver Standards for Landscape Architecture, New York: McGraw Hill.

Hodson, C.B. and Sander, H.A., 2017. Green urban landscapes and school-level academic performance. Landscape and Urban Planning. 160: 16-27.

Hussein, H., 2010. "Sensory gardens: Assessing their design and use", Intelligent Buildings International, 2(2): 116- 123.

Jeronen, E., Jeronen, J. and Raustia, H., 2009. Environmental Education in Finland—A case study of Environmental Education in Nature Schools. Int.J. Environ. Sci. Technol, 4: 1-23.

Khrapko, O.V. and Kopeva, A.V., 2013. Informal style in landscape architecture of Far-Eastern cities The New Ideas of New Century-2013: the Thirteenth International Scientific Conf. Proc., 3: 395-99.

Khrapko, O.V., Kopeva, A.V. and Ivanova, O.G., 2015, Natural emphasis in urban landscaping. Modern problems of science and education, 5(61): 689-95.

Kopeva, A., Khrapko, O. and Ivanova, O., 2017. Landscape Planning of Schoolyards. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 262: 012145.

Long, A.P. and Haigh, L., 1992. "How do clients benefit from Snoezelen?", An exploratory study, Br. J. Occup. Ther., 55(30): 103-106.

Lucas, B., 1996. "A feast for the senses", Landscape design: Journal of Landscape Institute, 249: 26-28.

Malone, K. and Tranter, P., 2003. Children's environmental learning and the use, design and management of schoolgrounds. Children, Youth and Environments, 13(2).

Moore, R.C., 1999. Healing gardens for children, In Cooper Marcus, C. and Barnes, M. (eds.) Healing gardens: Therapeutic benefits and design recommendations. New York: John Wiley and Sons, Inc.: pp. 323-382.

NAAEE., 2019. Guidelines for Excellence. K-12 Environmental Education for educators, administrators, policy makers, and the public. National Environmental Education και Training Foundation, Washington DC.

NAAEE., 2000. Environment-based Education Creating High Performance Schools and Students. National Environmental Education και Training Foundation. Washington DC.

Ντάφης Σ., 2002. Δασοκομία Πόλεων. Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη. Σελ. 198.

Οικονόμου, Α., 2000. Τα φυτά και η συμβολή τους στην βελτίωση της ατμόσφαιρας των πόλεων. Πρακτικά Ελ. Εταιρείας Επιστήμης οπωροκηπευτικών. Δηήμερο Διεπιστημονικό Συμπόσιο. «Αρχιτεκτονική Τοπίου και Αστικό Πράσινο», Θεσσαλονίκη, 6-7 Μαΐου 1998. Σελ. 31-41.

Ozdemir, A. and Yilmaz, O., 2008. Assessment of outdoor school environments and physical activity in ankara's primary schools. Journal of Environmental Psychology, 28: 287-300.

Πάτλης, Ι. και Σαρίκου, Σ., 2000. Εγκυκλοπαίδεια Καλλωπιστικών Φυτών: Botanical Garden με χρήση CD-ROM. Θεσσαλονίκη.

- Pouya, S., Bayramoglu, E. and Demirel, Ö., 2016a. "Disabled children's play areas compatible with nature". *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1(1):51-60.
- Pouya, S., Cindic, A.Y. and Demirel, Ö., 2016b. "Gardening and Playground", *İnönü University Journal of Art and Design*, 6(13): 57-67.
- Pouya, S. and Demirel, Ö., 2015. "What is a healing garden?", *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 28(1): 5-10.
- Samborski, S., 2010. Biodiverse or barren school grounds: Their effects on children. *Children, Youth and Environments*, 20(2): 67-115.
- Stoneham, J., 1997. Health benefit. *Landscape design: Journal of Landscape Institute*, 249.
- Sutton, L., 2008. "The state of play: disadvantage, play and children's well-being", *Social Policy and Society*, 7(4): 537-549.
- Tamoutseli, K., 2009. *Environmental Education and the Schoolyard*. Epikentro, Thessaloniki.
- Taylor, A. F., Wiley, A., Kuo, F. E. and Sullivan, W. C., 1998. Growing up in the inner city: Green spaces as places to grow. *Environment and Behavior*, 30(1): 3-27.
- Titman, W., 1994. *Special places, special people: The hidden curriculum of school ground*, Cambridge: learning through landscapes/World Wide Fund for Nature UK. Toronto, Ontario, Canada M4K 1P1.
- Webber, R.W., 2014. Αλλεργιογόνα γύρεων αγριόχορτων. Στο C.A. Akdis Ioana, I. Agache (εκδ.). ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΑΤΛΑΣ ΑΛΛΕΡΓΙΑΣ (σελ. 33-34). Έκδοση της Ευρωπαϊκής Ακαδημίας Αλλεργίας και Κλινικής Ανοσολογίας.
- Wells, N. M., 2000. At home with nature: Effects of 'greenness' on children's cognitive functioning. *Environment and Behavior*, 32(6): 775-795.
- Wohlwill, J., and Heft, H., 1987. The physical environment and development of the child. In Stokols, D. and I. Altman, eds. *Handbook of environmental psychology*, 1. New York: Wiley.

ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ) Ή «ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΕΝΟΣ ΠΡΟΑΝΑΓΓΕΛΘΕΝΤΟΣ ΘΑΝΑΤΟΥ»

Κοκκινάκης, Κ. Αντώνης¹; Στοϊλας, Βασίλειος-Ορέστης¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Άγριας Πανίδας και Ιχθυοπονίας Γλυκέων Υδάτων, Τ.Θ. 241, 54124 Θεσσαλονίκη, akokkin@for.auth.gr

Περίληψη

Στην εργασία γίνεται ανασκόπηση της αλιευτικής παραγωγής και της αλιευτικής σύνθεσης της λίμνης Κορώνειας για τη χρονική περίοδο από το 1950-1995, όταν ουσιαστικά επήλθε η ιχθυολογική νέκρωση της λίμνης και σταμάτησε κάθε αλιευτική δραστηριότητα. Ταυτόχρονα στη εργασία εξετάζονται οι μεταβολές των επιμέρους αλιευτικών παραγωγών των εμπορικά σημαντικότερων ειδών ψαριών της, όπως του τσιρώνιου (*Rutilus rutilus*), του σίρκου (*Alburnus alburnus*), του περκιού (*Perca fluviatilis*) και του γριβαδιού (*Cyprinus carpio*). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η υπεραλίευση των σημαντικότερων εμπορικά ειδών μέχρι εξάντλησης των αποθεμάτων τους, σε συνδυασμό με τη πτώση της στάθμης των νερών και την υποβάθμιση της ποιότητας τους από αστικά, γεωργικά και βιομηχανικά αποβλήτων, οδήγησαν στην ολοκληρωτική αλιευτική της κατάρρευση το καλοκαίρι του 1995, και τη μαζική θνησιμότητα της ιχθυοπανίδας της. Δυστυχώς 26 χρόνια μετά, η περιβαλλοντική αποκατάσταση της λίμνης δεν επήλθε, οπότε ουσιαστικά έχουμε τον αλιευτικό της θάνατο.

Λέξεις κλειδιά: Λίμνη Κορώνεια, Αλιευτική παραγωγή, Αλιευτική σύνθεση, Ιχθυοπανίδα.

Εισαγωγή

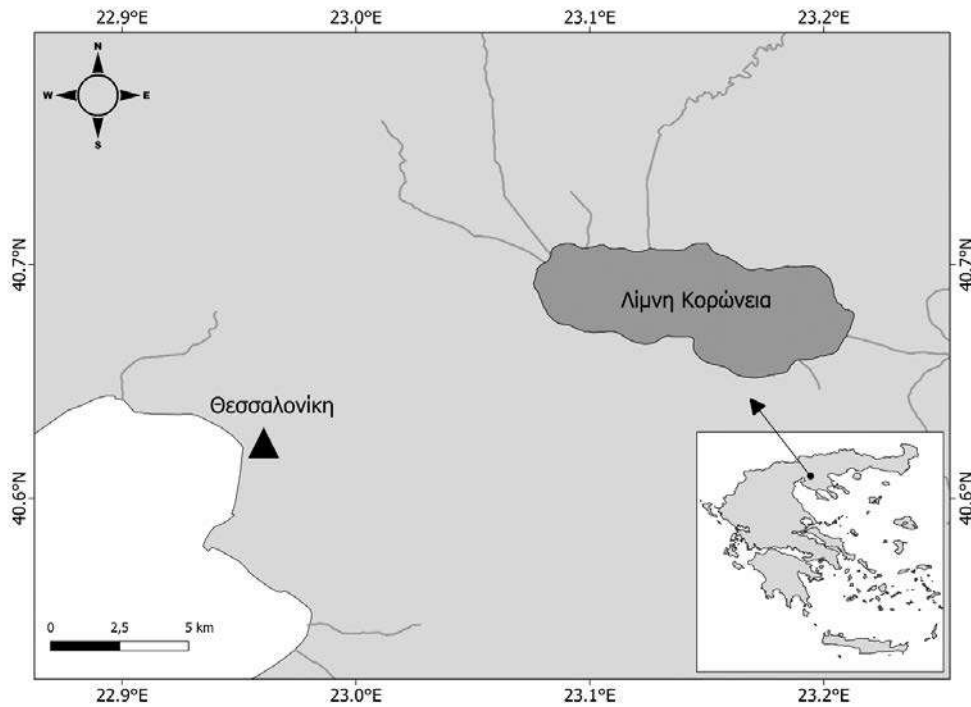
Η λίμνη Κορώνεια βρίσκεται στη Κεντρική Μακεδονία, περίπου 30 km Βορειοδυτικά από την πόλη της Θεσσαλονίκης (Σχήμα 1) ενώ αποτελεί το δυτικό τμήμα της Μυγδονίας λεκάνης. Έχει χαρακτηριστεί ως «Υγρότοπος Διεθνούς Σημασίας» στο πλαίσιο της Σύμβασης Ραμσάρ και περιλαμβάνεται στο δίκτυο Natura 2000. Υπάγεται στον Φορέα Διαχείρισης Λιμνών Κορώνειας Βόλβης (Νόμος 3044/2002).

Η λίμνη ήταν η τέταρτη μεγαλύτερη λίμνη της Ελλάδας, καταλαμβάνοντας επιφάνεια 47 km² με μέγιστο βάθος που ξεπερνούσε τα 5 m κατά τη δεκαετία του 1970. Ωστόσο, λόγω των υπεραντλήσεων και των γεωτρήσεων στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης, μέσα σε 2 δεκαετίες μειώθηκε σημαντικά το βάθος και η επιφάνεια της λίμνης, έφτασε το 1995 σε έκταση επιφάνειας μόλις 30 km² και βάθος ≤1 m (Karavokyris κ.α. 1998, Mitraki κ.α. 2004). Επίσης, λόγω της έντονης περιβαλλοντικής υποβάθμισης που προκλήθηκε από τη διάθεση αστικών, γεωργικών και βιοτεχνικών αποβλήτων, η λίμνη Κορώνεια χαρακτηρίστηκε ως μία υπερεύτροφη λίμνη (Skoulikidis κ.α. 1998, Mitraki κ.α. 2004).

Η ιχθυοπανίδα της λίμνης Κορώνειας αποτελούταν από 16 είδη ψαριών (Πίνακας 1) από τα οποία, 3 το *Rhodeus amarus*, το *Barbus cyclolepis* και το *Cobitis strumicae*, περιλαμβάνονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, ενώ 4 είδη, τα προαναφερθέντα και το *Salaria fluviatilis*, προστατεύονται με τη συνθήκη της Βέρνης (Council of Europe 1979). Επιπρόσθετα, 4 είδη, το *Leuciscus cephalus*, το *Alburnus alburnus*, το *Barbus cyclolepis* και το *Cobitis strumicae*, αναφέρονται στο Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο ως «Τρωτά» και «Τοπικά Απειλούμενα» (Λεγάκις και Μαραγκού 2009). Μετά την οικολογική καταστροφή της λίμνης Κορώνειας τον Αύγουστο του 1995, οι ιχθυοπληθυσμοί της λίμνης αφανίστηκαν ολοσχερώς (Κοκκινάκης κ.α. 2006).

Στην εργασία αυτή επιχειρείται μία ανασκόπηση στη σύνθεση των αλιευμάτων της λίμνης Κορώνειας για τη χρονική περίοδο 1950-1995, καθώς και των ποσοτικών μεταβολών των σημαντικότερων αλιευμάτων της, όπως το τσιρώνι (*Rutilus rutilus*), το σίρκο (*Alburnus alburnus*), το περκί (*Perca fluviatilis*) και το γριβάδι (*Cyprinus carpio*), σε ετήσια βάση και ανά δεκαετίες. Η εξέταση

των αποτελεσμάτων μπορεί να αποδείξει ιστορικά το βαθμό όχι μόνο της αλιευτικής υποβάθμισης της λίμνης, αλλά και της συνολικής περιβαλλοντικής της καταστροφής.



Σχήμα 1. Η τοποθεσία της λίμνης Κορώνειας.
Figure 1. Location of Koronia Lake.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα αλιευτικά δεδομένα της λίμνης συλλέχθηκαν από στοιχεία που κρατούνται από το Τμήμα Αλιείας Λαγκαδά της Ν.Α. Θεσσαλονίκης. Η στατιστική και γραφική επεξεργασία που αφορά τα αλιευτικά δεδομένα έγινε με Η/Υ και με τη βοήθεια των λογισμικών Microsoft Excel και Minitab. Τα δεδομένα που περιγράφουν τις ετήσιες αλιευτικές παραγωγές της λίμνης Κορώνειας ξεκινούν από το 1950 και φτάνουν μέχρι το 1995, όταν ουσιαστικά νεκρώθηκε ιχθυοπανίδα της λίμνης και σταμάτησε κάθε αλιευτική δραστηριότητα.

Πίνακας 1. Η ιχθυοπανίδα της λίμνης Κορώνειας (Economidis 1991, Kottelat 1997, Κοκκινάκης κ.α. 2000).
Table 1. Fish fauna of Koronia Lake (Economidis 1991, Kottelat 1997, Κοκκινάκης κ.α. 2000.).

Η Ιχθυοπανίδα της Λίμνης Κορώνειας	
Επιστημονικό όνομα	Κοινό Ελληνικό όνομα
<i>Rutilus rutilus</i>	Τσιρώνι
<i>Carassius gibelio</i>	Πεταλούδα
<i>Cyprinus carpio</i>	Κυπρίνος, Γριβάδι
<i>Leuciscus cephalus</i>	Τυλινάρι
<i>Alburnus alburnus</i>	Σίρκο
<i>Rhodeus amarus</i>	Μουρμουρίτσα
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Κοκκινοφτέρα
<i>Tina tinca</i>	Γλίτι
<i>Barbus cyclolepis</i>	Βιργιάνα
<i>Anguilla anguilla</i>	Χέλι
<i>Esox lucius</i>	Τούρνα
<i>Perca fluviatilis</i>	Περκί
<i>Salaria fluviatilis</i>	Ποταμοσαλιάρα
<i>Gambusia affinis</i>	Κουνουπόψαρο
<i>Cobitis strumicae</i>	Θρακοβελονίτσα
<i>Knipowitschia caucasica</i>	Ποντογωβιός

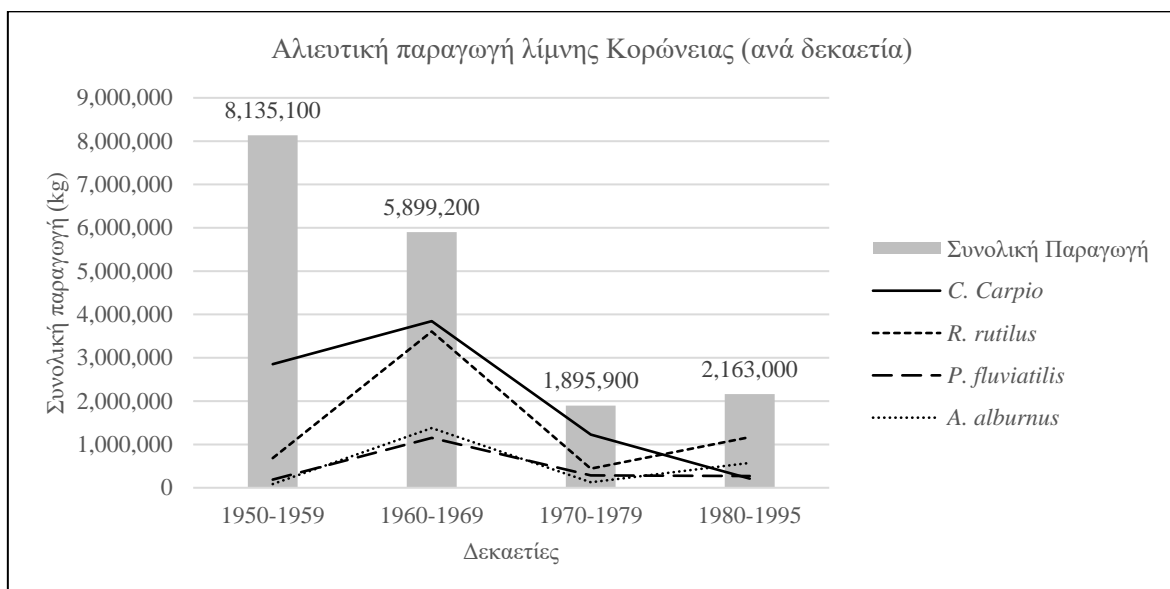
Αποτελέσματα

Από τα αλιευτικά δεδομένα που εξετάστηκαν, παρατηρείται ότι το 1950 η αλιευτική παραγωγή ανέρχονταν σε 1.035.100 kg, με την μεγαλύτερη παραγωγή να καταγράφεται 9 χρόνια μετά και το σύνολο των αλιευμάτων να ανέρχεται σε 1.423.900 kg (Σχήμα 2). Επίσης φαίνεται ότι η αλιευτική παραγωγή έως και το 1962 αυξομειώνεται συνεχώς, ενώ από το 1963 έως και το 1969, οι διακυμάνσεις είναι αρκετά πιο ομαλές. Ένα χρόνο αργότερα, η αλιευτική παραγωγή μειώνεται από 443.200 kg το 1969, σε 215.600 kg το 1970, που αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό μεγαλύτερο από το 50%. Από το 1971 και έπειτα η αλιευτική παραγωγή σημειώνει πτωτική τάση με μικρές διακυμάνσεις ανά έτος και φτάνει το 1995 να καταγράφεται αλιευτική παραγωγή που αγγίζει μόλις τα 47.200 kg (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Συνολική αλιευτική παραγωγή στη λίμνη Κορώνεια κατά την χρονική περίοδο 1950-1995.
Figure 2. Total fishery production of Koronia Lake during 1950-1995.

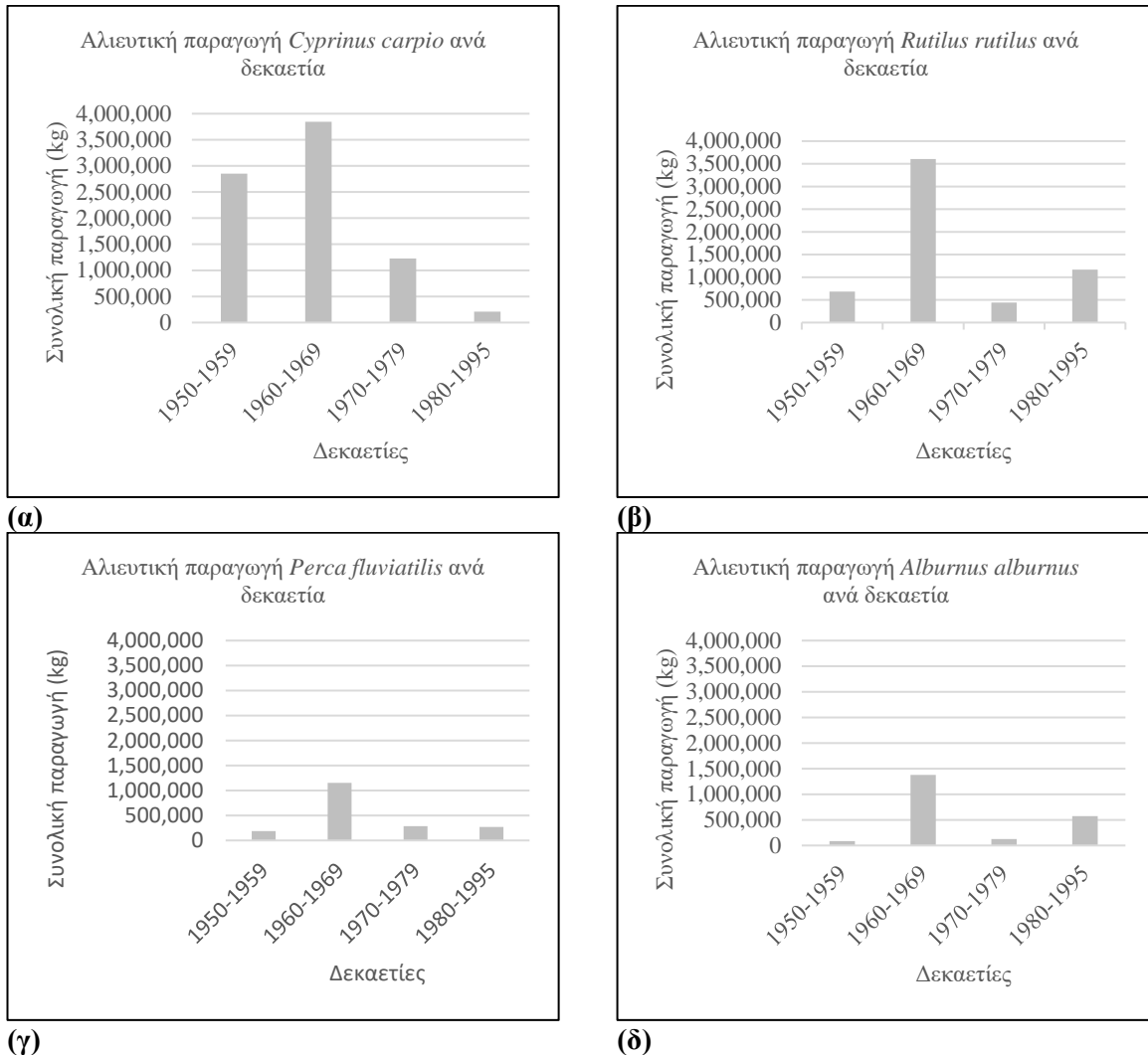
Από την παρακολούθηση της αλιευτικής παραγωγής της λίμνης Κορώνειας ανά δεκαετίες, κατά το χρονικό διάστημα 1950-1959 είχε την μεγαλύτερη τιμή της 8.135.100 kg σε σχέση με τις επόμενες δεκαετίες που παρατηρείται καθοδική πορεία, έως και την δεκαετία '70, ενώ στην χρονική περίοδο 1980-1995 η συνολική παραγωγή παρουσιάζει μια μικρή άνοδο, με τιμή 2.163.000 kg (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Αλιευτική παραγωγή της λίμνης Κορώνειας ανά δεκαετία.
Figure 3. Fishery production of Koronia Lake per decade.

Τα κυριότερα εμπορικά είδη που απαντώνται στην λίμνη Κορώνεια όσον αφορά την αλιευτική τους παραγωγή είναι τα *Cyprinus carpio*, *Rutilus rutilus*, *Perca fluviatilis* και *Alburnus alburnus*. Η κατανομή

και η τάση της αλιευτικής παραγωγής των ειδών φαίνεται στο Σχήμα 4. Η αλιευτική παραγωγή του είδους *Cyprinus carpio* παρουσιάζει διακυμάνσεις με την μεγαλύτερη τιμή να έχει την δεκαετία 1960-1969, με συνολική παραγωγή τα 3.845.700 kg. Τις υπόλοιπες δεκαετίες η αλιευτική του παραγωγή παρουσιάζει καθοδική πορεία, με τελική τιμή 210.600 kg. Παρόμοια κατανομή και τάσεις μείωσης παρουσιάζουν και τα υπόλοιπα είδη. Ειδικότερα, για το είδος *Rutilus rutilus* η τιμή της συνολικής αλιευτικής του παραγωγής μειώνεται από 3.606.600 kg σε 1.168.200 kg, στο είδος *Alburnus alburnus* από 1.378.400 kg σε 574.200 kg και στο είδος *Perca fluviatilis* από 1.150.900 kg σε 270.700 kg.

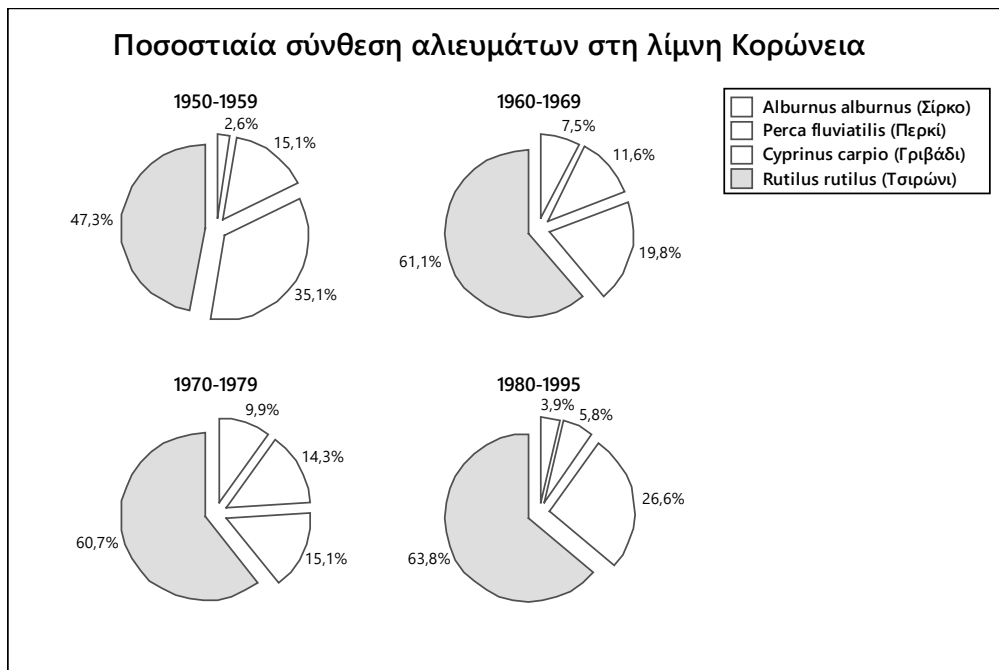


Σχήμα 4. Κατανομή της αλιευτικής παραγωγής των κυριότερων ειδών της λίμνης Κορώνειας ανά δεκαετία, α) *Cyprinus carpio*, β) *Rutilus rutilus*, γ) *Perca fluviatilis*, δ) *Alburnus alburnus*.

Figure 4. Changes in cumulative fishery production of the main species of Koronia Lake per decade, a) *Cyprinus carpio*, b) *Rutilus rutilus*, c) *Perca fluviatilis*, d) *Alburnus alburnus*.

Από τη μελέτη της ποσοστιαίας αλιευτικής παραγωγής, προκύπτει ότι το τσιρώνι εμφανίζεται με το μεγαλύτερο ποσοστό αλιεύματος σε όλες σε όλες τις χρονικές περιόδους (Σχήμα 5). Ειδικότερα, για την χρονική περίοδο 1950-1959 το τσιρώνι αποτελεί το πρώτο σε παραγωγή αλιεύμα της περιοχής με ποσοστό 47,3, δεύτερο σε παραγωγή είναι το γριβάδι με ποσοστό 35,1%, ενώ το περκί και το σίρκο εμφανίζονται με ποσοστό 15,1% και 2,6% αντίστοιχα. Στη δεύτερη δεκαετία (1960-1969), πρώτο σε παραγωγή είναι το τσιρώνι με ποσοστό 61,1%, ακολουθεί η παραγωγή του σίρκου με ποσοστό 19,8% ενώ το γριβάδι και το περκί εμφανίζονται με μικρότερα ποσοστά στο 11,6% και 7,5% αντίστοιχα. Κατά το χρονικό διάστημα 1970-1979, το κυρίαρχο αλιεύμα παραμένει το τσιρώνι, με ποσοστό 60,7%, ακολουθεί η πέρκα με 15,1%, το σίρκο με 14,3% και τέλος το γριβάδι με ποσοστό 9,9%. Για την χρονική

περίοδο 1980-1995 κυριαρχεί το τσιρώνι με ποσοστό 63,8%, ακολουθεί το σίρκο με ποσοστό 26,6%, ενώ το περκί και το γριβάδι εμφανίζονται με πολύ χαμηλότερα ποσοστά, στο 5,8% και 3,9% αντίστοιχα.



Σχήμα 5. Ποσοστά εμφάνισης των ειδών στη συνολική παραγωγή της λίμνης Κορώνειας κατά τα έτη 1950-1959, 1960-1969, 1970-1979 και 1980-1995.

Figure 5. Fishery composition of the total catch of Koronia Lake during the time periods 1950-1959, 1960-1969, 1970-1979 and 1980-1995.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Από τη διαχρονική παρακολούθηση των καταγεγραμμένων αλιευτικών στοιχείων, η αλιευτική παραγωγική ικανότητα του λιμναίου οικοσυστήματος της λίμνης Κορώνειας για τη χρονική περίοδο 1950-1995 παρουσιάζει μια διαρκή μείωση. Η λίμνη στο παρελθόν αποτελούσε μια από τις πιο παραγωγικές λίμνες της Ελλάδας, μέχρι και κατά τη δεκαετία του 1950, ωστόσο από τη δεκαετία του 1960 η αλιευτική παραγωγή ήδη είχε αρχίσει να παρουσιάζει μείωση, φτάνοντας το 1993 στο χαμηλότερο της επίπεδο (Κοκκινάκης κ.α. 2006). Μετά από ένα πρόγραμμα εμπλουτισμών, η παραγωγή παρουσίασε ανάκαμψη το 1994, για να καταρρεύσει ολοκληρωτικά το 1995 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996).

Η μείωση και η εξαφάνιση της ιχθυοπαραγωγής της λίμνης Κορώνειας μπορεί να αποδοθεί στον συνδυασμό πολλών παραγόντων, με σημαντικότερους την περιβαλλοντική της υποβάθμιση και την ανεπαρκή αλιευτική της διαχείριση. Ειδικότερα, όσο αφορά την αλιεία, οι τιμές της αλιευτικής παραγωγής μετά το 1990 οδήγησαν τους ψαράδες να αλιεύουν σε βαθύτερα σημεία της λίμνης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την οριστική εξάντληση των ιχθυοπληθυσμών, συνδυαστικά με τις ποσοτικές και ποιοτικές αλλαγές που ήδη είχαν υποστεί. Ο συνδυασμός του εξυγχιτισμού των αλιευτικών μέσων από τη δεκαετία του 1970, της πτώσης της στάθμης των νερών για αρδευτικούς λόγους, της διάθεσης αστικών, γεωργικών και βιοτεχνικών αποβλήτων της παντελούς έλλειψης αλιευτικής διαχείρισης και της υπερεντατικής αλιείας στη λίμνη, οδήγησαν στην ολοκληρωτική αλιευτική της κατάρρευση το καλοκαίρι του 1995, όταν οι υψηλές θερμοκρασίες και οι κακές περιβαλλοντικές συνθήκες προκάλεσαν τη μαζική θνησιμότητα ψαριών και πουλιών, οπότε σταμάτησε και η επαγγελματική αλιεία. (Κοκκινάκης κ.α. 2006).

Παρά τη παρέλευση 26 ετών από τη καταστροφή αυτή, προς το παρόν η λίμνη συνεχίζει να μην αποτελεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ιχθυοπανίδα και τους ιχθυοπληθυσμούς της που την κατοικούσαν στο παρελθόν, εφόσον δεν έχει αποκατασταθεί ούτε η ποιότητα αλλά ούτε και η ποσότητα των νερών της, τουλάχιστον σε αντίστοιχα επίπεδα με αυτά που επικρατούσαν στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Η αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος της λίμνης είναι ύψιστης σημασίας, τόσο για την περιβαλλοντική της κατάσταση όσο και για την αποκατάσταση των αλιευτικών της δυνατοτήτων.

Abstract

This effort attempts a historical overview of the fishery composition of Koronia Lake from 1950 to 1995, when fishing activity was halted due to the extinction of fish fauna, as well as the variations of the specific fishery production of the most important fishery species, such as Roaches (*Rutilus rutilus*), Bleaks (*Alburnus alburnus*), European Perches (*Perca fluviatilis*) and Carps (*Cyprinus carpio*). Data were analyzed by presenting the total fishery production on annual basis and per decade, the fishery composition of lake per decade, as well as the variations of the specific fishery production of the four most important fishery species per decade. The results show that the overfishing of major commercial fish species to the point of depletion of stocks, combined with falling water levels and the degraded quality from municipal, agricultural and industrial wastes, led to its complete fishery collapse and the massive mortality of its fish fauna in the summer of 1995. Unfortunately, 26 years later, the environmental restoration of the lake did not take place, so we actually have its fishing death.

Βιβλιογραφία

Council of Europe, 1979. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Strasbourg, Council of Europe.

Economidis, P.S., 1991. Checklist of freshwater fishes of Greece. Recent status of threats and protection. Hellenic Society for the Protection of Nature, Athens, 1-47.

Karavokyris, G., and partners (ANELIXI & AGRISYSTEMS), 1998. Περιβαλλοντική αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας. Τελική έκθεση. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Δ/ση XVI, Περιφερειακή Πολιτική και Συνοχή, Ταμείο Συνοχής.

Κοκκινάκης, Α.Κ., Οικονομίδης, Γ.Β. και Σίνης, Α.Ι., 2006. Επιπτώσεις των διαταραχών του περιβάλλοντος στην αλιεία των λιμνών Κορώνειας και Βόλβης της Ν. Α. Θεσσαλονίκης. 2ο Συνέδριο Περιβάλλοντος Α.Π.Θ., pp. 281-288.

Κοκκινάκης, Α.Κ., Κριάρης, Ν. και Σίνης, Α.Ι., 2000. Μελέτη ιχθυοπανίδας και καθορισμού κλειστών περιοχών/οριοθέτησης αλιευτικών ζωνών και αντιμετώπισης της παρεμπόδισης της αμφίδρομης κίνησης των ψαριών στις λίμνες Κορώνεια και Βόλβη και των χειμάρρων αυτών. Τελική έκθεση προγράμματος ΑΝ.Ε.Θ., Θεσσαλονίκη, pp. 227.

Kottelat, M., 1997. European freshwater fishes. A heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on the nomenclature and conservation. *Biologia, Bratislava*, 52 (Suppl. 5): 1-271.

Λεγάκις, Α. και Μαραγκού, Π., 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, pp 528.

Mitraki, C., Crisman, T. L., and Zalidis, G., 2004. Lake Koronia, Greece: Shift from autotrophy to heterotrophy with cultural eutrophication and progressive water-level reduction. *Limnologia*, 34(1-2): 110-116.

Moustaka-Gouni, M., Michaloudi, E., Kormas, K. A., Katsiapi, M., Vardaka, E., and Genitsaris, S., 2012. Plankton changes as critical processes for restoration plans of lakes Kastoria and Koronia. *European Water*, 40: 43-51.

Νόμος 3044/2002, Μεταφορά. Συντελεστή Δόμησης και ρυθμίσεις άλλων θεμάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων (ΦΕΚ 197/Α/27-8-2002).

Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, του συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992, «για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» (ΕΕ L 206 της 22.7.1992, σ. 7).

Skoulikidis, N. T., Bertahas, I., and Koussouris, T., 1998. The environmental state of freshwater resources in Greece (rivers and lakes). *Environmental Geology*, 36(1-2): 1-17.

ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996. Πρόγραμμα Αντιμετώπισης Ειδικών Περιβαλλοντικών Προβλημάτων και Συστήματος Λειτουργίας και Διαχείρισης της Προστατευόμενης Περιοχής των Λιμνών Κορώνειας, Βόλβης, των Μακεδονικών Τεμπών και της Ευρύτερης Περιοχής τους. Δ/ση Περιβαλ. Σχεδ., Τμ. Διαχείρ. Φυσ. Περιβάλ., Αραμπατζής-Καρράς, Χ., Μ. Ταμβακλή-Τραβασάρου & Γ. Κατωπόδης. Αθήνα.

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΟΧΘΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ Ν. ΔΡΑΜΑΣ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

Κρικόπουλος, Κωνσταντίνος¹; Καλαϊτζής, Κωνσταντίνος²;
Ζαΐμης, Γεώργιος³; Ιακωβόγλου, Βαλασία⁴

¹Φοιτητής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος (ΔΙΠΑΕ), 1ο χλμ. Δράμας-Μικροχωρίου, Δράμα, 66100, ΕΛΛΑΔΑ, kostaskrik12@yahoo.com

²Δασολόγος Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος (ΔΙΠΑΕ), 1ο χλμ. Δράμας-Μικροχωρίου, Δράμα, 66100, ΕΛΛΑΔΑ, kwstas.kalaitzis@yahoo.com

³Έδρα UNESCO Con-E-Ect, Διατήρηση και Οικοτουρισμός των Παρόχθιων και Δελταϊκών Οικοσυστημάτων, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος (ΔΙΠΑΕ), 1 χλμ. Δράμας-Μικροχωρίου, Δράμα, 66100, ΕΛΛΑΔΑ, zaimesg@for.ihu.gr

⁴Έδρα UNESCO Con-E-Ect, Διατήρηση και Οικοτουρισμός των Παρόχθιων και Δελταϊκών Οικοσυστημάτων, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος (ΔΙΠΑΕ), 1 χλμ. Δράμας-Μικροχωρίου, Δράμα, 66100, ΕΛΛΑΔΑ, viakovoglou@yahoo.com

Περίληψη

Οι παρόχθιες περιοχές παρέχουν πολλές οικοσυστημικές υπηρεσίες, σημαντικές για τον άνθρωπο. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να αξιολογηθούν οι αντιλήψεις των κατοίκων μικρών αστικών περιοχών για τις παρόχθιες περιοχές με τη χρήση φωτογραφικού ερωτηματολογίου. Επικεντρωθήκαμε στην Δημοτική Ενότητα Καλαμπακίου που υπάγεται στο Δήμο Δοξάτου του Νομού Δράμας στην Ελλάδα. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο ελαφρώς διαφοροποιημένα ερωτηματολόγια για τις δυο κατηγορίες των ερωτηθέντων οι οποίες ήταν απλοί πολίτες και επαγγελματίες που σχετίζονται με την διαχείριση φυσικών πόρων. Τα ερωτηματολόγια αποτελούνται από τρία τμήματα τα οποία είναι: 1) τα προσωπικά στοιχεία, 2) διαφορετικές σειρές φωτογραφιών (με τέσσερις φωτογραφίες) για την κατάταξη της προτίμησής τους με βάση την προσωπική τους εκτίμηση και τέλος 3) κάποιες γενικές ερωτήσεις για τις παρόχθιες περιοχές.

Λέξεις κλειδιά: ρέματα, πολίτες, επαγγελματίες διαχείρισης φυσικών πόρων, ανθρωπογενής επιδράσεις.

Εισαγωγή

Σε κάθε ποταμό υπάρχει παρόχθια ζώνη, μια πολύπλοκη και ευαίσθητη μεταβατική περιοχή που συνδέει το υδάτινο με το χερσαίο περιβάλλον (Walsh κ.α. 2005). Η παρόχθια ζώνη στην οποία συχνά φύεται παρόχθιο δάσος βρίσκεται σε δυναμική ισορροπία με τον ποταμό, ο οποίος την αλλάζει με τις πλημμύρες του, αλλά και επηρεάζεται ριζικά από αυτήν (Zaimes κ.α. 2010). Η σχέση αυτή βέβαια επηρεάζεται και από τον άνθρωπο που για εκατονταετίες παίζει καθοριστικό ρόλο στην ιστορία των νερών του τοπίου. Ο ποταμός μεταφέρει νερό από μια λεκάνη απορροής στη θάλασσα και μπορούμε να τον φανταστούμε σαν μια φλέβα που αποστραγγίζει μια ολόκληρη περιοχή ξηράς. Πέρα από τη βασική αυτή λειτουργία τους, οι ποταμοί και οι παρόχθιες ζώνες χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά μεγάλη βιοποικιλότητα τόσο σε χλωρίδα όσο και σε πανίδα (Pennington κ.α. 2010).

Ένας ποταμός συνδέεται στενά με τα υπόγεια νερά, επειδή η κοίτη του βρίσκεται στο πιο χαμηλό σημείο του τοπίου και συνήθως βρίσκεται σε επαφή με τον υπόγειο υδροφόρο (Petts και Amoros 1996). Ένας πλημμυρισμένος ποταμός εφοδιάζει με νερό τον υπόγειο υδροφόρο, ενώ δέχεται νερό από αυτόν σε εποχές λειψυδρίας (Schultz κ.α. 2000). Παρόχθιο δάσος είναι η δασική βλάστηση που επηρεάζει σημαντικά έναν ποταμό και επηρεάζεται σημαντικά από αυτόν. Αντίθετα από ένα τυπικό χερσαίο δάσος, περιέχει κυρίως είδη υγρόφιλα και ανθεκτικά σε υγρασία και πλημμύρες, αφού έχουν να αντιμετωπίσουν ένα έδαφος γεμάτο με νερό και μια ισχυρή και μεταβλητή ποτάμια ροή (Schultz κ.α. 2000). Το παρόχθιο δάσος είναι μέρος της παρόχθιας ζώνης και μαζί με τον ποταμό σχηματίζει έναν «ποτάμιο διάδρομο» (Zaimes κ.α. 2011). Οι διαφορές της παραποτάμιας παρόχθιας βλάστησης ανάμεσα σε έναν ποταμό και σε έναν υγρότοπο αντανακλούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ποταμού: το ισχυρό ρεύμα του νερού και την εποχιακή διαδοχή πλημμυρών και ξηρασιών (Furniss 1992).

Σε έναν ποταμό, την προσοχή μας τραβούν κυρίως τα ψάρια και τα πουλιά. Μόνο που αυτά δεν θα υπήρχαν χωρίς τα φύλλα που πέφτουν από τα παρόχθια δέντρα και τα ασπόνδυλα ζώα, όπως και τα υγρόφιλα δέντρα δεν θα υπήρχαν χωρίς το νερό και τις πλημμύρες που κάνουν το έδαφος γόνιμο ή τροφοδοτούν τις βαθιές τους ρίζες κατά τη θερινή ξηρασία (Ζόγγαρης κ.α. 2007). Οι συνθήκες και οι βιοκοινότητες που αναπτύσσονται στις παρόχθιες ζώνες αποτελούν μοναδικό συνδυασμό από επιρροές τόσο του υδάτινου όσο και του χερσαίου περιβάλλοντος (Zaimes και Iakovoglou 2021). Τα παρόχθια δέντρα ζουν από το υπόγειο νερό, για αυτό αναπτύσσουν ρίζες κοντά στον υδροφόρο ορίζοντα και όχι σε όλο το εδαφικό προφίλ (Zaimes 2020). Τα φυτάρια ορισμένων παρόχθιων ειδών ξοδεύουν τα πολύτιμα αποθέματα που περιέχει ο σπόρος τους για να αναπτύξουν μια πολύ μακριά ρίζα κατά τις πρώτες εβδομάδες της ζωής τους, καθυστερώντας την ανάπτυξη των πρώτων φύλλων (Furniss κ.α. 1992). Τα ορεινά παρόχθια δάση ανανεώνουν κάθε χρόνο σε ποσοστό 30-90% τα ριζιδιά τους – τις μικροσκοπικές δηλαδή ρίζες με τις οποίες απορροφούν νερό και θρεπτικά υλικά.

Για την ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτινων πόρων είναι απαραίτητη η ενεργή συμμετοχή όλων των ενδιαφερομένων (Biswas 2008). Το πρώτο βήμα συμμετοχής τους είναι μέσω ερωτηματολογίου. Σκοπός της έρευνας ήταν ο προσδιορισμός της γνώμης/γνώσης των κατοίκων μικρών αστικών περιοχών και επαγγελματιών για τις παρόχθιες περιοχές με τη χρήση απλού και φωτογραφικού ερωτηματολογίου. Οι πληροφορίες των απαντήσεων του ερωτηματολογίου θα μας ενημερώσουν για τις προτιμήσεις και την γνώση των ανθρώπων για τις παρόχθιες περιοχές και θα συνεισφέρουν στην πιο σωστή διαχείριση τους. Για την βιώσιμη διαχείριση των παρόχθιων περιοχών είναι απαραίτητη να υπάρχει σωστή ενημέρωση τόσο των επαγγελματιών όσο και των πολιτών (Zaimes και Iakovoglou 2021). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον υπάρχει για τους ενδιαφερομένους των αστικές παρόχθιων περιοχών (Sukopp κ.α. 1995). Οι αστικές παρόχθιες περιοχές δεν έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα στην Ελλάδα.

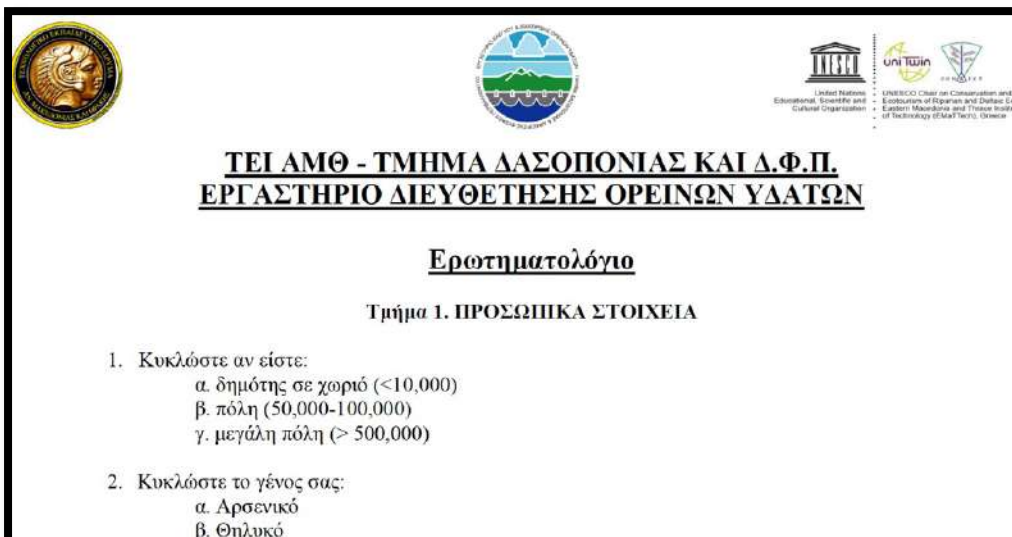
Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Ως περιοχή μελέτης είναι το Καλαμπάκι, μία πεδινή κομόπολη του νομού Δράμας με υψόμετρο 60 μέτρα, και τα γύρω χωριά. Βρίσκεται 13 χλμ. νότια της Δράμας, πρωτεύουσας του νομού. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από άτομα που κατοικούσαν σε Φτελιά, Αγιά Παρασκευή, Καλαμπάκι, Καλαμώνας και Μικροχώρι.

Μεθοδολογία

Στα πλαίσια της έρευνας, στόχος ήταν η αξιολόγηση της γνώσης για την σημαντικότητα και διαχείριση των παρόχθιων περιοχών, κατοίκων μικρών αστικών περιοχών με τη χρήση απλού και φωτογραφικού ερωτηματολογίου. Οι ερωτηθέντες ήταν επαγγελματίες διαχείρισης φυσικών πόρων εργάζονται είτε σε δημόσιους οργανισμούς είτε σε ιδιωτικές επιχειρήσεις και πολίτες. Το ερωτηματολόγιο απαρτίζεται από τρία τμήματα. Οι ερωτήσεις ήταν του κλειστού τύπου, εκτός από μία που ήταν ανοιχτού τύπου (Zaimes κ.α. 2020). Το πρώτο τμήμα αποτελείται από έξι ερωτήσεις για πολίτες και εννέα για επαγγελματίες που αφορούν προσωπικά στοιχεία (Εικόνα 1). Το δεύτερο τμήμα αποτελείται από μια έντεκα σειρές φωτογραφιών παρόχθιων περιοχών που κατατάχθηκαν (Εικόνα 2) (Kenwick κ.α. 2009). Σε κάθε σειρά φωτογραφιών υπήρχαν τέσσερις φωτογραφίες και οι συμμετέχοντες διάλεγαν ποια προτιμούσαν περισσότερο. Το τρίτο τμήμα περιλαμβάνει δεκατρείς ερωτήσεις σχετικά με τις παρόχθιες περιοχές. Η έρευνα υλοποιήθηκε για τους πολίτες με τυχαία δειγματοληψία χρονικής διάρκειας ενός μήνα, καθημερινά από τις 09:00 μέχρι τις 14:00 σε κεντρικό δρόμο των περιοχών μελετών και για τους επαγγελματίες με επίσκεψη στον χώρο εργασίας τους. Μετά την συμπλήρωση όλων των ερωτηματολογίων τα δεδομένα περάστηκαν στο excel και δημιουργήθηκαν τα ανάλογα διαγράμματα. Σε περίπτωση μη απάντησης δεν συμπληρώνονταν το κελί του excel.



Εικόνα 1. Οι δύο πρώτες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου για το πρώτο τμήμα.
 Picture 1. The first two questions of the questionnaire for the first section.



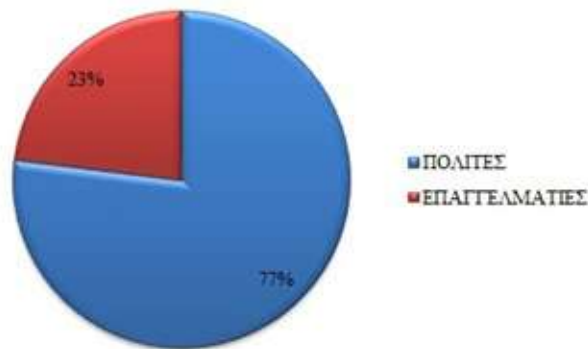
Εικόνα 2. Οπτική κατάταξη τεσσάρων φωτογραφίες διάφορων ποταμών και χειμάρρων.
 Picture 2. Visual ranking of four photographs of different streams and torrents.

Αποτελέσματα

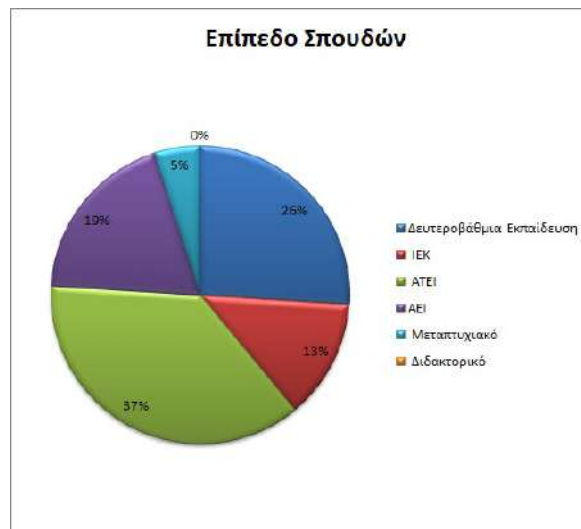
Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 3 τμήματα: 1) τα προσωπικά στοιχεία, 2) την οπτική κατάταξη φωτογραφιών, και 3) τις γενικές ερωτήσεις για παρόχθιες περιοχές.

Πρώτο τμήμα ερωτήσεων

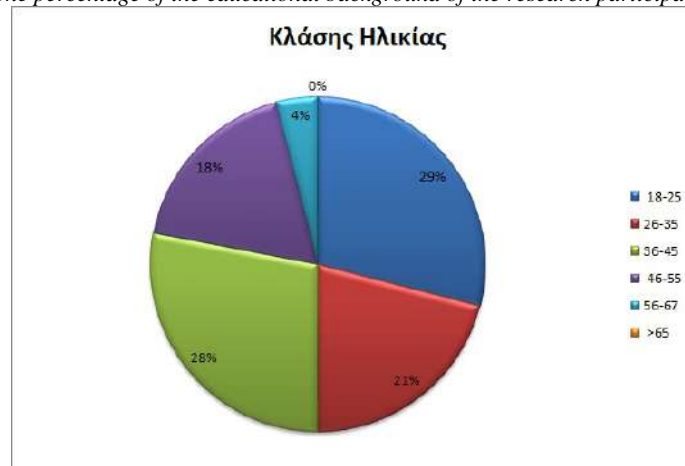
Στο πρώτο τμήμα του ερωτηματολογίου σχετικά με τα προσωπικά στοιχεία, παρουσιάζονται τρεις από τις εννέα συνολικά ερωτήσεις. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν από 100 μη εξειδικευμένους πολίτες και από 30 επαγγελματίες (Σχήμα 1). Το Στο Σχήμα 2 και 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με τις συγκεντρωτικές απαντήσεις (επαγγελματιών και πολιτών). Σε επίπεδο σπουδών (Σχήμα 3) βλέπουμε ότι περισσότερο από το 80% που συμμετείχαν στο ερωτηματολόγιο είχαν τουλάχιστον πτυχίο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (ΑΤΕΙ ή ΑΕΙ). Τέλος στις ηλικιακές κλάσης (Σχήμα 4) τα μεγαλύτερα ποσοστά ήταν 18-25 (29%) και 36-45 (28%).



Σχήμα 1. Το ποσοστό των επαγγελματιών και πολιτών που συμμετείχαν στην έρευνα.
Figure 1. The percentage of professionals and the general public that participated in this research.



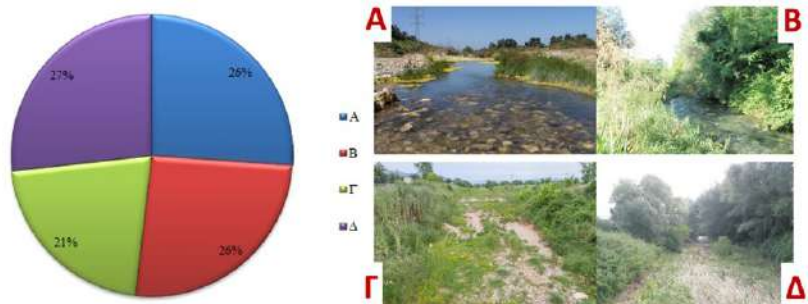
Σχήμα 2. Το ποσοστό με το εκπαιδευτικό υπόβαθρο των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα.
Figure 2. The percentage of the educational background of the research participants



Σχήμα 3. Το ποσοστό της ηλικιακής κλάσης των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα.
Figure 3. The percentage of the age groups of the research participants.

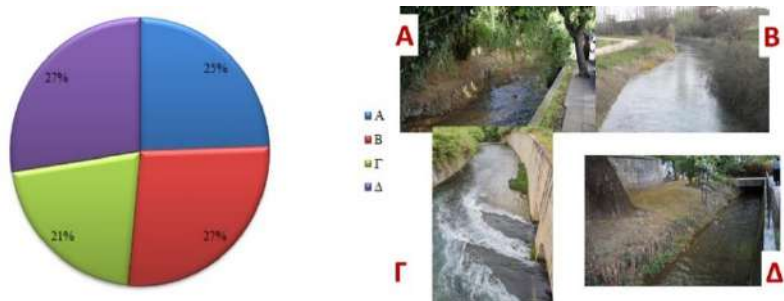
Δεύτερο τμήμα ερωτήσεων

Στο δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου, για την κατάταξη των φωτογραφιών των παρόχθιων περιοχών είχαμε συνολικά έντεκα ερωτήσεις από τις οποίες παρουσιάζονται οι τρεις με τις συγκεντρωτικές απαντήσεις (επαγγελματιών και πολιτών). Συγκεκριμένα στο Σχήμα 4 βλέπουμε πως τα υψηλότερα ποσοστά εμφανίζονται στις φωτογραφίες Α, Β, Γ με 27%, 26 % και 26%, αντίστοιχα. Συνεπώς, αυτό παραπέμπει σε παρόχθιες που έχουν παρουσία νερού και εμφανή βλάστηση.



Σχήμα 4. Σειρά φωτογραφιών 1. Το ποσοστό τις κάθε φωτογραφία ανάλογα με την προτίμηση των ερωτηθέντων.
Figure 4. Photo Set 1. The percentage of each photo according to the preference of the participants.

Στο Σχήμα 5 επίσης βλέπουμε οι προτιμήσεις των ερωτηθέντων να κλίνουν σε παρόχθιες περιοχές με πρανή που διατηρούν την φυσική τους κατάσταση. Συγκεκριμένα τα υψηλότερα ποσοστά εμφανίστηκαν στην Α, Δ και Β φωτογραφία παρόχθιας περιοχής με 27%, 27% και 25%, αντίστοιχα. Σε αντίθεση το μικρότερο ποσοστό προτίμησε την παρόχθια περιοχή που τα πρανή είχαν έντονη την ανθρώπινη κατασκευαστική επέμβαση (21%).



Σχήμα 5. Σειρά φωτογραφιών 2. Το ποσοστό τις κάθε φωτογραφία ανάλογα με την προτίμηση των ερωτηθέντων.
Figure 5. Photo Set 2. The percentage of each photo according to the preference of the participants.

Στο Σχήμα 6 όλες οι φωτογραφίες είχαν σχεδόν τα ίδια ποσοστά. Αυτό ήταν αναμενόμενο επειδή έχουν φυσική βλάστηση στα πρανή. Βέβαια περιμέναμε το Δ να έχει το μικρότερο ποσοστό επειδή τα ύδατα έχουν πολλά φερτά υλικά (σκούρο καφέ χρώμα) και είναι ευθυγραμμισμένο.

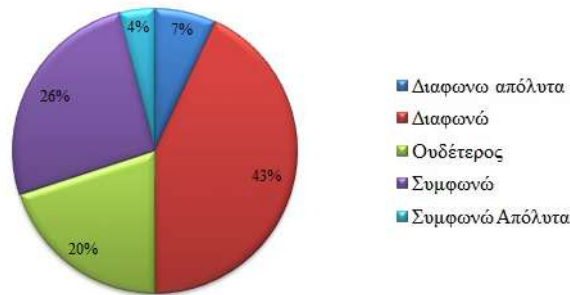


Σχήμα 6. Σειρά φωτογραφιών 3. Το ποσοστό τις κάθε φωτογραφία ανάλογα με την προτίμηση των ερωτηθέντων.
Figure 6. Photo Set 3. The percentage of each photo according to the preference of the participants.

Τρίτο τμήμα ερωτήσεων

Στο τρίτο τμήμα του ερωτηματολογίου υπάρχουν συνολικά δεκατρείς ερωτήσεις για παρόχθιες περιοχές και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις δυο με τις συγκεντρωτικές απαντήσεις (επαγγελματιών και πολιτών). Συγκεκριμένα, στην ερώτηση αν προτιμούν την οικία τους να βρίσκεται δίπλα σε ποταμό/χείμαρρο με φυσική βλάστηση, η πλειονότητα απάντησε ότι δεν το προτιμά με 50% (43% διαφωνώ και 7% διαφωνώ απόλυτα) (Σχήμα 7). Το 20% των ερωτηθέντων είχε ουδέτερη άποψη και το 30% θα ήθελε η οικία τους να βρίσκεται σε παρόχθια περιοχή με βλάστηση (26% συμφωνώ και 4% συμφωνώ απόλυτα).

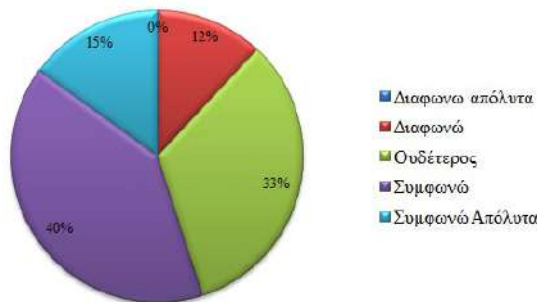
Οικία δίπλα σε ποταμό/χείμαρο με φυσική βλάστηση



Σχήμα 7. Τα ποσοστά των ερωτηθέντων για το αν θα ήθελαν την κατοικία τους δίπλα σε παρόχθια περιοχή.
Figure 7. The percentage of the people that would prefer their house near a riparian area.

Στο Σχήμα 8 βλέπουμε το ποσοστό των απαντήσεων για το αν «Θα πρέπει η τοπική αυτοδιοίκηση να επιβάλει τη διατήρηση της φυσικής βλάστησης σε ποταμούς/χείμαρρους κατοικημένων περιοχών». Η πλειονότητα με 55% (40% συμφωνώ και 15% συμφωνώ απόλυτα) θεωρεί ότι πρέπει. Ένα 33% απάντησαν πως είναι ουδέτεροι και ένα 12% ότι διαφωνούν.

Τοπική αυτοδιοίκηση να επιβάλει τη διατήρηση φυσικής βλάστησης



Σχήμα 8. Τα ποσοστά για το αν θα πρέπει η τοπική αυτοδιοίκηση να επιβάλει τη διατήρηση της φυσικής βλάστησης σε ποταμούς/χείμαρρους κατοικημένων περιοχών.
Figure 8. The percentages in regard to the whether the local authorities should enforce rules to protect the natural vegetation of urban riparian areas.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα ποσοστά των αποτελεσμάτων δείχνουν ότι υπάρχει μια διαφορά απόψεων ανάμεσα στους ερωτηθέντες. Αυτό σημαίνει ότι για τον δημιουργία βιώσιμων σχεδίων διαχείριση των παρόχθιων περιοχών πρέπει να υπάρχει ενεργή συμμετοχή και συνεργασία όλων των ενδιαφερομένων (Zaimes 2020).

Στο πρώτο τμήμα του ερωτηματολογίου συμπληρωθήκαν προσωπικά στοιχεία για κάθε άτομο που συμμετείχε στην έρευνα. Όπως αναμενόταν ο αριθμός των πολιτών ήταν πολύ μεγαλύτερος από τους επαγγελματίες. Επίσης το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων είχε πτυχίο τουλάχιστον τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και υπάρχει μια καλή διασπορά μεταξύ των ηλικιών των ερωτηθέντων εκτός των ηλικιών μεγαλύτερες από 56 χρόνια.

Στο δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε η κατάταξη διάφορων κατηγοριών παρόχθιων περιοχών με την σύγκριση σειρών (τεσσάρων) φωτογραφιών. Στην πρώτη σειρά φωτογραφιών (Σχήμα 4) περιμέναμε οι ερωτηθέντες να προτιμήσουν τις παρόχθιες περιοχές με μόνιμη ροή νερού και πυκνή βλάστηση. Οι δυο φωτογραφίες (Α, Β) είχαν τα παραπάνω χαρακτηριστικά αλλά σημαντικό ποσοστό προτίμησε τα ρέματα χωρίς μόνιμη ροή νερού. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι στην Ελλάδα και στην Μεσόγειο ένα μεγάλος αριθμός των ρεμάτων έχει περιοδική ή προσωρινή ροή (Zaimes κ.α., 2010) και οι πολίτες είναι συνηθισμένοι σε τέτοιου είδους ρέματα. Στην

δεύτερη σειρά φωτογραφιών (Σχήμα 5) οι περισσότεροι ερωτηθέντες προτίμησαν τα ρέματα και τις παρόχθιες περιοχές με λίγες ανθρωπογενής επιδράσεις (Α, Β, Δ) (Kenwick κ.α. 2009). Βέβαια ένα σημαντικό ποσοστό (21%) προτίμησε το ρέμα με παράλληλους τοίχους (Γ), κάτι μη αναμενόμενο. Στην τελευταία σειρά φωτογραφιών (Σχήμα 6) όλες οι φωτογραφίες είχαν περίπου τα ίδια ποσοστά. Περιμέναμε η φωτογραφία Δ, επειδή το ρέμα είναι ευθυγραμμισμένο και τα ύδατα έχουν πολλά φερτά υλικά να έχει πολύ χαμηλότερο ποσοστό.

