

5

° ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23

Μαΐου 2024

Συνεδριακό
Αμφιθέατρο

Γεωπονικό
Πανεπιστήμιο
Αθηνών



ΤΕΥΧΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΕΩΝ

ΑΘΗΝΑ, 2024



Επιμέλεια έκδοσης

Διονύσιος Καλύβας

Υπεύθυνος Διοργάνωσης

Καθηγητής ΓΠΑ

Ερευνητική Μονάδα GIS ΓΠΑ

Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής

Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας

Γραμματεία 5^{ου} Συνεδρίου Γεωγραφικών Πληροφοριακών

Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο

Περιβάλλον

Copyright 2024: Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων

ISBN: 978-960-6806-33-9



ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ & ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

Οργανωτική Επιτροπή

Ονοματεπώνυμο

Καλύβας Διονύσιος (Υπεύθυνος
Διοργάνωσης)

Αλεξανδρίδης Θωμάς

Λαμπρόπουλος Αναστάσιος

Ντούλα Μαρία

Πετρόπουλος Γεώργιος

Σούλης Κων/νος

Τριαντακωνσταντής Δημήτριος

Φουντάς Σπυρίδων

Ψωμιάδης Εμμανουήλ

Φορέας

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

Θεσσαλονίκης

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό

Ινστιτούτο

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Επιστημονική Επιτροπή

Ονοματεπώνυμο

Αλεξανδρής Σταύρος

Αλεξανδρίδης Θωμάς

Αρβανίτης Κων/νος

Βαβουλίδου Ευαγγελία

Γιαλούρης Κων/νος

Δαλέζιος Νικόλαος

Δέρκας Νικόλαος

Δημοπούλου Έφη

Ζέρβας Γεώργιος

Καΐρης Ορέστης

Καλογήρου Στέφανος

Καλούδης Σπύρος

Καλύβας Διονύσιος

Καραβίτης Χρήστος

Κόκκινου Ελένη

Φορέας

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

Θεσσαλονίκης

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κοσμάς Κωνσταντίνος
Κυριακίδης Φαίδων
Λαμπρόπουλος Αναστάσιος
Λορέντζος Νικόλαος
Μουστάκας Νικόλαος

Μπαρμπαγιάννης Νικόλαος

Μυλωνάς Παναγιώτης

Νεκτάριος Παναγιώτης
Οικονόμου Γαρυφαλλιά
Παπαδόπουλος Αριστοτέλης
Παπαδόπουλος Γεώργιος
Παπανικολάου Ιωάννης
Παπαφωτίου Μαρία
Πετρόπουλος Γεώργιος
Ποϊραζίδης Κωνσταντίνος
Ροζάκης Στυλιανός
Σούλης Κων/νος
Σωτηράκογλου Κυριακή
Τούλιος Λεωνίδας
Τριαντακωνσταντής Δημήτριος
Τσαντήλας Χρίστος
Τσάτσαρης Ανδρέας
Τσιλιγκιρίδης Θεόδωρος
Τσιχριντζής Βασίλειος
Φουντάς Σπυρίδων
Φραγκούλης Δημήτριος
Χαλκιάς Χρήστος
Χαραλαμπίδης Ιωάννης
Χατζηγεωργίου Ιωάννης
Χατζηχρήστος Θωμάς
Ψωμιάδης Εμμανουήλ

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό
Ινστιτούτο
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Ιόνιο Πανεπιστήμιο
Πολυτεχνείο Κρήτης
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Γραμματεία Συνεδρίου

Αλεξανδρή Σωτηρία
(Υπεύθυνη Γραμματείας και
Επικοινωνίας)

Βαλιάντζα Ελένη

Γεροντίδης Στυλιανός

Δοσιάδης Ευάγγελος

Καββαδίας Αντώνιος

Κατσογιάννου Αικατερίνη

Κοπανέλης Δημήτριος

Μπόμπορη Γεωργία

Νικητάκης Ευάγγελος

Πάλλη Γραβάνη Στεργία

Ράιδου Ελένη

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ερευνητική Μονάδα GIS

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ & ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	12
Επιστημονικές Προφορικές Ανακοινώσεις.....	15
ΣΥΝΕΔΡΙΑ I: Νερό – Έδαφος - Αξιολόγηση γαιών (I).....	16
A SOIL DEAL FOR EUROPE: PRESENTING THE SOILS FOR EUROPE-SOLO AND SOILGUARD PROJECTS	17
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΛΗΣΙΟΝ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΦΥΛΗΣ.....	19
ATMOSPHERIC CORRECTION ANALYSIS OF EMPIRICAL TROPHIC STATUS ASSESSMENT ACROSS THE WFD LAKE MONITORING NETWORK OF GREECE.....	24
A REVIEW: HEAVY METALS AND MICROPLASTICS IN SOILS – ASSESSING THE EFFICIENCY OF REMEDIATION TECHNIQUES AND FUTURE TRENDS.....	26
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ.....	29
ΑΖΩΤΟΥΧΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΟ ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ NEAR REAL TIME ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	32
ΣΥΝΕΔΡΙΑ I: Νερό – Έδαφος - Αξιολόγηση γαιών (II).....	34
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΜΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑ ΣΕ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ	35
APPLICATION OF CONVOLUTIONAL AND GRAPH NEURAL NETWORKS METHODS FOR MINERAL PROSPECTIVITY MAPPING IN THE HATTU OROGENIC-GOLD DISTRICT	39
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ RUSLE ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΓΙΑ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΑ ΒΑΤΕΡΑ ΤΗΣ ΛΕΣΒΟΥ	41
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ TEROS 12 ΣΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	43

LEVERAGING DEEP LEARNING METHODS TO ENHANCE HYDROLOGICAL PREDICTIONS AND MODEL INTERPRETABILITY	44
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ: ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	46
ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	49
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΣΕ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ NDVI	51
ΣΥΝΕΔΡΙΑ II: Χωρική Στατιστική - Γεωστατιστική – Τεχνητή Νοημοσύνη	53
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ	54
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ.....	55
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ ΔΡΥΟΔΑΣΗ ΚΑΙ ΘΑΜΝΩΝΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	56
ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΑΚΟΠΑΛΗΘΥΣΜΟΥ (BACTROCERA OLEAE, DIPTERA, TERHRITIDAE) ΓΙΑ ΕΠΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ (2017-2023) ΣΤΗ ΣΑΜΟ	58
ΣΥΝΕΔΡΙΑ III: Γεωργία ακριβείας.....	61
ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΛΑΙΩΝΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	62
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΣΗ ΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	64
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΑΓΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΟΠΟΙΗΣΗ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	66
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΣΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟ ΑΡΟΤΡΑΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	67
NITROCOTTON: A DECISION-MAKING TOOL FOR VARIABLE NITROGEN RATES IN COTTON CULTIVATION	70
ΜΕΛΕΤΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΟΠΩΡΩΝΑ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (<i>Castanea sativa</i>) ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	72
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΜΗΣ ΤΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΕ ΕΛΑΙΩΝΑ.....	74



5

° ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ IV: Ψηφιακός Μεταχηματισμός Πρωτογενούς Τομέα: Εφαρμογές (I) .. 76

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ
ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗ
ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ 77**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ GIS ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ
ΜΕΛΕΤΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΜ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ 79**

**ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΠΟΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΑΓΡΩΝ
ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΙΜΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ 81**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ IV: Ψηφιακός Μεταχηματισμός Πρωτογενούς Τομέα: Εφαρμογές (II). 83

**ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΤΕΥΞΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ
ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ. 84**

**ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΣΜΑΤΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΕΠΙ ΣμηΕΑ ΚΑΙ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ
ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΝΤΟΜΟ *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat)
(Coleoptera: Cerambycidae) ΣΕ ΜΟΥΡΙΕΣ. 86**

**BIOMASS ESTIMATION IN ENERGY CROPS USING REMOTE
SENSING..... 88**

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΚΑΙ UAV ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΘΕΡΙΝΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ 89**

**ASSESSING DURUM WHEAT YIELD USING SENTINEL-2 IMAGERY: A
COMPARISON OF MACHINE LEARNING AND VEGETATION INDEX-
BASED MODELING APPROACHES..... 90**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ V: Ανάλυση χωρικών δεδομένων 92

**Ο ΠΟΛΥΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ 93**

**ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ
ΑΝΙΣΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΕ. ΘΕΩΡΗΣΗ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΩΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 95**

**ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ArcGIS ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΤΡΙΤΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ..... 97**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ
TERROIR ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗ ΖΩΝΗ ΤΟΥ Ν. ΔΡΑΜΑΣ 99**

Η ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΥΠΟΒΑΘΡΩΝ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	102
--	-----

ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ/ΚΑΛΥΨΕΩΝ ΓΗΣ ΥΠΟ ΤΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΤΡΩΝ	104
---	-----

ΣΥΝΕΔΡΙΑ VI: Εφαρμογές γεωχωρικών τεχνολογιών: Αλιεία, Υδατοκαλλιέργεια, Παράκτια Ζώνη	106
---	-----

ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ	107
--	-----

STEREOSCOPIC MEASUREMENTS TO BRING INSIGHTS INTO THE MICROHABITAT CHARACTERISTICS OF FRESHWATER FISH.....	110
--	-----

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΕΝΔΙΑΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>Pinna nobilis</i> ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	112
--	-----

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΓΡΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΝΑΛΙΩΝ Sentinel-2 MSI ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ .	114
---	-----

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΦΩΛΕΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΙΣΒΟΛΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>Lepomis gibbosus</i> ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΗΓΩΝ ΑΛΟΥΥ....	116
--	-----

ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII: Κλιματική αλλαγή – Φυσικές Καταστροφές (I)	118
--	-----

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΓΙΓΙΟΦΟΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ DANIEL ΚΑΙ ELIAS ΜΕ ΕΣΤΙΑΣΗ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ.....	119
--	-----

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	121
--	-----

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΕΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	123
---	-----

ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΜΠΕΛΩΝΩΝ ΤΩΝ ΜΕΛΑΜΠΩΝ ΡΕΘΥΜΝΟΥ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΧΩΡΙΚΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ.....	126
--	-----

INTEGRATED GIS-BASED APPROACH FOR WILDFIRE MANAGEMENT: RISK ASSESSMENT, RECOVERY, AND MONITORING	128
--	-----

ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII: Κλιματική αλλαγή – Φυσικές Καταστροφές (II).....	130
--	-----

Η ΕΛΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΩΣ ΠΙΘΑΝΟΣ ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ ΠΡΟΣΦΑΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	131
--	-----

ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΜΕΙΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ (WUI), ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ GIS, ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΗ ΑΛΛΗΛΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ.....	133
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	134
ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ, ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ	137
URBAN HEAT WATCH: ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΡΙΟ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	140
Αναρτημένες Επιστημονικές Ανακοινώσεις (Poster)	143
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ	144
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΞΙ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΑ ΕΛΑΦΗ ΤΗΣ ΒΙ.ΠΕ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.....	146
ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	148
ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	149
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΥΛΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ	151
ΤΑΣΕΙΣ ΑΝΩΤΕΡΩΝ ΔΑΣΟΟΡΙΩΝ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΟΥΝΑ	153
A DOWNSCALING SCHEME FOR SURFACE SOIL MOISTURE AND EVAPORATIVE FRACTION RETRIEVALS FROM OPTICAL/MW REMOTE SENSING DATA	154
COASTAL VULNERABILITY AND SOCIOECONOMIC IMPACT ASSESSMENT UNDER CLIMATE CHANGE IN THE ARCTIC COASTS	155
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΛΑΦΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΛΑΦΟ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΜΕΑΣ	157
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΛΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ	158

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ (APP) ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΑΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΩΔΙΚΑ	159
TESTING THE PERFORMANCE OF TWO DIFFERENT INDIRECT APPROACHES ON EARLY PREDICTION OF HARVEST TIME FOR PEACH CULTIVATIONS	161
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ.....	162
ΧΩΡΙΚΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ ΑΓΡΟ-ΥΔΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (DT-AGRO).....	164
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΙΩΝΑ (ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ) ΜΕ ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ.....	166
ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ UAV ΣΕ ΑΜΥΓΔΑΛΕΩΝΑ	168

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα έκδοση περιλαμβάνει τις περιλήψεις των επιστημονικών προφορικών και αναρτημένων ανακοινώσεων του **5^{ου} Συνεδρίου Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον**. Το εν λόγω συνέδριο, το οποίο πλέον είναι θεσμός, αυτή τη χρονιά πραγματοποιείται **21-22-23 Μαΐου 2024** στο Συνεδριακό Αμφιθέατρο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, με ακόμη πιο πλούσια θεματολογία.

Τη διοργάνωση έχει αναλάβει η Ερευνητική Μονάδα GIS του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ) από κοινού με την Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (HellasGIS).

Το 5ο Συνέδριο τελείται υπό την Αιγίδα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, του Δήμου Αθηναίων και του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ακόμη, υλοποιείται με την υποστήριξη της Ελληνικής Οργάνωσης Παραγωγών Υδατοκαλλιεργειών (ΕΛΟΠΥ).

Στην άψογη διοργάνωση συνεισφέρουν 14 Χορηγοί Επικοινωνίας, Αγροτύπος Α.Ε., Ελληνική Γεωργία, Εύφορη Γη, η Olivenews.gr, το SYNEDRIO, οι Αγροτικές Ευκαιρίες, η Agro.Tec magazine, η agro24, η Agrocapiatal, η Αγροέκφραση, η Agrenda-Agronews, η Greenagenda και η Vorla.gr. Ακόμη, με χορηγίες ο Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων και Έρευνας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, το Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος και 28 εταιρείες του ιδιωτικού τομέα με χαρτοφυλάκιο συναφές με την επιστημονική θεματολογία του Συνεδρίου.

Αναλυτικότερα οι διακριτικοί τίτλοι αυτών:

- ❖ Μέγας Χορηγός: η εταιρεία PJ CONDELLIS SA
- ❖ Πλατινένιοι Χορηγοί: οι Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΓΕΩΤ.Ε.Ε.), Neuropublic, Syngenta, Spectricon, MELETI Co, Foodstandard, Scientact, Marathon Data Systems, Οικοανάπτυξη, TractorGPS, Evergreen Plan-T, Proactive, Ucandrone, TotalView, Inforest Research O.C., Tree Company
- ❖ Χρυσοί Χορηγοί: Yara, Agrostis, Enviropian, Basf, Ambio, Cognitera
- ❖ Αργυροί Χορηγοί: Eurochem, Geosense, Εκδόσεις Έμβρυο, Hellenic Drones, JGC
- ❖ Υποστηρικτής: Ελληνική Οργάνωση Παραγωγών Υδατοκαλλιέργειας (ΕΛΟΠΥ)

Στόχος και των 5 Συνεδρίων (2015-2017-2019-2022-2024) είναι η διάχυση των προσπαθειών της ελληνικής επιστημονικής κοινότητας στον τομέα των ψηφιακών γεωχωρικών τεχνολογιών στον Πρωτογενή τομέα και στο Περιβάλλον.

Ακολουθούν και προσπαθούν να συμβάλλουν στην γενικότερη φιλοσοφία εξωστρέφειας και προσπάθειας του ΓΠΑ να στηρίξει τον πρωτογενή τομέα μέσω νέων εκπαιδευτικών και ερευνητικών αντικειμένων σχετικών με τις σύγχρονες ψηφιακές χωρικές τεχνολογίες.

Το πρόγραμμα του 5^{ου} Συνεδρίου, όπως τελικά διαμορφώθηκε, περιλαμβάνει 54 προφορικές ανακοινώσεις κατανομημένες σε 9 συνεδρίες, 16 αναρτημένες ανακοινώσεις

– poster και παρουσιάσεις από εταιρείες-χορηγούς του Συνεδρίου. Επίσης περιλαμβάνει δύο ειδικές συνεδρίες.

ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ I: Εφαρμογές των drones στη Γεωργία, η οποία διοργανώθηκε από την Ερευνητική Μονάδα GIS σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Θρέψης Φυτών και Ποιότητας Εδάφους του ΓΠΑ και την Ελληνική Γεωργική Ακαδημία.

ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ II: Αλιεία & Υδατοκαλλιέργεια: πως οι νέες γεωχωρικές τεχνολογίες μπορούν να αντιμετωπίσουν τις σύγχρονες προκλήσεις, η οποία διοργανώθηκε από την Ερευνητική Μονάδα GIS του ΓΠΑ.

Οι συγγραφείς των επιστημονικών εργασιών προέρχονται από 14 ελληνικά πανεπιστήμια και 7 πανεπιστήμια του εξωτερικού. Επίσης από 11 ερευνητικά κέντρα και ερευνητικούς οργανισμούς της χώρας μας καθώς και από 15 ιδιωτικές εταιρείες.

Συγκεκριμένα από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, το Πάντειο Πανεπιστήμιο, το Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, το Πανεπιστήμιο Πατρών, το Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, το Ιόνιο Πανεπιστήμιο, το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο, το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, το Πανεπιστήμιο Στοκχόλμης, το Πανεπιστήμιο του Βουκουρεστίου, το Πανεπιστήμιο Σάσαρι, το Πανεπιστήμιο της Βαρκελώνης, το Πανεπιστήμιο της Κοϊμπρα, το Πανεπιστήμιο της Virginia, τον Ελληνικό Οργανισμό Δήμητρα, το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, τον Οργανισμό Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής, τη ΔΕΔΔΗΕ, το Μαριολοπούλειο – Καναγκίνειο Ίδρυμα Επιστημών Περιβάλλοντος την Περιφέρεια Αττικής, την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το Περιβαλλοντικό Παρατηρητήριο Ναβαρίνου, το Κέντρο Έρευνας Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας, το Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών, το ERATOSTHENES Centre of Excellence, το LEITAT Technological Center, το CP. Foodlab, και εταιρείες ιδιωτικού τομέα οι οποίες πραγματοποιούν επιστημονική έρευνα.

Αξίζει να αναφερθεί πως η Επιστημονική Επιτροπή θα δώσει τη δυνατότητα σε επιλεγμένες εργασίες να δημοσιευτούν μετά από κρίση σε **Ειδικά Τεύχη διεθνών έγκριτων περιοδικών**.

Σημαντικό κομμάτι της φετινής διοργάνωσης είναι η **2^η GIS Congress EXPO** στην οποία συμμετέχουν εταιρείες από τους Πλατινένιους Χορηγούς του Συνεδρίου σε μία προσπάθεια να τονιστεί πως η επιστήμη θα πρέπει να συνδέεται και με την επιχειρηματικότητα στον ψηφιακό πρωτογενή τομέα με την αρωγή των γεωχωρικών τεχνολογιών.

Οι επιστημονικές εργασίες, που έχουν υποβληθεί, έχουν ως γενικό περιεχόμενο τη χρησιμοποίηση δυνατοτήτων των GIS, της Τηλεπισκόπησης, των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, της Χωρικής Ανάλυσης, της Χωρικής

Στατιστικής, της Γεωστατιστικής, της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης:

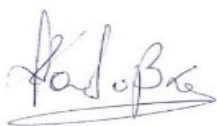
- ❖ στη χωρική ψηφιακή διαχείριση αγροκτήματος & αγροτικής εκμετάλλευσης,
- ❖ στη διερεύνηση προβλημάτων σχετικών με τους εδαφικούς πόρους και την αξιολόγηση γαιών, στην αντιμετώπιση ζητημάτων γύρω από τους υδατικούς πόρους και το κλίμα,
- ❖ στη διερεύνηση του ρόλου της γεωπληροφορικής στην αλιεία και τις υδατοκαλλιέργειες με σκοπό τη βιωσιμότητα και την προστασία του περιβάλλοντος.,
- ❖ στην προστασία της φυτικής και ζωικής παραγωγής μέσω των νέων γεωχωρικών τεχνολογιών,
- ❖ την πρόληψη και αποτροπή των φυσικών καταστροφών και της κλιματικής αλλαγής
- ❖ και τέλος την προστασία των δασών, των οικοσυστημάτων καθώς και του αστικού και περιαστικού πρασίνου.

Η οργανωτική επιτροπή θα ήθελε να ευχαριστήσει:

- ❖ **τους προσκεκλημένους ομιλητές** του Συνεδρίου κ. **Χριστόπουλο Διονύσιο** Καθηγητή στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πολυτεχνείου Κρήτης, τον κ. **Νικολακόπουλο Κωνσταντίνο** Καθηγητή στο τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών και τον κ. **Καβρουδάκη Δημήτριο** Αναπληρωτή Καθηγητή στο τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για την ευγενή προσφορά τους,
- ❖ τους συμμετέχοντες,
- ❖ τους χορηγούς που στήριξαν οικονομικά το Συνέδριο,
- ❖ τους χορηγούς επικοινωνίας, οι οποίοι πραγματοποίησαν μια άριστη καμπάνια προώθησής του,
- ❖ τους προϊόντικούς χορηγούς,
- ❖ και όλους όσους για μια ακόμη χρονιά τίμησαν το Συνέδριο.

Με τιμή,

ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ Π. ΚΑΛΥΒΑΣ



Υπεύθυνος Διοργάνωσης,
5ου Συνεδρίου Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον
Καθηγητής Αξιολόγησης Γαιών, GIS & Χωρικής Ανάλυσης
Δ/ντής Τομέα Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας
Ερευνητική Μονάδα GIS
Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής
Τηλ. 210 5294091, E-mail: kalivas@aua.gr



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Επιστημονικές Προφορικές Ανακοινώσεις

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ I: Νερό – Έδαφος - Αξιολόγηση γαιών (I)

A SOIL DEAL FOR EUROPE: PRESENTING THE SOILS FOR EUROPE-SOLO AND SOILGUARD PROJECTS

Zoka Melpomeni^{1*}, Stathopoulos Nikolaos¹, Kontoes Charalampos¹, Llado Salvador², Yacoub Cristina³, Guerra Carlos⁴.

1. Operational Unit “BEYOND Centre for Earth Observation Research and Satellite Remote Sensing”, Institute for Astronomy, Astrophysics, Space Applications and Remote Sensing, National Observatory of Athens, GR-152 36 Athens, Greece
2. Department of Genetics, Microbiology and Statistics, University of Barcelona, Spain
3. LEITAT Technological Center, Terrassa, Spain
4. Department of Life Sciences, University of Coimbra, Portugal

Keywords: Soil mission; roadmaps; soil biodiversity; ecosystem services; EU

Life on Earth depends on healthy soils. These rich layers beneath our feet serve as the bedrock of our food systems, they provide clean water and habitats for biodiversity while contributing to climate resilience. Moreover, soil supports our cultural heritage and landscapes and is the basis of our economy and prosperity. However, soils are under multiple pressures, including climate change, urbanization, pollution, overexploitation, and biodiversity loss. In this light, alarming reports from the European Union Soil Observatory (EUSO) reveal that 60-70% of European soils are affected by at least one soil degradation process (e.g. soil erosion by water), and thence they can be considered unhealthy. In response to this urgent call, the European Union has developed the EU Soil Mission: A Soil Deal for Europe. With a commitment of 1 billion euros, this transformative endeavor aims to establish 100 living labs and lighthouses to lead the transition towards healthy soils by 2030 while funding a cornucopia of projects dedicated to this aim. Among these projects, two examples refer to the Soils for Europe – SOLO and SOILGUARD.

More precisely, the SOLO project operates in alignment with the EU Soil Mission that highlights the necessity of i) actionable research and innovation roadmaps for its concretization; and ii) an overarching transdisciplinary agenda to identify the thematic and regional trade-offs and synergies that allow the sustainable use, management, and protection of European soils. Defining such an agenda requires the direct involvement of a wide range of stakeholders, bringing together multiple perspectives and ecological, environmental, economic and social contexts. To do that, at the core of SOLO is the implementation of Think Tanks, one for each Soil Mission objective, with the aim of co-creating knowledge and identifying the knowledge gaps, drivers, bottlenecks, and novel approaches, as well as suggesting Key Performance Indicators to monitor the progress of the Soil Mission Research & Innovation related activities. SOLO also addresses the potential differences in the regional implementation of the Soil Mission

by testing its approach in four co-creation Regional Nodes, generating their own regional roadmaps that will be matched with the European ones. These explicit linkages between the co-creation mechanisms and the different project components aim to produce a shared understanding of needs and a comprehensive identification of research and innovation priorities and other critical activities for the success of the Soil Mission. As for the SOILGUARD project, it envisages a future where the conservation of soil biodiversity and the environmental, economic, and social well-being of EU biogeographical regions is guaranteed. The efficacy of SOILGUARD depends on addressing significant knowledge gaps related to biodiversity and soil-mediated nature's contribution to people, as soil biodiversity assessment emerges as a key challenge to overcome. In this light, SOILGUARD co-creates a conceptual and analytical framework with the potential to become the global standard for future assessments of soil biodiversity status and its contribution to soil multifunctionality and human well-being. This framework is being validated in an innovative experimental design, combining multiple study sites across biomes and regional land degradation gradients with in-situ climate change simulations. Thus, SOILGUARD creates the evidence to fill the gaps of knowledge and quantify the environmental, economic, and social consequences of unsustainable soil management. The co-created knowledge will be shared through SOILGUARDIANS, a predictive tool based on the causal links between soil biodiversity, soil multifunctionality, and well-being to support stakeholders in the transition to sustainable management. The SOILGUARD's network of knowledge and the connectivity enabled by the SOILGUARDIANS app will create an ecosystem of innovation for users to showcase, learn, and share experiences. SOILGUARD co-creates evidence-based conservation recommendations for policies and frameworks at the EU and international levels and will support Member States' commitments under the Global Soil Partnership (GSP).

Together, these initiatives epitomize a shared commitment towards nurturing and preserving the life-giving essence of soils. Through collaboration, innovation, and unwavering dedication, we embark on a journey towards a future where healthy soils serve as the cornerstone of our well-being, fostering a harmonious coexistence with the natural world.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΛΗΣΙΟΝ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΦΥΛΗΣ

Γεωργίου Ευγενία¹, Πείτσίδης Αχιλλέας² Ζαφειρίου Ιωάννης^{1*}

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας
Τμήμα: Αξιοποίηση Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη

*Email: j.zafeiriou@gmail.com

Λέξεις-κλειδιά: Pollution Index (PI), Ecological Risk Factor (E_r^i), βαρέα μέταλλα, ΧΔΑ

Εισαγωγή:

Τις τελευταίες δεκαετίες η διαχείριση των αποβλήτων αποτελεί μείζον θέμα, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες κοινωνίες. Η συλλογή, η επεξεργασία και η τελική απόθεση των στερεών αποβλήτων απασχολεί τόσο τις αστικές όσο και τις αγροτικές περιοχές, ενώ ταυτόχρονα παρατηρούνται και αρκετά περιστατικά ανεξέλεγκτης απόρριψής τους. Ο Χώρος Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΔΑ) των Άνω Λιοσίων τέθηκε σε λειτουργία το 1973 και εξυπηρετούσε το λεκανοπέδιο Αττικής έως το 2008. Η ημερήσια διάθεση απορριμμάτων ανερχόταν περίπου στους 3.300 τόνους ενώ εξυπηρετούσε περίπου 3.125.000 κατοίκους. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αποτύπωση και η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης των εδαφών σε περιοχές πλησίον του χώρου υγειονομικής ταφής αστικών στερεών αποβλήτων στις οποίες έχει πραγματοποιηθεί ανάπλαση.

Υλικά και Μέθοδοι:

Επιλέχθηκαν δυο περιοχές, βάσει της διαφοροποίησής τους ως προς το τελικό εδαφικό κάλυμμα αποκατάστασης (υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο στην περιοχή Π1, αργιλικό υλικό στην περιοχή Π2) (Εικ1). Οι περιοχές οριοθετήθηκαν στο περιβάλλον του προγράμματος ArcGIS και προβλήθηκαν οι ακριβείς συντεταγμένες των θέσεων δειγματοληψίας. Με την χρήση της μεθόδου IDW (Inverse Distance Weighted) έγινε η παρεμβολή των ενδιάμεσων τιμών. Ελήφθησαν σύνθετα εδαφικά δείγματα από 15 θέσεις σε δύο βάθη, επιφανειακό (0-10cm) και υποεπιφανειακό (10-30cm). Τα εδαφικά δείγματα, μετά την μεταφορά τους στο εργαστήριο, αεροξηράθηκαν, κοσκινίστηκαν με κόσκινο των 2mm, προσδιορίστηκαν οι βασικές εδαφικές τους ιδιότητες, οι βιοδιαθέσιμες και οι ολικές συγκεντρώσεις του Zn, Cu, Pb, Co, Cr και Ni. Κατόπιν, υπολογίστηκε ο Δείκτης Ρύπανσης (Pollution Index - PI) και ο Παράγοντας Οικολογικού Κινδύνου (Ecological Risk Factor - E_r^i), βάση των εξισώσεων (1) και (2),

αντίστοιχα.

$$PI = C_{tot}/C_{ref} \quad (1)$$

όπου C_{tot} η ολική συγκέντρωση του κάθε μετάλλου στην κάθε θέση δειγματοληψίας και C_{ref} η οριακή τιμήΑ του Ολλανδικού συστήματος αξιολόγησης διορθωμένη ως προς την περιεκτικότητα σε άργιλο και οργανική ουσία του εκάστοτε δείγματος εδάφους. Τιμές $1 < PI < 2$, υποδεικνύουν πιθανό εμπλουτισμό του εδάφους, ενώ τιμές $PI > 2$ παρατηρούνται σε εδάφη πιθανώς μολυσμένα. Υψηλότερες τιμές PI υποδηλώνουν σοβαρότερη ρύπανση του εδάφους.

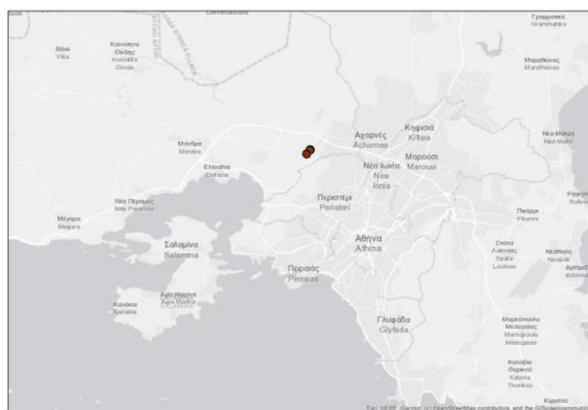
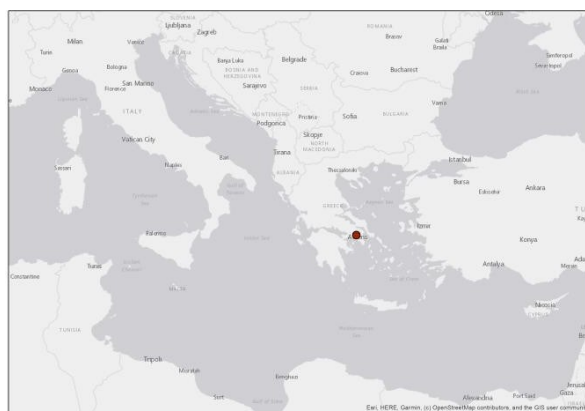
$$E_r^i = T_r^i \times PI \quad (2)$$

όπου T_r^i , toxic response factor, και PI ο δείκτης που υπολογίστηκε από την (1).

E_r^i	Risk Classification	PI	Pollution grade
$E_r^i < 40$	Low	$PI < 1$ (grade 1)	unpolluted
$40 < E_r^i < 80$	Moderate	$1 < PI < 2$ (grade 2)	slight pollution
$80 < E_r^i < 160$	Considerable	$2 < PI < 3$ (grade 3)	medium pollution
$160 < E_r^i < 320$	High	$PI > 3$ (grade 4)	heavy pollution
$E_r^i > 320$	Very High		

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Εικόνα 1: Περιοχές μελέτης (1) και (2) στην ευρύτερη περιοχή του ΧΔΑ των άνω Λιοσίων

Αποτελέσματα:

Αναφορικά με τις τιμές που προέκυψαν για τον δείκτη PI στην περιοχή Π1 η χαμηλότερη τιμή καταγράφηκε για τον Cu (min 0,09) με μέση τιμή 0,11 ενώ η υψηλότερη για το Ni (max 3,10) με μέση τιμή 2,71. Αναφορικά με τα αποτελέσματα του PI για την Π2 και πάλι την χαμηλότερη τιμή έλαβε ο δείκτης του Cu (min 0,07) και μέση τιμή 0,09 ενώ και σε αυτή την περιοχή η υψηλότερη τιμή PI καταγράφηκε για το Ni (max 3,94) με μέση τιμή 2,81. Ως εκ τούτου, η πλειονότητα των εδαφικών δειγμάτων υποδεικνύει ότι δεν υπάρχει εμπλουτισμός του εδάφους με τα βαρέα μέταλλα που μελετήθηκαν ή ο κίνδυνος είναι χαμηλός, με μερικές μόνο εξαιρέσεις που αφορούν το Ni και το Co όπου υπάρχουν ενδείξεις για μέτριο προς υψηλό κίνδυνο εμπλουτισμού. Αναφορικά με το δείκτη E_r το μοτίβο που ακολουθείται είναι παρόμοιο με αυτό του δείκτη PI με την διαφορά ότι όλες οι τιμές που προέκυψαν για τα έξι βαρέα μέταλλα και για τις δύο περιοχές κατατάσσονται στην χαμηλότερη κλάση <40 και έτσι θεωρούνται τα εδάφη μη επιβαρυσμένα. Η χαμηλότερη τιμή E_r που καταγράφηκε ήταν για τον Zn (0,23) στην Π1, ενώ η υψηλότερη ήταν για το Ni (39,04) στην Π2. Συνολικά φαίνεται ότι και στις δύο περιπτώσεις τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για κάλυψη λειτούργησαν σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό.