Στο τρίτο τμήμα υπήρχαν γενικές ερωτήσεις που συμπλήρωναν οι ερωτηθέντες. Το μεγαλύτερο ποσοστό δεν ήθελαν οι κατοικίες τους να είναι διπλά σε ρέμα και σε παρόχθιες περιοχές (50%). Σε άλλες αναπτυγμένες χώρες συνήθως οι προτιμήσεις είναι το αντίθετο (Kenwick κ.α. 2009). Βέβαια στην Ελλάδα, ίσως ο κόσμος να προβληματίζεται λόγω των ξαφνικών πλημμυρών που τακτικά συμβαίνουν σε ρέματα, ειδικά σε αστικά περιβάλλοντα (Zaimes 2020). Τέλος είναι θετικό ότι οι περισσότεροι πιστεύουν ότι η τοπική αυτοδιοίκηση πρέπει να επιβάλει την καλή κατάσταση της φυσικής βλάστησης στις κατοικημένες περιοχές όπου είναι κοντά στις παρόχθιες περιοχές.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα πιστεύουμε ότι πρέπει να παρθούν μέτρα για την σωστή διαχείριση, προστασία και διευθέτηση των ρεμάτων και των παρόχθιων περιοχών, που θα οδηγήσει στην περεταίρω ανάδειξη τους και την ποιοτική αναβάθμισή τους. Συγκεκριμένα προτείνονται οι παρακάτω ενέργειες:

1. Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών από το Δασαρχείο, την Διεύθυνση Δασών ή των Δήμων μέσω ημερίδων που θα περιλαμβάνουν πληροφορίες για την σημαντικότητα των παρόχθιων περιοχών και ποια θα πρέπει να είναι τα μέτρα προστασίας τους.
2. Έγκριση προγραμμάτων με στόχο την καταγραφή της παροχής του νερού στα διάφορα ρέματα ώστε να λυθούν τα προβλήματα των παρόχθιων περιοχών λόγω μειωμένης παροχής.
3. Έγκριση προγραμμάτων με στόχο την καταγραφή της κατάστασης των παρόχθιων περιοχών ώστε να αναβαθμιστούν και να αποτελέσουν οικοτουριστικό πόλο.
4. Λήψη μέτρων για πιθανά προβλήματα μόλυνσης και ρύπων για τα αστικά ρέματα.
5. Αποφυγή ανθρώπινων επιδράσεων, όπως βόσκηση ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα και η βιωσιμότητα των παρόχθιων περιοχών, για να μπορούν να παρέχουν τις οικοσυστημικές υπηρεσίες τους όπως να φιλτράρει και να βελτιώνει την ποιότητα του νερού και να αυξάνει τη βιοποικιλότητα εξασφαλίζοντας ενδιαιτήματα για την άγρια πανίδα.

Abstract

Riparian areas provide many ecosystem services that are very important to humans. The purpose of this study was to assess the perceptions of residents of small urban areas on riparian areas using a photographic questionnaire. We focused on the Municipal Unit of Kalampaki which belongs to the Municipality of Doxatos in the Prefecture of Drama in Greece. For this study two slightly different questionnaires were used with one focused on the general public and the other on professionals related to natural resource management. The questionnaires consisted of three sections which were: 1) personal information, 2) different photo sets (of 4 photos) to rank preference based on their personal assessment and finally 3) some general questions about riparian areas.

Βιβλιογραφία

- Biswas, A.K., 2008. Integrated Water Resources Management: Is It Working? *International Int. J. Water Resour. Dev.* 24:5–22.
- Furniss, P. and Lane, A., 1992. *Practical conservation: Water and wetlands*. Hodder & Stoughton. London pp. 128
- Kenwick, R.A., Shammin, M.R., Sullivan, W.C., 2009. Preferences for riparian buffers. *Landsc. Urban Plan.*, 91:88–96.
- Pennington, D.N., Hansel, J.R. and Gorchov, D.L., 2010. Urbanization and riparian forest woody communities: diversity, composition, and structure within a metropolitan landscape. *Biol. Conserv.* Vol. 143, pp. 182-194
- Petts, G.E. and Amoros, C., 1996. *Fluvial Hydrosystems*. Chapman and Hall, London, pp.322
- Schultz, R.C., Colletti, J.P., Isenhardt, T.M., Marquez, C.O., Simpkins, W.W. and Ball, C.J., 2000. Riparian forest buffer practices. In: *North American Agroforestry: An integrated science and practice*,

Garett, H.E., Rietveld, W.J. and Fisher R.F. (eds.). American Society of Agronomy. Madison, pp. 189-281.

Sukopp, H., Numata, M., Huber, A. (eds.) 1995. Urban ecology as the basis for urban planning. SPB Academic Publishing, pp. 250.

Walsh C.J., Roy A.H., Feminella J.W., Cottingham P.D., Groffman P.M. and Morgan R.P., 2005. The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *J. North. Am. Benthol. Soc.* 24: 706-723.

Zaimes, G.N., 2020. Mediterranean riparian areas - Climate change implications and recommendations. *J. Environ. Biol.* 41:957-965.

Zaimes G.N., Iakovoglou V., Emmanouloudis D. and Gounaridis D., 2010. Riparian areas of Greece: Their definition and characteristics *J. Eng. Sci. Technol., Review* 3:176-183.

Zaimes G.N., Gounaridis D., Iakovoglou V. and Emmanouloudis D., 2011. Riparian area studies in Greece: A literature review. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20:1470-1477.

Zaimes, G.N., Tsioras, P.A., Kiosses, C. Tufekcioglu, M., Zibtsev, S., Trombitsky, I., Uratu, R. and Gevorgyan, L., 2020. Perspectives on protected area and wildfire management in the Black Sea region. *J. For. Res.* 31:257–268

Zaimes, G.N. and Iakovoglou, V., 2021. Assessing riparian areas of Greece - An overview. *Sustainability*, 13:309.

Ζόγκαρης, Σ., Χατζηρβασάνης, Β., Οικονόμου, Α.Ν., Χατζηνικολάου, Γ., Γιακουμή, Σ. και Δημόπουλος, Π., 2007. Παρόχθιες Ζώνες στην Ελλάδα, Προστατεύοντας τις παραποτάμιες οάσεις ζωής, Ειδική Έκδοση ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., Πρόγραμμα Interreg III C Sud, “RIPIDURABLE”, Αθήνα, Σελ. 95.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ

Λαζαρίδου, Βασιλική¹; Τζώρτζης, Αντώνιος²;
Πολύζος, Νικόλαος³; Κατσινίκας, Κωνσταντίνος⁴

¹Δασοπόνος-Δικηγόρος, MSc, MEd, vickylazaridou@hotmail.com

²Αρχιτέκτων Τοπίου, M.Sc., M.Ed., Υπ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ., tz.antonios@gmail.com

³Εκπαιδευτικός, MEd, MA, nikolaospolyzos@gmail.com

⁴Δασοπόνος- Νομικός, M.Sc., M.Ed., Υπ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ., katsinikas@hotmail.com

Περίληψη

Η εισαγωγή της διδακτικής της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα ειδικά σχολεία είναι περιορισμένη και αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις τόσο σε σχέση με τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς όσο και με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις των παιδιών με αναπηρία. Η βιβλιογραφία δείχνει ότι η επαφή με το περιβάλλον των παιδιών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες έχει σημαντική επίδραση στην ευαισθητοποίησή τους σε θέματα του περιβάλλοντος και στην ανάπτυξη των ακαδημαϊκών και αισθητικοκινητικών τους δεξιοτήτων. Η παρούσα έρευνα είναι μία βιβλιογραφική ανασκόπηση η οποία εστιάζεται στην διδασκαλία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Τα συμπεράσματα της έρευνας καταλήγουν στο γεγονός ότι η εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα ειδικά σχολεία είναι περιορισμένη και αντιμετωπίζει σημαντικά εμπόδια και προκλήσεις.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, βιωματικές δράσεις, Ειδική Αγωγή, συμπερίληψη, επιμόρφωση εκπαιδευτικών.

Εισαγωγή

Ένα από τα είδη της μάθησης που διδάσκεται στο σχολείο είναι και η μάθηση των στάσεων. Ως στάση ορίζεται η εσωτερική κατάσταση που υπάρχει σε ένα άτομο και η οποία τείνει να επηρεάζει την επιλογή ή προτίμησή του για ορισμένα πρόσωπα, πράγματα, θέσεις ή γεγονότα (Φλουρής 1992). Τις τελευταίες δεκαετίες ένα από τα θέματα που δείχνει να απασχολεί την παγκόσμια κοινότητα είναι και η στάση και η ευαισθητοποίηση απέναντι στα περιβαλλοντικά ζητήματα και προβλήματα, μέσα από την ανάπτυξη της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, της οποίας ο τελικός στόχος « είναι η ανάπτυξη ενημερωμένων και επιδέξιων πολιτών, οι οποίοι θα είναι πρόθυμοι και ικανοί να αναλάβουν δράση για την επίλυση των περιβαλλοντικών ζητημάτων» (Jickling 1997).

Η ομόφωνα αποδεκτή φιλοσοφία της αειφόρου ή βιώσιμης ανάπτυξης σε παγκόσμιο επίπεδο, είχε ως αποτέλεσμα τη στροφή της ΠΕ προς την κατεύθυνση αυτή, για την ανάπτυξη της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και τον πολιτισμό μέσα από τις πρακτικές εφαρμογές της Ατζέντας 21 σε όλες τις εκπαιδευτικές δομές, ως μια δια βίου εκπαίδευση. Η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης αντιπροσωπεύει τις κατευθυντήριες αρχές των δραστηριοτήτων και της εφαρμογής των πολιτικών της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στις περισσότερες χώρες, οι οποίες είναι (Toth 2002):

- Η έννοια του βιώσιμου περιβάλλοντος συνιστά μια ευρεία προσέγγιση που περιλαμβάνει εκτός από τη βιόσφαιρα και το αβιοτικό περιβάλλον και όλα τα κατασκευασμένα από τον άνθρωπο συστατικά της κοινωνίας.
- Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι μια συνεχής διεργασία η οποία αναπτύσσεται καθ' όλη τη διάρκεια της ανθρώπινης ζωής, με διαφορετικούς τρόπους και μορφές, τόσο εντός όσο και εκτός του εκπαιδευτικού συστήματος.
- Η ΠΕ εστιάζει σε τρέχοντα και μελλοντικά περιβαλλοντικά ζητήματα, για την αντιμετώπισή τους σε τοπικό, περιφερειακό και διεθνές επίπεδο, μέσα από την ομαδική εργασία, τις κοινές εμπειρίες στον τομέα της προστασίας του περιβάλλοντος και με την υιοθέτηση κριτικών προσεγγίσεων, υπό το πρίσμα της πολυεπιστημονικής και διεπιστημονικής προσέγγισης.

- Εστιάζει στην εκπαίδευση και ανάπτυξη των ηθικών και πολιτικών ευθυνών της ΠΕ των μαθητών και στην ικανότητά τους για εντοπισμό των απαντήσεων των οικολογικών ζητημάτων, ώστε να είναι σε θέση να λαμβάνουν συγκεκριμένες αποφάσεις και να συμμετέχουν ενεργά στις περιβαλλοντικές δραστηριότητες σε τοπικό ή επαγγελματικό επίπεδο.
- Η ΠΕ επιδιώκει την προώθηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, την κατάρτιση ικανοτήτων, συνηθειών και δεξιοτήτων προστασίας του περιβάλλοντος, τη δημιουργία κοινών περιβαλλοντικών στάσεων.

Οι διαστάσεις της ΠΕ σχετίζονται με την προσέγγιση του Palmer (1998) για την υιοθέτηση τριών αναγνωρισμένων «νημάτων» που αφορούν την εκπαίδευση «σχετικά», «μέσα» και «για» το περιβάλλον. Η εφαρμογή της προσέγγισης αυτής προαπαιτεί την ανάλυση της αλληλοσυσχέτισης των διαστάσεων αυτών και την αναγνώριση ότι συνιστούν τα βασικά στοιχεία του σχεδιασμού σε κάθε επίπεδο εκπαίδευσης. Για τα σχολεία, αυτό σημαίνει την εφαρμογή τους σε όλα τα επίπεδα του προγράμματος σπουδών, από το σύνολο του οργανισμού και τον ετήσιο προγραμματισμό σε ένα περισσότερο εστιασμένο πρόγραμμα σπουδών. (Λουκέρης 2005). Ως εκ τούτου, η εξέταση των αλληλοσυσχετίσεων των τριών διαστάσεων συνιστά ένα αναπόσπαστο μέρος της διεργασίας προγραμματισμού των σχολικών προγραμμάτων σπουδών (Palmer 1998).

Η εκπαίδευση σχετικά με το περιβάλλον αναφέρεται στη διδασκαλία και μάθηση της περιβαλλοντικής γνώσης και των πληροφοριών ή παρουσιάσεων των στοιχείων των περιβαλλοντικών ζητημάτων και διδάσκει στους μαθητές την οικολογία και τις σχέσεις αυτής (Murdoch 1993).

Η εκπαίδευση μέσα/μέσω του περιβάλλοντος υλοποιείται με τη χρήση του ίδιου του περιβάλλοντος για τους εκπαιδευτικούς σκοπούς. Σύμφωνα με την οπτική αυτή, η εκτίμηση του περιβάλλοντος δεν μπορεί να διδαχθεί αποκλειστικά μέσα στη σχολική τάξη, αλλά σε εξωτερικούς χώρους καλλιεργώντας τις στάσεις και τις αξίες των μαθητών. (Miles 1991, Bogner 1998).

Η εκπαίδευση για το περιβάλλον θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλες τις πτυχές αυτού, συμπεριλαμβανομένου και του κατασκευασμένου περιβάλλοντος. (Λουκέρης 2000).

Η διάσταση αυτή συνεπάγεται τον προσανατολισμό για δράση και επηρεάζει τις κοινωνικές δομές και τις κοινωνικά κατασκευασμένες ιδέες, ενδυναμώνοντας τα παιδιά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων. (LeRoux 2001, Sethusha 2006).

Η ΠΕ ως μέρος της τυπικής ή άτυπης εκπαίδευσης, όπως και κάθε άλλη μορφή εκπαίδευσης, οφείλει να λειτουργεί χωρίς αποκλεισμούς για όλο το μαθητικό πληθυσμό, συμπεριλαμβανομένου φυσικά και των παιδιών με ειδικές ικανότητες και δεξιότητες.

Υλικά και Μέθοδοι

Χρησιμοποιώντας ως μέθοδο τη βιβλιογραφική ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας και κυρίως των διεθνών επιστημονικών περιοδικών, προσπαθούμε να διερευνήσουμε τον τρόπο με τον οποίο διασυνδέεται η περιβαλλοντική εκπαίδευση με τα ειδικά σχολεία και ειδικότερα εάν αυτό γίνεται απρόσκοπτα ή εμφανίζει αρκετούς περιορισμούς στην υλοποίησή της.

Η αναζήτηση, εύρεση και συλλογή του υλικού έγινε σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων και ειδικότερα αυτών του Google scholar και το Researchgate. Για την εύρεση του υλικού έγινε χρήση λέξεων κλειδιών όπως disabilities, environmental education, inclusion, special education, sustainable education, sustainability, special education needs. Στη συνέχεια έγινε κατάταξη του ανευρεθέντος βιβλιογραφικού υλικού σε θεματικές ομάδες-κατηγορίες.

Για την επιλογή βιβλιογραφικού υλικού ως κριτήρια ακολουθήθηκαν: α) Ως γλώσσα δημοσίευσης χρησιμοποιήθηκε η αγγλική και η ελληνική και β) Το υλικό των άρθρων και των βιβλίων που επιλέχθηκε προερχόταν από διεθνή επιστημονικά περιοδικά και βιβλία διεθνούς αναγνώρισης με μη συμπερίληψη αυτών που για την ανάκτησή τους ήταν απαραίτητη η οικονομική συνδρομή.

Αποτελέσματα

Παρά τις τρέχουσες πολιτικές συζητήσεις σε σχέση με «την αποδόμηση της ειδικής αγωγής και της οικοδόμησης της συμπερίληψης», στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές αναπηρίες η ΠΕ παρουσιάζει πολλές δυσκολίες εφαρμογής, και για το λόγο αυτό απαιτεί μια διαφορετική προσέγγιση σε σχέση με αυτή της ΠΕ στα κανονικά σχολεία. (Chapman και Pease 2007).

Η υπαίθρια εκπαίδευση συνιστά μια από τις κυριότερες προσεγγίσεις της ΠΕ, με τον Gilbertson (2006) να υποστηρίζει ότι η μάθηση σε υπαίθριους χώρους «ανυψώνει το φυσικό, συναισθηματικό, γνωστικό, κοινωνικό και πνευματικό επίπεδο του ατόμου». Καθώς η παραδοσιακή εκπαίδευση εστιάζει κυρίως στο γνωστικό επίπεδο, η υπαίθρια εκπαίδευση ανοίγει νέους ορίζοντες μάθησης, ιδιαίτερα για τα παιδιά με ειδικές ανάγκες. Για τα παιδιά που εμφανίζουν δυσκολίες μάθησης σε γνωστικό επίπεδο, η υπαίθρια εκπαίδευση μπορεί να εμφανίσει νέα επίπεδα μάθησης.

Η πειραματική και επιτόπια μάθηση σε ένα υπαίθριο περιβάλλον ενεργοποιεί διάφορα μαθησιακά πρότυπα, ευνοώντας ιδιαίτερα τα παιδιά με ειδικές ανάγκες τα οποία αντιμετωπίζουν δυσχέρεια στην προσαρμογή σε ένα περιεχόμενο μέσα από ένα συγκεκριμένο αισθητηριακό δίαυλο. Η υπαίθρια εκπαίδευση έχει τη ικανότητα της ενδυνάμωσης των παιδιών με ειδικές ανάγκες, τα οποία, εξαιτίας της βίωσης της αποτυχίας τους έχουν αρνητική στάση έναντι στη μάθηση και στο σχολείο (Wilson 1994).

Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν τις δυσκολίες της εφαρμογής της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στα σχολεία της ειδικής αγωγής, δυσκολίες οι οποίες ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες: α) τη διαχείριση του χρόνου, β) τα προβλήματα μετακίνησης και κινητικότητας, γ) τα θέματα που σχετίζονται με την υγεία των παιδιών και δ) τους παράγοντες που σχετίζονται με τους εκπαιδευτικούς.

Ως προς την πρώτη κατηγορία, οι έρευνες σχετικά με τα εμπόδια των εκπαιδευτικών στην εφαρμογή της ΠΕ στα ειδικά σχολεία, αναφέρουν ότι μια από τις κυριότερες προκλήσεις είναι ο χρόνος και η χρηματοδότηση (Anderson 2008, BMRB 2000, Cheadle 2004, Jackson 2007). Όπως αναφέρουν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί, «*απαιτείται χρόνος και χώρος για την μακροπρόθεσμη υποστήριξη της οικοδόμησης μια επιτυχημένης προσέγγισης ΠΕ*» (Cheadle 2004). «*Το πιο σημαντικό εμπόδιο είναι η απουσία χρόνου για την ανάπτυξη του σχεδιασμού*» (Jackson 2007). Οι Young και Shah (2008) σημειώνουν ότι ο σχεδιασμός του χρόνου έχει την τάση να είναι επικεντρωμένος προς την πρόοδο έναντι των στόχων, και παρά το γεγονός ότι αυτό είναι σημαντικό, ωστόσο «*δεν θα έπρεπε να παραγκωνίζει τον ευρύτερο χώρο για τον προβληματισμό της συνολικής πρακτικής και του τι προσπαθούν να επιτύχουν μέσα από τη διδασκαλία τους*». Στις συνεντεύξεις τους, οι εκπαιδευτικοί της έρευνας του Corney (2007) αναφέρουν ότι αισθάνονται ότι στα σχολεία τους «*κανείς δεν είναι διατεθειμένος να ξαναγράψει τα σχήματα εργασίας για την ενσωμάτωση της ΠΕ, και έτσι αυτό παραβλέπεται από την ημερήσια ατζέντα*».

Ως προς τη δεύτερη κατηγορία, κάποιες από τις σημαντικότερες προκλήσεις που σημειώθηκαν από τις διάφορες έρευνες αφορούν τα σχολικά κτίρια και τη διαχείριση αυτών (Anderson 2008).

Σε μια έρευνα του BCSE (2007) αναφορικά με τον τρόπο που το σχολικό περιβάλλον της Αγγλίας επηρεάζει τη διδασκαλία, τη μάθηση και τη συμπεριφορά των παιδιών, το 87% των εκπαιδευτικών συμφωνούν ότι το περιβάλλον επιδρά στη συμπεριφορά των μαθητών, ενώ το 57% δήλωσε αδυναμία προσαρμογής του φυσικού τους περιβάλλοντος για την ενσωμάτωση διαφορετικών τρόπων διδασκαλίας, καθώς και των πιο ενεργών προσεγγίσεων της ΠΕ.

Τα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες πολύ συχνά έχουν να αντιμετωπίσουν φυσικά και αντιληπτά εμπόδια κατά τη συμμετοχή τους σε προγράμματα ΠΕ. Όσο τα παιδιά με αναπηρίες αντιμετωπίζουν προβλήματα προσβασιμότητας, τόσο μεγαλύτερος θα είναι ο δισταγμός τους για συμμετοχή σε υπαίθριες δραστηριότητες, φοβούμενα τον στιγματισμό και την αδεξιότητα τους από την αδυναμία πρόσβασης σε αυτές (Ahmad 2012).

Παρά το γεγονός ότι στα περισσότερα σχολικά κτίρια υπήρχαν ράμπες και ειδικά διαμορφωμένες τουαλέτες, ωστόσο, κανένα σχολείο δεν είχε ασχοληθεί συστηματικά με τον συμπεριληπτικό σχεδιασμό των υπαίθριων χώρων του με αποτέλεσμα τα παιδιά με ειδικές ανάγκες να αισθάνονται άβολα και απογοητευμένα (Woolley κ.α. 2006, Ahmad 2012).

Ως προς την τρίτη κατηγορία τα προβλήματα υγείας που αντιμετωπίζουν πολλά παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες μπορούν να αποτελέσουν πρόκληση στη διδασκαλική και μαθησιακή εμπειρία. Παρά το γεγονός ότι επικρατεί η άποψη ότι η βαρύτητα της αναπηρίας επηρεάζει την ψυχολογική κατάσταση των παιδιών αυτών, οι έρευνες δεν το επιβεβαιώνουν (Wallander και Varni 1998). Ωστόσο, κάποια άλλα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη χρονιότητα της κατάστασης υγείας των παιδιών μπορούν να επηρεάσουν την ψυχολογία και απόδοσή τους σε ποικίλο βαθμό, δυσχεραίνοντας το έργο των εκπαιδευτικών.

Συνοπτικά, τα προβλήματα αυτά είναι (Edwall, Shevlin-Woodcock και Thorson 2004):

Οι περιορισμοί της δραστηριότητας ή κινητικότητας που σχετίζονται με ορισμένες χρόνιες καταστάσεις υγείας των παιδιών αυτών μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο για προβλήματα ψυχικής

υγείας (Witt, Riley και Coiro 2003). Έρευνες σε εθνικό επίπεδο δείχνουν ότι τα παιδιά αυτά έχουν περιορισμούς στην ικανότητά τους να εκτελέσουν δραστηριότητες οι οποίες είναι αναμενόμενες για την ηλικία τους (π.χ. ανεξάρτητη κινητικότητα, αυτοεξυπηρέτηση, επικοινωνία, μάθηση), και για το λόγο αυτό βιώνουν περισσότερα συναισθηματικά προβλήματα σε σχέση με άλλα παιδιά με χρόνιες ασθένειες (Cadman κ.α. 1987, Mc Dougall κ.α. 2004).

Ο κίνδυνος εμφάνισης προβλημάτων ψυχικής υγείας εξαρτάται και από τον τύπο της σωματικής αναπηρίας. Φαίνεται ότι τα παιδιά με αισθητηριακές, νευρολογικές ή διανοητικές αναπηρίες εμφανίζουν μεγαλύτερη ψυχολογική επιβάρυνση σε σχέση με άλλα παιδιά με ειδικές ανάγκες (Emerson 2003, Lavigne και Faier-Routman 1992).

Πολλές από τις αναπηρίες περιλαμβάνουν επίπονες ιατρικές παρεμβάσεις και συχνές νοσηλείες, που μπορεί να καταστούν τραυματικές και μακροχρόνια επιβαρυντικές για τη ψυχολογική λειτουργικότητα του παιδιού, οδηγώντας πολλές φορές και σε μετατραυματικές διαταραχές, όπως άγχος και επηρεασμένες λειτουργίες (U.S. Depart. of Education 2000).

Πολύ συχνά υπάρχουν παρεμβάσεις στις κανονιστικές ρυθμίσεις της καθημερινότητας των παιδιών, εξαιτίας της αδυναμίας πλήρους συμμετοχής, του φόβου των γονέων και εκπαιδευτικών αναφορικά με τις συνέπειες διαφόρων δραστηριοτήτων, της έξαρσης μιας υποτροπής που έχει ως αποτέλεσμα παρατεταμένη απουσία από το σχολείο, κακουχία, κ.α.

Ένας από τους κυριότερους παράγοντες κινδύνου της ψυχικής υγείας των παιδιών με ειδικές ανάγκες είναι το κοινωνικό στίγμα και η απομόνωσή τους. Σε μία έρευνα στη Μινεσότα, φάνηκε ότι τα παιδιά με ειδικές ανάγκες ανέφεραν διπλάσιο αριθμό προβλημάτων από την κοινωνική τους συναναστροφή με άλλα παιδιά, σε σχέση με τους υγιείς ομότιμους τους, με το 12% αυτών να δηλώνουν ότι νιώθουν ανασφάλεια (Minnesota Department of Children, Families και Learning και Trends Through 2001).

Τα στατιστικά των ερευνών δείχνουν ότι τα παιδιά με ειδικές ανάγκες έχουν 3.4 φορές υψηλότερο κίνδυνο για κακομεταχείριση σε σχέση με τα υγιή παιδιά. Συνήθως, ο θύτης προέρχεται από το οικογενειακό και φιλικό περιβάλλον του παιδιού (Sullivan και Knutson 2000).

Η ανεπαρκής γονική και οικογενειακή προσαρμογή στη χρόνια κατάσταση του παιδιού, και ιδίως σε οικογένειες με οικονομικά και άλλα προβλήματα, συνιστούν παράγοντες κινδύνου για την ψυχική υγεία του παιδιού (Angel και Angel 1996, Gortmaker κ.α. 1990).

Τέλος, ως προς την τέταρτη κατηγορία, οι παράγοντες που σχετίζονται με τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς μπορεί να αφορούν τις στάσεις, τις πεποιθήσεις και τις εμπειρίες των ίδιων. Επίσης, αφορούν παράγοντες της ικανότητας των εκπαιδευτικών, όπως είναι το περιεχόμενο και η παιδαγωγική γνώση τους για τη διδασκαλία της ΠΕ. Και οι δύο αυτοί τύποι παραγόντων σχετίζονται με τα εσωτερικά εμπόδια των εκπαιδευτικών, επηρεάζοντας την αυτοπεποίθηση και την αποτελεσματικότητά τους (Kim και Fortner, 2006). Μεταξύ των παραγόντων αυτών υπάρχει μια περίπλοκη σχέση που επηρεάζει την ικανότητά τους για μια επιτυχημένη ενσωμάτωση της ΠΕ στις τάξεις τους.

Οι Shuman και Ham (1997) προτείνουν το *Μοντέλο Δέσμευσης της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης* (Model of Environmental Education Commitment-MEEC) για την αντιμετώπιση των επιδράσεων της δέσμευσης των εκπαιδευτικών για την διδασκαλία της ΠΕ. Σύμφωνα με το μοντέλο, τόσο οι εμπειρίες ζωής των εκπαιδευτικών όσο και οι αντιλήψεις τους αναφορικά με τον έλεγχο που ασκούν στη διδασκαλία περιβαλλοντικών ζητημάτων, επηρεάζουν τις στάσεις τους για την ΠΕ. Οι στάσεις αυτές επηρεάζουν και το κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί θα διδάξουν ή όχι περιβαλλοντικά ζητήματα. Με τη σειρά τους, οι εμπειρίες επηρεάζουν τις στάσεις των εκπαιδευτικών, και κατ' επέκταση τις πολιτικές τους απόψεις, τη γονική επιρροή, την ευαισθησία τους, τις θρησκευτικές τους απόψεις, την προετοιμασία τους για τα προγράμματα, τη φύση των προηγούμενων εμπειριών, την αυτοπεποίθησή τους αναφορικά με την ύπαρξη ή μη περιεχομένου περιβαλλοντικής γνώσης, την καθιέρωση της αίσθησης του ανήκειν και των κοινωνικών προτύπων (Bixler και Floyd 1999, Moseley και Utley 2008, Shuman και Ham 1997).

Ακολούθως, οι στάσεις, οι παιδαγωγικές γνώσεις και το περιεχόμενό τους, και οι εμπειρίες των εκπαιδευτικών επιδρούν στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας τους. Το παιδαγωγικό περιεχόμενο και οι γνώσεις των εκπαιδευτικών συνιστούν μέρος των κυριότερων προκλήσεων των εκπαιδευτικών (Dyment 2005, Kim και Fortner 2006, Simmons 1998). Οι έρευνες δείχνουν ότι πολύ συχνά οι εκπαιδευτικοί στερούνται της κατανόησης των οικολογικών και περιβαλλοντικών σχέσεων και της σύνδεσής τους με την ικανότητα διδασκαλίας περιβαλλοντικών ζητημάτων. Οι Dejean-Perrotta,

Moseley και Cantu (2008) έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί στερούνταν της γνώσης του περιβαλλοντικού αλφαριθμητισμού.

Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν δύσκολη τη μετατόπισή τους από τη δασκαλοκεντρική εκπαίδευση στη μαθητοκεντρική μάθηση των πραγματικών γεγονότων του κόσμου (Winther, Volk και Shrock 2002). Η βιβλιογραφία δείχνει ότι η προετοιμασία σχεδιασμού εκπαιδευτικών προγραμμάτων για περιβαλλοντικά ζητήματα είχε σημαντικά μεγαλύτερη επίδραση στη παιδαγωγική τους γνώση, στο περιεχόμενο αυτής και στον ρυθμό ενσωμάτωσης των περιβαλλοντικών εννοιών στο πρόγραμμα σπουδών τους (Kim και Fortner 2006, Meichtry και Smith 2007, Plevyak κ.α. 2001, Smith-Sebasto και Smith 1997).

Επιπρόσθετα, βρέθηκε ότι εξαιτίας της ελλιπούς γνώσης τους για την ΠΕ, οι εκπαιδευτικοί μπορεί να μην δίνουν επαρκή αξία στα περιβαλλοντικά ζητήματα ώστε να τους δίνουν χώρο στο πρόγραμμα διδασκαλίας τους. Ως εκ τούτου, εάν θεωρηθεί ότι η γνώση ενός αντικειμένου συνιστά τον προάγγελο της συμπερίληψής του στο πρόγραμμα σπουδών, τότε τα προπαρασκευαστικά προγράμματα των εκπαιδευτικών οφείλουν να περιλαμβάνουν την ΠΕ. Ωστόσο, οι έρευνες σε ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης δείχνουν ότι ένα μικρό ποσοστό αυτών περιλαμβάνει την ΠΕ στα προγράμματα σπουδών των υποψήφιων εκπαιδευτικών (Adams 2013, Mc Keown-Ice 2000). Μια εθνική έρευνα σε 42 πολιτείες των ΗΠΑ σε δημόσια και ιδιωτικά πανεπιστήμια ερεύνησε τους λόγους μη συμπερίληψης της ΠΕ στα μαθήματα των υποψήφιων μαθητών. Οι φοιτητές ανέφεραν ως κύριους λόγους το εμπόδιο της έλλειψης χρόνου και τη μη υποχρεωτική διδασκαλία της (Heimlich κ.α. 2004). Η έρευνα του Powers (2004) έδειξε παρόμοια αποτελέσματα με τους φοιτητές να συμπεριλαμβάνουν ως εμπόδια την απουσία χρόνου, προτύπων, πολιτικών, απουσία ειδικών πρότυπων ρόλων των εκπαιδευτικών, τον ανταγωνισμό με άλλες ειδικές ομάδες ενδιαφέροντος, τις στάσεις των φοιτητών και τις γνώσεις των πανεπιστημιακών μελών.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με τη σχέση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα ειδικά σχολεία ή στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας φάνηκε ότι κατά τη διδασκαλία της ΠΕ στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες οι εκπαιδευτικοί σε όλο τον κόσμο αντιμετωπίζουν παρόμοια εμπόδια (Coyle 2005, Rickinson κ.α. 2004). Οι έρευνες δείχνουν ότι δυστυχώς είναι λίγοι οι εκπαιδευτικοί που διαθέτουν το κατάλληλο υπόβαθρο σε περιβαλλοντικά ζητήματα, με συνέπεια την εμφάνιση ελλείψεων τόσο στο περιεχόμενο όσο και στις παιδαγωγικές γνώσεις τους σε σχέση με το περιβάλλον (Desjean-Perrotta, Moseley, και Cantu 2008, Kim και Fortner 2006, Zak και Munson 2008). Οι διδακτικές αυτές ανεπάρκειες των εκπαιδευτικών επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά τους κατά τη διδασκαλία της ΠΕ σε παιδιά με ειδικές ανάγκες (Plevyak κ.α. 2001, Smith-Sebasto και Smith 1997).

Η έλλειψη των βιβλιογραφικών δεδομένων σε σχέση με την εκπαίδευση της βιωσιμότητας και των περιβαλλοντικών ζητημάτων και της εισαγωγής τους στις σχολικές τάξεις της ειδικής αγωγής αναδεικνύει την ανάγκη των εκπαιδευτικών και των υπευθύνων σχεδιασμού των σχολικών προγραμμάτων σπουδών για (Clark 2013): 1) ενσωμάτωση της διδασκαλίας της ΠΕ στα προπαρασκευαστικά μαθήματα των υποψήφιων εκπαιδευτικών μέσω ενός συστηματικού πλαισίου, 2) αξιοποίηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και κατάκτησης των βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων σχετικά με την ΠΕ των ίδιων των εκπαιδευτικών, 3) εισαγωγή της βιωσιμότητας και της ΠΕ σε όλα τα επίπεδα της ειδικής αγωγής, ανεξαρτήτως των δεξιοτήτων και αναπηριών των μαθητών, με σεβασμό των διαφορετικών πολιτισμικών υποβάθρων τους, 4) εισαγωγή βιώσιμων πρακτικών σε όλα τα σχολεία, και 5) διδασκαλία της ΠΕ και παρακολούθηση της ανάπτυξής της.

Βιβλιογραφία

- Adams, T.R., 2013. Barriers to Teaching Action-Based Environmental Education: A Multiple Case Study of Teachers in the Public School Classroom". Masters Theses και Specialist Projects. Paper 1230.
- Ahmad, M., 2012. Barriers of Inclusive Education for Children with Intellectual Disability. Indian Streams Reserach Journal, 2 (2).
- Anderson, B., 200). Supporting Sustainable Schools in the South East. Government Office for the South East.

- Angel, R.J. and Angel, J.L., 1996. Physical comorbidity and medical care use in children with emotional problems. *Public Health Rep*, 111(2), 138-9.
- BCSE, 2007. Report on the school environment survey 2007 results. Teacher Support Network and the British Council for School Environments.
- Bixler, R. και Floyd, M. F., 1999. Hands on or hands off? Disgust sensitivity and preference for environmental activities. *J. Environ. Educ.*, 30 (3), 3-7.
- BMRB Social Research, 2000. Sustainable Development Education Surveys, Sustainable Development Education Panel. DEFRA website.
- Bogner, F.X., 1998. The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *J. Environ. Educ.* 29(4), 17-29.
- Cadman, D., Boyle, M., Szatmari, P. and Offord, D.R., 1987. Chronic illness, disability, and mental and social well-being: Findings from the Ontario Child Health Study. *Pediatrics*, 79, 805-813.
- Chapman, N. and Pease, L., 2007. Special Environmental Education for the Learning Disabled. *Environmental Education and Awareness*, 1.
- Cheadle, C., Symons, G. and Pitt, J., 2004. Education for Sustainable Development: A needs analysis of teachers in Citizenship, Geography, Science, Design and Technology and School Managers. GA/DfES (unpublished).
- Clark, K.E., 2013. Ecological Intelligence and Sustainability Education in Special Education. *Sustainability Education Multicult. Educ.*, 38-45.
- Corney, G., 2007. Education for sustainable development: an empirical study of the tensions and challenges faced by geography student teachers. University of Oxford, Department of Educational Studies, IRGEE No: 194.
- Coyle, K., 2005. Environmental literacy in America: What ten years of NEETF/Roper research and related studies say about the environmental literacy in the U.S. The National Environmental Education και Training Foundation.
- Desjean-Perrotta, B., Moseley, C. and Cantu, L. E., 2008. Preservice teacher's perceptions of the environment: Does ethnicity or dominant residential experience matter? *J. Environ. Educ.*, 39 (2), 21-31.
- Dyment, J., 2005. Green school grounds as sites for outdoor learning: Barriers and opportunities. *Int. Res. Geogr. Environ. Educ.*, 14 (1), 28-45.
- Edwall, G.E., Shevlin-Woodcock, C. and Thorson, S., 2004. Integrating Public Health, Mental Health, and Special Education Perspectives to Address the Mental Health Needs of CYSHCN. *Healthy Generations*, 5(2).
- Emerson, E., 2003. Prevalence of psychiatric disorders in children and adolescents with and without intellectual disability. *Intellect. Disabil. Res.*, 47(1), 51-58.
- Ghosh, K., 2014. Environmental awareness among secondary school students of Golaghat District in the state of Assam and their attitude towards environmental education. *IOSR Journal of Humanities and Social Sciences*, 19 (3), 30-34.
- Gilbertson, K., 2006. *Outdoor education: methods and strategies*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gortmaker, S.L., Walker, D.B., Weitzman, M. and Sobol, A.M., 1990. Chronic conditions, socio-economic risks, and behavioral problems in children and adolescents. *Pediatrics*, 85, 267-276.
- Heimlich, J. E., Braus, J., Olivolo, B., Barringer-Smith, L. and McKeown-Ice, R., 2004. Environmental education and preservice teacher preparation: A national study. *J. Environ. Educ.*, 35 (2), 17-21.
- Jackson, L., 2007. *Leading sustainable schools*. National College for School Leadership.
- Jicling, B., 1992. Why I don't want my children to be educated for sustainable development. *J. Environ. Educ.*, 23, 5-8.
- Kim, C. and Fortner, R. W. (2006). Issue-specific barriers to addressing environmental issues in the classroom: An exploratory study. *J. Environ. Educ.*
- Lavigne, J. and Faier-Routman, J. (1992). Psychological adjustment to pediatric physical disorders: A meta-analytic review. *J Pediatr Psychol*, 17, 133-157.
- Le Roux, K., 2001. *Environmental Education Processes*. Active Learning in Schools. 2nd Edition. University of Natal Press. Pietermaritzburg.

- Λουκέρης, Δ., 2000. Το μάθημα της Μελέτης του Περιβάλλοντος υπό το πρίσμα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Διδακτορική διατριβή, ΕΚΠΑ, Φιλοσοφική Σχολή, Τμήμα ΦΠΨ. Αθήνα.
- Λουκέρης, Δ., 2005. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Θεωρία και Πράξη. Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- McDougall, J., King, G., deWit, D.J., Miller, L.T., Hong, S., Offord, D.R., LaPorta, J. and Meyer, K., 2004. Chronic physical health conditions and disability among Canadian school-aged children: a national profile. *Disabil Rehabil*, 26(1), 35- 45.
- McKeown-Ice, R., 2000. Environmental education in the United States: a survey of preservice teacher education programs. *Journal of Environmental Education*, 32, (1), 4-11.
- Meichtry, Y. και Smith, J., 2007. The impact of place-based professional development program on teacher's confidence, attitudes, and classroom practices. Merriam.
- Miles, J.C., 1991. Teaching in Wilderness *J. Environ. Educ.*, 22 (5), 5-9.
- Minnesota Department of Children, Families and Learning and Trends Through, 2001. Roseville, MN.
- Moseley, C. and Utley, J., 2008. An exploratory study of preservice teachers' beliefs about the environment. *J. Environ. Educ.*, 39 (4), 15-29.
- Murdoch, K., 1993. Ideas for Environmental Education. ITP Nelson. Australia.
- Palmer, J., 1998. Environmental Education for the 21st Century. London: Routledge.
- Palmer, J. A., 1998. Environmental education in the 21st century: theory, Practice, Progress and Promise. London: Routledge.
- Plevyak, L., Bendixen-Noe, M., Henderson, J., Roth, R. and Wilke, R., 2001. Level of teacher preparation and implementation of EE: Mandated and non-mandated EE teacher preparation states. *Journal of Environmental Education*, 32 (2), 28-36.
- Powers, A. L., 2004. Teacher preparation for environmental education: Faculty perspectives on the infusion of environmental education into preservice methods courses. *J. Environ. Educ.*, 35 (3), 3-9.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D. and Benefield, A., 2004. A review of research on outdoor learning. National Foundation for Educational Research and King's College London.
- Sethusha, M.J., 2006. 'How primary school learners conceptualize the environment and environmental education'. Master thesis in Environmental Education. In the Department of Curriculum Studies At the Faculty of Education University of Pretoria.
- Shuman, D. and Ham, S. H., 1997. Toward a theory of commitment to environmental education teaching. *J. Environ. Educ.*, 28 (2), 25-33.
- Simmons, D., 1998. Using natural settings for environmental education: perceived 93 benefits and barriers. *J. Environ. Educ.*, 29 (3), 23-31.
- Smith-Sebasto, N., και Smith, T. L., 1997. Environmental education in Illinois and Wisconsin: A tale of two states. *J. Environ. Educ.*, 28 (4), 26-36.
- Sullivan, P.M. and Knutson, J.F., 2000. Maltreatment and disabilities: a population-based epidemiological study. *Child Abuse Negl*, 10, 1257-1273.
- Toth, M., 2002. Mediul inconjurator in educatie: educatia ecologica, educatia pentru mediu sau educatia privind mediul ? Cluj – Napoca: Editura Studium.
- U.S. Depart. of Education, 2000. Prohibited disability harassment: Reminder of responsibilities under Section 504 of the Rehabilitation Act of 1973 and Title II of the Americans with Disabilities Act. Washington, DC: Office for Civil Rights.
- Wallerand, J.L. and Varni, J.W., 1998. Effects of pediatric chronic physical disorders on child and family adjustment. *J Child Psychol Psychiatry*, 39, 29-46.
- Winther, A. A., Volk, T. L. and Shrock, S. A., 2002. Teacher decision making in the 1st year of implementing an issues-based environmental education program: A qualitative study. *The Journal of Environmental Education*, 33 (3), 27-33.
- Wilson, R. A., 1994. Integrating outdoor/environmental education into the special education curriculum. *Intervention in School and Clinic*, 29(3), 156-159.
- Witt, W.P., Riley, A.W. and Coiro, M.J., 2003. Childhood functional status, family stressors, and psychosocial adjustment among schoolaged children with disabilities in the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 157, 687-95.

Woolley, H., 2006. Inclusion of disabled children in primary school playgrounds. London: Joseph Rowntree Foundation.

Φλουρής, Γ., 1992. Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας and η διαδικασία της μάθησης, Αθήνα: Γρηγόρης.

Young, H. and Shah, H., 2008. Our Global Future: Questioning Education. DEA.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΑ ΔΑΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΛΟΓΟΥ

Λιάκου, Χαρίκλεια; Παπασπυρόπουλος, Κωνσταντίνος;
Δημόπουλος, Παναγιώτης

ΜΠΣ Εφαρμοσμένες Πολιτικές & Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, hara.liakou@gmail.com

Περίληψη

Με σκοπό την επίτευξη αειφορικής διαχείρισης και προστασίας των φυσικών πόρων στην Ελλάδα, έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια εθνικές στρατηγικές για τη Βιοποικιλότητα και τα Δάση με μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος της χώρας εξέδωσε την Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα το 2014 και το Σχέδιο Στρατηγικής Ανάπτυξης της Δασοπονίας (Εθνική Στρατηγική για τα Δάση) το 2018. Για να διαπιστωθούν πιθανές διαφορές, ομοιότητες και επικαλύψεις των δύο κειμένων, στην παρούσα έρευνα έγινε σύγκριση μεταξύ τους με τη μέθοδο της Ανάλυσης Λόγου. Τα αποτελέσματα μεταξύ άλλων δείχνουν ότι υπάρχουν τόσο διαφορές, όσο και ομοιότητες, και ότι στην Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα η λέξη βιοποικιλότητα σχετίζεται κυρίως με την προστασία, ενώ στην Εθνική Στρατηγική για τα Δάση η λέξη δάσος σχετίζεται κυρίως με τη διαχείριση.

Λέξεις Κλειδιά: Πολιτική φυσικών πόρων, ανάλυση κειμένου, ποιοτική ανάλυση.

Εισαγωγή

Η προστασία της βιοποικιλότητας αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους στόχους της ανθρωπότητας, τόσο από πλευράς των οργανώσεων που ασχολούνται με το φυσικό περιβάλλον, όσο και σε πολιτικο-οικονομικό επίπεδο. Το παγκόσμιο οικονομικό φόρουμ (World Economic Forum 2020) αναγνωρίζει, για πρώτη φορά στην ιστορία της ετήσιας έκδοσής του για τους παγκόσμιους κινδύνους, τρεις περιβαλλοντικούς ως πιο σημαντικούς μακροχρόνιους κινδύνους για την ανθρωπότητα. Η απώλεια της βιοποικιλότητας, από την άλλη, έχει αναγνωριστεί εδώ και περισσότερο από τρεις δεκαετίες ως ένας κίνδυνος για την ανθρωπότητα από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ). Το 1992 τα Ηνωμένα Έθνη υπέγραψαν στο Ρίο ντε Τζανέιρο τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλομορφία (ή Βιολογική Ποικιλότητα). Μέρος τη βιοποικιλότητας του πλανήτη αποτελούν και τα δάση. Σύμφωνα με τους FAO και UNEP (2020) η Δασική βιολογική ποικιλότητα (Forest biological diversity) είναι ένας ευρύς όρος που αναφέρεται σε όλες τις μορφές ζωής που βρίσκονται στα δάση, αλλά και στις οικολογικές λειτουργίες που επιτελούν.

Η Ελλάδα είναι από τις πιο πλούσιες χώρες σε βιοποικιλότητα ενώ έχει και εκτεταμένη δασοκάλυψη. Σύμφωνα με την έκδοση για την κατάσταση του περιβάλλοντος στην Ελλάδα (ΕΚΠΑΑ 2018) η χλωρίδα αποτελείται από 5.752 είδη (6.600 τάξα), 22% των οποίων είναι ενδημικά (1.278 είδη), ενώ η πανίδα της Ελλάδας θεωρείται πως προσεγγίζει τα 50.000 είδη ζώων, αριθμώντας πάνω από 24.731 είδη ασπονδύλων και 1.273 είδη σπονδυλωτών (630 ψάρια, 22 αμφίβια, 64 ερπετά, 442 πτηνά και 115 θηλαστικά), με βαθμό ενδημισμού άνω του 16%. Η Ελλάδα θεωρείται ένα από τα παγκόσμια κέντρα βιοποικιλότητας και η σημασία της για τη διατήρηση του Ευρωπαϊκού βιολογικού κεφαλαίου είναι τεράστια, καθώς φιλοξενεί 88 τύπους οικοτόπων Ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος, 292 είδη πτηνών και 301 άλλα είδη Ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος από τους 231 οικοτόπους, τα 450 είδη πτηνών και τα 1.200 άλλα είδη που προστατεύονται συνολικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω των δύο σχετικών Οδηγιών (92/43/ΕΟΚ, 2009/147/ΕΚ).

Όσον αφορά τα δάση, η εκτεταμένη ανάρτηση δασικών χαρτών τα τελευταία χρόνια ανέδειξε ότι οι εκτάσεις που προστατεύονται από τις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας (δάση, δασικές εκτάσεις και χορτολιβαδικές εκτάσεις) καλύπτουν περισσότερο από το 60% της χώρας, αναδεικνύοντας τη δασοπονία ως την πιο εκτεταμένη χρήση γης στην Ελλάδα (NCESD 2020). Όσον αφορά τα δάση και

τις δασικές εκτάσεις, αυτά καλύπτονται κατά 21,9% από κωνοφόρα, κατά 29.7% από πλατύφυλλα και κατά 48.4% από αείφυλλα πλατύφυλλα.

Στην Ελλάδα την ευθύνη για την προστασία και διαχείριση της βιοποικιλότητας και των δασών έχει το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Αρμοδίες είναι: α) η Γενική Διεύθυνση Περιβαλλοντικής Πολιτικής, και ιδιαίτερα η Διεύθυνση Φυσικού Περιβάλλοντος και Βιοποικιλότητας, και β) η Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος. Από εκεί πηγάζει η πολιτική και η νομοθεσία την οποία πρέπει κατά κανόνα να εφαρμόσουν οι Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών και η Δασική Υπηρεσία για την επίτευξη της αιφροδικής χρήσης. Οι Φορείς Διαχείρισης είναι Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου εποπτευόμενα από το παραπάνω υπουργείο, ενώ η Δασική Υπηρεσία διαρθρώνεται κατά κύριο λόγο σε Διευθύνσεις Δασών και Δασαρχεία και πρόσφατα μετακινήθηκε στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας από τις Αποκεντρωμένες Διοικήσεις της Χώρας (ΠΝΠ 143 2021).

Από το παραπάνω Υπουργείο εκδόθηκαν την προηγούμενη δεκαετία οι τρέχουσες Εθνικές Στρατηγικές για τη Βιοποικιλότητα και τα Δάση. Καταρχήν έχει θεσμοθετηθεί από το 2014 η Εθνική στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα (ΥΠΕΝ 2014) που προέκυψε ως υποχρέωση της χώρας από τη συμμετοχή της στη σύμβαση για τη βιολογική ποικιλότητα. Από το 2018 έχει θεσμοθετηθεί και Εθνική Στρατηγική για τα Δάση (ΥΠΕΝ 2018), όχι ως υποχρέωση, αλλά επηρεαζόμενη από την έκδοση της Ευρωπαϊκής Στρατηγικής για τα Δάση το 2013 (ΕΕ 2013). Στα δύο κείμενα αυτά παρουσιάζονται Οράματα, Γενικοί Στόχοι και Κατευθύνσεις Πολιτικής για θέματα πολλές φορές κοινά.

Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, βασικός σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η σύγκριση των κειμένων της Εθνικής Στρατηγικής για τη Βιοποικιλότητα και της Εθνικής Στρατηγικής για τα Δάση ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχουν α) Ομοιότητες, β) Επικαλύψεις και γ) Διαφορές στα δύο αυτά κείμενα πολιτικής για το φυσικό περιβάλλον της χώρας. Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το παραπάνω, έτερος σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διαπιστωθεί εάν τα δύο κείμενα θα μπορούσαν να ενοποιηθούν σε μια κοινή στρατηγική φυσικών πόρων στην Ελλάδα.

Στο πλαίσιο της διαμόρφωσης πολιτικών, μια ενοποιημένη πολιτική φυσικών πόρων μπορεί να βοηθήσει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να καθορίσουν ένα μικρότερο σύνολο λύσεων που μπορούν να εφαρμοστούν στους δύο τομείς της βιοποικιλότητας και των δασών. Αυτό, δύναται, επίσης, να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματική κατανομή της χρηματοδότησης των φυσικών πόρων.

Υλικά και μέθοδοι

Για την επίτευξη των στόχων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία της ανάλυσης κειμένου. Σύμφωνα με την Τσακίρη (2018) ανάλυση κειμένου είναι «κάθε επιστημονική τεχνική που στοχεύει στην ανίχνευση μηνυμάτων στην καταγεγραμμένη επικοινωνία μέσα από την επεξεργασία και ερμηνεία ενός κειμένου». Στην ανάλυση κειμένου εμφανίζονται δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις α) η Ανάλυση Λόγου και β) η Ανάλυση Περιεχομένου.

Κατά την Τσακίρη (2018), η Ανάλυση Λόγου λειτουργεί σε συνεργασία με την Ανάλυση Περιεχομένου, αφού η δεύτερη δημιουργεί ένα αντικειμενικό και σταθερό σκελετό μέσα στον οποίο η πρώτη τοποθετεί τα νοήματα σε ομάδες που αποτελούνται από υπόνοιες και υποθέσεις, σημαντικές ωστόσο για την πλήρη κατανόηση του κειμένου. Επειδή η παρούσα έρευνα ασχολήθηκε με περισσότερα του ενός κείμενα πολιτικής, διενεργήθηκε συγκριτική ανάλυση των κειμένων στα πρότυπα της επιστήμης του συγκριτικού δικαίου (Δελιγιάννη-Δημητράκου 1997).

Ανάλυση Λόγου

Σύμφωνα με την Ανάλυση Λόγου, ως λόγος μπορεί να εννοείται η συστηματική χρήση της γλώσσας σε ένα κείμενο με συγκεκριμένους κανόνες, ορολογία και συμβάσεις και μπορεί να αφορά ένα γνωστικό πεδίο (στην περίπτωση της παρούσας έρευνας το γνωστικό πεδίο της επιστήμης του φυσικού περιβάλλοντος). Η Ανάλυση Λόγου αποσκοπεί στην σκιαγράφηση των πλαισίων στα οποία εντάσσεται το κείμενο και ωθεί στην κατανόηση των κινήτρων και των σκοπιμοτήτων που φέρουν τα κείμενα (McGregor 2003, Τσακίρη 2018)

Σύμφωνα με τη συγκριτική μέθοδο (Δελιγιάννη-Δημητράκου 1997) «...η ανακάλυψη των ομοιοτήτων και των διαφορών που υπάρχουν στα υπό σύγκριση δίκαια απαιτεί την εξήγηση των παραγόντων που τις προκαλούν, επηρεάζοντας τη δομή, το περιεχόμενο και την εξέλιξη του δικαίου. Οι σημαντικότεροι παράγοντες διαφοροποίησης του δικαίου είναι: η ιστορία, η οικονομία, το πολιτικό σύστημα και ο ρόλος του νομοθέτη...».

Για το λόγο αυτό, η συγκριτική επισκόπηση των δύο κειμένων δικαίου (Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα και Εθνική Στρατηγική για τα Δάση) αφορούσε ποιοτικά χαρακτηριστικά των δύο στρατηγικών οι οποίες μπορούσαν να αποκαλύψουν τους στόχους που έχει θέσει η παρούσα έρευνα, δηλαδή διαφορές, ομοιότητες και επικαλύψεις των δύο κειμένων.

Ως διαφορές ορίστηκαν οι διαφορές τόσο στην ουσία του ίδιου του κειμένου, όσο και στην προσέγγιση με την οποία μπορεί να συντάχτηκαν οι δύο Εθνικές Στρατηγικές. Ένα παράδειγμα που μπορεί να τεθεί εδώ είναι η ύπαρξη σχεδίου δράσης ή όχι ως ενσωμάτωση στο κείμενο της στρατηγικής.

Ως ομοιότητες ορίστηκαν θεματολογίες που μπορεί να αντιμετωπίζονται ταυτόχρονα και στις δύο πολιτικές, καθώς και οι όμοιοι τρόποι κατάρτισης της στρατηγικής. Ως παράδειγμα εδώ μπορεί να τεθεί η προσέγγιση των προστατευόμενων δασικών περιοχών.

Τέλος, ως επικαλύψεις ορίστηκαν θεματολογίες που είναι κοινές στις δύο στρατηγικές, αλλά η προσέγγιση στη μια επικαλύπτει την προσέγγιση στην άλλη. Ως παράδειγμα εδώ μπορεί να τεθεί το θέμα των οικοσυστημικών υπηρεσιών.

Η ανάλυση λόγου παρουσιάζεται στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων κατά κύριο λόγο περιγραφικά, ενώ υπάρχουν και μερικά ποσοτικά στοιχεία που αναδεικνύουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δύο Εθνικών Στρατηγικών.

Αποτελέσματα

Με βάση την επισκοπική ανάλυση των δύο Εθνικών Στρατηγικών, διαπιστώθηκαν οι παρακάτω διαφορές, ομοιότητες και επικαλύψεις στα δύο κείμενα.

Γενικές διαφορές

Η Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα (ΕΣΒ) θεσμοθετήθηκε το 2014 και έχει εφαρμογή για 15 χρόνια, δηλαδή μέχρι το 2029. Ο χρονικός ορίζοντας εφαρμογής της Εθνικής Στρατηγικής για τα Δάση (ΕΣΔ), από την άλλη, είναι 20ετής και ισχύει από το 2018 έως το 2038. Αυτό σημαίνει ότι οι δύο τρέχουσες Στρατηγικές ισχύουν παράλληλα από το 2018 έως το 2029.

Μια μεγάλη διαφορά που διαπιστώνεται μεταξύ των δύο πολιτικών είναι ως προς την προσέγγιση παρουσίασης της Στρατηγικής. Η Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα, ως μια στρατηγική που απορρέει και από τη διεθνή υποχρέωση της χώρας, αναλύει σε ένα πολύ μεγάλο μέρος, για περίπου 60 σελίδες στα Κεφάλαια Α και Β, την τρέχουσα κατάσταση της Βιοποικιλότητας στην Ελλάδα, τους κινδύνους και τις πιέσεις που δέχεται αυτή, καθώς και το θεσμικό πλαίσιο που τη διέπει. Η Εθνική Στρατηγική για τα Δάση δεν κάνει κάποια ανάλυση για την τρέχουσα κατάσταση των δασών στην Ελλάδα και εισέρχεται κατευθείαν στα θέματα που αφορούν τη μελλοντική στρατηγική.

Επιπλέον, μεγάλη διαφορά είναι ότι η ΕΣΒ συνοδεύεται από πενταετές Σχέδιο Δράσης, κάτι που δεν υπάρχει στην ΕΣΔ. Η ΕΣΔ, όμως, περιλαμβάνει προδιαγραφές για την κατάρτιση των σχεδίων δράσης, τα οποία ονομάζονται Σχέδια Δράσης Δασών (ΣΔΔ). Μάλιστα, καταρτίστηκε ένα πρώτο θεματικό Σχέδιο Δράσης για τις δασικές πυρκαγιές το 2019, αλλά δεν περιλαμβάνεται στην ανάλυση της παρούσας έρευνας.

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι ότι η ΕΣΒ εκτείνεται σε 119 σελίδες, ενώ η ΕΣΔ σε 25 σελίδες (αμφότερες στην δημοσιευμένη στη Διαύγεια έκδοση).

Επιπλέον γενικές διαφορές αποτελούν τα εξής:

Η ΕΣΒ παραθέτει 13 γενικούς στόχους της στρατηγικής χωρίς κάποια θεματική ομαδοποίησή τους. Η ΕΣΔ παραθέτει τους 22 γενικούς της στόχους μέσα σε θεματικούς άξονες, τρεις οριζόντιους και τέσσερις κάθετους.

Η ΕΣΒ για κάθε Γενικό Στόχο παραθέτει και Ειδικούς Στόχους, κάτι το οποίο δεν γίνεται στην ΕΣΔ, παρά μόνο στον Κάθετο Άξονα 3: Προστασία δασικών οικοσυστημάτων και βελτιστοποίηση υπηρεσιών οικοσυστήματος, όπου έχει συμπεριληφθεί ένα υποκεφάλαιο, το 3.3 Ειδικό Στόχοι για την προστασία από τις δασικές πυρκαγιές.

Αντιθέτως η ΕΣΔ παραθέτει για τους Γενικούς Στόχους της στρατηγικής Κατευθύνσεις Δράσεων, οι οποίες δείχνουν στους λήπτες αποφάσεων πώς θα πρέπει να συνταχθούν μελλοντικά τα σχέδια δράσης ώστε να επιτευχθούν οι γενικοί στόχοι.

Στην ΕΣΒ οι δείκτες παρακολούθησης για κάθε στόχο εντάσσονται σε ενιαίο κεφάλαιο της στρατηγικής, ενώ στην ΕΣΔ εντάσσονται σε κάθε άξονα και αφορούν γενικά όλους τους στόχους.

Η ΕΣΔ έχει λίστα με πηγές και μέσα χρηματοδότησης για την υλοποίηση της στρατηγικής, κάτι που δεν υπάρχει στην ΕΣΒ.

Τέλος, η Υπουργική Απόφαση (ΥΑ) της ΕΣΒ αποτελείται από ένα (1) άρθρο που παραπέμπει απευθείας στο κείμενο της στρατηγικής, η οποία έχει δική της δομή και όχι δομή μιας τυπικής ΥΑ, σε αντίθεση με την ΕΣΔ που είναι διαρθρωμένη σαν κανονιστική διάταξη και περιλαμβάνει 10 άρθρα.

Διαφορές στο όραμα

Στην ΕΣΒ διατυπώνεται συγκεκριμένο όραμα με ορίζοντα το 2050, ενώ υπάρχει ένας Σκοπός της στρατηγικής για τη Βιοποικιλότητα. Αντιθέτως, η ΕΣΔ διατυπώνει ένα όραμα στρατηγικής, που ουσιαστικά αποτελεί και τον γενικό της σκοπό. Άρα, εδώ σημείο σύγκρισης αποτελεί ο σκοπός της ΕΣΒ με το όραμα της ΕΣΔ.

Από την επισκόπηση των δύο παραγράφων διαπιστώνεται ότι ο σκοπός της ΕΣΒ για τα 15 χρόνια εφαρμογής της στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται από τις λέξεις: ανάσχεση απώλειας και υποβάθμισης, αποκατάσταση, ανάδειξη ως εθνικό κεφάλαιο, εντατικοποίηση συμβολής, ενώ δίνεται και η παγκόσμια διάσταση όπου σκοπός της ΕΣΒ είναι η αποτροπή απώλειας βιοποικιλότητας παγκοσμίως. Το όραμα της ΕΣΔ συνδέεται με τις λέξεις: αειφορία, αύξηση συνεισφοράς στην οικονομία, πολυλειτουργικότητα, προσαρμοστικότητα, κοινωνικοοικονομικός ρόλος, κλιματική αλλαγή.

Διαφαίνεται ότι η ΕΣΒ αναφέρεται σε περισσότερο προστατευτικούς στόχους, όπως αυτόν την αποτροπής της απώλειας, αλλά και ανάδειξης της βιοποικιλότητας ως εθνικό κεφάλαιο, ενώ η ΕΣΔ αναδεικνύει περισσότερο τον διαχειριστικό-οικονομικό ρόλο των δασών, θέτοντας και τον παράγοντα της κλιματικής αλλαγής ως έχοντα ρόλο στην επίτευξη του οράματος.

Η ΕΣΔ, τέλος, στο όραμα, διατυπώνει την υιοθέτηση ενός διαφορετικού προτύπου διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων της χώρας, αυτό της Μεσογειακής Δασοπονίας, το οποίο στο Άρθρο 3 της υπουργικής απόφασης επεξηγεί ποια είναι τα χαρακτηριστικά του. Η δυνατότητα υιοθέτησης ενός μοντέλου που φαίνεται να μην περιγράφεται στην Ευρωπαϊκή Δασική Στρατηγική αποδεικνύει και την ευελιξία που έχουν τα κράτη-μέλη στην άσκηση της δασικής τους πολιτικής.

Διαφορές γενικών στόχων

Η σύγκριση που αφορά τους γενικούς στόχους δείχνει ότι υπάρχει αρκετά σαφής διαφοροποίηση. Αν και υπάρχουν κάποιες κοινές θεματολογίες, υπάρχει συχνά διακριτός τρόπος αντιμετώπισής τους.

Για παράδειγμα, οι δύο στρατηγικές μιλάνε για αύξηση της γνώσης γύρω από τα θέματα που πραγματεύονται. Η ΕΣΒ, όμως, δίνει κυρίως βάση στη διασφάλιση της πρόσβασης στην επιστημονική γνώση, ενώ η ΕΣΔ μιλά για ενίσχυση της δασικής έρευνας, καθώς και κατάρτιση-εκπαίδευση των εργαζομένων στα δάση.

Από την άλλη, η ΕΣΒ ασχολείται και στοχεύει σε θέματα με τα οποία η ΕΣΔ δεν μπαίνει σε βάθος. Για παράδειγμα, ο στόχος της διατήρησης των γενετικών πόρων της ΕΣΒ δεν αποτελεί και στόχο διατήρησης των δασικών γενετικών πόρων της ΕΣΔ. Η ΕΣΔ αναφέρει τους γενετικούς πόρους μόνο σε κατευθύνσεις δράσεων στον Οριζόντιο Άξονα 1 και στον Κάθετο Άξονα 3.

Με ανάλογο τρόπο διαφοροποιούνται και οι γενικοί στόχοι της ΕΣΒ για τη διατήρηση του τοπίου και τα χωροκατακτητικά ξενικά είδη (Invasive Alien Species, IAS). Η ΕΣΔ τα περιλαμβάνει μόνο σε κατευθύνσεις δράσεων στους παραπάνω άξονες και σε κάποιους δείκτες.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνει η ΕΣΒ στην εκπαίδευση της κοινωνίας σε θέματα βιοποικιλότητας για τη διατήρηση, προστασία και ανάδειξή της και αυτό φαίνεται στους Γενικούς Στόχους 11 και 12. Η εκπαίδευση, από την άλλη, εντάσσεται ως εργαλείο στην ΕΣΔ κυρίως στις κατευθύνσεις δράσεων για να επιτευχθούν άλλοι στόχοι, και κυρίως συνδέεται με την εκπαίδευση των στελεχών και των εργαζομένων στα δάση και λιγότερο της κοινωνίας.

Επίσης, η ΕΣΒ μέσω των ΓΣ 5 και 10 δίνει βαρύτητα ώστε η προστασία της βιοποικιλότητας να γίνει πολιτική όλων των τομέων και υπουργείων της χώρας, δηλαδή να ενσωματωθεί σε όλες τις πολιτικές της χώρας. Χωρίς δηλαδή την συμμετοχή όλων των φορέων και οργανισμών, δεν μπορεί να υπάρξει αποτελεσματική προστασία της βιοποικιλότητας. Στην ΕΣΔ δεν συναντάται κάτι τέτοιο, παρά μόνο στον άρθρο 8, όχι δηλαδή στους γενικούς στόχους, όπου αναφέρεται ότι η ΕΣΔ θα πρέπει να διασυνδέεται με τις συναφείς στρατηγικές της χώρας, όπως αυτή της Βιοποικιλότητας και της Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή.

Στην ΕΣΔ δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην έννοια της απογραφής του δασικού κεφαλαίου, όπου και αφιερώνεται συγκεκριμένος Οριζόντιος Άξονας. Η ΕΣΔ μιλάει για ένα μόνιμο σύστημα απογραφής και παρακολούθησης των δασών, το οποίο μάλιστα θα εκτιμά και μεταβλητές βιοποικιλότητας που σχετίζονται με τα δάση. Στην ΕΣΒ, η παρακολούθηση και απογραφή της βιοποικιλότητας αποτελούν εργαλεία για την επίτευξη του γενικού στόχου διατήρησης του Εθνικού Φυσικού Κεφαλαίου και της αποκατάστασης των οικοσυστημάτων. Μεγαλύτερη αναφορά της απογραφής της βιοποικιλότητας γίνεται στο Σχέδιο Δράσης, αλλά όπως τονίστηκε στη Μεθοδολογία, το Σχέδιο Δράσης δεν υπόκειται σύγκρισης στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας.

Η ΕΣΒ δίνει προτάσεις για την διοίκηση των προστατευόμενων περιοχών στην Ελλάδα, αλλά η προσέγγισή της είναι πιο γενική στοχεύοντας στην αποτελεσματική διοίκησή τους. Η ΕΣΔ περιλαμβάνει τον ΟΑ1 για τη Διακυβέρνηση του δασικού τομέα, όπου μιλά για καθετοποίηση της δασικής υπηρεσίας, δηλαδή την υιοθέτηση ενός άλλου μοντέλου διοίκησης από το τρέχον.

Τέλος, σημαντική διαφορά είναι η ρητή αναφορά σε θέματα καινοτομίας στην ΕΣΔ, καθώς και η διασύνδεση της οικονομικής συμβολής των δασών με το ΑΕΠ της χώρας. Η ΕΣΒ κάνει μικρή αναφορά σε θέματα καινοτομίας σε ένα Ειδικό στόχο. Όσον αφορά την οικονομική συμβολή αυτή δε διασυνδέεται με το ΑΕΠ, αλλά θεωρείται ότι η οικονομική αξία της βιοποικιλότητας δεν μπορεί να είναι το μοναδικό κριτήριο αναγνώρισης της σημαντικότητάς της, αλλά χρειάζεται πολυκριτηριακή αποτίμηση της αξίας και των υπηρεσιών των οικοσυστημάτων.

Διαφορές ορισμών

Το υποκεφάλαιο Α1: Ορισμοί, της ΕΣΒ, περιλαμβάνει 14 ορισμούς σε διάφορες έννοιες που συναντώνται στη στρατηγική. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στους γενετικούς πόρους και το γενετικό υλικό, ενώ γενικότερα η φιλοσοφία είναι αρκετά προς την προστατευτική-οικολογική κατεύθυνση. Στην ΕΣΔ οι ορισμοί βρίσκονται στο Άρθρο 4, είναι συνολικά 17 και η προσέγγιση είναι περισσότερο τεχνοκρατική. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται σε θέματα κλιματικής αλλαγής, καθώς και στην αρχή της αειφορίας. Στην ΕΣΔ συναντάται ως «αειφόρος διαχείριση των δασών» και «αειφορία των δασικών καρπώσεων», ενώ στους ορισμούς της ΕΣΒ, ως αειφορική χρήση. Είναι και η μόνη έννοια, η αειφορία, που είναι σχετικά κοινή στις δύο στρατηγικές.

Ομοιότητες στους Γενικούς Στόχους

Είναι αρκετοί οι Γενικοί Στόχοι οι οποίοι έχουν κοινή αφετηρία και παρουσιάζουν ομοιότητες στις δύο στρατηγικές. Για παράδειγμα ο Γενικός Στόχος 13 στην ΕΣΒ, όσον αφορά τουλάχιστον την αποτίμηση της αξίας των οικοσυστημικών υπηρεσιών, ομοιάζει με τον Γενικό Στόχο 1.1.3 στον ΚΑ1, όπου γίνεται λόγος για «Αναγνώριση, καταγραφή, αποτίμηση και ανάδειξη υπηρεσιών οικοσυστήματος», με έμφαση, όμως, σε εκείνες που μπορούν να μπουν άμεσα στον υπολογισμό του ΑΕΠ της χώρας.

Η ΕΣΔ χρησιμοποιεί πολλές φορές την έννοια «υπηρεσίες οικοσυστήματος» χωρίς πάντα να διευκρινίζει ότι αυτές προέρχονται μόνο από τα δασικά οικοσυστήματα με αποτέλεσμα να μπορεί να υπάρχει επικάλυψη στόχων και ενεργειών με την ΕΣΒ. Πιο χαρακτηριστικό είναι ότι ο ΚΑ3 ονομάζεται «Προστασία δασικών οικοσυστημάτων και βελτιστοποίηση υπηρεσιών οικοσυστήματος», χωρίς να διευκρινίζεται ότι η βελτιστοποίηση αυτή αναφέρεται μόνο στα δασικά οικοσυστήματα. Ιδιαίτερα, όταν ο στόχος 3.1.2 του άξονα αυτού ονομάζεται: «Διατήρηση, αποκατάσταση και βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών οικοσυστήματος».

Παρόμοια είναι και η στοχοθέτηση στη Διατήρηση του Φυσικού Κεφαλαίου. Η ΕΣΒ μιλάει στον ΓΣ2 για «Διατήρηση του Εθνικού Φυσικού Κεφαλαίου και Αποκατάσταση των Οικοσυστημάτων». Από τον τίτλο και μόνο είναι ξεκάθαρο ότι περιλαμβάνεται όλο το φυσικό κεφάλαιο της χώρας, άρα και το δασικό, και όλα τα οικοσυστήματα της χώρας, άρα και τα δασικά. Στο θέμα αυτό υπάρχει επικάλυψη και από την πλευρά της ΕΣΔ η οποία στον γενικό στόχο 3.1.1 του ΚΑ3 μιλά για «Διαχείριση και αποκατάσταση των δασικών οικοσυστημάτων με σκοπό τη διατήρησή τους και την ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας», εντάσσεται δηλαδή και ένας ευρύτερος στόχος της ΕΣΒ, αυτός της ανάσχεσης της απώλειας της βιοποικιλότητας.

Η ΕΣΒ και η ΕΣΔ μιλάνε για τη συνεργασία σε διεθνές επίπεδο για την προστασία της βιοποικιλότητας και των δασικών οικοσυστημάτων αντίστοιχα. Γίνεται λόγος για την ανάπτυξη συνεργασιών σε διεθνές επίπεδο, την εναρμόνιση των εθνικών με τις διεθνείς πολιτικές, αλλά και την

ενίσχυση της παρέμβασης της χώρας σε διεθνές επίπεδο για τη μεταφορά των προτάσεών της στους δύο τομείς. Επί της ουσίας, εκτός από την ίδια θεματική και την επικάλυψη που προκύπτει, διαφαίνεται ότι αυτοί οι γενικοί στόχοι θα μπορούσαν να είναι ενιαίοι χωρίς να αλλάζει το νόημα.

Σύγκριση στο θέμα της Κλιματικής Αλλαγής

Η ΕΣΒ στον ΓΣ7 μιλάει για πρόληψη και μείωση των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η ΕΣΔ αναφέρεται στην κλιματική αλλαγή στον ΚΑ2 όπου συγκεκριμενοποιεί τους γενικούς στόχους.

Όσον αφορά τον μετριασμό από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής η ΕΣΒ αναφέρεται στο ρόλο των δασών και ζητά την ενίσχυσή τους προς αυτό το θέμα. Προφανώς, η ΕΣΔ περιλαμβάνει αυτό το ζήτημα στους γενικούς της στόχους (ΓΣ 2.1.3 Συμβολή στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής με αύξηση της δέσμευσης και αποθήκευσης του άνθρακα στα δασικά οικοσυστήματα). Επίσης, και οι δυο στρατηγικές εξετάζουν την τρωτότητα, δηλαδή τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, στη βιοποικιλότητα, τις οικοσυστημικές λειτουργίες και τα δάση. Άρα, και εδώ διαφαίνονται ομοιότητες και επικαλύψεις.

Η κύρια διαφορά συνίσταται στο γεγονός ότι στην ΕΣΒ παρουσιάζεται και η πλευρά των επιπτώσεων που μπορεί να έχουν οι υποδομές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στη βιοποικιλότητα και η στρατηγική ζητά να ληφθεί υπόψη αυτός ο παράγοντας κατά την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Κάτι τέτοιο δεν υπάρχει στην ΕΣΔ.

Συνοψίζοντας την ανάλυση λόγου παρατίθεται ο παρακάτω Πίνακας 1 που περιλαμβάνει το πλαίσιο των διαφορών, ομοιοτήτων και επικαλύψεων των δύο στρατηγικών. Στην πρώτη στήλη φαίνεται το θέμα στο οποίο γίνεται η σύγκριση των δύο στρατηγικών, ενώ οι επόμενες δύο στήλες παρουσιάζουν το πώς αντιμετωπίζουν το θέμα αυτό το η ΕΣΒ και η ΕΣΔ αντίστοιχα. Όπου υπάρχουν ομοιότητες και επικαλύψεις οι δύο στήλες συγχωνεύονται και αναφέρεται ο τρόπος με τον οποίο εμφανίζονται αυτές.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της εφαρμογής της ανάλυσης λόγου συμπεραίνεται ότι υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις στο πώς υλοποιήθηκαν και παρουσιάστηκαν οι δύο στρατηγικές. Η ΕΣΒ έχει γενικό στόχο-όραμα που προσεγγίζεται με όρους διατήρησης και προστασίας, ενώ η ΕΣΔ με όρους διαχειριστικούς-οικονομικούς. Η ΕΣΒ δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στους γενετικούς πόρους, τα χωροκατακτητικά ξενικά είδη, τη διατομεακή συνεργασία και την κοινωνία, ενώ η ΕΣΔ στην απογραφή, την καινοτομία και τη διακυβέρνηση. Στα οικονομικά θέματα η ΕΣΔ στοχεύει στην αποτίμηση και αύξηση της συμβολής των δασών στο ΑΕΠ, ενώ η ΕΣΒ διαβλέπει ότι μόνο η οικονομική αποτίμηση δεν επαρκεί για την ανάδειξη της αξίας της βιοποικιλότητας. Υπάρχουν αρκετές όμοιες προσεγγίσεις και επικαλύψεις, ιδιαίτερα στα θέματα αειφορίας, οικοσυστημικών υπηρεσιών, διατήρησης φυσικού κεφαλαίου και κλιματικής αλλαγής. Στην κλιματική αλλαγή, όμως, η ΕΣΒ μιλά και για τις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν στη βιοποικιλότητα οι υποδομές που δημιουργούνται για την αντιμετώπισή της. Κάτι τέτοιο δεν γίνεται από την ΕΣΔ για τα δάση.

Όσον αφορά το θέμα της ενοποίησης ή όχι των δύο στρατηγικών: Καταρχήν προς το παρόν κάτι τέτοιο είναι ανέφικτο διότι η ΕΣΒ ολοκληρώνεται το 2029, ενώ η ΕΣΔ το 2038. Εφόσον, θα ήθελε η Πολιτεία να κάνει κάτι τέτοιο, θα έπρεπε να εναρμονίσει τις χρονιές ισχύος, κάτι που χρειάζεται και νομοθετική διάταξη. Τα δύο κείμενα στρατηγικής, παρά τις ομοιότητες και επικαλύψεις, στέκονται αρκετά διακριτά στο χώρο της περιβαλλοντικής πολιτικής. Η παρούσα έρευνα αποκάλυψε διαφορές στις προσεγγίσεις κάποιων θεμάτων χωρίς αυτές να έρχονται σε σύγκρουση μεταξύ των πολιτικών. Έτσι, κρίνεται ότι δεν υπάρχει άμεση ανάγκη για κάτι τέτοιο.

Πίνακας 1. Σύγκριση Εθνικών Στρατηγικών για τη Βιοποικιλότητα και τα Δάση
Table 1. Comparison of National Strategies for Biodiversity and Forests

Θέμα	Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα	Εθνική Στρατηγική για τα Δάση
Σελίδες	119	25
Χρονικός ορίζοντας	15 έτη (2014-2029)	20 έτη (2018-2038)
Παρούσα κατάσταση	Ναι	Όχι
Σχέδιο δράσης	Ναι	Όχι
Πηγές χρηματοδότησης	Όχι	Ναι
Άξονες πολιτικής	Όχι	Ναι

Γενικοί στόχοι	13	22
Όραμα	Προστατευτικός στόχος	Διαχειριστικό-οικονομικός στόχος
Γνώση	Πρόσβαση στην επιστημονική γνώση	Ενίσχυση δασικής έρευνας
Γενετικοί πόροι	Ιδιαίτερη βαρύτητα	Μικρή αναφορά
Ξενικά είδη	Ιδιαίτερη βαρύτητα	Μικρή αναφορά
Εκπαίδευση	Βαρύτητα στην κοινωνία	Βαρύτητα στο προσωπικό
Απογραφή	Μικρή αναφορά	Ιδιαίτερη βαρύτητα
Καινοτομία	Μικρή αναφορά	Ιδιαίτερη βαρύτητα
Οικονομία	Η οικονομική αποτίμηση δεν είναι αρκετή για την εκτίμηση της αξίας της βιοποικιλότητας	Αποτίμηση και συμβολή των δασικών οικοσυστημάτων στο ΑΕΠ
Διοίκηση	Αποτελεσματική διοίκηση προστατευόμενων περιοχών	Καθετοποίηση Δασικής Υπηρεσίας
Διατομεακή συνεργασία	Ιδιαίτερη βαρύτητα	Μικρή αναφορά
Διεθνή θέματα	Ομοιότητες και επικαλύψεις ως προς την εναρμόνιση με τις διεθνείς πολιτικές	
Οικοσυστημικές υπηρεσίες	Ομοιότητες και επικαλύψεις, η ΕΣΔ δεν ξεκαθαρίζει πάντα ότι αναφέρεται μόνο στις δασικές	
Αειφορία	Όμοια αντιμετώπιση με βάση τον γνωστό ορισμό της έννοιας	
Κλιματική αλλαγή	Ομοιότητες στον μετριασμό και επικαλύψεις στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	
Κλιματική αλλαγή	Επιπτώσεις από υποδομές αντιμετώπισης της στη βιοποικιλότητα	Όχι
Διατήρηση φυσικού κεφαλαίου	Επικάλυψη ως προς τη διατήρηση του φυσικού κεφαλαίου, αφού το δασικό περιλαμβάνεται στο γενικότερο φυσικό κεφάλαιο	

Από την άλλη, όμως, αποκαλύφθηκαν και επικαλύψεις και ομοιότητες που θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν ενιαία. Για παράδειγμα η κλιματική αλλαγή ως ένα θέμα που είναι οριζόντιο στους διάφορους τομείς, θα μπορούσε να έχει κοινή αντιμετώπιση. Ή το θέμα της διατήρησης του φυσικού κεφαλαίου δεν μπορεί να είναι διακριτό από τη διατήρηση του δασικού κεφαλαίου. Άρα, υπάρχουν και ζητήματα που μπορούν να αναζητήσουν λιγότερες λύσεις και κοινή χρηματοδότηση.

Ταυτόχρονα, ο διακριτός ρόλος των δύο κειμένων ως έχουν σήμερα δείχνει ότι μια συνένωσή τους δεν θα δημιουργούσε αλλαγές στα θέματα αντιμετώπισης και θα μπορούσαν να ενωθούν σε ένα χωρίς πολλά προβλήματα. Γι' αυτό, όμως χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.

Abstract

In order sustainability to be achieved in the management and protection of natural resources in Greece, national strategies for Biodiversity and Forests with a long-term horizon have been developed in recent years. The Greek Ministry of Environment issued the National Strategy for Biodiversity in 2014 and the Strategic Plan for Forestry Development (National Strategy for Forests) in 2018. To determine possible differences, similarities and overlaps of the two texts, in the present research they were compared using the Discourse analysis method. The results show that there are both differences and similarities, and that in the National Strategy for Biodiversity the word biodiversity is related mainly to the word protection, while in the National Strategy for Forests the word forest is related mainly to management.

Βιβλιογραφία

CBD (Convention on Biological Diversity), 1992. The convention on biological diversity. Secretariat of the CBD, U. N. Environment Programme, Montreal.

FAO and UNEP, 2020. The State of the World's Forests 2020: Forests, Biodiversity and People.

McGregor, S. L., 2003. Critical discourse analysis: A primer. In Kappa Omicron Nu FORUM (Vol. 15, No. 1, pp. 15-1).

NCESD, 2020. National Forestry Accounting Plan (NFAP) Greece.

World Economic Forum, 2020. The global risks report 2020 - 15th Edition. World Economic Forum Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf, Accessed 5th Geb 2021.

Δεληγιάννη-Δημητράκου, Χ., 1997. Εισαγωγή στο Συγκριτικό Δίκαιο, εκδ. Σάκκουλας, Αθήνα/Θεσσαλονίκη.

ΕΕ, 2013. 52013DC0659. Ανακοίνωση Της Επιτροπής Προς Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Το Συμβούλιο, Την Ευρωπαϊκή Οικονομική Και Κοινωνική Επιτροπή Και Την Επιτροπή Των Περιφερειών: Μια νέα δασική στρατηγική της ΕΕ: για τα δάση και τον δασικό τομέα /* COM/2013/0659 final *

ΕΚΠΑΑ, 2018. Η κατάσταση του Περιβάλλοντος στην Ελλάδα.

Πράξη Νομοθετικού Περιεχομένου της 13ης Αυγούστου 2021 (ΦΕΚ Α' 143/13.08.2021) «Έκτακτα μέτρα για την αποτελεσματική προστασία και την ταχεία αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος, την άμεση στήριξη των πληγέντων από τις πυρκαγιές του Ιουλίου – Αυγούστου 2021 και συναφείς διατάξεις»

Τσακίρη, Ε., 2018. Από την πολλαπλότητα στην πολυπλοκότητα: η εικόνα της πόλης στις αναπαραστάσεις της. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

ΥΠΕΝ, 2014. Έγκριση Εθνικής Στρατηγικής για τη Βιοποικιλότητα για τα έτη 2014-2029 και Σχεδίου Δράσης πενταετούς διάρκειας (ΑΔΑ: 94ΛΟ0-ΞΕΝ)

ΥΠΕΝ, 2018. Σχέδιο Στρατηγικής Ανάπτυξης της Δασοπονίας 2018-2038 (Εθνική Στρατηγική για τα Δάση) (ΑΔΑ: 62554653Π8-2ΡΓ).

**ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ,
ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΟΥ
(*Cupressus sempervirens* L.) ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΝ**

Πανταζή, Κλεοπάτρα¹; Παρασόγλου, Σεβαστή²; Γκανάτσας, Πέτρος³; Χαβενετίδου, Μαρίνα⁴;
Τσιώρας, Πέτρος⁵

¹ Απόφοιτος Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π., ΑΠΘ cleopatraptantazi@gmail.com

² Απόφοιτος Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π., ΑΠΘ, seviparasogloy@gmail.com

³ Καθηγητής, Εργαστήριο Δασοκομίας, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., ΑΠΘ, rgana@for.auth.gr

⁴ Διδάκτωρ, Εργαστήριο Υλοχρηστικής, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., ΑΠΘ, marchavene@sch.gr, marinasmith13@gmail.com,

⁵ ΕΔΙΠ, Εργαστήριο Υλοχρηστικής, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., ΑΠΘ, ptsioras@for.auth.gr

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης ήταν ο προσδιορισμός των εκχυλισμάτων, της οξύτητας καθώς και της περιεκτικότητας σε τέφρα του ξύλου τριών διαφορετικών προελεύσεων του είδους *Cupressus sempervirens*. Τα δείγματα λήφθηκαν από τον φλοιό, το σομό, το εγκάρδιο ξύλο και τις βελόνες των ατόμων που επιλέχθηκαν. Η ποσοτική εκτίμηση των εκχυλισμάτων πραγματοποιήθηκε με εκχυλίσματα με δύο διαφορετικά διαλυτικά μέσα, νερό και αιθανόλη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών προελεύσεων, παρά μόνο στην περίπτωση που το δείγμα με τη μεγαλύτερη ηλικία παρουσίασε και τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα, ενώ οι βελόνες σε κάθε περίπτωση είχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα.

Λέξεις κλειδιά: αιθαλές κυπαρίσσι, τέφρα, εκχύλιση, οξύτητα, φλοιός, βελόνες, σομό ξύλο, εγκάρδιο ξύλο.

Εισαγωγή

Το αιθαλές κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens* L.), είναι ένα γυμνόσπερμο, κωνοφόρο δέντρο που ανήκει στην οικογένεια *Cupressaceae*. Τα φύλλα του σε νεαρά φυτά είναι βελονόμορφα, αργότερα λειοειδή, σταυρωτά αντίθετα. Σχηματίζει άνθη σε ίουλους. Στην Ελλάδα αναπτύσσονται δύο ποικιλίες κυπαρισσιού. Η πρώτη είναι το πυραμιδοειδές – πλαγιόκλαδο κυπαρίσσι, με κλαδιά σχεδόν κατακόρυφα (*Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis*) και η δεύτερη είναι το οριζοντιόκλαδο, το οποίο έχει τα κλαδιά σχεδόν οριζόντια (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) (Αθανασιάδης 1986).

Το ξύλο του κυπαρισσιού είναι ομοιογενές, σκληρό, με οσμή και με μεγάλη φυσική διάρκεια, λόγω της ελαιορητίνης που περιέχει (δεν προσβάλλεται από μύκητες και έντομα). Επιπλέον, παρουσιάζει σταθερότητα διαστάσεων (Βουλγαρίδης 2007). Η μηχανική του αντοχή είναι μέτρια, ξηραίνεται εύκολα και έχει καλή κατεργασία. Λόγω των παραπάνω ιδιοτήτων του, έχει πολλές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, σε ιστούς, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, στύλους, πατώματα, σε οικοδομικές κατασκευές, για χαρτοπολτό, για κιβώτια, τσιμέντα και στην ξυλοναυπηγική (Τσουμής 2000, Κακαράς 2015)

Το ξύλο είναι κιτρινοκόκκινο, σκληρό, με μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Όλα τα μέρη του δέντρου αναδίδουν μία δυνατή τερεβινθώδη οσμή. Τα εκχυλίσματα του ξύλου του κυπαρισσιού, περιέχουν αιθέρια έλαια, μονοτερπένια, αλκοόλες, οξειδία, εστέρες. Με εντομές συλλέγεται ένα εκχύλισμα, το οποίο με απόσταξη δίνει ένα αιθέριο έλαιο ανάλογο με το κολοφώνιο των πευκών. Το αιθέριο έλαιο του κυπαρισσιού εξάγεται ακόμη από τα κλαδιά, τις βελόνες και τους καρπούς του δέντρου με απόσταξη (Τσουμής 2000, Φιλίππου 2014).

Τα τελευταία έτη, λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος για τα εκχυλίσματα του κυπαρισσιού, πολλοί ερευνητές ασχολήθηκαν με το συγκεκριμένο ζήτημα. Ο Al-Snafi (2016) επισήμανε σε ανασκόπηση του τις φυσικοχημικές ιδιότητες του κυπαρισσιού και τις δυνατότητες αξιοποίησής του στους τομείς της

φαρμακευτικής και ιατρικής, καθώς παρουσίασε αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές, αντικές, παρασιτοκτόνες, θεραπευτικές, αντικαρκινικές, αντιοξειδωτικές, αντιπηκτικές και πολλές άλλες δράσεις. Οι Milo κ.α. (1988), κατά την ανάλυση των αιθέριων ελαίων κυπαρισσιού Ιρανικής προέλευσης από καρπούς και βελόνες, εντόπισαν 13 συστατικά, μεταξύ των οποίων α-πινένιο, δ-3-καρένιο, οξικό τερπενύλιο και τερπινολένιο. Σε παρόμοια ευρήματα κατέληξαν και οι Emami κ.α. (2005 και 2009), οι Selim κ.α. (2014). Σύμφωνα με τις έρευνές τους διαπιστώθηκε ότι το αιεθαλές κυπαρίσσι περιείχε αλκαλοειδή 0,7%, φλαβονοειδή 0,22%, ταννίνη 0,31%, σαπωνοειδή 1,9%, φαινόλη 0,067%, αιθέρια έλαια και πολλά βιολογικά ενεργά συστατικά. Σύμφωνα με τους Emami κ.α. (2004), οι υδρογονάνθρακες τερπενίων ήταν τα συστατικά σε αφθονία που εντοπίστηκαν στο έλαιο των καρπών και των βελονών (79,4% και 73,3 % αντίστοιχα). Τα φύλλα ήταν πλούσια σε σεσκιτερπένια, σε μεγαλύτερο ποσοστό απ' ό τι οι καρποί (10,5% έναντι 1,7%). Τα κύρια συστατικά τόσο στους καρπούς όσο και στα φύλλα ήταν α-πινένιο (39%, 40%), δ-3-καρένιο (24%, 24%), οξικό τερπενύλιο (5,6%, 6,6%) και τερπινολένιο (4,3% και 6,6%)

Τα εκχυλίσματα του κυπαρισσιού παρουσίασαν σημαντικές αντιμυκητιακές και αντιβακτηριακές ιδιότητες, σύμφωνα με μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από διάφορους ερευνητές. Χρησιμοποιώντας ως διαλύτες, νερό και χλωροφόρμιο (Emami κ.α. 2009), μεθανόλη, αιθανόλη και οξικό αιθυλεστέρα (ethyl acetate) (Boukhris κ.α. 2012) και ελέγχοντας τη δραστηριότητα των αιθέριων ελαίων έναντι διαφόρων μυκήτων και βακτηρίων (Togoglu κ.α. 2007), διαπιστώθηκε ότι σε όλες τις περιπτώσεις τα εκχυλίσματα παρουσίαζαν ανασταλτική επίδραση στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Επιπλέον, εκδήλωσαν και αντιϊκή δράση έναντι ορισμένων συγκεκριμένων ιών (Emami κ.α. 2009, Amouirou κ.α. 1998). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Azzaz κ.α. (2019), τονίζοντας τη φαρμακευτική σημασία του κυπαρισσιού και την αντιμυκητιακή του δράση. Πραγματοποιώντας χημικές αναλύσεις και εκχυλίσεις με μεθανόλη και διχλωρομεθάνιο σε βελόνες του είδους και διαπίστωσαν ότι αποτελούνταν από 9,55% υγρασία, 7,54% πρωτεΐνη, 9,24% τέφρα. Εντοπίστηκαν επιπλέον χημικές ομάδες αλκαλοειδών, φλαβονοειδών, φαινόλων, σαπωνινών, τερβινών (terbines) και ταννινών. Εντοπίστηκαν πέντε αιθέρια έλαια μεταξύ των οποίων σιτρονέλα (citronella) (5.04%), D-λιμονένιο (D-limonene) (2.94%), α-σιτρονελόλη (α-citronellol) (1.88%), και τερπινολένιο (terpinolene) (1.12%). Τέλος, η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά μελετήθηκε από τους Liidakis κ.α. (2005), καθώς θεωρείται σημαντική λόγω των υπολειμμάτων που απομένουν στο έδαφος έπειτα από μια πυρκαγιά. Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνάς τους, τα υπολείμματα που απομένουν έπειτα από καύση σε θερμοκρασίες 600, 800 και 1000 °C ήταν 88,5%, 95,3% και 98,3% αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά (τέφρα) του κυπαρισσιού βρέθηκε 3,86%.

Σκοπός της εργασίας ήταν ο ποσοτικός προσδιορισμός και η σύγκριση των εκχυλισμάτων, των ανόργανων συστατικών καθώς και της οξύτητας μεταξύ τριών δειγμάτων που συλλέχθηκαν από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Τα δύο δείγματα προήλθαν από άτομα που αποτελούσαν τμήμα της αυτοφυούς βλάστησης στην περιοχή της Μεσσηνίας (δείγματα Π1,Π2) ενώ το τρίτο δείγμα (δείγμα Φ) ήταν μέρος του φυτοφράχτη στις πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του ΑΠΘ, στην περιοχή του Φοίνικα Θεσσαλονίκης.

Υλικά και μέθοδοι

Τα δείγματα λήφθηκαν από τον φλοιό, το σομό, το εγκάρδιο και τις βελόνες των ατόμων που επιλέχθηκαν. Συγκεκριμένα, το πρώτο δείγμα (Π1) βρισκόταν μεμονωμένο μέσα σε αγροτική έκταση στην περιοχή Βούρναγο Μεσσηνίας, σε επίπεδη έκταση και μηδενικό σχεδόν υψόμετρο. Το δεύτερο δείγμα (Π2) λήφθηκε από τον Πύργο Ηλείας, από την περιοχή Καρατούλα, με υψόμετρο περίπου 50 μέτρα και κλίση εδάφους περίπου 10%. Το δείγμα προερχόταν από αυτοφυή συστάδα περίπου 100 ατόμων. Το τρίτο δείγμα (Φ) προέρχεται από τον Δασοβοτανικό κήπο του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (TAU) που εδρεύει στην περιοχή του Φοίνικα. Απέχει περίπου 1 km από την ακτογραμμή, ενώ το μέσο υψόμετρο της έκτασης που καταλαμβάνει είναι 15m.

Οι προσδιορισμοί των ιδιοτήτων έγιναν σύμφωνα με τις προδιαγραφές ASTM σε δείγματα που λήφθηκαν από τη στηθαία διάμετρο κάθε δέντρου. Από το υλικό του φλοιού, σομού και εγκαρδίου ξύλου που προέκυψε πάρθηκαν μικρά ξυλοτεμαχίδια με κατά μήκος τομές (εικ. 1) τα οποία στη συνέχεια θρυμματίστηκαν με έναν μικρό σπαστήρα (μύλο) τύπου Willey και μετατράπηκαν σε ξυλόσκονη. Η ξυλόσκονη του φλοιού, του σομού και του εγκαρδίου συλλέχθηκε χωριστά και

χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό α) των εκχυλισμάτων, β) της οξύτητας και γ) των ανόργανων συστατικών (Χαβενετίδου 2009).



Εικόνα 1. (α) Λωρίδες εγκάρσιας επιφάνειας ξύλου (β) Ξυλοτεμάχια φλοιού, σομφού και εγκάρδιου ξύλου
Figure 1. (a) Transverse wood surface strips (b) Bark, sapwood and heartwood lumber

Προσδιορισμός των εκχυλισμάτων

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των εκχυλισμάτων που είναι διαλυτά σε ζεστό νερό και σε αιθανόλη έγινε σύμφωνα με τα αμερικάνικα πρότυπα ASTM D 1110-84 και ASTM D 1108-84 αντίστοιχα (ASTM Standards 1961, 1984a, 1984b, 1984c, Γρηγορίου 2008). Για τις εκχυλίσεις χρησιμοποιήθηκε γυάλινη συσκευή τύπου Soxhlet, με κατάλληλο μέγεθος ώστε να μπορεί να χωράει δείγμα 2 g περίπου ξυλόσκονης και γυάλινους ηθμούς με μέσο πορώδες. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των εκχυλισμάτων πάρθηκε από κάθε δείγμα ποσότητα ξυλόσκονης βάρους 2g. Πριν από κάθε εκχύλιση, προσδιορίστηκε το απόλυτα ξηρό βάρος της ξυλόσκονης και του ηθμού με ζυγίσεις, μετά από την ξήρασή τους σε πυριατήριο στους 103 ± 2 °C για 24 ώρες. Η εκχύλιση με κάθε εκχυλιστή έγινε με τέτοιο ρυθμό ώστε το σιφόνι να λειτουργεί 4 φορές ανά ώρα. Μετά το πέρας των ωρών εκχύλισης (6 ώρες με μέσο εκχύλισης το νερό, 4 ώρες με μέσο εκχύλισης την αιθανόλη), ο εκχυλιστής μέσα στο σωλήνα του σιφονιού της συσκευής έγινε «άχρους» οι ηθμοί απομακρύνθηκαν από τον εκχυλιστή και εκτέθηκαν ελεύθεροι στον αέρα για 24 ώρες.

Προσδιορισμός των ανόργανων συστατικών (τέφρας)

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των ανόργανων συστατικών που περιέχονται στο ξύλο έγινε σύμφωνα με την αμερικάνικη προδιαγραφή ASTM D 1102-84 που προβλέπει ξηρή καύση 2 g περίπου ξηρής στον αέρα ξυλόσκονης (της οποίας το απόλυτα ξηρό βάρος έχει προσδιοριστεί) σε κλίβανο αποτέφρωσης στους 580-600°C μέχρι σταθεροποίησης του βάρους (πλήρης καύση, αποτέφρωση). Πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις μετρήσεων μετά από 20-30 λεπτά για τον προσδιορισμό της υγρασίας των ανόργανων συστατικών με ζύγιση κάθε δείγματος ξεχωριστά και αεροστεγώς σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των επαναλήψεων.

Προσδιορισμός της οξύτητας (pH)

Ο ποσοτικός προσδιορισμός της οξύτητας της ξυλόσκονης έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του εργαστηρίου της τεχνολογίας ξύλου (1:5) και με διπλό προσδιορισμό. Αφού προστέθηκε στα γυάλινα δοχεία 1g ξυλόσκονης από κάθε δείγμα (Π1, Π2, Φ) και από κάθε τμήμα (φλοιό, σομφό, εγκάρδιο, βελόνες) ακολούθησε η συμπλήρωση με 1ml αποσταγμένο νερό, ώστε να γίνει η μέτρηση του pH (εικ. 2). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό πεχάμετρο.



Εικόνα 2. Προετοιμασία των δειγμάτων για μέτρηση της οξύτητας
Picture 2. Preparation of the samples for the determination of the acidity

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Εκχυλίσματα

Η περιεκτικότητα του φλοιού, του σομφού και του εγκάρδιου ξύλου του κυπαρισσιού σε εκχυλίσματα διαλυτά στο νερό και αιθανόλη φαίνεται στον Πίνακα 1. Το ποσοστό των εκχυλισμάτων προσδιορίστηκε με βάση το απόλυτα ξηρό βάρος του δείγματος πριν από την εκχύλιση με τη σχέση:

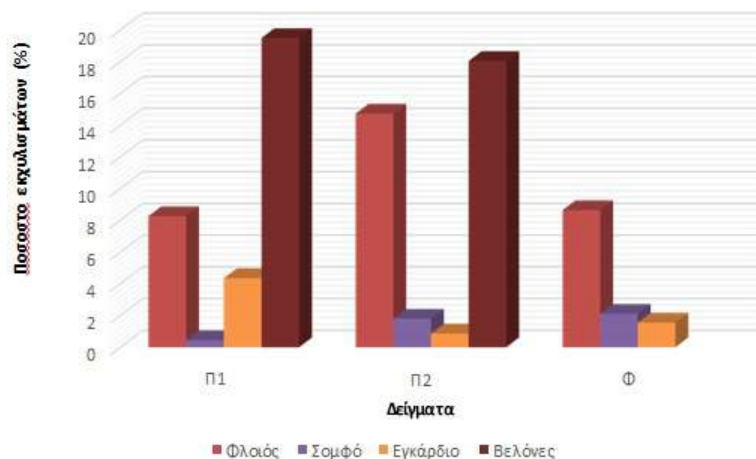
$$\varepsilon = 100(\alpha - \beta) / \alpha$$

όπου: ε = εκχυλίσματα (%) α = ξηρό βάρος του ξύλου πριν την εκχύλιση (g) β = ξηρό βάρος του ξύλου μετά την εκχύλιση (g).

Στο Σχήμα 1 απεικονίζεται η περιεκτικότητα των εκχυλισμάτων που είναι διαλυτά σε νερό στα μέρη που μελετήθηκαν (φλοιό, σομό, εγκάρδιο, βελόνες). Στο δείγμα Π1, μεγαλύτερη συγκέντρωση εκχυλισμάτων βρέθηκε στις βελόνες, ενώ η χαμηλότερη στο σομό. Παρατηρήθηκε επίσης ότι στις βελόνες και στο φλοιό του δείγματος Π1 βρέθηκαν οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εκχυλισμάτων συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα που εξετάστηκαν. Στο δείγμα Π2, παρατηρήθηκε επίσης η μεγαλύτερη συγκέντρωση εκχυλισμάτων στις βελόνες και στο φλοιό, ενώ η χαμηλότερη στο εγκάρδιο. Συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα, που μελετήθηκε η περιεκτικότητά τους σε εκχυλίσματα, ο φλοιός του δείγματος Π2 κατέχει την μεγαλύτερη συγκέντρωση (με ποσοστό 14,7%) .

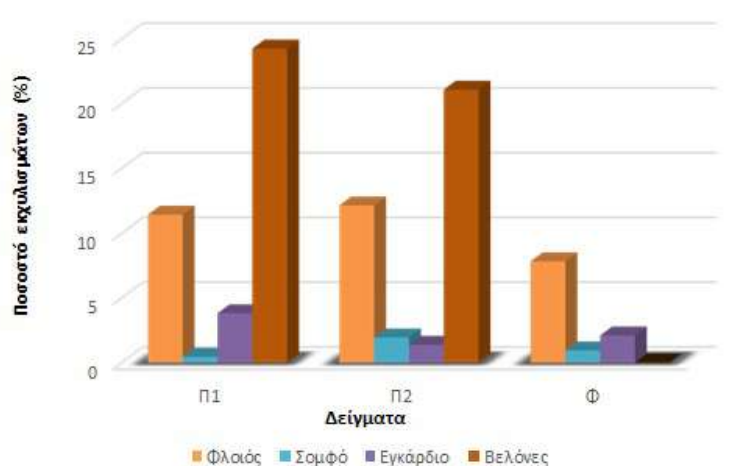
Πίνακας 1. Ποσοστό εκχυλισμάτων των δειγμάτων με διαλύτες νερό και αιθανόλη.
Table 1. Extractives' percentage of the samples with water and ethanol as solvents.

Δείγμα	Εκχυλίσματα, %							
	Ζεστό νερό				Αιθανόλη			
	Φλοιός	Σομό	Εγκάρδιο	Βελόνες	Φλοιός	Σομό	Εγκάρδιο	Βελόνες
Π1	8,269	0,447	4,359	19,504	11,427	0,450	3,813	24,251
Π2	14,737	1,801	0,866	18,055	12,137	1,945	1,378	21,074
Φ	8,648	2,118	1,558	-	7,824	0,941	2,102	-



Σχήμα 1. Προσδιορισμός ποσοστού εκχυλισμάτων διαλυτών σε νερό
Figure 1. Determination of percentage of water soluble extracts

Στο τελευταίο δείγμα, Φ, λόγω του ότι δεν εξετάστηκαν οι βελόνες του φυτού, παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα συναντάται στο φλοιό, ενώ την αμέσως επόμενη μικρότερη περιεκτικότητα στο σομό. Το σομό στο δείγμα Φ βρέθηκε ότι έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα συγκριτικά με το εγκάρδιο, γεγονός που συμβαίνει και στο δείγμα Π2.



Σχήμα 2. Προσδιορισμός ποσοστού εκχυλισμάτων διαλυτών σε αιθανόλη
Figure 2. Determination of percentage of ethanol soluble extracts

Στο παραπάνω σχήμα (σχήμα 2β) απεικονίζεται η περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα που έχουν διαλυθεί σε αιθανόλη, στα διάφορα μέρη που εξετάστηκαν (φλοιός, σομφό, εγκάρδιο, βελόνες).

Στο δείγμα Π1, οι βελόνες περιέχουν τα περισσότερα εκχυλίσματα (με ποσοστό 24,2%) ενώ στη συνέχεια παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση και στον φλοιό (11,4%). Το εγκάρδιο και το σομφό περιέχουν τη μικρότερη ποσότητα εκχυλισμάτων. Στο δείγμα Π2, όπως και στο Π1, τα εκχυλίσματα βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στις βελόνες και στο φλοιό, αντιθέτως στο εγκάρδιο και στο σομφό παρατηρούνται οι μικρότερες συγκεντρώσεις.

Στο δείγμα Φ, η ράβδος που απεικονίζει το ποσοστό των εκχυλισμάτων του φλοιού είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτές του εγκάρδιου και του φλοιού. Συγκριτικά όμως με τα υπόλοιπα τμήματα φλοιού που εξετάστηκαν, το δείγμα Φ έχει την μικρότερη περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα, ενώ το Π2 τη μεγαλύτερη, με μικρή όμως διαφορά από το Π1.

Οξύτητα (pH)

Η οξύτητα του φλοιού, σομφού, εγκαρδίου ξύλου καθώς και των βελονών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 και στο σχήμα 3.

Πίνακας 2. Μέσος όρος οξύτητας φλοιού, σομφού, εγκαρδίου ξύλου και βελονών των τριών δειγμάτων.
Table 2. Average acidity of bark, sapwood, heartwood and needles of the three samples

Δείγμα	Μέσος όρος οξύτητας (pH) %			
	Φλοιός	Σομφό	Εγκάρδιο	Βελόνες
Π1	5,56	5,66	5,725	5,655
Π2	5,47	5,815	5,21	5,145
Φ	5,61	5,38	5,805	



Σχήμα 3. Προσδιορισμός οξύτητας φλοιού, σομφού, εγκαρδίου ξύλου και βελονών
Figure 3. Determination of bark, sapwood, heartwood and needles' acidity

Ο όξινος χαρακτήρας (μικρή τιμή pH) του ξύλου των διαφόρων φυτικών ειδών αποδίδεται σε ελεύθερα οξέα και όξινες ομάδες, οξικό οξύ και ακετυλο-ομάδες αντίστοιχα, τα οποία εύκολα αποχωρίζονται από το ξύλο με εκχύλιση. Το pH του εγκάρδιου ελάχιστα διαφέρει από το pH του σομφού ξύλου, όπως επίσης μικρή είναι η επίδραση της εποχής υλοτομίας στο pH του ξύλου. Αντίθετα η οξύτητα του ξύλου μπορεί να αυξηθεί όταν αποθηκεύεται σε αποθήκες όπου επικρατεί υψηλή θερμοκρασία και υγρασία (Γρηγορίου 2008). Στο δείγμα Π1, μεγαλύτερο δείκτη οξύτητας τείνει να έχει το εγκάρδιο με τιμή pH=5,72.

Ανόργανα συστατικά (τέφρα)

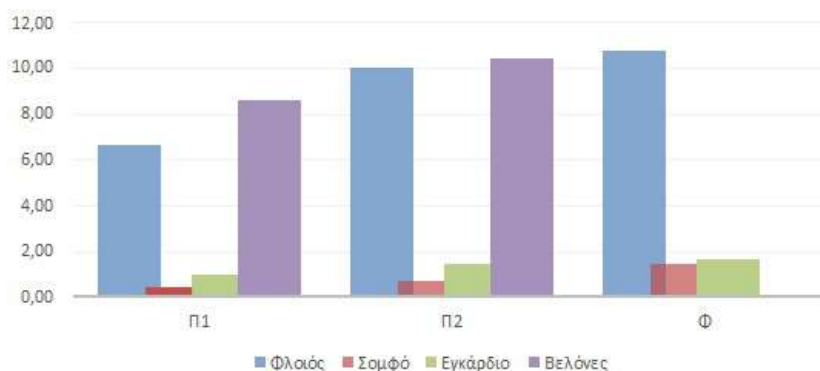
Ο ποσοτικός προσδιορισμός των ανόργανων συστατικών που περιέχονται στις βελόνες, στον φλοιό, στο σομφό και το εγκάρδιο ξύλο του κυπαρισσιού και η επίδραση των υδατοδιαλυτών εκχυλισμάτων δείχνονται στον Πίνακα 4. Τα ανόργανα συστατικά συνολικά προσδιορίστηκαν με βάση τη σχέση:

$$\tau = 100 \cdot (\beta/\alpha)$$

όπου: τ = ανόργανα συστατικά (%), α = ξηρό βάρος του ξύλου (g), β = τέφρα (g)

Πίνακας 4. Ανόργανα συστατικά (τέφρα) φλοιού, σομφού, εγκάρδιου ξύλου και βελονών πριν την εκχύλιση
Table 4. Inorganic components (ash) of bark, sapwood, heartwood and needles before extraction

Δείγμα	Ανόργανα συστατικά, %			
	Φλοιός	Σομφό	Εγκάρδιο	Βελόνες
Π1	6,6490	0,4314	0,9721	8,5705
Π2	9,9701	0,6768	1,4469	10,4259
Φ	10,7519	1,4533	1,6131	



Σχήμα 4. Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά (τέφρα) φλοιού, σομφού, εγκάρδιου ξύλου και βελονών πριν την εκχύλιση (%).

Figure 4. Content of inorganic components (ash) of bark, sapwood, heartwood and needles before extraction (%).

Στο παραπάνω διάγραμμα (σχήμα 4) απεικονίζεται η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά στο φλοιό, σομφό, εγκάρδιο και βελόνες των δειγμάτων που μελετήθηκαν. Σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα, οι μικρότερες συγκεντρώσεις σε όλα τα δείγματα βρίσκονται στο σομφό και στο εγκάρδιο, σε σχέση με το φλοιό και τις βελόνες. Μεταξύ σομφού και εγκάρδιου, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν στο εγκάρδιο. Όσον αφορά την προέλευση των τριών δειγμάτων, υψηλότερες τιμές παρατηρούνται στο δείγμα του Δασοβοτανικού κήπου της Θεσσαλονίκης, σε σχέση με τα δύο δείγματα της Πελοποννήσου, και ακολουθεί το δείγμα Π2. Οι βελόνες και ο φλοιός είναι πλούσια σε ανόργανα συστατικά σε όλα τα δείγματα, με τιμές πολύ μεγαλύτερες σε σχέση με το ξύλο (μέχρι και 20 φορές υψηλότερες – βελόνες/σομφό).

Συμπεράσματα

Όπως προέκυψε από τα παραπάνω αποτελέσματα, το δείγμα Π1 βρέθηκε να έχει το μεγαλύτερο ποσοστό εκχυλισμάτων στις βελόνες τόσο κατά την εκχύλιση με νερό (19,5%) όσο και με αιθανόλη (24,2%) (Σχήμα 2α,2β). Παρόμοια πορεία ακολουθεί και το δείγμα Π2, με μεγαλύτερο ποσοστό αρχικά στις βελόνες (18,05%) και ακολούθως ύστερα στο φλοιό (14,7%). Εφόσον το Π1 είναι μεγαλύτερο σε

ηλικία (59-60 χρόνια) συγκριτικά με το Π2 (49-50 χρόνια) και αυξάνει χωρίς ιδιαίτερο ανταγωνισμό λόγω του ότι συναντάται μεμονωμένο, είναι φυσιολογικό να είναι πιο πλούσιο σε εκχυλίσματα.

Επιπλέον, το Π1 λόγω μεγαλύτερης ηλικίας κατείχε και μεγαλύτερο ποσοστό εγκαρδίου ξύλου, συνεπώς και μεγαλύτερο ποσοστό (4,3%) εκχυλισμάτων σε αυτό, σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Ανάλογες μετρήσεις παρατηρήθηκαν και κατά την εκχύλιση σε αιθανόλη. Το γεγονός ότι η αιθανόλη αποτελεί εξαιρετικό διαλύτη εξηγεί τα μεγαλύτερα ποσοστά συγκέντρωσης εκχυλισμάτων κυρίως στις βελόνες (>20%) στα δείγματα Π1 και Π2. Το δείγμα από το Δασοβοτανικό κήπο του Φοίνικα (Φ) δεν εμφάνισε σημαντικές διακυμάνσεις συγκριτικά με τα υπόλοιπα δύο δείγματα.

Τέλος, στον προσδιορισμό των ανόργανων συστατικών διαπιστώθηκε ότι οι βελόνες εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό τέφρας (υψηλές συγκεντρώσεις ανόργανων συστατικών), και ακολουθεί ο φλοιός. Αντίθετα το ξύλο (σομό και εγκάρδιο) παρουσιάζει πολύ χαμηλές τιμές. Υψηλά ποσοστά τέφρας βρήκαν επίσης και οι Azzaz κ.α. (2019) σε μελέτη που πραγματοποίησαν σε βελόνες κυπαρισσιού σε ποσοστό 9,24%.

Abstract

The objective of the present study was the determination of the extractives, acidity and ash content of three different origins of *Cupressus sempervirens* wood. The specimens were collected from the sapwood, heartwood, bark and needles of the chosen trees. The quantitative determination of the extractions was performed with two different solvents, water and ethanol.

The results showed no significant differences among the three origins, except from the older sample, which also had the highest extract content, while the needles, in all cases, had the highest ash content.

Βιβλιογραφία

Αθανασιάδης, Ν., 1986. Δασική Βοτανική, Μέρος II. Δέντρα και Θάμνοι των Δασών της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη-Γιαπούλη.

Al-Snafi, A.E., 2016. Medical importance of *Cupressus sempervirens*- A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6(6): 66-76.

American Society for Testing and Materials (ASTM) (1961). D1110–56. Standard method of test for Water Solubility of Wood. The ASTM Book of Standards. ASTM, Philadelphia, PA

American Society for Testing and Materials (ASTM), 1984a. D 1110. Standard Test Methods for Water Solubility of Wood. The ASTM Book of Standards. ASTM, Philadelphia, PA.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 1984b. D 1102. Standard Test Method for Ash in Wood. The ASTM Book of Standards. ASTM, Philadelphia, PA.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 1984c. D 143-52. Tests for Small Clear Specimens. The ASTM Book of Standards. ASTM, Philadelphia, PA.

Amouroux, P., Jean, D. and Lamaison, J., 1998. Antiviral activity in vitro of *Cupressus sempervirens* on two human retroviruses HIV and HTLV. *Phytotherapy Research*, 12(5): 367-368.

Azzaz, N., Hamed, S. and Kenaw, T., 2019. Chemical studies on cypress leaves (*Cupressus sempervirens*) and their activity as antimicrobial agents. *Al-Azhar J. Agric. Res.* 44(2): 100-109.

Boukhris, M, Regane, G, Yangui T, Sayadi, S. and Bouaziz, M., 2012. Chemical composition and biological potential of essential oil from Tunisian *Cupressus sempervirens* L. *J. Arid. Land.*, 22(1): 329-332

Βουλγαρίδης, Η., 2007. Ποιότητα Ξύλου. (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις). Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.

Γρηγορίου, Α., 2008. Τεχνολογία Συγκολλημένων Προϊόντων Ξύλου. (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις). Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ.

Emami, S., Khayyat, M., Rahimizadeh, M., Fazly-Bazzazb, S. and Assili, J., 2005. Chemical constituents of *Cupressus sempervirens* L. cv. *cereiformis* Rehd essential oils. *Iran. J. Pharm. Sci.*, 1(1): 39-42

Emami, SA, Tayarani-Najaran, Z., Ghannad, M., Karamadini, P. and Karamadini M., 2009. Antiviral activity of obtained extracts from different parts of *Cupressus sempervirens* against Herpes simplex virus type 1. *Iran. J. Basic Med. Sci.*, 12(3): 133-139.

Κακαράς, Ι., 2015. Το ξύλο κυπαρισσιού ως δομικό προϊόν. <https://dasarxeio.com/2015/02/02/19452/> (τελευταία επίσκεψη: 16/3/21)

- Liidakis, S., Katsigiannis, G. and Kakali, G., 2005. Ash properties of some dominant Greek forest species. *THERMOCHIM. ACTA*, 437: 158–167
- Milo, M., Masteli, J., and Radoni, A., 1988. Free and glycosidically bound volatile compounds from cypress cones (*Cupressus Sempervirens* L). *Croat. Chem. Acta* 71(1): 139-145.
- Ντάφης, Σ., 1986. Δασική Οικολογία. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδη-Γιαπούλη.
- Selim, S., Adam, M., Hassan, S. and Albalawi, A., 2014. Chemical composition, antimicrobial and antibiofilm activity of the essential oil and methanol extract of the Mediterranean cypress (*Cupressus sempervirens* L). *BMC COMPLEM. ALTERN. M.*, 14:179-186.
- Τσουμής, Γ., 2000. Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Τόμος Α΄: Δομή και Ιδιότητες. Τόμος Β΄: Βιομηχανική Αξιοποίηση. Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.
- Φιλίππου, Ι., 2014. Χημεία και Χημική Τεχνολογία του Ξύλου. Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.
- Χαβενετίδου Μ., 2009. Ανατομικά χαρακτηριστικά και τεχνικές ιδιότητες ξύλου πρεμνοφυούς καστανιάς (*Castanea sativa* mill.) σε σχέση με την αξιοποίηση της. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π. Α.Π.Θ.

Θεματική Ενότητα: Αναρτημένες Παρουσιάσεις

**ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟ «ΔΑΣΟΣ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΒΑΛΤΙΝΟΥ»
ΔΗΜΟΥ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ**

Παπαδούλη, Αικατερίνη

Δήμος Τρικκαίων, Τρίκαλα 42131, Ασκληπιού 18, krapadouli@trikalacity.gr

Περίληψη

Η αλματώδης τεχνολογική ανάπτυξη και η οικονομική ευμάρεια των ανθρώπινων κοινωνιών επέφερε σημαντική συρρίκνωση του φυσικού χώρου και των φυσικών πόρων συμπεριλαμβανομένων των ειδών αυτοφυούς χλωρίδας και άγριας πανίδας και αποτέλεσε το εφελτήριο της δημιουργίας του θεσμού των Προστατευόμενων περιοχών. Τα Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης εντάσσονται στην κατηγορία των προστατευόμενων τοπίων & φυσικών σχηματισμών με ιδιαίτερη αξία και μνημειακό χαρακτήρα. Τόσο στην ηπειρωτική όσο και στη νησιωτική Ελλάδα, έχουν χαρακτηριστεί 69 Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης. Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση των Διατηρητέων Μνημείων της Φύσης στην περιοχή των Τρικάλων, ειδικότερα, το «Δάσος Παναγίας Βαλτινού» του Δήμου Τρικκαίων, η συμβολή του στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας και διαχείρισης.

Λέξεις κλειδιά: Διατηρητέα Μνημεία Φύσης, Φτελιά, Φράζος, Τρίκαλα.

Εισαγωγή

Πριν από έναν αιώνα και πλέον η συνεχώς εντεινόμενη επέμβαση του ανθρώπου στη φύση και η αδιάκοπη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, επέφεραν μεγάλες καταστροφές με συνέπεια την επιταχυνόμενη εξαφάνιση μορφών ζωής αλλά και την εντυπωσιακή συρρίκνωση παρόχθιων και υγροτοπικών εκτάσεων και δασών. Ο Ντάφης (1993) χαρακτηρίζει υγροτοπικά δάση εκείνα που το έδαφός τους κατακλύζεται ή είναι κορεσμένο με επιφανειακά ή υπόγεια νερά σε τέτοια συχνότητα και διάρκεια ώστε κάτω από φυσικές συνθήκες να στηρίζει ξυλώδη είδη προσαρμοσμένα σε ανεπαρκώς αεριζόμενα ή κορεσμένα με υγρασία εδάφη.

Τα δάση αυτά στο παρελθόν κάλυπταν σημαντικές εκτάσεις. Τον 19^ο αιώνα χρονολογούνται τα πρώτα μεγάλα υδραυλικά έργα στις κοίτες των ποταμών που είχαν ως σκοπό τη δημιουργία εσωτερικών πλεύσιμων υδάτινων οδών, έργα τα οποία άλλαξαν τη φυσική ροή των ποταμών. Με την εντατικοποίηση της γεωργίας και τη διευθέτηση των ποταμών (αντιπλημμυρικά έργα) ολοκληρώθηκε η καταστροφή τους. Επεμβάσεις οι οποίες άλλαξαν τις υδρολογικές συνθήκες των παρόχθιων περιοχών και προκάλεσαν κυρίως την πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού (Yon και Tendron 1981).

Στην Ελλάδα η πρακτική των εκχερσώσεων και των αποξηράνσεων ξεκίνησε τον 19^ο αιώνα και συνεχίστηκε εντατικά στον 20^ο αιώνα οπότε και πραγματοποιήθηκε με τις μεγάλες αποξηράνσεις. Στη Θεσσαλία υλοποιήθηκαν την περίοδο αυτή μεγάλα υδραυλικά έργα. Σημαντικότερα ήταν οι αποξηράνσεις στις πεδιάδες της Μακεδονίας, οι οποίες προηγήθηκαν, λόγω του προσφυγικού προβλήματος, αυτών της Θεσσαλίας. Οι αποξηράνσεις στη Μακεδονία, ξεκίνησαν το 1925-1928 από τις αμερικανικές εταιρείες "Foundation" Co και "Monks and Ulen". Στη Θεσσαλία τα έργα αποξήρανσης την περίοδο πριν τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο (1936), ανέλαβε η εταιρεία "Henry Boot and Sons" Ltd με κέντρο το μόνιμο εργοτάξί της, στις παρυφές της πόλης των Τρικάλων (Μπελαβίλας 2007), του οποίου κτίρια και μηχανολογικός εξοπλισμός διασώζεται ως σήμερα. Τα έργα αποξήρανσης στη Θεσσαλία περιλάμβαναν τις λίμνες Νεσσωνίς, Ασκουρίδα ή Λακορίδα (Νεζερός ή Εζερός) το 1911 και Κάρλα το 1962. Αποτέλεσμα της πρακτικής των αποξηράνσεων ήταν η καταστροφή του 75% περίπου των ελληνικών υγροτόπων κατά μέσο όρο, με τις περιοχές της Θεσσαλίας, της Κεντρικής και της Ανατολικής Μακεδονίας να έχουν απολέσει περισσότερο από το 80% των υγροτόπων που υπήρχαν στις αρχές του αιώνα. Μια πτυχή της παραπάνω πρακτικής αποτελεί η «εξαφάνιση» των επιφανειακών νερών με τη μορφή των υδραυλάκων μέσα και έξω από οικισμούς. Το αποτέλεσμα είναι η παρουσία

σήμερα υγρόφιλων ειδών σε περιβάλλοντα ξένα προς τους σταθμούς προτίμησής τους (Γρηγοριάδης και Σπανός 2016).

Η δημιουργία του θεσμού των προστατευόμενων περιοχών, πρόβαλλε ως επιτακτική αναγκαιότητα για τη διατήρηση φυσικών περιοχών και των μορφών ζωής που αναπτύσσονται σε αυτές με σκοπό τη διατήρηση και την προστασία τους και περιλαμβάνει χερσαίες ή υδάτινες επιφάνειες με ιδιαίτερα οικολογικά ή τοπικά χαρακτηριστικά που προστατεύονται νομοθετικά και βρίσκονται σε ειδικό καθεστώς διαχείρισης. Για το χαρακτηρισμό των περιοχών ως προστατευόμενων ισχύει η εθνική νομοθεσία του ν.1650/86 όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με τον ν. 3937/2011 και τον ν. 4685/2020.

Ιδιαίτερη κατηγορία των προστατευόμενων φυσικών περιοχών αποτελούν τα προστατευόμενα τοπία και οι προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί και περιλαμβάνουν εκτάσεις ή λειτουργικά τμήματα της φύσης ή μεμονωμένα δημιουργήματά της που έχουν ιδιαίτερη οικολογική, γεωλογική, γεωμορφολογική αξία ή συμβάλλουν στη διατήρηση των φυσικών διεργασιών και στην προστασία των φυσικών πόρων όπως δέντρα, συστάδες δέντρων και θάμνων, θαλάσσια προστατευτική βλάστηση, παράκτια και παράκτια βλάστηση, φυσικοί φράκτες, καταρράκτες, πηγές, φαράγγια, θίνες, ύφαλοι, σπηλιές, βράχοι, απολιθωμένα δάση, δέντρα ή τμήματά τους, παλιοντολογικά ευρήματα, κοραλλιογενείς γεωμορφολογικοί σχηματισμοί και γεώτοποι και οικότοποι προτεραιότητας. Προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί που έχουν μνημειακό χαρακτήρα, χαρακτηρίζονται ειδικότερα ως Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης (Protected natural monuments).

Στη χώρα μας από το 1975 ως σήμερα έχουν κηρυχθεί 69 Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης με συνολική έκταση 21.930 εκτάρια και δημοφιλέστερο είδος τον Πλάτανο. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μόνο το Απολιθωμένο Δάσος της Λέσβου καταλαμβάνει το 68% της συνολικής έκτασής τους.

Οι Προστατευόμενες περιοχές στην ΠΕ Τρικάλων ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Περιοχές Προστασίας Οικοτόπων και ειδών
Ειδικές Ζώνες Διατήρησης
GR1440001 ΕΖΔ ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΣ, GR1440002 ΕΖΔ ΚΕΡΚΕΤΙΟ ΟΡΟΣ (ΚΟΖΙΑΚΑΣ),
GR1440003
ΕΖΔ - ΤΚΣ ΑΝΤΙΧΑΣΙΑ ΟΡΗ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ - ΣΠΗΛΑΙΟ ΜΕΛΙΣΣΟΤΡΥΠΑ,
Ζώνες Ειδικής Προστασίας
GR1440005 ΖΕΠ ΑΝΤΙΧΑΣΙΑ ΟΡΗ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΑ, GR1440006 ΖΕΠ ΚΟΡΥΦΕΣ ΟΡΟΥΣ
ΚΟΖΙΑΚΑ
- Καταφύγια Άγριας Ζωής
15 καταφύγια και 1 ελεγχόμενη κυνηγητική περιοχή (Κόζιακας)
- Προστατευόμενα τοπία ή προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί
Αισθητικά Δάση (Δάσος Λόφων Κάστρου και Αηλιά Τρικάλων)
Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης (Φτελιά Αηδόνας Καλαμπάκας , «Δάσος Παναγίας Βαλτινού»
Δήμου Τρικκαίων)
Προστατευτικά Δάση (Σε περιοχές Ασπροπόταμου, Στουρναραϊκών, Κλεινοβού)
- Μνημεία Παγκόσμιας Κληρονομιάς υπό την αιγίδα της UNESCO: Αντιχάσια Όρη- Μετέωρα
Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν τα δύο Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης της Περιφερειακής Ενότητας Τρικάλων με έμφαση στο πιο πρόσφατα αναγνωρισμένο μνημείο της φύσης, το «Δάσος Παναγίας Βαλτινού» του Δήμου Τρικκαίων. Επίσης η εργασία αυτή φιλοδοξεί να δρομολογήσει διαδικασίες αναγνώρισης κι άλλων φυσικών περιοχών ως προστατευόμενες περιοχές ή διατηρητέα μνημεία της φύσης στην ευρύτερη περιοχή των Τρικάλων, έτσι ώστε να τεθούν σε καθεστώς προστασίας και να διατηρηθούν στο διηνεκές.

Υλικά και μέθοδοι

Μέθοδος Έρευνας

Η έρευνα βασίστηκε στον εθνικό κατάλογο των Διατηρητέων Μνημείων της Φύσης (ypen.gov.gr) καθώς και σε στοιχεία που συγκεντρώθηκαν για το φυσικό και το ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής. Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από βιβλιογραφικές και διαδικτυακές πηγές που αναφέρονται στην ερμηνεία της φύσης αλλά και πηγές λαογραφικού περιεχομένου, δεδομένα από υπηρεσίες (ΕΣΥΕ κ.α.), από επιτόπιες υπαίθριες παρατηρήσεις καθώς και μετά από επικοινωνία με τοπικούς φορείς, κατοίκους και ενδιαφερομένους.