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Βιβλιογραφία:

- Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach. *Water Research*, 14(8), 975–1001. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8)
- Li, M. S., & Yang, S. X. (2008). Heavy Metal Contamination in Soils and Phytoaccumulation in a Manganese Mine Wasteland, South China. *Air, Soil and Water Research*, 1, ASWR.S2041. <https://doi.org/10.4137/ASWR.S2041>

ATMOSPHERIC CORRECTION ANALYSIS OF EMPIRICAL TROPHIC STATUS ASSESSMENT ACROSS THE WFD LAKE MONITORING NETWORK OF GREECE

Markogianni Vassiliki^{1*}, Kalivas P. Dionissios², Petropoulos P. George³, Giovos Rigas² and Dimitriou Elias¹

¹ Institute of Marine Biological Resources and Inland Waters, Hellenic Centre for Marine Research, 46.7 km of

Athens-Sounio Avenue, 19013 Attica, Greece; elias@hcmr.gr

² Department of Natural Resources Management and Agricultural Engineering, Agricultural University of

Athens, 75 Iera Odos, 11855 Athens, Greece; kalivas@aua.gr

³ Department of Geography, Harokopio University of Athens, El. Venizelou 70, 17671, Kallithea, Athens,

Greece; gpetropoulos@hua.gr

* Correspondence: vmarkogianni@hcmr.gr; Tel.: +30-22910-76349

Keywords: Lake Water Quality (WQ); Carlson's Trophic State Index (TSI); Atmospheric Correction (AC); GEE-Platform; Landsat; Sentinel 2; WFD

Today, open-source Cloud Computing platforms have emerged as a valuable tool for geospatial analysis of image data from various satellites. In particular, the Google Earth Engine (GEE) platform is the most widespread in the scientific field of satellite RS. Newest launches of various satellites in combination with the GEE platform, facilitate in a great extent national-scale lake monitoring. In order to take advantage of *in-situ* lake WQ data derived from the ongoing WFD implementation in Greece and the high potential of GEE platform, we initially tested the transferability and performance of published empirical WQ algorithms when employing Landsat (7 +ETM/8 OLI) and Sentinel 2 surface reflectance (SR) values embedded in GEE and subjected to different atmospheric correction (AC) methods from those when developed (DOS1). Then, Carlson's Trophic State Index (TSI) was calculated based on both *in-situ* and modelled WQ values, with the latter originating from differently-atmospherically corrected SR values. In particular, GEE-Landsat and -Sentinel 2 SR of year 2018 was retrieved from the WFD lake sampling stations (Greece) while were atmospherically corrected by the methods LaSRC (Landsat 8 OLI), LEDAPS (Landsat 7 ETM+) and Sen2Cor (Sentinel 2).

Empirical WQ models of Chl-*a*, Secchi depth and TP (general and separately for natural and artificial lakes), employed both types of SR (DOS1-corrected and GEE-retrieved) while double WQ values (for each station) were inserted in a linear regression analysis to harmonize the AC differences. This procedure was conducted separately for Landsat (7 ETM+/OLI) and Sentinel 2 data. Yielded linear equations (corrected WQ models), for each sensor, were accompanied by strong associations (R^2 ranging from 0.68 to 0.98) while initial, corrected sensor-specific WQ models and lastly modelled TSI values were further validated based on available *in-situ* WQ datasets of years 2019 and 2020 coupled

with the respective SR retrieved once again through the GEE platform. Sensor-specific correction of WQ models (GEE-models) was proven essential for some of them while most of RMSE values confirmed the stability and transferability of empirically developed models despite the AC differences.

By extension, general/natural/artificial TSIs (both modelled and GEE-modelled per satellite sensor and validation year) were assessed and further evaluated. Basic statistical error metrics (mean error, RMSE, MAPE) indicated initially the increased assessment's accuracy of GEE-modelled over modelled TSIs and then the superiority of Landsat over Sentinel 2 data. Minimal mismatches among error metrics' implications though, were detected mainly amidst records regarding artificial lakes.

In this way, the hereby adopted methodology was proven on the one hand very efficient in saving valuable time concerning the images' pre-processing while in parallel constitutes a high-valued lake management tool facilitating national lake WQ monitoring by providing managers the means for integrated sustainable water resources management.

A REVIEW: HEAVY METALS AND MICROPLASTICS IN SOILS – ASSESSING THE EFFICIENCY OF REMEDIATION TECHNIQUES AND FUTURE TRENDS

Koumoulidis Dimitrios^{1*}, Papastefanou Chara², Hadjimitsis Diofantos³, Varvaris Ioannis⁴

1. Assistant Researcher, Eratosthenes Centre of Excellence, Limassol
2. Director, C.P. Foodlab LTD, Nicosia
3. Professor, Technological University of Cyprus, Limassol
4. Post-Doctoral Researcher, Eratosthenes Centre of Excellence, Limassol

Keywords: Common Soil Pollutants, Microplastics Impacts, Soil Degradation, Soil Remediation, Bioremediation, Zero-Valent Iron Nanoparticles.

According to the European Environment Agency, the current state of European soils is a cause for concern, with more than 60% being classified as unhealthy. Scientific evidence suggests that this situation is deteriorating further [1]. In addition to the economic implications, as soil degradation has already been estimated to cost over €50 billion annually, there is also a significant human cost [2]. Environmental pollution exposure accounts for over 10% of premature deaths in the EU (27) Member States each year. The vision of the European Commission for Soils is that by 2050 all EU soil ecosystems will eventually be in healthy condition and thus more resilient. The Soil Mission Deal for Europe, as proposed by the EU Horizon Programme, emphasizes the significance of addressing Common Soil Pollutants (CSP) and their potential adverse impacts on soils. The severity, scale, and nature of contamination play a crucial role in determining the extent to which CSP can disrupt chemical, physical, and biological processes within the soil. Examples of CSP include heavy metals (HMs), persistent organic pollutants, pesticides, microplastics (MPs), and emerging pollutants like pharmaceutical and personal care products.

Natural processes like rock formation and erosion contribute to the occurrence of HMs in soils [3]. However, their concentrations are typically inadequate to pose any significant ecological risk. Conversely, intensive anthropogenic activities have led to a substantial increase in the production rates of these metals, surpassing those of natural processes. Now classified as 'pollutants,' these substances also exacerbate their environmental impact, as they can be easily transported from one location to another, further burdening an already overloaded soil system [4]. The presence of HMs is significantly influenced by several factors, including soil texture, pH levels, redox potential, cation exchange capacity, organic matter content, soil biological processes, and agricultural practices [5].

Besides HMs, the presence of MPs in soils has also become increasingly evident in recent years, primarily again due to human activities. This phenomenon poses significant challenges to soil health, disrupts the balance of ecosystems, and can have implications for Food Safety, as MPs can be easily transported to plants [6], [7]. To a further extent,

the pollution that occurs in agricultural soils is anticipated to result in human exposure to MPs through the transport of particles by wind or the contamination of food and clean water resources [9]. The primary mode of human exposure to MPs is through ingestion [9], while the literature suggests that the estimated MPs intake is 39,000–52,000 particles per person ⁻¹ year ⁻¹ [10]. The vulnerability of soil systems to the growing prevalence and accumulation of MPs was highlighted in 2021 by Lehmann et al., proposing the inclusion of a plastic screening procedure in soil assessments to serve as an indicator of the escalating presence and rates of MPs [11].

Despite these separate concerns, it's essential to recognize that the comprehension of the interactions between HMs and MPs remains limited, as they are characterized by their complexity and susceptibility to various factors. It is noteworthy that HMs and MPs can demonstrate synergistic, antagonistic, or potentiating effects [8].

In the broader context of addressing environmental challenges posed by these contaminants, various soil remediation practices have been developed. Thus far, soil remediation practices from MPs have been segregated into three primary classifications: physical, chemical, and biological. Soil remediation practices from HMs mainly include physical methods, such as guest soil/soil exchange, electric remediation, thermal treatment, and mulching; biological methods, including phytoremediation, bioremediation, and microbial remediation and chemical methods referring to acid/base conditioning, curing/stabilization, and chemical drenching [12].

This review study intends to present and discuss the current status of techniques employed to remediate soils from MPs and HMs. This paper aims to outline the efficiency levels of the examined remediation techniques and identify a synergy of techniques for addressing both HMs and MPs remediation approaches. The study emphasizes the distinguishing features, operational mechanisms, benefits, and drawbacks associated with these techniques. Ultimately, this review study delves into the existing challenges and potential future trends concerning these techniques. The objective is to facilitate a more efficient, scalable, and eco-friendly approach to remediating MPs and HMs in soil.

Acknowledgements: The authors acknowledge the 'EXCELSIOR': ERATOSTHENES: Excellence Research Centre for Earth Surveillance and Space-Based Monitoring of the Environment H2020 Widespread Teaming project (www.excelsior2020.eu). The 'EXCELSIOR' project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 857510, from the Government of the Republic of Cyprus through the Directorate General for the European Programmes, Coordination and Development and the Cyprus University of Technology.



References:

[1] European Commission, 2023, Soil pollution processes – modelling and inclusion in advanced digital decision-support tools, Horizon Europe Framework Programme.

- [2] Climate change, Environment, https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/sewage-sludge_en
- [3] Mishra, S. et al., 2019, Heavy Metal Contamination: An Alarming Threat to Environment and Human Health. In: Sobti, R., Arora, N., Kothari, R. (eds) Environmental Biotechnology: For Sustainable Future. Springer, Singapore.
- [4] Raymond A. Wuana, Felix E. Okieimen, 2011, Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Risks and Best Available Strategies for Remediation. International Scholarly Research Network, vol. 11, 2–4.
- [5] Dreshaj, A., Millaku, B., Gashi, A., et al., 2022, Concentration of toxic metals in agricultural land and wheat culture (*Triticum aestivum* L.) [J]. J. Ecol. Eng. 23 (2), 18–24.
- [6] Azeem, I., Adeel, M., Ahmad, M.A., Shakoor, N., Jiangcuo, G.D., Azeem, K., Ishfaq, M., Shakoor, A., Ayaz, M., Xu, M., 2021, Uptake and accumulation of Nano/Microplastics in plants: a critical review. Nanomaterials 11, 2935.
- [7] Jia, H., Wu, D., Yu, Y., Han, S., Sun, L., Li, M., 2022, Impact of microplastics on bioaccumulation of heavy metals in rape (*Brassica napus* L.). Chemosphere 288, 132576.
- [8] Kumara, R., Ivy, N., Bhattacharya, S., Deyb, A., Sharma, P., 2022, Coupled effects of microplastics and heavy metals on plants: Uptake, bioaccumulation, and environmental health perspectives, Science of the Total Environment, 836, 155619.
- [9] Galloway, T. S., 2015, Micro- and nano-plastics and human health. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.) Marine anthropogenic litter, (pp. 343–366). Springer.
- [10] Cox, K. D., Covernton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F., & Dudas, S. E., 2019, Human consumption of microplastics. Environmental science & technology, 53(12), 7068–7074.
- [11] Lehmann, A., Leifheit, E. F., Gerdawischke, M., & Rillig, M. C., 2021, Microplastics have shape- and polymer-dependent effects on soil aggregation and organic matter loss—An experimental and meta-analytical approach. Microplastics and Nanoplastics, 1(1), 1–14.
- [12] L. Liang, 2022, Retracted: Numerical Simulation Method for Microbial Remediation Effect of Nano Heavy Metal Contaminated Soil, Journal of Nanomaterials, vol. 2022, Article ID 3318917.



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ

Πανταζής Χρήστος^{1,2,3*}, Σολωμός Σταύρος², Centrito Mauro⁴, Marino Giovanni⁴, Roggero Pier Paolo⁵, Μιχαήλ Ιωάννα⁶, Μανέας Γιώργος^{3,7}, Φουντουλάκης Ηλίας², Καψομενάκης Γιάννης², Γκισάκης Βασίλης⁶, Νάστος Παναγιώτης^{1,2}, Κουργιαλάς Νεκτάριος⁸, Ζερεφός Χρήστος^{2,3,9,10}

¹Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα

²Κέντρο Έρευνας Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας, Ακαδημία Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα

³Περιβαλλοντικό Παρατηρητήριο Ναβαρίνου (NEO), Μεσσηνία, Ελλάδα

⁴Ινστιτούτο φυτοπροστασίας, Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας, Φλωρεντία, Ιταλία

⁵Τμήμα Γεωπονικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Σάσαρι, Σαρδηνία, Ιταλία

⁶Ινστιτούτο ελιάς υποτροπικών φυτών και αμπέλου, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός-ΔΗΜΗΤΡΑ, Καλαμάτα, Ελλάδα

⁷Τμήμα Φυσικής Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Στοκχόλμης, Στοκχόλμη, Σουηδία

⁸Ινστιτούτο ελιάς υποτροπικών φυτών και αμπέλου, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός-ΔΗΜΗΤΡΑ, Χανιά, Ελλάδα

⁹Ιδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών, Ακαδημίας Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα

¹⁰Μαριολοπούλειο – Καναγκίνειο Ίδρυμα Επιστημών Περιβάλλοντος, Αθήνα, Ελλάδα

Λέξεις κλειδιά: Δίκτυα παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων, κλιματική αλλαγή, βιώσιμη γεωργία, διαχείριση φυσικών πόρων

Η καλλιέργεια της ελιάς αποτελεί έναν από τους βασικότερους κλάδους της γεωργικής παραγωγής σε πολλές χώρες της Μεσογείου παρέχοντας έσοδα και απασχόληση σε αγρότες και εργαζόμενους στον τομέα. Σε τοπικό επίπεδο, τα τελευταία χρόνια η ανοδική πορεία της τιμής του ελαιόλαδου ενδυναμώνει ολοένα και περισσότερο την “βιομηχανία” της ελιάς και εντείνει το ενδιαφέρον των παραγωγών. Παράλληλα, σε γειτονικές χώρες της Μεσογείου με μεγάλη παράδοση στην ελαιοπαραγωγή, προκύπτουν σημαντικά προβλήματα που φαίνεται ότι σχετίζονται με την αλλαγή του κλίματος (π.χ., υψηλές θερμοκρασίες, μειωμένη βροχόπτωση, έντονα καιρικά φαινόμενα όπως ξηρασίες και πλημμύρες). Αν και η ελιά παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα στις κλιματολογικές μεταβολές, η επιστημονική κοινότητα μελετάει την βελτίωση των υφιστάμενων γεωργικών πρακτικών με τη χρήση τεχνολογιών που θα μειώσουν το περιβαλλοντικό

αποτύπωμα της καλλιέργειας και ταυτόχρονα θα συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της παραγωγής.

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην προσαρμογή της διαχείρισης των φυσικών πόρων (έδαφος και νερό) στις ανάγκες της καλλιέργειας εφαρμόζοντας οικολογικές πρακτικές που θα μετριάσουν τις συνέπειες της κλιματικής κρίσης. Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου «Sustainable Approaches to Land And water Management in MEditerranean Drylands (SALAM-MED)» έχουν αναπτυχθεί δύο δίκτυα παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων σε ελαιώνες της δυτικής Μεσσηνίας, με σκοπό τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων που θα ενισχύσουν τη βελτίωση της διαχείρισης του νερού και του εδάφους.

Το πρώτο δίκτυο έχει αναπτυχθεί σε αντιπροσωπευτικό ελαιώνα της περιοχής με ήπια κλίση 17% και αφορά τη διαχείριση του εδάφους. Η βασική παράμετρος που μελετάται είναι η εδαφική διάβρωση που δημιουργείται από την επιφανειακή απορροή ύστερα από βροχόπτωση, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα σε τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις εδάφους (ζιζανιοκτονία, φυσική βλάστηση, σπορά φυτών κάλυψης). Ο ελαιώνας έχει χωριστεί σε εννέα πειραματικά τεμάχια (τρεις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση) όπου καθένα έχει παρόμοια κλίση, έκταση 100 τ.μ. και περιλαμβάνει τέσσερα ελαιόδεντρα. Στα τρία τεμάχια (ένα από κάθε μεταχείριση) έχει εγκατασταθεί ένα σύστημα συλλογής και αποθήκευσης της επιφανειακής απορροής σε δεξαμενές, όπου μετά από κάθε βροχόπτωση μας επιτρέπεται η μέτρηση του χώματος που έχει απομακρυνθεί προκαλώντας τη διάβρωση. Παράλληλα στα υπόλοιπα τεμάχια μελετώνται ο πληθυσμός των αρθροπόδων ως δείκτης βιοποικιλότητας, ενώ εδαφικές αναλύσεις πραγματοποιούνται εποχιακά (άνοιξη και φθινόπωρο). Παρόλο που η ανάπτυξη της συγκεκριμένης πειραματικής διάταξης έχει αρκετές τεχνικές δυσκολίες και συνεχόμενα προβλήματα που πρέπει να επιλύσουμε, οι μετρήσεις του Οκτωβρίου 2023 και του Φεβρουαρίου 2024, δείχνουν μια διαφορά 30% στην απώλεια χώματος μεταξύ της ζιζανιοκτονίας και των φυτών κάλυψης.

Το δεύτερο δίκτυο έχει αναπτυχθεί σε διαφορετικό ελαιώνα με μηδενική κλίση και αφορά τη διαχείριση του νερού κατά την άρδευση της ελιάς. Με παρόμοια μεθοδολογία το αγροτεμάχιο έχει χωριστεί σε τρία μέρη εφαρμόζοντας τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις (μη άρδευση, εμπειρική άρδευση όπως την εφαρμόζει ο αγρότης και άρδευση στα κρίσιμα φαινολογικά στάδια βασιζόμενη στην εξατμισοδιαπνοή). Κάθε πειραματικό τεμάχιο έχει έκταση περίπου 3 στρέμματα και περιέχει 33 δέντρα κορωνέικης ποικιλίας και ηλικίας περίπου 50 ετών, με μικρότερη πυκνότητα φύτευσης από τη πλειονοψηφία της περιοχής. Οι βασικές παράμετροι που μελετώνται είναι η εδαφική υγρασία με την εγκατάσταση τριών αισθητήρων σε κάθε μεταχείριση, η εξατμισοδιαπνοή με την εγκατάσταση ενός αγρο-μετεωρολογικού σταθμού και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου. Η ανάπτυξη της πειραματικής διάταξης ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2023 χωρίς να έχουμε καταφέρει να διαχωρίσουμε τις πρακτικές άρδευσης, οπότε τα πρώτα αποτελέσματα αφορούν τη σύγκριση του αρδευόμενου ελαιώνα με την εμπειρική χρήση

του νερού που πρότεινε ο αγρότης με ένα ξερικό ελαιώνα που βρίσκεται σε απόσταση λίγων δεκάδων μέτρων από τον πρώτο. Η πρώτη ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόλαδου έδειξε μικρές διαφοροποιήσεις κυρίως στην οξύτητα και στις πολυφαινόλες, χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην ελαιοπεριεκτικότητα του καρπού των δύο μεταχειρίσεων.

Και τα δύο πειράματα θα παραμείνουν ενεργά για τα επόμενα χρόνια με σκοπό να συλλέξουμε περισσότερα δεδομένα, να εξάγουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα και να ενισχύσουμε τις προσπάθειες των αγροτών παρέχοντας χρήσιμες συμβουλές. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη μελέτη, παρουσιάζονται σε αγρότες και ενδιαφερόμενα μέλη σε ανοιχτές συναντήσεις που πραγματοποιούνται στα πλαίσια του ζωντανού εργαστηρίου (Living Lab) που έχει αναπτυχθεί στην περιοχή.

ΑΖΩΤΟΥΧΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΟ ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ NEAR REAL TIME ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Νούλας Χρήστος^{1*}, Τσιτούρας Αλέξανδρος², Λιάκος Βασίλειος³, Ευαγγέλου Ελευθέριος⁴, Τζιουβαλέκας Μιλτιάδης⁵, Μηλιώτης Χαράλαμπος⁶

¹Γεωπόνος - Κύριος Ερευνητής, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Λάρισα

²Γεωγράφος - MSc, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Λάρισα

³Γεωπόνος - Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

⁴Γεωπόνος - Εντεταλμένος Ερευνητής, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Λάρισα

⁵Χημικός - Μηχανικός Εντεταλμένος Ερευνητής, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – «ΔΗΜΗΤΡΑ», Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Λάρισα

⁶Γεωπόνος, Μποζαντζίδης - Μητσιολίδης Α.Ε. (Agrotech S.A.), Σίνδος, Θεσσαλονίκη

Λέξεις-κλειδιά: N-ούχος λίπανση, σκληρό σιτάρι, λίπανση ακριβείας, near real time δεδομένα

Η Ελλάδα εμφανίζει τάση αύξησης των εκτάσεων καλλιέργειας και παραγωγής σκληρού σίτου. Η αζωτούχος (N) λίπανση παίζει καθοριστικό ρόλο στην αύξηση των αποδόσεων και της ποιότητας (πρωτεΐνη). Η μη ορθολογική χορήγηση N-ούχων λιπασμάτων, είναι η αιτία σημαντικών περιβαλλοντικών και υγειονομικών προβλημάτων μέσω των εκπομπών αερίων (NH_3 , N_2O , NO), της έκπλυσης (NO_3^-), της απορροής και της διάβρωσης. Επιπλέον, η περίσσεια N έχει επιπτώσεις στην εδαφική βιοποικιλότητα, προκαλεί οξίνιση του εδάφους, επηρεάζει την ποιότητα του αέρα, των υδάτων με επιβλαβείς συνέπειες για το κλίμα και την υγεία. Παρά τις σοβαρές προσπάθειες από επίσημους φορείς για τη μείωση και των εξορθολογισμό των ποσοτήτων N στις λιπάνσεις (Νιτρορύπανση, Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής) η χωρική και χρονική μεταβλητότητα των εδαφών της Θεσσαλίας στην περιεκτικότητα σε N και ο συγχρονισμός μεταξύ εισροών N από τη λίπανση και αναγκών N από την καλλιέργεια, καθιστά την συνήθη πρακτική της ομοιόμορφης λίπανσης αντιπαραγωγική. Ταυτόχρονα, η αποτελεσματικότητα/αποδοτικότητα της N-ούχου λίπανσης (NUE) στην καλλιέργεια είναι σχετικά χαμηλή (30%-60%). Προκύπτει ότι η εφαρμογή τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας για τη διαχείριση της N-ούχου λίπανσης στην παραγωγή σιταριού σε επίπεδο αγρού και η χορήγηση της βέλτιστης δόσης N θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση της NUE και να μειώσει σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της στη γεωργική παραγωγή. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εφαρμογή εύχρηστων τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας στην ακριβή και έγκαιρη εφαρμογή διαφοροποιημένης επιφανειακής N-ούχου λίπανσης στο σκληρό σιτάρι ανάλογα με τις πραγματικές ανάγκες των φυτών. Για τον σκοπό αυτό επιλέχθηκαν 2 πιλοτικοί αγροί σκληρού σιταριού σε δυο



διαφορετικές αγρο-κλιματικές ζώνες της Θεσσαλίας. Ο πρώτος αγρός (Αγρός Α) έχει έκταση 41,3 στρ, βρίσκεται στο Αγροκτήπιο του Δ. Κιλελέρ, με μέσο υψόμετρο 140μ από την επιφάνεια της θάλασσας και η κλίση του εδάφους του κυμαίνεται από 0-5%, ενώ ο δεύτερος αγρός (Αγρός Β) έχει έκταση 28,5 στρ, βρίσκεται στην περιοχή του Πολυδάμειου, του Δ. Φαρσάλων, σε μέσο υψόμετρο 277μ. και η κλίση του κυμαίνεται από 8-10%. Τα εδάφη των αγρών είναι μετρίως λεπτόκοκκα αργιλοπηλώδη (Αγρός 1) ή λεπτόκοκκα, αργιλώδη (Αγρός 2) με ελαφρώς αλκαλική ($pH = 8,0$) ή μέση αλκαλική αντίδραση ($pH = 8,2$) αντίστοιχα, με χαμηλά ποσοστά ($\sim 1,5 \%$) σε οργανική ουσία και σε ολικό N ($0,1-0,2 \%$). Ο κάθε αγρός χωρίστηκε σε 6 ζώνες ίσης έκτασης και με τυχαιοποίηση στις μισές ζώνες εφαρμόστηκε, στο στάδιο του αδελφώματος (BBCH 24-25), ομοιόμορφη (συνήθης πρακτική του παραγωγού) επιφανειακή N-ούχου λίπανση ($34,3 \text{ kg/στρ}$ Νιτρικής Αμμωνίας- NH_4NO_3 - $34,5-0-0$) και στις υπόλοιπες διαφοροποιημένη (σημειακή) λίπανση με τη χρήση ειδικού λιπασματοδιανομέα που συνδέεται με τον ελκυστήρα με δίαυλο ISOBUS, με ελεγχόμενο δοσομετρητή (Rauch Axis M/H 30.2). Οι υπόλοιπες διαχειριστικές πρακτικές όπως κατεργασία εδάφους, ζιζανιοκτονία κλπ ήταν σταθερές στους δύο αγρούς. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα πολυφασματικών εικόνων υψηλής ευκρίνειας που λήφθηκαν λίγα εικοσιτετράωρα πριν την εφαρμογή της λίπανσης (*near real time data*) με το ΣμηΕΑ DJI Phantom 4 Multispectral RTK. Στην συνέχεια παρήχθησαν οι δείκτες ευρωστίας της καλλιέργειας NDVI (Normalized difference vegetation index) και GNDVI (Green Normalized difference vegetation index), οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν από ειδικό αλγόριθμο για τον υπολογισμό της μεταβλητής δόσης N-ούχου λίπανσης (τιμή στόχου).

Τα αποτελέσματα του πρώτου έτους έδειξαν ότι στις ζώνες της διαφοροποιημένης λίπανσης εφαρμόστηκε κατά μέσο όρο 50% ($17,0 \text{ kg/στρ}$ NH_4NO_3) στον Αγρό Α και 20% ($28,0 \text{ kg/στρ}$ NH_4NO_3) στον Αγρό Β λιγότερο λίπασμα σε σχέση με τη μέγιστη δόση ($34,3 \text{ kg/στρ}$ NH_4NO_3) που εφαρμόστηκε στις ζώνες της ομοιόμορφης λίπανσης. Οι αποδόσεις του σιταριού σε σπόρο κυμάνθηκαν κατά μέσο όρο από 550 kg/στρ (Αγρός Α) έως 542 kg/στρ (Αγρός Β) στις ζώνες διαφοροποιημένης λίπανσης, ενώ στις ζώνες της ομοιόμορφης λίπανσης από 635 kg/στρ (Αγρός Α) έως 656 kg/στρ (Αγρός Β). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο σπόρο κυμάνθηκε από $11,9 \%$ (Αγρός Α) έως $12,4 \%$ (Αγρός Β) στις ζώνες διαφοροποιημένης λίπανσης, ενώ στις ζώνες της ομοιόμορφης λίπανσης από $13,8 \%$ (Αγρός Α) έως $11,6 \%$ (Αγρός Β). Τέλος η περιεκτικότητα σε υπολειμματικό NO_3^- -N στο έδαφος στις ζώνες της διαφοροποιημένης λίπανσης ήταν μικρότερη σε σχέση με εκείνη στις ζώνες της ομοιόμορφης λίπανσης. Τα πρώτα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι καταγράφεται συνολική μείωση την ποσότητας του N-ούχου λιπάσματος που εφαρμόστηκε στις ζώνες διαφοροποιημένης λίπανσης σε σχέση με τις ζώνες της ομοιόμορφης λίπανσης (συμβατική μέθοδος λίπανσης), χωρίς σημαντική μείωση των αποδόσεων και της ποιότητας στο σπόρο με συνεπακόλουθη βελτίωση του συντελεστή αξιοποίησης του N. Ταυτόχρονα με την μείωση της συνολικής ποσότητας λιπασμάτων N, αναμένεται μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα ανά στρέμμα σε σύγκριση με την ομοιόμορφη εφαρμογή N-ούχου λίπανσης.

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ I: Νερό – Έδαφος - Αξιολόγηση γαιών (II)

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΜΗΕΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑ ΣΕ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ

Κουνάνη Καλλιόπη^{*1}, Παπαδόπουλος Γιώργος¹, Κατσένιος Νικόλαος², Κριεζή Όλγα¹,
Ζαφειρίου Ιωάννης¹, Ευθυμιάδου Ασπασία², Σπυρίδων Φουντάς¹

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

²Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – Δήμητρα, Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων, Τμήμα Εδαφολογίας Αθηνών, Σοφοκλή Βενιζέλου 1, 14123, Λυκόβρυση Αττικής

*e-mail: kalliopi.kounani@aua.gr

Λέξεις-κλειδιά: Πολυφασματικά δεδομένα, εδαφικές ιδιότητες, αμπελώνες, ΣμηΕα

Εισαγωγή:

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται μέρος των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις μελέτες που διεξήχθησαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος DiVine, το οποίο στόχο έχει να προσδιορίσει και να ερμηνεύσει τη συσχέτιση της κατανομής και της δραστηριότητας του εδαφικού μικροβιώματος με τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά μιας καλλιέργειας με υψηλό επίπεδο παραλλακτικότητας, όπως οι αμπελώνες, μέσω της εφαρμογής πρακτικών γεωργίας ακριβείας σε συνδυασμό με την αποτύπωση του μικροβιώματος και την τελευταία λέξη της τεχνολογίας τεχνητής νοημοσύνης. Πιο συγκεκριμένα τα δεδομένα που παρουσιάζονται αφορούν την καλλιεργητική περίοδο 2022 και έχουν συλλεχθεί από τρεις πειραματικές περιοχές εντός του πειραματικού αμπελώνα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα Σπάτα (37°59'03"N 23°54'22"E). Περιλαμβάνουν εδαφολογικές αναλύσεις για προσδιορισμό των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εδαφικών δειγμάτων, αναλύσεις φυτικών ιστών, ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής καθώς και χάρτες κανονικοποιημένου δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) που δημιουργήθηκαν με τη χρήση ΣμηΕα (DJI Phantom 4) εξοπλισμένο με πολυφασματική κάμερα (Parrot SEQUOIA+).

Υλικά και Μέθοδοι:

Η επιλογή των τριών υποπεριοχών του πειραματικού αγρού που επιλέχθηκαν, από εδώ και στο εξής Αγροτεμάχιο Α, Β και Γ, έγινε με βάση την διακύμανση των εδαφικών ιδιοτήτων μεταξύ τους, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις οι αγρονομικές πρακτικές που ακολουθήθηκαν ήταν ίδιες. Σε τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιούνταν εδαφικές δειγματοληψίες για προσδιορισμό των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εδαφών και της

διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων, με ταυτόχρονες αποτυπώσεις του δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) οι οποίες έγιναν με ένα ΣμηΕα εξοπλισμένο με πολυφασματική κάμερα. Ο δείκτης αυτός χρησίμευσε ως ποσοτικοποιημένο μέτρο της υγείας και της φωτοσυνθετικής απόδοσης των αμπελιών. Παράλληλα, η στοχευμένη δειγματοληψία εδάφους διευκόλυνε την καταγραφή και παρακολούθηση βασικών φυσικοχημικών ιδιοτήτων (Αζώτο, Κάλιο, Φωσφόρο, Ποσοστό Οργανικής Ουσίας κ.ά.). Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, επιπλέον των καταγραφών/αναλύσεων που λαμβάναν χώρα κατά την διάρκεια του έτους, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σταφυλιών (περιλαμβάνοντας το pH, τα συνολικά διαλυτά στερεά, τις χρωματικές παραμέτρους L, a, b, Chroma, Hue angle και τις βιοδραστικές ενώσεις όπως τα συνολικά φαινολικά συστατικά και την αντιοξειδωτική δραστηριότητα) και προσδιορισμός μέσου βάρους τσαμπιού.

Αποτελέσματα:

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τιμές του NDVI κυμαίνονταν σημαντικά, όχι μόνο μεταξύ των αγροτεμαχίων αλλά και μεταξύ διαφορετικών χρονικών σημείων, αποκαλύπτοντας τη μη στατική φύση της βλαστικής ευρωστίας. Ένα αξιοσημείωτο αποτέλεσμα προέκυψε από το αγροτεμάχιο Α, όπου το μέσο βάρος τσαμπιού των σταφυλιών ήταν το υψηλότερο (598 γρ.) μεταξύ των υπό μελέτη περιοχών. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην υψηλότερη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, καθώς οι εδαφικές αναλύσεις του Αγροτεμαχίου Α ανέδειξαν σταθερά αυξημένα επίπεδα αζώτου, φωσφόρου και καλίου. Αντίθετα, το αγροτεμάχιο Γ, για το οποίο καταγράφηκαν οι χαμηλότερες τιμές θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό περιβάλλον της ριζόσφαιρας, σημείωσε το χαμηλότερο μέσο βάρος τσαμπιού (285 γρ), δημιουργώντας μια σαφή σύνδεση μεταξύ της γονιμότητας του εδάφους και του ύψους παραγωγής.

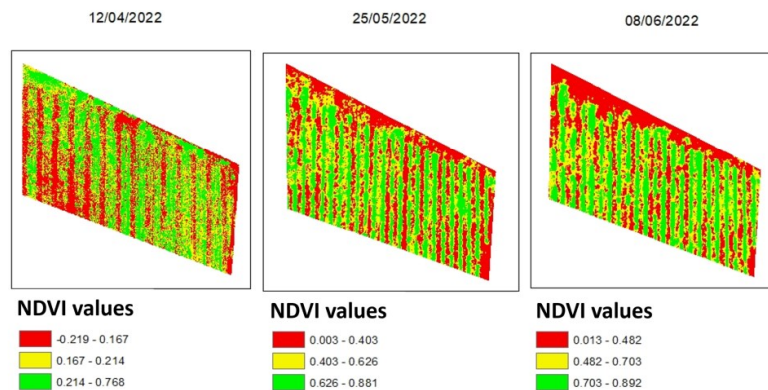
Μέσα από τα δεδομένα του δείκτη NDVI, στις πρώτες μετρήσεις (Απρίλιος) παρατηρήθηκαν διακυμάνσεις στα επίπεδα φυτικής καταπόνησης μεταξύ των χωράφιων, με το Χωράφι Α να καταγράφει τις χαμηλότερες τιμές NDVI, υποδεικνύοντας αρχική φυτική καταπόνηση. Ωστόσο, καθώς η καλλιεργητική περίοδος προχωρούσε, όλα τα χωράφια παρουσίασαν αξιοσημείωτη βελτίωση της υγείας της βλάστησης και μέχρι τον Ιούνιο, οι τιμές NDVI σε όλα τα χωράφια όχι μόνο είχαν βελτιωθεί αλλά και συγκλίνει, υποδηλώνοντας ομοιόμορφη ανάκαμψη. Η σύνθεση αυτών των παρατηρήσεων διασαφηνίζει μια επιτακτική συσχέτιση: τα χωράφια με υψηλότερη συγκέντρωση εδαφικών θρεπτικών στοιχείων, ιδίως αζώτου, φωσφόρου και καλίου, μεταφράζονται σε υγιέστερα αμπελία τα οποία αποδίδουν καρπούς με μεγαλύτερο μέσο βάρος.