Περιοχή Έρευνας

Ως περιοχή έρευνας ορίστηκε η έκταση της Περιφερειακής Ενότητας Τρικάλων συνολικής έκτασης 3.383km² που ανήκει γεωγραφικά, αλλά και διοικητικά, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας.

Συγκεκριμένα, η μελέτη εστίασε στον οικισμό Αηδόνας του Δήμου Μετεώρων και στην Τοπική Κοινότητα Βαλτινού του Δήμου Τρικαίων.

Αποτελέσματα

Φτελιά Αηδόνας Καλαμπάκας

Η Αηδόνα είναι ορεινή κοινότητα του Δήμου Μετεώρων χτισμένη σε υψόμετρο 850m στη Νότια Πίνδο, 40 Km. ΝΔ της Καλαμπάκας. Ο πληθυσμός της ανέρχεται σε 128 μόνιμους κατοίκους με κύριες ασχολίες τις γεωργοκτηνοτροφικές εργασίες. Το παλιό όνομα του χωριού οφείλεται στον Τούρκο πασά Γιοβάν Αϊβάν. Κατά την παράδοση, το παλιό χωριό μεταφέρθηκε στη σημερινή του θέση λόγω της ελονοσίας που έπληξε την περιοχή.

Ιδιαίτερο αξιοθέατο είναι η αιωνόβια φτελιά απέναντι από την πλατεία του οικισμού που έχει χαρακτηριστεί Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης με το ΦΕΚ 173/Β/1981 (Σχήμα 1).

...Κηρύσσομεν ως Διατηρητέα μνημεία της Φύσεως τα παρακάτω δασικά δέντρα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερη βοτανική, φυτογεωργική, αισθητική και ιστορική σημασία:

«Φτελιάς Αηδόνας Καλαμπάκας»

Ένα υπέργυρο άτομο πεδινής πτελέας (ULMUS CAMPESTRIS) φυόμενο στην πλατεία του χωριού Αηδόνα Καλαμπάκας που έχει εντυπωσιακή κόμη και μοναδικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τη διάμετρο και το ύψος του.



Σχήμα 1. Αποψη της Φτελιάς στην Αηδόνα Καλαμπάκας (Πηγή: Παπαδούλη 2021)
Figure 1. View of the elm in Aidona Kalambakas (Source: Papadouli 2021)

Είναι δέντρο του είδους *Ulmus campestris*, ηλικίας άνω των 500 ετών με εντυπωσιακές διαστάσεις και μεγάλη βοτανική και αισθητική αξία. Το ύψος του δέντρου ξεπερνούσε τα 37 m ως το 2009 που έχασε μεγάλο μέρος της κόμης εξαιτίας σφοδρής καταιγίδας. Σύμφωνα με μαρτυρία κατοίκου, η ηλικία του υπολογίστηκε σε 650 έτη μετά από μέτρηση που πραγματοποίησε το Δασαρχείο Καλαμπάκας το 1972 (trikalaview.gr). Κρίνεται απαραίτητη η λήψη μέτρων τόσο για την προστασία και διατήρησή του όσο και για την προβολή και την ανάδειξη.

Το «Δάσος Παναγίας Βαλτινού»

Το Βαλτινό ως έδρα της ομώνυμης τοπικής Κοινότητας, βρίσκεται 12 Km Β.Δ. της πόλης των Τρικάλων σε υψόμετρο 120 m, έχει επιφάνεια 4.975 m² και σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011, έχει 671 μόνιμους κατοίκους. Η ονομασία του χωριού οφείλεται στη μορφολογία του εδάφους, διότι στην περιοχή, παλαιότερα υπήρχαν τέλματα (βαλτότοποι, βάλτοι). Ο προσδιορισμός της αρχαιότητας του χωριού, σύμφωνα με ιστορικές πηγές, ανάγεται στη μετά - Βυζαντινή εποχή.

Παλαιότερα το χωριό ήταν κτισμένο βορειότερα, στη θέση «Παλιοχώρι», αλλά λόγω κάποιας αρρώστιας που έπληξε τους κατοίκους ανάγκασε τη μετοίκισή τους στη σημερινή τοποθεσία (Στάθης 2001). Διοικητικά το Βαλτινό υπάγεται στη δημοτική ενότητα Καλλιθέδενδρου του Δήμου Τρικκαίων.

Το δάσος της Παναγίας απέχει 2 Km ΒΔ της Τοπικής Κοινότητας Βαλτινού. Κηρύχθηκε με το ΦΕΚ 164/Δ/2020 και χαρακτηρίζεται ως **υπόλειμμα δάσους πεδινών περιοχών**. Αποτελεί τμήμα του τεμαχίου αναδάσμου της Τ.Κ. Βαλτινού με αριθμό 131, συνολικής έκτασης 35,671 στρεμμάτων και περιλαμβάνει πεδινή δασική έκταση 27,095 στρεμμάτων (27095,45 m²) με αιωνόβια δένδρα, που στην πλειονότητά τους ανήκουν στο είδος Φράξινος στενόφυλλος (*Fraxinus angustifolia*). Πρόκειται για σπερμοφυές ομήλικο δάσος με μείξη των διαφόρων βαθμίδων διαμέτρου κατ'άτομο ή συνδενδρίες (Παπαδούλη 2020). Η ηλικία τους από μαρτυρίες εκτιμάται στα 200 έτη. Η διάμετρο των ατόμων Φράξου φτάνει τα 100 cm ενώ ατόμων φτελιάς που βρίσκεται σε μίξη, τα 110 cm. Το δάσος αποτελείται από δύο τμήματα διαχωριζόμενα μεταξύ τους με αγροτικό χωματόδρομο και συνορεύει Βόρεια, Νότια και Ανατολικά με αγροτικό δρόμο και δυτικά με το τεμάχιο 132 (Σχήμα 2). Στη δασική αυτή θέση υπάρχει το εξωκκλήσι της Παναγίας (Κοίμηση Θεοτόκου) (Σχήμα 3). Εκτός από την εκκλησία, έχει κατασκευαστεί χαμηλή εξωτερική εξέδρα και στεγασμένος χώρος που εξυπηρετεί την προετοιμασία της φιλοξενίας (φαγητού) κατά την εορταστική λειτουργία του. Επίσης υπάρχουν βρύση με πόσιμο νερό, τραπέζοπαγκοι, κάδοι απορριμμάτων και κρουνός πυρόσβεσης.

Η περιοχή βρίσκεται στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού (ανάμεσα από τον Πηνειό ποταμό και τον Παλιοπόταμο), μια περιοχή που χαρακτηρίζεται από την έντονη παρουσία του υδάτινου στοιχείου. Επισημαίνεται ότι και οι ονομασίες κοντινών χωριών μαρτυρούν την ύπαρξη υδροχαρούς βλάστησης και ειδικότερα του Φράξου. Το κοντινότερο χωριό είναι το Βαλτινό (περιοχή βαλτώδης), ο Μέλιγος (Κοινή ονομασία του είδους *Fraxinus ornus*, γνωστό και με τις ονομασίες μέλεγος ή φράξος), το Δενδροχώρι (Παλιά ονομασία Παπαράτζα: λέξη Σλάβικη που σημαίνει δασώδη περιοχή σε βάλτους και έλη), η Φωτάδα (Παλιά ονομασία Τσιάρα: κατά μια εκδοχή το όνομα Τσιάρα προήλθε από την βλάχικη λέξη μουτσιάρα που σημαίνει έλος, βάλτος, τέλμα, βούρκος).

Παλαιότερα η δασική περιοχή καταλάμβανε μεγαλύτερη έκταση που ξεκινούσε από τους πρόποδες του Κόζιακα καλύπτοντας τις περιοχές Καρυά, Λυκαίικα, Κορακοφωλιά, Ζευγαρολίβαδα και Πέτρες φθάνοντας ως τον οικισμό του Βαλτινού (tovaltino.blogspot.gr).

Στην αεροφωτογραφία του 1945 (Σχήμα 2) ξεχωρίζει δυτικά, παράπλευρη μεγαλύτερη δασική έκταση. Ύστερα από ανθρώπινη δράση (εκχέρσωση για ανάκτηση καλλιεργήσιμης γης, εντατική βόσκηση, υλοτομία) η έκταση του δάσους περιορίστηκε στο χώρο του εξωκκλησιού της Παναγίας.



Αριστερά: Σχήμα 2. Αεροφωτογραφία της περιοχής έτους 1945 (Πηγή: Γ.Υ.Σ.)
Left: Figure 2. Air photograph of the region from 1945 (Source: G.Y.S.)
Δεξιά: Σχήμα 3. Άποψη του Δάσους Παναγίας Βαλτινού. (Πηγή: tovaltino.blogspot.gr).
Right: Figure 3. View of forest Panagia Baltinou. (Source: tovaltino.blogspot.gr).

Το τοπίο της ευρύτερης περιοχής είναι καθαρά αγροτικό χαρακτηριστικό του Θεσσαλικού κάμπου. Ανήκει στον εξωαστικό χώρο του Δήμου Τρικκαίων που χαρακτηρίζεται λιγότερο από φυσικό τοπίο και περισσότερο από την ανθρώπινη επέμβαση η οποία έχει δημιουργήσει το αγροτικό τοπίο, τη γεωργική γη με γόνιμο αρδευόμενο έδαφος καθώς αποτελεί τμήμα του Θεσσαλικού κάμπου. Το φυσικό

περιβάλλον λόγω των εντατικών καλλιεργειών περιορίζεται μόνο σε πολύ μικρούς θύλακες κυρίως κατά μήκος των ποταμών και των ρεμάτων που το διασχίζουν. Είναι πεδινές επίπεδες εντατικά καλλιεργούμενες εκτάσεις (μορφή σκακιέρας) (Παπαδούλη 2020). Το δάσος αποτελεί καθοριστικό στοιχείο της περιοχής, καθώς δεσπόζει από μακριά στον επίπεδο γυμνό κάμπο. Η βλάστηση του δάσους είναι χαρακτηριστική και προσδίδει ποικιλότητα στο τοπίο.

Ιστορικά στοιχεία

Το όνομα του δασυλλίου προέκυψε από το ομώνυμο εξοκλήσι της Παναγίας που βρίσκεται στο χώρο. Η περιοχή του δάσους ονομάζονταν Λόγκια και ήταν ιδιοκτησία (Τσιφλίκι) του Μεγαλοκτηματία Στέφανου Σιμή. Ο ναός ήταν ιδιόκτητος, χτίστηκε με δαπάνη του τσιφλικά Βασιλείου Σιμή στη μνήμη του θανάτου της μητέρας του το 1912. Κατά την απαλλοτρίωση του 1932 η ιδιοκτησία της περιοχής, όπου υπάρχει και ο ναός της Κοίμησης της Θεοτόκου, περιήλθε στην ιδιοκτησία της κοινότητας Βαλτινού.

Σημερινή κατάσταση

Σήμερα δημιουργείται εικόνα ομοιόμορφου, μονόροφου δάσους, στο μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειάς του, όπου το ύψος του ανωρόφου κυμαίνεται από 20-30 m και αποτελείται κυρίως από κατ' άτομο ή συνδενδρίες μίξη *Fraxinus angustifolia* με άλλα φυτικά είδη, όπως είναι η δρυς ποδισκοφόρος (*Quercus pedunculata*), χνοώδης (*Quercus pubescens*) και ρουπάκι (*Quercus robur*), η πεδινή φτελιά (*Ulmus campestris*), η ασημόλευκα (*Populus alba*), η Λυγαριά (*Vitexagnus-castus*) και η Οβριά ή Αβρωνιά (*Tamus communis*). Πολλά από τα τεράστια αυτά δέντρα είναι πνιγμένα από τα αναρριχητικά φυτά, κυρίως με κισσό (*Hedera helix*) που ενώ δίνουν ένα ιδιαίτερο χρώμα, δημιουργούν προβλήματα στην υγεία και ζωτικότητα των δέντρων καθώς μπορούν να φθάσουν μέχρι τον ανώροφο ανταγωνιζόμενα ακόμα και τα μεγάλα δέντρα για το φως.

Μεγάλο τμήμα του υπορόφου καταλαμβάνεται από βάτα και δημιουργούνται συνθήκες ακατάλληλες για τη φύτευση και ανάπτυξη σπερμάτων φράζου.

Η συγκόμωση παραμένει κανονική, φωτεινή ή χαλαρή στο μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας. Ωστόσο λόγω της προχωρημένης ηλικίας αρκετών δέντρων η κόμη έχει διασπαστεί αρκετά.

Από άποψη ηλικίας η συστάδα είναι γηραδιά, αλλά με αρκετά καλή υγεία και ζωτικότητα. Στο μεγαλύτερο μέρος του δάσους δεν υπάρχει αναγέννηση. Σε μερικές θέσεις του, παρατηρούνται ελάχιστα αρτίφυτρα, η επιβίωση των οποίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες ηρεμίας που πρέπει να επικρατούν στο χώρο (προστασία από κυκλοφορία, υγρασία εδάφους).

Το ξωκλήσι της Παναγίας Βαλτινού αποτελούσε και αποτελεί ακόμη και σήμερα σημείο αναφοράς για όλους τους κατοίκους της γύρω περιοχής (Τσιγάρας 2018).

Συμπερασματικά, η υποβάθμιση του δάσος Φράζου είναι εμφανής, αλλά υπάρχει δυνατότητα ανάκαμψης, προστασίας και βελτίωσης της κατάστασής του, ώστε να υπάρξει φυσική αναγέννηση και εξέλιξη. Η αύξηση της εδαφικής υγρασίας, η μείωση των πιέσεων των παράπλευρων γεωργικών εκμεταλλεύσεων καθώς και η μείωση του ανταγωνισμού της αναγέννησης με την παρεδαφιαία βλάστηση, σε συνδυασμό με τη λήψη δασοκομικών μέτρων για την ελαχιστοποίηση των ανεμορριψιών, θεωρούνται καταλυτικής σημασίας για να ανακάμψει το συγκεκριμένο οικοσύστημα και να γίνει διαδοχική αλλαγή της φυσιογνωμίας του και των στοιχείων που το διέπουν.

Κίνδυνοι-προβλήματα

Τα προβλήματα και γενικότερα οι κίνδυνοι που διατρέχει καθημερινά το δάσος του Φράζου ως φυτοκοινωνία είναι :

1. Εκχερσώσεις και καταπατήσεις για δημιουργία εκτάσεων για γεωργική καλλιέργεια,
2. Παράνομη υλοτομία δένδρων για καύσιμη ύλη και πασσάλους,
3. Έντονη παρουσία και ανάπτυξη αναρριχητικών φυτών,
4. Αυθαίρετη ρίψη σκουπιδιών.

Επίσης, ο κίνδυνος της πυρκαγιάς πρέπει πάντα να υπολογίζεται διότι η περιοχή συγκεντρώνει επισκέπτες υπαίθριας αναψυχής. Κίνδυνοι από βόσκηση και διάβρωση δεν παρατηρήθηκαν. Οι κίνδυνοι από προσβολή ασθενειών και εντόμων είναι ελάχιστοι.

Προτεινόμενα μέτρα και ενδεικνυόμενες δράσεις

Τα έργα είναι ελάχιστα. Το τοπίο είναι φυσικό. Το δίκτυο των μονοπατιών είναι χωμάτινο και ικανοποιητικό για την περιοχή και οι χώροι ανάπαυσης διαμορφώνονται με τραπεζόπαγκους τις περιόδους που υπάρχει αυξημένη επισκεψιμότητα.

Τα προτεινόμενα μέτρα πρέπει να στοχεύουν στην ανόρθωση του σταθμού του ενδιαίτηματος του φράξου και συνολικά του δάσους. Ειδικότεροι στόχοι του περιβαλλοντικού και αναπτυξιακού σχεδιασμού καθορίζονται ως εξής:

- Η εξασφάλιση των αναγκών προϋποθέσεων για την προστασία και τη διατήρηση της αυτοφυούς βλάστησης από απειλές και κινδύνους.
- Η εγκατάσταση- εμπλουτισμός ειδών αυτοφυούς βλάστησης σε επιλεγμένες θέσεις.
- Η προβολή της περιοχής και η ανάδειξή της ως πόλο έλξης για το Δήμο Τρικκαίων με την οργάνωση επισκέψεων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.
- Η βελτίωση των υπαρχόντων υποδομών για ανάπτυξη ήπιας περιήγησης, αναψυχής και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Δράσεις για την προστασία και διατήρηση του δάσους

- Περιμετρική σήμανση των ορίων του δάσους (ειδικότερα στην ανατολική πλευρά),
- Καθαρισμός του υπωρόφου όπου κρίνεται απαραίτητο για τη διευκόλυνση της αναγέννησης και την ανάδειξη της περιοχής,
- Αναδάσωση σε ενδεδειγμένα σημεία και εμπλουτισμός με χαρακτηριστική υγροτοπική βλάστηση για τη δημιουργία ενδιαιτημάτων και τη στήριξη των τροφικών πλεγμάτων,
- Αντιμετώπιση του κισσού σε δέντρα που απειλείται η ζωτικότητά τους,
- Πινακίδες επιτρεπόμενων και μη ενεργειών και δράσεων των επισκεπτών.

Δράσεις για την προβολή και ανάδειξη

Εωκλήσια με τα αιωνόβια δέντρα τους είναι αναγνωρίσιμες μορφές των πολιτισμικών τοπίων της χώρας. Τέτοια τοπία πρέπει να προβληθούν και να αναδειχθούν. Τέτοιες δράσεις μπορεί να είναι:

- Πινακίδες προσανατολισμού και κατεύθυνσης προς την περιοχή,
- Πινακίδες ερμηνείας περιβάλλοντος και ενημέρωσης με πληροφορίες για τα ενδιαφέροντα στοιχεία (χλωρίδα, πανίδα, εκκλησία),
- Συντήρηση των ήδη διαμορφωμένων μονοπατιών,
- Συντήρηση των εγκαταστάσεων για ξεκούραση και παρατήρηση του τοπίου.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Το «Δάσος Παναγίας Βαλτινού» αποτελεί έναν από τους μοναδικούς μάρτυρες της φυσικής – αρχέγονης εικόνας του θεσσαλικού κάμπου. Η σύνθεση της δασικής βλάστησης, δηλωτική του αρχέγονου, παραποτάμιου δάσους Πηνειού, αποτελείται από στενόφυλλο Φράξο, Ασημόλευκα, πεδινή Φτελιά (καραγάτσι), χνοώδη ποδισκοφόρο Δρυ, πεδινό Σφενδάμι, Ιτιά κ.ά. Όλα τα παραπάνω είδη είναι υδροχαρή και συνθέτουν παραποτάμια δάση ή δάση ελωδών περιοχών.

Αυτή ήταν η πρωτογενής εικόνα της βλάστησης, κατά μήκος του Πηνειού, αλλά και ευρύτερα του θεσσαλικού κάμπου, συμπληρωμένη και με άλλα είδη, όσο απομακρυνόμασταν από την κοίτη του ποταμού.

Στο σημείο αυτό έγκειται και η αξία του δάσους, που αποτελεί **μικρογραφία και έναν από τους τελευταίους μάρτυρες της φυσικής εικόνας που επικρατούσε πριν από χιλιάδες χρόνια στο Θεσσαλικό κάμπο**. Αποτελεί ένα από τα πολύτιμα δασικά οικοσυστήματα της χώρας μας και ένα από τα ελάχιστα δάση φράξου που έχουν απομείνει στον Ελληνικό χώρο (Ευθυμίου 2017). Σύμφωνα με τον Ευθυμίου (2001) τα παρόχθια δάση αποτελούν σημαντικό στοιχείο της ευρωπαϊκής και διεθνούς Φυσικής Κληρονομιάς, έχουν μεγάλη οικολογική αξία λόγω του βιολογικού τους πλούτου και των σημαντικών λειτουργιών τους. Φυτοκοινωνίες του γένους Φράξου είναι σπάνιες σε αμιγή σύνθεση και διακρίνονται για τη φυσική τους ομορφιά, την οικολογική και βιολογική τους αξία, με διαχρονική αξία τόσο για τους ειδικούς επιστήμονες όσο και για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η κήρυξή του «Δάσους Παναγίας Βαλτινού» ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης θα συμβάλλει στη διατήρηση στο διηνεκές ως φυσική και πολιτιστική κληρονομιά για την περιοχή και τις μέλλουσες γενεές.

Abstract

The rapid technological development and economic prosperity of human societies has led to a significant shrinkage of natural space and resources including species of wild flora and fauna and was the springboard for the creation of the institution of Protected Areas. The Protected Natural Monuments belong to the category of Protected landscapes & natural formations with special value and monumental character. In both mainland and island Greece, 69 Protected Natural Monuments have been designated. The aim of the work is the presentation of the Protected Natural Monuments in the area of Trikala, in particular, the "Forest of Panagia Baltinou" of the Municipality of Trikala, its contribution to the conservation of biodiversity and the proposed protection and management measures.

Βιβλιογραφία

- Γρηγοριάδης, Ν. και Σπανός Ι., 2016. Ειδική Έκθεση Πλατάνου Σεβαστειανών Δήμου Σκύδρας. Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών.
- Ευθυμίου, Γ., 2001. Βιολογικές και οικολογικές απαιτήσεις των παρόχθιων δασοπονικών ειδών σκληρού ξύλου στις προστατευόμενες περιοχές. Η περίπτωση του δέλτα του Νέστου. Α.Π.Θ. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμ. Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. Τόμος ΜΔ, Vol. 44 : 319-332.
- Ευθυμίου, Γ., 2017. Το παρόχθιο δάσος φράξου "Ο ΦΡΑΞΙΑΣ" Λεσινίου, ένας λησμονημένος θησαυρός. Academic paper (PDF): Available from: https://www.researchgate.net/publication/284516122_To_parochthio_dasos_phraxou_O_PHRAXIAS_Lesiniou_enas_lesmonemenos_thesauros. [Ανάκτηση 7/2/2020]
- Μπελαβίλας, Ν., 2007. Το εργοτάξιο αποξήρανσης της Θεσσαλίας στα Τρίκαλα. Πορεία. (Τιμητικός τόμος στον καθηγητή Διονύση Ζήβα). ΕΜ.Π., Αθήνα, σελ. 408-418 (https://www.academia.edu/attachments/36914877/download_file?st=MTYyNDYxMzM1MSw4NC4yMDUuMjQ0LjEzZm93D%3D&s=swp-splash-paper-cover) [Ανάκτηση 10/6/2019]
- Ντάφης, Σ., 1993. Τι είναι υγροτοπικά δάση. Αμφίβιον, Τεύχος 2. Θεσσαλονίκη.
- Παπαδούλη, Α., 2020. Ειδική Έκθεση «Δάσους Παναγίας Βαλτινού». Δήμος Τρικκαίων. Τρίκαλα.
- Στάθης, Ε., 2002. Το Βαλτινό. Εκδόσεις Γένεσις, Αθήνα, σελ. 924.
- Τσιγάρας, Δ., 2018. Η Παναγία του Βαλτινού (Ιστοριογραφικά σύμμεικτα), Εκδόσεις Γραφικές Τέχνες Δημήτρης Τσιγάρας, σελ. 192.
- Yon, D. and Tendron, G., 1981. Alluvial forests of Europe. Nature and Environment, Series No. 22. Council of Europe, Strasbourg, p. 65.
- ΦΕΚ 173/Β/1981
- ΦΕΚ 164/Δ/2020
- <http://tovaltino.blogspot.com/> [Ανάκτηση 16/12/2019]
- <https://trikalaview.gr/> [Ανάκτηση 16/12/2019]
- <https://ypen.gov.gr/> [Ανάκτηση 14/5/2021]

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ GRANGER ΣΕ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Παπασπυρόπουλος, Κωνσταντίνος¹; Κουγιουμτζής, Δημήτριος²

¹Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, ΑΠΘ,

²Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, ΑΠΘ, kodafype@for.auth.gr

Περίληψη

Η εκτίμηση της αιτιότητας κατά Granger στα ζεύγη μεταβλητών παρατηρούμενες με πολυ-μεταβλητή χρονοσειρά είναι απαραίτητη για να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν σχέσεις μεταξύ αυτών. Υπάρχουν, όμως, μεταβλητές που καταγράφονται μόνο σε διατεταγμένες διακριτές παρατηρήσεις, δηλαδή ένα σχετικά μικρός εύρος θετικών ακέραιων αριθμών. Η αιτιότητα κατά Granger δεν έχει ακόμα μελετηθεί συστηματικά σε τέτοιες χρονοσειρές παρόλο που υπάρχουν πολλές εφαρμογές που τις εμπλέκουν στις επιστήμες της δασολογίας και του φυσικού περιβάλλοντος. Στην παρούσα έρευνα διερευνάται ποιο είναι το ελάχιστο εύρος τιμών που πρέπει να έχουν οι διακριτές χρονοσειρές ώστε να μπορούν να εκτιμηθούν αξιόπιστα οι σχέσεις αιτιότητας κατά Granger μέσω της μεθόδου των διανυσματικών αυτοπαλινδρομικών μοντέλων (VAR) που βρίσκουν αξιόπιστα τις σχέσεις αυτές στο χώρο των συνεχών δεδομένων.

Λέξεις κλειδιά: Διανυσματικά αυτοπαλινδρομικά μοντέλα, διακριτές χρονοσειρές, οικονομετρία, υπό συνθήκη Granger αιτιότητα, χρονοσειρές στη δασολογία..

Εισαγωγή

Η πολυ-μεταβλητή ανάλυση χρονοσειρών είναι ένα σύγχρονο επιστημονικό πεδίο που έχει βρει μεγάλη εφαρμογή σε πολλές άλλες επιστήμες λόγω της πρακτικής περιγραφής και επεξήγησης που μπορεί να προσφέρει σε ένα φαινόμενο. Σημαντική είναι η χρήση της και στις επιστήμες της Δασολογίας και του Φυσικού Περιβάλλοντος (Goswami κ.α. 2013). Στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, οι χρονοσειρές που αναλύονται στα πολυ-μεταβλητά φαινόμενα είναι συνεχών αριθμητικών δεδομένων και η βασική μέθοδος με την οποία γίνεται η ανάλυσή τους είναι τα Διανυσματικά Αυτοπαλινδρομικά Μοντέλα (Vector Autoregressive Models, VAR models) (Sims 1980). Πολύ συχνά, μέσω των VAR μοντέλων οι ερευνητές εξετάζουν αν μεταξύ των χρονοσειρών του φαινομένου υπάρχει κάποια σχέση αιτιότητας. Την έννοια της αιτιότητας εισήγαγε ο Granger (1969) στην επιστήμη της οικονομετρίας. Τα τελευταία χρόνια έχει βρει εφαρμογή σε πολλά επιστημονικά πεδία λόγω της μεγάλης πρακτικής σημασίας της. Η έννοια της αιτιότητας, ή Granger-αιτιότητας όπως έχει επικρατήσει να ονομάζεται, ορίζει πως όταν υπάρχει μια μεταβλητή της οποίας οι παρελθούσες τιμές βελτιώνουν την πρόβλεψη των τιμών μιας άλλης μεταβλητής, τότε η πρώτη προκαλεί κατά Granger τη δεύτερη μεταβλητή (Granger 1969).

Η πολυ-μεταβλητή ανάλυση χρονοσειρών, όμως, δεν περιορίζεται στα συνεχή δεδομένα. Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αρκετές μελέτες στη μοντελοποίηση συστημάτων πολυ-μεταβλητών χρονοσειρών που παίρνουν μερικές μόνο απαριθμητές τιμές, ή περιλαμβάνουν κατηγορικές μεταβλητές, χάνοντας έτσι την έννοια των συνεχών δεδομένων (Weiß 2021, Pedeli και Karlis 2013). Η έρευνα αυτή είναι προς το παρόν σχετικά περιορισμένη σε σχέση με τη μονο-μεταβλητή περίπτωση, η οποία έχει αναλυθεί σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από τους ερευνητές και αναλυτικά μονομεταβλητά μοντέλα παρουσιάζονται πλήρως στον Fokianos (2012). Αυτός είναι πιθανά και ο λόγος που φαίνεται μέχρι στιγμής να μην έχει εξεταστεί στη βιβλιογραφία η αιτιότητα κατά Granger σε πολυ-μεταβλητές χρονοσειρές διακριτών δεδομένων και να μην έχει αναπτυχθεί κάποιο μοντέλο αξιόπιστης εκτίμησης της, ενώ κάτι τέτοιο θα ήταν προς όφελος των εφαρμογών που περιλαμβάνουν διακριτά δεδομένα, αφού θα μπορούσαν να διερευνηθούν σχέσεις αιτιότητας, κάτι που πιθανά δεν γίνεται τώρα. Στη γνώση μας μέχρι στιγμής υπάρχει η προσπάθεια των Boudreault και Charpentier (2011) και

Παπασυρόπουλου και Κουγιουμτζή (2013).

Για τον λόγο, λοιπόν, ότι μέχρι στιγμής δεν έχει βρεθεί μέθοδος αξιόπιστης εύρεσης της Granger αιτιότητας σε πολυ-μεταβλητές χρονοσειρές διακριτών δεδομένων, καθώς και για το λόγο ότι απαριθμητές πολυ-μεταβλητές χρονοσειρές εμφανίζονται σε πολλές εφαρμογές, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εξετάσει για ποιο ελάχιστο εύρος τιμών τέτοιων δεδομένων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η δημοφιλής και αξιόπιστη στο χώρο των συνεχών δεδομένων μέθοδος των VAR μοντέλων. Με αυτόν τον τρόπο θα βοηθηθούν ερευνητές εφαρμοσμένων επιστημών να προχωρήσουν στην ελεγχόμενη χρήση των μοντέλων αυτών για να εκτιμήσουν την αιτιότητα κατά Granger στα διακριτά δεδομένα τους, κάτι που δεν μπορούσαν να κάνουν παλιότερα, ή προχωρούσαν στον λογαριθμικό μετασχηματισμό των δεδομένων τους.

Θεωρητικό πλαίσιο

Πολυ-μεταβλητή ανάλυση χρονοσειρών με VAR μοντέλα

Ένα VAR(p) μοντέλο που προσαρμόζεται σε χρονοσειρές K μεταβλητών μήκους T , $\{y_{k,t}\}$, $k=1,\dots,K$ και $t=1,\dots,T$, περιγράφεται από την ακόλουθη σχέση (Lütkepohl 2005)

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + e_t, \quad t = p+1, \dots, T \quad (1)$$

όπου y_t , e_t και v είναι διανύσματα διάστασης $K \times 1$ και A_i , $i=1,\dots,p$, είναι πίνακας παραμέτρων $K \times K$. Το y_t είναι το διάνυσμα των K μεταβλητών τη χρονική στιγμή t και το e_t είναι το διάνυσμα μεταβλητών λευκού θορύβου και ισχύει $E(e_t) = O$ (O είναι το μηδενικό $K \times 1$ διάνυσμα), $E(e_t e_s') = O$ για $s \neq t$ (O είναι ο μηδενικός $K \times K$ πίνακας) και $E(e_t e_t') = \Sigma_e$, όπου Σ_e είναι ο πίνακας διασπορών συνδιασπορών του e_t .

Η εκτίμηση των παραμέτρων ενός τέτοιου μοντέλου μπορεί να γίνει με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, καθώς και με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας και τη μέθοδο Yule-Walker (Lütkepohl 2005). Η τάξη p του VAR μοντέλου εκτιμάται με κάποιο κριτήριο τάξης, όπως το κριτήριο πληροφoρίας Akaike (AIC) και το Μπεϋζιανό κριτήριο πληροφoρίας (BIC) (Lütkepohl 2005). Η επάρκεια του μοντέλου εξετάζεται με ελέγχους αντίστοιχους με αυτούς για τη μονο-μεταβλητή περίπτωση, όπως τον έλεγχο Portmanteau των αυτοσυσχετίσεων των υπολοίπων από την προσαρμογή του μοντέλου.

Αιτιότητα κατά Granger

Η αιτιότητα κατά Granger έχει γνωρίσει μεγάλο ενδιαφέρον τα τελευταία έτη και, ενώ αρχικά αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της πρόβλεψης με διανυσματικά γραμμικά αυτοπαλινδρομικά μοντέλα VAR(p), στη συνέχεια έγιναν επεκτάσεις σε μη-γραμμικά μοντέλα και προτάθηκαν επίσης και άλλα μέτρα αιτιότητας κατά Granger, π.χ. βασισμένα σε μέτρα πληροφoρίας (Parana et al, 2013). Εδώ επικεντρωνόμαστε στην κλασική προσέγγιση για τη διμεταβλητή αιτιότητα και την υπό συνθήκη αιτιότητα κατά Granger. Έστω, λοιπόν, οι δύο μεταβλητές X και Y και η χρονοσειρά $\{x_t, y_t\}_{t=1}^T$. Η εκτίμηση της γραμμικής διμεταβλητής αιτιότητας από τη X στη Y επιτυγχάνεται μέσω της ανάλυσης δύο αυτοπαλινδρομικών μοντέλων για τη Y . Για να διαπιστωθεί εάν η X οδηγεί τη Y εξετάζεται πρώτα το αυτοπαλινδρομικό μοντέλο για τη Y

$$y_t = \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + e_{1,t} \quad (2)$$

όπου p ο μέγιστος αριθμός υστερήσεων που συμπεριλαμβάνονται στο αυτοπαλινδρομικό (AR) μοντέλο, a_i οι συντελεστές της εξίσωσης και $e_{1,t}$ τα σφάλματα της πρόβλεψης. Το μοντέλο αυτό ονομάζεται περιορισμένο (restricted) γιατί δε συμπεριλαμβάνει τη μεταβλητή X . Στη συνέχεια εξετάζεται το λεγόμενο μη-περιορισμένο (unrestricted) μοντέλο για τη Y στο οποίο συμπεριλαμβάνονται και οι παρελθούσες τιμές της X , δηλαδή

$$y_t = \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_i x_{t-i} + e_{2,t} \quad (3)$$

όπου $e_{2,t}$ τα σφάλματα πρόβλεψης του δεύτερου μοντέλου. Αυτό είναι το VAR(p) μοντέλο στην (1) για δύο μεταβλητές. Εάν η διακύμανση του $e_{1,t}$ μειώνεται με την ενσωμάτωση της χρονοσειράς της X στο μοντέλο, τότε η X Granger-οδηγεί (G-causes) τη Y ($X \rightarrow Y$). Μπορεί μάλιστα να εκτιμηθεί και ο δείκτης της αιτιότητας κατά Granger (Granger Causality Index, GCI) (Geweke 1982) που ορίζεται ως

$$GCI_{X \rightarrow Y} = \ln \frac{\text{Var}(\hat{e}_1)}{\text{Var}(\hat{e}_2)} \quad (4)$$

όπου \hat{e}_1 και \hat{e}_2 τα εκτιμώμενα σφάλματα από την προσαρμογή του περιορισμένου μοντέλου στη (2) και του μη-περιορισμένου μοντέλου στην (3) στη χρονοσειρά της Y , αντίστοιχα. Η εκτίμηση των συντελεστών και κατ' επέκταση των σφαλμάτων για το κάθε μοντέλο γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Ο δείκτης αυτός μηδενίζεται όταν το σφάλμα πρόβλεψης είναι το ίδιο και στα δύο μοντέλα, ενώ όσο μεγαλύτερος του μηδενός είναι, τόσο εντονότερη είναι η σχέση αιτιότητας από τη X στη Y .

Αντίστοιχα με τη διμεταβλητή περίπτωση, εκτιμάται και η υπό συνθήκη αιτιότητα κατά Granger (Conditional Granger Causality Index, CGCI) (Geweke κ.α. 1982) από τη X στη Y δεδομένου των άλλων παρατηρούμενων μεταβλητών που δηλώνονται συλλογικά με τη διανυσματική μεταβλητή Z . Ως υπο-συνθήκη αιτιότητα, $X \rightarrow Y|Z$, εννοείται η άμεση αιτιότητα από τη μεταβλητή X στη μεταβλητή Y που δεν ασκείται στη Y από κάποια άλλη μεταβλητή από αυτές που συλλογικά περιέχονται στο σύνολο μεταβλητών Z . Τα αντίστοιχα περιορισμένα και μη-περιορισμένα μοντέλα με αυτά της διμεταβλητής περίπτωσης στις (2) και (3) είναι

$$y_t = \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^p A_i z_{t-i} + e_{1,t} \quad (5)$$

$$y_t = \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_i x_{t-i} + \sum_{i=1}^p A_i z_{t-i} + e_{2,t} \quad (6)$$

δηλαδή τα μοντέλα ορίζονται όπως στην (2) και (3) αλλά προστίθενται οι όροι υστερήσεων των υπολοίπων μεταβλητών στη Z . Ο δείκτης CGCI εκτιμάται όπως και ο GCI ως

$$CGCI_{X \rightarrow Y} = \ln \frac{\text{Var}(\hat{e}'_1)}{\text{Var}(\hat{e}'_2)} \quad (7)$$

όπου \hat{e}'_1 και \hat{e}'_2 είναι τα εκτιμώμενα σφάλματα από την προσαρμογή των μοντέλων στην (5) και (6), αντίστοιχα

Συνολικά σε ένα σύστημα K χρονοσειρών μπορούν να εκτιμηθούν $K(K-1)$ δείκτες CGCI. Σε κάθε σύστημα, φυσικά, πρέπει πρώτα να έχει εκτιμηθεί η τάξη p του VAR μοντέλου, π.χ. με το κριτήριο AIC ή BIC. Γενικά, οι σχέσεις αιτιότητας μπορούν να διερευνηθούν από τους συντελεστές του VAR μοντέλου. Έτσι για τη στατιστική σημαντικότητα του δείκτη $GCI_{X \rightarrow Y}$ και $CGCI_{X \rightarrow Y|Z}$, δηλαδή αν η X προκαλεί ή δεν προκαλεί κατά Granger την Y διερευνούμε αν σημαντικές υστερήσεις της X δεν εμφανίζονται στην εξίσωση για το μη-περιορισμένο μοντέλο της Y , δηλαδή ελέγχουμε τη μηδενική υπόθεση $H_0: b_i=0$ για όλες τις υστερήσεις $i=1, \dots, p$. Ο έλεγχος γίνεται με το F -στατιστικό και αποτελεί τον παραμετρικό έλεγχο σημαντικότητας των δεικτών GCI και CGCI (Brandt και Williams 2007). Για K μεταβλητές έχουμε $K(K-1)$ πολλαπλούς ελέγχους και για αυτό χρησιμοποιείται επίσης και η διόρθωση με τη μέθοδο του ψευδούς ποσοστού ανακαλύψεων (False Discovery Rate, FDR) (Benjamini και Hochberg 1995).

Υλικά και Μέθοδοι

Η κεντρική ιδέα της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην έρευνα ήταν να χρησιμοποιηθούν από τη βιβλιογραφία (Winterhalder κ.α. 2005, Schelter κ.α. 2006) συστήματα VAR μοντέλων στα οποία είναι γνωστές οι σχέσεις άμεσης αιτιότητας που αναπτύσσονται, όπως αυτές ορίζονται από τις εξισώσεις του μοντέλου. Τα συστήματα αυτά προσομοιώνονται στο υπολογιστικό περιβάλλον του MATLAB, δημιουργούνται χρονοσειρές συνεχών δεδομένων και εκτιμάται η αιτιότητα κατά Granger μέσω της VAR μεθόδου (προσέγγιση VAR). Στη συνέχεια διακριτοποιούνται αυτές οι χρονοσειρές σε ένα διαφορετικό κάθε φορά εύρος απαριθμητών τιμών, και εκτιμάται σε αυτές τις απαριθμητές χρονοσειρές η αιτιότητα κατά Granger με τον ίδιο τρόπο. Αυτήν την εκτίμηση την ονομάζουμε DVAR (Discrete VAR) και το ζητούμενο είναι αν η προσέγγιση DVAR μπορεί να εκτιμήσει την αιτιότητα κατά Granger με την ίδια ακρίβεια όπως στο συνεχές σύστημα και για ποιο εύρος απαριθμητών τιμών μπορεί αυτό να επιτευχθεί.

Χρησιμοποιήθηκαν από τη βιβλιογραφία ένα VAR(5) σύστημα με τέσσερις μεταβλητές (Winterhalder κ.α. 2005) και ένα VAR(4) σύστημα με πέντε μεταβλητές (Schelter κ.α. 2006). Τα συστήματα με τις υπάρχουσες σχέσεις αιτιότητας είναι τα παρακάτω:

- Σύστημα 1: VAR(5) με 4 μεταβλητές και 4 σχέσεις άμεσης Granger αιτιότητας σε σύνολο 12 ζευγών: α) $X_1 \rightarrow X_3$, β) $X_2 \rightarrow X_1$, γ) $X_2 \rightarrow X_3$, δ) $X_4 \rightarrow X_2$

$$X_{1,t} = 0,8X_{1,t-1} + 0,65X_{2,t-4} + e_{1,t}$$

$$X_{2,t} = 0,6X_{2,t-1} + 0,6X_{4,t-5} + e_{2,t}$$

$$X_{3,t} = 0,5X_{3,t-3} - 0,6X_{1,t-1} + 0,4X_{2,t-4} + e_{3,t}$$

$$X_{4,t} = 1,2X_{4,t-1} - 0,7X_{4,t-2} + e_{4,t}$$

- Σύστημα 2: VAR(4) με 5 μεταβλητές και 7 σχέσεις άμεσης Granger αιτιότητας σε σύνολο 20 ζευγών: α) $X_1 \rightarrow X_2$, β) $X_1 \rightarrow X_4$, γ) $X_2 \rightarrow X_4$, δ) $X_4 \rightarrow X_5$, ε) $X_5 \rightarrow X_1$, στ) $X_5 \rightarrow X_2$ και ζ) $X_5 \rightarrow X_3$

$$X_{1,t} = 0,4X_{1,t-1} - 0,5X_{1,t-2} + 0,4X_{5,t-1} + e_{1,t}$$

$$X_{2,t} = 0,4X_{2,t-1} - 0,3X_{1,t-4} + 0,4X_{5,t-2} + e_{2,t}$$

$$X_{3,t} = 0,5X_{3,t-1} - 0,7X_{3,t-2} - 0,3X_{5,t-3} + e_{3,t}$$

$$X_{4,t} = 0,8X_{4,t-3} + 0,4X_{1,t-2} + 0,3X_{2,t-3} + e_{4,t}$$

$$X_{5,t} = 0,7X_{5,t-1} - 0,5X_{5,t-2} - 0,4X_{4,t-1} + e_{5,t}$$

Για τα δύο αυτά συστήματα δημιουργήθηκαν μέσω του MATLAB 1000 πραγματοποιήσεις χρονοσειρών $N = 50, 100$ και 1000 παρατηρήσεων. Αυτές περιείχαν συνεχή δεδομένα. Εξετάστηκε σε κάθε περίπτωση η υπό συνθήκη αιτιότητα κατά Granger (CGCI) και ελέγχθηκε η σημαντικότητά της με τους δύο ελέγχους που αναφέρθηκαν στην ενότητα 2.2 για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$. Στη συνέχεια διακριτοποιήθηκαν τα παραπάνω συστήματα για εύρη τιμών Range (R) = 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40 και 60 (DVAR προσέγγιση). Η διακριτοποίηση έγινε με το χωρισμό των τιμών της χρονοσειράς σε ισοπίθανα διαστήματα πλήθους R και αντικαθιστώντας την κάθε τιμή της χρονοσειράς με την τιμή από 1 ως R του διαστήματος που ανήκει, όπου η αρίθμηση των διαστημάτων ξεκινά από τις μικρότερες προς τις μεγαλύτερες τιμές. Αυτό έγινε για κάθε χρονοσειρά της πολυ-μεταβλητής χρονοσειράς ξεχωριστά. Στην παραγόμενη διακριτή πολυ-μεταβλητή χρονοσειρά υπολογίστηκε ο δείκτης CGCI και η στατιστική του σημαντικότητας και έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά τη διακριτοποίηση.

Η σύγκριση από τη VAR και τη DVAR προσέγγιση έγινε με τη χρήση του συντελεστή συσχέτισης του Matthews (Matthews Correlation Coefficient, MCC) (Matthews 1975), ενός μέτρου αξιολόγησης της προβλεπτικής ικανότητας ενός αλγορίθμου (Lund κ.α. 2005). Το μέτρο αυτό χρησιμοποιείται όταν τόσο η πραγματική, όσο και η προβλεφθείσα τιμή ενός ελέγχου μπορεί να είναι είτε 0 είτε 1 και δίνεται από την εξίσωση

$$MCC = (TP*TN - FP*FN) / \sqrt{((TP+FN)*(TN+FP)*(TP+FP)*(TN+FN))}$$

όπου '*' δηλώνει γινόμενο. TP και FN είναι το πλήθος των ζευγών με σχέση άμεσης αιτιότητας που σωστά εντοπίστηκαν και λανθασμένα δεν εντοπίστηκαν αντίστοιχα. TN και FP είναι το πλήθος των ζευγών που δεν έχουν σχέση άμεσης αιτιότητας που σωστά δεν εντοπίστηκαν και λανθασμένα εντοπίστηκαν αντίστοιχα (Πίνακας 1). Οι τιμές που μπορεί να πάρει ο MCC κυμαίνονται από 0 έως 1 και στην τιμή 1 υπάρχει τέλειος εντοπισμός των σχέσεων άμεσης αιτιότητας και μόνον αυτών.

Πίνακας 1. Κατάταξη προβλέψεων αλγορίθμου (Πηγή: Lund κ.α. 2005)

Table 1. Classification of algorithm predictions (Source: Lund κ.α. 2005)

	Predicted Positive	Predicted Negative	Total
Actual Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN)	AP
Actual Negative	False Positive (FP)	True Negative (TN)	AN
Total	PP	PN	N

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μέρος των αποτελεσμάτων, μιας που οι προσομοιώσεις και συγκρίσεις ήταν πάρα πολλές και δεν θα είχε νόημα να εκτεθούν όλα στο παρόν κείμενο. Είναι, όμως, διαθέσιμα στον καθένα εφόσον ζητηθούν. Γίνεται παρουσίαση των πιο ουσιαστικών αποτελεσμάτων από το Σύστημα 1 και μια περίπτωση μόνο από το Σύστημα 2 που αναδεικνύουν τη σημασία της έρευνας.

Ο Πίνακας 2 δίνει τη σύγκριση του συνεχούς συστήματος 1 (VAR(5)) με το διακριτό σύστημα DVAR(5) για εύρος τιμών 2 (0,1) και μήκος χρονοσειράς 50 παρατηρήσεων. Παρουσιάζονται μέσες τιμές του δείκτη CGCI από 1000 πραγματοποιήσεις για τα 12 ζεύγη του συστήματος στη συνεχή και διακριτή περίπτωση, καθώς και ο αριθμός απορρίψεων της μηδενικής υπόθεσης του ελέγχου FDR στο σύνολο των 1000 πραγματοποιήσεων. Από τον Πίνακα διαφαίνεται ότι για τόσο μικρό μήκος χρονοσειράς ακόμα και για τις συνεχείς τιμές οι σχέσεις άμεσης αιτιότητας δεν εντοπίζονται με ακρίβεια. Οι σχέσεις αυτές δίνονται με έντονη γραφή στον Πίνακα 2 και προκύπτουν από τον ορισμό του συστήματος (δες Ενότητα 3). Σε καμιά περίπτωση από τις σχέσεις αυτές ο εντοπισμός με το FDR δεν ξεπερνά το 90% των πραγματοποιήσεων. Μάλιστα, για τη σχέση $X_2 \rightarrow X_3$ τα VAR μοντέλα επιτυγχάνουν την εύρεση της αιτιότητας μόλις στο 41,9% των περιπτώσεων. Πολύ καλά, όμως, τα πηγαίνουν στην βεβαίωση της ύπαρξης μη αιτιότητας. Σε καμιά περίπτωση η τιμή του FP δεν ξεπερνά το 5%. Όσον αφορά την DVAR(5) περίπτωση, ισχύει το ίδιο όσον αφορά το FP, δηλαδή και στις 8 σχέσεις που δεν υπάρχει αιτιότητα, ακόμα και μόνο με 2 απαριθμητές τιμές, το σύστημα καταφέρνει να μη διαπράξει σφάλμα μεγαλύτερο του 5%. Όσον αφορά τις 4 σχέσεις αιτιότητας, είναι σημαντικό πως στις 3 από τις 4 περιπτώσεις το DVAR μοντέλο δίνει μια ένδειξη για το πού υπάρχει G-αιτιότητα, έστω κι αν το μέγιστο ποσοστό επιτυχίας είναι το πολύ 32%. Στη σχέση $X_2 \rightarrow X_3$, που ακόμα και το VAR μοντέλο δυσκολεύτηκε να βρει την αιτιότητα, το DVAR μοντέλο αποτυγχάνει, αφού τη βρίσκει μόλις στο 1,5% των περιπτώσεων.

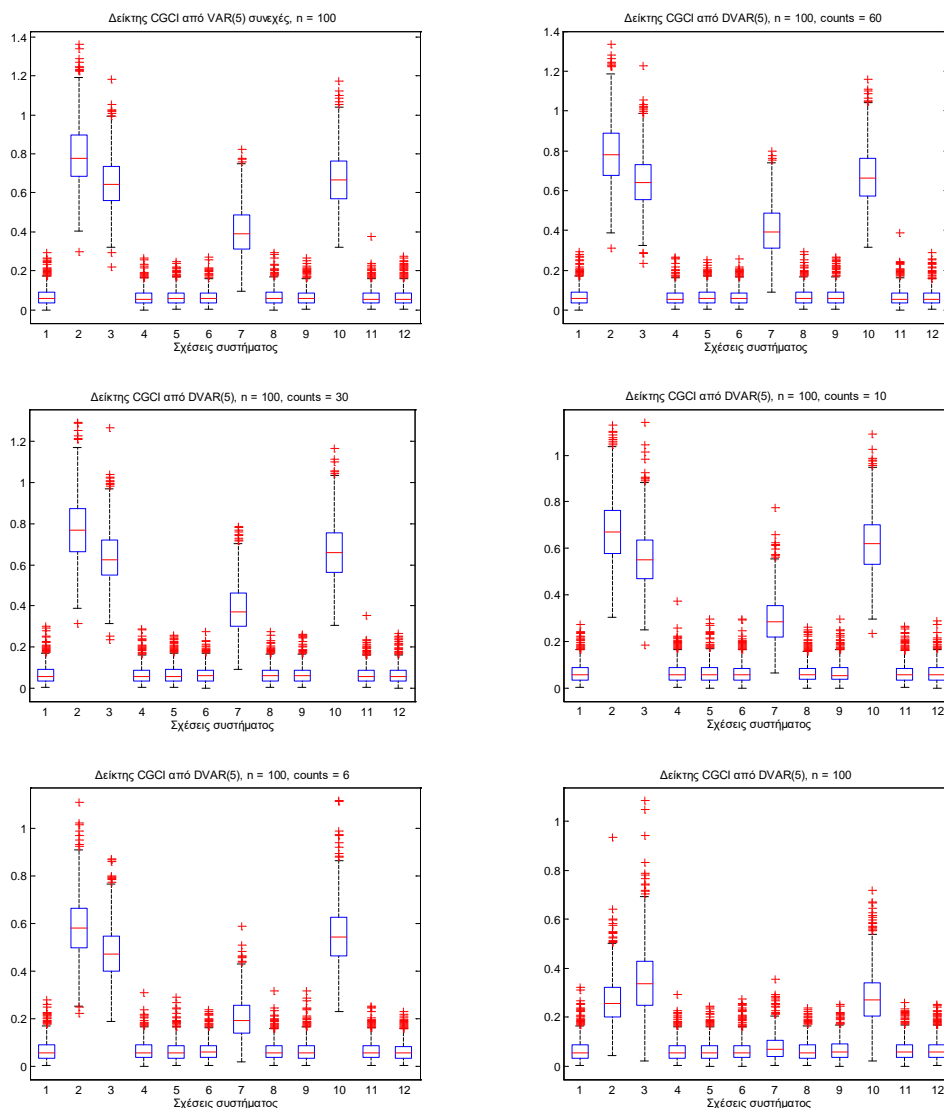
Στη συνέχεια τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή θηκογραμμάτων, όπου διαφαίνεται οπτικά κατά πόσο το VAR και το DVAR σύστημα αποκαλύπτουν με τον ίδιο τρόπο την ύπαρξη αιτιότητας κατά Granger. Η παρουσίαση γίνεται για το Σύστημα 1, για $R = 60, 30, 10, 6, 2$ και για $N = 100$. Στο πρώτο γράφημα για το VAR (Σχήμα 1), φαίνονται τα 4 θηκογράμματα του CGCI που αντιστοιχούν στις 4 αληθείς σχέσεις άμεσης αιτιότητας να είναι πιο ψηλά και να ξεχωρίζουν από τα άλλα 8 θηκογράμματα που είναι στο επίπεδο του μηδέν, με τη μικρότερη διαφορά να εντοπίζεται στο θηκογράμμα για τη σχέση $X_2 \rightarrow X_3$.

Πίνακας 2. Σύγκριση VAR(5)-DVAR(5) για $R=2, N=50$. Οι γραμμές με έντονη γραφή αντιστοιχούν στις αληθείς σχέσεις άμεσης αιτιότητας, ενώ τα βέλη την κατεύθυνση της αιτιότητας. Οι στήλες που ονομάζονται CGCI παρουσιάζουν τη μέση τιμή του CGCI και οι στήλες που ονομάζονται FDR το πλήθος των περιπτώσεων που η τιμή του CGCI κρίθηκε στατιστικά σημαντική με τη μέθοδο FDR.

Table 2. Comparison of VAR(5)-DVAR(5) for $R=2, N=50$. The rows in bold show the true causal relationships; the arrow shows the direction of the relationship. The columns titled CGCI display the mean CGCI values and the columns titled FDR the number of times the CGCI value is found statistically significant using the FDR method.

Σχέση	CGCI (VAR)	FDR (VAR)	CGCI (DVAR)	FDR (DVAR)
$X1 \rightarrow X2$	0,1906	18	0,1848	19
$X2 \rightarrow X1$	0,8900	890	0,3924	118
$X1 \rightarrow X3$	0,7560	781	1,0750	320
$X3 \rightarrow X1$	0,1922	16	0,1762	11
$X1 \rightarrow X4$	0,1847	19	0,1859	10
$X4 \rightarrow X1$	0,1868	17	0,1988	9
$X2 \rightarrow X3$	0,5097	419	0,1974	15
$X3 \rightarrow X2$	0,1885	20	0,1964	12
$X2 \rightarrow X4$	0,1925	18	0,1927	8
$X4 \rightarrow X2$	0,7879	830	0,3985	140
$X3 \rightarrow X4$	0,1864	25	0,1932	13
$X4 \rightarrow X3$	0,1905	18	0,1916	14

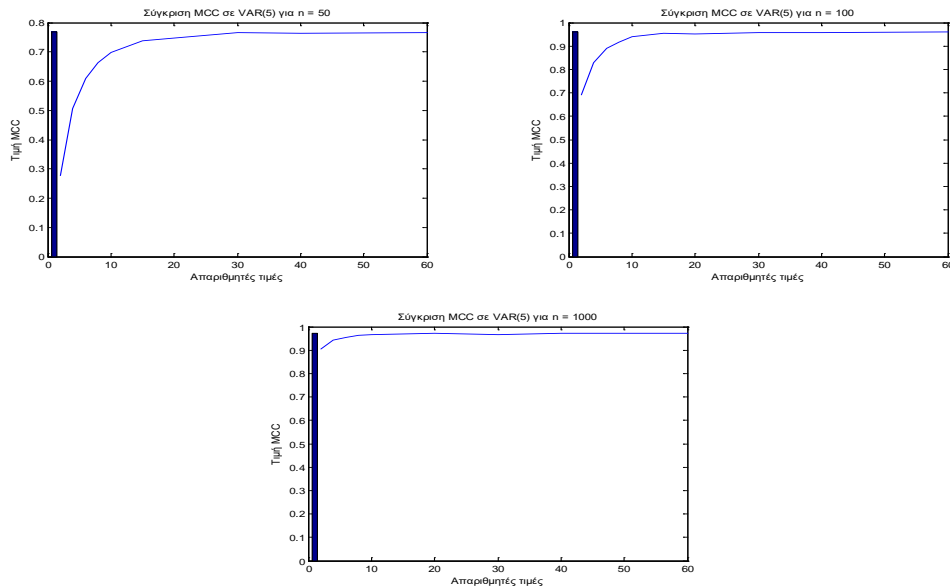
Το Σχήμα 1 δίνει τα αποτελέσματα για $N = 100$. Διαφαίνεται στο επάνω αριστερό σχήμα ότι είναι εμφανείς οι τέσσερις σχέσεις αιτιότητας που υπάρχουν στο συνεχές σύστημα, με πιο αδύναμη να είναι η $X_2 \rightarrow X_3$. Η σύγκριση του σχήματος αυτού με τα υπόλοιπα σχήματα, δείχνει ότι τα θηκογράμματα είναι όμοια με αυτά του VAR(5) συστήματος για $R > 10$, δείγμα του ότι το DVAR(5) σύστημα για αυτά τα R βρίσκει καλά τις σχέσεις αιτιότητας. Για τις περιπτώσεις όπου τα R είναι μικρότερα (≤ 10) φαίνεται ότι οι 3 από τις 4 σχέσεις αποκαλύπτονται καλά, αλλά όσο το R τείνει προς τις δύο τιμές, η σχέση $X_2 \rightarrow X_3$ εξαφανίζεται. Στις δύο τιμές είναι αδύνατο να διαπιστωθεί, ενώ στις 6 απαριθμητές τιμές ξεχωρίζει. Διαπιστώνεται και σε αυτή την περίπτωση πως το DVAR(5) μοντέλο βρίσκει καλά τις 3 από τις 4 σχέσεις, την τέταρτη την αποκαλύπτει μόνο για $R > 4$, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις δε βρίσκει ψευδείς σχέσεις αιτιότητας.



Σχήμα 1. Σύγκριση θηκογραμμάτων VAR(5) & DVAR(5) μεθόδων για R=60, 30, 10, 6, 2 για N=100
 Figure 1. Boxplots comparison between VAR(5) & DVAR(5) methods for R=60,30,10,6,2 for N=100

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της απόδοσης του VAR και DVAR για όλα τα R με βάση το MCC δίνονται στο Σχήμα 2 για N=50, 100 και 1000. Από το Σχήμα 2 διαπιστώνονται τα εξής. Για N = 50 το DVAR για R=2 είναι πολύ χαμηλά, γύρω στο 0,3, και αυξάνει μονότονα με το R συγκλίνοντας στην τιμή MCC=0,76 του VAR. Ουσιαστικά το DVAR δίνει το ίδιο MCC για R>15. Αυξάνοντας το N σε 100, το MCC του αυξάνει επίσης σε 0,96 και όμοια αυξάνει το MCC για DVAR, π.χ. για R=2 είναι MCC=0,7, και συγκλίνει πιο γρήγορα σε αυτό του VAR (R>8). Αυξάνοντας πολύ περισσότερο το N σε 1000, το DVAR ακόμα και για R=2 αποδίδει πολύ καλά δίνοντας MCC=0,9 και πλησιάζει το επίπεδο του VAR (MCC=0,98) ήδη για R=4. Τα αποτελέσματα αυτά συνιστούν πως με την αύξηση του μήκους της χρονοσειράς το DVAR πλησιάζει το επίπεδο απόδοσης του VAR για μικρότερα εύρη τιμών.

Με αντίστοιχο τρόπο εξάγονται και τα αποτελέσματα για το Σύστημα 2, δηλαδή το VAR(4) με 5 μεταβλητές. Εδώ ο εντοπισμός των 7 αληθών σχέσεων άμεσης αιτιότητας είναι πιο δύσκολος για μικρά μήκη χρονοσειρών (N=50 και 100). Παρόλα αυτά, η DVAR μέθοδος συγκλίνει κατά ανάλογο τρόπο με το Σύστημα 1. Πολύ καλή είναι και εδώ η προσαρμογή της DVAR μεθόδου όπως και στο Σύστημα 1 για μήκος N = 1000, δείχνοντας πως ακόμα και με 2 διακριτές τιμές η DVAR προσέγγιση λειτουργεί πολύ καλά σε τέτοια μήκη.



Σχήμα 2. Σύγκριση MCC VAR(5) (ράβδος) και DVAR(5) (καμπύλη) για όλα τα R και για N=50 (αριστερά επάνω), N=100 (δεξιά επάνω) και N=1000 (κάτω)

Figure 2. Comparison of MCC VAR(5) (bar) and DVAR(5) (curve) for all R and for N=50 (up left), N=100 (up right) and N=1000 (down)

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η DVAR προσέγγιση για την εκτίμηση της αιτιότητας κατά Granger σε χρονοσειρές διακριτών δεδομένων λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά ακόμα και σε πολύ μικρά εύρη τιμών ειδικά όταν το μήκος των χρονοσειρών είναι αρκετά μεγάλο ($N = 1000$). Αντίθετα, όσο μικραίνει το μήκος της χρονοσειράς, τόσο μεγαλώνει το εύρος των τιμών για αξιόπιστη εύρεση της αιτιότητας, αν και πάλι αυτό δεν χρειάζεται να γίνει πολύ μεγάλο (περίπου $R=10$). Είναι σημαντικό πως ακόμα και για περιορισμένο αριθμό διακριτών τιμών και μικρό μήκος χρονοσειράς, υπάρχει ικανοποιητική ένδειξη για τα ζεύγη που έχουν σχέσεις άμεσης αιτιότητας.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα εξέτασε το ελάχιστο εύρος τιμών σε πολυ-μεταβλητές χρονοσειρές διακριτών δεδομένων ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί η αιτιότητα κατά Granger με τη χρήση των Διανυσματικών Αυτοπαλινδρομικών Μοντέλων (DVAR προσέγγιση). Η έρευνα κατέδειξε ότι για αρκετά μεγάλο μήκος χρονοσειρών ($N = 1000$) η DVAR προσέγγιση είναι πολύ αξιόπιστη στην εύρεση της αιτιότητας ακόμα και σε δίτιμες μεταβλητές (διάταξης). Σε όλα τα μήκη των χρονοσειρών η προβλεπτική ικανότητα των DVAR συγκλίνει σε αυτή των VAR για εύρος τιμών τουλάχιστον ίσο με 10.

Το πρακτικό συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα και μπορεί να βοηθήσει τους ερευνητές εφαρμοσμένων επιστημονικών πεδίων, όπως η δασολογία, το φυσικό περιβάλλον και άλλες, είναι ότι με το να μειώσουν οι ερευνητές το χρόνο δειγματοληψίας, άρα να δημιουργήσουν μικρότερα εύρη τιμών σε σχέση με τα πραγματικά τους δεδομένα, μπορεί να τους βοηθήσει να αποκαλύψουν καλύτερα σχέσεις αιτιότητας των φαινομένων που μελετούν. Έτσι, ένας ερευνητής δεν θα πρέπει να «φοβάται» μια χρονοσειρά με πολλές μηδενικές τιμές και να προσπαθεί να τις αθροίσει σε μεγαλύτερες τιμές και μεγαλύτερο χρόνο δειγματοληψίας. Είναι πιθανό να μη βοηθηθεί στην αξιόπιστη εύρεση της αιτιότητας.

Παρόλα αυτά, καταδεικνύεται ότι ενώ η DVAR προσέγγιση είναι αξιόπιστη, απέχει από το να χαρακτηριστεί η μέθοδος με την οποία μπορούν να επεξεργάζονται πολυ-μεταβλητά συστήματα χρονοσειρών απαριθμητών δεδομένων για την εκτίμηση της αιτιότητας κατά Granger. Άρα, χρειάζεται καινοτομία σε αυτό το επιστημονικό πεδίο ώστε να υπάρξει μια ξεχωριστή μέθοδος επεξεργασίας τέτοιων προβλημάτων.

Ευχαριστίες

Ο πρώτος συγγραφέας ευχαριστεί τον Ειδικό Λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας του ΑΠΘ – Πρόγραμμα Υποτροφιών Αριστείας για τη διεξαγωγή μεταδιδακτορικής έρευνας για τη χρηματοδότηση της έρευνας.

Abstract

The estimation of Granger causality in multivariate time series is a useful tool for investigating causal relationships among variables, the structure of the dynamical system, or that of the multivariate stochastic process. However, there are variables which are measured in a small number of positive integers. Granger causality in multivariate time series of such data has not gained much attention in the literature, though there are scientific disciplines, like forestry, where they are widely used. In the present research it is investigated if Vector Autoregressive Models (VAR), a class of models used in multivariate time series of continuous data, can be used for the estimation of Granger causality in multivariate discrete time series. The findings can assist researchers by letting them use smaller sampling time for their discrete data.

Βιβλιογραφία

- Benjamini, Y. and Hochberg, Y., 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *J. R. Stat. Soc. Series B Stat. Methodol*, 57, 289–300.
- Boudreault, M. and Charpentier, A., 2011. Multivariate integer-valued autoregressive models applied to earthquake counts. Quantact Research Group. (available at <http://arxiv.org/pdf/1112.0929v1.pdf>)
- Deshpande, G., LaConte, S., James, G. A., Peltier, S. and Hu, X., 2009. Multivariate Granger causality analysis of fMRI data. *Hum Brain Mapp*, 30(4), 1361-1373.
- Faes, L., Andrzejak, R. G., Ding, M., Kugiumtzis, D., 2012. Editorial: Methodological advances in brain connectivity. *Comput Math Methods Med*, 492902.
- Fokianos, K., 2012. Count Time Series Models, in: Tata Subba Rao, Suhasini Subba Rao and C.R. Rao, Editors, *Handbook of Statistics* 30, 315-347.
- Geweke, J., 1982. Measurement of linear dependence and feedback between multiple time series. *J. Am. Stat. Assoc.*, 77, 304-313.
- Goswami, B., Marwan, N., Feulner, G., & Kurths, J., 2013. How do global temperature drivers influence each other?. *Eur Phys J: Spe. Top*, 222(3-4), 861-873.
- Granger, C.W.J., 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica* 37(3), 424-438.
- Lund, O., Nielsen, M., Lundegaard, C., Kesmit, C., Brunak, S., 2005. *Immunological bioinformatics*. MIT, Cambridge, Massachusetts.
- Lütkepohl, H., 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer.
- Matthews, B.W., 1975. Comparison of the predicted and observed secondary structure of T4 phage lysozyme. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure*, 405(2), 442-451.
- Papana, A., Kyrtsov, C., Kugiumtzis, D. and Diks, C., 2013. Simulation Study of Direct Causality Measures in Multivariate Time Series, *Entropy*, 15(7), 2635-2661
- Παπασπυρόπουλος Κ.Γ., Κουγιουμτζής Δ., 2013. Αιτιότητα κατά Granger σε απαριθμητές χρονοσειρές και εφαρμογή σε ιστορικά δεδομένα προστασίας της βιοποικιλότητας. Πρακτικά 26^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Στατιστικής του Ελληνικού Στατιστικού Ινστιτούτου.
- Pedeli, X. and Karlis, D., 2013. On composite likelihood estimation of a multivariate INAR(1) model. *J. Time Ser. Anal*, 34(2), 206-220.
- Schelter, B., Winterhalder, M., Eichler, M., Peifer, M., Hellwig, B., Guschlbauer, B., Lucking, C.H., Dahlhaus, R. and Timmer, J., 2006. Testing for directed influences among neural signals using partial directed coherence. *J. Neurosci. Methods*, 152(1), 210-219.
- Sims, C.A., 1980. Macroeconomics and reality. *Econometrica* 48, 1–48.
- Weiß, C.H., 2021. Stationary count time series models. *Wiley Interdiscip Rev. Comput. Stat.*, 13(1), e1502.
- Winterhalder, M., Schelter, B., Hesse, W., Schwab, K., Leistriz, L., Klan, D., Bauer, R., Timmer, J. and Witte, H., 2005. Comparison of linear signal processing techniques to infer directed interactions in multivariate neural systems. *Signal Process*, 85(11), 2137-2160.

**ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ
ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΟΙΚΟΤΟΠΟΥ 92Α0
ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΤΑΚΑ-GR2520002**

**Πλένιου, Μαγδαλινή¹; Καρμίρης, Ηλίας¹; Φωτάκης, Δημήτρης¹; Δουλγέρης, Χαράλαμπος²;
Ηλίας, Ανδρέας²; Τσιουρλής, Γεώργιος¹; Ξυστράκης, Φώτιος¹**

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, 57006, Βασιλικά Θεσσαλονίκης mrleniou@fri.gr, ilias@fri.gr, fotakis@fri.gr, gmtsiou@fri.gr, fotios.xystrakis@fri.gr

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων, 57400, Οδός Γοργοποτάμου, Σίνδος Θεσσαλονίκης, ch.doulgeris@swri.gr, a.ilias@swri.gr

Περίληψη

Ο τύπος οικοτόπου 92Α0 «Δάση -Στοές με *Salix alba* και *Populus alba*» αποτελείται από δυναμικά παραποτάμια δασικά οικοσυστήματα που στηρίζουν τη βιοποικιλότητα, προσφέρουν καταφύγιο και τροφή στην άγρια πανίδα, έχουν αντιπλημμυρική, σταθεροποιητική και αισθητική σημασία. Η κατάσταση διατήρησής τους έχει αξιολογηθεί ως «μέτρια/ανεπαρκής» λόγω των πιέσεων που δέχονται και κυρίως λόγω της μείωσης της έκτασης που καταλαμβάνουν τις τελευταίες δεκαετίες. Στο πλαίσιο της εργασίας επικαιροποιήθηκε η εκτίμηση του βαθμού διατήρησης του τύπου οικοτόπου στην Ειδική Ζώνη Διατήρησης GR2520002-Λίμνη Τάκα δίνοντας έμφαση στην αποτύπωση της ιστορικής του εξάπλωσης χρησιμοποιώντας αεροφωτογραφίες και σύγχρονες δορυφορικές εικόνες υψηλής ευκρίνειας.

Λέξεις κλειδιά: GIS, χαρτογράφηση, Δάση-Στοές, αεροφωτογραφίες.

Εισαγωγή

Ο Τύπος οικοτόπου 92Α0 «Δάση -Στοές με *Salix alba* και *Populus alba*» είναι ένας τύπος παραποτάμιου δάσους που κυριαρχείται από ιτιές ή / και λεύκες. Ο τύπος οικοτόπου 92Α0 αποτελεί ένα ιδιαίτερα δυναμικό οικοσύστημα (Krina κ.α. 2020, Papastergiadou κ.α. 2007) που στηρίζει τη βιοποικιλότητα, προσφέρει καταφύγιο και τροφή στην άγρια πανίδα, έχει αντιπλημμυρική, σταθεροποιητική και αισθητική σημασία. Τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της εκτεταμένης ανθρωπογενούς επίδρασης και όπως έχει διαπιστωθεί κατά την εφαρμογή της οδηγίας 92/4/ΕΟΚ, η κατάσταση διατήρησης του τύπου οικοτόπου σε εθνικό επίπεδο αξιολογείται ως «Μέτρια – Ανεπαρκής» (U1).

Η έκταση που καταλαμβάνει ο εκάστοτε τύπος οικοτόπου σε κάθε περιοχή του δικτύου NATURA2000 αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα της κατάστασης διατήρησής του. Σημαντική παράμετρο αποτελεί και η ιστορική εξάπλωση του τύπου οικοτόπου, καθώς η μελέτη των διαχρονικών μεταβολών στη συνολική έκταση που καταλαμβάνει ένας τύπος οικοτόπου σε κάθε περιοχή αποτελεί δείκτη της εξέλιξης του οικοσυστήματος και των πιέσεων που δέχεται και αποτελεί σημαντική πληροφορία για την εκτίμηση του εύρους εξάπλωσης των ΤΟ. Η έκταση του τύπου οικοτόπου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από μια καθορισμένη τιμή (κατώφλι) η οποία ορίζεται ως «η συνολική έκταση εντός μιας βιογεωγραφικής ζώνης που θεωρείται η ελάχιστη αναγκαία για την εξασφάλιση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας του τύπου οικοτόπου». Σε αυτή την έκταση περιλαμβάνονται και εκτάσεις που είναι απαραίτητες για την αποκατάσταση ή τη δημιουργία τύπων οικοτόπων, για τους οποίους η σημερινή κάλυψη δεν επαρκεί προκειμένου να εξασφαλίσει μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του εν λόγω τύπου οικοτόπου» και ονομάζεται «Ευνοϊκή Τιμή Αναφοράς» (ΕΤΑ) (Δημόπουλος κ.α. 2018). Αν και η τιμή αυτή αφορά στην αξιολόγηση του τύπου οικοτόπου σε εθνικό επίπεδο, είναι προφανές πως, κατ' αναλογία, η συνολική έκταση του τύπου οικοτόπου σε επίπεδο ΕΖΔ παίζει σημαντικό ρόλο για την εκτίμηση της κατάστασης διατήρησής του. Καθώς δεν υφίσταται συγκεκριμένη μεθοδολογία για την εκτίμηση της ΕΤΑ, προτείνεται η εκτίμησή της με κρίση ειδικού λαμβάνοντας υπόψη την ιστορική εξάπλωση του εκάστοτε τύπου οικοτόπου (DG Environment 2017, Evans και Arvela 2011, Louette κ.α. 2011).

Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε η Ειδική Ζώνη Διατήρησης (ΕΖΔ) Λίμνη Τάκα (GR2520002) στην οποία απαντάται ο τύπος οικοτόπου 92Α0 (Σχήμα 1). Η λίμνη Τάκα είναι η σπουδαιότερη λίμνη του υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου και ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Αρκαδίας. Βρίσκεται σε υψόμετρο 650m στο οροπέδιο της Τεγέας και στο νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Οροπεδίου Τρίπολης. Η έκταση της φυσικής λίμνης ήταν περίπου 2,6km² ενώ ταμιευτήρας κατασκευάστηκε κατά το έτος 1999, εντός της περιοχής κατάκλισης της φυσικής λίμνης. Οι κύριοι στόχοι της κατασκευής του ταμιευτήρα, ήταν ο περιορισμός των πλημμυρών των γύρω εκτάσεων, η κάλυψη αρδευτικών αναγκών, η πιθανή ανάπτυξη τουριστικής δραστηριότητας και η μόνιμη παρουσία νερού στην περιοχή, με σκοπό την αναβάθμιση του οικολογικού ρόλου της λίμνης-ταμιευτήρα (Αλεξίου 2009).

Ωστόσο, στην πραγματικότητα, η κατασκευή του ταμιευτήρα εντός της φυσικής λίμνης έχει αλλοιώσει πλήρως και έχει υποβαθμίσει το φυσικό οικοσύστημα των πλημμυρισμένων υγρολίβαδων, τόσο λειτουργικά όσο και αισθητικά (ΕΛΚΕΘΕ-Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων 2001).



Σχήμα 1. Δορυφορική εικόνα του Google-Earth τον Δεκέμβριο του 2017, κατά την κατασκευή του ταμιευτήρα.
Figure 1. Satellite image available on Google-Earth in December 2017, during the construction of the reservoir.

Στην ΕΖΔ GR2520002 έχουν καταγραφεί τρεις τύποι οικοτόπων του παραρτήματος II της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Από αυτούς, ο τύπος οικοτόπου 92Α0 καλύπτει έκταση 8,91ha και εμφανίζεται διάσπαρτα στην περιοχή κατά λόχμες και ομάδες δέντρων. Τα στοιχεία διατήρησής του δεν είναι ευνοϊκά και ο βαθμός αξιολόγησης όλων των κριτηρίων (αντιπροσωπευτικότητα, βαθμός διατήρησης και συνολική διατήρηση) στο τυποποιημένο έντυπο δεδομένων έχει αξιολογηθεί ως «Κακός» (C). Στη λεκάνη απορροής της λίμνης δεν υπάρχουν σημαντικοί οικισμοί, ούτε σημαντικές σημειακές πηγές ρύπανσης από βιομηχανική ή βιοτεχνική δραστηριότητα, έτσι μπορούμε να υποθέσουμε με ασφάλεια ότι ο κακός βαθμός διατήρησης στην ΕΖΔ σχετίζεται με το διάσπαρτο πρότυπο εξάπλωσής του και την περιορισμένη έκταση που καλύπτει.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι (α) η εξέταση της ιστορικής εξάπλωση του τύπου οικοτόπου στην ΕΖΔ με στόχο την εκτίμηση της ΕΤΑ στην ΕΖΔ, ώστε να προσδιοριστούν εκτάσεις στις οποίες μπορεί να λάβουν χώρα δράσεις αποκατάστασης του τύπου οικοτόπου και (β) η επικαιροποίηση της χαρτογραφικής αποτύπωσης του τύπου οικοτόπου 92Α0 στην ΕΖΔ, καθώς η ακριβής οριοθέτησή του αποτελεί προαπαιτούμενο για την εφαρμογή και παρακολούθηση περαιτέρω διαχειριστικών δράσεων. Κατά την τελευταία χαρτογράφιση του τύπου οικοτόπου στην περιοχή είχαν χρησιμοποιηθεί χαρτογραφικά υπόβαθρα του 2007 και η υφιστάμενη κατάσταση 13 έτη μετά την τελευταία χαρτογράφιση ενδέχεται να παρουσιάζει μεταβολές.

Υλικά και Μέθοδοι

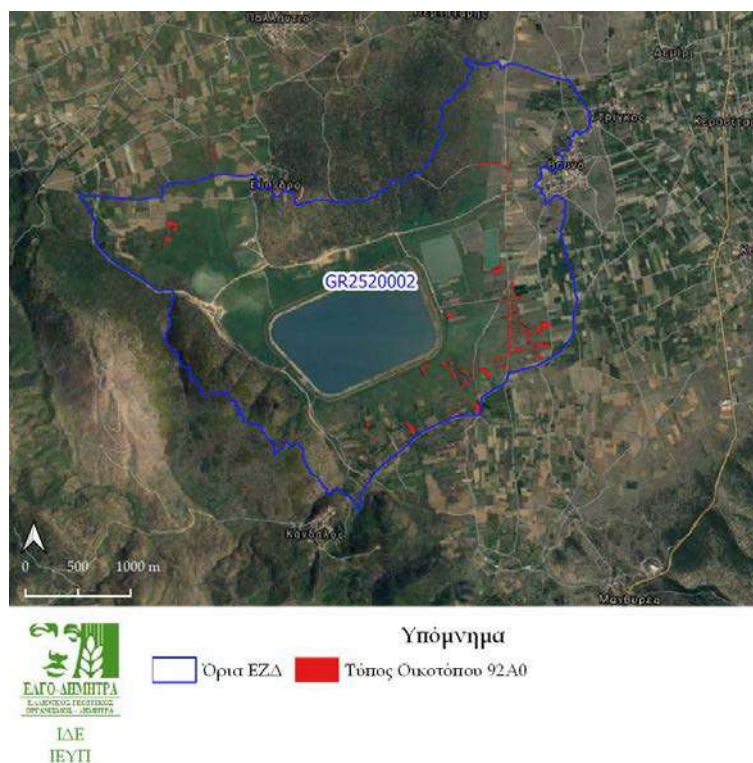
Για την επικαιροποίηση της χαρτογραφικής αποτύπωσης του ΤΟ 92Α0 αλλά και για την αποτύπωση της ιστορικής του εξάπλωσης συγκεντρώθηκε αναλογικό και ψηφιακό χαρτογραφικό υλικό το οποίο απαιτείται για τη δημιουργία θεματικών χαρτών τύπων οικοτόπων. Χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες, οι οποίες παραχωρήθηκαν από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ και αντιστοιχούν στα έτη 1945-1960 (ιστορικά αρχεία) και 2007-2009 (πρόσφατα αρχεία), καθώς και δορυφορικά δεδομένα υψηλής ευκρίνειας που καλύπτουν την περίοδο 2018-2019. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες, οι οποίες βρίσκονται στη διάθεση του κοινού χωρίς κόστος από το αμερικανικό Γεωλογικό Ινστιτούτο (USGS) και το Επιστημονικό Κέντρο Επιστήμης και

Παρατήρησης των Πόρων της Γης (EROS) (<http://glovis.usgs.gov/>), ως υπόβαθρο για την πιο εύκολη αναγνώριση των τύπων οικοτόπων της υπό μελέτη περιοχής.

Εκτός από τα ψηφιακά αυτά αρχεία πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις οι οποίες ήταν απαραίτητες καθώς κατέδειξαν πρόδηλα σφάλματα και βοήθησαν στη διόρθωση της υφιστάμενης χαρτογράφησης. Κατά τη διάρκεια υλοποίησης της χαρτογράφησης, η εξάπλωση του ΤΟ 92Α0 ψηφιοποιήθηκε με οπτική παρατήρηση των παραπάνω δεδομένων για τα έτη 2015-2019 και 1945, ενώ για το έτος 2007 χρησιμοποιήθηκε η υφιστάμενη χαρτογράφηση των τύπων οικοτόπων από το έργο της ΕΚΧΑ (2015). Έτσι, δημιουργήθηκαν αρχεία διανυσματικών δεδομένων (vector) σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Σημειώνεται πως ως ελάχιστη έκταση για την αποτύπωση του τύπου οικοτόπου 92Α0 ορίστηκαν τα 50m².

Αποτελέσματα

Η επικαιροποίηση της χαρτογραφικής αποτύπωσης παρουσιάζεται στο Σχήμα και η μεταβολή της χαρτογραφημένης έκτασης του τύπου οικοτόπου ανά εξεταζόμενη περίοδο παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Στην ΕΖΔ GR2520002, με την επικαιροποίηση της χαρτογραφικής αποτύπωσης, η έκταση που καταλαμβάνει ο τύπος οικοτόπου 92Α0 ανέρχεται πλέον σε 8,78ha. Αν και η έκταση αυτή δεν είναι σημαντικά διαφορετική από την έκταση που είχε χαρτογραφηθεί το 2007, πρέπει να σημειωθεί πως μόνο 5ha ταυτίζονται με τη χαρτογράφηση του τύπου οικοτόπου κατά το 2007. Οι διαφορές με την υφιστάμενη χαρτογράφηση οφείλονται κυρίως στη διαγραφή λανθασμένων αποτυπώσεων διαφορετικών τύπων οικοτόπων που είχαν καταχωρηθεί ως 92Α0.



Σχήμα 2. Χαρτογράφηση του Τ.Ο. 92Α0 στην ΕΖΔ GR2520002.
Figure 2. Mapping of the habitat type 92A0 in the SAC GR2520002.

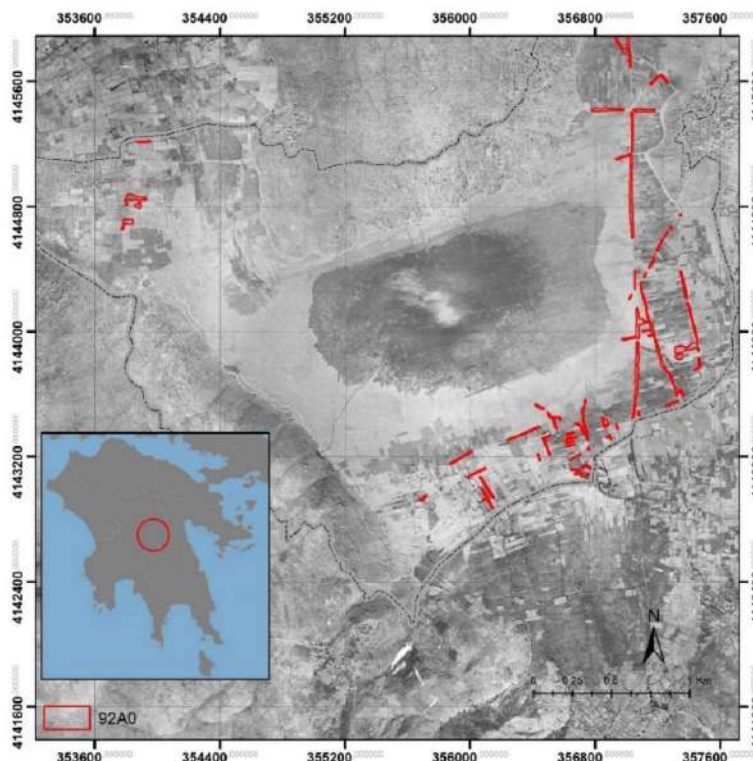
Το πρότυπο εμφάνισης του τύπου οικοτόπου φανερώνει μια ιδιαίτερα διασπασμένη κατανομή, γεγονός που αποτρέπει τη δημιουργία ενδοσυσταδικού περιβάλλοντος και τη διατήρηση των δομών και λειτουργιών του τύπου οικοτόπου 92Α0.

Από τις εργασίες πεδίου που πραγματοποιήθηκαν στην υπό μελέτη περιοχή, προέκυψε πως ο τύπος οικοτόπου εμφανίζεται σποραδικά ή κατά λόχμες γύρω από τεχνητά λιμνία που έχουν δημιουργηθεί από τις δραστηριότητες απόληξης υλικών για τις ανάγκες εργοστασίου πλινθοποιίας.

Πίνακας 1. Έκταση του τύπου οικοτόπου 92A0 στην ΕΖΔ GR2520002 ανά εξεταζόμενη περίοδο.
Table 1. Area of the habitat type 92A0 in the SAC GR2520002 per period.

ΕΖΔ	Έκταση (ha)					
	1945	2007	2019	Διαφορά 2007-2019	Διαφορά 1945-2007	Διαφορά 1945-2019
GR2520002	9,71	8,91	8,78	-0,13	-0,80	-0,93

Η χαρτογράφηση της εξάπλωσης του τύπου οικοτόπου 92A0 κατά το έτος 1945 παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Ο τύπος οικοτόπου 92A0 στην ΕΖΔ GR2520002 το έτος 1945.
Figure 3. The habitat type 92A0 in the SAC GR2520002 for the year 1945.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ο κύριος λόγος που οδήγησε στη μεταβολή της έκτασης του τύπου οικοτόπου (Πίνακας 1) είναι οι εκτεταμένες εργασίες πεδίου που βελτίωσαν την υφιστάμενη θεματική πληροφορία. Η πραγματική έκταση του τύπου οικοτόπου κατά το 1945 ήταν περίπου ίση με τη σημερινή καθώς ήδη από τότε ο τύπος οικοτόπου 92A0 δεχόταν ιδιαίτερες πιέσεις από τη μετατροπή των φυσικών και ημιφυσικών οικοσυστημάτων σε καλλιέργειες. Αυτό δημιουργεί προβλήματα αναφορικά με την εκτίμηση της ΕΤΑ της έκτασης του τύπου οικοτόπου καθώς μια κοινή πρακτική, ελλείψει άλλων δεδομένων είναι η θεώρηση ως «ευνοϊκής τιμής» της έκτασης που κάλυπτε ο εξεταζόμενος κάθε φορά τύπος οικοτόπου σε παρελθόντα έτη. Η έντονη αλλοίωση του φυσικού τοπίου δεν επιτρέπει τη θέσπιση τη ιστορικής εξάπλωσης του τύπου οικοτόπου 92A0 ως «ευνοϊκή τιμή» καθώς φαίνεται πως ήδη από το 1945 η έκταση αυτή είναι πολύ περιορισμένη.

Η ΕΖΔ GR2520002 αποτελεί μια ιδιαίτερα υποβαθμισμένη περιοχή αναφορικά με την κατάσταση φυσικών οικοσυστημάτων καθώς η δημιουργία ταμιευτήρα έχει διαταράξει ριζικά το φυσικό υδρολογικό καθεστώς. Ο τύπος οικοτόπου έχει οριακή έκταση αναφορικά με την εξάπλωσή του. Η έκταση που καταλαμβάνει είναι τόσο μικρή και κατατεταγμένη ασύνδετη που οριακά θα μπορούσε να θεωρηθεί πως έχει υπολειμματικό χαρακτήρα. Όμως, η οικολογική του σημασία για την ΕΖΔ είναι ασύγκριτα μεγάλη σε σχέση με την έκτασή του καθώς είναι ο μόνος υγροτοπικός τύπος οικοτόπου στην περιοχή με δενδρώδη όροφο. Κρίνεται πως πρέπει να γίνουν προσπάθειες ανόρθωσης και αποκατάστασής του όπου αυτό είναι εφικτό και οι δράσεις αποκατάστασης πρέπει να εστιάζουν στην αύξηση της έκτασής του και τη δημιουργία συμπαγών συστάδων ικανού μεγέθους.

Ευχαριστίες

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου «Εκτίμηση περιβαλλοντικών συνθηκών για την υποστήριξη Διαχειριστικών Δράσεων: Προκαταρκτική εκτίμηση για επεμβάσεις βελτίωσης της κατάστασης διατήρησης του Τύπου Οικοτόπου 92A0 και εξάπλωσης εμφάνισής του» το οποίο χρηματοδοτήθηκε στο πλαίσιο της πράξης «Επιχορήγηση του Φορέα Διαχείρισης Πάρωνα, Μουστού, Μαινάλου και Μονεμβασίας για Δράσεις Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, Ειδών και Οικοτόπων του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη». Ευχαριστούμε το Ελληνικό Κτηματολόγιο για την παροχή και διάθεση των αεροφωτογραφιών.

Abstract

The habitat type 92A0 *Salix alba* and *Populus alba* galleries consists of dynamic forest ecosystems that support biodiversity, offer shelter and food to wildlife, protect against flood risks and provide stability and aesthetic value. Their conservation status has been assessed as "moderate", due to the pressures, and especially to the reduction of their covered area. In the present paper, the assessment of the conservation degree of 92A0 habitat type, for the protected area GR2520002-Lake Taka, has been updated, emphasizing in the historical estimation using orthophotos and satellite images.

Βιβλιογραφία

Αλεξίου, Μ., 2009. Εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την ολοκληρωμένη διαχείριση του ταμιευτήρα Τάκα Αρκαδίας. Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα, Σελ. 91.

Δημόπουλος, Π., Τσιριπίδης, Ι., Ξυστράκης, Φ., Καλλιμάνης, Α. και Πανίτσα, Μ., 2018. Μεθοδολογία παρακολούθησης και αξιολόγησης της κατάστασης διατήρησης οικοτόπων στην Ελλάδα. Αθήνα. Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης.

ΔΕΛΚΕΘΕ-Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων, 2001. Μελέτη αλιευτικής διαχείρισης λιμνών (φυσικών και τεχνητών), αξιοποίηση υδάτινων πόρων ορεινών και μειονεκτικών περιοχών Νομών Αιτωλοακαρνανίας, Ευρυτανίας, Καρδίτσας, Βοιωτίας, Αρκαδίας, Ηλείας και Αχαΐας- Μελέτη στα πλαίσια του προγράμματος PESCA.

DG Environment, 2017. Reporting under Article 17 of the Habitats Directive: Explanatory notes and guidelines for the period 2013-2018. In (p. 188). Brussels.

Evans D. and Arvela M, 2011. Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive - Explanatory Notes και Guidelines for the period 2007-2012 - Final Draft. European Topic Centre on Biological Diversity, pp. 1-123.

Krina, A., Xystrakis, F., Karantininis, K. and Koutsias, N., 2020. Monitoring and Projecting Land Use/Land Cover Changes of Eleven Large Deltaic Areas in Greece from 1945 Onwards. Remote Sensing 12: 1241.

Louette, G., Adriaens, D., Adriaens, P., Anselin, A., Devos, K., Sannen, K., Van Landuyt, W., Paelinckx, D. and Hoffmann, M., 2011. Bridging the gap between the Natura 2000 regional conservation status and local conservation objectives. J. Nat. Conserv. 19: 224-235.

Papastergiadou, E., Retails, A. and Kalliris, P., 2007. Land Use Changes and Associated Environmental Impacts on the Mediterranean Shallow Lake Stymfalia, Greece. Hydrobiologia, 584: 361-372.

ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΤΗΣ ΚΟΥΜΑΡΙΑΣ (*Arbutus unedo*)

Πολίτη, Δέσποινα Ελένη¹; Αραβανόπουλος, Φίλιππος²

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημιούπολη, Θεσσαλονίκη, GR4124, deppypoliti@gmail.com

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημιούπολη, Θεσσαλονίκη, GR4124, aravanop@for.auth.gr

Περίληψη

Πραγματοποιήθηκε διερεύνηση παραλλακτικότητας μορφολογικών γνωρισμάτων του φύλλου της κουμαριάς (*Arbutus unedo*) σε δύο φυσικούς πληθυσμούς που βρίσκονται σε περιοχές με σημαντική διαφορά στο γεωγραφικό τους πλάτος (Κασσανδρεία Χαλκιδικής και Αρχαία Ολυμπία) προκειμένου να διερευνηθούν οι τυχόν διαφορές μεταξύ των δύο πληθυσμών. Για τη διερεύνηση χρησιμοποιήθηκαν παράμετροι μεγέθους και σχήματος των φύλλων. Τα φύλλα μετρήθηκαν μέσω του λογισμικού ImageJ και τα αποτελέσματα εξήχθησαν στα λογισμικά Excel και SPSS, όπου πραγματοποιήθηκε η βιοστατιστική ανάλυση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο πληθυσμός της Κασσανδρείας παρουσίασε υψηλότερες τιμές κεντρικής τάσης και χαμηλότερες τιμές παραλλακτικότητας.

Λέξεις κλειδιά: κουμαριά, φύλλα, μορφολογική παραλλακτικότητα, στατιστική, φαινότυπος.

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε ανάλυση φαινοτυπικής παραλλακτικότητας μεταξύ δύο πληθυσμών του *Arbutus unedo* και ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η συγκριτική ανάλυση μορφομετρικών γνωρισμάτων του φύλλου δύο πληθυσμών με σημαντική διαφορά στο γεωγραφικό τους πλάτος (Αρχαία Ολυμπία και Κασσανδρεία Χαλκιδικής). Η μελέτη της μορφομετρίας των φύλλων συνεισφέρει στη γενετική και βελτίωση των φυτών, καθώς παρέχει μια αρχική εκτίμηση φαινοτυπικής παραλλακτικότητας. Μέχρι σήμερα, δεν αναφέρεται κάποια εργασία στον ελλαδικό χώρο, πάνω στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων της κουμαριάς και στη διεθνή βιβλιογραφία έχει εντοπιστεί μόνο μια παρόμοια έρευνα που έγινε στην Πορτογαλία (Lopes κ.α. 2012). Σε άλλα είδη υπάρχουν περισσότερες σχετικές εργασίες, για παράδειγμα στην καστανιά (*Castanea sativa*) (Aravanopoulos 2005, El Chami 2019), στις δρύες (Kleinschmit κ.α. 1995, Neophytou κ.α. 2006) και στην καρυδιά (Kourmpetis και Aravanopoulos 2010). Η σχετική βιβλιογραφία έχει δείξει ότι τα φυτά ανταποκρίνονται στις περιβαλλοντικές αλλαγές (π.χ. υψόμετρο, γεωγραφικό πλάτος και μήκος, ακτινοβολία, θερμοκρασία, διαθεσιμότητα νερού, pH, αγωγιμότητα) με μεταβολές στο σχήμα και το μέγεθος των φύλλων (π.χ. Sulusoglu 2011, Aravanopoulos 2010α, Aravanopoulos 2010β, Celikel κ.α. 2008,).

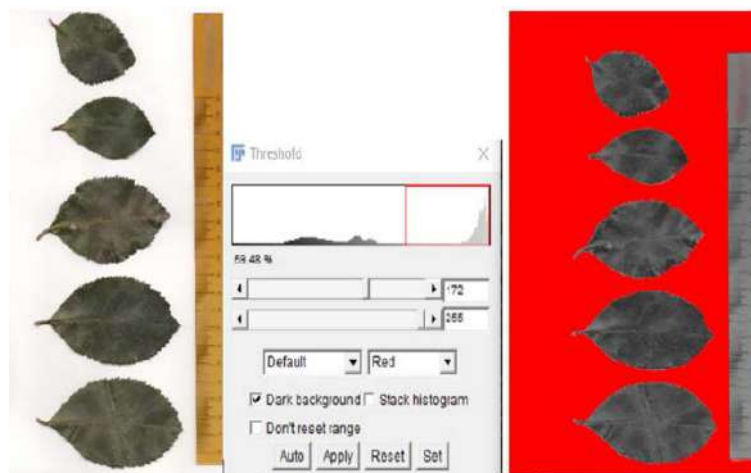
Υλικά και Μέθοδοι

Τα φύλλα συλλέχθηκαν κατά την περίοδο Ιουλίου – Σεπτεμβρίου, από φυσικούς πληθυσμούς της Κασσανδρείας Χαλκιδικής (N=18), και της Αρχαίας Ολυμπίας (N=28). Οι περιορισμοί της δειγματοληψίας ήταν: τα δένδρα να παρουσιάζουν άνθηση ή καρποφορία, να υπάρχει τουλάχιστον ένα γειτονικό άτομο εντός 25 μέτρων, να απέχουν τα άτομα από τα οποία λήφθηκαν δείγματα τουλάχιστον 30 μέτρα μεταξύ τους και να μη λαμβάνεται δείγμα από απομονωμένα άτομα. Τα φύλλα λήφθηκαν τυχαία από πλευρικά κλαδιά καλύπτοντας την περιφέρεια του δένδρου. Από κάθε δέντρο επιλέχθηκαν 5 φύλλα, πλήρως αναπτυγμένα και χωρίς προσβολές για την μορφομετρική ανάλυση. Στη συνέχεια σαρώθηκαν ηλεκτρονικά σε πεντάδες με σαρωτή HP Photosmart C4485 (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Φύλλα τοποθετημένα σε scanner από τους πληθυσμούς Κασσανδρείας (αριστερά) και Αρχαίας Ολυμπίας (δεξιά).
Image 1. Sampled leaves placed on a scanner from the Kassandreia (left) and Ancient Olympia (right) populations.

Για την εξαγωγή δεδομένων και μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η έκδοση Fiji του λογισμικού ImageJ. Μέσω του διαχωρισμού του αντικειμένου από το φόντο λαμβάνεται μια δυαδική εικόνα που επιτρέπει τη μαθηματική αναπαράσταση του σχήματος (Blazakis κ.α. 2017).



Εικόνα 2. Καταμερισμός εικόνων με χρήση Fiji ImageJ.
Image 2. Image sharing using Fiji ImageJ.

Στον παρακάτω πίνακα (1) απεικονίζονται συνολικά οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και ο τρόπος με τον οποίο υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα ImageJ (Fiji).

Πίνακας 1. Παράμετροι που αξιολογήθηκαν και τρόπος υπολογισμού.
Table 1. Evaluated parameters and means of estimation.

	Αυτοματοποιημένα	Χειροκίνητα
Φυλλική επιφάνεια (Leaf Area)	✓	
Περίμετρος (Perimeter)	✓	
Μέγιστο Πλάτος φύλλου (L. Width)		✓
Μήκος φύλλου (L. Length)		✓
Μήκος μίσχου (Petiole Length)		✓
Major axis	✓	
Minor axis	✓	
Angle betw. Major and Minor	✓	
Κυκλικότητα (Circularity)	✓	
Διαγώνιος (Feret)	✓	
FeretX	✓	
FeretY	✓	
Γωνία Διαγωνίου (FeretAngle)	✓	
Λόγος Μήκος/Πλάτος φύλλου (Aspect ratio)	✓	
Καμπυλότητα (Roundness)	✓	
Στερεότητα (Solidity)	✓	

Αποτελέσματα

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης 46 ατόμων από τις δύο περιοχές (230 φύλλα) που αφορούν το μέσο όρο των μεταβλητών (*mean*), την τυπική τους απόκλιση (*standard deviation*) και τον συντελεστή παραλλακτικότητας (*coefficient of variation*).

Πίνακας 2. Συγκεντρωτικά στατιστικά δεδομένα για τα 18 χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν (LA: φυλλική επιφάνεια, PL: μήκος μίσχου, LL: μήκος φύλλου, LW: μέγιστο πλάτος φύλλου, AR: λόγος μήκους/πλάτους φύλλου)
Table 2. Aggregate statistics for the 18 characteristics examined (LA: leaf area, PL: petiole length, LL: leaf length, LW: leaf width, AR: aspect ratio).

Υπό μελέτη χαρακτηριστικά	MEAN		SD		CV%	
	Κασσανδρεία	Αρχαία Ολυμπία	Κασσανδρεία	Αρχαία Ολυμπία	Κασσανδρεία	Αρχαία Ολυμπία
LA	15,058	12,983	7,117	5,948	0,473	0,458
PERIMETER	20,862	18,161	5,277	4,425	0,253	0,244
MAJOR A.	6,583	6,109	1,372	1,171	0,208	0,192
MINOR A.	2,781	2,573	0,74	0,724	0,266	0,281
ANGLE	88,503	56,428	83,841	76,423	0,947	1,354
CIRCULATION	0,423	0,473	0,065	0,065	0,153	0,137
FERET	7,867	7,176	1,6	1,432	0,203	0,2
FERET X	476,1	527,550	87,964	88,152	0,185	0,167
FERET Y	1266,289	1275,007	530,036	497,432	0,419	0,39
FERET ANGLE	82,491	60,041	83,559	78,091	1,013	1,301
AR	2,431	2,473	0,425	0,501	0,175	0,203
ROUND	0,422	0,420	0,066	0,08	0,156	0,19
SOLIDITY	0,923	0,933	0,017	0,019	0,018	0,02
PL	0,849	0,773	0,233	0,240	0,274	0,31
LL	6,860	6,303	1,460	1,311	0,213	0,208
LW	2,846	2,634	0,751	0,74	0,264	0,281
PL/LL	0,124	0,123	0,160	0,183	1,289	1,491
LL/LW	2,411	2,393	1,942	1,771	0,806	0,740

Μεταξύ των δύο πληθυσμών, την μεγαλύτερη ομοιογένεια στην πλειοψηφία των υπό μελέτη χαρακτηριστικών (Πίν. 2), παρουσιάζει ο πληθυσμός της Αρχαίας Ολυμπίας. Ο πληθυσμός της Κασσανδρείας παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές παραμέτρων διασποράς (τυπική απόκλιση, συντελεστής παραλλακτικότητας), συγκριτικά με τον πληθυσμό της Αρχαίας Ολυμπίας σε έξι παραμέτρους. Επιπλέον, ο πληθυσμός της Κασσανδρείας παρουσιάζει χαμηλότερη φαινοτυπική παραλλακτικότητα στις παραμέτρους του φύλλου που σχετίζονται με το σχήμα και υψηλότερη σε αυτές που σχετίζονται με το μέγεθος του φύλλου. Στο εύρος τιμών $10 < CV < 30$ κυμαίνονται τα εξής χαρακτηριστικά: μήκος μίσχου (PL), μήκος φύλλου (LL), πλάτος φύλλου (LW), η περίμετρος (perimeter), ο κύριος και ο ελάσσων άξονας έλλειψης που σχηματίζεται στο φύλλο (major and minor angle), η κυκλικότητα (circularity), ο λόγος διαστάσεων (aspect ratio), η στρογγυλότητα (round) και η τιμή feretX. Στις οποίες σημειώνεται η υψηλότερη μεταβλητότητα ($CV > 30$), ανήκουν οι παράμετροι feret, feretY, feret angle LA και angle. Επομένως, ένα μεγάλο ποσοστό χαρακτηριστικών που ανήκει στο εύρος $10 < CV < 30$ και μόλις πέντε από τα δεκαοχτώ χαρακτηριστικά υπερβαίνουν την τιμή $CV > 30$ (Μενεξές 2013).

Ακολούθησε η διαδικασία ανάλυσης πολλαπλών συγκρίσεων με ανάλυση διακύμανσης μοναδιαίου παράγοντα (*one-way ANOVA*) και δοκιμές *t* (*t-test*) για τη διερεύνηση ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ πληθυσμών για κάθε χαρακτηριστικό (Πίν. 3). Αρχικά ελέγχθηκε η κανονικότητα των δεδομένων (έλεγχος Shapiro-Wilk) (Μενεξές 2013).

Πίνακας 3. Αποτελέσματα στατιστικού ελέγχου σύγκρισης παραμέτρων των δύο πληθυσμών (LA: φυλλική επιφάνεια, PL: μήκος μίσχου, LL: μήκος φύλλου, LW: μέγιστο πλάτος φύλλου, AR: λόγος μήκους/πλάτους φύλλου).

Πίνακας 3. Statistics of the comparative analysis between the two populations (LA: leaf area, PL: petiole length, LL: leaf length, LW: leaf width, AR: aspect ratio).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	p-value	F-value	T-TEST
LA	0,025	5,079	0,0228
PERIMETER	0,00001	27,844	0,00008
MAJOR A.	0,019	5,544	0,0075
MINOR A.	0,036	4,437	0,037
ANGLE	0,003	8,940	0,003
CIRCULATION	0,0000001	29,696	0,00000003
FERET	0,01	10,462	0,0010
FERET X	0,0001	15,541	0,00002
FERET Y	0,900	0,016	0,900
FERET ANGLE	0,04	4,285	0,04
AR	0,169	1,905	0,492
ROUND	0,797	0,067	0,788
SOLIDITY	0,000002	23,854	0,00005
PL	0,017	5,686	0,017
LL	0,01	6,710	0,0037
LW	0,02	5,482	0,037
PL/LL	0,425	0,64	0,7479
LL/LW	0,245	1,360	0,857

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από τις παραμέτρους που μελετήθηκαν, με την αύξηση του φύλλου σχετίζονται το μήκος του μίσχου (PL), το μήκος του φύλλου (LL) και το πλάτος του φύλλου (LW). Ο πληθυσμός της Κασσανδρείας παρουσιάζει υψηλότερες τιμές έναντι του πληθυσμού της Αρχαίας Ολυμπίας, με στατιστικά σημαντική διαφορά. Με το σχήμα του φύλλου σχετίζονται οι λόγοι μεταξύ μεταβλητών (λόγος του μήκους του μίσχου προς το μήκος του φύλλου, PL/LL και λόγος του μήκους του φύλλου προς το πλάτος του φύλλου, LL/LW). Σε κανένα εκ των δύο λόγων δε σημειώνεται σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των πληθυσμών. Επομένως οι δύο πληθυσμοί διαφέρουν στο μέγεθος του φύλλου, αλλά όχι στο σχήμα. Σημαντικά στατιστικές διαφορές σημειώθηκαν στην πλειοψηφία των παραμέτρων που μελετήθηκαν (Πίν. 3) με τον πληθυσμό της Κασσανδρείας να υπερτερεί στα περισσότερα εξ' αυτών (φυλλική επιφάνεια (LA), περίμετρος (PERIMETER), MAJOR A., MINOR A., ANGLE, διαγώνιος (FERET), γωνία διαγωνίου (FERET ANGLE), μήκος μίσχου (PL), μήκος φύλλου (LL), μέγιστο πλάτος φύλλου (LW)).

Τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης και ιδιαίτερα του συντελεστή διακύμανσης έδειξαν ότι η παραλλακτικότητα των τιμών των υπό μελέτη χαρακτηριστικών δεν λαμβάνει σταθερά μεγαλύτερες τιμές σε κάποια περιοχή έναντι της άλλης, καθώς μόλις το 28% των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν υπερβαίνει το όριο τιμών που υποδηλώνουν ομοιογένεια, παρόλο που συναντάμε γενικά χαμηλότερες τιμές διασποράς στον πληθυσμό της Κασσανδρείας έναντι του πληθυσμού της Αρχαίας Ολυμπίας.

Σε παρόμοια μελέτη, οι Lopes κ.α. (2012), κατέληξαν ότι οι γενότυποι του *A. unedo* έδειξαν διαφορές στη μορφολογία των φύλλων, ιδιαίτερα στο μήκος του φύλλου και στο μήκος του μίσχου, που αποδείχθηκε ότι είναι οι πιο διακριτοί χαρακτήρες. Βρέθηκε ότι οι μέσες τιμές ορισμένων χαρακτήρων διέφεραν σημαντικά μεταξύ των πληθυσμών. Σημαντικές διαφορές μεταξύ πληθυσμών σε μορφομετρικά γνωρίσματα του φύλλου βρέθηκαν και στην καστανιά (Aravanopoulos 2005, El Chami (2019). Ο El Chami (2019) καταλήγει ότι η μορφομετρική ανάλυση των φύλλων στη καστανιά θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως συμπληρωματικό του γενετικού χαρακτηρισμού.

Για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της παραλλακτικότητας σε μορφομετρικά γνωρίσματα του φύλλου στην κουμαριά, προτείνεται η χρήση περισσότερων πληθυσμών και μεγαλύτερου δείγματος. Η μελέτη της μορφομετρικής παραλλακτικότητας εφαρμόζεται σε όλα τα φυτικά είδη και μπορεί να οδηγήσει σε πολλά συμπεράσματα, σχετικά με τη φαινοτυπική παραλλακτικότητα, τη γονιδιακή εισδοχή σε συμπατρικά και υβριδίζοντα είδη και την αναπτυξιακή σταθερότητα.

Abstract

This study investigates the variability of leaf morphological characteristics of the strawberry tree (*Arbutus unedo*) between two natural populations located in areas with significant latitudinal differences (Kassandreia, Chalkidiki and Ancient Olympia, Peloponnese). Populations were compared in terms of leaf size and shape parameters, using t-tests and ANOVA. The leaves were measured by employing the ImageJ software and the data were exported to Excel and SPSS for biostatistical analyses. The results showed that in the measures of spread, the lowest values occur in the population of Kassandreia. The results also showed that of the 18 characteristics that were studied, the population of Ancient Olympia recorded higher values than the population of Kassandreia and their differences were generally statistically significant. These results provide a first insight on the morphometric variation observed in natural strawberry tree populations.

Βιβλιογραφία

- Aravanopoulos, F.A., 2010α. Contribution of leaf morphometrics in the study of genetic entries in *Salix*. Electron. J. Plant Breed. 1(5): 1320-1328.49.
- Aravanopoulos, F.A., 2010β. Clonal identification based on quantitative, codominant, and dominant marker data: a comparative analysis of selected willow (*Salix L.*) clones. Int. J. For. Res., Article ID 906310, 8 pp., doi:10.1155/2010/906310.
- Aravanopoulos, F. A., 2005. Phenotypic variation and population relationships of chestnut (*Castanea sativa*) in Greece, revealed by multivariate analysis of leaf morphometrics. Acta Horticulturae 693: 223-240.
- Blazakis, K. N., Kosma, M., Kostelenos, G., Baldoni, L., Bufacchi, M. and Kalaitzis, P., 2017. Description of olive morphological parameters by using open access software. Plant Methods, 13(1): 111.
- Celikel, G., Demirsoy, L., and Demirsoy, H., 2008. The strawberry tree (*Arbutus unedo L.*) selection in Turkey. Sci. Hort., 118(2): 115-119.
- El Chami, M. A., 2019. Genetic and Morphological Characterization of Cretan Chestnut». International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies.
- Kleinschmit, J. R. G., Bacilieri, R., Kremer, A. and Roloff, A., 1995. Comparison of morphological and genetic traits of pedunculate oak (*Q. robur L.*) and sessile oak (*Q. petraea (Matt.) Liebl.*). Silvae Genet.,44: 256–269.
- Kourmpetis, Y.A.I. and Aravanopoulos, F.A., 2010. A comparative fluctuating asymmetry study between two walnut (*Juglans regia L.*) populations may contribute as an early signal for bio-monitoring. iForest 3: 150-152.
- Lopes, L., Sá, O., Pereira, J. A., and Baptista, P., 2012. Genetic diversity of Portuguese *Arbutus unedo L.* populations using leaf traits and molecular markers: An approach for conservation purposes. Sci. Hort., 142, 57-67.
- Μενεξές, Γ.,2013. Οδηγός Ανάλυσης Παραλλακτικότητας Δεδομένων Γεωργικών Πειραμάτων με Στατιστικά Πακέτα. Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ., Τομέας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας, Εργαστήριο Γεωργίας, Α.Π.Θ.
- Neophytou, C., Palli, G., Dounavi, A. and Aravanopoulos, F. A., 2006. Morphological differentiation and hybridization between *Quercus alnifolia* and *Quercus coccifera L.* (Fagaceae) in Cyprus. Silvae Genet.,56(6)
- Sulusoglu, M., Cavusoglu, A., and Erkal, S., 2011. *Arbutus unedo L.* (Strawberry tree) selection in Turkey Samanlı mountain locations. J. Med. Plant Res., 5(15): 3545-3551.

ΠΡΑΣΙΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΗΜΑΣΙΑ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ

Στεφανόπουλος, Στέφανος¹; Μουζοπούλου, Ευρύκλεια²

¹Παν. Θεσσαλίας, Δασολογίας, Επιστημών ξύλου και σχεδιασμού, Καρδίτσα, Β. Γρίβα, sstefanop@uth.gr

²Δασοπόνος, Αθήνα, Σ. Δαβάκη 11, mevrikleia@yahoo.gr

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή και η έλλειψη πρασίνου στις πόλεις προκαλούν σταδιακά σημαντικά προβλήματα στην καθημερινότητα. Οι πόλεις αντιμετωπίζουν μείζον πρόβλημα κατά τους θερινούς μήνες με τη δημιουργία αστικής θερμικής νησίδας με υψηλές τοπικές θερμοκρασίες. Οι πολίτες αλλά και η Πολιτεία αναζητούν τρόπους δημιουργίας πράσινων χώρων για τη βελτίωση του μικροκλίματος των πόλεων. Έτσι, έχει δημιουργηθεί η ιδέα των «πράσινων ταρατσών» ή αλλιώς πράσινων δωματών. Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι οι πολίτες ενδιαφέρονται να συμμετάσχουν στη δημιουργία πράσινων δωματών. Έχει κατανοηθεί η σημαντικότητα του προβλήματος της έλλειψης πρασίνου και η ανάγκη να δοθεί χώρος σε μια τέτοιου είδους εναλλακτική πρακτική. Επίσης, φαίνεται πως οι πολίτες αντιλαμβάνονται τη συμβολή ενός πράσινου δώματος στα κτίρια ως μέσω εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και ως γενικότερη ευνοϊκή περιβαλλοντική συμβολή στον αστικό ιστό.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, πράσινο δώμα, έλλειψη πρασίνου, αστική θερμική νησίδα.

Εισαγωγή

Η πυκνότητα δόμησης των πόλεων είναι, τις τελευταίες δεκαετίες, ασφυκτική και αλόγιστη. Όμως, υπάρχει υψηλή επιθυμία για πράσινο στις πόλεις. Το πράσινο δώμα αποτελεί μια σύγχρονη εφαρμογή σε κτίρια η οποία συνδυάζει τον περιβαλλοντικό με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και βασίζεται στην ύπαρξη φυτικών ειδών στο μπαλκόνι ή στην ταράτσα ενός κτιρίου, που επιφέρει μια σειρά από σημαντικές ωφέλειες προς το κτίριο, την ποιότητα ζωής, το περιβάλλον αλλά και την οικονομία. Στα πλαίσια της αειφορίας και της καλής θέλησης των πολιτών για καλύτερες συνθήκες διαβίωσης στον αστικό ιστό, όλοι μπορούν να συνεισφέρουν με ένα υποτυπώδες «δώμα πρασίνου» με αφετηρία μερικές γλάστρες ή καλλιέργεια μη απαιτητικών λαχανικών. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η παρουσίαση που έγινε από την αρχιτέκτονα Μαρία Κοκκίνου σχετικά με μια εγκατάσταση φυτεμένου δώματος σε ταράτσα κτιρίου της Αθήνας που φιλοξενεί γραφεία και καταστήματα. Διαπιστώθηκε πως με τη συγκεκριμένη τεχνική και σε συνδυασμό εναλλακτικού τρόπου αερισμού του κτιρίου, το κτίριο δροσίζεται φυσικά και κατά τους θερινούς μήνες καθώς η θερμοκρασία του μειώνεται κατά 2 °C (Τεχνογράφημα 2010). Το πράσινο δώμα αποτελεί έναν τρόπο εξασφάλισης πρασίνου σε πόλεις οι οποίες δεν έχουν διαθέσιμους κοινόχρηστους χώρους προς χρήση ως αστικά πάρκα, αλσύλλια κ.λπ. Βέβαια, το πράσινο δώμα δεν αποτελεί λύση μόνο για τέτοιες πόλεις, αλλά και για πόλεις όπου η κατάσταση του πρασίνου τους είναι ήδη αρκετά καλή. Με τον τρόπο αυτόν δίνεται στη πόλη μια ανάσα από τους ρύπους που επικρατούν, αναμειγνύοντας τον καθαρό αέρα που παράγουν τα φυτά με τον ρυπασμένο, και βελτιώνοντας έτσι την ατμόσφαιρα. Επιπλέον, το πράσινο δημιουργεί ψυχική ευεξία με την παρουσία του και είναι μια ωραία εικόνα σε σύγκριση με το ψυχρό τσιμέντο με το οποίο ερχόμαστε σε επαφή καθημερινά.

Υπαρκτό πρόβλημα σε συνδυασμό με την έλλειψη πρασίνου στις πόλεις είναι και η κλιματική αλλαγή. Ήδη από την δεκαετία του 1980 και την δημιουργία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική αλλαγή (IPCC), η κλιματική αλλαγή έχει αναδειχθεί ως ένα από τα κεντρικά ζητήματα της εποχής μας σε διεθνές επίπεδο, κυρίως λόγω των ολοένα αναμφισβήτητων πορισμάτων των εκθέσεων της IPCC (Danouidi κ.α. 2009). Είναι σαφές ότι το κλίμα επηρεάζεται καθοριστικά από φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες (Ξυλουργίδης 2018). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, οι οποίες λαμβάνουν χώρα εντός των ορίων αστικών περιοχών, είναι χαρακτηριστικά υπεύθυνες για το 80% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Δερμιτζάκη 2014). Την ίδια στιγμή, οι αστικές περιοχές

απειλούνται, καθώς αντιμετωπίζουν πολλές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως οι πλημμύρες, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η επίδραση της αστικής θερμικής νησίδας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα και φτώχεια, καθώς και προβλήματα στις υποδομές των πόλεων και στην ιστορική τους αξία (Blakely 2007). Η αστική θερμική νησίδα είναι το φαινόμενο της εμφάνισης θερμοκρασιών, στις αστικές περιοχές, υψηλότερων από ότι στις υπόλοιπες κοντινές μη αστικές περιοχές. Οι θερμοκρασίες αυτές είναι επιφανειακές αλλά και στον αέρα. Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας ποσοτικοποιείται ως η μέγιστη διαφορά της αστικής θερμοκρασίας από την αντίστοιχη περιαστική θερμοκρασία. Η διαφορά αυτή ορίζεται ως ένταση της αστικής θερμικής νησίδας (Oke 1987). Η ένταση αυτή εξαρτάται από το μέγεθος, τον πληθυσμό και την οικιστική και βιομηχανική ανάπτυξη μιας πόλης. Επίσης, εξαρτάται από την τοπογραφία της περιοχής, το γενικό κλίμα του τόπου και τις εκάστοτε μετεωρολογικές συνθήκες (Γκιόκας 2019).

Αξίζει να σημειωθεί πως η εγκατάσταση πράσινων δωματίων επιφέρει οικονομική επιβάρυνση τόσο κατά την αρχική εγκατάσταση όσο και για τη συντήρησή τους. Συνεπώς, είναι απόλυτα κατανοητό πως είναι δύσκολο για τους πολίτες να πάρουν μια τέτοιου είδους πρωτοβουλία και ότι είναι συνετό να υπάρχει στήριξη από την Πολιτεία. Παράδειγμα αποτελεί ο Δήμος Θεσσαλονίκης, που ανακοίνωσε το 2020 μείωση των δημοτικών τελών κατά 12,5% για τους δημότες οι οποίοι θα προχωρήσουν σε τέτοιου είδους πρωτοβουλία και θα πρασινίσουν τις ταράτσες των πολυκατοικιών τους. Ωστόσο, έχει εισηγηθεί και πρόσθετος «πράσινος» συντελεστής, με τελικό ποσοστό μείωσης 25% για τη καταβολή των δημοτικών τελών (Voria.gr 2020).

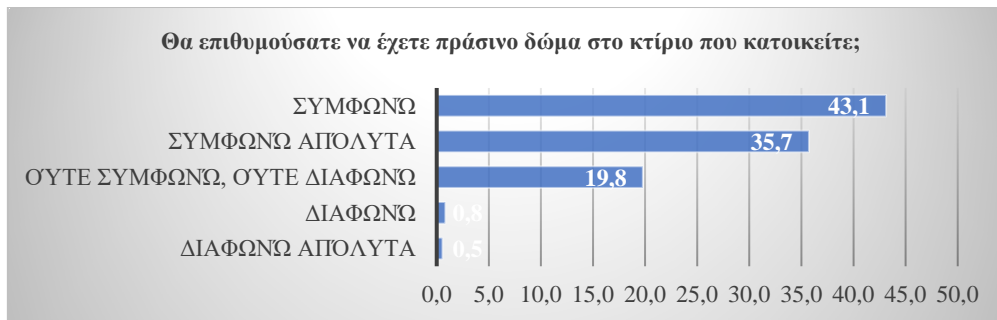
Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την περίοδο Δεκεμβρίου 2020 - Ιανουαρίου 2021 στο πλαίσιο του μαθήματος «Ερευνητική μεθοδολογία – Ποσοτικές οικολογικές μέθοδοι» κατά την διάρκεια του Α΄ Εξαμήνου του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Πολυλειτουργική διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων και Βιοοικονομία» του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Βασίστηκε στη συλλογή πρωτογενών δεδομένων με τη χρήση ειδικά δομημένου για τους σκοπούς της έρευνας ερωτηματολογίου. Η δομή του ερωτηματολογίου διαμορφώθηκε βάσει παρόμοιων ερωτηματολογίων για την καταγραφή στατιστικών στοιχείων. Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένοι τύποι ερωτήσεων ανοικτού και κλειστού τύπου. Στου κλειστού τύπου χρησιμοποιήθηκαν κλειστές ερωτήσεις όπως ερωτήσεις διχοτόμησης (Two Option Responses), ερωτήσεις με μία σωστή απάντηση (One Best Answer), ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών (Multiple Choice), ερωτήσεις κλίμακας αξιολόγησης Likert, ερωτήσεις κλίμακας αξιολόγησης Thurstone, ερωτήσεις κλίμακας πρόθεσης αγοράς, ερωτήσεις κλίμακας ιεράρχησης. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Google Forms για την τελική σύνταξη του ερωτηματολογίου και στη συνέχεια τη διανομή του σε πολίτες σε διάσπαρτα μέρη της Ελλάδος. Τα δείγματα που λήφθηκαν ήταν τυχαία και με ποικίλο ηλικιακό εύρος. Συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν 364 συμπληρωμένα ερωτηματολόγια. Τα δεδομένα καταχωρήθηκαν, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν μέσω ειδικού στατιστικού προγράμματος IBM SPSS Statistics και έγιναν οι στατιστικοί έλεγχοι.

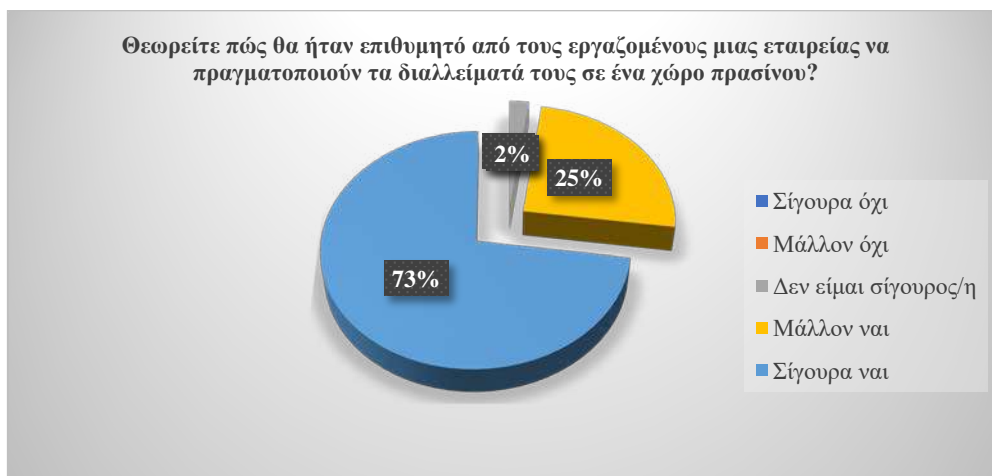
Αποτελέσματα

Στα παρακάτω σχήματα, που παρουσιάζονται με τη σειρά που έλαβαν οι αντίστοιχες ερωτήσεις στο δομημένο ερωτηματολόγιο, φαίνονται ορισμένα από τα σημαντικότερα αποτελέσματα των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο. Φαίνεται πως οι πολίτες έχουν αντιληφθεί την οικολογική-περιβαλλοντική σημαντικότητα του πράσινου δώματος στον αστικό ιστό, με αποτέλεσμα να επιθυμούν να προβούν σε μια τέτοιου είδους εγκατάσταση που θα τους αποφέρει οικονομικά και αισθητικά οφέλη (Σχήματα 1, 3, 4, 8, Πίνακας 1). Επιπλέον, κατά τη γνώμη των ερωτηθέντων, συμφωνούν πως ως εργαζόμενοι θα ήθελαν να υπάρχει ειδικά διαμορφωμένος πράσινος κοινόχρηστος χώρος για το διάλλειμά τους, εφόσον αυτό είναι εφικτό (Σχήμα 2). Επίσης, οι πολίτες είναι περισσότερο οικολογικά ευαισθητοποιημένοι από παλαιότερα, με αποτέλεσμα την ενδυνάμωση των απόψεων τους σε θέματα σχετικά με το περιβάλλον. Ο συνδυασμός της οικολογικής ευαισθητοποίησης με οικονομικά οφέλη και αισθητικά προς τους ίδιους, οδηγεί σε θετικά αποτελέσματα. Η εγκατάσταση ενός πράσινου δώματος αποτελεί οικονομική επιβάρυνση προς τους πολίτες και σύμφωνα με την θετικότητα των απαντήσεων που λήφθηκαν, θα ήταν επιθυμητό να υπάρχει κρατική συμβολή (Σχήμα 5), είτε με μερική χρηματοδότηση στην εγκατάσταση, είτε με ετήσια επιδότηση από το κράτος για την αναβάθμιση της (Σχήμα 6). Τέλος, παρουσιάζονται οι

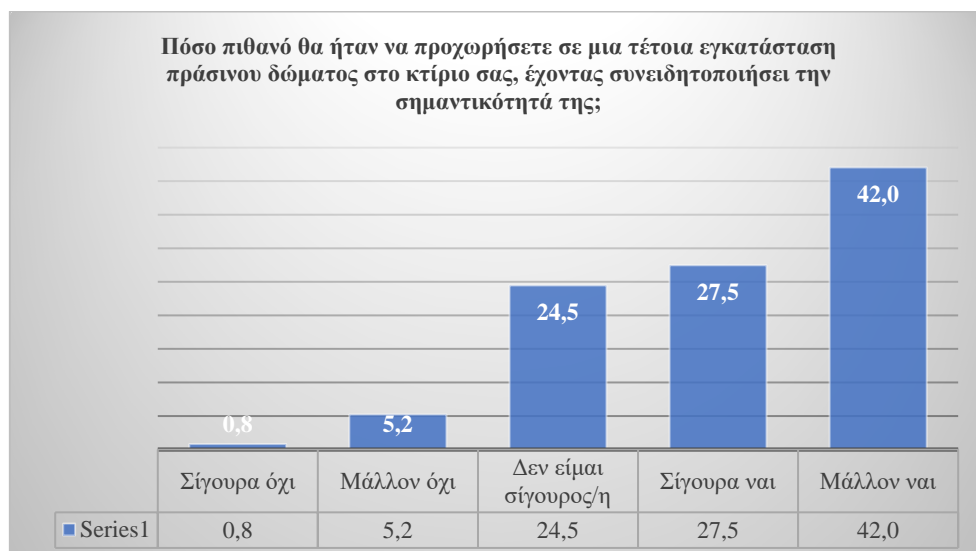
ηλικίες των ερωτηθέντων, οι οποίοι κατά 44% ανήκουν στην ηλικιακή κλάση των 21-30 ετών (Σχήμα 7) και το ποσοστό των πολιτών που ήδη έχουν εγκαταστήσει πράσινο δώμα (13%, Σχήμα 9).