Συνοπτικά, η μελέτη αυτή αναδεικνύει τις δυνατότητες ενσωμάτωσης προηγμένων τεχνικών τηλεπισκόπησης με την ανάλυση εδάφους και φυτών για την παροχή μιας πιο λεπτομερούς κατανόησης των παραγόντων που επηρεάζουν την ποιότητα των σταφυλιών και την απόδοση του αμπελώνα. Τα δεδομένα NDVI που προέρχονται από ΣμηΕα, όταν συνδυάζονται με την καταγραφή των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων του εδάφους,

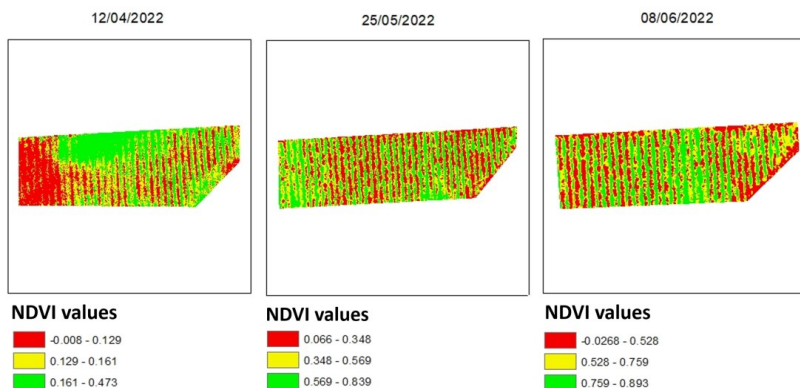
προσφέρουν ένα ισχυρό πλαίσιο για την αξιολόγηση της υγείας των φυτών και την πρόβλεψη της απόδοσης των καρπών, ιδίως στο πλαίσιο της βιολογικής γεωργίας. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται υπογραμμίζουν τον κομβικό ρόλο των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους στον καθορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σταφυλιών, και αποδεικνύουν ότι αυτό μπορεί να επιτευχθεί με στοχευμένες στρατηγικές λίπανσης και αποδοτική διαχείριση των πόρων του αμπελώνα. Η έρευνα αυτή όχι μόνο συμβάλλει στο σώμα γνώσεων της γεωργίας ακριβείας, αλλά ανοίγει επίσης δρόμους για τη βελτιστοποίηση των πρακτικών αμπελουργίας για την επίτευξη της επιθυμητής ποιότητας και απόδοσης των καρπών.

Χάρτες NDVI Αγροτεμαχίων:

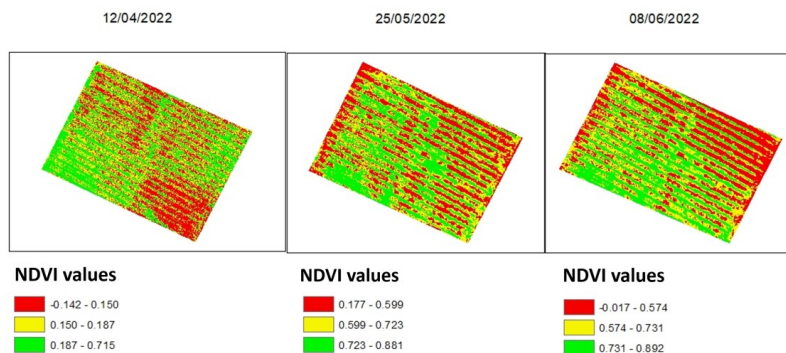
Αγροτεμαχιο Α



Αγροτεμαχιο Β



Αγροτεμαχιο Γ



APPLICATION OF CONVOLUTIONAL AND GRAPH NEURAL NETWORKS METHODS FOR MINERAL PROSPECTIVITY MAPPING IN THE HATTU OROGENIC-GOLD DISTRICT

Sakellaris Grigorios Aarne^{1*}, Tsourounis Dimitrios², Loupas Dimitrios², Theodorakopoulos Ilias³, Tsikas Aggelos²

¹Department of Economic Geology, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124, Greece, email: gsakellaris@geo.auth.gr

²Quantum Neural Technologies (QNT), Athens, 11744, Greece

³Department of Electrical and Computer Engineering, Democritus University of Thrace, Xanthi, 67100, Greece

Keywords: Mineral prospectivity mapping, Archaean orogenic gold deposits, Deep learning, Artificial neural networks

Application of machine learning methods for mineral prospectivity mapping (MPM) has become an essential tool for mining/exploration companies for delineating targets not only at the early stages of regional-scale exploration (reconnaissance stage) but also during brownfields exploration in mature ore-district areas, as well as, for mine-site prospectivity analysis.

Prerequisite for an effective mineral probability map is the understanding of the main processes and factors that control the development and evolution of the ore mineralization system in the relevant area of interest. This understanding is represented by a conceptual model based on expert's knowledge which can be translated into mappable geological features at district scale. These features are the evidence that the mineralization processes have occurred and constitute the spatial map layers (predictor maps) that are queried to produce a mineral probability map.

For this study, we delve into neural network-based methodologies for MPM within a typical gold-ore district, utilizing a high-resolution geo-dataset. Our investigation focuses on two methods for learning spatial patterns of prospecting information: Convolutional Neural Networks (CNNs) and Graph Neural Networks (GNNs). CNNs are adept at extracting features from gridded or raster data, operating on patches (grid cells) of predictor maps. In an alternative way, GNNs can handle non-gridded data structures, representing spatial relationships via nodes and edges that connect neighboring nodes. The former method adopts an approach which is isotropic along all spatial directions, treating all neighbors as equally important. Conversely, the latter method can facilitate spatial anisotropy by utilizing a user-defined graph topology over each neighborhood of the examined area. This characteristic of GNNs offers a platform to incorporate the directionality of various geological features into the information of the predictor maps within an elegant learning framework. Through the analysis of both approaches, our objective is to explore the role of local patterns of predictors among neighboring locations on mineralization maps from multiple perspectives, thereby increase the accuracy of MPM.

The Hattu schist belt in eastern Finland was selected as a case study area for mineral prospectivity mapping because it is a mature exploration- and gold producing district with a continuous exploration history of more than 30 years. A linear gold anomaly zone that runs through the belt for over 40 kilometers includes numerous gold deposits and occurrences, providing sufficient samples for training models. The area has been mapped systematically, and the overall structural architecture and lithostratigraphic units are well defined providing a framework for a solid interpretation model on the controls on gold mineralization. The input geo-datasets for the MPM include tectonic-, lithological-, low-altitude airborne magnetic- and geochemical data layers. These were initially revised and interpreted, pre-processed, and finally seven independent predictor maps were created. The developed conceptual model for the area is based on a combination of the theoretical mineral system model for orogenic deposits and the regional exploration targeting model which is based on our review of the deposit-scale properties of the mineralization. It incorporates the (a) fluid pathways and drivers of the ore fluid flow, (b) source of metals and fluids, and (c) metal transport and depositional mechanisms.

The final high-resolution prospectivity maps show the areas of high gold potential and delineated most of the known gold deposits and occurrences. The performance of the two machine learning methods was evaluated by using the receiver operating characteristic (ROC), which plots the true-positive rate against the false-positive rate with the area under the curve (AUC) determining the overall performance of the classification modeling. The study shows that the synergy of geological expertise and neural network machine learning models can dictate guidelines for efficient exploration in the broader Hattu area or in other geologically similar areas, can consequently reduce the exploration costs, and ideally contribute to the discovery of concealed gold deposits.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ RUSLE ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΓΙΑ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΑ ΒΑΤΕΡΑ ΤΗΣ ΛΕΣΒΟΥ

Βώσικα Όλγα^{1*}, Βασιλάκος Χρήστος²

¹Φοιτήτρια, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

²Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

Λέξεις-κλειδιά: Διάβρωση εδάφους, Πυρκαγιά, Καμένη Έκταση, RUSLE, Γεωπληροφορική

Οι τελευταίες δεκαετίες χαρακτηρίζονται από αυξημένη συχνότητα φυσικών καταστροφών, λόγω των κλιμακούμενων ανθρώπινων παρεμβάσεων στο φυσικό περιβάλλον. Αν και οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν φυσικό παράγοντα αναγέννησης των δασών, συγκαταλέγονται ανάμεσα στις φυσικές καταστροφές, αφενός διότι η συχνή εμφάνισή τους διαταράσσει το οικοσύστημα, εμποδίζοντας την ανανέωση της βιομάζας και των θρεπτικών συστατικών του εδάφους, και αφετέρου επηρεάζει αρνητικά το κοινωνικοοικονομικό σύστημα της πληγείσας περιοχής. Μετά την πυρκαγιά και τις πρώτες βροχοπτώσεις, η διάβρωση τους εδάφους αυξάνει σημαντικά, λόγω απουσίας βλάστησης, η οποία αποτελεί τροχοπέδη για την μετακίνηση των χαλαρών υλικών προς τα κατάντη. Έτσι, όχι μόνο αυξάνει ο κίνδυνος πλημμυρικών επεισοδίων αλλά μειώνεται η παραγωγικότητα του εδάφους και η ποιότητα των υδάτινων αποδεκτών, στους οποίους καταλήγουν τα φερτά υλικά. Η παρούσα εργασία διερευνά πως μεταβάλλεται η μέση ετήσια διάβρωση σύμφωνα με το παγκόσμιο μοντέλο εδαφικών απωλειών RUSLE, στην περιοχή των Βατερών της Λέσβου, πριν και μετά από πυρκαγιά. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, συνδυάστηκαν χωρικά δεδομένα με υψηλή χωρική ανάλυση στα 2μ. Ειδικότερα, για την εκτίμηση της διάβρωσης πριν την πυρκαγιά, ελήφθησαν δορυφορικά δεδομένα του δέκτη WorldView-2, ενώ για την εκτίμησή της μετά την φωτιά, χρησιμοποιήθηκε ορθομωσαϊκό που δημιουργήθηκε από πολυφασματικές εικόνες που ελήφθησαν από Σύστημα μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (ΣμηΕΑ). Επίσης, κατά τη δημιουργία του παραπάνω ορθομωσαϊκού δημιουργήθηκε Ψηφιακό Μοντέλου Εδάφους (DEM) το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ορθοαναγωγή της δορυφορικής εικόνας WorldView-2. Η περιοχή μελέτης είναι η καμένη έκταση στην ευρύτερη περιοχή των Βατερών της νότιο ανατολικής Λέσβου, όπου συνέβη η εν λόγω καταστροφική πυρκαγιά, με ημερομηνία έναρξης στις 23 Ιουλίου 2022. Η πυρκαγιά ξεκίνησε από τις ημιορεινές δασώδεις και αγροτικές εκτάσεις, με κατεύθυνση προς τις υπόλοιπες αγροτικές περιοχές και ζώνες μίξης οικισμών-δασών, απειλώντας τους οικισμούς της Βρίσας (δυτικά), των Βατερών (νότια), του Σταυρού και του κάτω Σταυρού (βόρειο και νότιο ανατολικά αντίστοιχα). Η οριστική κατάσβεση έγινε στις 29 Ιουλίου και η συνολική καμένη έκταση βρέθηκε περίπου 24 χιλιάδες στρέμματα. Έπειτα, για τις δύο χρονικές στιγμές υπολογίστηκε η μέση ετήσια διάβρωση σύμφωνα με εμπειρικό μοντέλο RUSLE. Το μοντέλο αυτό, συνθέτεται από πέντε παράγοντες οι οποίοι αφορούν την βροχόπτωση (R), την διαβρωσιμότητα του εδάφους (K), την εδαφοκάλυψη (C), την τοπογραφία (LS) και

τις καλλιεργητικές πρακτικές (P) που εφαρμόζονται κυρίως στις αγροτικές περιοχές για την μείωση της διάβρωσης. Πρωταρχικό βήμα ήταν να πραγματοποιηθεί ορθοαναγωγή στα δορυφορικά δεδομένα, με την βοήθεια του κλειστού λογισμικού ArcGIS Pro, η χρήση απλών πολυωνύμων και Σημείων ελέγχου δεν είναι ικανή να διορθώσει τις παραμορφώσεις που προκαλούνται στη εικόνα λόγω του ανάγλυφου. Για τη βροχόπτωση συλλέχθηκαν δεδομένα βροχόπτωσης από κοντινό μετεωρολογικό σταθμό και συγκεκριμένα οι μέσες ετήσιες και μηνιαίες τιμές. Ο παράγοντας για την διαβρωσιμότητα του εδάφους, ο οποίος καθορίζεται από τις ιδιότητες των πετρωμάτων προσδιορίστηκε βιβλιογραφικά, όπως και αυτός για τις καλλιεργητικές πρακτικές. Ο παράγοντας για την εδαφοκάλυψη προέκυψε με την μέθοδο του δείκτη βλάστησης NDVI, πριν και μετά την πυρκαγιά, ενώ ο τοπογραφικός παράγοντας υπολογίστηκε βάση των κλίσεων και της συσσώρευσης της υδάτινης ροής για την περιοχή μελέτης. Το μοντέλο RUSLE ουσιαστικά συνθέτεται από το γινόμενο των παραπάνω παραγόντων, δίνοντας μέση ετήσια διάβρωση σε (t/ha/h). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η διάβρωση μετά την πυρκαγιά αυξήθηκε κατά 16%. Αναλυτικότερα, πριν την πυρκαγιά, η διάβρωση κυμαινόταν κυρίως από πάρα πολύ χαμηλή (>750 t/ha/h) έως αρκετά χαμηλή (750-1500), με τα 25,13 και 1,74 τετραγωνικά χιλιόμετρα να αντιπροσωπεύουν αντίστοιχα την συνολική έκταση των παραπάνω κατηγοριών. Μετά την πυρκαγιά παρατηρήθηκε ότι οι περιοχές με χαμηλή και μέτρια διάβρωση (1500-2250 t/ha/h) σχεδόν διπλασιάστηκαν. Τέλος, υπολογίζοντας την σφοδρότητα της πυρκαγιάς, μέσω του δείκτη dNBR και των δορυφορικών δεδομένων Sentinel-2 με 10μ χωρική ανάλυση, βρέθηκε ότι πάρα πολύ χαμηλή διάβρωση, έχουν κυρίως οι περιοχές με χαμηλή και μεσαία σφοδρότητα. Συμπερασματικά, αυτό που παρατηρήθηκε ήταν ότι η διάβρωση αυξήθηκε κυρίως στις περιοχές με μεγάλη κλίση.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ TEROS 12 ΣΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Α. Φράγκος¹, Δ. Λουκάτος¹, Γ. Κάργας², Κ. Αρβανίτης¹

¹Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 11855, Αθήνα, Ελλάδα

²Εργαστήριο Υδραυλικής, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 11855, Αθήνα, Ελλάδα

Στην εργασία αυτή ασχολούμαστε με την διερεύνηση της ακρίβειας των εμπειρικών εξισώσεων βαθμονόμησης για τον ηλεκτρομαγνητικό αισθητήρα TEROS 12, όπως αυτές δίνονται από την κατασκευάστρια εταιρεία, για μία σειρά από τύπους εδαφών και για διαφορετικά επίπεδα αλατότητας και υγρασίας. Συγκεκριμένα ελέγχουμε αν οι πρωτογενείς -μη επεξεργασμένες- μετρήσεις που παρέχει ο αισθητήρας δίνουν τις αναμενόμενες πραγματικές τιμές όταν αυτές τεθούν στις συγκεκριμένες βιομηχανικές εξισώσεις βαθμονόμησης, για την εδαφική υγρασία και την διηλεκτρική διαπερατότητα. Για την απόκτηση των πρωτογενών μετρήσεων αναπτύχθηκε μία πρωτότυπη διάταξη της οποίας η αρχιτεκτονική περιλαμβάνει μικροελεγκτή χαμηλού κόστους καθώς και βοηθητικά κυκλώματα τροφοδοσίας και λήψης δεδομένων από τους αισθητήρες. Τα πειράματα έλαβαν χώρα σε εργαστηριακές συνθήκες τόσο σε υδατικά διαλύματα όσο και σε εδάφη με αυστηρά καθορισμένη αύξηση της υγρασίας μέχρι του σημείου κορεσμού. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την ανάγκη συγκεκριμένης βαθμονόμησης του αισθητήρα για κάθε τύπο εδάφους και επίπεδο αλατότητας. Επίσης η συμπεριφορά του αισθητήρα ο οποίος λειτουργεί σε χαμηλή συχνότητα (70 MHz) σε συνθήκες αυξανόμενης αλατότητας είναι αντίθετη του αναμενομένου.

LEVERAGING DEEP LEARNING METHODS TO ENHANCE HYDROLOGICAL PREDICTIONS AND MODEL INTERPRETABILITY

Άμπας Θεοχάρης*

Μεταπτυχιακός Φοιτητής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη

Keywords: Hydrological model, Deep Learning, Water level prediction, Climate Change

In recent years, the intersection of climate science and artificial intelligence has given rise to innovative solutions that address pressing environmental challenges. Water is a critical global resource, and access to safe drinking water is considered a basic human right. Challenges like droughts, water quality issues, and environmental damage from unsustainable water resource development are exacerbated by climate change, population growth, and urbanization. Sustainable management of water resources in large basins is crucial, requiring extensive scientific research. Additionally, climate change is impacting weather patterns, with rising temperatures and more frequent extreme events like floods, droughts, and storms observed globally. It is therefore clear that the urgent need for effective hydrological models is more evident than ever. Traditional systems struggle to offer timely and accurate predictions, underscoring the need for innovation. Many researchers advocate for neural networks to significantly improve streamflow prediction, surpassing traditional models. Incorporating AI methods into hydrological predictions not only aids in flood anticipation and response but also helps optimize water resource allocation and conservation, fostering community resilience and sustainable development. Integrating predictive models into agricultural practices is vital for sustainable water management, optimizing irrigation and maximizing yields while minimizing waste. Data-driven models are often referred to as “black-box” models because they depend upon the statistical or cause–effect relationships between hydrologic variables without considering the physical processes that underlie the relationships. However, the adoption of new techniques, such as attention mechanisms in neural networks, has revolutionized model interpretability. These methods offer transparency into the decision-making processes of models, providing insights into their predictions and enhancing our ability to understand and trust their outputs. This thesis investigates the effectiveness of deep learning models, specifically Temporal Fusion Transformer (TFT), Transformer, and Long Short-Term Memory (LSTM), using a linear model as baseline, for predicting water levels using meteorological data as covariates and aims to enhance model interpretability. Hourly data from three weather stations (Aminteo, Vevi, Zazari) spatially distributed in the catchment were used to forecast water levels, for the next 24 hours, of the Amintas stream. To enhance model performance and incorporate a richer understanding of the data some features were crafted as model covariates. These encompass accumulated daily precipitation sums for the three stations (Aminteo, Vevi, Zazari), capturing spatial nuances. Additionally, potential evapotranspiration (PET), a critical factor in the water balance equation, has been calculated. In relation to time, covariates are considered as known variables, either in the past, the future, or in both

temporal contexts. For practical reasons the future covariates selected are ones readily known in real-world scenarios. Including easily accessible and predictable elements improves the model's feasibility and practicality, leading to a more straightforward understanding of its future performance. The study employs key evaluation metrics, including Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Root Mean Square Error (RMSE), Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE), and Kling-Gupta Efficiency (KGE), to assess model performance. Results reveal satisfactory outcomes across all models, with the Temporal Fusion Transformer (TFT) model demonstrating superior performance in RMSE, MAPE, NSE, and KGE metrics. The discussion underscores the models' ability to outperform linear models by extracting hidden information from weather data. The goal of this thesis is to enhance water level prediction capabilities in the face of climate-induced hydrological challenges by leveraging advanced deep learning models and innovative techniques.

ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ: ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Γκουντινούδης Παναγιώτης-Βάιος^{1*}, Καταγής Θωμάς²

¹Δασολόγος, MSc, Αλεξανδρούπολη, 46panagiotis-g@outlook.com

²Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, ΔΠΘ, Ορεστιάδα

Λέξεις-κλειδιά: Δορυφορικά προϊόντα, χρήση/ κάλυψη γης, Παρατήρηση Γης, σύγκριση

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση δορυφορικών δεδομένων έχει φέρει επανάσταση στην παραγωγή προϊόντων κάλυψης γης, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τη δυναμική της γήινης επιφάνειας. Τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών προϊόντων κάλυψης γης είναι πολλαπλά. Παρέχουν ολοκληρωμένη χωρική κάλυψη, επιτρέποντας αναλύσεις μεγάλης κλίμακας, και υψηλή χρονική ευκρίνεια διευκολύνοντας την παρακολούθηση διαχρονικών αλλαγών. Επιπλέον, τα δορυφορικά δεδομένα επιτρέπουν την ενσωμάτωση πολυφασματικής πληροφορίας, ενισχύοντας έτσι την ακρίβεια των χαρτογραφήσεων σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στους τομείς της παρακολούθησης του περιβάλλοντος, του αστικού σχεδιασμού και της διαχείρισης των φυσικών πόρων, μεταξύ άλλων. Βασική λειτουργία αυτών τους είναι να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη σύνθεση και την κατανομή των τύπων κάλυψης γης σε μεγάλες χωρικές εκτάσεις. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμεύουν στη συνέχεια ως δεδομένα εισόδου για πολυάριθμες περιβαλλοντικές μελέτες, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης οικοτόπων, της παρακολούθησης της βιοποικιλότητας και της μοντελοποίησης των οικοσυστημάτων.

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες τουλάχιστον, πολυάριθμα παγκόσμια και ηπρωτικά προϊόντα κάλυψης γης διαφορετικής χωρικής ανάλυσης έχουν αναπτυχθεί, όπως, το Globeland-30, το Corine-2018, το GlobeCover-2009, το CCI Land Cover, το Global Land Survey (GLS), το MODIS Land Cover. Μελέτες έχουν δείξει ότι όταν τα παγκόσμια προϊόντα κάλυψης γης συγκρίνονται, προκύπτουν σημαντικές χωρικές διαφωνίες μεταξύ των τύπων κάλυψης γης. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες όπως οι διαφορετικές ονοματολογίες και ορισμοί των τύπων κάλυψης που υιοθετούνται, η χρήση διαφορετικών δορυφορικών αισθητήρων, οι μεθοδολογίες ταξινόμησης και η έλλειψη επαρκών δεδομένων αναφοράς. Πολύ σημαντική διαδικασία αποτελεί επίσης η αξιολόγηση της εγκυρότητας των χαρτογραφικών αυτών προϊόντων, η οποία αποτελεί μια καθιερωμένη διαδικασία που περιλαμβάνει ποιοτική αξιολόγηση, συγκρίσεις μεταξύ χαρτών, και εκτίμηση ακρίβειας.

Ο σκοπός της εργασίας είναι η επισκόπηση των χαρακτηριστικών επιλεγμένων σύγχρονων προϊόντων κάλυψης γης και η σύγκριση μεταξύ τους λαμβάνοντας υπόψη τη χωρική τους ανάλυση και παραμέτρους όπως το σύστημα ταξινόμησης ή τη χρονική τους

ευκρίνεια. Ελλείπει δεδομένων αναφοράς πεδίου, η εργασία επικεντρώνεται στη μεταξύ τους σύγκριση σε περιοχή μελέτης όπως ορίζεται από την Περιφερειακή Ενότητα Έβρου. Η έλευση της ψηφιακής εποχής έχει κάνει τα δορυφορικά προϊόντα απαραίτητα, προσφέροντας πολλές ευκαιρίες και εφαρμογές αυτών των προϊόντων. Η διαχείριση παλαιότερων και σύγχρονων προϊόντων όπως τα Sentinel-2, Sentinel-1, Landsat 8 και Landsat 9 αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης προσέγγισης στην έλεγχο και στην προστασία του περιβάλλοντος. Αυτά τα δορυφορικά συστήματα παρέχουν υψηλής ποιότητας προϊόντα και δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της Γης με ανώτερη ανάλυση και κάλυψη. Το Sentinel-2 παρέχει προϊόντα υψηλής ανάλυσης, αν και οι Landsat 8 και Landsat 9 παρέχουν χρονοσειρές παρακολούθησης. Με αυτά, τα δεδομένα είναι δυνατόν να παρακολουθείται η κατάσταση των φυσικών πόρων, η ποιότητα του νερού, η αλλαγή του κλίματος καθώς και αλλαγές στο περιβάλλον.

Τα θεματικά δορυφορικά προϊόντα land cover απαρτίζουν σημαντικά εργαλεία για τη μελέτη και την κατανόηση της επιφανειακής κάλυψης του εδάφους σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Η έννοια του land cover αναφέρεται στην είδος των φυσικών αλλά και ανθρωπογενών χαρακτηριστικών που καλύπτουν την γη.

Τα προγράμματα Copernicus, CORINE Land Cover, CCI Land Cover και Globe Land αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την παρακολούθηση και την εκτίμηση του περιβάλλοντος και της χρήσης της γης σε διαφορετικά επίπεδα. Το πρόγραμμα Copernicus προσφέρει ευρεία γκάμα προϊόντων για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο, καλύπτοντας θέματα όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η αλλαγή του κλίματος και η χρήση της γης. Το CORINE Land Cover παρέχει πληροφορίες για την κάλυψη του εδάφους σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ενώ το CCI Land Cover προσφέρει παγκόσμια κάλυψη για την ίδια παράμετρο. Τα προγράμματα αυτά είναι χρήσιμα για την εκτίμηση των αλλαγών στη χρήση της γης και την παρακολούθηση της ποικιλοτήτας του εδάφους σε διαφορετικά περιβάλλοντα.

Από την άλλη πλευρά, το πρόγραμμα Globe Land εστιάζει στην παρακολούθηση της κατάστασης του εδάφους και της βιοποικιλότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Ενώ το Copernicus, το CORINE Land Cover και το CCI Land Cover παρέχουν σημαντικά δεδομένα για ευρύ φάσμα θεμάτων, το Globe Land επικεντρώνει λεπτομερώς στην παρακολούθηση της κατάστασης του εδάφους και της βιοποικιλότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό το πρόγραμμα μπορεί να παρέχει αξιολογή συμπληρωματική πληροφορία για την κατάσταση του περιβάλλοντος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη περιβαλλοντικών πολιτικών και μέτρων διατήρησης.

Συνοψίζοντας, αναφορικά, κάποια από τα προϊόντα που θα ερευνήσουμε είναι το CCI Land Cover όπου παρέχει πληροφορίες για την κάλυψη αλλά και τη χρήση της γης για να εκτιμήσουμε τις δασικές περιοχές που περιλαμβάνονται στην περιοχή μελέτης, καθώς και το CCI Biomass όπου προσφέρει εκτιμήσεις για τη βιομάζα των δασών για να εκτιμήσουμε τα ποσοστά της, το CCI Fire όπου παρέχει πληροφορίες για την εκτέλεση φωτιάς και τις καμένες εκτάσεις. Επιπρόσθετα το CORINE Land Cover προσφέρει πληροφορίες για την κάλυψη και τη χρήση της γης, το CORINE Land Cover Change Καταγράφει τις αλλαγές στην κάλυψη και τη χρήση της γης σε διαφορετικές χρονικές



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

περιόδους και τους Χάρτες CORINE Land Cover που μας αποδίδουν οπτικοποίηση της κάλυψης και της χρήσης της γης για τις εφαρμογές διαχείρισης και πολεοδομίας.

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Βερβέρης Μηνάς¹, Αποστολόπουλος Βασίλης², Κόντης Λεωνίδας², Μουσαδάκος Δημήτρης², Λεκάκης Εμμανουήλ^{1*}

¹Αγροτικές Εφαρμογές ΙΚΕ (AgroApps PC), Κορυτσάς 34, 55133, Θεσσαλονίκη

²Big Blue Data Academy, Γενναδίου 14, Άνω Λιόσια, 133 43, Αθήνα

Λέξεις-κλειδιά: Ανίχνευση Αρδεύσεων, Δορυφορικά Δεδομένα, Μετεωρολογικά Δεδομένα, Μηχανική Μάθηση

Μία από τις σημαντικότερες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι η επίδραση της στους διαθέσιμους υδατικούς πόρους. Τα ολοένα και συχνότερα, παρατεταμένα διαστήματα ξηρασίας μειώνουν το διαθέσιμο νερό σε περιόδους ιδιαίτερα κρίσιμες για τη γεωργία, η οποία οφείλεται για το 80% της παγκόσμιας κατανάλωσης. Ο συνεχώς αυξανόμενος πληθυσμός εντείνει το πρόβλημα άμεσα, αλλά και έμμεσα με την αύξηση της παραγωγής που απαιτείται για να καλυφθούν οι ανάγκες. Η συγκεκριμένη ανάγκη οδηγεί στην επέκταση της εντατικής γεωργίας με συνέπεια να κλιμακώνονται σημαντικά οι απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό. Οι αυξανόμενες ανάγκες θα πρέπει να καλυφθούν με τρόπο που θα εξασφαλίζει την αειφόρο διαθεσιμότητα του νερού και τη βέλτιστη χρήση του για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Ένα από τα εμπόδια στη μετάβαση σε αειφόρες πρακτικές αποτελεί η παράνομη άντληση που εφαρμόζεται σε εκτεταμένο βαθμό και οδηγεί σε εξάντληση των υπόγειων υδάτινων αποθεμάτων. Η απομακρυσμένη ανίχνευση των αρδεύσεων με τη χρήση δεδομένων παρατήρησης γης αποτελεί ένα μέσο για τον εντοπισμό τυχόν παρανομιών, ώστε να επιβληθούν τα αντίστοιχα πρόστιμα, δίνοντας τη δυνατότητα γρήγορης επίβλεψης μεγάλων εκτάσεων. Στην εργασία αυτή αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία βασισμένη σε τεχνικές μηχανικής μάθησης για την αυτόματη ανίχνευση των αρδεύσεων. Η μέθοδος αξιοποιεί μετεωρολογικά, δορυφορικά και εδαφολογικά δεδομένα για να ανιχνεύει τις αρδεύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε ένα αγροτεμάχιο, χωρίς να επηρεάζεται από φαινόμενα βροχόπτωσης. Τα δεδομένα για την ανάπτυξη του μοντέλου συλλέχθηκαν από αεροτρίαιες και δενδρώδεις καλλιέργειες κατά τα έτη 2021-2023. Τα εδαφολογικά δεδομένα αφορούν τη σύσταση του εδάφους και την περιεχόμενη οργανική ουσία, ενώ τα μετεωρολογικά δεδομένα περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση και την εξατμισοδιαπνοή. Τα δορυφορικά δεδομένα αποτελούνται από απεικονίσεις radar και πολυφασματικούς δείκτες που σχετίζονται με την υγρασία και την καταπόνηση των καλλιεργειών, τα οποία υπολογίστηκαν από δορυφορικές εικόνες Sentinel-1 και -2, μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής Google Earth Engine. Για την εκπαίδευση των αλγορίθμων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από ημερολόγια αγρού, υδρόμετρα και ηλεκτροβάνες που αφορούν τις ημερομηνίες των αρδεύσεων στα αγροτεμάχια. Η διαδικασία εκπαίδευσης των μοντέλων μηχανικής μάθησης περιλάμβανε μια σειρά από τεχνικές και διαδικασίες που εφαρμόστηκαν επί των ακατέργαστων δεδομένων πριν από την κύρια ανάλυση τους.

Στόχος ήταν ο μετασχηματισμός τους σε δομές που διευκολύνουν την επεξεργασία και κατανόησή τους από αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Μεταξύ άλλων εφαρμόστηκε καθαρισμός και κανονικοποίηση δεδομένων, και κωδικοποίηση χαρακτηριστικών. Για την ανάπτυξη του μοντέλου ανίχνευσης αρδεύσεων χρησιμοποιήθηκε ο εποπτευόμενος αλγόριθμος ταξινόμησης με βάση τις εξής μεθόδους μηχανικής μάθησης: δέντρο απόφασης (Decision Tree), μέθοδος Random trees (Random Forest), αλγόριθμος Bayes, αλγόριθμος KNN (k Nearest Neighbor) και Τεχνική SVM (Support Vector Machine). Η υπηρεσία ανίχνευσης άρδευσης μπορεί να συμβάλει στην εφαρμογή του νομικού πλαισίου, επιτρέποντας στις αρχές διαχείρισης υδάτων να επιβλέπουν άμεσα μεγάλες εκτάσεις γης και να εντοπίζουν παράνομες αντλήσεις νερού ή γεωτρήσεις. Η περιβαλλοντική συνεισφορά της υπηρεσίας είναι ιδιαίτερα σημαντική για προστατευόμενες λεκάνες απορροής και για ευάλωτες σε νιτρορύπανση περιοχές όπου η άρδευση θα πρέπει να διεξάγεται υπό αυστηρό έλεγχο. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν επίσης να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες στις αρχές για την ανάπτυξη πολιτικών και προγραμμάτων που στοχεύουν στην προώθηση βιώσιμων πρακτικών σχετικά με τη διαχείριση του νερού.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΣΕ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ NDVI

Τριαντακωνσταντής Δημήτρης*, Μπατσαλιά Μαρία, Λώλος Νικόλαος

Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων – Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ
Σοφοκλή Βενιζέλου 1, 14123, Λυκόβρυση, Ελλάδα

*e-mail: rdimitrios@gmail.com

Λέξεις-κλειδιά: Παραγωγικότητα εδάφους, NDVI, αειφορία, εδαφικοί πόροι

Η παραγωγικότητα της γης είναι θεμελιώδης δείκτης της βιωσιμότητας μιας περιοχής, που περιλαμβάνει διάφορες γεωργικές, οικολογικές, και κοινωνικοοικονομικές διαστάσεις. Σε αυτή τη μελέτη, διερευνούμε την αξιολόγηση της παραγωγικότητας της γης μέσω του Δείκτη Βλάστησης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ενός ευρέως χρησιμοποιούμενου δείκτη για την βλάστηση που προέρχεται από δεδομένα Τηλεπισκόπησης. Η έρευνά μας επικεντρώνεται στην ανάλυση των τάσεων NDVI σε διάστημα 8 ετών.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται περιλαμβάνει τη χρήση δορυφορικών δεδομένων (Sentinel) για τον υπολογισμό των τιμών NDVI, καταγράφοντας τις χρονικές διακυμάνσεις στη βλάστηση. Ο δείκτης NDVI υπολογίζεται από τον λόγο $(NIR-RED)/(NIR+RED)$, όπου NIR είναι η αντανάκλαση υπέρυθρης ακτινοβολίας και RED η αντανάκλαση κόκκινου φωτός του ορατού φάσματος. Τα δεδομένα NDVI ελήφθησαν από το Copernicus Land Monitoring Service σε εθνική κλίμακα και με χωρική ανάλυση 300μ. Συγκεκριμένα, υπογραμμίζουμε τη σημασία του προσδιορισμού των μέγιστων τιμών NDVI για την περίοδο 8 ετών (2014-2022) ως βασικής μέτρησης για την αξιολόγηση του δυναμικού μέγιστης παραγωγικότητας της γης. Κεντρικό στοιχείο της ανάλυσής μας είναι ο υπολογισμός μιας μέσης μέγιστης τιμής στον χάρτη NDVI, η οποία ενοποιεί τις παρατηρήσεις αιχμής πρασίνου σε όλη την περίοδο μελέτης. Αυτή η συγκεντρωτική αναπαράσταση προσφέρει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της ικανότητας της γης να υποστηρίξει την ανάπτυξη της βλάστησης στο βέλτιστό της επίπεδο. Μέσω χωρικής ανάλυσης και στατιστικών τεχνικών, οριοθετούμε χωρικά μοτίβα και τάσεις στην παραγωγικότητα της γης, καταγράφοντας τις παραλλαγές σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

Τα αποτελέσματα της μελέτης υπογραμμίζουν τη χρησιμότητα του NDVI ως ισχυρού δείκτη της παραγωγικότητας της γης, αντανakλώντας την εγγενή σχέση μεταξύ της δυναμικής της βλάστησης και των περιβαλλοντικών συνθηκών. Διακρίνοντας μοτίβα στις τάσεις NDVI, διευκρινίζουμε τους υποκείμενους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα της γης, συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών παραγόντων, των αλλαγών χρήσης γης και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Επιπλέον, αξιολογούμε τη χωρική ετερογένεια της παραγωγικότητας της γης, εντοπίζοντας περιοχές με hotspot υψηλής και χαμηλής παραγωγικότητας εντός της περιοχής μελέτης. Οι πληροφορίες που προέκυψαν από την ανάλυσή μας έχουν επιπτώσεις στη διαχείριση του οικοσυστήματος, στον αγροτικό σχεδιασμό και στις πρωτοβουλίες βιώσιμης ανάπτυξης.

Παρακολουθώντας τις μακροπρόθεσμες τάσεις του NDVI, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι διαχειριστές γης μπορούν να αποκτήσουν πολύτιμες πληροφορίες για τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων με στόχο την ενίσχυση της παραγωγικότητας και της ανθεκτικότητας της γης. Επιπλέον, η ενοποίηση των δεδομένων NDVI με τους κοινωνικοοικονομικούς δείκτες επιτρέπει την ολιστική κατανόηση των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της δυναμικής του οικοσυστήματος. Η μελέτη υπογραμμίζει επίσης τη σημασία της ενσωμάτωσης της χρόνου στις εκτιμήσεις της παραγωγικότητας της γης, αναγνωρίζοντας τη χρονική μεταβλητότητα που είναι εγγενής στα φυσικά συστήματα. Αναλύοντας τις τάσεις του NDVI για μια εκτεταμένη περίοδο, καταγράφουμε την αλληλεπίδραση των εποχιακών κύκλων, των κλιματικών διακυμάνσεων και των οικολογικών διαδικασιών, ενισχύοντας έτσι τα αποτελέσματά μας.

Συμπερασματικά, η έρευνά μας υπογραμμίζει τη σημασία του δείκτη NDVI για την αξιολόγηση της παραγωγικότητας της γης σε μακροπρόθεσμες χρονικές κλίμακες. Μέσω της συγχώνευσης τεχνικών τηλεπισκόπησης, χωρικής ανάλυσης και μοντελοποίησης, παρέχουμε πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τη δυναμική της παραγωγικότητας της γης και τις επιπτώσεις της στη βιώσιμη διαχείρισή της. Η συνεχής παρακολούθηση και ανάλυση των τάσεων NDVI θα είναι ουσιαστικής σημασίας για στρατηγικές διαχείρισης που στοχεύουν στην προώθηση της υγείας του οικοσυστήματος και της ανθρώπινης ευημερίας σε έναν ταχέως μεταβαλλόμενο κόσμο.



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ II: Χωρική Στατιστική - Γεωστατιστική – Τεχνητή Νοημοσύνη

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

Ζήμερας Σ.

Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Στατιστικής και Αναλογιστικών - Χρηματοοικονομικών
Μαθηματικών, Σάμος, 83200, zimste@aegean.gr

Λέξεις-κλειδιά: Χωρικά μοντέλα, Ising, q-Potts, SEIS, SEIR, μοντέλα εξάπλωσης
ασθενειών

Παρά τη συνεχή πρόοδο στην επιδημιολογία, δυστυχώς, ο τρόπος που μεταδίδεται μια
ασθένεια είναι σχετικά άγνωστος καθώς εξαρτάται από τρία βασικά χαρακτηριστικά
λαμβάνοντας παράλληλα την χωρικότητα των ατόμων:

- Οι ιοί που μεταλλάσσονται συνεχώς και γίνονται πιο ανθεκτικοί στα
υπάρχοντα φάρμακα
- Η μετάδοση του ιού ανάμεσα στους ανθρώπους είναι ένα πολύπλοκο
φαινόμενο
- Οι επαφές των ανθρώπων συντελούν ένα πολύπλοκο δίκτυο και είναι
πολύ δύσκολο να μελετηθεί η εξάπλωση του ιού σε αυτό.

Τα μαθηματικά μοντέλα μπορούν να βοηθήσουν στον έλεγχο μιας ασθένειας
απαντώντας στα τρία αυτά βασικά ερωτήματα.

Η συγκεκριμένη εργασία αρχικά παρουσιάζει το κατηγορικό (2 περιοχές) χωρικό
μοντέλο Ising λαμβάνοντας υπόψη την ομογένεια του χωρικού πεδίου κάνοντας χρήση
Μαρκοβιανών τυχαίων πεδίων. Στην συνέχεια παρουσιάζεται μια παραλλαγή του
μοντέλου Ising με περισσότερες από 2 περιοχές ανάλυσης, το μοντέλο q-Potts, όπου q ο
αριθμός των υπό εξέταση περιοχών και καταλήγει στην παρουσίαση επιδημιολογικών
μοντέλων SEIS και SEIR με χρήση αυτομάτων. Προσομοίωση των εκάστοτε μοντέλων
αποδεικνύει την χωρική αλληλεπίδραση μεταξύ τους.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Ζήμερας Σ.^{1*} και Ματσίνογ Υ.²

¹ Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Στατιστικής και Αναλογιστικών - Χρηματοοικονομικών Μαθηματικών, Σάμος, 83200, zimste@aegean.gr

² Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη, 81100, matsinos@aegean.gr

Λέξεις-κλειδιά: Τμηματοποίηση εικόνων, περιβαλλοντικές εικόνες, q-Potts μοντέλα, k-means αλγόριθμος.

Η τμηματοποίηση εικόνων αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την διερεύνηση ευάλωτων περιοχών ειδικότερα σε περιβαλλοντικά δεδομένα όπου αλλοιώσεις από διαφορετικά μοντέλα θορύβων επιδρούν στην τελική δομή τους. Ειδικότερα, οι προβληματικές αυξάνονται στην περίπτωση έγχρωμων εικόνων, όπου επεξεργασία μικρών περιοχών αποτελεί καθοριστικής σημασίας ανάλυση.

Προτείνονται τεχνικές χωρικής μοντελοποίησης για τον διερεύνηση της χωρικής δομής των εικόνων με βάση την διαφορετικότητα των χρωμάτων. Για το σκοπό αυτό ένα Μαρκοβιανό τυχαίο πεδίο που περιλαμβάνει χρωματικούς συνδυασμούς μπορεί να εφαρμοσθεί οριζόμενο ως q-Potts μοντέλο, όπου q ο αριθμός των χρωμάτων. Για τον καθορισμό των επίμαχων περιοχών με βάση τους χρωματισμούς, που καθορίζουν την χωρική ομοιογένεια ο αλγόριθμος k-means προτείνεται, ο οποίος αποτελεί βασική τεχνική συσταδοποίησης μηχανικής μάθησης. Εφαρμογές λαμβάνουν χώρα σε διαφορετικών μορφών περιβαλλοντικές εικόνες.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ ΔΡΥΟΔΑΣΗ ΚΑΙ ΘΑΜΝΩΝΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Λώλος Νικόλαος¹, Μπατσαλιά Μαρία¹, Τριαντακωνσταντής Δημήτριος^{1*}, Ζαχαρούδη Σταυρούλα², Φωτέλλη Μαριάντζελα³, Ραδόγλου Καλλιόπη²

¹Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ, Σοφοκλή Βενιζέλου 1, 14123, Λυκόβρυση, Ελλάδα

²Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Σχολής Επιστημών Γεωπονίας και Δασολογίας, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 68200 Ορεστιάδα, Ελλάδα

³Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ, Βασιλικά Θέρμης, 57006, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

*trdimitrios@gmail.com

Λέξεις-κλειδιά: Εδαφικός οργανικός άνθρακας, μηχανική μάθηση, δάση, χαρτογράφηση

Στην παρούσα μελέτη έγινε η διερεύνηση του εδαφικού οργανικού άνθρακα (SOC) προτείνοντας μια νέα προσέγγιση, καθώς οι παραδοσιακές μέθοδοι εκτίμησης SOC είναι χρονοβόρες και δαπανηρές. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε τεχνικές μηχανικής μάθησης για την εκτίμηση του SOC σε δασικές εκτάσεις της Ξάνθης και συγκεκριμένα σε φυλλοβόλα δάση δρυός και σε θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων. Ο ρόλος των οικοσυστημάτων αυτών στον κύκλο του άνθρακα είναι σημαντικός και επηρεάζεται από πρακτικές διαχείρισης που μπορούν να οδηγήσουν σε μεταβολές στα επίπεδα SOC. Η εκτίμηση της περιεκτικότητας σε SOC συμβάλλει στην κατανόηση της δυναμικής συνεισφοράς των οικοσυστημάτων στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος του προγράμματος «Δυναμική απογραφή της δέσμευσης CO₂ σε φυλλοβόλα δρυοδάση και δασικές εκτάσεις αειφυλλών πλατυφύλλων, συνεισφορά στη βελτίωση της εθνικής απογραφής αερίων του θερμοκηπίου στη δασοπονία (ForOaks)» που χρηματοδοτείται από το Πράσινο Ταμείο.

Στη μελέτη έγινε αξιοποίηση συνδυασμού αλγόριθμων μηχανικής μάθησης (ML) που βασίζονται σε random forest, quantile random forest και γραμμική παλινδρόμηση για την ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης με σκοπό την εκτίμηση του SOC. Η αξιοποίηση των αλγόριθμων μηχανικής μάθησης (ML) βασίζεται στη δυνατότητα πρόβλεψης του SOC αξιοποιώντας τις σχέσεις του SOC και διάφορων περιβαλλοντικών μεταβλητών που προέρχονται από δεδομένα δορυφόρων, τοπογραφικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες του εδάφους. Στοχεύοντας στη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του μοντέλου και την εξάλειψη κάθε πιθανού overfit, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος “recursive feature elimination” (RFE) για τις περιβαλλοντικές μεταβλητές. Τα δεδομένα που

χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη αποτελούνται τόσο από δεδομένα πεδίου που λήφθηκαν στα πλαίσια του έργου όσο και σημειακά δεδομένα από το LUCAS 2018, μαζί με αντίστοιχες περιβαλλοντικές μεταβλητές που λαμβάνονται από δορυφορικά δεδομένα που αφορούν στο κλίμα, το υψόμετρο, την κλίση, τους δείκτες βλάστησης, όπως Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), Leaf Area Index (LAI) και Fraction of absorbed photosynthetically active radiation (FAPAR). Τα δεδομένα αυτά υποβλήθηκαν σε κατάλληλη προεπεξεργασία για την απομάκρυνση των ακραίων τιμών, την αντιμετώπιση των τιμών που λείπουν και την κανονικοποίηση των μεταβλητών, ώστε να διασφαλιστεί η βέλτιστη απόδοση του μοντέλου. Τα προγνωστικά μοντέλα εκπαιδεύτηκαν και επικυρώθηκαν χρησιμοποιώντας ένα υποσύνολο των δεδομένων με τεχνικές όπως 10fold cross validation για την γενική αξιολόγηση του συστήματος. Η απόδοση των μοντέλων αξιολογήθηκε με βάση διάφορες μετρικές, όπως το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE), το μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2). Τέλος η απεικόνιση του μοντέλου ήταν ένας χάρτης SOC του δάσους, συμπεριλαμβανομένου του χάρτη μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μοντέλα μηχανικής μάθησης εκτιμούν με αποτελεσματικό τρόπο την περιεκτικότητα σε SOC σε φυλλοβόλα δρυοδάση και θαμνώνες αειφύλων πλατυφύλλων της Ξάνθης με σχετικά καλό επίπεδο ακρίβειας. Η εφαρμογή τεχνικών μηχανικής μάθησης για την εκτίμηση του SOC πλεονεκτεί των παραδοσιακών μεθόδων, ειδικά όσον αφορά στη δυνατότητα επέκτασης και ενσωμάτωσης μεγάλου όγκου δεδομένων του χώρου. επίσης, η αξιοποίησή της από τους διαχειριστές των δασών και τους υπεύθυνους λήψεων αποφάσεων, μπορεί να συμβάλει στη σωστή διαχείριση των υπό μελέτη οικοσυστημάτων για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΑΚΟΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (BACTROCERA OLEAE, DIPTERA, TERPHRITIDAE) ΓΙΑ ΕΠΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ (2017-2023) ΣΤΗ ΣΑΜΟ

Ζαφειρέλλη Σοφία^{1*}, Σέντας Ευστράτιος², Σταυριανάκης Γιώργος³, Κατσιογιάννης Γιώργος⁴, Κίζος Θανάσης⁵

(¹)Υποψήφια διδάκτορας (υπεύθυνη αλληλογραφίας s.zafeirelli@aegean.gr),

(²)Υποψήφιος διδάκτορας,

(^{3,4})Διδάκτορας,

(⁵)Καθηγητής,

(^{1,2,3,4,5})Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας, Μυτιλήνη

Λέξεις κλειδιά: Χωροχρονικά πρότυπα, *Bactrocera oleae*, δυναμική δακοπληθυσμού, έλεγχος εντόμων

Η κατανόηση της χωροχρονικής δυναμικής των πληθυσμών εντόμων είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική διαχείριση εχθρών των καλλιεργειών αλλά και για τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης της αγροτικής παραγωγής σε οικοσυστημικές διεργασίες. Σε αυτή τη δημοσίευση διερευνώνται οι πληθυσμιακές τάσεις του δάκου (*Bactrocera oleae*) στη Σάμο από το 2017 έως το 2023, με τη χρήση μετρήσεων πληθυσμού δάκου σε 400 παγίδες McPhail σε όλη την έκταση του νησιού κάθε 5 ημέρες από την 1^η Ιουνίου έως τις 31 Οκτωβρίου στα πλαίσια του προγράμματος δακοκτονίας.

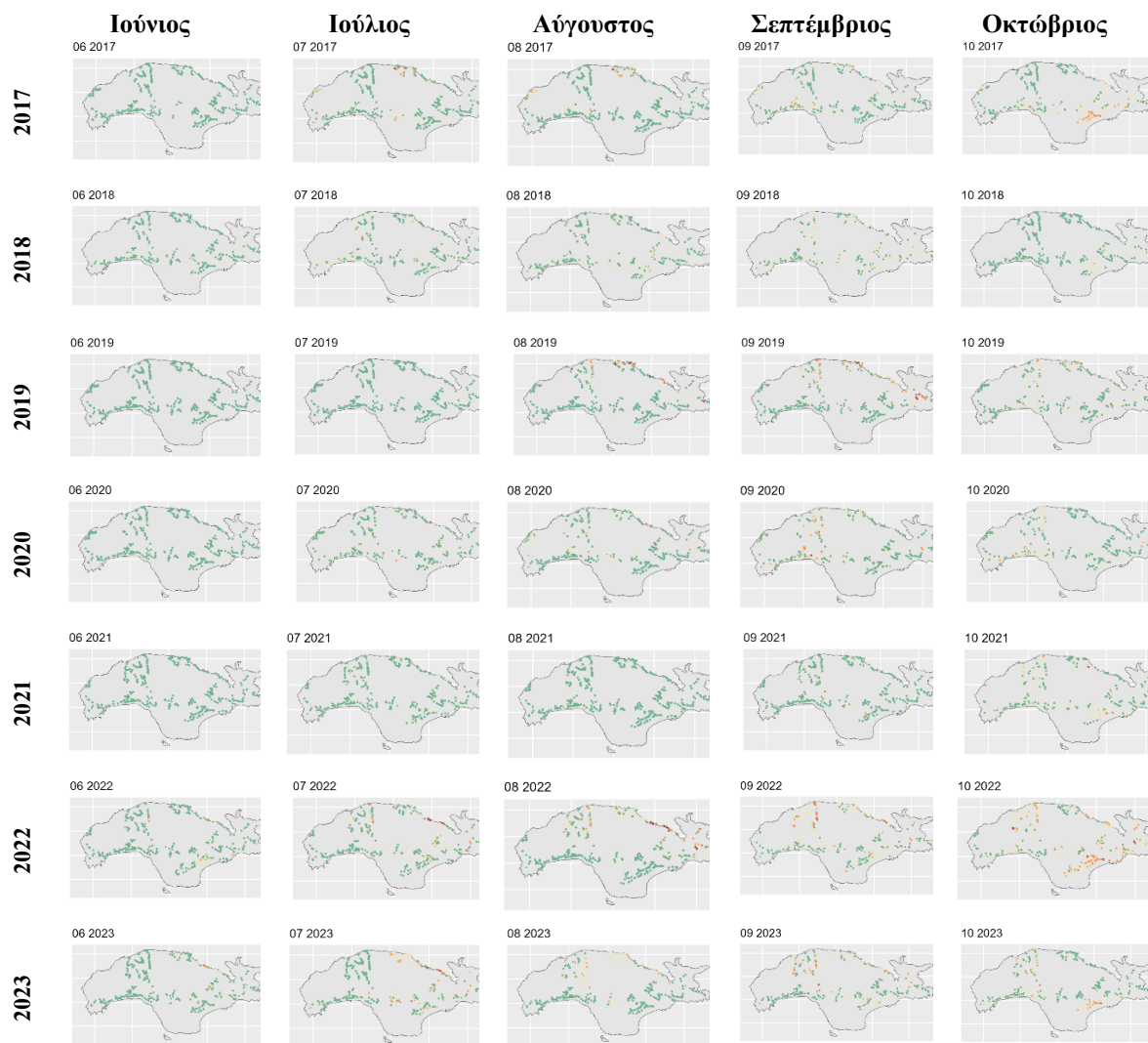
Η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα της συλλογής των δεδομένων εξασφαλίστηκε από την καταγραφή και επικύρωση θέσεων και μετρήσεων παγίδων σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας εφαρμογή κινητού τηλεφώνου. Αυτή η προσέγγιση διευκόλυνε τη δημιουργία μιας βάσης γεωγραφικών δεδομένων προσβάσιμη μέσω διαδικτύου κινητής τηλεφωνίας, διασφαλίζοντας την απρόσκοπτη αποθήκευση και διαχείριση των συλλεγόμενων δεδομένων. Επίσης, διεξήχθησαν περιοδικοί έλεγχοι από γεωπόνους για την επικύρωση της ακρίβειας των μετρήσεων. Για να μετριάστεί η ενδεχόμενη μεροληψία επιλογής, όλα τα δεδομένα προήλθαν αποκλειστικά από ελαιόδεντρα ηλικίας άνω των εκατό ετών και από την ποικιλία Θρουμπολιά, διασφαλίζοντας την αντιπροσωπευτικότητα των ευρημάτων της μελέτης. Μέσω χωρικής χαρτογράφησης και ανάλυσης χωροχρονικών τάσεων, διερευνούμε τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δυναμική του πληθυσμού, συμπεριλαμβανομένων κλιματικών μεταβλητών και χαρακτηριστικών του τοπίου. Δημιουργήθηκαν χάρτες για την οπτικοποίηση της χωρικής πυκνότητας των πληθυσμών του δάκου, καθώς και της χωρικής μεταβλητότητας των πληθυσμών, ανιχνεύοντας μοτίβα ομαδοποίησης ή διασποράς. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση χωρικής αυτοσυσχέτισης για την αξιολόγηση του βαθμού χωρικής εξάρτησης μεταξύ των θέσεων παγίδας και του εντοπισμού περιοχών με σημαντική χωρική ομαδοποίηση.

Τα αποτελέσματα δείχνουν (α) ότι υπάρχουν συγκεκριμένα χωρικά πρότυπα Βορρά Νότου και κατά υψομετρικές κλάσεις, που όμως διαφοροποιούνται κάποιες καλλιεργητικές περιόδους σε σχέση με επικρατούσες κλιματικές συνθήκες και κυρίως τη θερμοκρασία (Εικόνα 1), (β) παρά τις διαφοροποιήσεις χωρικά και χρονικά, συνολικά στο νησί οι πληθυσμοί του εντόμου δεν φαίνεται να διαφοροποιούνται έντονα, και (γ) ότι υποδηλώνονται σημαντικές μετακινήσεις εντόμων σε διαφορετικές υψομετρικές ζώνες. Τέλος, αυτό που φαίνεται να προκύπτει είναι ότι οι διαφοροποιήσεις των εντόμων για κάθε σημείο όπου υπάρχει παγίδα μπορεί να είναι πολύ έντονες και να διαφέρουν χωρικά για διαφορετικές χρονιές (Εικόνα 2).

Η έρευνα συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των πληθυσμών των εντόμων και του περιβάλλοντός τους, προσφέροντας πολύτιμες γνώσεις για τον αποτελεσματικό έλεγχο εχθρών και τη διαχείριση του οικοσυστήματος, μέσα από την αποτύπωση χωρικών προτύπων ανάπτυξης του πληθυσμού στη διάρκεια μιας τυπικής καλλιεργητικής περιόδου. Εκτός από την ενίσχυση της γνώσης για τη δυναμική των εντόμων, ενδυναμώνει τους ενδιαφερόμενους φορείς με πρακτική γνώση για τη βελτιστοποίηση των γεωργικών πρακτικών, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



Εικόνα 1: Μέσο πλήθος θηλυκών δάκων ανά υψομετρική κλάση (0-200μ, 200-400μ > 400μ) ανά μήνα κάθε καλλιεργητικής περιόδου (Ιούνιο ως Οκτώβριο) για επτά έτη (2017 – 2023)



Εικόνα 2: Z-values ($Z = \frac{(X - \bar{X})}{\sigma}$, όπου X: σύνολο θηλυκών δάκων για μήνα/έτος, $\bar{X}$: μέσος όρος τιμών του μήνα για όλα τα έτη, τυπική απόκλιση του συνόλου των τιμών για κάθε μήνα όλων των ετών) ανά μήνα και χρονιά για τις αποκλίσεις του συνόλου θηλυκών δάκων για κάθε μήνα από τον μέσο όρο όλων των ετών για το σημείο.

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙΙΙ: Γεωργία ακριβείας

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΛΑΙΩΝΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Φραντζής Παναγιώτης*, Ψηρούκης Βασίλης, Γριβάκης Κωνσταντίνος, Ζαφειρίου Ιωάννης, Φουντάς Σπυρίδων

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίηση Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

*e-mail: pfrantzis@aua.gr

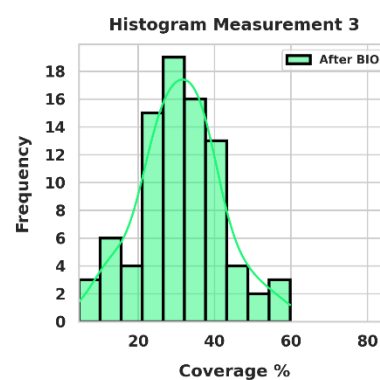
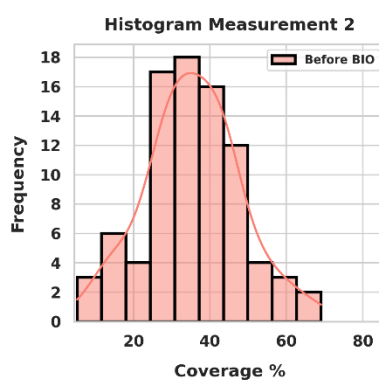
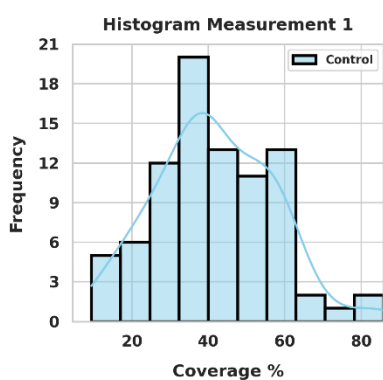
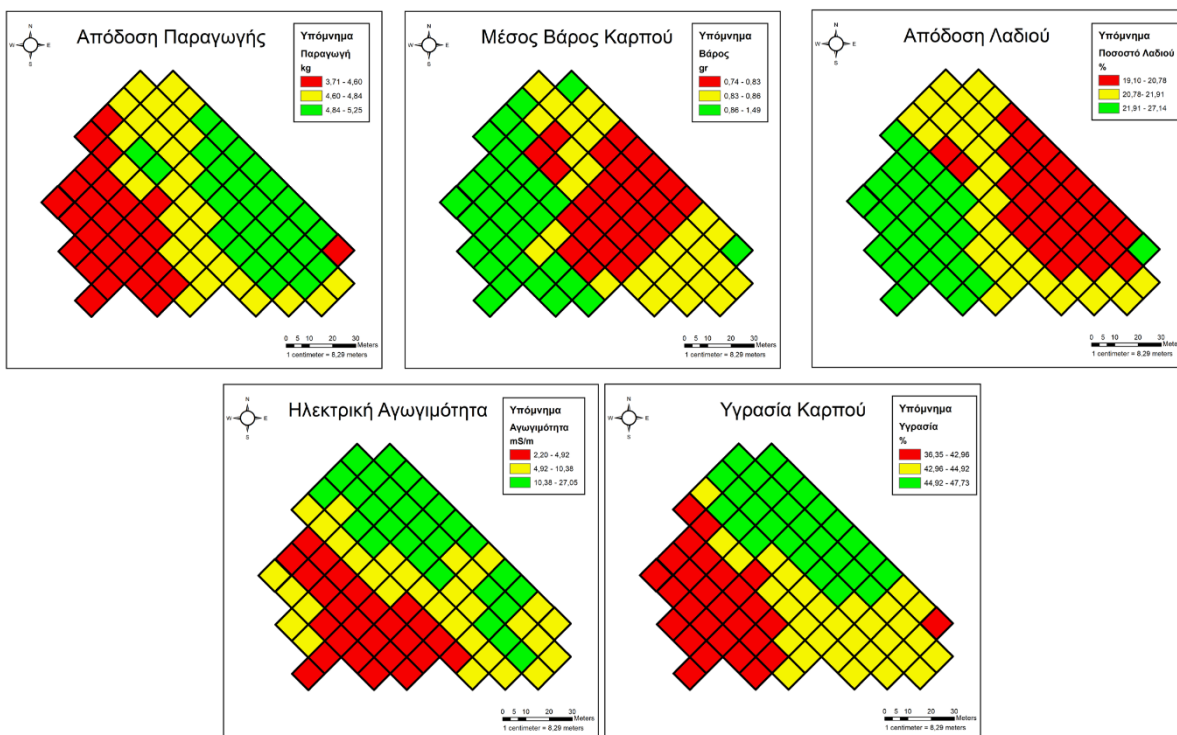
Λέξεις-κλειδιά: Ελαιώνας, γεωργία ακριβείας, πολυφασματικά ΣμηΕΑ, απόδοση παραγωγής

Η εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας στην καλλιέργεια της ελιάς αναδεικνύει τη σημασία της προηγμένης τεχνολογίας και της ακριβούς διαχείρισης των γεωργικών διαδικασιών, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη βελτίωση της παραγωγικότητας, της ποιότητας και της βιωσιμότητας της καλλιέργειας του ελαιόδεντρου. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η καταγραφή και ανάλυση μια σειράς γεωχωρικών δεδομένων από ένα εμπορικό ελαιώνα, με σκοπό τη μελέτη της συσχέτισης τους με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής των ελαιόδεντρων, καθώς και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των παραμέτρων που εξετάστηκαν. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο νομό Λασιθίου, στην Κρήτη, σε ελαιώνα συμβατικής εντατικής καλλιέργειας. Οι πειραματικές μετρήσεις και η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκαν από την άνοιξη έως το φθινόπωρο του 2023, όπου και πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση του αγροτεμαχίου τόσο με αισθητήρα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους όσο και με πολυφασματικά ΣμηΕΑ. Κατά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση παραγωγής για την ανάλυση τόσο των ποιοτικών (περιεκτικότητα σε λάδι και υγρασία) όσο και των ποσοτικών (απόδοση και μέσο βάρος καρπού) χαρακτηριστικών της παραγωγής. Τα αποτελέσματα, που αποτελούν το πρώτο μέρος ενός τριετούς πειραματικού σχεδίου, αποκάλυψαν ένα σύνθετο δυναμικό μεταξύ των παραμέτρων και πρακτικών που εφαρμόστηκαν, παρέχοντας κάποιες κύριες ενδείξεις ως προς τη δυναμική τους σχέση. Αρχικά, η διαδικασία χαρτογράφησης αποκάλυψε διακριτά χωρικά μοτίβα ως προς τη δομή του εδάφους και την εγγενή παραλλακτικότητα κατά την αρχή της καλλιεργητικής περιόδου, τα οποία αργότερα φάνηκε να αντιστοιχούν στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, οι υψηλές ζώνες παραγωγής και υγρασίας καρπών ακολουθούν παρόμοια χωρικά μοτίβα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα, ενώ οι ζώνες με υψηλό βάρος καρπού συμπίπτουν με την απόδοση λαδιού. Τα ευρήματα διαμορφώνουν μια σαφή εικόνα των προκλήσεων και των δυνατοτήτων, τόσο των αγρονομικών πρακτικών όσο και της καταγραφής των μεταβολών που προκαλούν, και προτείνουν πολλά μονοπάτια για την περαιτέρω έρευνα. Στο συνολικό πλαίσιο αυτής της μελέτης, θα έχουμε την ευκαιρία να εξερευνήσουμε και να αναλύσουμε τα βασικά ζητήματα που σχετίζονται με την επίδραση αυτή, καθώς και την αποτελεσματικότητα και καταλληλότητα της καταγραφής αυτών

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

των μεταβολών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου με μεθόδους Γεωργίας Ακριβείας.



ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΣΗ EC ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Τσιτούρας Αλέξανδρος^{1*}, Λιάκος Βασίλειος², Νούλας Χρήστος³, Χρήστος Πετσούλας⁴

¹Γεωγράφος MSc Τεχνολογίες Γεωργίας Ακριβείας, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ/Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Λάρισα

²Γεωπόνος, Επίκουρος Καθηγητής Γεωργίας Ακριβείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας/Τμήμα Γεωπονίας Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

³Γεωπόνος, Κύριος Ερευνητής Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ/Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Λάρισα

⁴Δρ. Γεωπόνος, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ/Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Λάρισα

Λέξεις-κλειδιά: Φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Κλίση εδάφους

Ο συνεχώς αυξανόμενος παγκόσμιος πληθυσμός, η υποβάθμιση και τελικά η απώλεια γεωργικής γης, λόγω των κακών γεωργικών πρακτικών και των ολοένα και δυσμενέστερων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, οδήγησαν στην μείωση της καλλιεργήσιμης γης, ανά κάτοικο τα τελευταία 50 χρόνια. Αυτό ώθησε στην εντατικοποίηση της γεωργίας και στην αναζήτηση νέων αποδοτικότερων μεθόδων καλλιέργειας, όπως είναι αυτές που χρησιμοποιούν το σύστημα διαχείρισης Γεωργίας Ακριβείας (Precision Agriculture - PA). Ως PA μπορεί να οριστεί εκείνη η στρατηγική διαχείρισης, η οποία αποτελείται από μια σειρά διαδικασιών και χωρο-χρονικών αναλύσεων δεδομένων, συνδυάζοντας πολλές πληροφορίες με σκοπό την ορθή λήψη αποφάσεων λαμβάνοντας υπόψη την παραλλακτικότητα του χώρου. Υπάρχουν πολλά είδη δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην PA. Ωστόσο, τα πιο σημαντικά είναι εκείνα που σχετίζονται με την τοπογραφία (κλίση, προσανατολισμός, θέση) και την εδαφική ετερογένεια (ηλεκτρική αγωγιμότητα, οργανική ουσία, pH κ.ά.).