Σχήμα 1. Επιθυμία των πολιτών για την κατασκευή πράσινου δώματος
Figure 1. Citizen's desire for the construction of a green roof



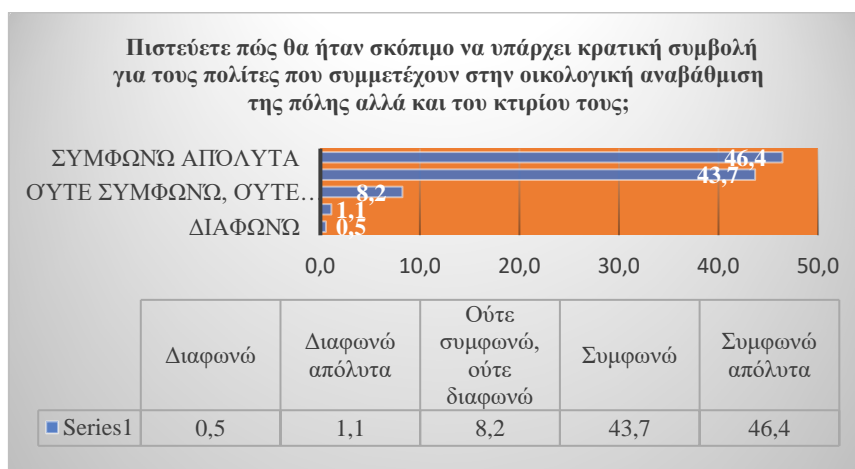
Σχήμα 2. Αποψη πολιτών σχετικά με τους χώρους πρασίνου για το διάλλειμα εργαζομένων σε εταιρείες
Figure 2. Citizens' opinion on green space for the break of employees in companies



Σχήμα 3. Επιθυμία των πολιτών για τη πραγματοποίηση μιας εγκατάστασης πράσινου δώματος
Figure 3. Citizens' desire to install a green room



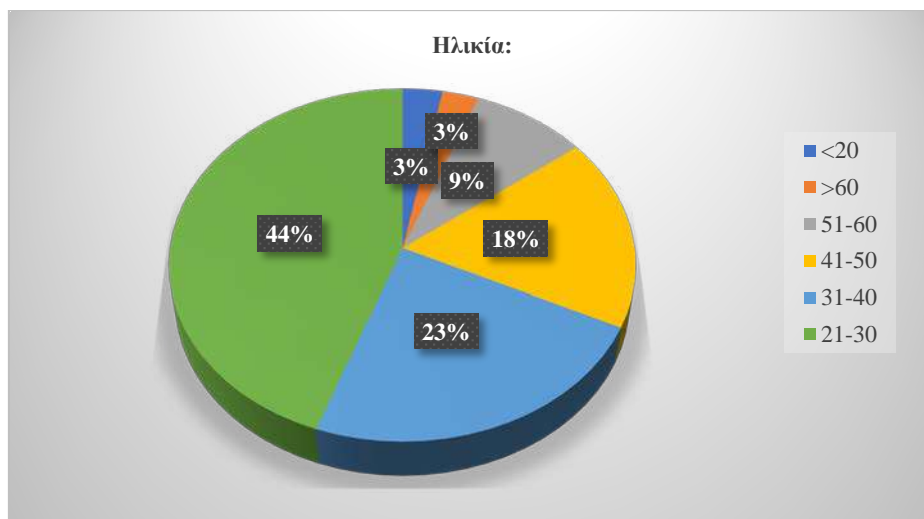
Σχήμα 4. Ο σημαντικότερος λόγος για τους πολίτες για την πραγματοποίηση μιας εγκατάστασης πράσινου δωματός
 Figure 4. The most important reason for citizens in order to install a green room



Σχήμα 5. Αποψη των πολιτών (%) για τη σκοπιμότητα της κρατικής συμβολής στην εγκατάσταση πράσινων δωμάτων
 Figure 5. Citizens' view (%) on the utility of state contribution to the installation of green rooms



Σχήμα 6. Αποψη των πολιτών επί του τρόπου με τον οποίο θα μπορούσε να συμβάλει το κράτος στην εγκατάσταση πράσινων δωμάτων
 Figure 6. Citizens' view on how the state could contribute to the installation of green terraces

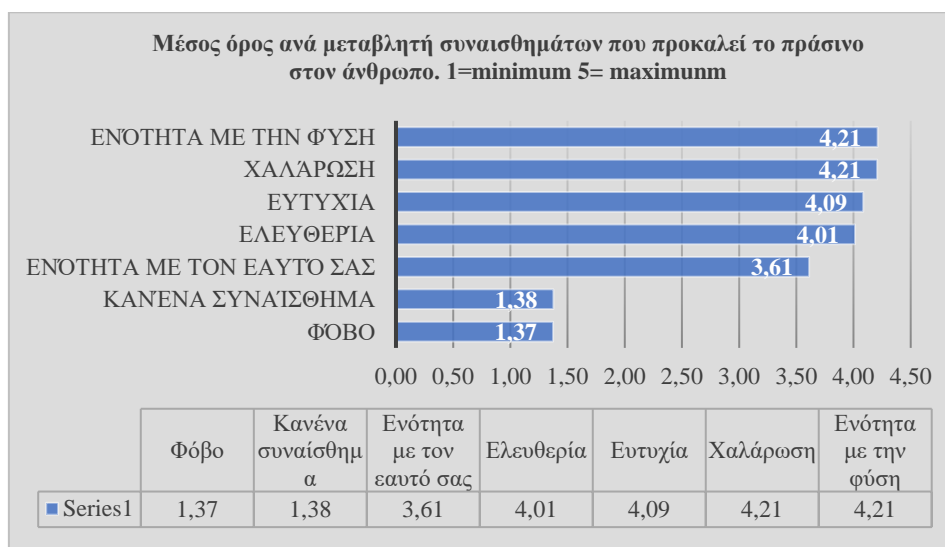


Σχήμα 7. Ηλικία ερωτηθέντων
Figure 7. Age of respondents

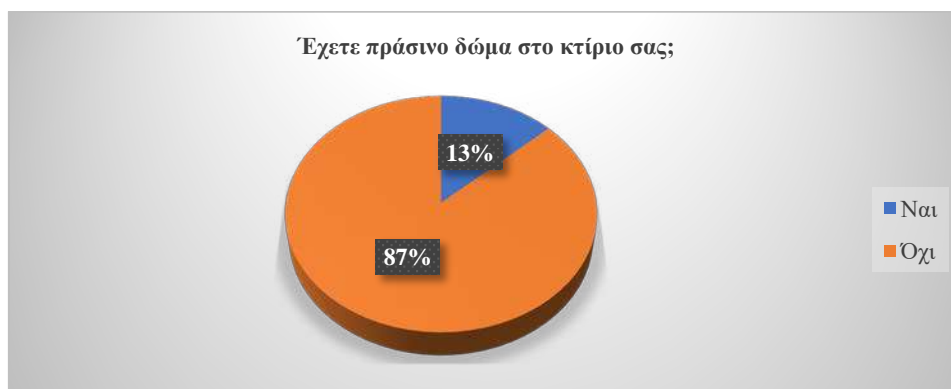
Πίνακας 1: Ο σημαντικότερος λόγος εγκατάστασης πράσινου δώματος σε σχέση με το γένος με τη χρήση της μεθόδου Crosstabulation

Table 1: The most important reason to install green rooms in relation to gender using the Crosstabulation method

Σε περίπτωση που προχωρούσατε σε αυτού του είδους την εγκατάσταση, ποιος θα ήταν ο σημαντικότερος λόγος για εσάς; * Φύλο: Crosstabulation				
		Φύλο:		Total
		Γυναίκες	Άντρες	
Σε περίπτωση που προχωρούσατε σε αυτού του είδους την εγκατάσταση, ποιος θα ήταν ο σημαντικότερος λόγος για εσάς;	Αισθητικός λόγος	29	18	47
	Οικολογικός λόγος	29	31	60
	Οικονομικός λόγος	3	3	6
	Συνδυασμός όλων των παραπάνω	162	89	251
Total		223	141	364



Σχήμα 8: Θετικότητα συναισθημάτων που προκαλεί το πράσινο στους πολίτες
Figure 8: Positivity of emotions caused from urban green to citizens



Σχήμα 9: Ποσοστό ερωτηθέντων που ήδη έχουν εγκαταστήσει πράσινο δώμα
Figure 9: Percentage of respondents who have already installed a green roof

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων επιθυμούν να έχουν πράσινο δώμα, ασχέτως με τον τύπο της κατοικίας τους (Σχήματα 1, 3, Πίνακας 1). Οι ερωτώμενοι είναι μια εικόνα της κοινωνίας. Το δείγμα στην παρούσα έρευνα ήταν αρκετά μεγάλο ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τις απόψεις της κοινωνίας, με την ύπαρξη βέβαια κάποιων αποκλίσεων από τις κυρίαρχες απαντήσεις. Από τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο γίνεται αντιληπτό ότι οι ερωτηθέντες, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, είναι ευαισθητοποιημένοι σχετικά με το περιβάλλον και τη φύση. Δείχνουν ενδιαφέρον για τον τόπο κατοικίας τους, αλλά και για ένα καλύτερο βιοτικό επίπεδο στον αστικό ιστό (Σχήμα 3). Επιπλέον, δείχνουν ενδιαφέρον για τη βελτίωση της αισθητικής του κτιρίου τους, όπως και για την ποιότητα της ζωής τους (Σχήμα 4). Ο άνθρωπος είναι δεμένος με τη φύση και η δεύτερη του προκαλεί ψυχική τόνωση, χαλάρωση, ευτυχία και ελευθερία σε πολύ μεγάλο βαθμό. Αυτό φαίνεται και από τις πολύ θετικές απαντήσεις που λήφθηκαν σε σχέση με τα συναισθήματα που προκαλεί στον άνθρωπο το πράσινο και γενικότερα η επαφή με τη φύση (Σχήμα 8). Ακόμη, οι εργαζόμενοι πολίτες επιθυμούν κοινόχρηστους χώρους πρασίνου εντός εταιρικών εγκαταστάσεων και χρειάζονται στα διαλείμματά τους ανοικτούς χώρους πρασίνου και καθαρό αέρα για να τους δώσει ενέργεια και ανανέωση για τη συνέχεια της εργασίας τους (Σχήμα 2). Επίσης, η κρατική συμβολή οποιασδήποτε μορφής θα ήταν πολύ σημαντική για την παρότρυνση των πολιτών στην εγκατάσταση πράσινων δωματών στα κτίρια τους (Σχήμα 5). Αυτό θα βοηθούσε πολλούς πολίτες να εγκαταστήσουν πράσινα δώματα, ειδικότερα στις περιπτώσεις που το εισόδημά τους από μόνο του δεν επαρκεί. Βέβαια, ο κάθε πολίτης που δεν έχει την οικονομική δυνατότητα αλλά είναι ευαισθητοποιημένος, θα μπορούσε να συμβάλει από μόνος του με απλές κινήσεις, όπως, για παράδειγμα, με την τοποθέτηση γλαστρών. Επιπροσθέτως, από το συνολικό δείγμα των ερωτηθέντων μόνο το 13% έχει λάβει πρωτοβουλία σχετικά με οποιαδήποτε μορφή εγκατάστασης πράσινου δώματος (Σχήμα 9). Η μη δραστηριοποίηση των υπόλοιπων πολιτών μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους (οικονομικούς, πολεοδομικούς, έλλειψης χωρητικότητας, άγνοια, ελλιπής ενημέρωσης, αναπηρία οποιασδήποτε μορφής κ.ά.). Τέλος, η εγκατάσταση πράσινου δώματος θα μπορούσε να αποτελέσει επένδυση για τους πολίτες από πολλές απόψεις όπως η αύξηση της αξίας της κατοικίας τους και η ψυχική τους τόνωση.

Προτείνεται η συνέχεια ή διεύρυνση της έρευνας σχετικά με τις προθέσεις των εταιρειών για την εγκατάσταση πράσινων δωματών και τη βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος των εργαζομένων τους. Επίσης, με βάση την παρούσα και άλλες σχετικές έρευνες θα μπορούσε να υποβληθεί πρόταση προς το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) για κρατική συμβολή στην εγκατάσταση πράσινων δωματών. Σημειώνεται, πως στο Δήμο Θεσσαλονίκης υπάρχει σχετική ελάφρυνση στα δημοτικά τέλη από τη Δημοτική αρχή, η οποία θετικό θα ήταν να επανεξετασθεί με διευρυμένες προοπτικές για ένα κοινό νομοθετικό πλαίσιο που θα περιλαμβάνει όλη την Ελλάδα. Επιπλέον, θα μπορούσε να γίνει πρόταση για την εισαγωγή των πράσινων δωματών στο πρόγραμμα «Εξοικονομώ-Αυτονομώ» του ΥΠΕΝ με υψηλή επιδότηση εγκατάστασης γιατί η πρακτική αυτή αποτελεί μέσο εξοικονόμησης ενέργειας. Τέλος, θα μπορούσε να σχεδιαστεί ένα πρότυπο-καινοτόμο πράσινο δώμα με

παράλληλη κατακράτηση όμβριων υδάτων και με υψηλή αυτονομία νερού (και μικρότερη υποβοήθηση από πόσιμο νερό) και να υποστηριχθούν και άλλες καινοτομίες σε άλλους τομείς του σχεδιασμού κτιρίων με βάση τις ευεργετικές ιδιότητες των πράσινων δωματίων.

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες εκφράζονται στους καθηγητές του πρώτου συγγραφέα στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) «Πολυλειτουργική διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων και Βιοοικονομία» του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, καθηγήτη Ιωάννη Παπαδόπουλο και επίκουρο καθηγητή Μάριο Τρίγκα, για την ευκαιρία πραγματοποίησης της παρούσας έρευνας και για τις γνώσεις που του παρέιχαν στο πλαίσιο του μαθήματος «Ερευνητική μεθοδολογία – Ποσοτικές οικολογικές μέθοδοι». Επιπλέον, ευχαριστίες εκφράζονται και στον διευθυντή του ίδιου ΠΜΣ καθηγητή Μιχαήλ Βραχνάκη για την παρότρυνση του και τη βοήθειά του σε διευκρινήσεις που του ζητήθηκαν.

Abstract

Climate change and the lack of green in cities gradually cause significant problems in urban daily life. Many cities face high temperatures during the summer months due to the creation of urban heat islands. Citizens and states look for ways to create green spaces to improve the microclimate of cities. This is how the idea of “green terraces” or green rooms was created. The present research showed that the citizens are interested in participating in the realization of green roof installations. The importance of the problem caused by the lack of green has been understood, as well as the need to give space to such an alternative practice. Furthermore, it seems that citizens are aware of the contribution of green rooms to building as a means of saving energy and also as an overall favorable contribution to the city environment.

Βιβλιογραφία

- Davoudi, S., Crawford, J. and Mehmood, A., 2009. Planning for climate change: strategies for mitigation and adaptation for spatial planners, London, p. 13
- Blakely, E., 2007. Urban planning for climate change, New Orleans, p. 5
- Oke, T. R., 1987. City size and the urban heat island, University of British Columbia, p. 769
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1988
- Ξυλουργίδης, Α., 2018. Η συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή, Δ.Π.Θ., σελ. 7
- Γκιόκας, Κ., 2019, Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας στη δυτική Μητροπολιτική Αθήνα, Ε.Μ.Π., σελ. 5
- Δερμιτζάκη, Μ., 2014. Βιώσιμος αστικός σχεδιασμός για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής: Η περίπτωση της Πάτρας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 21-23
- Voria.gr, 2020. Σε σχολείο το μεγαλύτερο πράσινο δώμα της Θεσσαλονίκης με 16.000 φυτά (<https://www.voria.gr/article/se-scholio-to-megalitero-prasino-doma-tis-thessalonikis-me-16000-fita-fotovid>) (Τελευταία επίσκεψη: 26/8/2021)
- Τεχνογράφημα, 2010. Τα πράσινα δώματα έρχονται και στην Ελλάδα, Τεύχος 409, σελ. 5.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΔΕΝΔΡΟΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΘΝΙΚΟ ΔΡΥΜΟ ΠΙΝΔΟΥ (ΒΑΛΙΑ ΚΑΛΝΤΑ)

Τζατζάνη, Ελισσάβετ¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ellitz1596@gmail.com

Περίληψη

Ο Εθνικός Δρυμός Πίνδου “Βάλια Κάλντα” παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, μεταξύ των άλλων, και για τα μεγάλης ηλικίας δένδρα που διαθέτει. Η εφαρμογή της επιστήμης της денδροχρονολογίας με την συσχέτιση πρόσφατων κλιματικών δεδομένων με το πάχος των ετήσιων αυξητικών δακτυλίων αυτών των δένδρων προσφέρει τη δυνατότητα ανάκτησης σημαντικών πληροφοριών σχετικά με τις κλιματικές συνθήκες του παρελθόντος. Για το σκοπό αυτό ελήφθησαν εγκάρσιες τομές πρέμων όπου η συσχέτιση αυτών υπήρξε μικρή έως μέτρια για όλα τα δασοπονικά είδη, ίσως λόγω του μικρού δείγματος και των περιορισμένων μετεωρολογικών στοιχείων. Η λευκόδερμη πεύκη παρουσίασε την υψηλότερη συσχέτιση τόσο με τα κατακρημνίσματα καθ' όλη την διάρκεια του έτους όσο και με το ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο.

Λέξεις κλειδιά: денδροχρονολογία, λευκόδερμη πεύκη, ελάτη, μαύρη πεύκη, οξιά.

Εισαγωγή

Η περιοχή του Εθνικού Δρυμού Πίνδου «Βάλια Κάλντα» καταλαμβάνει το ΝΔ τμήμα του νομού Γρεβενών και μέρος του ΒΑ τμήματος του Ν. Ιωαννίνων. (Σφήκας 1985). Οι κύριες χρήσεις γης στην περιοχή του δρυμού και συγκεκριμένα στην περιφερειακή ζώνη αυτού και στην γύρω απ' αυτήν περιοχή είναι η δασοπονία και η κτηνοτροφία. (Τρακόλης κ.α. 1996). Τα δάση και οι μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις και καλύπτουν το 83,54 % της έκτασης της περιφερειακής ζώνης και οι βοσκότοποι το 16,46 % αυτής (Αδαμακοπούλου - Ματσούκα, 1989). Άλλες χρήσεις γης και δραστηριότητες είναι η θήρα και η δασική αναψυχή. Τα δασικά είδη της μελέτης είναι η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*), η λευκόδερμη πεύκη (*Pinus leucodermis* / *Pinus heldreichii*), η υβριδογενή ελάτη (*Abies borissi regis*) και η οξιά Μοϊσιακή (*Fagus moesiaca*).

Η денδροχρονολογία είναι μία επιστήμη που βασίζεται στους αυξητικούς δακτυλίους των δένδρων για την χρονολόγηση και μελέτη γεγονότων του παρελθόντος και την συσχέτιση περιβάλλοντος και κλίματος. Με τη συσχέτιση των κλιματικών δεδομένων και του πάχους ετησίων δακτυλίων μεγάλων χρονικών περιόδων αποκτάμε πολύτιμες πληροφορίες για το κλίμα του παρελθόντος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικά κλιματικά μοντέλα (Frits 1976, Frits κ.α. 1989, Μπαλούτσος κ.α. 1993).

Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των ομόκεντρων αυξητικών δακτυλίων σε μια τομή του κορμού, μας δείχνει την ηλικία του δένδρου. Κάθε δακτύλιος αντιστοιχεί στη αύξηση του δένδρου σε διάστημα ενός έτους. Το πάχος των δακτυλίων ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούσαν τη χρονιά που σχηματίστηκαν. Σπουδαία παράμετρος για την επιστήμη της денδροχρονολόγησης πέρα από την επίδραση των κλιματικών παραγόντων αποτελούν και οι φυσιογραφικές συνθήκες που αυξάνεται το δένδρο, όπως για παράδειγμα η έκθεση, η κλίση και η τροφοδοσία του με νερό (Klippel κ.α. 2017). Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συσχέτιση του πλάτους των ετήσιων αυξητικών δακτυλίων τεσσάρων δασοπονικών ειδών με το ύψος των ετήσιων κατακρημνισμάτων στον Εθνικό Δρυμό Πίνδου για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις κλιματικές συνθήκες χρονικών περιόδων του παρελθόντος, για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.

Υλικά και Μέθοδοι

Περιγραφή δασοπονικών ειδών

Η Μαύρη Πεύκη πρόκειται για δένδρο ύψους 20 – 40 μ. , με κλαδιά κυρίως σε σπονδύλους. Η κόμη του στην αρχή είναι πλατιά πυραμιδοειδής και αργότερα γίνεται ομπρελοειδής. Ο κορμός του είναι ίσιος- ευθύς και ο φλοιός είναι σκούρος σταχτός. Οι βελόνες είναι ανά δύο σε βραχυκλάδια και είναι 8 έως 15cm μακριές, συνήθως κιτρινωπές στην άκρη, πολύ τραχιές, δύσκαμπτες, και ελαφρώς στριμμένες ενώ παραμένουν στο δένδρο για 4-6 χρόνια. Η ωρίμανση γίνεται τον Οκτώβριο – Νοέμβριο του δεύτερου χρόνου μετά την άνθηση. Τα σπέρματα πέφτουν το Μάρτιο – Απρίλιο του επόμενου χρόνου. Τα αρσενικά κουκουνάρια του δένδρου έχουν κίτρινο χρώμα ενώ τα θηλυκά κόκκινα. Είναι είδος λιτοδίαιτο, ημισκίοφυτο και μπορεί να αναπτυχθεί σε ξηρά και φτωχά εδάφη (Αθανασιάδης 1986).

Η Λευκόδερμη Πεύκη είδος είναι δένδρο ύψους 20 – 30 μ. με πλούσια πυραμιδοειδή κόμη. Ο φλοιός είναι σταχτόλευκος στην αρχή λείος και αργότερα σχηματίζει ξηρόφλοιο με λεπτά λέπια. Οι βελόνες είναι ανά δύο σε βραχυκλάδια μήκους 6 – 10 εκ., δύσκαμπτες, κυρτές, οξυκόρυφες με γυαλιστερό πράσινο χρώμα. Αποτελεί το πιο ψυχρόβιο κωνοφόρο από τα ελληνικά πεύκα και είναι φιλόφωτο. Έχει μικρές απαιτήσεις από το έδαφος και εμφανίζεται κυρίως σε ξηρά, ασβεστολιθικά και οφειολιθικά πετρώματα (Αθανασιάδης 1986).

Η Υβριδογενής Ελάτη είναι δένδρο ύψους 20 – 35 μ. και διάμετρο 0,70 – 1μ. Η κόμη είναι πλατιά, κωνική και ο φλοιός του σε νεαρή ηλικία είναι καστανοσταχτόχρωμος ενώ σε μεγάλη ηλικία σταχτόλευκος. Οι βελόνες είναι ελαφρά οξυκόρυφες στα κατώτερα κλαδιά με μήκος 30 χιλ. και πλάτος 2-3 χιλ. ενώ στα ανώτερα είναι οξυκόρυφες και μεγαλύτερες. Η ωρίμανση γίνεται τον Σεπτέμβριο – Οκτώβριο του χρόνου ανθήσεως. Τα σπέρματα πέφτουν μετά την ωρίμανση. Τα αρσενικά είναι κιτρινόχρωμοι ίουλοι ενώ τα θηλυκά κιτρινοπράσινοι κώνοι. Η ελάτη αυτή θεωρείται ότι είναι πληθυσμός υβριδίων που προήλθε από διασταύρωση λευκής και κεφαλληνιακής ελάτης κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο (Αθανασιάδης 1986).

Η Οξιά Μοϊσιακή είναι δένδρο ύψους 30 – 40 μ. Η κόμη είναι σε νεαρή ηλικία κωνική και αργότερα γίνεται ωοειδής. Ο φλοιός στην αρχή είναι σταχτόχρωμος και αργότερα αργυροσταχτής. Τα φύλλα είναι κατ'εναλλαγή, δίσειρα μήκους 2 – 13εκ. και πλάτους 2,5 – 8εκ. Η βάση είναι σφηνοειδής και η πάνω επιφάνεια είναι πράσινη ενώ η κάτω έχει ανοιχτότερο χρώμα. Η ωρίμανση γίνεται τον Σεπτέμβριο – Οκτώβριο του χρόνου ανθήσεως και η πτώση των κάρυων γίνεται τον Οκτώβριο έως τα μέσα του Νοεμβρίου. Είναι ψυχρόβιο είδος και χρειάζεται εδάφη νωπά, χουμώδη , πλούσια σε θρεπτικές ουσίες και μεγάλη υγρασία. Ιδιαίτερα ανθεκτικό στην σκιά (Αθανασιάδης 1986).

Περιοχή και Μέθοδος έρευνας

Η έρευνα έλαβε χώρα στην ευρύτερη περιοχή του Εθνικού Δρυμού και πιο συγκεκριμένα, στις συστάδες 19α και 5ζ. Ειδικότερα, πάρθηκαν εγκάρσιες τομές του κορμού πάχους 5-10 εκατοστών στο ύψος του πρέμνου (0,30 m) από τέσσερα διαφορετικά δασοπονικά είδη (λευκόδερμη πεύκη, μαύρη πεύκη, ελάτη, οξιά).



Εικόνα 1. Εγκάρσιες τομές δασοπονικών ειδών
Image 1. Cross sections of forest species

Οι τομές μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Υλωρικής του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.. Μετά την ξήρανση, σε κάθε τομή υπολογίστηκε η μέση ακτίνα στην οποία, με πορεία από την εντεριάνη προς τον φλοιό, μετρήθηκε ο αριθμός και το πάχος του κάθε ετήσιου δακτυλίου σε χαρτί Α4 με ακρίβεια 0,01 mm με τη βοήθεια του μικροστερεοσκοπίου Parker Instrument του εργαστηρίου Δασοκομίας.

Οι διάμετροι των τομών για τα τέσσερα είδη βρέθηκαν ως εξής: για την οξιά 92 cm, για την ελάτη 85 cm, για την λευκόδερμη πεύκη 60 cm και για την μαύρη πεύκη 70 cm. Επίσης τοποθετήθηκε και ποσότητα νερού κατά μήκος της ακτίνας για την βελτίωση της οπτικής παρατήρησης.



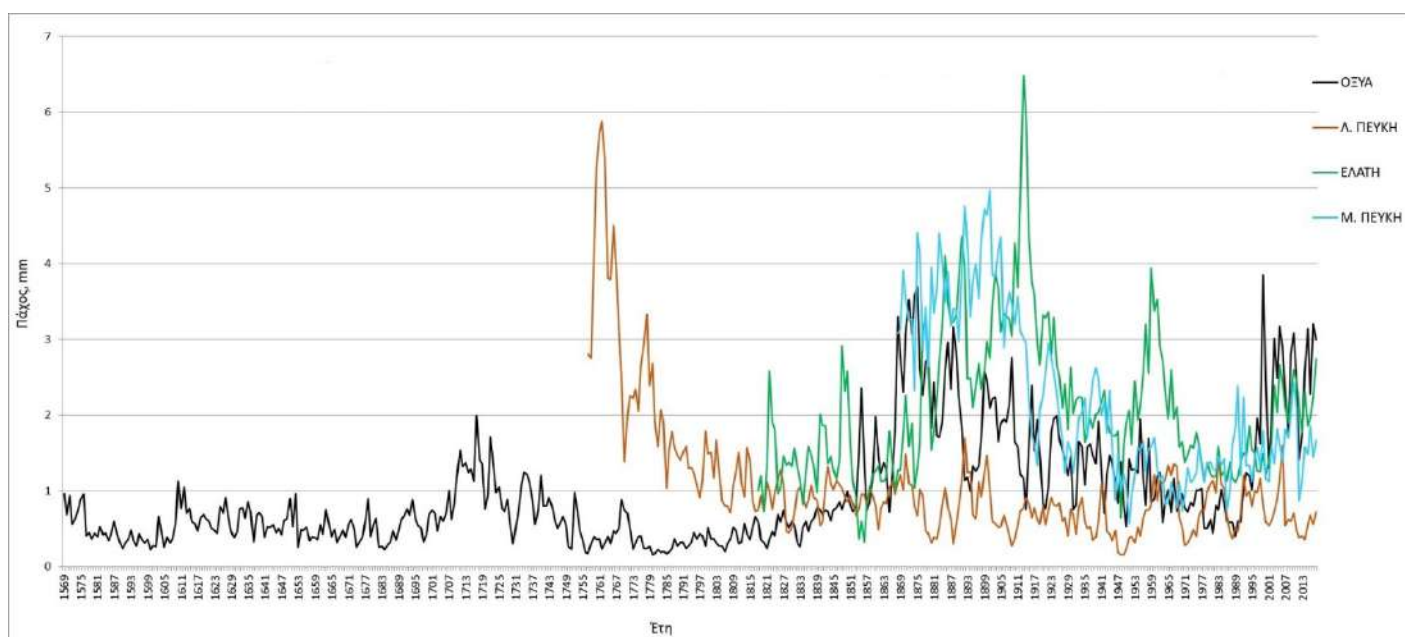
Εικόνα 2. Μέτρηση στο μικροστερεοσκόπιο Parker Instrument
Image 2. Measurement on the Parker Instrument microscope

Υπολογίστηκε ο μέσος όρος καθώς και η τυπική απόκλιση του πλάτους των ετησίων αυξητικών δακτυλίων σε mm για κάθε δασοπονικό είδος (Μάτης 2003).

Πίνακας 1. Μέσος όρος (M.O.) και τυπική απόκλιση (S.D.) του πλάτους των αυξητικών δακτυλίων των δασοπονικών ειδών της περιοχής μελέτης.

Table 1. Mean (M.O.) and standard deviation (S.D.) of the width of the growth rings of the forestry species of the study area

ΕΙΔΟΣ	M.O.	S.D.
ΟΞΥΑ	0,956489	0,73602
ΛΕΥΚΟΔΕΡΜΗ ΠΕΥΚΗ	1,088244	0,879778
ΕΛΑΤΗ	2,096169	0,969035
ΜΑΥΡΗ ΠΕΥΚΗ	2,208212	1,102827



Εικόνα 3. Διαχρονική συσχέτιση του πλάτους των αυξητικών δακτυλίων των τεσσάρων δασοπονικών ειδών
Image 3. Longitudinal correlation of the width of the growth rings of the four forest species

Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση των μετρήσεων προέκυψε η ηλικία της κάθε τομής για το κάθε είδος αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, η Μαύρη Πεύκη βρέθηκε 151 ετών, η Ελάτη 210 ετών, η Λευκόδερμη Πεύκη 262 ετών και η Οξιά 450 ετών. Από το τεστ Kolmogorov-Smirnov καταλαβαίνουμε πως υπάρχει η κανονικότητα με $p > 0,05$ (Μάτης 2003).

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test							
		ΟΞΥΑ	ΛΕΥΚΟΔΕΡ	ΕΛΑΤΗ	ΜΑΥΡΗ	ΣΥΝΟΛΟ	ΑΠΡ. ΣΕΠΤ.
N		10	10	10	10	10	10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2,5630	,5430	2,2300	1,6560	687,5500	269,0600
	Std. Deviation	,60844	,13392	,31408	,46128	183,74371	108,93693
	Absolute	,159	,147	,113	,120	,153	,187
Most Extreme Differences	Positive	,148	,140	,112	,088	,135	,187
	Negative	-,159	-,147	-,113	-,120	-,153	-,170
Kolmogorov-Smirnov Z		,502	,464	,356	,379	,485	,590
Asymp. Sig. (2-tailed)		,963	,982	1,000	,999	,973	,877

Στους πίνακες που ακολουθούν βλέπουμε την ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ της ετήσιας κατά πάχος αύξησης των δέντρων με το συνολικό ύψος βροχής καθώς και με το ύψος βροχής κατά την

αυξητική περίοδο (Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο) για τα τέσσερα είδη από τον μετεωρολογικό σταθμό των Γρεβενών, Κρανιάς και Μετσόβου.

Πίνακας 2. Συντελεστής συσχέτισης της ετήσιας κατά πάχος αύξησης των δέντρων με το συνολικό ύψος βροχής καθώς και με το ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο (Απρίλιος - Σεπτέμβριος) για τα έτη 2009 έως και 2018 (μετεωρολογικός σταθμός Γρεβενών).

Table 2. Correlation coefficient of the annual thickness increase of the trees with the total amount of rain as well as with the amount of rain during the growing season (April - September) for the years 2009 to 2018 (Grevena meteorological station).

Είδος	Συντελεστής συσχέτισης Pearson				N
	Συνολικό ύψος βροχής	Sig.	Ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο	Sig	
Οξιά	0,221	0,559	0,226	0,529	10
Ελάτη	0,049	0,893	-0,005	0,989	10
Λευκόδερμη πεύκη	0,667	0,035	0,715	0,020	10
Μαύρη πεύκη	0,252	0,482	0,180	0,618	10

Πίνακας 3. Συντελεστής συσχέτισης της ετήσιας κατά πάχος αύξησης των δέντρων με το συνολικό ύψος βροχής καθώς και με το ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο (Απρίλιος - Σεπτέμβριος) για τα έτη 1978 έως και 1993 (μετεωρολογικός σταθμός Κρανιάς Γρεβενών).

Table 3. Correlation coefficient of the annual thickness increase of the trees with the total amount of rain as well as with the amount of rain during the growing season (April - September) for the years 1978 to 1993 (meteorological station of Krania, Grevena).

Είδος	Συντελεστής συσχέτισης Pearson				N
	Συνολικό ύψος βροχής	Sig.	Ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο	Sig	
Οξιά	-0,341	0,196	-0,016	0,954	16
Ελάτη	0,194	0,472	0,415	0,110	16
Λευκόδερμη πεύκη	0,121	0,655	0,434	0,093	16
Μαύρη πεύκη	-0,354	0,179	-0,143	0,596	16

Πίνακας 4. Συντελεστής συσχέτισης της ετήσιας κατά πάχος αύξησης των δέντρων με το συνολικό ύψος βροχής καθώς και με το ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο (Απρίλιος - Σεπτέμβριος) για τα έτη 1961 έως και 1980 (μετεωρολογικός σταθμός Μετσόβου).

Table 4. Correlation coefficient of the annual thickness increase of the trees with the total rainfall height as well as with the rainfall height during the growing season (April - September) for the years 1961 to 1980 (Metsovo meteorological station).

Είδος	Συντελεστής συσχέτισης Pearson				N
	Συνολικό ύψος βροχής	Sig.	Ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο	Sig	
Οξιά	-0,069	0,772	-0,194	0,412	20
Ελάτη	0,519	0,019	0,051	0,830	20
Λευκόδερμη πεύκη	0,459	0,042	0,197	0,406	20
Μαύρη πεύκη	-0,271	0,248	-0,260	0,267	20

Έχοντας τα δεδομένα που αφορούν την ετήσια κατά πάχος αύξηση του κάθε είδους και των μετεωρολογικών δεδομένων όπου το 2011 είναι ξηρότερη χρονιά, παρατηρούμε ότι το 2012 έχουμε μικρότερη κατά πάχος αύξηση σε σχέση με το 2011 και για τα τέσσερα είδη.

Πίνακας 5. Κατά πάχος αύξηση για τα έτη 2011 και 2012
Table 5. Thickness increase for the years 2011 and 2012

ΕΙΔΟΣ	2011	2012
ΟΞΙΑ	2,41	1,42
Λ. ΠΕΥΚΗ	0,47	0,38
ΕΛΑΤΗ	2,45	2,11
Μ. ΠΕΥΚΗ	2,09	0,87

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η συσχέτιση μεταξύ του πλάτους των ετήσιων αυξητικών δακτυλίων και του ύψους των κατακρημνισμάτων υπήρξε μικρή έως μέτρια για όλα τα δασοπονικά είδη, ίσως λόγω του μικρού δείγματος και των περιορισμένων μετεωρολογικών στοιχείων. Η λευκόδερμη πεύκη παρουσίασε την υψηλότερη συσχέτιση τόσο με τα κατακρημνίσματα καθ' όλη την διάρκεια του έτους όσο και με το ύψος βροχής κατά την αυξητική περίοδο (Απρίλιο – Σεπτέμβριο). Κατά φθίνουσα σειρά συσχέτισης ακολούθησαν η ελάτη, η μαύρη πεύκη και η οξιά. Η ετήσια ξηρασία φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο την αύξηση των δέντρων κατά τη διάρκεια του επόμενου έτους. Έτσι, το ξηρότερο έτος (2011) είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση του στενότερου αυξητικού δακτυλίου την επόμενη χρονιά (2012). Η παρούσα εργασία είναι απολύτως ενδεικτική λόγω του περιορισμένου μεγέθους του δείγματος και την έλλειψη μακράς χρονοσειράς μετεωρολογικών στοιχείων. Σε μελλοντική έρευνα είναι απαραίτητη η ενδεδειγμένη ανάλυση μεγάλου δείγματος δένδρων, κυρίως λευκόδερμης πεύκης και ελάτης.

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες στον καθηγητή και διευθυντή του Εργαστηρίου Υλωρικής του Α.Π.Θ. κ. Αλέξανδρο Δημητρακόπουλο για τον χρόνο που διέθεσε, τις πολύτιμες συμβουλές του και την καθοδήγηση του καθόλη την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας καθώς και τον προϊστάμενο κ. Ιωάννη Τζατζάνη και το λοιπό προσωπικό της Διεύθυνσης Δασών Γρεβενών, για τη σημαντική συμβολή τους στη λήψη των δεδομένων και στην παροχή πληροφοριών της περιοχής μελέτης.

Abstract

The National Park of Pindos (“Valia Calda”) in Greece is of particular interest, among others, for the very old trees that are remnant. The science of dendrochronology by linking climate data to the width of tree annual rings allows for important deductions on the past climatic conditions of the area. Cross - sections from the stumps of four different forest species were taken in the wider area of Pindos National Park laboratory measurements were performed to assess the degree of correlation between recent annual precipitation and tree ring width. *Pinus leucodermis* (Bosnian pine) and *Abies borisii regis* (Greek fir) were the species with the strongest correlation among those tested. It seems that annual drought is reflected on the growth (tree ring width) of the subsequent year.

Βιβλιογραφία

- Αδαμακοπούλου - Ματσούκα Π., 1989. «Συμβολή στη μελέτη της χλωρίδας της Β.Α.Πίνδου». Δ/νση Δασών Γρεβενών, Γρεβενά, σελ. 6-8
- Αθανασιάδης, Ν., 1986. «Δασική Βοτανική - Δένδρα και θάμνοι των δασών την Ελλάδος - ΜΕΡΟΣ II», Εκδόσεις Γιαχούδη
- Δ/νση Δασών Γρεβενών., 1995. «Εθνικός Δρυμός Πίνδου». Εκδ. Φυλ. Δ/νσης Δασών Γρεβενών.
- Frits H.C. 1976. «Tree-rings and climate». Academic Press. London, New York, San Francisco.
- Frits H.C. and Swetnam T.W., 1989. «Dendroecology: a tool for evaluating variations in past and present forest environments», *Advances in Ecological Research*, Vol. 19, No. C, p. 111-188.
- Klippel., L, Krusic., P, Brandes., R, Hartl-Meier., C, Valerie Trouet., V, Matthew Meko., M. and Esper., J., 2017. High-elevation inter-site differences in Mount Smolikas tree-ring width data. *Dendrochronologia* 44 pp. 164–173.
- Μάτης, Κ. 2003. «Δασική Βιομετρία - Στατιστική», Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πήγασος, 960-317-069-0.

- Μπαλούτσος Γ., Γκουντούφας Ε. και Αμοργιανιώτης Γ., 1993. «Δενδροχρονολογία και εφαρμογές της στην Υδρολογία. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα». Περιοδικό του ΓΕΩΤΕΕ, Τόμος 4, Τεύχος 2
- Σφήκας, Γ., 1985. «Μελέτη της χλωρίδας του Εθνικού Δρυμού Πίνδου (Περιοχής Λύγκου - Βάλια Κάλντας)». Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης, Αθήνα.
- Τρακόλης, Δ., Πλατής, Π., Τσιόντσης, Α., Σπανός, Κ., Μελιάδης, Ι. και Μαλαμίδης, Γ., 1996. «Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πίνδου». Διεύθυνση Δασών Γρεβενών-Ιωαννίνων, Δασαρχείο Μετσόβου.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΑΝΩΤΑΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ

Τριανταφυλλίδου, Ελένη¹; Τσιάρας, Στέφανος²; Τσεκουρόπουλος, Γεώργιος³

¹Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων και Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Κιλκίς, Μ.Φωτίου 11, elntria@gmail.com

²Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος και Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Θεσσαλονίκη, Ζεύξιδος 1, 54622, stsiaras@uth.gr, stefanostsiaras@emt.ihu.gr

³Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Διοίκησης Οργανισμών, Μάρκετινγκ και Τουρισμού, Αλεξάνδρεια Πανεπιστημιούπολη, ΤΘ 141, 17 χλμ Θεσσαλονίκης-Σίνδου, 57 400, Θεσσαλονίκη, geotsek@bua.teithe.gr

Περίληψη

Η Περιβαλλοντική Διαχείριση έχει καταστεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που απασχολούν από το τέλος του 20^{ου} αιώνα, ιδιαίτερα στις οικονομικά ανεπτυγμένες κοινωνίες. Οι Οργανισμοί επενδύουν στην ανάπτυξη και εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης με στόχους τη συμμόρφωση στο θεσμικό πλαίσιο και την ανταπόκριση στις πιέσεις της αγοράς για προϊόντα και διαδικασίες που σέβονται τους φυσικούς πόρους και το περιβάλλον. Σκοπός της εργασίας είναι να εξετάσει τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14001 και EMAS χρησιμοποιώντας ως μελέτη περίπτωσης την εφαρμογή συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. Το εγχείρημα του Πανεπιστημίου Μακεδονίας να γίνει το πρώτο πράσινο πανεπιστήμιο στην Ελλάδα είναι μια πρωτοπόρα πρωτοβουλία και αποτελεί παράδειγμα προς μίμηση και για τα υπόλοιπα πανεπιστήμια στην Ελλάδα για να πιστοποιήσουν περιβαλλοντικά τη λειτουργία τους.

Λέξεις κλειδιά: προστασία περιβάλλοντος, περιβαλλοντική πολιτική, περιβαλλοντική στρατηγική, ISO 14001, EMAS.

Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή οι κοινωνίες αντιμετωπίζουν μια σειρά από σημαντικές προκλήσεις όπως η κλιματική αλλαγή, η μόλυνση του περιβάλλοντος, η περιορισμένη βιοποικιλότητα, η βαθμιαία μείωση των διαθέσιμων πόρων και πηγών ενέργειας. Η Περιβαλλοντική Διαχείριση (Environmental Management) έχει καταστεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που απασχολούν από το τέλος του 20^{ου} αιώνα, ιδιαίτερα τις οικονομικά ανεπτυγμένες κοινωνίες. Η ραγδαία αύξηση της ρύπανσης και ο ταχύς ρυθμός υποβάθμισης του περιβάλλοντος αποτελούν προβλήματα, που ευαισθητοποιούν την παγκόσμια κοινή γνώμη (Mazzi κ.α. 2016). Η ρύπανση του περιβάλλοντος, εκτός από την αισθητική υποβάθμιση και τις ενοχλήσεις που προκαλεί όταν υπερβεί ορισμένα όρια, επηρεάζει σοβαρά την υγεία του ανθρώπου. Οι Οργανισμοί επενδύουν στην ανάπτυξη και εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης με στόχους τη συμμόρφωση στο θεσμικό πλαίσιο και την ανταπόκριση στις πιέσεις της αγοράς για προϊόντα και διαδικασίες που σέβονται τους φυσικούς πόρους και το περιβάλλον. Σύμφωνα με τον Steger (2000) τα δύο κυρίαρχα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σε παγκόσμιο επίπεδο είναι το πρότυπο ISO 14001 (International Organization for Standardization) και ο Κανονισμός 1221/2009 EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επιπλέον, η υιοθέτηση ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης παρέχει σε έναν Οργανισμό σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η μείωση του κόστους της ενέργειας, της χρήσης των φυσικών πόρων, της διαχείρισης των αποβλήτων και των εκπομπών αερίων ρύπων και δημιουργεί νέες ευκαιρίες και δυνατότητες για συνεργασίες με προμηθευτές με ξεχωριστή περιβαλλοντική επίδοση και τεκμηριωμένη περιβαλλοντική αξιοπιστία (Αραβώσης 2002).

Η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί βασικό σκοπό της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Σύμφωνα με την έκθεση Brundtland (1987) η αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται ως «η ανάπτυξη η οποία ικανοποιεί τις

ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες». Είναι κοινά αποδεκτό ότι η αιεφόρος ανάπτυξη στηρίζεται σε τρεις διακριτούς πυλώνες: οικονομική ανάπτυξη, προστασία του περιβάλλοντος και κοινωνική πρόοδος (Purvis κ.α. 2019). Στον χώρο των επιχειρήσεων, η αιεφορικότητα έχει οριστεί ως «κατανάλωση προϊόντων και υπηρεσιών που ικανοποιούν τις βασικές ανάγκες και την ποιότητα ζωής, χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο τις ανάγκες των μελλοντικών γενιών» (Asif κ.α. 2011). Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί με πολλούς τρόπους, αλλά η αιεφορία έχει να κάνει κυρίως με τον περιορισμό στις εισροές των πόρων και ταυτόχρονα με τη βέλτιστη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων πόρων (Sebhatu και Enquist, 2007). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, θεσμοί αλλά και Οργανισμοί όπως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Κέντρο Σταθερότητας και Αριστείας (CSE), το Διεθνές πρότυπο αναφοράς του GRI, το Ευρωπαϊκό Ίδρυμα για την Ολική Ποιότητα (EFQM) και το Ευρωπαϊκό Δίκτυο για την επιχειρηματική ηθική (EBEN), ενθαρρύνουν τις επιχειρήσεις να υιοθετούν βιώσιμους τρόπους για την ανάπτυξη τους. Η αιεφορία αποτελεί ένα μακροπρόθεσμο όραμα που στηρίζεται στην προσέγγιση του "τριπλού αποτελέσματος" (triple bottom line approach), η οποία εισήχθη από τον Elkington (1998), και υιοθετεί μια στρατηγική που βασίζεται σε ηθικές αρχές και στηρίζεται σε τρία στοιχεία: οικονομία, περιβάλλον και κοινωνία. Η Περιβαλλοντική πολιτική εκφράζει τους στόχους και τους αντικειμενικούς σκοπούς ενός οργανισμού σε σχέση με το περιβάλλον, εντάσσεται στο πλαίσιο της γενικότερης πολιτικής του οργανισμού και θα πρέπει να αντανakλά τη δέσμευση της ανώτατης διοίκησης του οργανισμού για συμμόρφωση με τους περιβαλλοντικούς νόμους και για συνεχή βελτίωση (Liao 2018).

Σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης, ΣΠΔ (Environmental Management System - EMS) είναι «το τμήμα του συνολικού συστήματος διαχείρισης το οποίο περιλαμβάνει την οργανωτική διάρθρωση, το σχεδιασμό, τις ευθύνες, τις πρακτικές, τις διεργασίες και τους πόρους για τη χάραξη, την εφαρμογή, την επιτυχία τη διατήρηση και την αναθεώρηση της περιβαλλοντικής πολιτικής» (Αραβώσης 2002). Βασικοί στόχοι της περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι η πρόληψη της ρύπανσης και η προστασία του περιβάλλοντος. Με άλλα λόγια μέσω του ΣΠΔ ελέγχονται οι δραστηριότητες, τα προϊόντα και οι διεργασίες που προξενούν ή θα μπορούσαν να προξενήσουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις με στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλες τις λειτουργίες ενός Οργανισμού (Zorpas 2010). Τα περισσότερα ΣΠΔ βασίζονται στις αρχές του Deming για τα συστήματα διαχείρισης της ποιότητας και οδηγούν σε μια συστηματική και κυκλική διεργασία συνεχούς βελτίωσης (Hojer κ.α. 2008). Ο κύκλος του Deming περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: 1) Σχεδιασμός, 2) Υλοποίηση, 3) Έλεγχος, 4) Δράση (Plan-Do-Check-Act). Ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης είναι στην ουσία ένα σύνολο από διαδικασίες και πολιτικές, οι οποίες προσδιορίζουν, πολλές φορές με μεγάλη λεπτομέρεια, πως ένας οργανισμός θα διαχειριστεί τις επιδράσεις του στο περιβάλλον, είτε πρόκειται για το φυσικό περιβάλλον είτε για το ανθρώπινο. Για την επιτυχημένη εφαρμογή των ΣΠΔ καθοριστικής σημασίας είναι και η συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα μέσω της δέσμευσης συνεχούς βελτίωσης, συμμόρφωσης με τη νομοθεσία και τους κανονισμούς, σχεδιασμού και αναθεώρησης των περιβαλλοντικών στόχων και δέσμευσης για την εφαρμογή των στόχων αυτών. Οι παράγοντες ανθρώπινων πόρων που επηρεάζουν την εφαρμογή συστημάτων ΣΠΔ είναι η δέσμευση της ανώτατης διοίκησης, η εκπαίδευση του προσωπικού πάνω σε θέματα περιβάλλοντος, η ενδυνάμωση των εργαζομένων, η ομαδική εργασία και οι ανταμοιβές (Daily και Huang 2001). Ένα ΣΠΔ περιλαμβάνει μεταξύ άλλων την αρχική περιβαλλοντική ανάλυση, τον καθορισμό της περιβαλλοντικής πολιτικής και των αντικειμενικών σκοπών και στόχων και τη δημιουργία προγράμματος υλοποίησής του, τον έλεγχο δραστηριοτήτων της επιχείρησης που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον (Hillary και Thornes 1994).

Σκοπός της εργασίας είναι να εξετάσει τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14001 και EMAS χρησιμοποιώντας ως μελέτη περίπτωσης την εφαρμογή συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

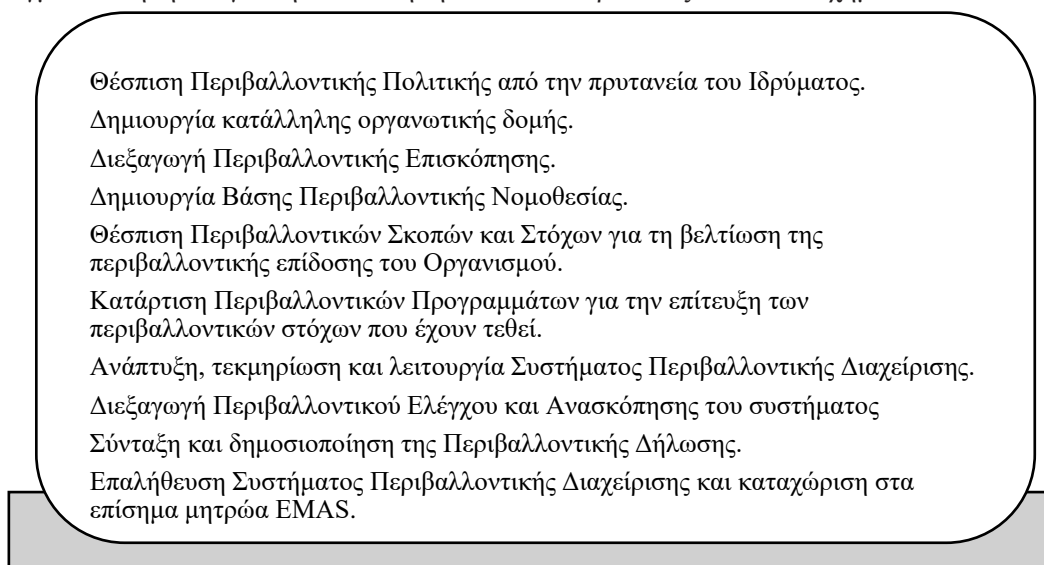
Υλικά και Μέθοδοι

Η βασική μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθείται είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση σε θέματα Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Αναλύονται τα οφέλη και τα κόστη της εφαρμογής των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης από τις επιχειρήσεις και γίνεται σύγκριση μεταξύ ISO 14001 και EMAS. Η εργασία εξετάζει επίσης την εφαρμογή των συστημάτων αυτών στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα χρησιμοποιώντας ως μελέτη περίπτωσης το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. Τα

δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη περίπτωσης είναι δευτερογενή και προέρχονται από την αναθεωρημένη περιβαλλοντική πολιτική του 2012 του Πανεπιστημίου Μακεδονίας και την Περιβαλλοντική Δήλωση του Πανεπιστημίου του 2014, σύμφωνα με τον Κανονισμό EMAS 1221/2009, αναρτημένη στη βάση δεδομένων EMAS Registry (2021) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (<https://webgate.ec.europa.eu/emas2/public/registration/list>).

Το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών είναι το πρώτο πανεπιστήμιο στην Ελλάδα και ένα από τα ελάχιστα στην Ευρώπη, που προχώρησε στη σχεδίαση και εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και Ελέγχου κατά το Ευρωπαϊκό πρότυπο EMAS, με τη συγχρηματοδότηση του Προγράμματος LIFE-Περιβάλλον, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση-Περιβάλλον. Το έργο υλοποιήθηκε κατά την περίοδο 2003-2005 σε στενή συνεργασία με τον Δήμο Θεσσαλονίκης και χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα καινοτόμο, μια και κανένα άλλο ακαδημαϊκό ίδρυμα ή φορέας του ευρύτερου δημοσίου τομέα δεν έχει αναλάβει παρόμοιο εγχείρημα. Επίσης, ελάχιστα πανεπιστήμια παγκοσμίως εφαρμόζουν ΣΠΔ και ακόμα λιγότερα ΣΠΔ σύμφωνα με τον Κανονισμό EMAS Regulation (Sammalisto και Brorson 2008). Οι επιμέρους στόχοι του έργου είναι οι εξής: 1) Συνεχής βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης, 2) Τήρηση της νομοθεσίας, 3) Ευαισθητοποίηση προσωπικού και φοιτητών, 4) Καλύτερευση της οργανωτικής δομής, 5) Βελτίωση των συνθηκών υγιεινής, 6) Ελάττωση των εργασιακών κινδύνων (Καρατζόγλου κ.α. 2005).

Το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης που αποφάσισε να υιοθετήσει το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας βασίζεται στην επίτευξη διαρκούς περιβαλλοντικής βελτίωσης, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό EMAS (EK 1221/2009: Eco – Management and Audit Scheme). Οι ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν για την υλοποίησή του ΣΠΔ παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν για την υλοποίησή του ΣΠΔ στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας (Πηγή: Περιβαλλοντική Δήλωση 2014, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας)

Figure 1. Actions made for the implementation of the EMS by University of Macedonia

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι κατά την εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης παρατηρούνται οφέλη σε πολλούς τομείς, τόσο στην επιχείρηση που το εφαρμόζει, όσο και στους εργαζομένους σε αυτήν αλλά και στην κοινωνία γενικότερα (Daddi κ.α. 2016, Ferrón-Vilchez 2016, Mazzi κ.α. 2016). Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται τα οφέλη κατά την εφαρμογή ενός ΣΠΔ για την επιχείρηση, τους εργαζομένους και την κοινωνία.

Οφέλη για τις επιχειρήσεις	Οφέλη για τους εργαζομένους	Οφέλη για την κοινωνία
<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση της δημόσιας εικόνας και της ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης • Ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων • Ελαχιστοποίηση κυρώσεων από μη τήρηση σχετικής νομοθεσίας • Ορθολογικότερη χρήση των φυσικών πόρων και περιορισμός του κόστους πόρων και διεργασιών • Μείωση του κόστους επεξεργασίας και απόρριψης λυμάτων • Δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος • Ελεγχόμενη λειτουργία και βελτιστοποίηση σε διεργασίες • Βελτίωση των συνθηκών εργασίας - περιορισμός των ατυχημάτων • Αναβάθμιση του προσωπικού μέσω της υποκίνησης • Προβολή της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης (ΕΚΕ) • Βελτίωση των δημόσιων σχέσεων της επιχείρησης 	<ul style="list-style-type: none"> • Ενημέρωση και εκπαίδευση σε περιβαλλοντικά θέματα • Βελτιωμένη αντίληψη των εργαζομένων για τα σημαντικά περιβαλλοντικά θέματα και ανάπτυξη του ενδιαφέροντος τους για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους • Βελτίωση των συνθηκών ασφαλείας και υγιεινής στους χώρους παραγωγής (μείωση ρύπων, αποβλήτων και θορύβου, μείωση περιβαλλοντικών ατυχημάτων, ύπαρξη σχεδίων δράσης για έκτακτα περιστατικά) • Σαφής κατανομή αρμοδιοτήτων και υπευθυνοτήτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος • Μείωση της κατανάλωσης φυσικών πόρων • Διασφάλιση της τήρησης της περιβαλλοντικής νομοθεσίας

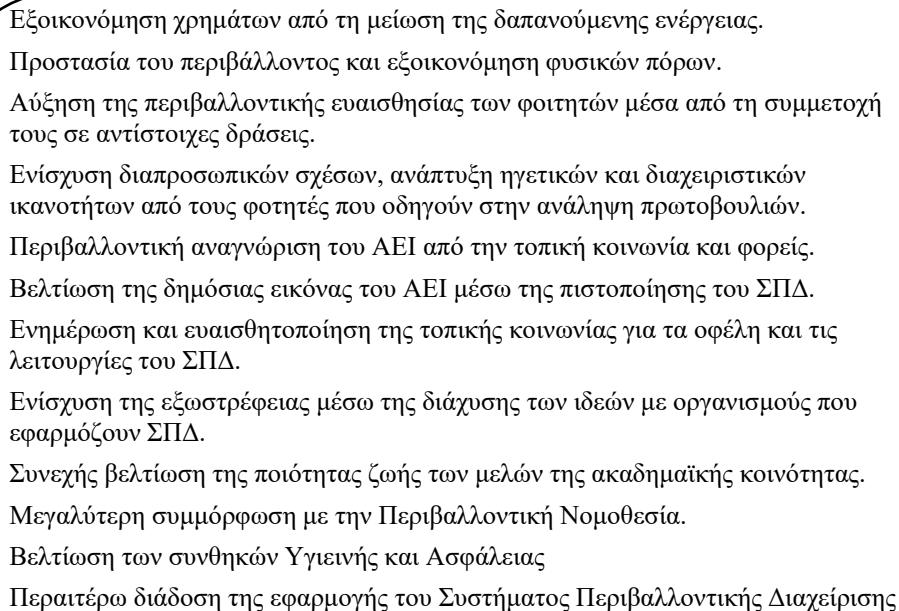
Σχήμα 2. Οφέλη κατά την εφαρμογή του ΣΠΔ (Πηγή: Daddi κ.α. 2016, Ferrón-Vilchez 2016, Mazzi κ.α. 2016)
Figure 2. Benefits by implementing EMS (Source: Daddi et al. 2016, Ferrón-Vilchez 2016, Mazzi et al. 2016)

Αναμφισβήτητα, υπάρχει και κόστος για την επιχείρηση ή έναν Οργανισμό που αποφασίζει να εφαρμόσει ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Προφανώς, το κόστος αυτό ποικίλλει ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του οργανισμού. Μερικοί από τους βασικούς παράγοντες κόστους είναι το υψηλό κόστος ανθρωποωρών, δηλαδή ο αυξημένος χρόνος που απαιτείται από τους εργαζόμενους για την ανάπτυξη του περιβαλλοντικού στρατηγικού πλάνου, το κόστος εκπαίδευσης και επιμόρφωσης των εργαζομένων σχετικά με την εφαρμογή του ΣΠΔ, το κόστος αμοιβών εξωτερικών επιθεωρητών προκειμένου να εξασφαλιστεί η πιστοποίηση της επιχείρησης, το κόστος αμοιβών εξωτερικών συμβούλων που ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν στο στάδιο μελέτης και ανάπτυξης του ΣΠΔ και τέλος το κόστος για την ανάπτυξη ή αγορά νέων τεχνολογιών για την ορθή λειτουργία του ΣΠΔ (Babakri κ.α. 2003, Mazzi κ.α. 2016, Merli κ.α. 2016).

Όπως κάθε άλλη επένδυση, έτσι και οι περιβαλλοντικές επενδύσεις υπό την μορφή των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης αξιολογούνται μέσα από μια ανάλυση κόστους – οφέλους. Οι συντελεστές που επηρεάζουν το κόστος και τη διάρκεια εφαρμογής και ανάπτυξης ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης είναι: η ενεργός συμμετοχή της διοίκησης, το εύρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τις δραστηριότητες της επιχείρησης ή του οργανισμού, το μέγεθος της επιχείρησης ή του οργανισμού, το τεχνολογικό επίπεδο της παραγωγικής δραστηριότητας, οι περιβαλλοντικές επιδόσεις και η προϋπάρχουσα εμπειρία σχετικά με την εφαρμογή των ΣΠΔ (Kurt και Gleckman 1998, Babakri κ.α. 2003, Merli κ.α. 2016).

Είναι γεγονός ότι οι επιχειρήσεις και οι Οργανισμοί αγνοούν τις επιπτώσεις που προκαλούν στο περιβάλλον με τις πράξεις της. Η εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σε ένα ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα, αναμένεται να ενισχύσει την ικανότητα όλων των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας να κατανοήσουν τις επιπτώσεις των καθημερινών τους πράξεων στο περιβάλλον. Στόχος ενός ανώτατου εκπαιδευτικού ιδρύματος δεν θα πρέπει να είναι μόνο η προσφορά γνώσεων αλλά και η διάπλαση χαρακτήρων τέτοιων που θα προστατεύσουν το περιβάλλον και θα προάγουν τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή και διατήρηση

από ένα ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, αποτελεί το ειλκρινές ενδιαφέρον για μείωση των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων και για τη συμβολή του, σε τοπικό επίπεδο, προς ένα μοντέλο βιώσιμης ανάπτυξης. Ειδικότερα, η εφαρμογή ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης σε ένα ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα είναι δυνατή, μόνο εφόσον έχει γίνει κατανοητός σε όλους τους εμπλεκόμενους ο ρόλος του καθενός στην εφαρμογή του συστήματος. Η εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σε ένα ανώτατο ακαδημαϊκό ίδρυμα αποφέρει μία σειρά από οφέλη σε ένα ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τα οποία παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.



- Εξοικονόμηση χρημάτων από τη μείωση της δαπανώμενης ενέργειας.
- Προστασία του περιβάλλοντος και εξοικονόμηση φυσικών πόρων.
- Αύξηση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας των φοιτητών μέσα από τη συμμετοχή τους σε αντίστοιχες δράσεις.
- Ενίσχυση διαπροσωπικών σχέσεων, ανάπτυξη ηγετικών και διαχειριστικών ικανοτήτων από τους φοιτητές που οδηγούν στην ανάληψη πρωτοβουλιών.
- Περιβαλλοντική αναγνώριση του ΑΕΙ από την τοπική κοινωνία και φορείς.
- Βελτίωση της δημόσιας εικόνας του ΑΕΙ μέσω της πιστοποίησης του ΣΠΔ.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση της τοπικής κοινωνίας για τα οφέλη και τις λειτουργίες του ΣΠΔ.
- Ενίσχυση της εξωστρέφειας μέσω της διάχυσης των ιδεών με οργανισμούς που εφαρμόζουν ΣΠΔ.
- Συνεχής βελτίωση της ποιότητας ζωής των μελών της ακαδημαϊκής κοινότητας.
- Μεγαλύτερη συμμόρφωση με την Περιβαλλοντική Νομοθεσία.
- Βελτίωση των συνθηκών Υγιεινής και Ασφάλειας
- Περαιτέρω διάδοση της εφαρμογής του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Σχήμα 3. *Οφέλη κατά την εφαρμογή ΣΠΔ σε ΑΕΙ (Πηγή: Μπέλλος κ.α. 2015)*
Figure 3. *Benefits by implementing Environmental Management Systems in Universities*

Το βασικό όφελος του Πανεπιστημίου Μακεδονίας από την εφαρμογή του ΣΠΔ EMAS είναι η βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης η οποία εξειδικεύεται στην εξοικονόμηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, στη μειωμένη κατανάλωση χαρτιού, στην ανακύκλωση και στην επαναχρησιμοποίηση υλικών, στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση τόσο του προσωπικού όσο και των φοιτητριών/φοιτητών, καθώς και στη βελτίωση των συνθηκών υγιεινής και ασφάλειας.

Ειδικότερα οφέλη που καταγράφονται είναι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του Οργανισμού, η ελαχιστοποίηση της όποιας πιθανότητας σημαντικής μόλυνσης στο περιβάλλον και η συμβολή σε τοπικό επίπεδο προς ένα μοντέλο αειφορικής ανάπτυξης. Επιπρόσθετα, αναδεικνύονται σημαντικά οικονομικά οφέλη από τη βέλτιστη χρήση των φυσικών πόρων, την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας, τη βελτίωση της υγιεινής, την εισαγωγή φιλοπεριβαλλοντικών κριτηρίων σε προμηθευτές και υπεργολάβους, την αποφυγή σχετικών προστίμων για παράβαση της ισχύουσας εθνικής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας και τον εκμοντερνισμό και τη βελτίωση της γενικότερης διαχείρισης του οργανισμού. Επίσης βελτιώνεται η δημόσια εικόνας του Οργανισμού και η αναγωγή του σε πρότυπο περιβαλλοντικά φιλικής συμπεριφοράς για την τοπική κοινωνία, τους δημόσιους φορείς αλλά και τον ιδιωτικό τομέα και τους κοινωνικούς εταίρους. Στην πράξη αυτό σημαίνει: α) υψηλότερο ηθικό ανάμεσα στους εργαζόμενους, β) καλύτερη αντιμετώπιση από δημόσιους φορείς και αρχές και γ) συγκριτικό πλεονέκτημα σε μελλοντικούς «πράσινους» διαγωνισμούς.