Βασικός σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η σύγκριση της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας ECa (apparent electrical conductivity) που μετρήθηκε με δυο διαφορετικούς αισθητήρες, και η πιθανή συσχέτισή της με τοπογραφικά χαρακτηριστικά. Στα πλαίσια της εν λόγω έρευνας αποτυπώθηκαν τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά σε δυο πιλοτικούς αγρούς με τη χρήση UAV (Phantom 4 Multispectral RTK). Επίσης στους ίδιους αγρούς έγινε χαρτογράφηση της ECa και στην συνέχεια με βάση τους παραγόμενους χάρτες έγινε στοχευμένη δειγματοληψία εδάφους σε δυο βάθη (0-30, 30-60 εκ.). Χρησιμοποιήθηκαν δυο αισθητήρες χαρτογράφησης ECa : Ο αισθητήρας EM38, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως εδώ και τρεις δεκαετίες και ο αισθητήρας TopSoil Mapper (TSM) που λειτουργεί για λιγότερα από δέκα χρόνια με αποτέλεσμα να απουσιάζουν συγκριτικές μελέτες. Για όλα τα παραπάνω δεδομένα διερευνήθηκε η πιθανή συσχέτισή τους. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης κατά Pearson (Pearson Correlation, PC). Βρέθηκε θετική και σημαντική συσχέτιση

($r=0,67$, $p<0,01$) μεταξύ του EM38 και του TSM. Ωστόσο, η ανάλυση της παλινδρόμησης (regression analysis) έδωσε χαμηλό συντελεστή προσδιορισμού ($r^2=0,453$). Η χαρτογράφηση της ECa με τους δυο αισθητήρες έγινε κάτω από τις ίδιες συνθήκες (π.χ. ταχύτητα γεωργικού ελκυστήρα, υγρασία εδάφους, ίχνος διαδρομής κλπ). Η μόνη συνθήκη που διαφοροποιήθηκε ήταν η απόσταση τοποθέτησης των αισθητήρων από την επιφάνεια του εδάφους (EM38, 10 εκ. και TSM, 100 εκ.). Έρευνες αναφορικά με το βέλτιστο ύψος σάρωσης, έδειξαν ότι όσο αυτό μικραίνει, τόσο αυξάνεται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Στην παρούσα εργασία ο TSM τοποθετήθηκε σε απόσταση ενός μέτρου από την επιφάνεια του εδάφους, παράμετρος που πιθανόν να εξηγεί το χαμηλό r^2 . Μελέτες που να υποδεικνύουν το βέλτιστο ύψος τοποθέτησης του TSM από την επιφάνεια του εδάφους εκλείπουν από την διεθνή βιβλιογραφία. Μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επικεντρωθεί προς την κατεύθυνση αυτή.

Αναφορικά με τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά δεν βρέθηκε σε κανέναν από τους πιλοτικούς αγρούς άμεση συσχέτιση μεταξύ της κλίσης του εδάφους και της ECa. Βρέθηκε όμως έμμεση συσχέτιση. Σε σχετικές έρευνες έχει αποδειχθεί η ύπαρξη θετικής συσχέτισης μεταξύ της ECa και της περιεκτικότητας σε ιλύ και άργιλο. Επίσης, σε άλλες μελέτες έχει βρεθεί σχέση μεταξύ κοκκομετρικής σύστασης και κλίσης του εδάφους. Στην παρούσα μελέτη στον αγρό με τις μικρότερες κλίσεις (Αγροκήπιο), βρέθηκε ισχυρή θετική συσχέτιση ($r = 0,74$ $p<0.01$), μεταξύ των τιμών της αγωγιμότητας διαλύματος ($EC_{w1:5}$) με την κλίση του εδάφους. Επίσης βρέθηκε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ ECa και $EC_{w1:5}$. Από τα ανωτέρω έπεται ότι η ECa ενδέχεται να σχετίζεται με την κλίση. Καθίσταται επομένως φανερό ότι απαιτείται περισσότερη έρευνα προς την κατεύθυνση αυτή.

Συνοψίζοντας, η τοπογραφική παραλλακτικότητα εντός του αγρού είναι αυτή που εισάγει τη χωρική παραλλακτικότητα των ιδιοτήτων του εδάφους. Ως εκ τούτου, οι πληροφορίες σχετικά με την τοπογραφία είναι απαραίτητες για την ακριβή διαχείριση του εδάφους. Επομένως, η χαρτογράφηση της ECa και η συσχέτισή της με τοπογραφικά χαρακτηριστικά ανοίγει νέες προοπτικές για την ανάπτυξη της PA συμβάλλοντας στην δημιουργία πιο σταθερών και ομοιογενών ζωνών διαχείρισης των αγρών. Αυτό με τη σειρά του συντελεί στον εξορθολογισμό των εισροών (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία κ.ά) στην εξοικονόμηση πόρων και στην προστασία του περιβάλλοντος.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΗ ΑΓΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΉ ΖΩΝΟΠΟΙΗΣΗ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

¹Φαρασλής Ι., Δαλέζιος Ν.Ρ.², Αλπανάκης Ν.², Τζιάτζιος Γ.Α.², Σπηλιωτόπουλος Μ.², Σακελλαρίου Σ.², Σιδηρόπουλος Π.², Δέρκας Ν.³ και Μπρισσίμης Ε.²

¹Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα

²Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

³Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

Λέξεις-κλειδιά: Αγροκλιματική ζωνοποίηση, υδροκλιματική ζωνοποίηση, ζώνες χωρίς αναφορά σε ειδικές καλλιέργειες, αγροκλιματικές ζώνες καταλληλότητας.

Η αγροκλιματική ταξινόμηση προσδιορίζει ζώνες για αποτελεσματική χρήση των φυσικών πόρων, που οδηγούν σε βέλτιστη παραγωγή καλλιεργειών. Σε περιοχές περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού, όπως η περιοχή της Μεσογείου και κατ' επέκταση της Θεσσαλίας, ένα θέμα είναι η ποσοτικοποίηση της χρήσης νερού στη γεωργία με δεδομένα τα κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα, που σχετίζονται με την αποδοτικότητα των συστημάτων άρδευσης. Ο στόχος της εργασίας αυτής είναι η ανάπτυξη βιώσιμων ζωνών για γεωργική χρήση, σε ένα τυπικό Μεσογειακό περιβάλλον περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού, όπως η Θεσσαλία. Για να επιτευχθεί αυτό, εφαρμόζεται ανάλυση χρονοσειρών προηγμένων μεθόδων γεωπληροφορικής. Η μεθοδολογία της αγροκλιματικής ζωνοποίησης βασίζεται σε τρία στάδια: στο πρώτο της υδροκλιματικής ζωνοποίησης, εξετάζονται τα μικροκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής, χρησιμοποιώντας το δείκτη ξηρότητας και το δείκτη υγείας βλάστησης, που οδηγούν σε ζώνες ανάπτυξης περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού. Στο δεύτερο στάδιο, τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και οι τύποι εδαφών συνδυάζονται με τις παραπάνω ζώνες ανάπτυξης περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού για τον προσδιορισμό γενικών αγροκλιματικών ζωνών χωρίς αναφορά σε ειδικές καλλιέργειες. Τέλος, ειδικές παράμετροι των υπαρχόντων καλλιεργειών συνδυάζονται με τις παραπάνω αγροκλιματικές ζώνες δημιουργώντας τις ζώνες καταλληλότητας για βιώσιμη γεωργία. Η χωρική διακριτική ικανότητα του παραγόμενου χάρτη είναι 30x30 μέτρα. Τα αποτελέσματα είναι πολύ ικανοποιητικά συγκρινόμενα με τα υπάρχοντα συστήματα παραγωγής καλλιεργειών στην εξεταζόμενη περιοχή. Λόγω αυξημένης κλιματικής μεταβλητότητας, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ξηρές και ημίξηρες περιοχές είναι αντιμέτωπες με ανεπαρκή ποσά νερού για να υποστηρίξουν βροχοδίατες ετήσιες καλλιέργειες. Τέλος, η αναπτυχθείσα μεθοδολογία δείχνει ότι ο συνδυασμός μεθόδων και δεδομένων τηλεπισκόπησης με επίγεια στοιχεία μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο για τη δημιουργία λεπτομερών και επικαιροποιημένων αγροκλιματικών ζωνών.

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΣΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟ ΑΡΟΤΡΑΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Χατζηπαπαδόπουλος Φώτιος^{1*}, Μίχος Κωνσταντίνος², Λιβάνιος Ηρακλής²

¹Δρ. ηλεκτρολόγος μηχανικός – Κέντρο Ικανοτήτων ευφυούς γεωργίας Smart Agro Hub, Αθήνα

²Γεωπόνος - Κέντρο Ικανοτήτων ευφυούς γεωργίας Smart Agro Hub – Αθήνα

Λέξεις κλειδιά: Τηλεπισκόπηση, ΣμηΕΑ (συστήματα μη επανδρωμένων αεροσκαφών), ευφυής γεωργία, γεωργικός πειραματισμός, γεωργία ακριβείας.

Ο γεωργικός πειραματισμός, θεμέλιο στην ανακάλυψη και παραγωγή νέας γνώσης στις γεωπονικές επιστήμες, αντιμετωπίζει πολλαπλές προκλήσεις καθώς καλείται στις μέρες να υποστηρίξει και την ανάπτυξη νέων κατηγοριών προϊόντων και υπηρεσιών. Οι συντάκτες αυτής της εργασίας στα πλαίσια της επαγγελματικής τους δραστηριότητας κλήθηκαν να δημιουργήσουν μια νέα μόνιμη πειραματική μονάδα αροτραίων καλλιεργειών επιφάνειας 45 στρεμμάτων στην Αλιάρτο Βοιωτίας η οποία θα προσφέρει γεωργικό πειραματισμό ως υπηρεσία. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται πως αξιοποιήθηκαν τεχνολογικά εργαλεία τηλεπισκόπησης για να λυθούν επιχειρησιακά ζητήματα στη διαχείριση της πειραματικής μονάδας και τη διεξαγωγή πειραμάτων αλλά και να εμπλουτισθούν οι πειραματικές μετρήσεις με πρόσθετα δεδομένα χρήσιμα για την ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Η πειραματική μονάδα διαθέτει 63 πειραματικά τμήματα (plots) τα οποία αρδεύονται ανεξάρτητα με σύστημα σταγόνας. Κάθε πειραματικό τμήμα ανάλογα με τις ανάγκες του πειράματος μπορεί να διαιρεθεί σε υποτμήματα (subplots). Μαζί με την άρδευση μπορεί να παρέχεται και το λίπασμα το οποίο δημιουργείται από ψηφιακή κεφαλή υδρολίπανσης η οποία δημιουργεί δυναμικά συνταγές από υδατοδιαλυτές πρώτες ύλες που περιέχονται σε 8 δεξαμενές. Δεδομένου ότι η πειραματική μονάδα μπορεί να αξιοποιηθεί για να διεξαχθούν ταυτόχρονα διαφορετικά πειράματα ακόμα και σε διαφορετικές καλλιέργειες, σε κάθε ξεκίνημα καλλιεργητικής περιόδου γίνεται ένας γεωχωρικός σχεδιασμός για να γίνει η καλύτερη δυνατή κατανομή των τμημάτων σε πειράματα. Η ακριβής χάραξη των τμημάτων στο πεδίο είναι σημαντική όπως και η χωρική τους συσχέτιση σε έναν ψηφιακό χάρτη. Με αυτόν τον τρόπο δεδομένα που λαμβάνονται με μετρήσεις επί του πεδίου μπορούν να συσχετισθούν με αξιοπιστία με δεδομένα που προκύπτουν από τηλεπισκοπική ανάλυση των ψηφιακών χαρτών.

Η μονάδα διαθέτει δύο ΣμηΕΑ (drones) για την παραγωγή ψηφιακών χαρτών υπερυψηλής ευκρίνειας, το ένα με πολυφασματική κάμερα (RGB+ NIR,RE,R,G) και ένα με θερμική κάμερα. Επιπλέον διαθέτει ένα GNSS rover, και τόσο τα 2 drones όσο και το rover διαθέτουν σύστημα RTK για επαύξηση της χωρικής ακρίβειας στο επίπεδο του 1 cm. Η ροή των εργασιών που πραγματοποιήθηκε για την παραγωγή των ψηφιακών

χαρτών, τον καλλιεργητικό σχεδιασμό και τη χωροθέτηση των πειραματικών τμημάτων, υποτμημάτων αλλά και περιοχών δειγματοληψίας και μετρήσεων ήταν η εξής:

1. Μετά τη βασική κατεργασία του εδάφους, γίνεται πτήση του Multispectral (MP) drone και παραγωγή RGB ορθοφωτοχάρτη ανάλυσης 2,2 cm/px.
2. Επί του ψηφιακού χάρτη, σχεδιάζονται και αριθμοδοτούνται τα πειραματικά τμήματα.
3. Από τον ψηφιακό χάρτη εξάγονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες των ομάδων των πειραματικών τμημάτων και στο πεδίο γίνεται η σήμανσή τους χρησιμοποιώντας το GNSS rover.
4. Επιλέγονται στο πεδίο περιοχές δειγματοληψίας εντός κάθε πειραματικού τμήματος και υποτμήματος οι οποίες σημαίνονται με εμφανή κόκκινη-άσπρη κορδέλα.
5. Πραγματοποιείται νέα πτήση του Multispectral (MP) drone και παραγωγή RGB ορθοφωτοχάρτη ανάλυσης 0,85 cm/px.
6. Επί του ψηφιακού χάρτη αναγνωρίζονται οπτικά οι περιοχές δειγματοληψίας και δημιουργούνται τα κατάλληλα πολύγωνα που να τις περιβάλλουν.
7. Κάθε εβδομάδα πραγματοποιείται τόσο πτήση με το πολυφασματικό drone όσο και με το θερμικό και παράγονται οι αντίστοιχοι ορθοφωτοχάρτες οι οποίοι μεταφορτώνονται με τα κατάλληλα μεταδεδομένα σε ειδική πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους.
8. Ανάλογα με τα πειραματικά πρωτόκολλα μετρήσεων και παρατηρήσεων πραγματοποιούνται μετρήσεις εντός ή εκτός των περιοχών. Στη δεύτερη περίπτωση λαμβάνονται και τα στίγματα θέσης με το GNSS rover. Οι μετρήσεις ψηφιοποιούνται στο πεδίο και μεταφορτώνονται στην πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους.

Ακολουθώντας την παραπάνω ροή εργασίας, αξιοποιούνται οι τεχνολογικές δυνατότητες της τηλεπισκόπησης με χρήση drones με RTK, λογισμικού φωτογραμμετρίας, GNSS rover με RTK και κατάλληλοι αλγόριθμοι επεξεργασίας ωφελώντας τόσο τον επιχειρησιακό σχεδιασμό και εκτέλεση των πειραμάτων ώστε να διεξαχθούν αυτά με ακρίβεια αλλά και παράγονται πρόσθετα δεδομένα που πιθανώς να είναι αξιοποιήσιμα στα επιστημονικά συμπεράσματα των πειραμάτων. Συγκεκριμένα:

Αξιοποιώντας τις οπτικές εικόνες (RGB) πολύ υψηλής ευκρίνειας (<2,2 cm/px):

1. Γίνεται εύκολα και αποτελεσματικά η τοπογραφική διαχείριση του πειραματικού αγρού και του σχεδιασμού των πειραμάτων.
2. Με ειδικούς αλγορίθμους γίνεται αυτόματα καταμέτρηση του αριθμού των φυτών αλλά και του μεγέθους τους σε κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης και έτσι παράγεται αυτόματα η ανάλυση της φυτρωτικότητας της καλλιέργειας.
3. Εντοπίζονται έγκαιρα και αναγνωρίζονται προβλήματα (πχ. ζιζάνια) ακόμα και κάποιες προσβολές ώστε να αντιμετωπισθούν άμεσα και σημειακά.

Αξιοποιώντας τις πολυφασματικές εικόνες πολύ υψηλής ευκρίνειας ($<3 \text{ cm/px}$) και παράγοντας τους κατάλληλους δείκτες βλάστησης:

1. Εντοπίζεται πιθανή χωρική παραλλακτικότητα εντός του αγρού.
2. Καταγράφονται και αναλύονται ποσοτικά οι διαφορές στην βλαστική ανάπτυξη μεταξύ διαφορετικών πειραματικών τμημάτων ακόμα και περιοχών δειγματοληψίας.
3. Παράγονται και συγκρίνονται οι καμπύλες χρονική μεταβολής της βλαστικής ανάπτυξης μεταξύ διαφορετικών πειραματικών τμημάτων.
4. Δύνανται να συσχετισθούν οι δείκτες βλάστησης με κάποιες συνθήκες στρες οι οποίες έχουν καταγραφεί και με μετρήσεις επί του πεδίου.

Αξιοποιώντας τις θερμικές εικόνες υψηλής ευκρίνειας ($<5 \text{ cm/px}$):

1. Παρακολουθείται η υδατική κατάσταση των φυτών δημιουργώντας το Water Stress Index.
2. Εντοπίζονται έγκαιρα διαρροές του αρδευτικού συστήματος ή άλλα προβλήματα.
3. Γίνεται ανατροφοδότηση ώστε να βελτιστοποιηθεί η αρδευτική στρατηγική.

Συνδυάζοντας όλα τα προηγούμενα σημεία, συμπεραίνουμε ότι η κατάλληλη αξιοποίηση σύγχρονων εργαλείων τηλεπισκόπησης στο γεωργικό πειραματισμό μπορεί να δώσει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο στην επιχειρησιακή λειτουργία της μονάδας όσο και στον πλούτο των διαθέσιμων δεδομένων προς ανάλυση.

NITROCOTTON: A DECISION-MAKING TOOL FOR VARIABLE NITROGEN RATES IN COTTON CULTIVATION

Παππάς Πέτρος^{1*}, Λιάκος Βασίλης², Νασιάρας Ιωάννης¹, Μακρής Αθανάσιος³, Ράπτης Ιωάννης³, Γράβαλος Ιωάννης²

¹Τελειόφοιτος τμήματος Γεωπονίας-Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

²Μέλος ΔΕΠ, τμήμα Γεωπονίας-Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

³Μέλος ΕΔΙΠ, τμήμα Γεωπονίας-Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

Λέξεις-κλειδιά: NDVI, Decision Support Tool, Ζώνες Διαχείρισης, Λίπανση

Στη σημερινή εποχή, όπου οι τιμές των προϊόντων διαρκώς αυξάνονται επηρεάζοντας ολόένα και περισσότερο το βιοτικό επίπεδο των σημερινών οικογενειών, η ανάγκη ορθολογικής χρήσης των οικονομικών πόρων κρίνεται πιο αναγκαία από ποτέ. Ιδιαίτερα στο τομέα της γεωργίας, όπου η τιμή των γεωργικών φαρμάκων, των λιπασμάτων και του αρδευτικού νερού συνεχώς αυξάνεται, είναι σημαντικό ο παραγωγός να έχει εύκολη πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα όσον αφορά τον αγρό του και την καλλιέργεια του, ώστε να είναι ικανός να εφαρμόζει ορθολογικές καλλιεργητικές τεχνικές οι οποίες θα μπορέσουν να αυξήσουν την απόδοση και την ποιότητα των προϊόντων, αλλά παράλληλα να μειώσουν τα κόστος παραγωγής. Αυτός άλλωστε είναι και ο σκοπός της γεωργίας ακριβείας. Ένας από τους πολλούς τομείς με τους οποίους ασχολείται η επιστημονική κοινότητα της γεωργίας ακριβείας είναι οι ορθολογικές τεχνικές λίπανσης με μεταβλητές δόσεις. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο βαμβάκι, διότι όχι μόνο καλλιεργείται παγκοσμίως, αλλά καλλιεργείται σε μεγάλο ποσοστό και στην Ελλάδα. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η δημιουργία ενός συστήματος λήψης αποφάσεων (Decision Support Tool: DST), το οποίο έχει ως κύριο σκοπό την παροχή πληροφοριών στον παραγωγό όσον αφορά τις ανάγκες σε αζωτούχα λίπανση στην καλλιέργεια του βαμβακιού με μεταβλητές δόσεις λίπανσης, βασιζόμενοι στον δείκτη ευρωστίας NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Κύριος στόχος αυτού του διαδικτυακού εργαλείου αποτελεί η γεφύρωση του χάσματος μεταξύ κόστους εφαρμογής των λιπασμάτων και της σωστής ποσότητας εφαρμογής τους σε συνδυασμό με το τελικό στόχο που δεν είναι άλλος από βελτίωση ποσότητας και ποιότητας παραγωγής. Παρακάτω δίνεται μια συνοπτική περιγραφή όσον αφορά τη λειτουργία του. Η εφαρμογή αποτελείται από δύο ξεχωριστές σελίδες, μία για τον παραγωγό και μία για τον διαχειριστή της σελίδας. Στη σελίδα που είναι για τον παραγωγό, εκείνος έχει την επιλογή να μπαίνει στην σελίδα εισάγοντας ένα τετραψήφιο μοναδικό νούμερο/ κωδικό για τον αγρό του, τον οποίο τον έχει ορίσει ο διαχειριστής της εφαρμογής και αυτομάτως του εμφανίζεται η εικόνα του αγρού του χωρισμένος σε μικρότερες ζώνες διαχείρισης, όπου για την κάθε ζώνη διαχείρισης εμφανίζεται ο μέσος όρος του δείκτη βλαστικής ικανότητας και βασιζόμενοι σε αυτό το δείκτη η απαιτούμενη ποσότητα αζωτούχου λίπανσης σε kg/ha που απαιτεί η καλλιέργεια του βαμβακιού. Η βασική λειτουργία της σελίδας του διαχειριστή είναι η εξής. Ο διαχειριστής της σελίδας είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία των διαφορετικών ζωνών διαχείρισης στο χωράφι. Η δημιουργία αυτών των διαφορετικών ζωνών προκύπτει

μέσα από μελέτες του αγρού αυτού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου με τη χρήση δορυφορικών εικόνων, αεροφωτογραφιών και επίγειων μετρήσεων - παρατηρήσεων. Αφού οριστούν οι ζώνες διαχείρισης, επόμενο βήμα αποτελεί η εισαγωγή τους στη σελίδα του διαχειριστή, το οποίο γίνεται με την εισαγωγή του γεωγραφικού μήκους και του γεωγραφικού πλάτους των ζωνών αυτών. Μετέπειτα, υπάρχει η επιλογή της αποθήκευσης της κάθε ζώνης διαχείρισης σε ένα Javascript Object Notation (JSON) αρχείο, το οποίο υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής του στο Copernicus Open Hub (<https://scihub.copernicus.eu/>), μιας σελίδας η οποία μπορεί να βγάξει ένα μέσο όρο για το δείκτη βλαστικής ικανότητας της κάθε ζώνης βάση δορυφορικής εικόνας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η χρονική ανάλυση των εικόνων είναι πέντε (5) ημέρες. Επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή των μέσων όρων βλαστικής ικανότητας στη σελίδα του διαχειριστή, όπου αμέσως μετά αυτόματα μέσω ενός μαθηματικού μοντέλου βάση του δείκτη βλαστικής ικανότητας γίνεται η πρόβλεψη της αναγκαίας ποσότητας αζωτούχου λίπανσης για τη κάθε ζώνη διαχείρισης του χωραφίου. Το μοντέλο λίπανσης (χωρίς της αυτοματοποιημένη εφαρμογή) έχει αξιολογηθεί στις ΗΠΑ με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα όσον αφορά την απόδοση παραγωγής σε καλλιέργεια βαμβακιού (Liakos et al. 2013).

Reference

Liakos, V.; Vellidis, G.; Harris, G.; Hill, R.; Henry, H. 2013. Variable rate application of side-dress nitrogen on cotton in Georgia, USA. In: Precision agriculture '13. 435 – 442. https://doi.org/10.3920/9789086867783_055

ΜΕΛΕΤΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΟΠΩΡΩΝΑ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ (*Castanea sativa*) ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Νασιάρας Ιωάννης^{1*}, Λιάκος Βασίλειος², Παππάς Πέτρος¹, Μακρής Αθανάσιος³, Ράπτης Ιωάννης³, Γράβαλος Ιωάννης²

¹Τελειόφοιτος τμήματος Γεωπονίας-Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

²Μέλος ΔΕΠ, τμήμα Γεωπονίας-Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

³Μέλος ΕΔΙΠ, τμήμα Γεωπονίας-Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

Λέξεις-κλειδιά: Παραλλακτικότητα, παραγωγή, χαρτογράφηση, διαχείριση

Σκοπός της εργασίας, είναι η μελέτη της παραλλακτικότητας της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας, της παραγωγής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών σε αγρόκτημα με καστανιές. Το πείραμα έλαβε χώρα σε καστανεώνα που βρίσκεται στην Αγία Λάρισα κατά την καλλιεργητική περίοδο 2022 – 2023 και συγκεκριμένα από το στάδιο της παύσης του λήθαργου των δένδρων μέχρι και το στάδιο της συγκομιδής των καστώνων. Όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες έγιναν ομοιόμορφα σύμφωνα με τα πρωτόκολλα του παραγωγού.

Για την χαρτογράφηση της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας «EM38» της εταιρείας «Geonics» καθώς και μια συσκευή προσδιορισμού θέσης με δορυφόρους (GNSS: Global Navigation Satellite System). Το βάθος καταγραφής της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας ήταν 0,75m από την επιφάνεια του εδάφους.

Η συγκομιδή των καστώνων έγινε χειρωνακτικά τον μήνα Οκτώβριο του 2023 σε τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές ανάλογα με την ωρίμανση των καστώνων. Για την χαρτογράφηση της παραγωγής χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή «My GPS Coordinates» που λειτουργεί σε Android κινητές έξυπνες συσκευές (Smartphone app). Η εφαρμογή αυτή επιτρέπει τους χρήστες να αποθηκεύουν της φωτογραφίες που λαμβάνουν από την κάμερα του κινητού τηλεφώνου και να αποθηκεύουν διάφορες σημειώσεις και τις συντεταγμένες του σημείου όπου ληφθήκαν οι εικόνες. Αυτήν η ιδιότητα επέτρεψε την λήψη φωτογραφιών των γεμάτων με κάστανα τελάρων τα οποία αφήνονταν κάτω από τα δέντρα από τους εργάτες μετά την διαδικασία της συγκομιδής καθώς και τις συντεταγμένες των δένδρων. Αναλυτικότερα, η συλλογή δεδομένων παραγωγής γινόταν ως εξής: α) οι εργάτες συνέλεξαν τους καρπούς επί του εδάφους και τους τοποθετούσαν σε πλαστικά τελάρα, β) όταν αυτό γέμιζε και δεν υπήρχαν άλλα κάστανα επί του εδάφους, οι εργάτες συνέχιζαν σε παρακάτω δένδρα. Κατά τη διάρκεια της συγκομιδής ζυγίζαμε διάφορα γεμάτα τελάρα για να υπολογίσουμε το μέσο βάρος του κάθε γεμάτου τελάρου που όπως υπολογίστηκε ήταν 24,76kg, γ) στη συνέχεια γίνονταν η λήψη και η αποθήκευση των φωτογραφιών των τελάρων κάτω από κάθε δένδρο καθώς και των γεωγραφικών συντεταγμένων.

Για την χαρτογράφηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καστώνων ελήφθησαν δεκαεπτά (17) δείγματα καστώνων από τα καταγεγραμμένα γεμάτα τελάρα. Η συλλογή γίνονταν με τυχαίο τρόπο και κάθε δείγμα είχε 10 καρπούς. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία είναι το βάρος των καρπών, το μέγεθος των καρπών και το ποσοστό των καρπών που είχαν σχισμένο καρπό. Αρχικά κάθε δείγμα (10 καρποί) ζυγίστηκε σε ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας. Στη συνέχεια διαχωρίστηκαν οι σχισμένοι καρποί από τους υπόλοιπους, οι οποίοι μετρήθηκαν και ζυγίστηκαν ξεχωριστά για να υπολογιστεί το ποσοστό και η μάζα των σχισμένων καρπών. Το μέγεθος των καρπών καταγράφηκε χρησιμοποιώντας παχύμετρο ακριβείας και μετρώντας κάθε καρπό ξεχωριστά. Τέλος ταξινομήθηκαν σε πέντε (5) εμπορικές κατηγορίες βάση των οποίων διαμορφώνετε η τιμή πώλησης των καστώνων. Οι κατηγορίες αυτές σε φθίνουσα σειρά είναι: α) Lux, β) Extra, γ) Α', δ) Β' και ε) Γ'.

Όλα τα δεδομένα της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας, της παραγωγής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών εισήχθησαν στο λογισμικό «**ArcMap**» της εταιρείας «**ESRI**» με σκοπό την ανάλυση της χωρικής παραλλακτικότητας των δεδομένων, την δημιουργία χαρτών που να παρουσιάζουν την χωρική παραλλακτικότητα, την σύγκριση και συσχέτιση των χαρακτηριστικών. Για την χαρτογράφηση των χαρακτηριστικών χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο της ταξινόμησης «**Quantile**» η οποία διαχωρίζει τα δεδομένα ισόποσα σε κάθε ταξινομημένη κλάση. Ο αριθμός των κλάσεων κυμάνθηκε μεταξύ τριών (3) και έξι (6) ανάλογα με το επίπεδο παραλλακτικότητας.

Τόσο η στατιστική ανάλυση, στο λογισμικό «**SPSS**», όσο και η χαρτογράφηση των χαρακτηριστικών του καστανεώνα έδειξε ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των ποιοτικών χαρακτηριστικών, της παραγωγής και της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΜΗΣ ΤΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΕ ΕΛΑΙΩΝΑ

Νημά Ευαγγελία^{1*}, Λιάκος Βασίλειος², Νασιάρας Ιωάννης³, Παππάς Πέτρος³, Μακρής Αθανάσιος⁴, Ράπτης Ιωάννης⁴, Γράβαλος Ιωάννης²

¹Πεμπτοετής προπτυχιακή φοιτήτρια, Τμήμα Γεωπονίας – Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

²Μέλος ΔΕΠ, Τμήμα Γεωπονίας – Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

³Πεμπτοετής προπτυχιακός φοιτητής, Τμήμα Γεωπονίας – Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

⁴Μέλος ΕΔΠ, Τμήμα Γεωπονίας – Αγροτεχνολογίας, Λάρισα

Λέξεις-κλειδιά: Χαρτογράφηση, παραγωγή, ηλεκτρική αγωγιμότητα, παραλλακτικότητα

Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως στόχο την παρατήρηση, τη μελέτη και την σύγκριση της παραλλακτικότητας, της παραγωγής σε σχέση με την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα χαρακτηριστικά του ελαιώνα. Ο τελευταίος βρίσκεται στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας, στον Πλάτανο Τρικάλων. Το πείραμα διεξάχθηκε την καλλιεργητική περίοδο 2023-2024.

Η χρονική περίοδος όπου έγινε η συγκομιδή των ελαιόκαρπων είναι ο Οκτώβριος του 2023 και διήρκεσε τρεις ημέρες μιας εβδομάδας στις 7/11 στις 8/11 και στις 12/11. Αυτό έγινε επειδή οι παραπάνω καρποί, προορίζονταν για ελαιόλαδο που συνεπάγεται σύντομο χρονικό διάστημα συγκομιδής και γρήγορη μεταφορά τους στο ελαιοτριβείο για την καλύτερη ποιότητα του ελαιόλαδου. Η συγκομιδή των καρπών έγινε με την χρήση ραβδιστικών μηχανημάτων όπου έριχναν τους καρπούς στα ελαιόπανα και ελαιόδυχα και στην συνέχεια τοποθετούνταν σε εικοσάκιλα τελάρα. Για την χαρτογράφηση της παραγωγής χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή My GPS Coordinates, είναι δωρεάν διαθέσιμη για τα λειτουργικά συστήματα Android που υπάρχουν στην πλειοψηφία των κινητών κοινώς γνωστά ως smartphones. Στους κατόχους της συσκευής που κάνουν χρήση της εφαρμογής δίνεται η δυνατότητα λήψης και αποθήκευσης φωτογραφιών μέσω του φακού του κινητού, στις οποίες απεικονίζονται οι συντεταγμένες του σημείου από όπου τραβήχτηκε η φωτογραφία. Έτσι, τραβήχτηκαν και αποθηκεύτηκαν φωτογραφίες με τα τελάρα των ελαιόκαρπων, τα οποία νωρίτερα είχαν ζυγίσει και τοποθετήσει οι εργάτες κάτω από τα δέντρα στα οποία μαζεύτηκαν οι καρποί. Ακόμη χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες από την ιστοσελίδα CropSAT που απεικονίζουν τον δείκτη βλάστησης του αγρού σε διαφορετικές χρονικές στιγμές μέσα στους 12 μήνες του έτους. Αυτές λήφθηκαν με σκοπό την σύγκριση τους με τον χάρτη παραγωγής το έτος 2023.

Για την χαρτογράφηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του ελαιώνα χρησιμοποιήθηκε ο επαγωγικός αισθητήρας EM38 της εταιρίας Geonics, μαζί με μια συσκευή με δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης (GNSS : Global Navigation Satellite System). Ο προαναφερθέν αισθητήρας κάνει μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε ένα βάθος, εδώ συγκεκριμένα έγινε καταγραφή της των τιμών στα 0,75 μέτρα από την εδαφική επιφάνεια.

Τόσο τα δεδομένα της παραγωγής όσο και τα δεδομένα της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας που προέκυψαν, εισάχθηκαν στο λογισμικό ArcMap της εταιρίας ESRI. Εκεί έγινε η επεξεργασία τους για τη δημιουργία των χαρτών, που τελικά δείχνει την παραλλακτικότητα του χωροφαινομένου. Πιο αναλυτικά οι χάρτες χωρίζονται σε τρεις κλάσεις, για παράδειγμα υψηλό ποσοστό παραγωγής, μεσαίο ποσοστό παραγωγής και χαμηλό ποσοστό παραγωγής στο χωράφι και αντίστοιχα υψηλό ποσοστό ηλεκτρικής αγωγιμότητας, μεσαίο ποσοστό ηλεκτρικής αγωγιμότητας και χαμηλό ποσοστό ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Τα ποσοστά απεικονίζονται με διαφορετικά χρώματα στους χάρτες, κόκκινο για χαμηλά ποσοστά, κίτρινο για μεσαία ποσοστά και πράσινο για αυξημένα ποσοστά, έτσι η ανάγνωση του χάρτη γίνεται πιο εύκολη. Τέλος πραγματοποιείται η σύγκριση όλων των χαρτών και των αποτελεσμάτων μεταξύ τους γίνεται η στατιστική ανάλυση και παρατίθενται τα συμπεράσματα του πειράματος.

ΣΥΝΕΔΡΙΑ IV: Ψηφιακός Μεταχηματισμός Πρωτογενούς Τομέα: Εφαρμογές (I)

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ

Αλεξανδρίδης Βασίλειος^{1*}, Perucho-Spanos Lola¹, Ρώσσιου Δήμητρα¹, Μόσιος Σαμουήλ¹, Παρτόζης Αθανάσιος¹

¹ΟΜΙΚΡΟΝ Σύμβουλοι Περιβάλλοντος Α.Ε., 15ο χλμ. Θεσσαλονίκης - Μουδανιών, 57001, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

*Υπεύθυνος συγγραφέας: Βασίλειος Αλεξανδρίδης, E-mail: vasilisal@omikron-sa.gr, Tel +30 2310 863216, Fax: +30 2310 865183

Λέξεις-κλειδιά: Βοσκήσιμες γαίες, sentinel-2, DSS, web-GIS εφαρμογή

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση των δεδομένων παρατήρησης γης λαμβάνει σημαντικό μέρος στους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, κυρίως για την παρακολούθηση της υγείας της βλάστησης μέσω της χρήσης κατάλληλων τηλεπισκοπικών δεικτών. Η ορθή χρήση κατάλληλων γεωχωρικών διαδικασιών, μεθοδολογιών και δορυφορικών δεδομένων δύναται να οδηγήσει στην εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών για την καθοδήγηση της βόσκησης και τη γενικότερη διαχείριση των βοσκοτόπων από παραγωγούς, γεωργικούς συμβούλους και φορείς πολιτικής χάραξης.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τις δυνατότητες αξιοποίησης ελεύθερων δορυφορικών δεδομένων (Sentinel-2) μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η παραγωγή τηλεπισκοπικών δεικτών βλάστησης, αλλά και σε συνδυασμό με δευτερογενούς επεξεργασίας δορυφορικά δεδομένα, που συνθέτουν τα προϊόντα του γεωργικού εργαλείου και του προσδίδουν συμβουλευτικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων. Η περιοχή πιλοτικής εφαρμογής, καταλαμβάνει έκταση 15.000 στρεμμάτων περιλαμβάνοντας ποολίβαδα και θαμνολίβαδα, καθώς και επιλεγμένα αγροτεμάχια που καλλιεργούνται με χειμερινά αγρωστώδη και χρησιμοποιούνται για βόσκηση, στο Δήμο Ελάσσονας, Θεσσαλίας. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τρία (3) στάδια : (i) τον καθορισμό των βοσκήσιμων γαιών της περιοχής μελέτης, (ii) τη μετατροπή των τηλεπισκοπικών δεικτών βλάστησης σε θεματικά προϊόντα παραλλακτικότητας της βλάστησης, (iii) την ανάπτυξη Web-GIS εφαρμογής αποτύπωσης των θεματικών προϊόντων. Πραγματοποιήθηκε διαδοχική διαδικασία σύνθεσης και αλληλεπίθεσης γεωχωρικών δεδομένων με τη χρήση GIS και σύνθεση όλων των αποτελεσμάτων με σκοπό την παραγωγή ενός πολυεπίπεδου χάρτη απεικόνισης των βοσκήσιμων γαιών. Για τη δημιουργία θεματικών προϊόντων του γεωργικού εργαλείου χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικά προϊόντα δευτερογενούς επεξεργασίας, και συνδυάστηκαν πληροφορίες από υφιστάμενες Ευρωπαϊκές βάσεις δεδομένων. Συνοπτικά, η ανάλυση των προαναφερθέντων δεδομένων με σκοπό την μετατροπή τους σε θεματικά προϊόντα περιλάμβανε επιλογή του διαστήματος με πρακτικό ενδιαφέρον για τον τελικό χρήστη, γεωχωρική επεξεργασία, σύνθεση εικόνων και υπολογισμό σύνθετων τηλεπισκοπικών δεικτών. Για την ανάπτυξη της Web-GIS εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό γεωχωρικού διακομιστή για την

οπτικοποίηση των γεωχωρικών δεδομένων, με στόχο τη δημιουργία μίας απλής, εύχρηστης διεπαφής ώστε να διευκολύνει το χρήστη με την αντίληψη των οπτικών πληροφοριών.

Το τελικό προϊόν της παρούσας εργασίας αποτελεί ένα εργαλείο υποστήριξης λήψης γεωργικών αποφάσεων (Decision Support System - DSS). Συγκεκριμένα, διαθέτει ένα χάρτη βοσκοτόπων της περιοχής μελέτης, καθώς και τα παρακάτω θεματικά προϊόντα χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας της βλάστησης: (i) εποχιακή παραγωγικότητα της βλάστησης και τη μεταβολή της λαμβάνοντας υπόψιν τα έτη 2018-2022, (ii) πρωιμότητα της βλάστησης βάσει της περιόδου εμφάνισης της μέγιστης βλαστικής ανάπτυξης και (iii) υγεία της βλάστησης, που επιμερίζεται στα υποπροϊόντα (α) αφθονία της πράσινης βιομάζας και (β) υδατική καταπόνηση της βλάστησης, για πληθώρα χρονικών στιγμών. Κάθε θεματικό προϊόν συνοδεύεται από πληροφορίες σχετικά με την ερμηνεία του και μπορεί εύκολα να αντιπαραβάλλεται με άλλα θεματικά προϊόντα στο πλαίσιο της Web-GIS εφαρμογής. Με την παροχή των παραπάνω υπηρεσιών, ο τελικός χρήστης είναι σε θέση να εντοπίσει τους πλέον παραγωγικούς και πρώιμης βλάστησης βοσκοτόπους της περιοχής. Παράλληλα, ο χρήστης δύναται να παρακολουθήσει την εξέλιξη της παραγωγικότητάς τους την τελευταία 5ετία, καθώς και τους παράγοντες που συνδέονται με την ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου βόσκησης.

Τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας υποδεικνύουν ότι οι τεχνολογίες για τη παρακολούθηση της γης, μπορούν να συμβάλλουν στη βέλτιστη διαχείριση των φυσικών και τεχνητών βοσκοτόπων και να συντελέσουν στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την οργάνωση των δρομολογίων βόσκησης και την εφαρμογή τεχνικών για τη βελτίωση της βλάστησης, όπως η λίπανση και η άρδευση. Η χρήση σύγχρονων και εξειδικευμένων εργαλείων μπορεί να αποτελέσει πανάκεια στη διαχείριση των βοσκήσιμων γαιών παρέχοντας πληροφορίες υψηλής ακρίβειας και μεγάλης αξιοπιστίας. Η διασταύρωσή τους με δεδομένα πεδίου αποτελεί το επόμενο στάδιο για την πλήρη αξιοποίηση των τηλεπισκοπικών δεδομένων με απώτερο σκοπό την συμβολή τους στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας ακρίβειας.

Οι ανωτέρω εργασίες αποτελούν παραδοτέα του έργου EarthGraze «Αξιοποίηση των τεχνολογιών παρατήρησης γης με σκοπό την παροχή υπηρεσιών για την ενίσχυση της λιβαδοκτηνοτροφικής δραστηριότητας», το οποίο υλοποιείται στο πλαίσιο του Υπομέτρου 16.1 – 16.5 “Συνεργασία για περιβαλλοντικά έργα, περιβαλλοντικές πρακτικές και δράσεις για την κλιματική αλλαγή” του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (κωδικός έργου: M16ΣΥΝ2-00224).

ΕΦΑΡΜΟΓΗ GIS ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΙΟΝΗΣΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΜ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Παναγιωτακοπούλου Αγγελική^{*1}, Χοτζάρ Νεϊλάν², Νταμκαρέλου Τατιάνα³, Λώλου Βασιλική⁴, Γεωργίου Ιωάννης⁴, Πασχάλη Κωνσταντία⁵, Τσομπανίδης Χρήστος⁶, Μανδυλάς Χριστόφορος⁷

¹Βιολόγος MRes, ENVIROPLAN A.E., Αθήνα,

²Βιολόγος MSc, ENVIROPLAN A.E., Αθήνα,

³Ωκεανογράφος – Περιβαλλοντολόγος, ENVIROPLAN A.E., Αθήνα,

⁴Γεωπόνος, ENVIROPLAN A.E., Αθήνα,

⁵Πολιτικός Μηχανικός, ENVIROPLAN A.E., Αθήνα,

⁶Χημικός Μηχανικός, ENVIROPLAN A.E., Αθήνα,

⁷Περιβαλλοντολόγος – Χωροτάκτης, ΟΙΚΟΣΦΑΙΡΙΚΗ Ε.Ε, Μυτιλήνη

Λέξεις-κλειδιά: Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη, Βόρειο Αιγαίο, Natura, GIS, Ζωνοποίηση

Στην Ελλάδα 446 περιοχές έχουν ενταχθεί στο ευρωπαϊκό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000. Σε αυτές παρατηρείται σύγκρουση μεταξύ φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, καθώς και προβλήματα στη διαχείριση και στις χρήσεις γης, ενώ επίσης υπάρχει ανάγκη ένταξής τους στο Εθνικό Σύστημα Προστατευόμενων Περιοχών.

Για τον λόγο αυτό εκπονούνται για τις περιοχές Natura της Επικράτειας Ειδικές Περιβαλλοντικές Μελέτες, μέσω των οποίων θα συνταχθούν και θα εκδοθούν:

- Προεδρικά Διατάγματα, μέσω των οποίων οι περιοχές Natura θα ενταχθούν στο Εθνικό Σύστημα Προστατευόμενων Περιοχών, θα θεσπιστούν για αυτές ζώνες προστασίας και θα καθοριστούν οι επιτρεπόμενες χρήσεις γης ανά ζώνη.
- Υπουργικές Αποφάσεις, μέσω των οποίων θα θεσπιστούν Σχέδια Διαχείρισης για τις προστατευόμενες περιοχές.

Στην Περιφέρεια του Βορείου Αιγαίου εντοπίζονται συνολικά 29 περιοχές Natura. Οι 12 εξ' αυτών έχουν κηρυχθεί ως Ζώνες Ειδικής Προστασίας για την προστασία της ορνιθοπανίδας, ενώ οι υπόλοιπες 17 έχουν κηρυχθεί ως Ειδικές Ζώνες Διατήρησης για την προστασία των λοιπών ειδών πανίδας, των ειδών χλωρίδας, και των Τύπων Οικοτόπων (τύπων βλάστησης με κοινά οικολογικά χαρακτηριστικά και ιδιαίτερη/ομοιόμορφη χλωριδική σύνθεση). Η συγκεκριμένη παρουσίαση αφορά στο έργο της Ειδικής Περιβαλλοντικής Μελέτης 7β, που έχει ως αντικείμενο τις περιοχές Natura του Βορείου Αιγαίου.

Κατά την εκπόνηση της Ειδικής Περιβαλλοντικής Μελέτης 7β συγκεντρώθηκαν δεδομένα αβιοτικού περιβάλλοντος (υδρολογίας, ωκεανογραφικών στοιχείων, DEM, ισοβαθών κ.α.), ανθρωπογενούς και κοινωνικοοικονομικού περιβάλλοντος (χρήσεις γης CORINE, πιέσεις, απειλές, σχέδια ανάπτυξης, θεσμοθετημένες ζώνες, κ.α.), αλλά και βιοτικού περιβάλλοντος (χαρτογραφήσεις Τύπων Οικοτόπων, καταφυγίων νυχτερίδων

κ.α.) από διάφορες πηγές, όπως μέσω μεταφόρτωσης από geoservers, ψηφιοποίησης από ορθοφωτοχάρτες, υφιστάμενες χαρτογραφίες χειρσαίων και θαλάσσιων Τύπων Οικοτόπων, δειγματοληψίες από τις Μελέτες Εποπτείας, κ.α.

Τα γεωχωρικά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν ομαδοποιήθηκαν με βάση το θέμα τους σε νέα διανυσματικά αρχεία (shapefiles), ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκαν τυχόν απαραίτητες διορθώσεις (π.χ. διορθώσεις μετατόπισης, αφαίρεση «τρυπών», αφαίρεση υπερβολικά μικρών πολυγώνων, διορθώσεις εσφαλμένων ορίων πολυγώνων λόγω χαμηλής ακρίβειας ψηφιοποίησης, κ.α.).

Ειδικά για την περίπτωση ειδών χλωρίδας, πανίδας και ορνιθοπανίδας υπήρχαν προκλήσεις στην δημιουργία γεωχωρικών αρχείων που θα απεικόνιζαν την παρουσία τους στις υπό μελέτη περιοχές, καθώς για ποικίλους λόγους (π.χ. κρυπτική συμπεριφορά, μικρό μέγεθος, φύτρωση σε συγκεκριμένη περίοδο του έτους, ανεπαρκής έρευνα) η χαρτογράφηση των πληθυσμών τους παρουσιάζει δυσκολίες. Για να αντιμετωπιστεί η έλλειψη γεωγραφικής πληροφορίας παρουσίας του είδους, πραγματοποιήθηκαν για κάθε είδος παραδοχές με βάση τις βιβλιογραφικές γνώσεις οικολογίας του και συσχετίστηκαν διάφορες οικοσυστημικές ή φυσικογεωγραφικές ενότητες (όπως συγκεκριμένος τύπος βλάστησης ή συγκεκριμένο εύρος υψομέτρου) με την πιθανότητα παρουσίας ενός είδους. Τα πολύγωνα που προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία ορίζονται ως Οικοσυστημικές Χωρικές Ενότητες του εκάστοτε είδους και διαχωρίζονται σε περαιτέρω κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο του πληθυσμού του είδους που εντοπίζεται εκεί (αναπαραγόμενος, διαχειμάζων, κ.α.) αλλά και την πιθανότητα εμφάνισης του είδους (υψηλής, μέσης και χαμηλής σημασίας).

Στη συνέχεια, τα διανυσματικά αρχεία των Τύπων Οικοτόπων και των Οικοσυστημικών Χωρικών Ενότητων βαθμονομήθηκαν ως προς διάφορες παραμέτρους και προστέθηκαν σωρευτικά σε ένα ενιαίο αρχείο, ώστε περιοχές με παρουσία μεγαλύτερου αριθμού σημαντικών ειδών να διαφοροποιούνται από τις γειτονικές τους στις οποίες παρατηρείται μικρότερη βιοποικιλότητα. Με αυτόν τον τρόπο, έγινε δυνατός ο διαχωρισμός εκτάσεων που χρήζουν αυστηρότερου καθεστώτος προστασίας από αυτές όπου υπάρχει δυνατότητα για ανάπτυξη ανθρωπογενών δραστηριοτήτων χωρίς σημαντικές επιπτώσεις. Τέλος, πραγματοποιήθηκε αντιπαραβολή των παραπάνω εκτάσεων με τις ήδη θεσμοθετημένες ζώνες και υφιστάμενες χρήσεις γης, προκειμένου να προταθούν νέες ζώνες προστασίας που λαμβάνουν υπόψη τόσο το ανθρωπογενές περιβάλλον όσο και το προστατευτέο αντικείμενο της εκάστοτε περιοχής.

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΠΟΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΑΓΡΩΝ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΙΜΟΥ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Λουκάκης Λουκάς Ορφέας^{1*}, Μάππας Αποστόλης¹, Γιακούμης Νικήτας¹, Κωνσταντίνου Άρτεμις¹, Πλατής Ηλίας², Κωτούλας Βασίλειος³, Γαρουφαλή Ελευθερία¹, Οικονόμου Γαρυφαλιά¹

¹Εργαστήριο Γεωργίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών - Ιερά Οδός 75 - Βοτανικός

²Τμήμα Τεχνολογίας Γεωπονίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Νέα Ιωνία, Βόλος

³Αθηναϊκή Ζυθοποιία Α.Ε., (AZ), Λεωφόρος Κηφισού 102, Αιγάλεω

**orfeas.loukakis@aua.gr*

Λέξεις-κλειδιά: Βυνοποιήσιμο κριθάρι, γεωργία ακριβείας, σύστημα πληροφοριών διαχείρισης γεωργικών εκμεταλλεύσεων, πρόβλεψη συγκομιδής, αποτύπωμα του άνθρακα.

Η παραγωγή βυνοποιήσιμου κριθαριού, ιδιαίτερα μέσω της συμβολαιακής γεωργίας, εξελίσσεται σε μία οικονομικά βιώσιμη καλλιέργεια και δημιουργεί προοπτικές στην τοπική και αγροτική οικονομία της Ελλάδας. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, σημαντικό ρόλο έχει διαδραματίσει η συνεργασία του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με την Αθηναϊκή Ζυθοποιία (AZ) στο πλαίσιο του προγράμματος αξιολόγησης σύγχρονων εμπορικών ποικιλιών βυνοποιήσιμου κριθαριού της AZ και γονοτύπων επιλεγμένων σε ελληνικές συνθήκες, ως προς την προσαρμοστικότητα τους. Με δεδομένη την υψηλή αποδοτικότητα των υπό αξιολόγηση ποικιλιών, βασική πρόκληση στη ζυθοποιία είναι η παραγωγή βύνης από κριθάρι υψηλών ποιοτικών προδιαγραφών, με κύρια χαρακτηριστικά το μέγεθος των κόκκων (> 2,2 mm σε ποσοστό τουλάχιστον 90%) και την αποδεκτή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στον καρπό μεταξύ 9,5 και 11,5%. Σημαντικό κριτήριο είναι επίσης, η πρωιμότητα των ποικιλιών ώστε να αποφευχθεί η σύμπτωση των σταδίων της ωρίμανσης του καρπού με τις ξηροθερμικές συνθήκες, που τα τελευταία χρόνια επικρατούν εκείνη την χρονική περίοδο, ενώ ιδιαίτερη έμφαση την τελευταία τριετία δίνεται στην προσαρμοστικότητα των ποικιλιών στο έντονα μεταβαλλόμενο κλιματικά περιβάλλον. Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της παρακολούθησης της καλλιέργειας του βυνοποιήσιμου κριθαριού μέσω των νέων πληροφοριακών τεχνολογιών με σκοπό, την υψηλότερη ακρίβεια των δεδομένων της πορείας της ανάπτυξης, των αναγκών της καλλιέργειας και των υφιστάμενων κλιματικών συνθηκών στο πλαίσιο της αξιολόγησης των ποικιλιών και της εξασφάλισης των αποδοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών μέσω βιώσιμων καλλιεργητικών πρακτικών. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία, κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2022-2023, εγκαταστάθηκαν 6 νέες υπό αξιολόγηση για τις ελληνικές συνθήκες εμπορικές ποικιλίες της AZ (Evgenia, Lexy, Guzel, Firefox, Winston και Avus) και 2 ήδη καλλιεργούμενες εμπορικές (Fortuna, Fatima) ως μάρτυρες, σε έκταση 2

στρεμμάτων η κάθε μία, σε δύο επαναλήψεις και σε δύο περιοχές της Θεσσαλίας (Φάρσαλα και Αλμυρό), με διαφορετικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Πραγματοποιήθηκαν 12 επιτόπιες επισκοπήσεις στους αποδεικτικούς αγρούς κατά την καλλιεργητική περίοδο από την πρώτη ανάπτυξη έως την οικονομική ωρίμανση της καλλιέργειας όπου και πραγματοποιήθηκαν οι μορφομετρικές παρατηρήσεις, καταγραφή των φαινολογικών σταδίων των ποικιλιών και της ανάπτυξης των φυτών μέσω του δείκτη βλάστησης με NDVI χειρός. Για την παρακολούθηση της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε η γεωργική πλατφόρμα παρακολούθησης FarmB μέσω της οποίας έγινε ο προσδιορισμός της ανάπτυξης των ποικιλιών (δείκτης NDVI) με τη χρήση δορυφορικών εικόνων. Ταυτόχρονα, η πλατφόρμα παρείχε σημαντικές πληροφορίες όπως οι δείκτες βλάστησης SAVI και EVI, δορυφορικές εικόνες, προβλέψεις καιρικών συνθηκών με υψηλή ακρίβεια και εκτίμηση χρόνου συγκομιδής. Ελήφθησαν επίσης σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την πρόβλεψη συγκομιδής, τις καιρικές συνθήκες και τον προσδιορισμό του αποτυπώματος του άνθρακα καταχωρώντας δεδομένα από τις εφαρμοζόμενες γεωργικές πρακτικές και στις 2 περιοχές στόχου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι στα Φάρσαλα, ο δείκτης βλάστησης ήταν μεγαλύτερος σε όλες τις ποικιλίες, σε σχέση με τον Αλμυρό (έντονα ξηροθερμικό περιβάλλον), δεδομένα που επιβεβαιώνεται και με τις 2 μεθοδολογίες προσδιορισμού NDVI χειρός και πλατφόρμας. Ο Αλμυρός, ήταν η πιο πρώιμη περιοχή, καθώς οι ποικιλίες συμπλήρωσαν τις απαιτούμενες για την καλλιέργεια (κατά μέσο όρο) 1309 βαθμοημέρες σε 167 ημέρες από σπορά, ενώ στα Φάρσαλα στις 179 ημέρες. Μεταξύ των ποικιλιών η Anus, στα Φάρσαλα, ήταν η πιο αποδοτική (804 kg/στρ.) με αποτύπωμα 0,304 kg eCO₂/ kg κόκκων, ενώ στον Αλμυρό η ποικιλία Guzel, με απόδοση που ανερχόταν στα 741 kg/στρ. και αποτύπωμα 0,321 kg eCO₂/ kg κόκκων. Τα Φάρσαλα αποδείχτηκαν ιδανικότερη περιοχή για την καλλιέργεια βυνοποιήσιμου κριθαριού, ωστόσο, οι άκαιρες και με ραγδαιότητα βροχοπτώσεις στις 14 Ιουνίου 2023 επηρέασαν σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Τα έως τώρα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά για την εφαρμογή των νέων ψηφιακών τεχνολογιών στην παρακολούθηση της υλοποίησης του προγράμματος για την αξιολόγηση των καταλληλότερων ποικιλιών βυνοποιήσιμου κριθαριού για τις ελληνικές συνθήκες και των καταλληλότερων περιοχών για μία βιώσιμη καλλιέργεια στο πλαίσιο του μετριασμού των επιπτώσεων από το πρόσφατα έντονα μεταβαλλόμενο κλιματικά περιβάλλον.

Το έργο χρηματοδοτείται από την Αθηναϊκή Ζυθοποιία Α.Ε.

ΣΥΝΕΔΡΙΑ IV: Ψηφιακός Μεταχηματισμός Πρωτογενούς Τομέα: Εφαρμογές (II)

ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ.

Πέρρος Νικόλαος*, Καλαϊτζοπούλου Στέλλα, Gewehr Sandra, Μουρελάτος Σπύρος

Οικοανάπτυξη Α.Ε., 57010, Φίλυρο, Ελλάδα

Λέξεις-κλειδιά: Καταπολέμηση, κουνούπια, τεχνολογία, επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα

Τα ολοκληρωμένα Περιφερειακά έργα καταπολέμησης κουνουπιών είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη και διατήρηση μιας δύσκολης ισορροπίας μεταξύ α) του μετριασμού της απειλής των ασθενειών που μεταδίδονται από τα κουνούπια (με καθιερωμένη ετήσια κυκλοφορία του ιού του Δυτικού Νείλου (ΙΔΝ) και σποραδικά περιστατικά ελονοσίας) και β) της ζήτησης για απουσία κουνουπιών λόγω του βελτιωμένου τουριστικού προϊόντος μετά τον COVID.

Ωστόσο, οι περισσότερες περιοχές της Ελλάδας συνδυάζουν αυξημένο πληθυσμό κουνουπιών των γενών *Culex* και *Anopheles* και υψηλό επιδημιολογικό κίνδυνο, καθώς συνδυάζουν υγρότοπους, σύνθετα αγροτικά οικοσυστήματα που περιλαμβάνουν σε πολλές περιπτώσεις και ορυζώνες ή/και εντατικές θερμοκηπιακές καλλιέργειες σε περιοχές με υψηλή συγκέντρωση εργατών γης από ενδημικές στην ελονοσία χώρες. Από την άλλη, τα λιμάνια και τα αεροδρόμια αποτελούν την πύλη προς και από την Αδριατική Θάλασσα και τη Δυτική Ευρώπη ενώ με την εκτεταμένη ακτογραμμή της, τους αρχαιολογικούς χώρους της και τις ξενοδοχειακές υποδομές της, προσελκύει τουρίστες από όλο τον κόσμο, αυξάνοντας έτσι την απαίτηση για χαμηλότερους πληθυσμούς οχληρών κουνουπιών του γένους *Aedes*.

Για την εκπλήρωση των στόχων των ολοκληρωμένων προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών, γίνεται χρήση ευρέως φάσματος εργαλείων και μεθόδων ελέγχου για οκτώ μήνες κάθε χρόνο, που περιλαμβάνουν:

1. Αξιόπιστη χαρτογράφηση και συνεχής αξιολόγηση των εστιών αναπαραγωγής κουνουπιών με εγγύτητα σε πόλεις και οικισμούς
2. Επαναλαμβανόμενες δειγματοληψίες προνυμφών και έγκαιρες εφαρμογές προνυμφοκτονίας στο περιαστικό περιβάλλον και τους υγρότοπους (από εδάφους και αέρος με τη χρήση drones και ελικοπτέρου)
3. Επαναλαμβανόμενες εφαρμογές προνυμφοκτονίας στις λεκάνες ομβρίων υδάτων των πόλεων
4. Εκτεταμένες εφαρμογές προνυμφοκτονίας πόρτα-πόρτα σε επιλεγμένους οικισμούς υψηλού κινδύνου

5. Εκτεταμένη χρήση παγίδων ακμαίων κουνουπιών, για την αξιολόγηση της αφθονίας των ενήλικων κουνουπιών και της διακύμανση του πληθυσμού τους με την πάροδο του χρόνου
6. Λειτουργία δικτύων δειγματοληψίας για την αξιολόγηση του επιδημιολογικού κινδύνου του ΙΔΝ (με εργαστηριακές αναλύσεις σε βιολογικό υλικό από ακμαία κουνούπια, κοτόπουλα ή/και άγρια πτηνά και ιπποειδή)
7. Μεθόδους ποιοτικού ελέγχου.

Τα δεδομένα που συλλέγονται καθ' όλη τη διάρκεια του έργου από τεχνικούς πεδίου και την επιστημονική ομάδα των έργων ενισχύουν μια ήδη αξιόπιστη βάση δεδομένων με χρονοσειρές δεδομένων σχετικά με την αφθονία των προνυμφών και των ενήλικων κουνουπιών. Με την γεωχωρική επεξεργασία αυτών των δεδομένων, αποκτάται γνώση και βαθύτερη κατανόηση των αναγκών και απαιτήσεων των έργων.

Η παρουσίαση αυτή επιδιώκει να παράσχει μια σαφή εικόνα των προσπαθειών για την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των ολοκληρωμένων Περιφερειακών έργων καταπολέμησης των κουνουπιών, την έκταση και την ένταση των εργασιών πεδίου, το σκεπτικό πίσω από το χρονοδιάγραμμα των παρεμβάσεων και τη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την κατανομή των πόρων.

Για την παρουσίαση θα γίνει χρήση δεδομένων από το Περιφερειακό πρόγραμμα καταπολέμησης κουνουπιών της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας.

**ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΣΜΑΤΙΚΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΕΠΙ ΣμηΕΑ ΚΑΙ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ
ΠΡΟΣΒΟΛΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΝΤΟΜΟ *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat)
(Coleoptera: Cerambycidae) ΣΕ ΜΟΥΡΙΕΣ.**

Πανοπούλου Χριστίνα¹, Αραποστάθη Ευαγγελία², Αντωνόπουλος Αθανάσιος³,
Σταμούλη Μυρτώ⁴, Κατσιλέρος Αναστάσιος⁵, Τσαγκαράκης Αντώνιος^{6*}

¹Προπτυχιακή φοιτήτρια, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας,
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

²Υποψήφια Διδάκτορας, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας, Γεωπονικό
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

³Υποψήφιος Διδάκτορας, Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας, Γεωπονικό Π
ανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

⁴Υποψήφια Διδάκτορας, Εργαστήριο Σηροτροφίας & Μελισσοκομίας, Γεωπονικό
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

⁵ΕΔΙΠ, Εργαστήριο Βελτίωσης Φυτών & Γεωργικού Πειραματισμού, Γεωπονικό
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

⁶Επίκουρος Καθηγητής, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας, Γεωπονικό
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Λεξεις-κλειδιά: Τηλεπισκόπηση, μηχανική μάθηση, ΣμηΕΑ, πολυφασματική
απεικόνιση, *Xylotrechus chinensis*

Το ξυλοφάγο έντομο *Xylotrechus chinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) εισήχθη στον ελληνικό χώρο το 2017, ως ξενικό ασιατικό είδος με πρωταρχικό ξενιστή τη μουριά, και πλέον αποτελεί σημαντικό οικονομικό εχθρό της. Τα ξυλοφάγα έντομα αποτελούν σοβαρούς εχθρούς των δενδρωδών καλλιέργειών διότι καταστρέφουν τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες τους και επιπλέον, λόγω του βιολογικού τους κύκλου, η πρόωμη ανίχνευσή τους στο πεδίο καθίσταται δύσκολη με αποτέλεσμα ο έγκαιρος περιορισμός τους να είναι συχνά αδύνατος. Έτσι, ορίζεται αναγκαία η ανεύρεση εναλλακτικών μεθόδων εντοπισμού και παρακολούθησης προσβολών τέτοιας φύσης προς έγκαιρη και ορθή λήψη αποφάσεων.

Οι νέες τεχνολογίες που απαρτίζουν τον τομέα της Γεωργίας Ακριβείας και της Έξυπνης Γεωργίας αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για την ενδυνάμωση της Φυτοπροστασίας και συγκεκριμένα της πρόωμης ανίχνευσης και μετέπειτα παρακολούθησης των προσβολών από ξυλοφάγα έντομα σε δενδρώδεις καλλιέργειες. Αναλυτικότερα, η Τηλεπισκόπηση προσφέρει ποικιλία μέσων, όπως τα Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών και αισθητήρων, όπως οι πολυφασματικοί, καθιστώντας εφικτή την λήψη φασματικών δεδομένων από την καλλιέργεια ενδιαφέροντος. Οι φασματικές αυτές πληροφορίες αξιοποιούνται προς υπολογισμό των κατάλληλων, κατά περίπτωση, Δεικτών Φυτοϋγείας, οι οποίοι ποσοτικοποιούν την κατάσταση της υγείας

της υπό παρακολούθηση καλλιέργειας, κάνοντας δυνατή τη διάκριση μεταξύ υγιών και καταπονημένων δένδρων. Η διάκριση αυτή είναι δυνατή με την ανάπτυξη μοντέλων Μηχανικής Μάθησης, τα οποία ύστερα από την κατάλληλη εκπαίδευση είναι ικανά για αξιόπιστη πρόβλεψη της κατάστασης υγείας των δένδρων της υπό μελέτη καλλιέργειας. Έτσι, η συλλογή φασματικών δεδομένων τόσο κατά τα κρίσιμα στάδια του βιολογικού κύκλου των εντόμων όσο και επί σειρά καλλιεργητικών περιόδων, συμβάλλει στην ασφαλέστερη διάκριση μεταξύ υγιών και καταπονημένων δένδρων και κατ' επέκταση στην αποτελεσματικότερη παρακολούθηση της εξέλιξης των προσβολών στο χώρο και το χρόνο.

Η δυνατότητα πρώιμης και ακριβής ανίχνευσης αλλά και παρακολούθησης της εξάπλωσης της εκάστοτε καταπόνησης στο χώρο και στο χρόνο συνεπάγεται τόσο την αποτελεσματικότερη εφαρμογή των μέτρων πρόληψης επέκτασης της προσβολής, όσο και την ορθότερη και ακριβέστερη διαχείριση και εφαρμογή των μέτρων αντιμετώπισης, όπως των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Με αυτόν τον τρόπο, οι καλλιεργητικές πρακτικές εντάσσονται σε μια αειφορική στρατηγική, κατά την οποία το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της καλλιέργειας ελαχιστοποιείται, ενώ παράλληλα βελτιώνεται η οικονομικότητα της καλλιέργειας.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο εντοπισμός και η παρακολούθηση των προσβολών από το ξυλοφάγο έντομο *Xylotrechus chinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) σε δένδρα μουριάς με τη χρήση πολυφασματικού αισθητήρα τοποθετημένου επί ΣμηΕΑ και μοντέλων Μηχανικής Μάθησης. Πραγματοποιήθηκαν δύο πτήσεις ανά έτος για δύο καλλιεργητικές περιόδους στο μπουρεώνα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στον οποίο έχουν καταγραφεί τόσο ενήλικα άτομα του εντόμου, όσο και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της προσβολής. Οι πτήσεις προγραμματίστηκαν βάσει του βιολογικού κύκλου του εντόμου και συγκεκριμένα κατά την έξοδο των ενήλικων και κατά τη δραστηριοποίηση των ξυλοφάγων προνυμφών. Παράλληλα με τις πτήσεις στο μπουρεώνα έλαβαν χώρα επιτόπιες παρατηρήσεις από γεωπόνο, κατά τις οποίες τα δένδρα διαχωρίστηκαν σε δύο κλάσεις («Υγιές» και «Καταπονημένο» δένδρο) και καταγράφηκαν τα συμπτώματα τόσο της προσβολής από το *Xylotrechus chinensis*, όσο και από άλλους βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης. Τα φασματικά δεδομένα που λήφθηκαν αξιοποιήθηκαν για τον υπολογισμό τριών Δεικτών Φυτοϋγείας (NDVI, NDRE, EVI), οι οποίοι συνδυαστικά με την περίμετρο της κόμης των μουριών, του αριθμού των τρυπών εξόδου των ενήλικων ατόμων και της μέσης θερμοκρασίας ημέρας συντέλεσαν τις έξι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν σε έξι μοντέλα Μηχανικής Μάθησης (Decision Trees, Random Forest, Gradient Boosting Model, K-Nearest Neighbor, Naïve Bayes, Multi-Layer Perceptron). Τα μοντέλα Μηχανικής Μάθησης εκπαιδεύθηκαν για την ταξινόμηση των μουριών στις δύο προαναφερθείσες κλάσεις, με απώτερο σκοπό την ανίχνευση και παρακολούθηση της προσβολής. Τα αποτελέσματα των μοντέλων Random Forest και Gradient Boosting Model ήταν τα ακριβέστερα εκ των έξι. Τα αποτελέσματα της μελέτης θα παρουσιαστούν αναλυτικά και θα γίνει εκτενής συζήτηση επ' αυτών.