Συμπεράσματα

Η εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από έναν Οργανισμό, πέρα από το γεγονός ότι αποτελεί ένα μακρόπνοο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα συμβάλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Επειδή η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει έναν από τους πρωταρχικούς άξονες προτεραιοτήτων τη βιώσιμη και αειφόρο ανάπτυξη, η εξάπλωση των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και στην Ελλάδα είναι δεδομένη και αναμενόμενη. Ζητούμενο είναι βέβαια η εφαρμογή των συστημάτων αυτών στους Οργανισμούς να μη γίνεται μόνο για την εκπλήρωση των ελαχίστων προδιαγραφών που θέτουν οι οδηγίες ως προϋποθέσεις για την τυπική απόκτηση του πιστοποιητικού, αλλά να συνοδεύεται με δομικές αλλαγές στον τρόπο που λειτουργούν και κυρίως να αντιλαμβάνονται τον ρόλο τους στην οικονομία και την αγορά, όπως αυτός εκφράζεται μέσα από το όραμά τους. Τα οφέλη από τον επιτυχή σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης αναμένονται πολλά και σημαντικά τόσο για το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας όσο και για το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Είναι γεγονός ότι μέσω των συστημάτων αυτών η ακαδημαϊκή κοινότητα στο πανεπιστήμιο έρχεται σε επαφή, ευαισθητοποιείται και προβληματίζεται πάνω σε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Πέρα όμως από την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση της ακαδημαϊκής κοινότητας και της κοινωνίας, ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά τόσο στη μείωση των εκροών του ακαδημαϊκού ιδρύματος προς το περιβάλλον όσο και στην καλύτερη οργάνωσή του, μέσω των διαδικασιών που το σύστημα ορίζει. Είναι αυτονόητο πως ένα καλά οργανωμένο ανώτατο ακαδημαϊκό ίδρυμα ελέγχει καλύτερα τις επιπτώσεις του στο περιβάλλον και είναι σε πλεονεκτικότερη θέση ώστε να προλαμβάνει τις επιπτώσεις αυτές. Το εγχείρημα του Πανεπιστημίου Μακεδονίας να γίνει το πρώτο πράσινο πανεπιστήμιο στην Ελλάδα είναι μια πρωτοπόρα πρωτοβουλία που μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα προς μίμηση και για τα υπόλοιπα πανεπιστήμια στην Ελλάδα για να πιστοποιήσουν περιβαλλοντικά τη λειτουργία τους. Αποστολή ενός σύγχρονου πανεπιστημίου δεν είναι μόνο η διδασχή της βιώσιμης ανάπτυξης, της προστασίας του περιβάλλοντος και των αρχών της περιβαλλοντικής διαχείρισης αλλά και η υλοποίηση των αρχών αυτών στις καθημερινές λειτουργίες του πανεπιστημίου. Η προώθηση των αρχών της αειφόρου ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος αποτελεί πολύτιμη παρακαταθήκη και κτήμα ες αεί για τη διατήρηση του φυσικού πλούτου και την ευημερία των μελλοντικών γενεών.

Abstract

Environmental Management is one of the greatest problems that economically developed societies face by the end of 20th century. Organizations invest on the development and the implementation of Environmental Management Systems aiming to comply with the institutional framework and the market's pressure for products and processes that respect the environment and natural resources. The aim of this paper is to examine the environmental management systems ISO 14001 and EMAS through a case study on the implementation of an Environmental Management system at the University of Macedonia. University of Macedonia is the first green University in Greece and this venture is a pioneer initiative and a good practice to be adopted by other Universities in Greece that aim to environmentally certify their operations.

Βιβλιογραφία

Αραβώσης Κ., 2002. Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001 – EMAS σαν μέσα σχεδιασμού, διαχείρισης και αξιολόγησης περιβαλλοντικών προγραμμάτων επιχειρήσεων, Περιβάλλον & Δίκαιο, Τεύχος 4, σελ. 718-731.

Asif, M., Searcy, C., Garvare, R. and Ahmad, N., 2011. Including sustainability in business excellence models. *Total Qual. Manag. Bus.* 22(7): 773-786.

Babakri, K.A., Bennett, R.A. and Franchetti, M., 2003. Critical factors for implementing ISO 14001 standard in United States industrial companies. *J. Clean. Prod.* 11(7): 749-752.

Brundtland, G.H., 1987. *Our Common Future: World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford, UK.

Daddi, T., Testa, F., Frey, M. and Iraldo, F., 2016. Exploring the link between institutional pressures and environmental management systems effectiveness: An empirical study. *J. Environ. Manage.* 183: 647-656.

- Daily, B.F. and Huang, S.C., 2001. Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management. *Int. J. Oper. Prod. Man.* 21(12): 1539-1552.
- Elkington, J., 1998. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of the 21st Century*, New Society Publishers, Stoney Creek, CT.
- EMAS Registry, 2021. European Commission. Published Organizations. <https://webgate.ec.europa.eu/emas2/public/registration/list>. Ημερομηνία τελευταίας προσπέλασης: 9/6/2021.
- Ferrón-Vilchez, V., 2016. Does symbolism benefit environmental and business performance in the adoption of ISO 14001?. *J. Environ. Manage.* 183: 882-894.
- Hillary, R., Thornes, S., 1994. *The Eco - Management and Audit Scheme: A Practical Guide*.
- Höjer, M., Ahlroth, S., Dreborg, K.H., Ekvall, T., Finnveden, G., Hjelm, O., Hochschorner, E., Nilsson, M. and Palm, V., 2008. Scenarios in selected tools for environmental systems analysis. *J. Clean. Prod.* 16(18): 1958-1970.
- Καρατζόγλου, Β., Σαρτζετάκης, Ε. και Τζαναβάρας, Χ., 2005. Ανάπτυξη και Εφαρμογή Συστήματος Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Heleco '05, ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005.
- Kurt, R., Gleckman, H., 1998. *ISO 14001 - A Missed Opportunity for Sustainable Global Industrial Development*, London: Earthscan Publications.
- Lagodimos, A.G., Chountalas, P.T. and Chatzi, K., 2007. The state of ISO 14001 certification in Greece. *J. Clean. Prod.* 15(18): 1743-1754.
- Liao, Z., 2018. Environmental policy instruments, environmental innovation and the reputation of enterprises. *J. Clean. Prod.* 171, 1111-1117.
- Mazzi, A., Toniolo, S., Mason, M., Aguiari, F. and Scipioni, A., 2016. What are the benefits and difficulties in adopting an environmental management system? The opinion of Italian organizations. *J. Clean. Prod.* 139: 873-885.
- Merli, R., Preziosi, M. and Ippolito, C., 2016. Promoting Sustainability through EMS Application: A Survey Examining the Critical Factors about EMAS Registration in Italian Organizations. *Sustainability* 8(3): 197.
- Μπέλλος, Δ., Χρήστου, Κ. και Αλεξίου, Π., 2015. Οφέλη από την εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σε Εκπαιδευτικές Μονάδες, Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΠΕΕΚΠΕ, Βόλος 8-10 Μαΐου 2015, http://www.kpe.gr/7_congress/papers/sat_fifth/bellos_et_al.pdf
- Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D., 2019. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustain. Sci.* 14(3): 681-695.
- Sammalisto, K. and Brorson, T., 2008. Training and communication in the implementation of environmental management systems (ISO 14001): a case study at the University of Gävle, Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 16(3): 299-309.
- Sebhatu, S. and Enquist, B., 2007. ISO 14001 as a driving force for sustainable development and value creation. *The TQM Magazine*, 19(5): 468-482.
- Steger, U., 2000. Environmental management systems: empirical evidence and further perspectives. *Eur. Manag. J.* 18(1): 23-37.
- Zorpas, A., 2010. Environmental management systems as sustainable tools in the way of life for the SMEs and VSMEs. *Bioresource Technol.* 101(6): 1544-1557.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ: ΟΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΣΟΣ

Τσιάρας, Στέφανος¹

¹Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος και Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Θεσσαλονίκη, Ζεύξιδος 1, 54622, stsiaras@uth.gr, stefanostsiaras@emt.ihu.gr

Περίληψη

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση είναι μια έννοια που έχει εισχωρήσει δυναμικά στις Επιστήμες του Περιβάλλοντος, όπως και η αειφόρος ανάπτυξη. Κοινός τόπος για τις δύο έννοιες είναι η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, που θεωρείται μετεξέλιξη της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Το δάσος αποτελεί μέρος του φυσικού περιβάλλοντος και οι ανθρώπινες δράσεις και ενέργειες έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον. Βιωματικές δράσεις χρησιμοποιούνται ως εργαλεία Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στις προσχολικές και σχολικές ηλικίες. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των απόψεων παιδιών δημοτικού σχολείου για το δάσος, στο πλαίσιο της υλοποίησης βιωματικής δράσης περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Στην έρευνα συμμετείχαν 162 παιδιά δημοτικού σχολείου του Δήμου Θεσσαλονίκης. Το σύνολο των μαθητριών και μαθητών έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και συμμετείχαν ενεργά στη δράση· θεωρούν το δάσος πολύ σημαντικό για τη ζωή μας, ενώ η ανάγκη προστασίας του κρίνεται επιτακτική.

Λέξεις κλειδιά: δασική πολιτική, περιβαλλοντική πολιτική, περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, βιωματικές δράσεις.

Εισαγωγή

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ) είναι μια έννοια που γεννήθηκε τη δεκαετία 1970 και έκτοτε έχει εισχωρήσει δυναμικά στις Επιστήμες του Περιβάλλοντος. Ως Περιβαλλοντική Εκπαίδευση ορίζεται "η διαδικασία που οδηγεί με την αναγνώριση αξιών και τη διασαφήνιση εννοιών στην ανάπτυξη των ικανοτήτων και των στάσεων που είναι απαραίτητες για την κατανόηση και την εκτίμηση της συσχέτισης ανθρώπου πολιτισμού και γεωφυσικού περιβάλλοντος. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση συνεπάγεται επίσης άσκηση στη διαδικασία λήψης και τη διαμόρφωση ενός κώδικα συμπεριφοράς του κάθε ατόμου ξεχωριστά γύρω από τα προβλήματα που αφορούν στην ποιότητα του περιβάλλοντος" (Euricon Ε.Π.Ε. 2008).

Μια άλλη έννοια που κυριαρχεί στις περιβαλλοντικές επιστήμες ιδιαίτερα ύστερα από τη δημοσιοποίηση της Έκθεσης Μπρούντλαντ το 1987 είναι η αειφόρος ανάπτυξη, η οποία ορίζεται ως "η ανάπτυξη που καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες" (Bruntland 1987). Κοινός τόπος για τις δύο έννοιες είναι η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη που θεωρείται η μετεξέλιξη της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Φλογαΐτη και Λιαράκου 2008). Όσο νωρίτερα εισαχθεί η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στα σχολικά προγράμματα τόσο καλύτερα αποτελέσματα έχει (Πιπερούδη 2020), με την τάση σε παγκόσμιο επίπεδο να θέλει την επαφή των παιδιών με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση ήδη από τη νηπιακή ηλικία (Tsekos κ.α. 2012). Η ΠΕ εισήχθη επίσημα στα σχολικά αναλυτικά προγράμματα στην Ελλάδα το 2001· για το νηπιαγωγείο και τις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου το βασικό εκπαιδευτικό εγχειρίδιο είναι η Μελέτη του Περιβάλλοντος, με το δάσος να είναι ένα από τα βασικά θέματα ενασχόλησης των μικρών μαθητριών και μαθητών (Ηλιοπούλου 2011). Επιπλέον, η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση αποτελεί δραστηριότητα που υλοποιείται στο πλαίσιο της Ευέλικτης Ζώνης ή αποτελεί μέρος κάποιου προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης που υλοποιείται στο σχολείο (Φιλίππου 2020).

Σύμφωνα με μελέτη, οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που υλοποιούν προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην Ελλάδα διακρίνονται για την υψηλή περιβαλλοντική συνείδηση, αλλά παρουσιάζουν έλλειμμα γνώσεων και πληροφόρησης για τα περιβαλλοντικά προβλήματα (Γκαργκαβούζη 2015). Αντίστοιχα αποτελέσματα όσον αφορά στην

υψηλή περιβαλλοντική συνείδηση έδωσε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Ισπανία σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Aznar-Díaz κ.α. 2019). Από την άλλη μεριά, αντίστοιχο έλλειμμα γνώσεων και πληροφόρησης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα εμφανίστηκε σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Μαλαισία (Khalid κ.α. 2011). Έρευνα που διενεργήθηκε σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη Λάρισα κατέδειξε σημαντικό ενδιαφέρον των μαθητών για το περιβάλλον, αν και υπάρχει ανάγκη για περισσότερη και πιο παγιωμένη περιβαλλοντική εκπαίδευση εντός σχολείου, αλλά και για κίνητρα από εξωσχολικές παράγοντες όπως η οικογένεια και η κοινωνικοποίηση (Ntanos κ.α. 2018).

Η πρόσφατη πανδημία Covid 19 δημιούργησε σημαντικά προβλήματα στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, καθώς πολλές σχετικές δράσεις αλλά και προγράμματα δεν πραγματοποιήθηκαν λόγω των περιοριστικών μέτρων. Έτσι, οι εκπαιδευτικοί στην Ελλάδα από τον Μάρτιο 2020 έπρεπε να αξιοποιήσουν τα εργαλεία εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και να οργανώσουν δράσεις περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (Πούλιος 2020). Έρευνα του 2008 καταλήγει ότι οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν ότι η χρήση των τεχνολογιών είναι αναπόσπαστο κομμάτι της δουλειάς του εκπαιδευτικού για οποιοδήποτε μάθημα, πόσο μάλλον για την περιβαλλοντική εκπαίδευση (Λουμπαρδιά 2008). Τα ψηφιακά παιχνίδια μάθησης είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Ψώνης 2017). Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (augmented reality), εξάλλου, θα μπορούσαν να έχουν καλά αποτελέσματα σε περιβαλλοντικά θέματα και στην περιβαλλοντική εκπαίδευση (Ρούσσου 2015). Βέβαια, η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι δύσκολο να εμπεδωθεί σωστά αποκλειστικά με μεθόδους εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, όσο καινοτόμες κι αν είναι, και είναι φυσικά προτιμότερο να γίνεται στη φύση, όπου οι μαθητές έχουν άμεσες βιωματικές εμπειρίες (Κουρούνης 2011). Άλλωστε, η επαφή με τη φύση σε δράσεις περιβαλλοντικής εκπαίδευσης οδηγεί σε ισχυρότερο δεσμό των παιδιών με τη φύση και γενικότερα στην ψυχική υγεία των παιδιών (Pirchio κ.α. 2021). Στη Σουηδία έχουν προσθέσει τα τελευταία χρόνια τη χρήση δασικών κήπων ως εργαλείο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης με πολύ καλά αποτελέσματα, παρέχοντας την ευκαιρία στα παιδιά για απόκτηση νέων δεξιοτήτων, ενώ δίνεται η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με άλλα παιδιά αντίστοιχης ηλικίας και η αίσθηση ότι αποτελούν μέλη ενός συνόλου (Almers κ.α. 2018).

Το δάσος αποτελεί μέρος του φυσικού περιβάλλοντος και οι ανθρώπινες δράσεις και ενέργειες έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον. Η σωστή ενημέρωση των πολιτών για την κοινωνική αποστολή του δάσους και της σημασίας του για την επιβίωση του ανθρώπινου είδους και τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος είναι επιτακτική (Παπασταύρου 2006) και ο ρόλος της δασικής πολιτικής είναι να προτείνει νέους τρόπους για την ανάπτυξη φιλοδασικής συνείδησης. Τα τελευταία χρόνια πέρα από τους κλασικούς/συνηθισμένους τρόπους ανάπτυξης φιλοδασικής συνείδησης, όπως για παράδειγμα τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, οι ομιλίες σε ομάδες στόχους, η δημιουργία ειδικών μαθημάτων σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και τα ενημερωτικά φυλλάδια (Παπασταύρου 2006), χρησιμοποιούνται επίσης πιο σύγχρονες τεχνικές όπως είναι τα Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης και οι βιωματικές δράσεις στις προσχολικές και στις σχολικές ηλικίες. Η Γαλάνη (2017) παρουσίασε στο πλαίσιο μεταπτυχιακού προγράμματος διπλωματική εργασία με τίτλο: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Δασικό Οικοσύστημα: Μία δημιουργική εκπαιδευτική πρόταση για παιδιά των πρώτων τάξεων του Δημοτικού, επικεντρωμένη στο δασικό οικοσύστημα, η οποία έχει ως βασικό σκοπό την κατανόηση των λειτουργιών του δασικού οικοσυστήματος και βασίζεται στην αξιοποίηση της τέχνης, όπως το θέατρο (με τις μορφές θεατρικού παιχνιδιού, παντομίμας, δραματοποίησης κλπ), η ζωγραφική, η φωτογραφία και τα κόμικς.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των απόψεων παιδιών δημοτικού σχολείου για το δάσος στο πλαίσιο της υλοποίησης βιωματικής δράσης περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Υλικά και Μέθοδοι

Το βασικό μεθοδολογικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία ήταν το ερωτηματολόγιο. Στη δράση, που πραγματοποιήθηκε τα έτη 2017 και 2018, συμμετείχαν 162 μαθήτριες και μαθητές Ε' και ΣΤ' τάξης από 7 σχολεία του Δήμου Θεσσαλονίκης. Η δράση πραγματοποιήθηκε είτε στον χώρο του σχολείου, εντός της τάξης ή άλλου χώρου που παραχωρήθηκε από τη Διεύθυνση του σχολείου ή στον χώρο της Κεντρικής Παιδικής Βιβλιοθήκης του Δήμου Θεσσαλονίκης. Οι μαθήτριες και οι μαθητές αρχικά παρακολούθησαν την παρουσίαση με θέμα "Μαθαίνω για το δάσος" (Σχήμα 1), κατά τη διάρκεια της οποίας παρακολούθησαν εκπαιδευτικά βίντεο, είδαν εικόνες,

συζήτησαν για το δάσος και τις ωφέλειές του και στο τέλος της δράσης έπαιξαν ένα παιχνίδι σε ομάδες με σκοπό την ευαισθητοποίησή τους για την προστασία των δασών. Οι παρουσιάσεις που πραγματοποιούνταν σε χώρους σχολείων είχαν διάρκεια περίπου μίας εκπαιδευτικής ώρας (45 λεπτών), ενώ οι παρουσιάσεις που γίνονταν στην Κεντρική Παιδική Βιβλιοθήκη είχαν μεγαλύτερη διάρκεια, καθώς οι μαθήτριες και οι μαθητές γνώριζαν επιπρόσθετα τον χώρο της βιβλιοθήκης και έρχονταν σε επαφή με βιβλία σχετικά με το δάσος. Οι δράσεις είχαν εθελοντικό χαρακτήρα και προέκυψαν ύστερα από επαφές του συγγραφέα με σχολεία της Θεσσαλονίκης στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης από το δημοτικό.



Σχήμα 1. Ενδεικτική παρουσίαση της δράσης
Figure 1. Example of a presentation during the action

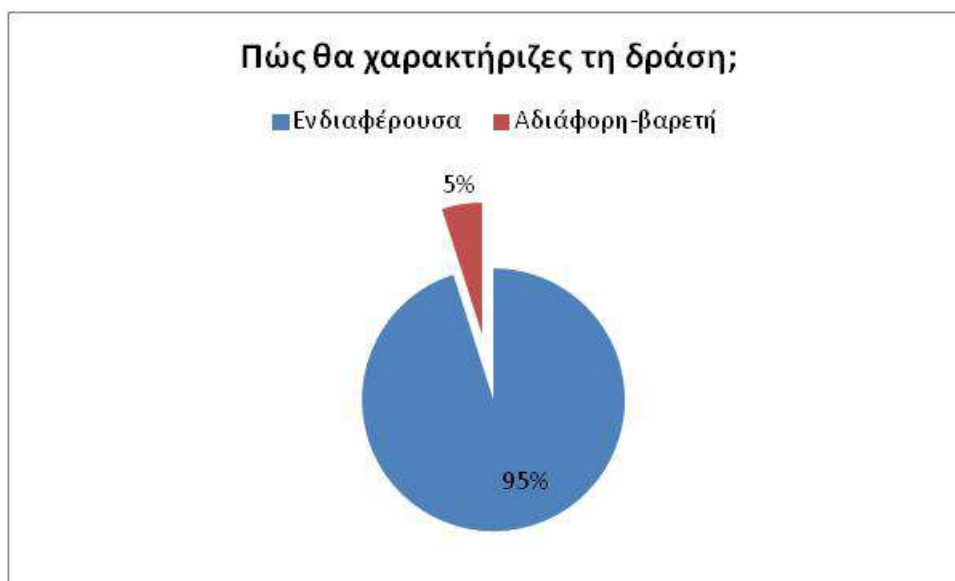
Η δράση εμπεριέχει πολλά διαδραστικά στοιχεία αποφεύγοντας τη δασκαλοκεντρική προσέγγιση, καθώς η χρήση εκπαιδευτικού υλικού όπως εικόνες, βίντεο, ακόμη και κόμικς συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της γνώσης σε θέματα περιβάλλοντος από τους μαθητές (Richter κ.α. 2015).

Τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα και σύντομα, μόλις δέκα ερωτήσεις σε μία σελίδα, προσαρμοσμένες στο γνωστικό επίπεδο των παιδιών.

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.

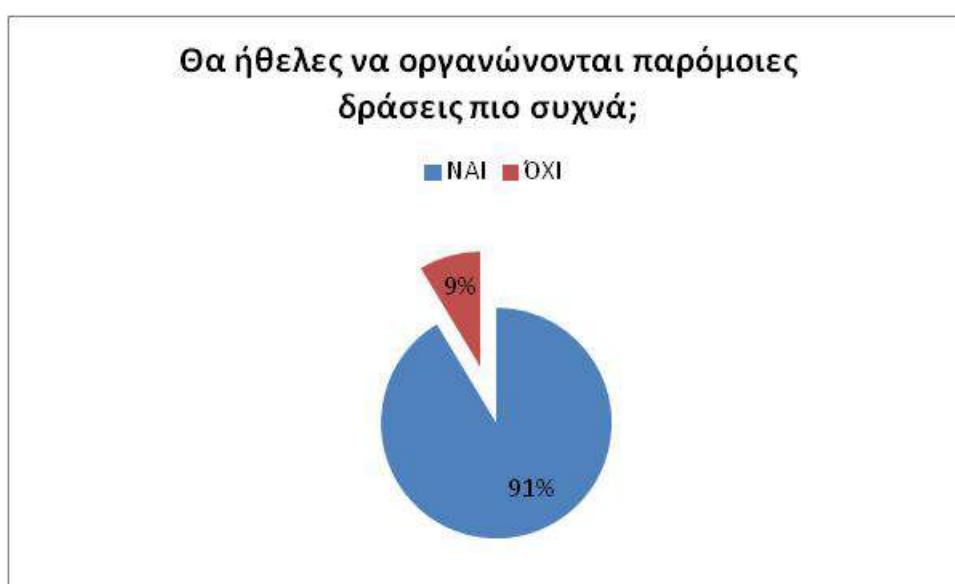
Αποτελέσματα

Στη συνέχεια της εργασίας παρουσιάζονται με τη μορφή σχημάτων τα σπουδαιότερα ευρήματα της έρευνας. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Πώς θα χαρακτήριζες τη δράση"; Η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών απάντησε ότι βρήκε τη δράση ενδιαφέρουσα και μόλις το 5% απάντησε ότι η δράση ήταν αδιάφορη ή βαρετή.



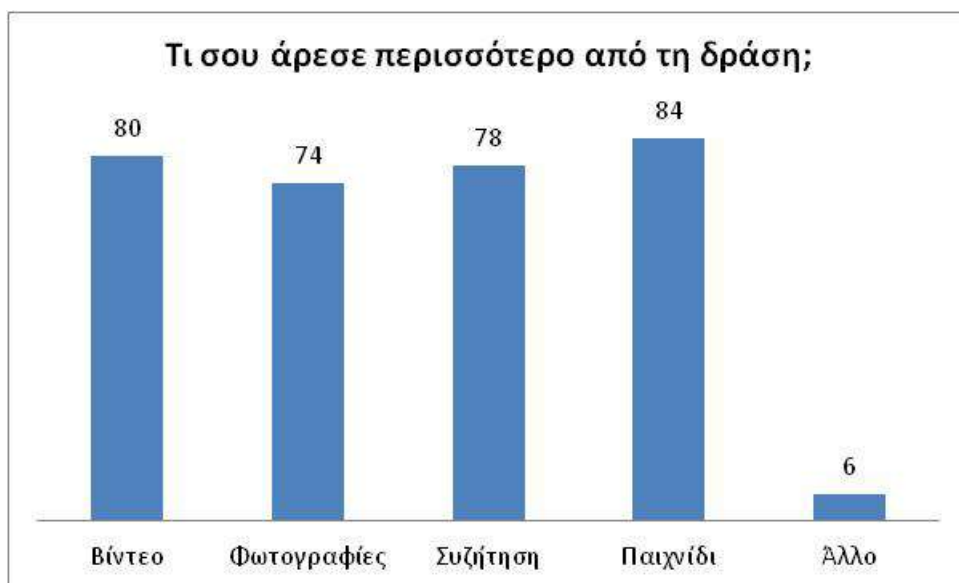
Σχήμα 2. Πώς θα χαρακτήριζες τη δράση;
Figure 2. Opinion about the action "How you would describe the action?"

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Θα ήθελες να οργανώνονται παρόμοιες δράσεις πιο συχνά;". Περισσότερες από τις 9 στις 10 απαντήσεις ήταν ότι θετικές και τα παιδιά θα ήθελαν να διοργανώνονται παρόμοιες δράσεις από το σχολείο πιο συχνά.



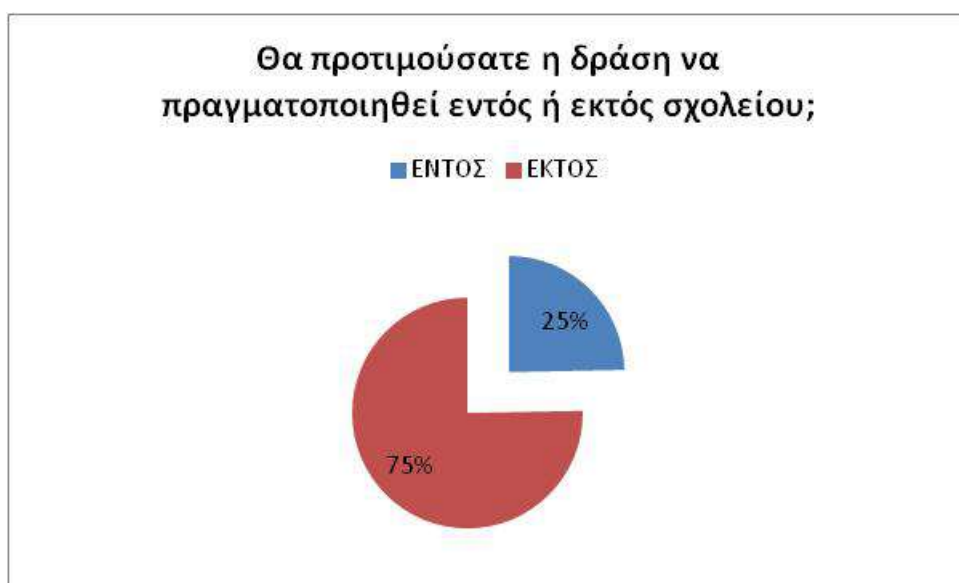
Σχήμα 3. Θα ήθελες να οργανώνονται παρόμοιες δράσεις πιο συχνά;
Figure 3. Would you like similar actions to be organized more often?

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Τι σου άρεσε περισσότερο από τη δράση;". Στη συγκεκριμένη ερώτηση υπήρχε η δυνατότητα επιλογής περισσότερων απαντήσεων και από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι απαντήσεις μοιράστηκαν σε τέσσερις επιλογές. Έτσι, τα περισσότερα παιδιά απάντησαν ότι τους άρεσε περισσότερο το παιχνίδι (52% των ερωτώμενων) και ακολούθησαν οι επιλογές βίντεο (49%), συζήτηση (48%) και φωτογραφίες (46%).



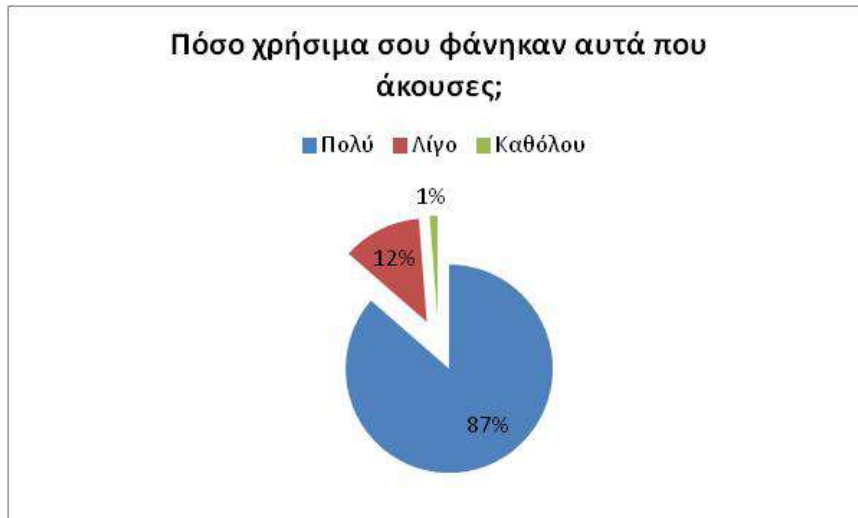
Σχήμα 4. Τι σου άρεσε περισσότερο από τη δράση;
Figure 4. What did you most like during the action?

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Θα προτιμούσατε η δράση να πραγματοποιηθεί εντός ή εκτός σχολείου". 3 στα 4 παιδιά απάντησαν ότι προτιμούν παρόμοιες δράσεις να πραγματοποιούνται σε χώρους εκτός σχολείου. Το ιδανικό βέβαια θα ήταν να μπορούσε η συγκεκριμένη δράση να πραγματοποιηθεί σε εξωτερικό χώρο. Είναι κάτι που θα εξεταστεί μελλοντικά και σίγουρα η πανδημία Covid είχε καταλυτική επίδραση στο να αναζητηθούν τρόποι πραγματοποίησης της δράσης αποκλειστικά σε εξωτερικούς χώρους.



Σχήμα 5. Προτίμηση χώρου διεξαγωγής δράσης
Figure 5. "Where do you prefer such actions to take place?"

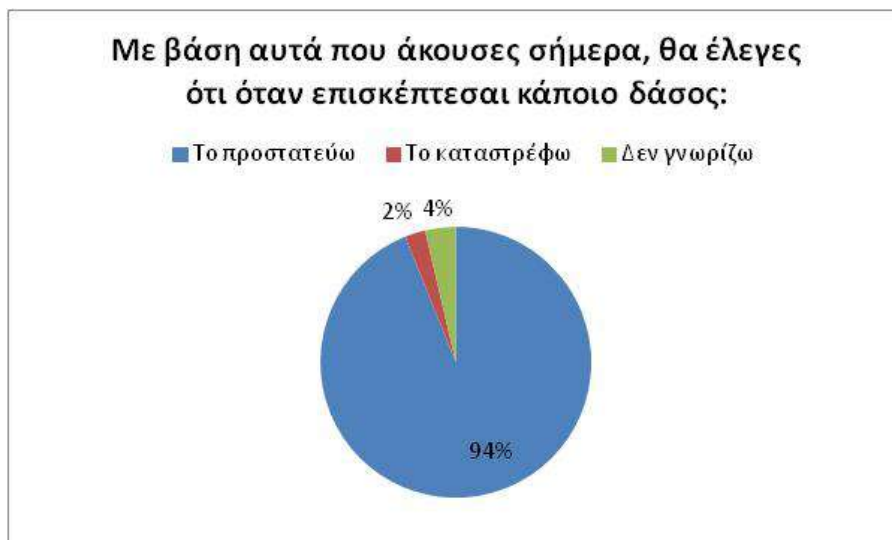
Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Πόσο χρήσιμα σου φάνηκαν αυτά που άκουσες κατά τη διάρκεια της δράσης;". Σχεδόν 9 στις 10 απαντήσεις ήταν "Πολύ", ενώ μόλις 2 παιδιά σε σύνολο 162 (ποσοστό 1%) απάντησε "Καθόλου" στη συγκεκριμένη ερώτηση.



Σχήμα 6. Πόσο χρήσιμα σου φάνηκαν αυτά που άκουσες;
Figure 6. "Rate how useful were what you hear during the action"

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύνολο των παιδιών (100%) απάντησε ότι το δάσος 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 83% των παιδιών δήλωσε χαρούμενο μετά το τέλος της δράσης, το 13% ότι αισθάνεται ουδέτερα, ενώ μόλις το 4% δήλωσε ότι αισθάνεται λυπημένο, αλλά η αιτιολογία είναι ότι ήθελαν να διαρκέσει περισσότερο η δράση.

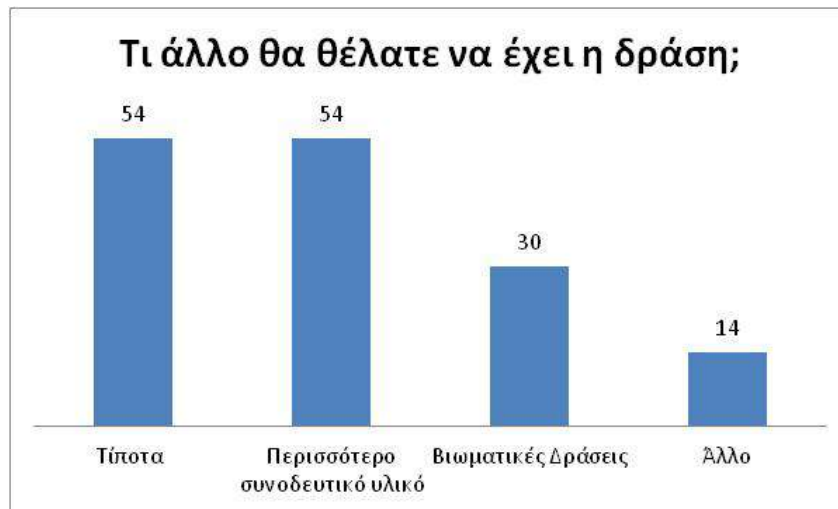
Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Με βάση αυτά που άκουσες σήμερα, θα έλεγες ότι όταν επισκέπτεσαι κάποιο δάσος τι κάνεις;". Οι επιλογές ήταν α) Το προστατεύω, β) το καταστρέφω, γ) δεν γνωρίζω. Το 94% των παιδιών που πήραν μέρος στη δράση απάντησε ότι το προστατεύει, ενώ μόλις το 2% απάντησε ότι το καταστρέφει. Το 4% των παιδιών απάντησε ότι δεν γνωρίζει.



Σχήμα 7. Τι θεωρείς ότι προκαλείς στο δάσος όταν το επισκέπτεσαι;
Figure 7. "What is the outcome of your visit in the forest?"

Στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι απαντήσεις στην ερώτηση "Τι άλλο θα θέλατε να έχει η δράση;". Στη συγκεκριμένη ερώτηση υπήρχε η δυνατότητα επιλογής περισσότερων απαντήσεων και από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι δύο απαντήσεις που συγκέντρωσαν την προτίμηση των περισσότερων παιδιών (54) ήταν η απάντηση περισσότερο συνοδευτικό υλικό που περιελάμβανε περισσότερα βίντεο, παιχνίδι, φωτογραφίες, συζήτηση κλπ και η απάντηση "τίποτα". Αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη ερώτηση ήταν ανοιχτού τύπου, επομένως οι απαντήσεις των παιδιών ήταν αυθόρμητες.

Ακολούθησε με 30 απαντήσεις η επιλογή "περισσότερες βιωματικές δράσεις", ενδεικτικό της ανάγκης των παιδιών για τέτοιου τύπου δράσεις.



Σχήμα 8. Τι άλλο επιπλέον θα θέλατε να έχει η δράση;
Figure 8. What else would you like to be included in the action?

Συζήτηση-Συμπεράσματα

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 προστασίας του δάσους. Το παιχνίδι είναι το πιο σημαντικό κομμάτι της συγκεκριμένης δράσης, ακριβώς επειδή ο βιωματικός του χαρακτήρας επιτρέπει στα παιδιά να υιοθετήσουν θετική στάση για την προστασία των δασών. Επίσης εμπλούτισαν τις γνώσεις τους σχετικά με το δασικό οικοσύστημα και τις λειτουργίες του, ενώ απέκτησαν τη δεξιότητα να μπορούν να κρίνουν αν μια δραστηριότητα στο δάσος έχει θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο μέσα από τη συζήτηση κατά την παρουσίαση σχετικών φωτογραφιών.

Η δράση φιλοδοξεί να αποτελέσει αφετηρία αρκετών παρόμοιων δράσεων και ήδη βρίσκεται σε εξέλιξη μία παρόμοια εθελοντική δραστηριότητα με τίτλο "Μαθαίνω για το νερό".

Abstract

Environmental Education is a concept that has entered dynamically the Environmental Sciences, as has the concept of sustainable development. The common ground to both concepts is the Education for Sustainable Development, which is considered as an evolution of Environmental Education. Forest is part of the natural environment and human actions have an impact on the environment. Experiential actions are used as Environmental Education tools in preschool and school ages. The aim of the paper is to investigate views of primary school students about forests, within the implementation of an environmental education experiential action. 162 pupils from primary schools of Thessaloniki Municipality took part in the research. The participants showed increased interest in the action, participating actively. Forests are of extremely importance to the pupils, while they consider the need for their protection as imperative.

Βιβλιογραφία

- Almers, E., Askerlund, P. and Kjellström, S., 2018. Why forest gardening for children? Swedish forest garden educators' ideas, purposes, and experiences. *J. Environ. Educ.* 49(3): 242-259.
- Aznar-Díaz, I., Hinojo-Lucena, F.J., Cáceres-Reche, M.P., Trujillo-Torres, J.M. and Romero-Rodríguez, J.M., 2019. Environmental attitudes in trainee teachers in primary education. The future of biodiversity preservation and environmental pollution. *Int. J. Env. Res. Pub. He.* 16(3): 362.
- Brundtland, G.H., 1987. Brundtland Report. Our common future. *Comissão Mundial* 4(1): 17-25.

Γαλάνη, Ε., 2017. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Δασικό Οικοσύστημα: Μία δημιουργική εκπαιδευτική πρόταση για παιδιά των πρώτων τάξεων του Δημοτικού επικεντρωμένη στο δασικό οικοσύστημα. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών. Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού.

Γκαργκαβούζη, Α., 2015. Διερεύνηση της περιβαλλοντικής συνείδησης των Ελλήνων εκπαιδευτικών που διδάσκουν Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυοπονίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος. Σελ. 185.

Euricon Ε.Π.Ε., 2008. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Οργανισμός Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών. Σελ. 139.

Ηλιοπούλου, Ι., 2011. Αντιλήψεις παιδιών Νηπιαγωγείου και Γ' Τάξης Δημοτικού για διάφορες διαστάσεις περιβαλλοντικών θεμάτων όπως: Το Δάσος, Τα Απορρίμματα, Η Ρύπανση Αέρα και Θάλασσας και η Κατανάλωση Νερού και Ηλεκτρικής Ενέργειας. Δημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Σελ. 240.

Khalid, I.L., Harun, R., Muda, A. and Ismail, I.A., 2011. Level of knowledge on environmental issues and environmental education of primary schools headmasters in Kuala Lumpur, Malaysia. *World Applied Sciences Journal* 14: 97-100.

Κουρούνης, 2011. Υπαίθρια Εκπαίδευση και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών. Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού. Σελ. 114.

Λουμπαρδιά, Ε. 2008. Εκπαιδευτικές εφαρμογές στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Τμήμα Διδακτικής της Τεχνολογίας των Ψηφιακών Συστημάτων. Σελ. 182.

Ntanos, S., Kyriakopoulos, G. L., Arabatzis, G., Palios, V. and Chalikias, M., 2018. Environmental behavior of secondary education students: A case study at central Greece. *Sustainability* 10(5): 1663.

Παπασταύρου, Α., 2006. Δασική Πολιτική. Τεύχος Α'. Εκδόσεις Πήγασος. Θεσσαλονίκη.

Πιπερούδη, Σ., 2020. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Ευρώπη. Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Σχολή Οικονομικών, Επιχειρηματικών και Διεθνών Σπουδών. Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών. Σελ. 49.

Πούλιος, Ι., 2020. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση στην εποχή της εξ αποστάσεως μάθησης. *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία* 2(2): 56-71.

Pirchio, S., Passiatore, Y., Panno, A., Cipparone, M. and Carrus, G., 2021. The Effects of Contact With Nature During Outdoor Environmental Education on Students' Wellbeing, Connectedness to Nature and Pro-sociality. *Front. Psychol.* 12: 648458.

Richter, T., Rendigs, A. and 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.

Ρούσσου, Μ., 2015. Σχεδιασμός βιωματικών μαθησιακών σεναρίων επαυξημένης πραγματικότητας με εφαρμογή στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών. Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού. Σελ. 65.

Tsekos, C.A., Christoforidou, E.I. and Tsekos, E.A., 2012. Planning an Environmental Education Project for Kindergarten under the Theme of the Forest. *Rev. Eur. Stud.* 4: 111.

Φιλίππου, Α., 2020. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στη Φινλανδία και την Ελλάδα: Συγκλίσεις και Αποκλίσεις. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών. Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού. Σελ. 103.

Φλογαϊτή, Ε. και Λιαράκου, Γ., 2008. Η έρευνα στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Ψώνης, Χ., 2017. Παιχνίδια μάθησης, Ανάπτυξη και εφαρμογή στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Σελ. 202.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 13 ΚΑΙ 15

Τσιουτσιουρήγας, Δημήτριος¹; Τσιάρας, Στέφανος²; Ράπτης Δημήτριος³

¹Φοιτητής, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, tsioutsourigasd@gmail.com

²Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος και Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, stefanostsiaras@emt.ihu.gr, stsiaras@uth.gr

³Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, d_rapt@for.ihu.gr

Περίληψη

Η υιοθέτηση της Ατζέντας 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη από όλα τα κράτη μέλη των Ηνωμένων Εθνών και η ανακοίνωση των 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης το 2015 είναι το πιο πρόσφατο ορόσημο για την επίτευξη της βιωσιμότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο σκοπός της εργασίας είναι να αξιολογηθεί η επίδοση της Ελλάδας σε σχέση με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης 13 (Δράση για το Κλίμα) και 15 (Ζωή στη Στεριά) μελετώντας αντιπροσωπευτικούς δείκτες παρακολούθησης βιώσιμης ανάπτυξης οι οποίοι ανήκουν σε συγκεκριμένο στόχο βιώσιμης ανάπτυξης. Πραγματοποιήθηκε μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας και έγινε στατιστική επεξεργασία δεδομένων που προήλθαν από την Ευρωπαϊκή Στατιστική αρχή και αφορούν τους συγκεκριμένους δείκτες. Όπως διαπιστώθηκε από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, η Ελλάδα έχει καταφέρει να βελτιώσει σημαντικά τις επιδόσεις της στον ΣΒΑ 13. Όσον αφορά τον ΣΒΑ 15 η Ελλάδα είναι από τις αρκετά προνομιούχες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο ποσοστό δασικής έκτασης, καθώς η μισή περίπου έκταση της χώρας καλύπτεται από δάση και δασικές εκτάσεις.

Λέξεις κλειδιά: Ατζέντα 2030, Δάση, Κλιματική αλλαγή, Αειφόρος ανάπτυξη, Δασική Πολιτική.

Εισαγωγή

Το πιο πρόσφατο ορόσημο για την επίτευξη της βιωσιμότητας σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η υιοθέτηση της Ατζέντας 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη από όλα τα κράτη μέλη των Ηνωμένων Εθνών και η ανακοίνωση των 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) το 2015. Οι Στόχοι της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals-SDGs) αντικατέστησαν τους Στόχους Ανάπτυξης της Χιλιετίας (Millennium Development Goals-MDGs) δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στην περιβαλλοντική διάσταση της βιωσιμότητας (Caballero 2019).

Σύμφωνα με την αναφορά (report) του Γενικού Γραμματέα των Ηνωμένων Εθνών με τίτλο "Πρόοδος για τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης" (UN 2020a), οι δασικές εκτάσεις μειώνονται και αρκετά είδη απειλούνται με εξαφάνιση, όμως η κατάσταση είναι δυνατόν να αντιστραφεί επενδύοντας στην αειφορική διαχείριση των δασών και στην ενίσχυση της νομοθεσίας για την προστασία της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων. Η διαχείριση των δασών σχετίζεται με τουλάχιστον 8 από τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, αλλά κυρίως με τον ΣΒΑ 15 "Ζωή στη στεριά" επειδή τα δάση προστατεύουν τη βιοποικιλότητα (Koulelis κ.α. 2020), αποτελούν ασπίδα απέναντι στην κλιματική αλλαγή και προλαμβάνουν την υποβάθμιση του εδάφους (Mahari κ.α. 2020). Επιπρόσθετα, ο ΣΒΑ 15 έχει ισχυρή συσχέτιση με τα δάση ο ρόλος των οποίων είναι προεξέχων για την επιτυχία της Ατζέντας 2030 δεδομένου ότι θα κινητοποιηθούν συνέργειες με άλλους ΣΒΑ και θα τεθούν ξεκάθαρες προτεραιότητες (Timko κ.α. 2018). Ο Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης 13 "Δράση για το Κλίμα" προσφέρεται για συνέργειες με τον ΣΒΑ 15, καθώς τα δάση είναι το πλέον δημοφιλές όπλο στη μάχη ενάντια στην κλιματική αλλαγή, χωρίς πάντως οι δυνατότητές τους να είναι απεριόριστες (Popkin 2019), κυρίως επειδή απορροφούν δισεκατομμύρια τόνους CO₂ κάθε χρόνο σε παγκόσμιο επίπεδο (Canadell και Raupach 2008).

Η πρόοδος για την εκπλήρωση των Στόχων Βιώσιμης ανάπτυξης παρακολουθείται από συγκεκριμένους επιμέρους στόχους (targets) και δείκτες (indicators). Για τον ΣΒΑ 15 "Ζωή στη Στεριά"

για παράδειγμα χρησιμοποιείται ο δείκτης 15.3.1. (ποσοστό εδάφους που έχει υποβαθμιστεί σε σχέση με τη συνολική επιφάνεια του εδάφους) προκειμένου να ανακόψει την υποβάθμιση του εδάφους· για τον συγκεκριμένο δείκτη παίζουν πολύ σημαντικό οι παρατηρήσεις του εδάφους μέσω δορυφορικών συστημάτων (Giuliani κ.α. 2020).

Η απώλεια δασικών εκτάσεων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της πανίδας των δασών, γεγονός που υπονομεύει την επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (Krause και Tilker 2021). Από την άλλη μεριά τα δάση και ειδικά τα δασικά οικοσυστήματα των βουνών σχετίζονται με πολλούς Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης και εμφανίζουν μεγάλη δυναμική για την επίτευξη των ΣΒΑ. Για παράδειγμα τα δάση των βουνών παρέχουν ευκαιρίες για την ενίσχυση του εισοδήματος των ορεινών περιοχών, συνεισφέροντας στην ελάττωση της φτώχειας (Gratzer και Keeton 2017). Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με το δάσος όπως η παραγωγή πέλλετ (pellets) δημιουργεί θετικά αποτελέσματα για τον ΣΒΑ 15 (Kline κ.α. 2021).

Ο σκοπός της εργασίας είναι να αξιολογηθεί η επίδοση της Ελλάδας σε σχέση με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης 13 (Δράση για το Κλίμα) και 15 (Ζωή στη Στεριά) μελετώντας αντιπροσωπευτικούς δείκτες παρακολούθησης βιώσιμης ανάπτυξης οι οποίοι ανήκουν σε συγκεκριμένο στόχο βιώσιμης ανάπτυξης.

Υλικά και Μέθοδοι

Για τη συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας για τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης και ειδικότερα για τους ΣΒΑ 13 και 15. Η εργασία εστιάζει στον δείκτη "Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου" για τον ΣΒΑ 13 και στον δείκτη "Ποσοστό δασικής έκτασης" για τον ΣΒΑ 15, επειδή οι συγκεκριμένοι δείκτες σχετίζονται με τα δάση. Τα αριθμητικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, προήλθαν από την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (Eurostat).

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε στο Microsoft Excel και στη στατιστική γλώσσα προγραμματισμού Rstudio. Η οπτικοποίηση μερικών δεδομένων έγινε με τη χρήση του προγράμματος επεξεργασίας γεωγραφικών πληροφοριών QGIS, και τα διαγράμματα δημιουργήθηκαν με τη στατιστική γλώσσα προγραμματισμού Rstudio. Οι προβλέψεις για τις μελλοντικές τιμές έγιναν με τη μέθοδο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης της μαθηματικής μορφής $y=a+bx$ και της λογαριθμικής παλινδρόμησης της μορφής $y=a+b*\ln(x)$. Στη συνέχεια βρέθηκε το σφάλμα της παλινδρόμησης και πραγματοποιήθηκε t-test για την επιλογή της στατιστικά ορθότερης υπόθεσης.

Αποτελέσματα

Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (δείκτης του ΣΒΑ 13) για την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα την περίοδο 2009-2019. Για τον συγκεκριμένο δείκτη δεν υπάρχει μονάδα μέτρησης, αλλά έχει οριστεί από τη Eurostat η τιμή 100 για το έτος βάσης 1990. Είναι προφανές ότι τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) επιδιώκουν να μειώσουν τη συγκεκριμένη τιμή με την πάροδο των ετών. Στην αρχή της περιόδου (έτος 2009) η διαφορά ανάμεσα στην Ελλάδα και στον μέσο όρο των κρατών μελών της ΕΕ για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ήταν πάνω από 38 μονάδες. Στο τέλος της περιόδου η αντίστοιχη διαφορά έχει μειωθεί στις 9 μονάδες, δείγμα της μεγάλης προόδου που είχε η Ελλάδα στον συγκεκριμένο δείκτη. Συνολικά την περίοδο 2009-2019 η Ελλάδα έχει μειώσει τον δείκτη εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 36,8 μονάδες, ενώ η αντίστοιχη μείωση στο σύνολο της ΕΕ είναι 7,7 μονάδες.

Πίνακας 1. Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή ένωση και την Ελλάδα (Πηγή: Eurostat 2021)
Table 1. Greenhouse Gas Emissions in European union and Greece (Source: Eurostat 2021)

Έτη	Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου		
	Greenhouse Gas Emissions		
	EU	GR	Διαφορά
2009	81,8	119,9	38,1
2010	84,1	113,9	29,8
2011	81,9	111,1	21,2
2012	80,1	107,7	27,6

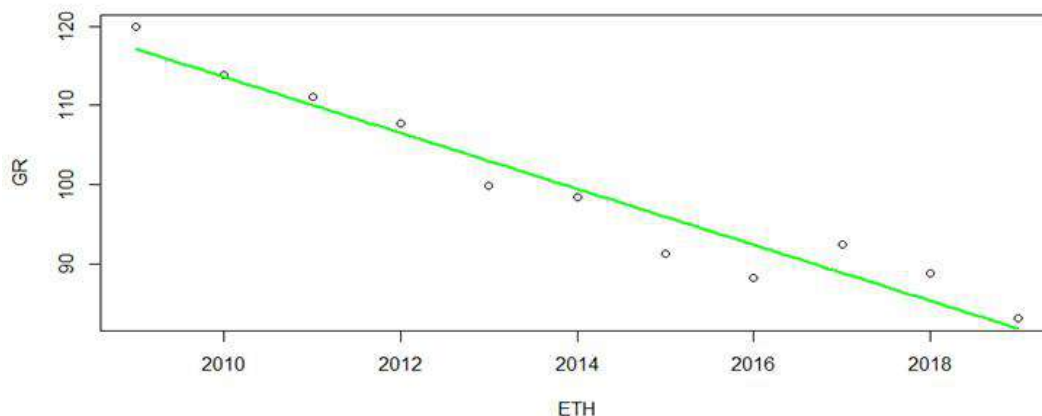
Έτη	Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου		
	Greenhouse Gas Emissions		
2013	78,3	99,9	21,6
2014	75,8	98,4	22,6
2015	77,1	91,3	14,2
2016	77,3	88,2	10,9
2017	78,9	92,4	13,5
2018	77	88,8	11,8
2019	74,1	83,1	9

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι προβλέψεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα για την περίοδο 2020-2025. Η γραμμική παλινδρόμηση έδωσε αποτέλεσμα $R^2 = 0,9408$ και η λογαριθμική $R^2=0,941$ (Πίνακας 2). Και στις δυο μεθόδους που ακολουθηθήκαν το R^2 είναι πολύ κοντά στη μονάδα (1) που υποδηλώνει ότι η σχέση είναι σχεδόν τέλεια γραμμική και μπορεί να εκφράσει το 94% των δεδομένων καθώς όπως παρατηρείται και στο Σχήμα 1 η γραμμή της τάσης της εξίσωσης σχεδόν συμπίπτει με τα δεδομένα. Θα πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι δεν μπορεί να απορριφθεί καμία από τις υποθέσεις λόγω της υψηλής τιμής του p -value = 0.94 στο t -test. Τα σφάλματα τα οποία υπολογίσθηκαν κυμαίνονται στο 0,19 για τη γραμμική παλινδρόμηση και 0,59 στη λογαριθμική. Αξίζει να σημειωθεί ότι ιδίως στη γραμμική παλινδρόμηση οι αποκλίσεις που αναμένονται είναι αρκετά χαμηλές λόγω της μικρής τιμής του σφάλματος. Όπως προκύπτει από τα R^2 και το p -value, τα αποτελέσματα είναι στατιστικά σημαντικά και δεν βασίζονται σε τυχαίους παράγοντες.

Πίνακας 2. Προβλέψεις Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου στην Ελλάδα
Table 2. Greenhouse Gas Emissions forecast in Greece

Έτη	Προβλέψεις Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου	
	Greenhouse Gas Emissions forecast	
	Γραμμική Παλινδρόμηση	Λογαριθμική Παλινδρόμηση
2020	78,31	78,01
2021	74,78	74,49
2022	71,25	70,98
2023	67,72	67,46
2024	64,19	63,95
2025	60,67	60,44

Η Ελλάδα προβλέπεται να κατεβάσει αισθητά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στην επόμενη πενταετία σε αρκετά καλό επίπεδο (Σχήμα 1) μειώνοντας περαιτέρω την απόσταση από τον μέσο όρο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Και οι δύο μέθοδοι πρόβλεψης έδωσαν τιμή για το έτος 2025 κοντά στις 60 μονάδες, γεγονός που αν επαληθευθεί θα σημαίνει ότι η Ελλάδα θα έχει επιτύχει μείωση 13 μονάδων στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέσα σε μια πενταετία.

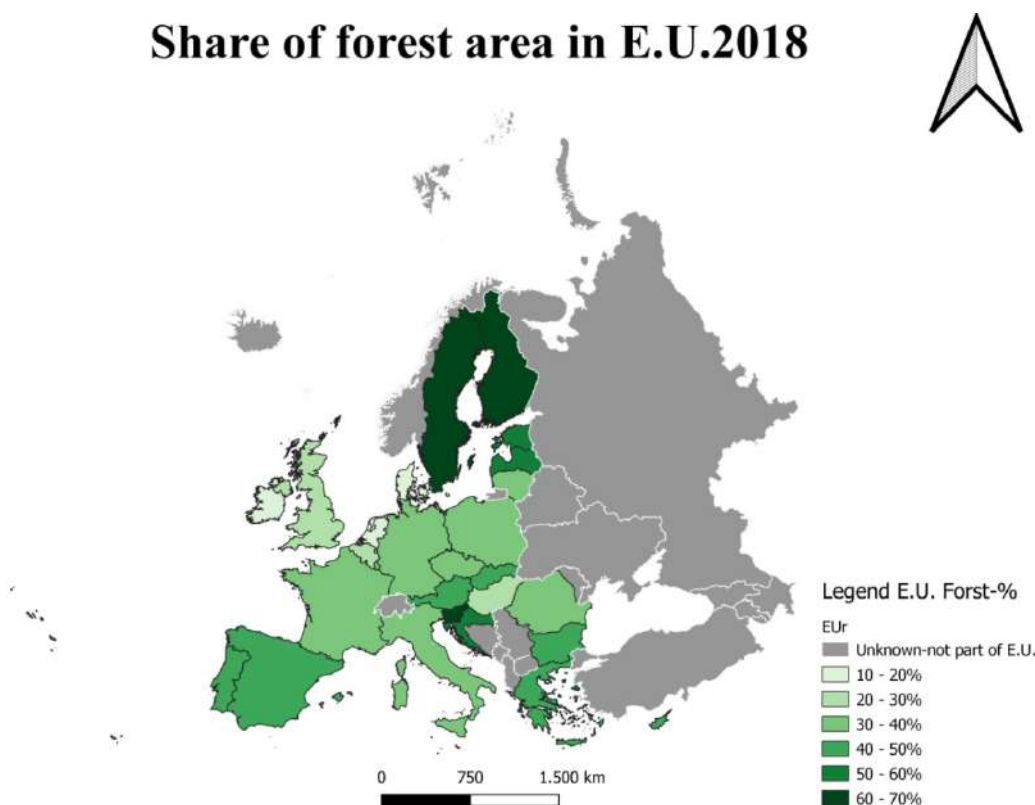


Σχήμα 1. Γραμμικό μοντέλο Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου στην Ελλάδα
 Figure 1. Linear mode of Greenhouse Gas Emissions in Greece

Ποσοστό δασικής έκτασης στη συνολική έκταση της χώρας

Στο Σχήμα 2 απεικονίζονται τα ποσοστά των δασικών εκτάσεων (δείκτης για τον ΣΒΑ 15) στην Ευρωπαϊκή Έτος για το έτος 2018. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η πλέον δασωμένη χώρα για το έτος 2018 είναι η Φιλανδία με ποσοστό 69,9% δασών και δασικών εκτάσεων και ακολουθούν η Σουηδία με ποσοστό 67% και η Σλοβενία με 62,5%. Χώρες με υψηλό ποσοστό δασοκάλυψης είναι επίσης η Εσθονία, η Λετονία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Κροατία. Η Ελλάδα βρίσκεται στη δεκάτη θέση της λίστας των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με ποσοστό 47,5% και η Κύπρος βρίσκεται στη δωδέκατη θέση με ποσοστό 46,2%, ενώ στην τελευταία θέση βρίσκεται η Μάλτα με ποσοστό δασών και άλλων ξυλωδών εκτάσεων μόλις 10,4%. Οι περιοχές που απεικονίζονται με γκρι χρώμα είναι χώρες που δεν είναι μέλη της Ευρωπαϊκής ένωσης ή χώρες για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα.

Share of forest area in E.U.2018



Σχήμα 2. Ποσοστό δασικής έκτασης στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Πηγή: Eurostat 2021)
 Figure 2. Share of forest area in the European Union (Source: Eurostat 2021)

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Όπως διαπιστώθηκε από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, η Ελλάδα έχει καταφέρει να βελτιώσει σημαντικά τις επιδόσεις της στον ΣΒΑ 13 και ειδικότερα στον δείκτη εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2009-2019 μειώνοντας σημαντικά την απόσταση που τη χωρίζει από τον μέσο όρο των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Όσον αφορά τον ΣΒΑ 15 η Ελλάδα είναι από τις αρκετά προνομιούχες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο ποσοστό δασικής έκτασης, καθώς η μισή περίπου έκταση της χώρας καλύπτεται από δάση και δασικές εκτάσεις.

Η εκμετάλλευση των δασών προσφέρει σημαντικά οφέλη ενισχύοντας τις οικονομικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τα δάση όπως είναι η παραγωγή δασικών προϊόντων, όχι μόνο ξυλωδών (παραγωγή ξυλείας) αλλά και μη ξυλωδών δασικών προϊόντων, όπως η παραγωγή μελιού, η συλλογή ρητίνης, η συλλογή καρπών, βοτάνων και μανιταριών, το κυνήγι, η βοσκή κλπ (Srapos κ.α. 2015).

Η επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης της Ατζέντας 2030 δεν είναι εύκολη και χρειάζεται επιπρόσθετη εφαρμοσμένη έρευνα (Caiado κ.α. 2018). Οι καλές πρακτικές και οι επιτυχημένες ιδέες από όλο τον κόσμο μπορούν να ενισχύσουν τις προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση (UN 2020β). Η περίοδος 2027-2030 είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για τη συζήτηση σχετικά με τους στόχους που αντικαταστήσουν του ΣΒΑ και οι νέοι στόχοι θα πρέπει να επικεντρωθούν ξανά στη βιώσιμη ανάπτυξη και όχι στην οικονομική μεγέθυνση (Georgeson και Maslin 2018).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εμφανίζει ισχυρή δέσμευση στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και υιοθετεί τη στρατηγική του "οικολογικού μοντερνισμού" (ecological modernization) ο οποίος προωθεί την αειφορική περιβαλλοντική διαχείριση (Baker 2007). Η επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης και η εφαρμογή της Ατζέντας 2030 σε κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης ερευνητών, όπως για παράδειγμα σε χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης (Raszkowski και Bartniczak 2019), στη Ρουμανία (Firoiu κ.α. 2019) και στην Ισπανία (Boto-Álvarez και García-Fernández 2020).

Η πρόσφατα θεσμοθετημένη Εθνική Στρατηγική για τα Δάση της Ελλάδας (28/11/2018) που καθορίζει τις αρχές της δασικής πολιτικής για τα έτη 2018-2038 μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των επιδόσεων της Ελλάδας όσον αφορά στους ΣΒΑ 13 και 15 που σχετίζονται με τα δάση, εστιάζοντας στο μεσογειακό μοντέλο δασοπονίας και στην αειφορική διαχείριση των δασών.

Abstract

The adoption of the 2030 Agenda for Sustainable Development by all United Nations Member States and the announcement of the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) in 2015 is the most recent milestone towards achieving sustainability. The aim of the paper is to evaluate the performance of Greece regarding the Sustainable Development Goals 13 "Climate Action" and 15 "Life on Land" by studying representative targets for the selected SDGs. Literature review was conducted along with statistical analysis of data retrieved by Eurostat about the specific targets. According to the results, Greece has managed to significantly improve its performance on SDG 13. Regarding SDG 15 Greece is a very privileged country in the European Union, since about half of its area is covered by forests and forest areas.

Βιβλιογραφία

Baker, S., 2007. Sustainable development as symbolic commitment: Declaratory politics and the seductive appeal of ecological modernisation in the European Union. *Environ. Polit.* 16(2): 297-317.

Boto-Álvarez, A. and García-Fernández, R., 2020. Implementation of the 2030 Agenda Sustainable Development Goals in Spain. *Sustainability* 12(6): 2546.

Caballero, P., 2019. The SDGs: Changing how development is understood. *Glob. Policy* 10: 138-140.

Caiado, R.G.G., Leal Filho, W., Quelhas, O.L.G., de Mattos Nascimento, D.L. and Ávila, L.V., 2018. A literature-based review on potentials and constraints in the implementation of the sustainable development goals. *J. Clean. Prod.* 198: 1276-1288.

Canadell, J.G. and Raupach, M.R., 2008. Managing forests for climate change mitigation. *Science* 320(5882): 1456-1457.