BIOMASS ESTIMATION IN ENERGY CROPS USING REMOTE SENSING

Topic: Geospatial Technologies-Spatial Technologies (Remote Sensing, Satellite Data, DGPS, Data Transfer via Wireless network, IoT)

Michas Dimitrios¹, Psomiadis Emmanouil^{*2}, Alexiou Simoni², Kotoula Danai³, Serelis Georgios⁴

¹IBO-CERTH (Institute for Bio-Economy and Agri-Technology, Centre for Research and Technology – Hellas), Athens

²Lab of Mineralogy-Geology, Dept. of Natural Resources & Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens

³Lab. of Systematic Botany, Dept of Crop Science, Agricultural University of Athens

⁴Lab. of Geodesy, Dept of Rural, Surveying and Geoinformatics Engineering, National Technical University of Athens

*Contact Person: E. Psomiadis, mpsomiadis@aua.gr

Keywords: Biomass, energy crops, remote sensing

Energy crops are one of the most efficient crops to be cultivated in low-productivity fields and fields facing pollution or erosion. In this study, we are working on a field in the Lavrion area, known as one of the most polluted areas in Greece, mainly on soil contamination from heavy metals due to previous years' activities. In order to rehabilitate the soil of this area, energy crops, like industry hemp, miscanthus and sorghum, were cultivated. At the same time, it is crucial to see the quantities of these crops after each crop year using remote sensing technologies to measure and estimate this biomass (renewable organic material of the plants). For this reason, we scanned the area using a drone operating at a certain altitude, taking continuous photos. With these photos, we created a Digital Surface Model (DSM) to attain the vegetation items of each crop. At the same time, using a Differential Global Positioning System (DGPS), which took more than 100 points across the fields, we created a Digital Elevation Model (DEM) to represent the topographic surface of these fields. The goal of this study was to estimate the quantities of the biomass of these three different crops by using these two digital models and also to try and compare these quantities with the measured quantities that were extracted after harvesting these three different crops. The study results are very encouraging. It is ongoing research, and in the following steps, the correlation of traditional methods with new modern approaches using drones and LiDAR-derived data will be attempted.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΚΑΙ UAV ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΕΡΙΝΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Topic: Geospatial Technologies-Spatial Technologies (Remote Sensing, Satellite Data, DGPS, Data Transfer via Wireless network, IoT)

Αβραμίδου Μαριλούς¹, Ψωμιάδης Εμμανουήλ^{1*}, Τζιάτζιος Γεώργιος², Φαρασλής Ιωάννης³, Δέρκας Νικόλαος⁴

¹Εργ. Ορυκτολογίας-Γεωλογίας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Εργ. Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

³Εργ. Γεωπληροφορικής, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

⁴Εργ. Γεωργικής Υδραυλικής, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

*Contact Person : Ε. Ψωμιάδης, mpsomiadis@aua.gr

Keywords: WUI, φασματικοί δείκτες, ελεύθερα γεωχωρικά δεδομένα, χωρική συσχέτιση, διαχρονικές καταγραφές.

Η γεωργία ακριβείας περιλαμβάνει την εφαρμογή τεχνολογιών δορυφόρων και μη επανδρωμένων αεροχημάτων (UAV) για τη βελτιστοποίηση των γεωργικών εισροών και τη μείωση των απωλειών, στοχεύοντας στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής. Η τηλεπισκόπηση, μέσω των φασματικών δεικτών βλάστησης έχει ευρεία χρήση στη γεωργία ακριβείας καθώς επιτρέπει την παρακολούθηση των καλλιεργιών, τη διαχείριση της άρδευσης, την εφαρμογή λιπασμάτων και την πρόβλεψη της απόδοσης. Παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους μελέτες κυρίως δορυφορικά δεδομένα, όμως τις τελευταίες δεκαετίες η ενσωμάτωση των UAV έχει αυξηθεί τη χρήση τους καθώς παρέχουν εικόνες υψηλής χωρικής, ραδιομετρικής και φασματικής ανάλυσης. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από UAV [Matrice 300 RTK, με κάμερα Altum MicaSense, με 6 φασματικά κανάλια: Blue, Green, Red, RedEdge, Near Infrared και Thermal], με σκοπό την εξαγωγή φασματικών δεικτών βλάστησης και τη συσχέτισή τους με τις καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόστηκαν και τελικώς την απόδοση των καλλιεργειών. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν ελεύθερα δεδομένα από τον Sentinel-2 και πραγματοποιήθηκε σύγκριση και αξιολόγηση των δεικτών που προέκυψαν από τις διαφορετικές πηγές δεδομένων. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην περιοχή της Φαλάνης στη Λάρισα και περιελάμβανε θερινές καλλιέργειες αραβόσιτου και βαμβακιού. Για κάθε καλλιέργεια που μελετήθηκε, εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικοί τύποι καλλιεργητικών πρακτικών, μία από τον καλλιεργητή και μία από το ερευνητικό έργο. Τα αποτελέσματα της μελέτης είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά παρέχοντας ουσιαστικές πληροφορίες για την εμπεριστατωμένη και λεπτομερή παρακολούθηση των καλλιεργειών και την ορθή διαχείρισή τους.

ASSESSING DURUM WHEAT YIELD USING SENTINEL-2 IMAGERY: A COMPARISON OF MACHINE LEARNING AND VEGETATION INDEX-BASED MODELING APPROACHES

Maria Bebie^{1*}, Aris Kyparissis²

¹PhD Candidate, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Volos

²Associate Professor, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Volos

Keywords: Durum wheat, yield modeling, Sentinel-2, machine learning, vegetation indices

Durum wheat is a widely cultivated cereal worldwide and is essential for the production of staple foods in many regions. Therefore, precise yield assessment is necessary for informed decision-making in precision agriculture. It enables early yield prediction and optimizes resource allocation, ultimately promoting environmental sustainability. Recent advancements in remote sensing techniques offer a valuable tool to address this challenge. The Sentinel-2 mission by the European Space Agency is a high spatial resolution, multispectral imaging constellation that provides frequent revisit times and a plethora of spectral data. These data enable continuous monitoring of vegetation parameters throughout the growing season for durum wheat. Additionally, machine learning algorithms are emerging as a powerful tool for yield estimation due to their ability to efficiently process multi-dimensional datasets and extract complex relationships from remote sensing data. This study presents two modeling approaches for the estimation of durum wheat yield based on Sentinel-2 data, covering 157 fields in Thessaly plain (Greece) across five growing periods. The first approach comprises multiple linear regression modeling based on vegetation indices (VI-MLR). The models employ several vegetation indices (VIs) as independent variables, to capture plant, water and soil signals (NDVI, EVI, NMDI, NDWI). The purpose of the models is to assess the cumulative contribution of these variables and identify potential redundancies. In the second approach, the reflectance data of all Sentinel-2 bands for several dates during the growth periods were used as input parameters in three machine learning model algorithms, i.e. Random Forest (RF), K-Nearest Neighbors (KNN) and Boosting Regressions (BR). To explore dimensionality reduction and identify redundant information, feature selection was subsequently performed. This involved the creation of additional machine learning models, utilizing only the six most important Sentinel-2 bands. These bands were determined from the feature importance tables generated by the highest-performing algorithm / date combination, identified across all machine learning models tested. Results for both modeling approaches were examined against yield data obtained by a combine harvester equipped with a yield mapping system. The results of the VI-MLR modeling approach were overall moderate, with R^2 between 0.476 and 0.503 and RMSE between 873 and 897 kg ha⁻¹. All machine learning

approaches significantly enhanced model accuracy. Notably, the models that included all 12 bands from Sentinel-2 demonstrated very high performances when all images during the growing periods were used (October to June), especially RF and KNN ($R^2 > 0.94$, $RMSE < 318 \text{ kg ha}^{-1}$). Additionally, RF and KNN accuracy remained high ($R^2 > 0.92$, $RMSE < 357 \text{ kg ha}^{-1}$) when images from the start of the growing period until February, i.e., four months before harvest, were used. The performance of the RF and KNN algorithms remained significantly high even when only the 6 most important bands were used ($R^2 > 0.92$, $RMSE < 349 \text{ kg ha}^{-1}$ with all images, $R^2 > 0.92$, $RMSE < 364 \text{ kg ha}^{-1}$ with images until February). The high performance of machine learning models, particularly Random Forest and K-Nearest Neighbors, when utilizing all Sentinel-2 bands throughout the growing season, underscores their potential for accurate durum wheat yield assessment using satellite imagery. Additionally, this capability, achievable even four months prior to harvest, indicates the potential of machine learning for early yield prediction, offering essential information for informed decision-making in precision agriculture. It is important to note that these models have been developed using data from Thessaly, Greece, a region characterized by a relatively homogenous climate with limited weather variability. Further research is necessary to evaluate their applicability to geographically distinct regions with varying climatic and growing conditions.



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ V: Ανάλυση χωρικών δεδομένων

Ο ΠΟΛΥΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Καραγάνης Αναστάσιος^{1*}, Τασούλης Αντώνιος², Παππάς Κωνσταντίνος – Βασίλειος³

¹Επίκουρος Καθηγητής του Τμήματος Οικονομικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης στο Πάντειο Πανεπιστήμιο,

²Υποψήφιος Διδάκτωρ του Τμήματος Οικονομικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης στο Πάντειο Πανεπιστήμιο

³Εντεταλμένος Διδασκαλίας του Τμήματος Οικονομικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης στο Πάντειο Πανεπιστήμιο

* Υπεύθυνος Συγγραφέας: Καραγάνης Αναστάσιος, e-mail: akaragan@panteion.gr

Λεξείς-κλειδιά: Κατακερματισμός της γης, δείκτης κατακερματισμού, ενοποίηση γης, αγροτική παραγωγικότητα; αγροτικές επενδύσεις

Ο πρωτογενής τομέας στην Ελλάδα είχε ανέκαθεν σημαντική συμβολή στη διαμόρφωση των μεγεθών της εθνικής οικονομίας αποτελώντας παράλληλα σημαντικό βραχίονα στην αναπτυξιακή πορεία της χώρας. Η συμμετοχή του στη διαμόρφωση του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος δεν σχετίζεται μόνο με την χρηματιστηριακή αξία των προϊόντων που παράγονται, τα οποία συμβάλουν τα μέγιστα στη διαμόρφωση των κύριων οικονομικών μεγεθών (ακαθάριστη αξία, απασχόληση, εισόδημα, ισοζύγιο τρεχουσών συναλλαγών), αλλά και με την διασύνδεσή του με τους περισσότερους κλάδους της εθνικής οικονομίας όπως της μεταποίησης, του εμπορίου και των μεταφορών των αγροτικών προϊόντων και του τουρισμού

Όμως, ο αγροτικός τομέας στην Ελλάδα παρουσιάζει διαχρονικά μια σειρά ζητημάτων που δυσχεραίνουν την λειτουργία του με σημαντικότερο εξ αυτών τον κατακερματισμό της γεωργικής γης, ο οποίος αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό της δομής του ιδιοκτησιακού καθεστώτος των γεωργικών γαιών σε πολλές χώρες παγκοσμίως, ειδικά στις αναπτυσσόμενες, επηρεάζοντας την λήψη των οικονομικών αποφάσεων από πλευράς της εκμετάλλευσης, ενώ επιδρά αρνητικά (αντί-οικονομίες κλίμακας) στην παραγωγικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και στην εν γένει αποτελεσματική διαχείριση της αγροτικής γης που κατέχουν (Van Hung, MacAulay και Sally 2007). Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται ως θεμελιώδες χωρικό πρόβλημα που περιλαμβάνει υποδιαίρεση εκμεταλλεύσεων και υπερβολική χωρική διασπορά αγροτεμαχίων (Burton & King 1982), τα οποία σε συνδυασμό με το υφιστάμενο κληρονομικό δίκαιο (Jabarin and Eprlin 1994; Ram et al. 1999; Niroula and Thapa 2005) και την ανεξέλεγκτη ελευθερία των συναλλαγών επί των ακινήτων οδηγούν σε περαιτέρω κατακερματισμό των αγροτεμαχίων επιτείνοντας το πρόβλημα της μικρής κλίμακας παραγωγής και της μη επίτευξης του βέλτιστου συνδυασμού των παραγωγικών συντελεστών κατά την παραγωγική διαδικασία συμβάλλοντας στον περιορισμό των ευκαιριών από πλευράς αγροτικών εκμεταλλεύσεων για βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη και βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας της (Singh 1971). Ως εκ τούτου, παρατηρείται αύξηση των μη καλλιεργούμενων εκτάσεων λόγω και του προαναφερθέντος υψηλού κόστους χρήσης

γης, η οποία οδηγεί στην εγκατάλειψη γεωργικών εκτάσεων που υπό άλλες συνθήκες θα μπορούσαν να συνεισφέρουν θετικά στην παραγωγική διαδικασία.

Στα ανωτέρω απαιτείται να συνυπολογίσει κανείς και άλλους παράγοντες όπως την ιδιομορφία της μορφολογίας του εδάφους, το ιδιαίτερα ανταγωνιστικό περιβάλλον, σε τοπικό και όχι μόνο επίπεδο που αναγκάζονται να επιχειρούν οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις, τις συνθήκες που έχουν διαμορφωθεί τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της οικονομικής, της επιδημιολογικής και της ενεργειακής κρίσης, καθώς και της κλιματικής αλλαγής, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την υπέρογκη αύξηση του κόστους παραγωγής, την μείωση της ανταγωνιστικότητας των παραγόμενων προϊόντων τους και τελικώς την μείωση του καθαρού εισοδήματος των εκμεταλλεύσεων.

Για τον λόγο αυτό καθίσταται αναγκαία η ανάπτυξη πρωτοβουλιών που θα συμβάλλουν στην αύξηση του μέσου μεγέθους της εκμετάλλευσης και στην ελαχιστοποίηση της επίδρασης του φαινομένου στην λειτουργία των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στοχεύοντας αφ' ενός μεν στην αύξηση της παραγωγικότητας και την ορθολογικότερη οικονομική διαχείριση και λειτουργία των εκμεταλλεύσεων, αφετέρου δε στη βιώσιμη ανάπτυξή τους. Σκοπός του άρθρου είναι η επισκόπηση του φαινομένου της κατάρτισης των γεωργικών εκτάσεων στη χώρα μας παρουσιάζοντας τις γενεσιουργές αιτίες του, τον αντίκτυπο που φέρει στην οργάνωση και λειτουργία των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, καθώς και τους τρόπους αντιμετώπισής του προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση των εκμεταλλεύσεων, να ενθαρρυνθεί η μεγάλης κλίμακας παραγωγής έτσι ώστε ο πρωτογενής τομέας να γίνει εκ νέου βασικός μοχλός μεγέθυνσης των μεγεθών της εθνικής οικονομίας και κινητήρια δύναμη βιώσιμης ανάπτυξης.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΑΝΙΣΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΕ. ΘΕΩΡΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΩΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Καραγάνης Αναστάσιος^{1*}, Τασούλης Αντώνιος², Παππάς Κωνσταντίνος – Βασιλείος³

¹Επίκουρος Καθηγητής του Τμήματος Οικονομικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης στο Πάντειο Πανεπιστήμιο,

²Υποψήφιος Διδάκτωρ του Τμήματος Οικονομικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης στο Πάντειο Πανεπιστήμιο

³Εντεταλμένος Διδασκαλίας του Τμήματος Οικονομικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης στο Πάντειο Πανεπιστήμιο

*Υπεύθυνος Συγγραφέας: Καραγάνης Αναστάσιος, e-mail: akaragan@panteion.gr

Λέξεις-κλειδιά: Περιφερειακή Πολιτική, Περιφερειακές Ανισότητες, Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση, Χωρική Οικονομετρία

Στη παρούσα εργασία εφαρμόστηκε η έννοια της χωρικής ανάλυσης με οικονομικούς όρους (δείκτης απασχόλησης). Η ανάλυση παρουσιάζει διαφορές από την εφαρμογή ενός δυναμικού οικονομετρικού υποδείγματος. Γίνεται σαφές ότι οι «γειτονιές» δεν ορίζονται αυστηρά μόνο με γεωγραφικά κριτήρια αλλά όπως θα δείξουμε παρακάτω με τις οικονομικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή ή μια χώρα.

Η χωρική οικονομετρία (μέθοδος γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης) χρησιμοποιήθηκε για να δείξουμε αν υπάρχει σύγκλιση μεταξύ περιφερειών και χωρών της Ε.Ε. Θα παρουσιαστεί εάν μια συγκεκριμένη χωρική οντότητα επηρεάζει και επηρεάζεται από γειτονικές τιμές και άπο ποιους παράγοντες.

Η παραπάνω προσέγγιση, ειδικά στον τρόπο της χωρικής ανάλυσης με οικονομικούς όρους, δείχνει αυτό που είχε επισημάνει ο Myrdal (1958) για τις αλλαγές που συμβαίνουν στις περιοχές μέσω της αιτιώδους κυκλικότητας τους μέσω των σωρευτικών διεργασιών της οικονομίας (spread and backwash effects).

Έχει σημασία να εξετάζετε η σχέση του ρυθμού σύγκλισης ανάλογα με τη γεωγραφική τοποθεσία ή τις οικονομικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή. Είναι σημαντικό να μελετηθούν οι περιφερειακές ανισότητες στον χρόνο καθώς και η αποτελεσματικότητα των πολιτικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε περιφερειακό επίπεδο.

Οι ανισότητες επιδρούν βαθιά στην οικονομική ανάπτυξη που συνδέεται με κοινωνικοοικονομικούς, πολιτικούς και θεσμικούς παράγοντες που την επιταχύνουν, βελτιώνουν τα επίπεδα διαβίωσης, μειώνουν τη φτώχεια και τις ανισότητες του πληθυσμού.

Η ευρωπαϊκή περιφερειακή πολιτική έχει επικριθεί για την αποτελεσματικότητά της. Όλες οι προγραμματικές περιόδους της ευρωπαϊκής περιφερειακής πολιτικής είχαν ως στόχο τη μείωση των ανισοτήτων και την επίτευξη οικονομικής και πολιτικής σύγκλισης.

Η ύπαρξη περιφερειακών ανισοτήτων παραμένει σημαντικό θεωρητικό και πρακτικό ζήτημα που αντιμετωπίζεται κατά τον σχεδιασμό και την κατανομή των πόρων. Η άνιση ανάπτυξη έχει σημαντικές επιπτώσεις για τη σταθερότητα της χώρας ή της

περιφέρειας, τις κοινωνικές σχέσεις και την αποτελεσματική χρήση των οικονομικών πόρων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επιθυμεί να υπάρξει περιφερειακή σύγκλιση. Ωστόσο, μελέτες δείχνουν ένα γενικό έλλειμμα σύγκλισης μεταξύ των χωρών της ΕΕ. Το έλλειμμα σύγκλισης είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις χώρες της ευρωζώνης.

Η μελέτη του φαινομένου της αύξησης των ανισοτήτων επηρεάζει δυναμικά την αποτελεσματικότητα της ενιαίας αγοράς και της οικονομικής ενοποίησης. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα των υλοποιηθέντων πολιτικών επηρεάζει την πρόοδο των ανισοτήτων. Η περιφερειακή πολιτική των χωρών συνδέεται αναπόσπαστα με την πολιτική συνοχής της ΕΕ και δεν μπορεί κατ' ουδένα τρόπο να λειτουργήσει ανεξάρτητα.

Αυτό που αποδεικνύεται από την οικονομετρική ανάλυση είναι ότι το πρόβλημα των ανισοτήτων οφείλεται σε ζητήματα διαφορετικών ρυθμών οικονομικής προόδου μεταξύ των περιφερειών. Κάποιες αυξάνονται ταχύτερα, ενώ άλλες πιο αργά. Ωστόσο, η ισορροπία μεταξύ των περιφερειών δεν είναι εφικτή, καθώς κάθε οικονομική αλλαγή στη διαδικασία παραγωγής μιας περιοχής επηρεάζει τις υπόλοιπες λόγω της αλληλεξάρτησής τους. Οι ανισότητες στο εισόδημα, την εκπαίδευση και άλλους τομείς δυσκολεύουν τη σύγκλιση, καθώς οι περιφέρειες ξεκινούν από διαφορετικά επίπεδα. Οι τεχνολογικές αλλαγές, η έρευνα και καινοτομία προσφέρουν νέες ευκαιρίες για ανάπτυξη, βελτίωση της ανταγωνιστικότητας και προσέλκυση επενδύσεων σε περιφερειακό επίπεδο.

Εάν οι καθυστερημένες περιφέρειες δεν υποστηριχθούν από αναπτυξιακή οικονομική πολιτική, τότε θα παραμείνουν καθυστερημένες. Φυσικά αυτή η περίπτωση δεν θα συμβεί για πάντα, αλλά θα υπάρξουν αναταξινόμησης λόγω οικονομικών αλλαγών που μπορεί να συμβούν (όπως έχουμε περιγράψει προηγουμένως) με την πάροδο του χρόνου.

ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ArcGIS ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΤΡΙΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

Κατωπόδης Α.^{1*}, Δαμικούκα Ι.², Κάβουρα Ο.², Ζέρβας Γ.³, Εβρένογλου Λ.²

¹Μεταπτυχιακός Φοιτητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

²Μέλη ΔΕΠ Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

³Ε.Δ.Τ.Π. Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Λέξεις-κλειδιά: ArcGIS, Photoshop, Illustrator, Workflow, Googleearth.

Η διαδικασία ψηφιοποίησης στοιχείων από έντυπους χάρτες στην πλατφόρμα ArcGIS αλλά και όλες τις αντίστοιχες είναι μια διαδικασία χρονοβόρα και κουραστική, ειδικά όταν πρόκειται για σύνθετους ή περίπλοκους χάρτες. Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η διερεύνηση στη δυνατότητα χρήσης προηγμένων εργαλείων επεξεργασίας φωτογραφιών του προγράμματος Adobe Photoshop και των υψομετρικών δεδομένων του Google Earth Pro στην επιτάχυνση της ροής εργασίας με στόχο την μείωση του απαιτούμενου χρόνου ψηφιοποίησης.

Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν έντυποι χάρτες της Ελληνικής επικράτειας και του εξωτερικού με ποικίλα γεωγραφικά χαρακτηριστικά οι οποίοι ψηφιοποιήθηκαν με τη χρήση σαρωτή (scanner). Έπειτα, οι ψηφιοποιήσεις των χαρακτηριστικών τους πραγματοποιήθηκαν τόσο με τα ενσωματωμένα εργαλεία του ArcMap όσο και με τα εργαλεία του Adobe Photoshop ώστε να γίνουν οι σχετικές ποιοτικές και ποσοτικές συγκρίσεις που αφορούν το χρόνο που απαιτείται αλλά και την πιστότητα των δεδομένων που παράγονται ανάμεσα στις δυο μεθόδους.

Επιπροσθέτως, έγινε η εξαγωγή υψομετρικών δεδομένων του Google Earth Pro και η εισαγωγή τους σε περιβάλλον ArcMap και μάλιστα στην πυκνότητα που επιθυμεί ο χρήστης, ώστε οι επαγγελματίες του κλάδου να μπορούν να λαμβάνουν ισοϋψείς γραμμές για μεγάλες επιφάνειες με σχετική ευκολία, δίνοντας τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων από απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές οι οποίες μπορεί να είναι δύσκολο να ερευνηθούν με τη χρήση συμβατικών μεθόδων.

Μέσω αυτών των διαδικασιών, σε ποσοστό 51,97% στο σύνολο των χαρακτηριστικών που ψηφιοποιήθηκαν, η μείωση χρόνου έφτασε έως και 82,43%. Δυνητικά μάλιστα η μέθοδος αυτή αύξησε την ακρίβεια των δεδομένων αποτρέποντας σφάλματα που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως από την σωματική και πνευματική κόπωση που επέρχεται έπειτα από πολύωρες ψηφιοποιήσεις, κάτι το οποίο είναι ζωτικής σημασίας στις ροές εργασίας με προγράμματα GIS για ακριβή αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων.

Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με αντίστοιχα δεδομένα από ήδη υπάρχουσες διαδικτυακές πηγές ώστε να διαπιστωθεί η ποιότητα των παραχθέντων δεδομένων, διατηρώντας παράλληλα ως πλεονέκτημα της μεθόδου τη δυνατότητα του χειριστή να

επιλέξει τον βηματισμό και την πυκνότητα των δεδομένων, πράγμα αδύνατο να γίνει με ήδη υπάρχουσες διαδικτυακές πηγές.

Τα βασικά συμπεράσματα είναι ότι διαπιστώθηκε μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου και αύξηση της παραγωγικότητας του χρήστη που ασχολείται με εργασίες ψηφιοποιήσεων που αφορούν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που περιλαμβάνουν την γεωργία και το περιβάλλον, μέσω της παροχής εξειδικευμένων τεχνικών, αλλά επιτυγχάνεται επιπροσθέτως και η περαιτέρω επιμόρφωσή του σχετικά με τις νεότερες τεχνολογικές εξελίξεις, αυξάνοντας δυνητικά και την ακρίβεια των δεδομένων.

Επίτευγμα της εργασίας αυτής είναι επίσης το να παρέχει το έναυσμα και το κίνητρο στις εταιρείες ανάπτυξης εφαρμογών GIS να ενσωματώσουν στο περιβάλλον των προγραμμάτων τους αντίστοιχες τεχνολογίες, ώστε μελλοντικά οι χρήστες να έχουν τη δυνατότητα απευθείας πρόσβασης στις τεχνολογίες αυτές, χωρίς να απαιτείται η χρήση πολλαπλών προγραμμάτων. Έτσι, οι εφαρμογές GIS που θα ενσωματώσουν έγκαιρα τα εργαλεία αυτά θα αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και θα έχει γίνει ένα ακόμα βήμα για την προστασία του περιβάλλοντος και για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μέσω της εξοικονόμησης πόρων.

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ ΟΜΑΛΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ TERROIR ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗ ΖΩΝΗ
ΤΟΥ Ν. ΔΡΑΜΑΣ**

Καραπέτσας Νικόλαος^{1*}, Αλεξανδρίδης Θωμάς², Μπίλας Γεώργιος³, Θεοχάρης Σεραφείμ⁴, Κουνδουράς Στέφανος⁵

¹Επιστημονικός Συνεργάτης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Φασματοσκοπίας και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, 54124, Θεσσαλονίκη

²Αν. Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Φασματοσκοπίας και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, 54124, Θεσσαλονίκη

³Ε.ΔΙ.Π., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας, 54124, Θεσσαλονίκη

⁴Επιστημονικός Συνεργάτης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Αμπελουργίας, 54124, Θεσσαλονίκη

⁵Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Αμπελουργίας, 54124, Θεσσαλονίκη

Λέξεις-κλειδιά: *Terroir*, αμπέλι, cluster, *k-means*

Κύριος στόχος του έργου Drama Terroir ήταν ο πλήρης χαρακτηρισμός του ρόλου του αβιοτικού και του μικροβιακού *terroir* της οινοπαραγωγικής ζώνης Δράμας για τις κυριότερες οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου που καλλιεργούνται στην περιοχή με στόχο την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας, αναγνωρίσιμης ταυτότητας και προστιθέμενης αξίας. Το πρώτο βήμα προς αυτή την κατεύθυνση είναι η διαμόρφωση των φυσικών μονάδων *terroir* (ΦΜΤ), τα οποία ορίζονται ως οι ομοιογενείς γεωγραφικές περιοχές όπου οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραμέτρων των φυσικού περιβάλλοντος (έδαφος, κλίμα, τοπογραφία) και της αμπέλου, καθορίζουν τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων οίνων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να περιγράψει το περιβάλλον και τις λεπτομέρειες υλοποίησης της αναγνώρισης και διαμόρφωσης ομοιογενών γεωγραφικών ζωνών με σύγχρονες μεθόδους γεωχωρικής ανάλυσης, που οδήγησαν στην διάκριση των ΦΜΤ. Το έργο υλοποιήθηκε στην ζώνη «Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης ΔΡΑΜΑ», σε αμπελώνες των κυρίαρχων οινοποιήσιμων ποικιλιών της περιοχής (λευκές ποικιλίες Sauvignon blanc και Ασύρτικο και ερυθρές Αγιωργίτικο, Cabernet Sauvignon και Merlot).

Η προσέγγιση στον εντοπισμό των ΦΜΤ βασίστηκε σε ποσοτική γεωχωρική ανάλυση περιβαλλοντικών δεδομένων με καθοριστική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου, που ανήκουν στις τρεις βασικές ομάδες παραμέτρων Έδαφος – Κλίμα – Τοπογραφία, χωρίς τη ενσωμάτωση εμπειρικών κανόνων σημαντικότητας μεταξύ των παραμέτρων. Τα δεδομένα προήλθαν από διαδικτυακές πλατφόρμες δημόσιας διάθεσης γεωχωρικών δεδομένων (Copernicus Land Monitoring Service, European Digital Elevation Model, SoilGrids, Climate Data Store) και καλύπτουν σε παγκόσμια ή ηπειρωτική κλίμακα και τις τρεις βασικές ομάδες παραμέτρων όπως παράμετροι αναγλύφου (κλίση), εδαφολογικές παράμετροι (pH, μηχανική σύσταση), και κλιματικές παράμετροι (θερμοκρασία, βροχόπτωση, ηλιοφάνεια).

Η ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis) χρησιμοποιήθηκε για τον διαχωρισμό των γεωχωρικών δεδομένων σε ομάδες, με τέτοιο τρόπο ώστε ο βαθμός ομοιότητας μεταξύ τους να είναι μέγιστος εάν ανήκουν στην ίδια ομάδα και ελάχιστος εάν ανήκουν σε διαφορετική, αποκαλύπτοντας έτσι δομές στα δεδομένα χωρίς όμως να αιτιολογεί την εμφάνισή τους. Χρησιμοποιήθηκαν τόσο διαμεριστικές μέθοδοι, όπου ο διαχωρισμός βασίζεται σε κριτήρια ομοιότητας, όσο και ιεραρχικές μέθοδοι ομαδοποίησης.

Αξιοποιήθηκε ο αλγόριθμος *k-means* ο οποίος ανήκει στην κατηγορία των διαμεριστικών αλγορίθμων και ομαδοποιεί τα δεδομένα με κριτήριο την ελαχιστοποίηση των τετραγωνισμένων διαφορών μεταξύ των δεδομένων και του κοντινότερου κεντροειδούς. Χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες *Dunn* και *S_Dbw*, που υποδεικνύουν τον βέλτιστο αριθμό ομάδων που απαιτούν οι διαμεριστικοί αλγόριθμοι ομαδοποίησης. Παράλληλα, έγινε η επικύρωση της σταθερότητας των αποτελεσμάτων, με εξαντλητικές επαναλήψεις της μεθόδου *k-means* με τυχαία έναρξη, με επαναληπτική δειγματοληψία, και σύγκριση των αποτελεσμάτων με την χρήση του δείκτη ομοιότητας *Jacard*.

Τα αποτελέσματα έδειξαν σταθερότητα για τις 12 παραγόμενες ΦΜΤ που δημιουργήθηκαν στην περιοχή μελέτης, οι οποίες εντοπίζονται σε διακριτές περιοχές. Για τον χαρακτηρισμό και την καλύτερη αξιοποίηση των ΜΦΤ έγινε η εκτίμηση της σημαντικότητας των παραμέτρων εισόδου σε κάθε ΦΜΤ ξεχωριστά.

Επίσης, αξιολογήθηκε η ιεραρχική ταξινόμηση με τη χρήση αλγορίθμων εξειδικευμένων στην επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων με εφαρμογή της μεθόδου *Ward* η οποία βασίζεται στο κριτήριο ελάχιστης διακύμανσης κατά την επιλογή των ομάδων που ενοποιούνται σε κάθε βήμα της ιεραρχικής κατηγοριοποίησης.

Από τις δύο διαφορετικές προσεγγίσεις στην ανάλυση ομαδοποίησης, μόνο η *k-means* έγινε δυνατόν να επαληθευτεί, εκμεταλλευόμενοι το γεγονός της αποδοτικότητας της υπολογιστικά, και εξαντλώντας με χιλιάδες επαναλήψεις τις πιθανές εκδοχές της τυχαίας έναρξης του σχετικού αλγόριθμου. Η ιεραρχική ταξινόμηση έδωσε αποτελέσματα που είναι παραπλήσια με αυτά της μεθόδου *k-means* με μεγαλύτερο υπολογιστικό κόστος, και τα οποία είναι δύσκολο να επαληθευτούν καθώς απαιτούνται για τον σκοπό αυτό ανεξάρτητα δεδομένα που σχετίζονται με τις ΦΜΤ της περιοχής Ν. Δράμας.