- Firoiu, D., Ionescu, G.H., Băndoi, A., Florea, N.M. and Jianu, E., 2019. Achieving sustainable development goals (SDG): Implementation of the 2030 Agenda in Romania. *Sustainability* 11(7): 2156.
- Georgeson, L. and Maslin, M., 2018. Putting the United Nations Sustainable Development Goals into practice: A review of implementation, monitoring, and finance. *Geo: Geography and Environment* 5(1): e00049.
- Giuliani, G., Chatenoux, B., Benvenuti, A., Lacroix, P., Santoro, M. and Mazzetti, P., 2020. Monitoring land degradation at national level using satellite Earth Observation time-series data to support SDG15—exploring the potential of data cube. *Big Earth Data* 4(1): 3-22.
- Gratzer, G. and Keeton, W.S., 2017. Mountain forests and sustainable development: The potential for achieving the United Nations' 2030 Agenda. *Mt. Res. Dev.* 37(3): 246-253.
- Kline, K. L., Dale, V. H., Rose, E. and Tonn, B., 2021. Effects of production of woody pellets in the southeastern United States on the sustainable development goals. *Sustainability*, 13 (2), 821.
- Koulelis, P., Solomou, A. and Fassouli, V., 2020. Sustainability Constraints in Greece. Focusing on Forest Management and Biodiversity. Πρακτικά 9ου Διεθνούς Συνεδρίου ΗΑΙCΤΑ 2020, 24-27 Σεπτεμβρίου 2020. Proceedings: 592-603.
- Krause, T. and Tilker, A., 2021. How the loss of forest fauna undermines the achievement of the SDGs. *Ambio* 1-11. Article in Press. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01547-5>
- Mahari, W.A.W., Azwar, E., Li, Y., Wang, Y., Peng, W., Ma, N.L., Yang, H., Rinklebe J., Lamm, S.S. and Sonne, C., 2020. Deforestation of rainforests requires active use of UN's Sustainable Development Goals. *Sci. Total Environ.* 742: 140681.
- Popkin, G., 2019. How much can forests fight climate change?. *Nature* 565(7737): 280-283.
- Raszkowski, A. and Bartniczka, B., 2019. Sustainable development in the central and eastern european countries (CEECs): Challenges and opportunities. *Sustainability* 11(4): 1180.
- Spanos, I., Meliadis, I., Platis, P., Mantzanas, K., Samara, T. and Meliadis, M., 2015. Forest Land Ownership Change in Greece. COST Action FP1201 FACESMAP Country Report, European Forest Institute Central-East and South-East European Regional Office, Vienna. 31 pages. [Online publication].
- Timko, J., Le Billon, P., Zerriffi, H., Honey-Rosés, J., de la Roche, I., Gaston, C., Sunderland T.C.H. and Kozak, R.A., 2018. A policy nexus approach to forests and the SDGs: tradeoffs and synergies. *Curr. Opin. Env. Sust.* 34: 7-12.
- UN 2020β. SDG Good Practices. A compilation of success stories and lessons learned in SDG implementation. First Edition. Department of Economic and Social Affairs.
- UN, 2020α. Progress towards the Sustainable Development Goals. Report of the Secretary General. Economic and Social Council. E/2020/57.

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΑΔΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Rhododendron luteum* ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Φωτεινός, Στυλιανός; Τουρβάς, Νικόλαος; Αντωνιάδη, Ανθή;
Φαρσάκογλου, Άννα-Μαρία; Αραβανόπουλος, Φίλιππος

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Γενετικής και Γενετικής Βελτίωσης Δασοπονικών Ειδών, Θεσσαλονίκη, GR54124, Ηλ. Ταχ. Επικοινωνίας: aravanop@for.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το εύρος της γενετικής ποικιλότητας του είδους *Rhododendron luteum* Sweet στην νοτιοδυτική Λέσβο, η οποία αποτελεί τη μοναδική περιοχή εμφάνισης του είδους στον ελλαδικό χώρο. Συλλέχθηκαν δείγματα φυτικού ιστού $n=30$ με απλή τυχαιοποιημένη δειγματοληψία. Χρησιμοποιήθηκαν μοριακοί γενετικοί δείκτες ISSR (Inter Simple Sequence Repeats). Υπολογίστηκε η μέση ποικιλότητα γονιδίων ($h=0,358$), καθώς και ο δείκτης του Shannon ($I=0,533$). Παρόλο που ο πληθυσμός του ροδόδενδρου είναι απομονωμένος, η γενετική του ποικιλότητα διαφαίνεται να είναι υψηλή, αντίστοιχη με αυτή στα κέντρα εξάπλωσης του γένους.

Λέξεις κλειδιά: *Rhododendron luteum*, γενετική ποικιλότητα, ISSR, Λέσβος, προστασία γενετικών πόρων.

Εισαγωγή

Η γενετική ποικιλότητα εντός του πληθυσμού είναι απαραίτητη για την προσαρμογή στις περιβαλλοντικές αλλαγές και κατά συνέπεια στη μακροπρόθεσμη επιβίωση ενός είδους (Hanski και Ovaskainen 2000). Αυτό συμβαίνει γιατί οι μεταβολές αυτές στο περιβάλλον ασκούν πιέσεις στη γενετική ποικιλότητα των ειδών, αφού έχουν άμεση επίδραση σε εξελικτικές δυνάμεις/διαδικασίες όπως: (1) μεταλλάξεις, (2) φυσική επιλογή, (3) γενετική εκτροπή, (4) μετανάστευση γονιδίων και (5) αναπαραγωγικές διαδικασίες και γενετικός ανασυνδυασμός (Brown κ.α. 1997).

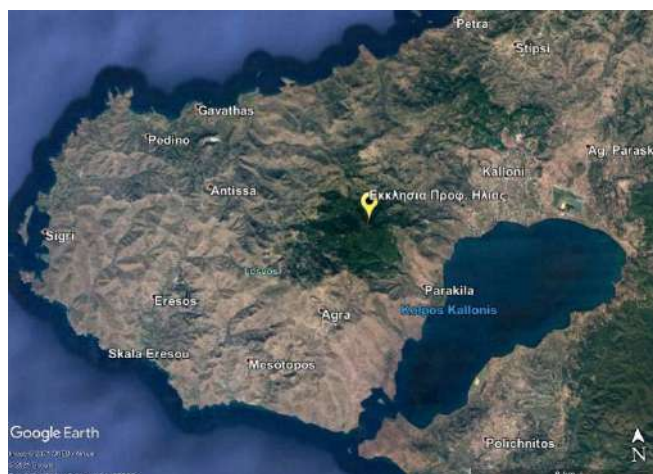
Η απώλεια γενετικής ποικιλότητας μπορεί να οδηγήσει έναν πληθυσμό σε αυξανόμενο αριθμό ομόζυγων ατόμων υποβαθμίζοντας περισσότερο τη δεξαμενή γονιδίων (Ellstrand και Elam 1993). Επειδή η γενετική ποικιλότητα αποτελεί κλειδί για τη μικροεξελικτική προσαρμογή σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον, η διαφύλαξή της θα πρέπει να αποτελεί κεντρικό στόχο των σχεδίων για τη μακροπρόθεσμη διαχείριση φυσικών πληθυσμών (Panetsos κ.α. 1997, Aravanopoulos 2011, Aravanopoulos 2018).

Ένας από τους κυριότερους παράγοντες για την προστασία της γενετικής ποικιλότητας είναι το μέγεθος πληθυσμού. Οι μικροί πληθυσμοί είναι πιο ευάλωτοι στις περιβαλλοντικές μεταβολές, λόγω γενετικής εκτροπής και ομομειξίας που τείνουν να αλλοιώνουν τη γενετική σύνθεση μειώνοντας τα αλληλόμορφα (Frankham 2005). Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η γενετική ποικιλότητα του πληθυσμού *Rhododendron luteum* της νήσου Λέσβου, ο οποίος αποτελεί τη μοναδική παρουσία του γένους στην Ελλάδα.

Υλικά και Μέθοδοι

Συλλογή φυτικού υλικού

Ο υπό μελέτη πληθυσμός βρίσκεται στο όρος Όρδυμος πάνω από το χωριό Παράκοιλα. (39°12'27"N 26°06'01"E) (Σχήμα 1). Η δειγματοληψία διεξήχθη από το άνω όριο της κατά υψόμετρο κατανομής του είδους σε έκθεση κυρίως ΝΔ στα κατόντι της κορυφής “Προφήτης Ηλίας”, και κατέληξε στο κάτω υψομετρικό όριο της με απλή τυχαία δειγματοληψία. Το υπερθαλάσσιο ύψος κυμαίνεται μεταξύ 680 – 750 m και το ροδόδεντρο εμφανίζεται στον υπόροφο δάσους *P. brutia* και εν συνεχεία *P. nigra*. Συλλέχθηκαν δείγματα φυτικού ιστού ($n=30$) τον Απρίλιο του 2019.



Σχήμα 1. Περιοχή εξάπλωσης του *R. luteum* στη Λέσβο.
Figure 1. Distribution area of *R. luteum* in Lesvos.

Εκχύλιση και απομόνωση DNA

Το DNA εκχυλίστηκε από φύλλα χρησιμοποιώντας το κυτίο Qiagen DNeasy Plant Pro Kit (Qiagen, Hilden, Germany), με προσθήκη του διαλύματος PS του κατασκευαστή στο αρχικό διάλυμα λύσης των ιστών (Αντωνιάδη 2018). Η παραπάνω τροποποίηση πραγματοποιήθηκε με σκοπό την απόρριψη από τα εκχυλίσματα προϊόντων του δευτερογενούς μεταβολισμού, τα οποία εμποδίζουν την απομόνωση DNA. Η καθαρότητα και η ποιότητα του εκχυλισθέντος DNA προσδιορίστηκαν με ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα αγαρόζης 1% (w/v) και με φασματοφωτόμετρο τύπου Nanodrop. Τα πήκτωμα χρωματίστηκαν με βρωμιούχο αιθίδιο (EtBr) και φωτογραφήθηκαν.

Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης PCR

Στις αναλύσεις ISSR χρησιμοποιήθηκαν δύο εκκινητές (ISSR-807, ISSR-811). Οι αντιδράσεις PCR πραγματοποιήθηκαν σε τελικό όγκο 10 μ L και περιείχαν ~25ng DNA, 1X Kapa Taq Polymerase Buffer (Kapa Biosystems, Wilmington, USA), 1,5mM MgCl₂, 0,2 mM dNTPs, 0,65 μ M εκκινητή και 0,3 U Taq πολυμεράση. Το πρόγραμμα της PCR που χρησιμοποιήθηκε σε θερμοκυκλοποιητή Eppendorf Mastercycler ep (Eppendorf, Hamburg, Germany) ήταν: 95°C για 15 min, ακολουθούμενο από 35 κύκλους με τα εξής στάδια: 45 sec στους 95°C, 1 min στους 50°C και 2 min στους 72°C, και τελικός χρόνος επιμήκυνσης 8 min στους 72°C. Τα προϊόντα των αντιδράσεων οπτικοποιήθηκαν σε πήκτωμα αγαρόζης 1,5% (w/v) έπειτα από χρωματισμό με βρωμιούχο αιθίδιο.

Βιοστατιστική ανάλυση

Η παρουσία (1) ή απουσία ζώνης (0) σε σύγκριση με την κλίμακα DNA (DNA ladder) στα πήκτωμα, καταγράφηκε σε πίνακα δεδομένων. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού GenAlEx 6.503 (Peakall και Smouse 2012), με το οποίο υπολογίστηκε ο αποτελεσματικός αριθμός αλληλομόρφων (N_e), η ποικιλότητα γονιδίων (h) (Nei 1973) και ο δείκτης ποικιλότητας Shannon (I). Δημιουργήθηκε επίσης ένα δενδρόγραμμα σύνδεσης βάσει του αριθμητικού μέσου (UPGMA), με χρήση του λογισμικού MEGA (Kumar κ.α. 2018), χρησιμοποιώντας τον πίνακα γενετικών αποστάσεων (αριθμός διαφορών μεταξύ διαφορετικών γενετικών προφίλ), στο οποίο απεικονίζονται οι γενετικές σχέσεις μεταξύ των ατόμων (Σχήμα 3).

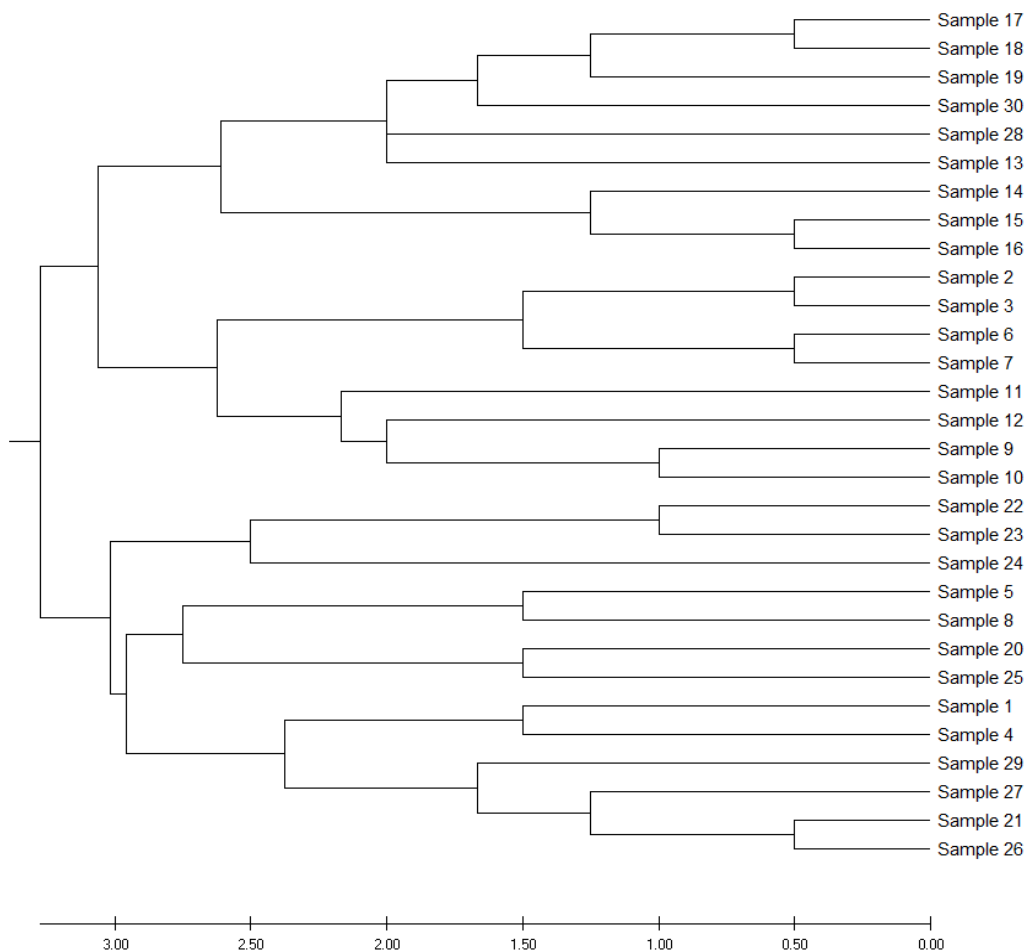
Αποτελέσματα

Οι μέσες τιμές των παραμέτρων γενετικής ποικιλότητας για τα αναλυθέντα δείγματα ήταν: αποτελεσματικός αριθμός αλληλομόρφων $N_e=1,619$, $SE_{N_e}=0,075$, μέση ποικιλότητα γονιδίων $h=0,358$, $SE_h=0,035$ και δείκτης ποικιλότητας Shannon $I=0,532$, $SE_I=0,042$. Παρουσιάστηκαν υψηλά επίπεδα ποικιλότητας στις περισσότερες γονιδιακές θέσεις (Πίνακας 1). Το δενδρόγραμμα UPGMA υπέδειξε την ύπαρξη δύο μη στατιστικά σημαντικά διαχωρισμένων ομάδων γενοτύπων.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα γενετικής ποικιλότητας του *R. luteum* στη Λέσβο κατόπιν ανάλυσης με ISSR γενετικούς δείκτες (*Ne*: δραστικός αριθμός αλληλομόρφων, *I*: δείκτης Shannon, *h*: Μέση ποικιλότητα γονιδίων).

Table 1. Results of genetic diversity of *R. luteum* in Lesvos after analysis with ISSR genetic markers (*Ne*: effective number of alleles, *I*: Shannon index, *h*: Mean gene diversity).

Πληθυσμός	Γονιδιακή θέση	Ne	I	h
LESVOS	ISSR-807-1600	1,642	0,580	0,391
	ISSR-807-1500	1,069	0,146	0,064
	ISSR-807-1000	1,642	0,580	0,391
	ISSR-807-900	1,867	0,657	0,464
	ISSR-807-800	1,867	0,657	0,464
	ISSR-807-700	1,965	0,684	0,491
	ISSR-811-1600	1,471	0,500	0,320
	ISSR-811-1500	1,471	0,500	0,320
	ISSR-811-1300	1,923	0,673	0,480
	ISSR-811-1200	1,923	0,673	0,480
	ISSR-811-1100	1,142	0,245	0,124
	ISSR-811-900	1,800	0,637	0,444
	ISSR-811-800	1,301	0,393	0,231
	ISSR-811-700	1,800	0,637	0,444
	ISSR-811-600	1,220	0,325	0,180
	ISSR-811-500	1,800	0,637	0,444
Μέση τιμή		1,619	0,533	0,358
Τυπικό σφάλμα (SE)		0,075	0,042	0,035



Σχήμα 2. Δενδρόγραμμα γενετικών αποστάσεων γενοτύπων του *R. luteum* στη Λέσβο.
Figure 2. Dendrogram of genetic distances of *R. luteum* genotypes in Lesvos.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ο στόχος της εργασίας ήταν να εκτιμηθεί η γενετική ποικιλότητα στον απομονωμένο ελληνικό πληθυσμό του είδους, καθώς μπορεί να παρουσιάζει γενετικό ενδιαφέρον λόγω της μοναδικότητας του και της θέσης του (Frankham 2005). Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε παρόμοιες τιμές στις μεταβλητές ποικιλότητας που εξετάστηκαν (h , I) με αποτελέσματα άλλων ερευνών στις οποίες μελετήθηκαν πληθυσμοί εντός της κύριας εξάπλωσης του είδους (Liu κ.α. 2012, Xu κ.α. 2017). Το γεγονός αυτό είναι άξιο αναφοράς καθώς το ροδόδεντρο συγκροτεί έναν οριακό πληθυσμό στη Λέσβο, ο οποίος είναι γεωγραφικά απομονωμένος, και μικρός σε μέγεθος. Οριακοί πληθυσμοί όπως αυτός του ροδόδεντρου στη Λέσβο τείνουν να παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα γενετικής εκτροπής όταν: (1) τα επίπεδα ομομιξίας είναι υψηλά και (2) το μέγεθος τους είναι μικρό (White κ.α. 2007). Αυτοί οι παράγοντες ασκούν αθροιστική επίδραση στις συχνότητες των αλληλομόρφων, καθιστώντας τον πληθυσμό ευάλωτο στη γενετική διάβρωση. Έρευνες σε συγγενικά τάξα από το κέντρο εξάπλωσης του γένους στην Ανατολική Ασία με γενετικούς δείκτες ISSR έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα για την ποικιλότητα γονιδίων (h) και το δείκτη Shannon (I). Συγκεκριμένα σε έρευνα που έγινε σε έξι διαφορετικούς πληθυσμούς με τη χρήση ISSR δεικτών, η παράμετρος της ποικιλότητας γονιδίων έλαβε τιμή $h=0,338$ και ο πληροφοριακός δείκτης του Shannon ήταν $I=0,509$ (Xu κ.α. 2017). Επιπρόσθετα, στην εργασία των Liu κ.α. (2012) καταγράφηκε «υψηλή γενετική ποικιλότητα σε επίπεδο είδους» $I=0,459$. Επιπλέον, με τη χρήση διαφορετικών γενετικών δεικτών όπως AFLPs οι τιμές της γενετικής ποικιλότητας ήταν $h=0,306$ και ο δείκτης ποικιλότητας Shannon $I=0,464$ (Xu κ.α. 2017), ενώ σε άλλη έρευνα $h=0,240$, $I=0,358$ (Wu κ.α. 2015). Ακόμη, με τη χρήση δεικτών RAPD βρέθηκαν επίσης υψηλά επίπεδα γενετικής

ποικιλότητας στο επίπεδο του είδους, $I=0,449$ (Liu κ.α. 2012). Τέλος, σύμφωνα με τους Lanying κ.α. (2008) η υψηλή γενετική ποικιλότητα και η γενετική διαφοροποίηση μεταξύ πληθυσμών του γένους αντανakλούν την προσαρμογή των ειδών στο περιβάλλον.

Για τη διερεύνηση της γενετικής διαφοροποίησης μεταξύ των ατόμων χρησιμοποιήθηκε ένα δενδρόγραμμα γενετικών σχέσεων UPGMA (Σχήμα 2) με βάση τον πίνακα γενετικών αποστάσεων. Με βάση το Σχήμα 2, τα δείγματα κατανομούνται σε δύο μεγάλες ομάδες. Η κατανομή των φυτών στο χώρο, καθώς και το υψόμετρο δεν φαίνεται να συσχετίζονται με αυτή τη διαφοροποίηση. Μία μελλοντική έρευνα με περισσότερους εκκινητές ή/και συγκυρίαρχους γενετικούς δείκτες ενδέχεται να επιτρέψει μια ακόμη ακριβέστερη αποτύπωση της γενετικής ποικιλότητας του πληθυσμού. Η δειγματοληψία διεξήχθη από το άνω όριο της υψομετρικής κατανομής του είδους στη περιοχή Προφήτη Ηλίας Ορδύμνου και κατέληξε στο κάτω υψομετρικό όριο της ευρύτερης αυτής περιοχής κοντά στο χωρίο Παράκοιλα. Οι Bazos και Yannitsaros (2004) ορίζουν την ύπαρξη δύο πληθυσμών (Προφήτης Ηλίας και Παράκοιλα). Αν και τα αποτελέσματα της γενετικής ανάλυσης υποδεικνύουν έναν ασθενή διαχωρισμό των δειγμάτων σε δύο ομάδες, αυτός δε συσχετίζεται με το κριτήριο της γεωγραφικής θέσης. Οι Ξυστράκης κ.α. (2017) καταγράφουν με βάση μια συνταξινομική ανάλυση των συστάδων όπου απαντάται το ροδόδενδρο στη Λέσβο, την παρουσία τριών ομάδων όσον αφορά τις φυτοκοινωνίες στις οποίες συμμετέχει το είδος. Δεν ήταν δυνατή η άμεση σύγκριση των δεδομένων της παραπάνω εργασίας με τα αποτελέσματα της παρούσας, καθώς οι επιφάνειες δειγματοληψίας των δύο εργασιών δεν ταυτίζονται.

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος απώλειας της γενετικής ποικιλότητας του πληθυσμού, προτείνεται η εφαρμογή μέτρων προστασίας γενετικών πόρων. Η διατήρηση γενετικών πόρων εντός σταθμού (*in situ*) με προστασία του τοπικού πληθυσμού, έχει ως στόχο τη διαχείριση τους ως φυσικό απόθεμα. Συγκεκριμένα προτείνεται η δυναμική προστασία των γενετικών πόρων, που θα πρέπει να έχει ως κύριο μέλημα να προστατευθεί η ήδη υπάρχουσα γενετική ποικιλότητα αλλά και ταυτόχρονα να δοθεί περιθώριο για περαιτέρω εξέλιξή της. Η επίτευξη αυτού του είδους προστασίας μπορεί να γίνει με τη χρήση προστατευόμενων περιοχών που θα συνάδουν με τις ανάγκες και τους σκοπούς της εξέλιξης του πληθυσμού. Το *R. luteum* χαρακτηρίζεται από την κατηγοριοποίηση της IUCN ως Τρωτό στην Ελλάδα, καθώς καταλαμβάνει μικρή έκταση (~40 km²) όπως έχει αναφερθεί από τους Ξυστράκη κ.α. (2017). Το είδος προστατεύεται από το Προεδρικό Διάταγμα 67/81 καθώς επίσης αναφέρεται και στο Παράρτημα II 92/43/ΕΕ, με ένα μέρος της εξάπλωσης του να βρίσκεται στο Δίκτυο NATURA 2000.

Με βάση τη μοναδικότητα του είδους στην Ελλάδα και τον χαρακτηρισμό του ως Τρωτό, θα μπορούσε να περιληφθεί στο μέλλον όλη η έκταση της εξάπλωσης του εντός της οικίας περιοχής NATURA 2000 με επέκταση των ορίων της περιοχής αυτής. Συμπληρωματικά ο πληθυσμός ροδόδενδρου της Λέσβου θα μπορούσε να οριστεί ως μονάδα προστασίας γενετικών πόρων (gene conservation unit) του Ευρωπαϊκού Δικτύου Προστασίας Γενετικών Πόρων EUFORGEN (<http://www.euforgen.org/>, de Vries κ.α. 2015) και να τεθεί σε καθεστώς γενετικής παρακολούθησης (Aravanopoulos κ.α. 2015). Η ολοκληρωμένη ωστόσο προστασία των γενετικών πόρων του είδους θα πρέπει να περιλαμβάνει την εκτενή εξάπλωση του είδους στη Μικρασία. Μια άλλη αντιμετώπιση είναι η χρήση της στατικής διατήρησης γονιδίων εκτός σταθμού (*ex situ*). Αυτή μπορεί να περιλαμβάνει διατήρηση της ποικιλότητας με συλλογή γενετικού υλικού (σπερμάτων) και αποθήκευση, ή ίδρυση φυτειών από σπέρματα ή μοσχεύματα. Γενικά, η *in situ* προστασία πλεονεκτεί, καθώς μπορεί να διατηρήσει σημαντικά υποτελή αλληλόμορφα και συνεπώς το γενετικό απόθεμα, καθώς και να διασφαλίσει την προστασία της τοπικής προσαρμογής.

Abstract

The present study examines the genetic diversity of *Rhododendron luteum* Sweet in southwestern Lesvos, which is the only area of the species occurrence in Greece. Leaves from n=30 samples were collected following random sampling. The genetic markers used were ISSRs (Inter Simple Sequence Repeats). Results showed the presence of notable genetic variation in terms of mean gene diversity ($h = 0.358$) and Shannon index ($I = 0.533$). The extent of genetic diversity within the population appears to be high, equivalent in size to the core areas of the genus natural distribution. Measures for the conservation of *R. luteum* local genetic resources are discussed.

Βιβλιογραφία

- Αντωνιάδη, Α., 2018. Διερεύνηση πρωτοκόλλων απομόνωσης DNA του *Rhododendron luteum* Sweet της Λέσβου για εφαρμογές στην προστασία των γενετικών του πόρων και τη μοριακή βελτίωση. Πτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- 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., Božic, G. and Bozzano, M., 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. xvi+ 55 p.
- Aravanopoulos, F.A., 2018. Do silviculture and forest management affect the genetic diversity and structure of long-impacted forest tree populations? *Forests* 9, 355: 1-14.
- Bazos, I., and Yannitsaros, A., 2004. Floristic reports from the island of Lesbos (Greece) I. Dicotyledones: Aceraceae to Guttiferae. *Edinb. J. Bot.* 61: 49-86.
- Brown, A., Young, A., Burdon, J., Christidis, L., Clarke, G., Coates, D. and Sherwin, W., 1997. Genetic indicators for state of the environment reporting, Australia: State of the Environment Technical Paper Series (Environmental Indicators). Department of the Environment, Sport and Territories, Canberra 9-13 April, 1997, pp. 29.
- de Vries, S.M., Alan, M., Bozzano, M., Burianek, V., Collin, E., Cottrell, J., Ivankovic, M., Kelleher, C.T., Koskela, J., Rotach, P. and Vietto, L., 2015. Pan-European strategy for genetic conservation of forest trees and establishment of a core network of dynamic conservation units. *European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN)*, Bioversity International, Rome, Italy. xii+ 40 p.
- Ellstrand, N.C. and Elam, D.R., 1993. Population Genetic Consequences of Small Population Size: Implications for Plant Conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24(1): 217–242.
- Frankham, R., 2005. Stress and adaptation in conservation genetics', *Journal of Evolutionary Biology*. 18(4):750–755.
- Hanski, I. and Ovaskainen, O., 2000. The metapopulation capacity of a fragmented landscape. *Nature* 404, 755–758.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. and Tamura, K., 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms *Mol. Biol. Evol.* 35, 1547–1549.
- Lanying, Z., Yongqing, W. and Li, Z., 2008. Genetic Diversity and Relationship of *Rhododendron* Species Based on RAPD Analysis', *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 3 (4): 626-631
- Liu, Y.F., Xing, M., Zhao, W., Fan, R.J., Luo, S. and Chen, X., 2012. Genetic diversity analysis of *Rhododendron aureum* Georgi (Ericaceae) located on Changbai Mountain using ISSR and RAPD markers. *Plan. Syst. Evol.* 298(5): 921–930.
- Nei, M., 1973 Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proc. Nat. Acad. Sci, USA* 70:3321-3323.
- Panetsos, K.P., Aravanopoulos, F.A. and Scaltsoyiannes, A., 1997. Genetic Variation of *Pinus brutia* from Islands of the Northeastern Aegean Sea, *Silvae Genetica*, 47(2), pp.115-119.
- Peakal, R. and Smouse P.E., 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics* 28, 2537-2539.
- White, T.L., Adams, W.T. and Neale, D.B. (Eds.), 2007. *Forest Genetics*. Cabi. (Scaltsoyiannes, A., Zaragotas, D. Trans., 2009). Athens, Greece: Embryo Publications. ISBN: 9789608002524.
- Wu, F.Q., Shen, S.K., Zhang, X.J., Wang, Y.H. and Weibang, S., 2015. Genetic diversity and population structure of an extremely endangered species: the world's largest *Rhododendron*, *AoB PLANTS*, 7.
- Xu, J.J., Zhang, L.Y., Zhao, B. and Shen, H.F., 2017. Assessment of genetic diversity among six populations of *Rhododendron triflorum* in Tibet using ISSR and AFLP markers', *South African Journal of Botany*, 108: 175–183.
- Ευστράκης, Φ., Θεοδωρόπουλος, Κ., Μανιάτη, Α., Ελευθεριάδου, Ε., Μπαζός Ι. και Δημόπουλος, Π., 2017. Οι φυτοκοινωνίες του *Rhododendron luteum* Sweet στη μοναδική του εμφάνιση στην Ελλάδα, στη Λέσβο. Πρακτικά 18ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Έδεσσα 8-11 Οκτωβρίου 2017, σελ. 401-409

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΠΛΑΣΜΕΝΟΥ ΠΑΡΑΛΙΑΚΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ Η ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ

Χατζίδου, Μαρία; Τσιτσώνη, Θέκλα

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., Τ.Θ. 262, 54124 Θεσσαλονίκη, mariaxatz2008@hotmail.gr, tsitsoni@for.auth.gr

Περίληψη

Τα αστικά κέντρα έχουν καταστεί πλέον αφιλόξενα για τους κατοίκους με την έντονη αλλαγή χρήσεων γης και τις ανθρώπινες δραστηριότητες να είναι υπεύθυνες για τις υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ και την κλιματική αλλαγή. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει τις πολλαπλές ιδιότητες του αστικού πρασίνου από οικολογική και κοινωνική άποψη, και πως αυτό συμβάλει στην δημιουργία βιώσιμων πόλεων. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό GreenTree καταρτίστηκε ολοκληρωμένο ψηφιακό μητρώο δένδρων για το παραλιακό μέτωπο της Θεσσαλονίκης. Καταγράφηκαν 692 θέσεις φύτευσης, από τις οποίες οι 667 είναι ζωντανά δέντρα, και εκτιμήθηκαν 104 χαρακτηριστικά για κάθε ένα από αυτά. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως το ποσό δεσμευμένου άνθρακα από τα ζωντανά δένδρα ανέρχεται σε 13 τόνους. Ακόμη έγινε προσπάθεια αποτύπωσης της άποψης των επισκεπτών του αναπλασμένου παραλιακού μετώπου μέσα από την συμπλήρωση 300 ερωτηματολογίων.

Λέξεις κλειδιά: Αστικό πράσινο, CO₂, βιωσιμότητα πόλεων, λογισμικό GreenTree, κλιματική αλλαγή.

Εισαγωγή

Η τάση του πληθυσμού να στρέφεται προς τα μεγάλα αστικά κέντρα δεν αποτελεί μόνο κυρίαρχη δημογραφική τάση αλλά συντελεί σημαντικά και στον παγκόσμιο μετασχηματισμό των χρήσεων γης (Pickett κ.α. 2011) κατά τον οποίο τα φυσικά οικοσυστήματα υπέστησαν καταστροφές και υποβαθμίστηκε η περιβαλλοντική ποιότητα μικρών και μεγάλων πόλεων (Roy κ.α. 2012). Σύμφωνα με υπολογισμούς του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), το 2010 το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσε σε αστικές περιοχές, ενώ υπολογίζεται ότι το 2050 περίπου το 70% του πληθυσμού του πλανήτη θα κατοικεί σε πόλεις. Έτσι λοιπόν η μεγάλη συγκέντρωση ρύπανσης, που δημιουργείται από την αστικοποίηση του πληθυσμού, ξεπερνά την φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος (Ράγκου 2014). Η δημιουργία αστικού πρασίνου, όχι μόνο για αισθητικούς λόγους αλλά και για οικολογικούς, καθώς και η σωστή διαχείριση του αποτελεί ανάγκη επιβίωσης λόγω της γενικότερης επιβάρυνσης που επιδέχονται τα αστικά οικοσυστήματα. (Ντάφης 2001). Τα αστικά δέντρα εκτελούν σημαντική οικολογική λειτουργία στις πόλεις και αποτελούν αντικείμενο έρευνας για την ικανότητά τους να απορροφούν και να δεσμεύουν τον άνθρακα (Patakí κ.α. 2006). Στον μετριασμό των παραπάνω προβλημάτων συμβάλει το αστικό πράσινο το οποίο δρα πολλαπλά ανανεώνοντας το οξυγόνο, συγκεντρώνοντας ρυπαντές, δεσμεύοντας άνθρακα από την ατμόσφαιρα, αμβλύνοντας ακραίες θερμοκρασίες, μειώνοντας ηχορύπανση, δίνοντας σκιά απαλλαγμένη από υπεριώδεις ακτινοβολίες, και βελτιώνοντας αισθητικά το αστικό τοπίο. Ωστόσο, οι οικολογικές ιδιαιτερότητες του αστικού περιβάλλοντος δημιουργούν συνθήκες δυσμενείς για τα δένδρα που μεγαλώνουν μέσα σ' αυτό. Αυτές δημιουργούνται κυρίως από τη ρύπανση, τις μεταβολές των κλιματικών παραγόντων, την έλλειψη κατάλληλου αυξητικού χώρου και τις ανθρώπινες επεμβάσεις (Ντάφης 2001). Έτσι κρίνεται απαραίτητη για την εγκατάσταση και την επιβίωση των κατάλληλων δασοπονικών ειδών στα αστικά κέντρα, η παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας τους. Αυτήν την ανάγκη ήρθε να ικανοποιήσει ένα καινοτόμο πρόγραμμα το Green Tree, το οποίο χρησιμοποιείται για την καλύτερη διαχείριση και χαρτογράφηση του αστικού πρασίνου. Περιοχή μελέτης αποτέλεσε το αναπλασμένο παραλιακό μέτωπο της Θεσσαλονίκης διότι αποτελεί πλέον ένα αναπόσπαστο κομμάτι του αστικού ιστού με έντονη της παρουσία βλάστησης και η συνεισφορά του στην επίτευξη βιωσιμότητας της πόλης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Μέσω της παρούσας διατριβής επιδιώκεται να μελετηθεί η συμβολή του αστικού

πρασίνου στη βελτίωση των οικολογικών συνθηκών των πόλεων , με στόχο την προσαρμογή τους στην κλιματική αλλαγή μέσω της δέσμευσης και αποθήκευσης C στη βιομάζα των δέντρων.

Υλικά και μέθοδοι

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε το αναπλασμένο παραλιακό μέτωπο της Θεσσαλονίκης κατά μήκος της Λεωφόρου Μεγάλου Αλεξάνδρου, που εκτείνεται από το Μακεδονία Palace μέχρι τον κήπο του Φωκά. Η συνολική έκταση της νέας παραλίας είναι 50.800 τετραγωνικά μέτρα και έχουν φυτευτεί 1.100 νέα δέντρα.

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε το Λογισμικό GreenTree, (<http://www.greentree.gr/>) το οποίο περιέχει κάθε δυνατή ποιοτική και ποσοτική πληροφορία σχετικά με το αστικό πράσινο ώστε να συμβάλλει στην ολοκληρωμένη διαχείριση του. Το GreenTree αποτελείται από δύο επιμέρους εφαρμογές. Η πρώτη, η οποία και χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα έρευνα, ονομάζεται GreenTreeClient και έχει αναπτυχθεί σε περιβάλλον Android το οποίο βρίσκεται εγκατεστημένο σε έξυπνες συσκευές. Η δεύτερη εφαρμογή ονομάζεται GreenTreeManager και χρησιμοποιείται για τη διαχείριση του πρασίνου και την επικοινωνία των πολιτών με τον Δήμο για θέματα που αφορούν στο αστικό πράσινο.

Για την διεξαγωγή της απογραφής έγινε σε πρώτο στάδιο η αναγνώριση του δασοπονικού είδους και στην συνέχεια ελήφθησαν για κάθε άτομο ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Για την μέτρηση των ποσοτικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκαν ειδικά όργανα υψομέτρησης (HAGA), μετροταινία και παχύμετρο. Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά εξετάστηκαν τα δεδομένα υγείας, πιθανές πληγώσεις και βανδαλισμοί. Επιπλέον, απογράφηκε με τη χρήση GPS η ακριβής θέση του κάθε ατόμου και αποτυπώθηκε φωτογραφικά η βάση και η συνολική του εικόνα.

Η συλλογή των δεδομένων ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2018 και ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο. Έκτοτε παρατηρήθηκαν πολλές αλλαγές, όπως πολύ αυστηρά κλαδέματα που περιόρισαν κατά πολύ την κόμη των δέντρων.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας δεσμευμένου άνθρακα από τα δένδρα που βρίσκονται στην περιοχή έρευνας, εφαρμόστηκαν σε όλα τα ζωντανά άτομα γνωστού είδους ή γένους, τα οποία ανέρχονται στα 667, αλλομετρικές εξισώσεις, οι οποίες παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 1. Εξειδικευμένες εξισώσεις ανά είδος
Table 1. Specialized equations by species

Είδος	Εξίσωση	Παραπομπή
<i>Quercus ilex</i>	$B = 453,2 * \exp(0,43 * d)$	Gkanatsas κ.α. 1999
<i>Olea europaea</i>	$W_{stem} = 0,0114 * d^2 * h$	Russo 2013, Ruiz - Peinado κ.α. 2012
<i>Prunus avium</i>	$B = \exp\{[0,109 + (0,5 * (0,132^2))] + 2,450 * \ln(d)\}$	Morhart κ.α. 2016, Sánchez-González κ.α. 2015
<i>Koeleria paniculata</i>	$V = 0,0002835 * d^{2,310647}$	Boukili κ.α. 2017, Aguaron and McPherson 2012
<i>Pinus pinea</i>	$B = 4,5885 * 10^{-1} + (2,5176 * 10^{-5}) * d^2 * h$	Russo 2013, Tabacchi κ.α. 2011
<i>Populus alba</i>	$B = 0,027 * d^{2,332}$	Heidari Safari Kouchi κ.α. 2015
<i>Pinus halepensis</i>	$B = 8,1012 + (2,1559 * 10^{-2}) * d^2 * h + 2,2591 * d$	Russo 2013, Tabacchi κ.α. 2011
<i>Sophora japonica</i>	$B = 0,069 * d^{2,54} + 0,068 * d^{1,89}$	Russo 2013, Liu and Li 2012
<i>Acer campestre</i>	$V = 0,0019421 * d^{1,785}$	Boukili κ.α. 2017, McHale κ.α. 2009
<i>Acer platanoides</i>	$V = 0,0019421 * d^{1,785}$	Boukili κ.α. 2017, McHale κ.α. 2009
<i>Tilia spp.</i>	$B = -1,2825 * 10 + (1,1993 * 10^{-2} * d^2 * h) + 3,1553 * d$	Russo 2013, Tabacchi κ.α. 2011
<i>Robinia pseudoacacia</i>	$B = 2,050230 * h^{1,686937}$	Dobbs κ.α. 2011

Πίνακας 2. Εξειδικευμένες εξισώσεις ανά γένος
Table 2. Specialized equations by gender

Γένος	Εξίσωση	Παραπομπή
<i>Prunus spp.</i>	$B = -1,2825 \cdot 10 + (1,1993 \cdot 10^{-2} \cdot d^2 \cdot h) + 3,1553 \cdot d$	Russo 2013, Tabacchi κ.α. 2011
<i>Acer spp.</i>	$B = \exp\{-2,127 + 2,4342 \cdot \ln(d)\} - \exp\{-4,0813 + 5,8816/d\}$	McPherson κ.α. 2016
<i>Melia spp.</i>	$B = \exp\{-2,4800 + 2,4835 \cdot \ln(d)\}$	Russo 2013, Jenkins κ.α. 2004, Jenkins κ.α. 2003
<i>Morus spp.</i>	$B = \exp\{-2,4800 + 2,4835 \cdot \ln(d)\}$	Russo 2013, Jenkins κ.α. 2004, Jenkins κ.α. 2003
<i>Platanus spp.</i>	$B = \exp\{-2,4800 + 2,4835 \cdot \ln(d)\}$	Russo 2013, Jenkins κ.α. 2004, Jenkins κ.α. 2003
<i>Tamarix spp.</i>	$B = \exp\{-2,4800 + 2,4835 \cdot \ln(d)\}$	Russo 2013, Jenkins κ.α. 2004, Jenkins κ.α. 2003

Πίνακας 3. Γενικευμένες εξισώσεις για πλατύφυλλα και κωνοφόρα
Table 3. Generalized equations for broadleaves and conifers

Είδος Δένδρων	Εξίσωση	Παραπομπή
Hardwood	$B = \exp\{-2,437 + 2,418 \cdot \ln(d)\} + \exp\{-3,188 + 2,226 \cdot \ln(d)\}$	McPherson κ.α. 2016
Mixed hardwood	$B = \exp\{-2,4800 + 2,4835 \cdot \ln(d)\}$	Jenkins κ.α. 2004, Jenkins κ.α. 2003

Περίπου το 50% της βιομάζας μπορεί να αποδοθεί στον άνθρακα, έτσι τα αποτελέσματα από τις εξισώσεις της βιομάζας πολλαπλασιάζονται με το συντελεστή 0,5 (Kontogianni 2017)

Η κατάσταση της υγείας και της ζωτικότητας του ατόμου επηρεάζουν το ρυθμό της φωτοσύνθεσης και συνεπώς τη δέσμευση και την αποθήκευση άνθρακα. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αλλομετρικές εξισώσεις προσαρμόστηκαν ανάλογα με την κατάσταση υγείας του ατόμου, σύμφωνα με τους παρακάτω συντελεστές (Nowak κ.α. 2008, Nowak and Crane 2002):

Πίνακας 4. Συντελεστές κατάστασης υγείας (πηγή: Nowak κ.α. 2008, Nowak and Crane)
Table 4. Health status factors (source: Nowak κ.α. 2008, Nowak and Crane)

Γενική κατάσταση υγείας	Συντελεστής
Άριστη-Καλή	1.0
Μέτρια	0.76
Κακή	0.42
Χείριστη	0.15
Νεκρό	0

Τέλος, για να διερευνηθεί η άποψη του κόσμου για την συμβολή του αναπλάσμενου παραλιακού μετώπου της Θεσσαλονίκης στην δημιουργία μιας πιο βιώσιμης πόλης, συντάχθηκαν ερωτηματολόγια αποτελούμενα από 17 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Πιο συγκεκριμένα τα θέματα που εξετάστηκαν ήταν οι λειτουργικές και οι συναισθηματικές διαστάσεις που εμπλέκονται στην εμπειρία των πάρκων του παραλιακού μετώπου. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν σε 312 άτομα, τόσο άνδρες όσο και γυναίκες όλων των ηλικιακών κλάσεων οι οποίοι ήταν παρόντες στον χώρο της νέας παραλίας.

Αποτελέσματα

Στην περιοχή έρευνας καταγράφηκαν 692 θέσεις δένδρων από τις οποίες οι 667 ήταν ζωντανά δέντρα που αντιστοιχούν στο 96 % των συνολικά καταγεγραμμένων θέσεων. Το υπόλοιπο 4% αντιστοιχεί στις εν δυνάμει νέες θέσεις φύτευσης των οποίων η τωρινή κατάσταση είναι είτε νεκρά δένδρα είτε κενές δενδροδόχοι. Στα 667 ζωντανά βρέθηκαν 29 διαφορετικά είδη με τα πιο κυρίαρχα να παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

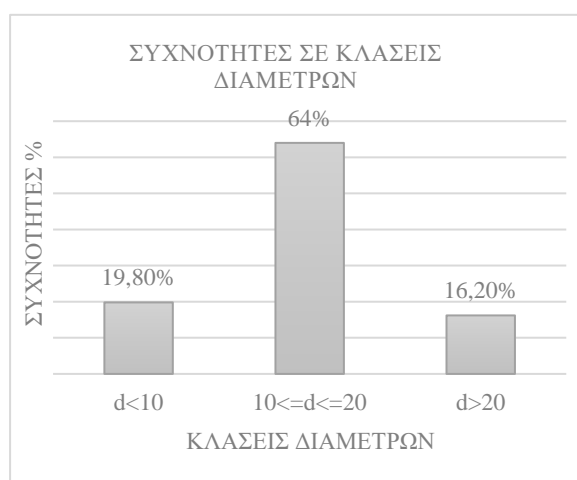
Πίνακας 5. Συχνότητα εμφάνισης των 10 πιο κυρίαρχων ειδών
Table 5. Frequency of occurrence of the 10 most dominant species

ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΙΔΟΥΣ	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΣΗ %
1 .	Άγνωστο είδος	27	4,05%
2 .	Ελιά <i>Olea europa</i>	20	3,00%
3 .	Κατάληψη <i>Catalpa bignonioides</i>	43	6,45%
4 .	Κερλετόρια <i>Koelreuteria paniculata</i>	27	4,05%
5 .	Κουκουναριά <i>Pinus pinea</i>	261	39,18%
6 .	Μέλια <i>Melia azedarach</i>	33	4,95%
7 .	Πεύκη Χαλέπιος <i>Pinus halepensis</i>	40	6,00%
8 .	Πλατάνι <i>Platanus orientalis</i>	93	13,96%
9 .	Φλαμουριά <i>Tilia sp.</i>	16	2,40%
10 .	Ψευδακακία <i>Robinia pseudoacacia</i>	24	3,60%

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το κυρίαρχο είδος είναι η κουκουναριά (*Pinus pinea*) η οποία καλύπτει κατά μήκος όλο το παραλιακό μέτωπο , και ακολουθεί το πλατάνι (*Platanus orientalis*) και η κατάληψη (*Catalpa bignonioides*).

Όσον αφορά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των δέντρων που μελετήθηκαν (ύψος , στηθιαία διάμετρος) οι μετρήσεις χωρίστηκαν στις εξής κλάσεις και η κατανομή τους φαίνεται στα ακόλουθα διαγράμματα . Όπως φαίνεται το μεγαλύτερο ποσοστό δέντρων της περιοχής μελέτης ανήκουν στην κατηγορία ύψους από 5 έως 10 μέτρα τα οποία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν και ως μετρίου ύψους . Παρόμοια εικόνα επικρατεί και στις κλάσεις διαμέτρων , με το μεγαλύτερο ποσοστό να βρίσκεται στην μεσαία κλάση .

Κατά την λήψη των δεδομένων για την κατάρτιση του ψηφιακού μητρώου δέντρων εκτιμήθηκε και η γενική κατάσταση υγείας των ατόμων την χρονική στιγμή της μελέτης και ταξινομήθηκε στις εξής 5 κατηγορίες : άριστη , καλή , μέτρια , κακή και χειρίστη . Για το μεγαλύτερο ποσοστό των μελετηθέντων δένδρων (85%) η γενική κατάσταση της υγείας κρίθηκε ως "καλή" . Θετικό είναι το γεγονός ότι βρέθηκαν μόνο 14 άτομα των οποίων η υγεία ήταν σε χειρίστη και κακή κατάσταση.



Σχήμα 1. Κλάσεις διαμέτρων
Figure 1. Diameter classes

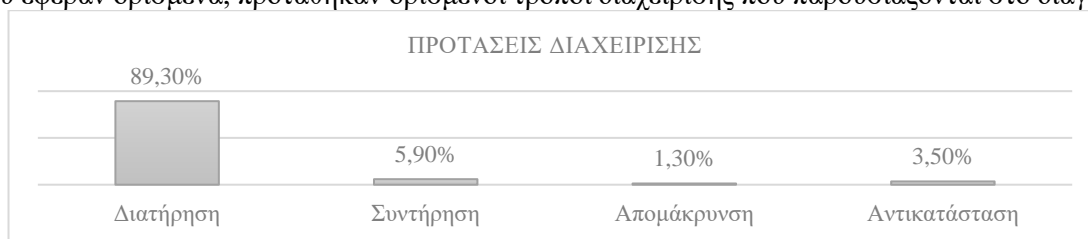


Σχήμα 2. Κλάσεις ύψους
Figure 2. height classes

Πίνακας 6. Γενική κατάσταση υγείας
Table 6. General health condition

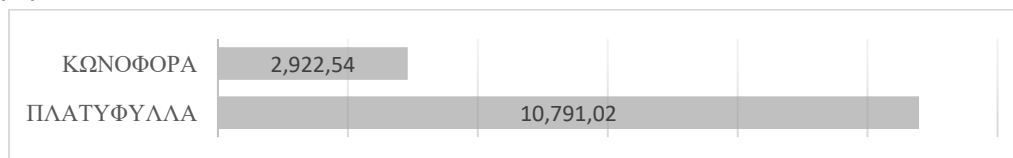
Γενική κατάσταση υγείας	Αριθμός ατόμων
Άριστη	8
Καλή	571
Μέτρια	74
Κακή	11
Χείριστη	3

Βανδαλισμοί και πληγώσεις παρατηρήθηκαν σε 114 άτομα τα οποία αντιστοιχούν σε ποσοστό 17% από τα συνολικά ζωντανά. Το 57% των πληγώσεων που εντοπίστηκαν αφορούσαν τις κουκουναριές στις οποίες παρατηρήθηκαν πληγώσεις πιθανόν από τις σιδερένιες κατασκευές στήριξης που έχουν τοποθετηθεί. Λαμβάνοντας υπόψιν τη γενική κατάσταση υγείας των δέντρων καθώς και τις πληγώσεις που έφεραν ορισμένα, προτάθηκαν ορισμένοι τρόποι διαχείρισης που παρουσιάζονται στο διάγραμμα.

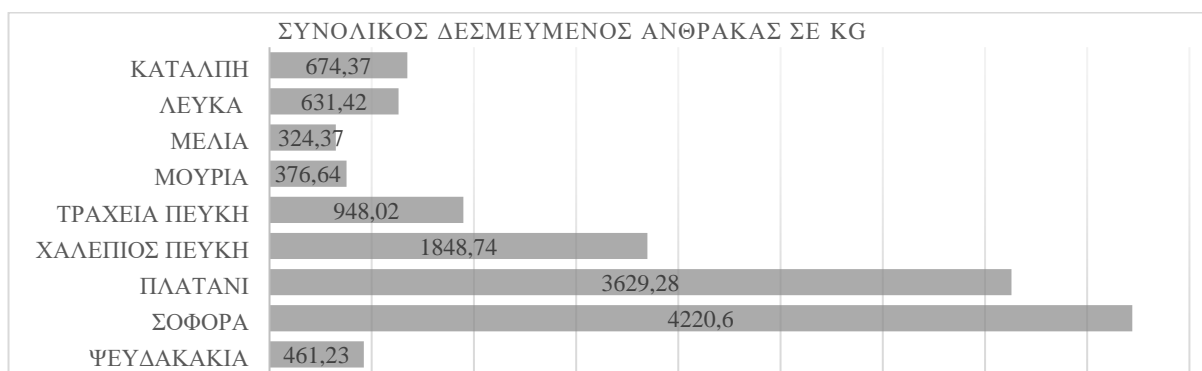


Σχήμα 3. Προτάσεις διαχείρισης
Figure 3. Management suggestions

Για όλα τα είδη που συναντήθηκαν στην έρευνα εξαιρουμένων κάποιων ατόμων που συναντήθηκαν μια φορά, υπολογίστηκε η βιομάζα με βάση τις αλλομετρικές εξισώσεις. Η πραγματική βιομάζα βρέθηκε έπειτα από προσαρμογή που έγινε στα αποτελέσματα των αλλομετρικών εξισώσεων ανάλογα με την κατάσταση υγείας των ατόμων και έπειτα αυτή πολλαπλασιάστηκε με το ειδικό βάρος C και έτσι λήφθηκαν τα αποτελέσματα που ακολουθούν. Αρχικά τα δέντρα χωρίστηκαν σε πλατύφυλλα και κωνοφόρα και στην συνέχεια η δέσμευση του άνθρακα υπολογίστηκε για κάθε δασοπονικό είδος που συναντήθηκε.



Σχήμα 4. Δεσμευμένος άνθρακας συνολικά
Figure 4. Carbon absorption in total



Σχήμα 5. Δεσμευμένος άνθρακας ανά άτομο
Figure 5. Carbon sequestration per person

Όπως φαίνεται το είδος που δεσμεύει το μεγαλύτερο ποσοστό άνθρακα είναι η σοφόρα (*Sophora japonica*) και ακολουθεί το πλατάνι (*Platanus orientalis*). Ωστόσο δεν μπορεί να οριστεί το είδος

Platanus ως το πιο αποτελεσματικό είδος στη δέσμευση του άνθρακα. Αυτό μπορεί να οφείλεται στη μεγάλη συχνότητα εμφάνισης του είδους ή των μεγάλων κλάσεων διαμέτρου και ύψους που παρουσιάζει. Επιπλέον έγινε εκτίμηση της αποτελεσματικότητας κάθε είδους λαμβάνοντας υπόψη τον άνθρακα που δεσμεύεται καθώς και τη συχνότητα εμφάνισης του κάθε είδους. Η σοφόρα (*Sophora japonica*) εμφανίζεται ως το είδος με την μεγαλύτερη δέσμευση άνθρακα από την βιομάζα του κάθε ατόμου με 383,69kg. Στην συνέχεια ακολουθεί η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) με 153,43kg/άτομο και η λεύκα (*Populus alba*) με 105,23kg/άτομο.

Με βάση την άποψη των επισκεπτών της νέας παραλίας, η οποία καταγράφηκε με την βοήθεια ερωτηματολογίων, το συντριπτικό ποσοστό του 61% πιστεύει πως η σημαντικότερη λειτουργία που επιτελεί το παραλιακό μέτωπο είναι η αναψυχή, αποτελώντας παράλληλα και χώρο κοινωνικοποίησης. Για ορισμένες επιμέρους λειτουργίες που προσφέρει το αναπλασμένο παραλιακό μέτωπο, το 33% πιστεύει πως η λειτουργία «δροσιά τις πιο ζεστές μέρες» ικανοποιείται μέτρια, το 40% ότι η λειτουργία της βελτίωσης της πόλης οπτικά ικανοποιείται αρκετά, ενώ το 32,50% κρίνει την ικανοποίηση της λειτουργίας «μείωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης» ως μέτρια.

Συμπεράσματα- Συζήτηση

Συγκεντρώνοντας όλα τα δεδομένα και προβαίνοντας στην κατάλληλη επεξεργασία διαπιστώνουμε τα εξής:

Τα 667 ζωντανά δένδρα αντιπροσωπεύονται από 29 διαφορετικά είδη εκ των οποίων τα 4 είναι κωνοφόρα και τα υπόλοιπα 25 πλατύφυλλα. Από τα 29 διαφορετικά είδη που εντοπίστηκαν, τα 7 είναι ξενικά καλύπτοντας το 21,3% των συνολικών φυτεύσεων. Το υπόλοιπο 78,7% αποτελείται από αυτόχθονα είδη τα οποία θα πρέπει προτιμώνται διότι τα αυτοφυή φυτά της ελληνικής χλωρίδας είναι άριστα προσαρμοσμένα στο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας με μηχανισμούς επιβίωσης στα φτωχά σε θρεπτικά συστατικά εδάφη και στο θερμό και ξηρό καλοκαίρι.

Βανδαλισμοί και πληγώσεις παρατηρήθηκαν σε 114 άτομα. Το 57% των πληγώσεων που εντοπίστηκαν αφορούσαν τις κουκουναριές στις οποίες παρατηρήθηκαν πληγώσεις πιθανόν από τις σιδερένιες κατασκευές στήριξης που έχουν τοποθετηθεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητη η συντήρηση των δέντρων στις περιοχές των πληγώσεων για αποφυγή μιας επικείμενης μόλυνσης, καθώς και ενδεχόμενη απομάκρυνση των σιδερένιων κατασκευών όπου κρίνεται απαραίτητο.

Τα μεγαλύτερα ποσοστά δεσμευμένου άνθρακα από την βιομάζα των δέντρων συναντώνται στα πλατύφυλλα παρά το γεγονός ότι τα περισσότερα άτομα που καταγράφηκαν ήταν κωνοφόρα. Κατά τους Aguaron and McPherson (2011) αυτό είναι λογικό, αφού τα κωνοφόρα συσσωρεύουν λιγότερη βιομάζα από τα πλατύφυλλα εξαιτίας των ρυθμών αύξησής τους και εν μέρει λόγω της χαμηλότερης πυκνότητας ξύλου.

Το είδος με την μεγαλύτερη δέσμευση άνθρακα συνολικά είναι η σοφόρα (*Sophora japonica*) ενώ ακολουθούν η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis*) και το πλατάνι (*Platanus orientalis*). Ωστόσο στον υπολογισμό δεσμευμένου άνθρακα ανά άτομο βρέθηκε πως η σοφόρα (*Sophora japonica*) είναι το είδος με την μεγαλύτερη δέσμευση άνθρακα από την βιομάζα του κάθε ατόμου. Στην συνέχεια ακολουθεί η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) με σημαντικά ποσά δεσμευμένου άνθρακα. Αν και κατά την κατάρτιση του ψηφιακού μητρώου δέντρων το συγκεκριμένο είδος συναντήθηκε μόλις 7 φορές ωστόσο παρατηρήθηκε μεγάλη στηθαία διάμετρος και ύψος με τους μέσους όρους να κυμαίνονται στα 47.5 (cm) και 7,2 (m) αντίστοιχα. Παρόμοια περίπτωση αποτελεί η λεύκα (*Populus alba*) η οποία έρχεται τρίτη στην κατάταξη.

Ένας σημαντικός παράγοντας της μεταβλητότητας στην ικανότητα αποθήκευσης άνθρακα είναι η ανάπτυξη της κόμης τους η οποία συνήθως διακόπτεται από τις κλαδεύσεις και τα εμπόδια του δομημένου περιβάλλοντος (Tsitsoni κ.α. 2013, Τσιτσώνη κ.α. 2005, Tsitsoni and Zagas 2001). Μεγάλα και υγιή δένδρα μπορούν να απομακρύνουν 60 - 70 φορές μεγαλύτερη ποσότητα άνθρακα από την ατμόσφαιρα σε σχέση με τα μικρότερα δένδρα (McPherson 1994). Σε όλους τους Δήμους γίνεται κλάδευση των δένδρων στα πάρκα και τις δενδροστοιχίες, πράγμα που αποτελεί σφάλμα λόγω της κακοποίησης των δένδρων και πρέπει να αποφεύγεται με μια περισσότερο προσεκτική εκλογή ειδών (Ντάφης 2001). Και εδώ πρέπει να τονιστεί η ανάγκη ανανέωσης και συνεχούς ενημέρωσης του μητρώου των δέντρων αφού τα δένδρα του αστικού περιβάλλοντος υπόκεινται συνεχώς μεταβολές.

Με την ολοκλήρωση της έρευνας κατά την οποία αποτυπώθηκε η υπάρχουσα κατάσταση του αναπλασμένου παραλιακού μετώπου της Θεσσαλονίκης, προτείνονται τα παρακάτω:

- Διατήρηση των ιθαγενών ειδών ως επί το πλείστον καθώς εμφανίζουν μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στις οικολογικές συνθήκες του περιβάλλοντος και συνάδουν αισθητικά με το τοπίο.
- Τακτική συντήρηση των δένδρων ώστε να παρέχουν τη μέγιστη ωφέλειά τους.
- Πλήρωση των κενών δενδροδόχων και αντικατάσταση νεκρών ατόμων
- Δημιουργία μητρώων για κάθε χώρο πρασίνου της Θεσσαλονίκης
- Τακτική ανανέωση των υπαρχόντων δεδομένων του μητρώου δέντρων Green tree για να διατηρηθεί η εγκυρότητά του σχετικά με την κατάσταση των δέντρων.

Abstract

Urban centers have become inhospitable to residents because of the intense land use change and human activities which are responsible for high CO₂ concentrations and climate change. The purpose of the present paper is to highlight the multiple functions of urban green from an ecological and social perspective, and how it contributes to the creation of sustainable cities. By utilizing GreenTree software, a complete digital register of trees was created for the coastal front of Thessaloniki. 692 planting sites were registered, of which 667 are living trees, and 104 characteristics were assessed for each one of them. The results show that the amount of carbon captured from living trees is 13 tons. An attempt was also made to capture the opinion of the visitors of the reconstructed coastal front, through the completion of 300 questionnaires.

Βιβλιογραφία

- Aguaron, E. and McPherson, E., 2011. Comparison of Methods for Estimating Carbon Dioxide Storage by Sacramento's Urban Forest. *Carbon Sequestration in Urban Ecosystems*, pp.43-71.
- Greentree, 2014. Greentree.[online] Διαθέσιμο από : <https://greentree.gr/greentreeanager/index.php?r=site/index>
- Jenkins, J., Chojnacky, D., Heath, L. and Birdsey, R., 2004. Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species.
- Κοντογιάννη, Α., 2017. Επίδραση της δομής και σύνθεσης του αστικού πρασίνου στη διαμόρφωση του κλίματος των πόλεων. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Ντάφης, Σπ., 2001. Δασοκομία Πόλεων. Εκδόσεις Art Of Text, Θεσσαλονίκη.
- McPherson, E. G., Nowak, D. J. and Rowntree, R. A., 1994. Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. General Technical Report NE-186. Radnor, PA, United States of America. United States Department of Agriculture Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.
- McPherson, E., van Doorn, N. and Peper, P., 2016. Urban tree database and allometric equations.
- Nowak, D. J., Crane, D.E., Stevens, J. C., Hoehn, R. E., Walton, J. T. and Bond, J., 2008. A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboriculture and Urban Forestry*, 34, pp. 347–358.
- Pataki, D., Alig, R., Fung, A., Golubiewski, N., Kennedy, C., McPherson, E., Nowak, D., Pouyat, R. and Romero Lankao, P., 2006. Urban ecosystems and the North American carbon cycle. *Glob. Change Biol.*, 12(11), pp.2092-2102
- Pickett, S., Cadenasso, M., Grove, J., Boone, C., Groffman, P., Irwin, E., Kaushal, S., Marshall, V., McGrath, B., Nilon, C., Pouyat, R., Szlavecz, K., Troy, A. and Warren, P., 2011. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *J. Environ. Manage.*, 92(3), pp.331-362.
- Ράγκου, Π., 2014. Παράγοντες πρόκλησης περιβαλλοντικών προβλημάτων Ι. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Roy, S., Byrne, J. and Pickering, C., 2012. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), pp.351-363.
- Tabacchi, G., Di Cosmo, L. and Gasparini, P., 2011. Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. *Eur. J. For. Res.*, 130 (6), pp. 9-11

Τσιτσώνη, Θ. και Σαμαρά, Θ., 2002. Υπάρχουσα κατάσταση και διαχείριση του αστικού και περιαστικού πρασίνου στη Δ. Μακεδονία, Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, «Έρευνα, Προστασία και Διαχείριση Χερσαίων Οικοσυστημάτων, Περιαστικών Δασών και Αστικού Πρασίνου», Τρίπολη, 26-29 Μαΐου 2002, σελ. 136-147.

Τσιτσώνη, Θ., Μπάταλα, Ε. και Ζάγκας, Θ., 2005. Διαχείριση αστικού πρασίνου και προτάσεις αναβάθμισης του στο Δήμο Θεσσαλονίκης. Πρακτικά του 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Δάσος και Νερό-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος». Ελληνική δασολογική εταιρία 1-3, Δράμα.