Μια σημαντική χρησιμότητα της εργασίας είναι η υποστήριξη στην επιλογή της σωστής ποικιλίας αμπέλου σε σχέση με το έδαφος και το κλίμα, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η έκφραση του *terroir* σε συγκεκριμένες τοποθεσίες. Έτσι, η συν-αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της ομαδοποίησης μαζί με τα χαρακτηριστικά των οίνων μπορεί να είναι χρήσιμη για την ανάδειξη των καταλληλότερων ΜΦΤ για κάθε ποικιλία αμπέλου στην

περιοχή της Δράμας. Τα αποτελέσματα αναμένεται να βελτιωθούν με την διαθεσιμότητα περισσότερων και πιο λεπτομερών χωρικών δεδομένων.

Το έργο Drama Terroir (Ερευνώ-Δημιουργώ-Καινοτομώ T2EDK-02974) με τίτλο «Ανάδειξη οινικής ταυτότητας του νομού Δράμας μέσα από ολιστικό χαρακτηρισμό του φυσικού και μικροβιακού περιβάλλοντος» χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και εθνικούς πόρους.

Η ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΥΠΟΒΑΘΡΩΝ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Λολώνης Παναγιώτης*

Ph.D., Προϊστάμενος της Διεύθυνσης Γεωχωρικών Πληροφοριών, Ελληνικό Κτηματολόγιο, Μεσογείων 288, 15562, Χολαργός - Αθήνα

Λέξεις-κλειδιά: Χαρτογραφικά υπόβαθρα, Ορθοεικόνες, Lidar, DEM, DTM, DSM, ΕΥΓΕΠ

Ένας από τους βασικούς σκοπούς που πρέπει, με βάση το ιδρυτικό του θεσμικό πλαίσιο, να επιτελέσει το «Ελληνικό Κτηματολόγιο είναι η «χαρτογραφική κάλυψη της χώρας». Η συγκεκριμένος σκοπός αποτελεί παρακαταθήκη των αρμοδιοτήτων που είχαν αποδοθεί παλαιότερα στον Οργανισμό Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε.), ο οποίος είχε ιδρυθεί για να αποτελέσει το πολιτικό σκέλος των γεωδαιτικών, χαρτογραφικών και κτηματολογικών δραστηριοτήτων της χώρας. Με την κατάργηση όμως του εν λόγω Οργανισμού το 2013, υπήρξε κενό σε αυτόν τον τομέα, το οποίο κλήθηκε να καλύψει, κατά ένα μέρος τουλάχιστον, το Ελληνικό Κτηματολόγιο.

Η μέχρι στιγμής συνεισφορά του Ελληνικού Κτηματολογίου, αλλά και των προκατόχων αυτού «Κτηματολόγιο Α.Ε» και της «Ελληνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση Α.Ε.», στον τομέα της χαρτογραφικής κάλυψης της χώρας, είναι πολυ-επίπεδη και πολυσχιδής. Πράγματι, το Ελληνικό Κτηματολόγιο, έχοντας ως βασικό του στόχο τη σύνταξη και λειτουργία Εθνικού Κτηματολογίου, προέβη στη σύνταξη μιας σειράς εκτεταμένων γεωγραφικά ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων υψηλής και πολύ υψηλής ανάλυσης προκειμένου να απεικονιστούν σε αυτά τα όρια των γεωτεμαχίων, πρωτίστως, όπως επίσης και τα όρια βασικών θεσμικών χρήσεων όπως είναι, για παράδειγμα, οι δασικές εκτάσεις και ο αιγιαλός. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο αυτό, δημιουργήθηκαν, για το σύνολο της χώρας, έγχρωμες ορθοεικόνες ανάλυσης 50 εκ. και 25 εκ. για τις περιόδους 2007-2009 και 2014-2016, αντίστοιχα, ενώ για τα αστικά κέντρα της χώρας δημιουργήθηκαν «πραγματικές» ορθοεικόνες ανάλυσης 20 εκ. για την περίοδο 2007-2009. Ως παράγωγα δε προϊόντα της διεργασίας δημιουργίας των ανωτέρω ορθοεικόνων υψηλής και πολύ υψηλής ανάλυσης προέκυψαν και αντίστοιχα Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (ΨΜΕ) με βήμα καννάβου τα 5 μ. και 2 μ. για τα δύο πρώτα σύνολα δεδομένων, αντίστοιχα, και ένα ψηφιακό μοντέλο επιφανείας (DSM) με μέγεθος καννάβου 80 εκ. για το τρίτο σύνολο δεδομένων.

Τα εν λόγω σύνολα δεδομένων που έχουν βρει σημαντική χρήση σε μία πλειάδα εφαρμογών κυρίως του δημοσίου τομέα τα τελευταία 25 περίπου χρόνια. Αποτελούν δε, βάση για τη δημιουργία και άλλων περισσότερο επικαιροποιημένων και ποιοτικών δεδομένων. Έτσι, πέραν της περιοδικής ανανέωσης του χαρτογραφικού υποβάθρου της

χώρας που επιδιώκεται να γίνει εργασία ρουτίνας, έχουν δρομολογηθεί και έργα που αποσκοπούν στο να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα των υπαρχόντων ψηφιακών γεωχωρικών δεδομένων. Συγκεκριμένα, το Ελληνικό Κτηματολόγιο, έχει σχεδιάσει και έχει εντάξει στο Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας ένα έργο για τη δημιουργία, μέσω τεχνολογιών Lidar, ενός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DTM) βήματος 1 μ. και υψομετρικής ακρίβειας μικρότερης των 30 εκ. για το 50% περίπου της χώρας. Επιπλέον, στο πλαίσιο αυτού του έργου, θα δημιουργηθεί και ένα Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας (DSM) αντίστοιχων χαρακτηριστικών, όπως επίσης, θα παραχθεί και ένα σύνολο «νέφους σημείων» (point cloud) που θα εμπεριέχει υψομετρική πληροφορία για φυσικά και τεχνικά αντικείμενα (κλαδιά δένδρων, φύλλα δένδρων κλπ.) τα οποία υπάρχουν στο ενδιαμέσο των δύο ανωτέρω αναφερόμενων επιφανειών.

Η διαθεσιμότητα συνόλων γεωχωρικών δεδομένων με τέτοια ανάλυση και ακρίβεια δίνει τη δυνατότητα να υποστηριχθεί ένα πολύ μεγάλο φάσμα διεργασιών διαφόρων τομέων, συμπεριλαμβανομένου και του αγροτικού τομέα. Πράγματι, με τη χρήση τέτοιου είδους δεδομένων, μπορούν να καταρτίζονται εύκολα, γρήγορα και οικονομικά χάρτες που απεικονίζουν με ακρίβεια την υφιστάμενη κατάσταση καλλιεργειών σε μία περιοχή. Αυτή η δυνατότητα μπορεί να έχει άμεσο αντίκτυπο στην οργάνωση και παρακολούθηση της αγροτικής παραγωγής, καθώς επίσης και στην έγκαιρη και αποτελεσματική αποτίμηση ζημιών που μπορεί να προκληθούν από φυσικές ή άλλες καταστροφές. Μία επιπλέον χρησιμότητα είναι και η εκτίμηση της βιομάζας που υπάρχει σε μία περιοχή, καθώς και η ταξινόμηση με μεγαλύτερη ακρίβεια εκτάσεων σε διάφορες κατηγορίες κάλυψης. Κάτι τέτοιο δίνει άλλες διαστάσεις στην οργάνωση της αγροτικής παραγωγής, στη χάραξη πολιτικών γης και στην εφαρμογή πολιτικών αγροτικών ενισχύσεων. Τέλος, τέτοιου είδους δεδομένα, αναλυόμενα διαχρονικά, μπορεί να παρέξουν σημαντικές πληροφορίες για τις επιπτώσεις της εντατικής καλλιέργειας της γης, την «εξάντληση» του παραγωγικού στρώματος του εδάφους και την διάβρωση αυτού.

Στην παρούσα εργασία θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή τόσο των ανωτέρω αναφερόμενων δεδομένων υψηλής και πολύ υψηλής ανάλυσης και ακριβείας, όσο και των διεργασιών της αγροτικής παραγωγής στις οποίες αυτά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Τοιουτοτρόπως, η βασική αυτή ψηφιακή υποδομή θα αποτελέσει, λόγω της κατ' επανάληψη χρησιμοποίησής της σε ευρύ φάσμα εφαρμογών, εφαλτήριο για την ανάπτυξη της εθνικής υποδομής γεωχωρικών πληροφοριών (ΕΥΓΕΠ) στη χώρα μας και την περαιτέρω προώθηση του τομέα της γεωπληροφορικής σε αυτήν.

ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ/ΚΑΛΥΨΕΩΝ ΓΗΣ ΥΠΟ ΤΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΤΡΩΝ

Σοφία Λένη

Ε.ΔΙ.Π, Εργαστήριο Πληροφορικής, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης,
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα
sleni@aua.gr

Λέξεις-κλειδιά: Χρήσεις/ κάλυψη γης, Αστική διάχυση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, αεροφωτογραφίες, Χωρικές μετρήσεις, Ανάλυση διαβάθμισης, Μεσαίες πόλεις, Πολεοδομικός και χωροταξικός σχεδιασμός

Οι αλλαγές στις χρήσεις/ κάλυψη γης απασχολούν έντονα την παγκόσμια έρευνα (Foley et al., 2005), καθώς επιφέρουν πολύπλευρες και εκτεταμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον, την κοινωνία και τα οικοσυστήματα (Verburg and Veldkamp, 2005). Τα τελευταία χρόνια, η καταγραφή των χρήσεων/ κάλυψης γης αποτελεί υψηλή προτεραιότητα καθώς τα οικοσυστήματα στις αστικές περιοχές επηρεάζονται έντονα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και έχουν στενές σχέσεις με τη ζωή σχεδόν του μισού πληθυσμού της γης (Stow and Chen, 2002.)

Η αστική διάχυση, η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλής πυκνότητας εξάπλωση αστικών περιοχών σε περιβάλλοντες αγροτικές κυρίως περιοχές, συμβάλλει σε μια σειρά οικολογικών και κοινωνικοοικονομικών μετασχηματισμών (Seto et al., 2011) που οδηγούν σε υποβάθμιση των οικοσυστημάτων και απώλεια της γεωργικής γης (EEA, 2006)

Η εργασία, η οποία έχει πραγματοποιηθεί στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής με τίτλο «Πολιτική γης και αγροτικά συστήματα. Προσέγγιση με την τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών», αφορά στον μετασχηματισμό των χρήσεων/ καλύψεων γης στο διάστημα τριαντατεσσάρων ετών, από το 1981 έως το 2015 στην ευρύτερη περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος Πατρών. Για την υλοποίηση χρησιμοποιούνται χρονοσειρές για τα έτη 1981, 1996, 2008 και 2015 οι οποίες παρήχθησαν με απευθείας ψηφιοποίηση από αντίστοιχα φωτομωσικά (αεροφωτογραφιών και ορθοφωτοχαρτών) κλίμακας 1:5000. Για κάθε έτος αναφοράς, χρησιμοποιούνται δεκατέσσερις κατηγορίες χρήσεων/ καλύψεων γης.

Η ανάλυση των χαρτών μετά από αξιολόγηση της ακρίβειάς τους αποκαλύπτει το μοτίβο της αλλαγής γης και την τρωτότητα συγκεκριμένων χρήσεων/ καλύψεων έναντι άλλων, ενώ η ανάλυση τάσεων στις χρήσεις/ καλύψεις γης παρέχει μια συστηματική προσέγγιση



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

για την αποκάλυψη των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Η ανάλυση στις χρήσεις/καλύψεις γης μέσω των χωρικών μετρήσεων ποσοτικοποιεί και αξιολογεί την χωρική διάταξη επιτρέποντας την παρακολούθηση των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου εντοπίζοντας τις εξελισσόμενες τάσεις ενώ η ανάλυση διαβάθμισης προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την εξέλιξη των χρήσεων/κάλυψη γης σε συγκεκριμένες ζώνες και κατευθύνσεις. Τέλος, η ανάλυση τάσεων σε σχέση με τις ποικίλες ζώνες υψομέτρου, αποκαλύπτει ενδιαφέροντα μοτίβα στις αγροτικές χρήσεις/καλύψεις γης.



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ VI: Εφαρμογές γεωχωρικών τεχνολογιών: Αλιεία,
Υδατοκαλλιέργεια, Παράκτια Ζώνη

ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ

Πομάκης Νεκτάριος¹, Μουτόπουλος Δημήτριος², Κατσέλης Γεώργιος^{2*}

¹Υπ. Διδάκτορας, Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών Παν/μιου Πατρών, Μεσολόγγι, Νέα κτίρια 30200, pomnek@gmail.com,

²Καθηγητής, Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών Παν/μιου Πατρών, Μεσολόγγι, Νέα κτίρια 30200, Μουτόπουλος Δ.: dmoutopo@upatras.gr, Κατσέλης Γ.: gkatselis@upatras.gr,

Λέξεις-κλειδιά: Παράκτια αλιεία, χαρτογράφηση, αλιευτική ένταση, χωρική κατανομή

Η αλιεία μικρής κλίμακας, όπως ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), περιλαμβάνει σκάφη ολικού μήκους μικρότερου των 12 μέτρων που χρησιμοποιούν μη ρυμουλκούμενα εργαλεία. Η αλιεία μικρής κλίμακας έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία στις παράκτιες περιοχές τόσο ως πηγή τροφής υψηλής ποιότητας όσο και ως μέσο απασχόλησης για νησιωτικούς και παράκτιους πληθυσμούς που έχουν ισχυρές ναυτικές και αλιευτικές παραδόσεις. Στο χαμηλό κατά κεφαλήν εισόδημα που παραδοσιακά χαρακτηρίζει τον αγροτικό τομέα, η αλιεία μικρής κλίμακας κατέχει σημαντικό μέρος.

Η Ελλάδα διαθέτει το μεγαλύτερο αλιευτικό στόλο στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) (18,4% του συνόλου των σκαφών). Ωστόσο, όσον αφορά τη χωρητικότητα ή την ισχύ του κινητήρα, το ποσοστό είναι 4,7% και 6,9%, αντίστοιχα (ΕΚ 2016), που υποδηλώνει ότι δραστηριότητα ασκείται από μεγαλύτερο αλιευτικό στόλο με μικρά σε μέγεθος σκάφη. Η οικονομική συνεισφορά της μικρής παράκτιας αλιείας είναι περίπου 0,12% (250ΜΕ), ποσοστό, ωστόσο διπλάσιο σε σύγκριση με το μέσο όρο της ΕΕ. Η δραστηριότητα αυτών των σκαφών είναι διασπαρμένη σε όλη την επικράτεια, με χωρικά περιορισμένη ακτίνα δράσης και περιορισμένες μετακινήσεις του στόλου μεταξύ ευρύτερων περιοχών.

Η ανάγκη διαχείρισης και προστασίας τόσο των αλιευτικών πόρων αλλά και της βιοποικιλότητας, επιβάλλει την παρακολούθηση της δραστηριότητας. Το χωρικό πεδίο άσκησης της δραστηριότητας αλλά και η χωρική κατανομή της αλιευτικής έντασης αφορούν σε βασικά στοιχεία της παρακολούθησης της δραστηριότητας. Το ισχύον σύστημα παρακολούθησης για τα σκάφη >10 m (και εκτός κάποιων εξαιρέσεων που αφορούν σε μικρό αριθμό σκαφών κάτω και των 10 m μήκους), αφορά σε δορυφορικό σύστημα εντοπισμού (VMS), συσκευές ηλεκτρονικής καταγραφής και διαβίβασης πληροφοριών (ERS) ή και ημερολόγιο αλιείας. Για τα λοιπά σκάφη (που αφορά περίπου το 90% των αλιευτικών σκαφών στην Ελλάδα) η παρακολούθηση της δραστηριότητας και των εκφορτώσεων περιορίζεται στην δειγματοληπτική προσέγγιση, που σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό των λιμανιών, περιορίζει την επάρκεια των δεδομένων για εφαρμογές χωρικών εκτιμήσεων.

Στην παρούσα μελέτη γίνεται εκτίμηση της δυνητικής χωρικής κατανομής της έντασης της αλιευτικής δραστηριότητας των σκαφών της μικρής παράκτιας αλιείας που δεν φέρουν σύστημα παρακολούθησης (VL10m), βασισμένη στη χωρική κατανομή του

στόλου, το χωρικό πεδίο δυνατότητας άσκησης της δραστηριότητας, την επιχειρησιακή δυνατότητα του κάθε σκάφους και το νομικό πλαίσιο πλόων.

Τα κριτήρια της χωρικής κατανομής της δυνητικής έντασης αλιευτικής δραστηριότητας των σκαφών της μικρής παράκτιας αλιείας της κατηγορίας VL10m αφορούν: χωρικό πεδίο δυνατότητας άσκησης της δραστηριότητας στην παράκτια ζώνη δράσης βάθους 0-250m (CZ), μέγιστη απόσταση από λιμάνι (6-15 nm) και απόσταση από πλησιέστερη ακτή (AZ:4-10nm), όπως καθορίζονται από την νομοθεσία και η δυνητική επιχειρησιακή δυνατότητα του κάθε σκάφους (PS).

Για κάθε σκάφος j εκτιμήθηκε η επιφάνεια δυνητική δράσης του ως η επιφάνεια που ορίζουν οι παραπάνω περιορισμοί, εντός της ζώνης CZ.

Η PS θεωρήθηκε επίσης ανάλογη του μήκους του σκάφους ακολουθώντας την σχέση: $PS_j = L_j \times 0.1 m^{-1}$.

Η δυνητική αλιευτική ένταση (FE_c) εκτιμήθηκε ανά κελί $100 \times 100 m$:

$FE_c = \sum_{j=0}^n (PS_j)$, όπου n ο αριθμός των σκαφών που επιχειρούν στο κελί c .

Η ποικιλότητα αλιευτικών εργαλείων στο κελί c υπολογίστηκε ως: $SW_c =$

H_c / H_{max_c} , όπου H_c ο δείκτης Shannon Wiener ($H_c = - \sum_{i=1}^m \left(\left(\frac{FE_{c,i}}{FE_c} \right) \left(\ln \left(\frac{FE_{c,i}}{FE_c} \right) \right) \right)$

και $H_{max_c} = \ln(m')$, όπου i το αλιευτικό εργαλείο και m ο αριθμός των εργαλείων στο κελί c και m' ο συνολικός αριθμός αλιευτικών εργαλείων στην επικράτεια.

Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα υπόβαθρα [ξηράς](#), [βαθυμετρίας](#) (ανάλυση $115 \times 115 m$) και η βάση δεδομένων του Κοινού αλιευτικού μητρώου (ΚΑΜ) του 2021 το οποίο περιέχει τα αλιευτικά σκάφη, το μέγεθος των σκαφών και τα αλιευτικά εργαλεία ανά λιμάνι στο οποίο έχουν εγγραφεί.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατηγορία VL10m αφορά σε 12959 σκάφη (94,4% του συνόλου του αλιευτικού στόλου) με συνολική χωρητικότητα 23593.39 GT (84,0% του συνόλου του αλιευτικού στόλου) που κατανέμονται σε 225 λιμάνια. Τα αλιευτικά εργαλεία αφορούν σε 9 κατηγορίες συνδυασμών κυρίου και δευτερεύοντος αλιευτικού εργαλείου (συνδυασμοί διχτύων και παραγαδιών διαφόρων τύπων, παγίδων και δραγών) με το 57,4% των σκαφών να χρησιμοποιεί συνδυασμό διχτύων και παραγαδιών διαφόρων τύπων και το 32,4% διχτύων διαφόρων τύπων.

Η ζώνη CZ εκτιμάται στα $\approx 80.000 km^2$. Η δυνητική επιχειρησιακή δυνατότητα εντός του νομικού πλαισίου της VL10m (ΕΔΕΝ) εκτείνεται στο 82,2% της έκτασης CZ. Τα σκάφη που φέρουν συνδυασμό διχτύων και παραγαδιών διαφόρων τύπων, εκτιμάται ότι ασκούν αλιευτική δραστηριότητα σχεδόν στο σύνολο της ΕΔΕΝ, τα σκάφη που διαθέτουν παραγάδια στο 74%, ενώ τα σκάφη που διαθέτουν συνδυασμό εργαλείων με παγίδες ή με δράγες το 51,0 και 20,0%, αντίστοιχα. Η ένταση της αλιευτικής δραστηριότητας για τον κάθε συνδυασμό εργαλείων αλλά και συνολικά, παρουσιάζει έντονη χωρική διαφοροποίηση. Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι στην CZ της ανατολικού τμήματος της ηπειρωτικής Ελλάδας, μέρους του βορείου Ιονίου του Κορινθιακού κόλπου και μέρους των νησιών του ανατολικού Αιγαίου δύναται να ασκείται αλιευτική δραστηριότητα με υψηλή ποικιλία αλιευτικών εργαλείων. Αντίθετα στις Κυκλάδες, Σάμο, Ικαρία, Βόρειο δυτική Κρήτη, Δυτική και νοτιά Πελοπόννησο και νότια

Επτάνησα, η αλιεία ασκείται κυρίως με συνδυασμούς δικτυών και παραγαδιών διαφόρων τύπων.

Στην πραγματικότητα ο στόλος κατανέμεται σε επιπλέον 155 λιμάνια-αλιευτικά καταφύγια τα οποία εκτείνονται τόσο μεταξύ όσο και ευρύτερα των λιμανιών απογραφής του, με μικρής κλίμακας μεταβολές στην κατανομή του σε επίπεδο περιφερειακής ενότητας. Έτσι αναμένεται μεγαλύτερη ΕΔΕΝ από αυτή που εκτιμήθηκε παραπάνω, αλλά και σε επίπεδο μικρής χωρικής κλίμακας άμβλυνσή της αλιευτικής έντασης. Επίσης άλλες επισφάλειες στις εκτιμήσεις αφορά στο γεγονός ότι η πραγματική αλιευτική δραστηριότητα του κάθε σκάφους συνδέεται και με άλλους παράγοντες όπως καιρικές συνθήκες στην περιοχή δράσης του σκάφους, το επίπεδο οικονομικής συνεισφοράς στο ατομικό εισόδημα αλλά και την χωρική κατανομή των ειδών στόχων.

STEREOSCOPIC MEASUREMENTS TO BRING INSIGHTS INTO THE MICROHABITAT CHARACTERISTICS OF FRESHWATER FISH

Christina Papadaki^{1*}, Kavvadias Antonis², Sergios Lagogiannis¹, Stamatis Zogaris¹, Elias Dimitriou¹

¹Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biological Resources and Inland Waters, Greece

²Agricultural University of Athens, Department of Natural Resources Management and Agricultural Engineering, Lab. of Soil Science and Agricultural Chemistry

Corresponding author: chrispap@hcmr.gr^{*}¹

Keywords: Stereoscopic analysis, freshwater, fish, habitat

Advancements in technology have broadened the scope of methods available for studying freshwater fish habitat selection, including cost-effective video techniques and hydroacoustic tools. This study conducted freshwater fish monitoring in representative river reaches of the Voidomatis River in northwestern Greece, with a primary focus on analyzing fish microhabitats, particularly in pool-riffle transition zones. Scientific video analysis was employed to achieve this objective. These transition zones are vital for fish due to their diverse habitat characteristics, offering opportunities for feeding, shelter, and migration corridors. Among the main fish species of the area was the West Balkan Trout, *Salmo farioides*. It is often regarded as an indicator species due to its ability to provide valuable insights into the health of aquatic ecosystems through its presence and behavior. Fish were systematically measured directly from underwater video clips using software that integrates measurement algorithms within a video player for efficient analysis across various tasks. With this approach, the steps required to record each measurement were minimized. A hardware was developed to support the set of two side-by-side cameras. Field data collection was conducted in the daytime and high-water transparency. Sampling campaigns took place in June, September and October of 2022. Cameras were positioned facing the thalweg with a distance of 30 cm and 20 degrees angle (inwards) between them. The height of the cameras from the riverbed was adjustable according to the mean water depth ensuring maximum visibility. The recordings were made in 4K video resolution at rate of 30 frames per second (fps) with an aperture of f/8 and f/11. Video files were produced using a stationary stereo pair of GoPro high-definition digital video cameras inside high end aluminum underwater housings. A total of 242 files were merged and synchronized to produce a set of 20 hourly videos. The monitoring activities included videogrammetry estimations of the minimum distance from the riverbed to the fish's lower region (adjacent to the pelvic fin), and fish length measurements (from the tip of the snout to tail). Fish were classified into three size classes based on their lengths: below 10 cm, 10 to 20 cm, and above 20 cm. Correlation and regression analysis was conducted to investigate the relationship between fish sizes and distances from the riverbed. Moreover, mean water depths and velocities were derived from physical habitat

measurements taken at three distinct positions: one directly in front of the stationary hardware within the camera view, and two additional positions located at a distance of 1 m and 2 m from the pair of cameras. An acclimation period of 10 minutes at the beginning of the videos was implemented to minimize disturbance and allow the fish behavior to return to as close to normal as possible. A microhabitat position was defined based on a minimum duration of 3 seconds that a fish spent in the same location, according to relative studies. Two observers measured fish, associating each with a specific code and snapshot. A total of 101 fish were observed. The range of fish sizes observed varied from 5.9 cm to 34.7 cm, with 11 classified as small, 64 as medium-sized, and 26 as large-sized. Among the total number of observed fish, 67 occupied a total of 199 positions, with distances from the cameras ranging between 0.2 and 4.7 meters. The distance from the riverbed was estimated for each of these 199 positions. A positive correlation coefficient (0.6) between fish size and distance from the riverbed was estimated indicating a moderately strong tendency for fish of larger size to be located at greater distances from the riverbed. Additionally, linear regression analysis resulted in an R-squared value of 0.36, indicating a moderate level of predictability in fish size based on their distance from the riverbed. The lower region (adjacent to the pelvic fin) posed challenges due to occasional difficulty in discerning details in the videos. Nearly half (49.7%) of the fish larger than 10 cm selected habitats characterized by mean water depths ranging from 0.8 to 1 m, while 44.6% occupied positions with mean water velocities between 0.1 and 0.2 m/s. This study provided valuable insights into the interactions between fish and freshwater environments, enhancing our understanding of how fish navigate within their microhabitats.



The research project was supported by the Hellenic Foundation for Research and Innovation (H.F.R.I.) under the “2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Post-Doctoral Researchers” (Project Number:454).

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΕΝΔΙΑΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Pinna nobilis* ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Κατσέλης Γεώργιος, Θεοδώρου Ιωάννης, Τσολάκος Κωνσταντίνος*

Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Μεσολόγγι, Νέα κτίρια
30200, gkatselis@upatras.gr, jtheo@upatras.gr, k.tsolakos@upatras.gr

Λέξεις-κλειδιά: *Pinna nobilis*, mapping, *Pinna nobilis* habitat, HSI, NATURA 2000,

Η πίννα *Pinna nobilis* είναι το μεγαλύτερο ενδημικό περφόμορφο δίθυρο στη Μεσόγειο, τα άτομα του οποίου μπορούν να μεγαλώσουν έως και 120 cm. Είναι μακρόβιο δίθυρο (ζει μέχρι 45-50 χρόνια) και διαβιεί στην παράκτια ζώνη, σε βάθη μεταξύ 0.5 και 60 μέτρων (κυρίως μέχρι 30m), σε ποικίλα υποστρώματα και κυρίως εντός θαλάσσιων λιβαδιών.

Το *P. nobilis* έχει μόνιμη προσκόλληση στο υπόστρωμα με περίπου το 35% του μήκους του θαμμένο στον βυθό. Το είδος έχει έναν σημαντικό οικολογικό ρόλο, παρέχοντας σκληρό υπόστρωμα για αποικισμό, αυξάνοντας την εδαφική ανομοιογένεια για τις βενθικές βιοκοινωνίες συμβάλλοντας στη συνολική αύξηση του επιπέδου τοπικής βιοποικιλότητας των θαλάσσιων βενθικών βιοτόπων, αλλά προσφέρει και σημαντικές λοιπές οικοσυστημικές υπηρεσίες όπως βιοφιλτράρισμα και δέσμευση θρεπτικών. Επίσης το είδος ήταν γνωστό για τις θεραπευτικές του ιδιότητες κατά την αρχαία ελληνική και την πρώιμη βυζαντινή περίοδο. Το είδος αποτελεί αντικείμενο προστασίας του δικτύου NATURA 2000 (N2K) ενόσω αφορά σε είδος κρισίμως κινδυνεύον με εξαφάνιση (CR) (IUCN, 2019). Την περίοδο 2016-2020 ο πληθυσμός του μειώθηκε δραματικά σε όλη τη Μεσόγειο λόγω της μαζικής θνησιμότητας του πιέζοντας το είδος προς εξαφάνιση.

Η ανάκαμψη των προσβεβλημένων πληθυσμών πίννας εξαρτάται από την ύπαρξη ζώντων πληθυσμών, την «στρατολόγηση» των ανθεκτικών ατόμων επαναποίκισης των κατάλληλων ενδιαιτημάτων του είδους ως φυσική οδός ή και την στοχευμένη μεταφορά ατόμων σε κατάλληλων ενδιαιτημάτων του είδους. Σε διάφορες μεσογειακές χώρες συμπεριλαμβανομένης της χώρας μας εκπονούνται προγράμματα προς την κατεύθυνση αυτή. Βασικό χωρικό στοιχείο για τα παραπάνω, αφορά η εκτίμηση και η χωρική κατανομή του ενδιαιτήματος του είδους (HS).

Στην παρούσα μελέτη γίνεται εκτίμηση του HS του είδους και η χωρική κατανομή του στην παράκτια ζώνη της Ελλάδας. Τα κριτήρια κατανομής του ενδιαιτήματος αφορούν: η παράκτια ζώνη 0-30m, η μέση ετήσια θερμοκρασία νερού (Tem), η μέση ετήσια αλατότητα (Sal), η συγκέντρωση της χλωροφύλλης (SgP) και η παρουσία/απουσία θαλάσσιων λιβαδιών. Η κλίμακα καταλληλότητας του ενδιαιτήματος (HSI_{score}) υπολογίζεται ως:

$$HSI_{score} = 2 * (Chl_{score} + SgP_{score}) + Tem_{score} + Sal_{score}$$

όπου Tem_{score} 0 όταν $Tem < 10^{\circ}C$ ή $> 30^{\circ}C$, 1 όταν $Tem : 10-15^{\circ}C$ ή $25-30^{\circ}C$ και 2 όταν $Tem : 15-25^{\circ}C$, Sal_{score} 0 όταν $Sal < 30$ psu ή > 40 psu, 1 όταν $Sal : 30-32.5$ psu ή $37-40$ psu και 2 όταν $Sal : 32.5-37$ psu, Chl_{score} 1 όταν $Chl > 2mg/m^3$ και 2 όταν $Chl < 2mg/m^3$ και

SgP_{score} 0 όταν SgP αφορά σε απουσία και 1 όταν αφορά σε παρουσία θαλάσσιων λιβαδιών, αντίστοιχα.

Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα υπόβαθρα ξηράς, βαθυμετρίας (ανάλυση 115x115 m), ημερήσιας αλατότητας, θερμοκρασίας και χλωροφύλλης του 2016 (ανάλυση 4.5x4.5 km, 1x1 km & 1x1 km αντίστοιχα), το υπόβαθρο παρουσίας/απουσίας υποθαλάσσιων φανερόγαμων και το υπόβαθρο περιοχών NATURA 2000 (N2K) από όπου διατηρήθηκαν μόνο αυτοί που αφορούν στις θαλάσσιες περιοχές. Τέλος χρησιμοποιήθηκε γεωχωρική βάση δεδομένων παρουσίας του είδους που δημιουργήθηκε για την παρούσα μελέτη που αφορά σε διάφορες πηγές (προστατευόμενο αντικείμενο σε περιοχές N2K, επιστημονική βιβλιογραφία, Citizen science και δημοσιεύτα δεδομένα).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η έκταση του HS του είδους στην Ελλάδα είναι 14066km², ενόσω η χωρική κατανομή του είναι σε συμφωνία με τα στοιχεία χωρικής κατανομής της παρουσίας του είδους. Το 90% της έκτασης αυτής να είναι υψηλής καταλληλότητας ενδιαιτήματος (HSIscore: 6-10). Το 54% της έκτασης του HS βρίσκεται εντός 254 περιοχών N2K, εκ των οποίων το είδος είναι προστατευόμενο αντικείμενο σε 83 περιοχές N2K οι οποίες καλύπτουν το 23.4% του συνολικού ενδιαιτήματος του είδους. Επιπλέον φαίνεται ότι 8 περιοχές N2K που το είδος δεν είναι προστατευόμενο αντικείμενο, αλλά ο καθένας καλύπτει σημαντική έκταση (>120km² HS) υψηλής καταλληλότητας ενδιαιτήματος (HSIscore: 6-10) του είδους. Οι τελευταίες περιοχές καλύπτουν συνολικά 1870 Km² HS (13.3% του συνόλου) ενόσω μία από αυτές (Αμβρακικός κόλπος) αφορά σε μια εκ των δύο περιοχών όπου έχει εντοπισθεί απόθεμα ζωντανών ατόμων του είδους ύστερα από την μαζική θνησιμότητα. Τα παραπάνω στοιχεία αλλά και τα παραγόμενα γεωχωρικά προϊόντα της παρούσας είναι σημαντικά για τον σχεδιασμό προγραμμάτων ανάκαμψης του πληθυσμού του είδους αλλά και για την προστασία του.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΓΡΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΝΑΛΙΩΝ Sentinel-2 MSI ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Δημούδη Ανδρονίκη*, Δομενικιώτης Χρήστος, Νεοφύτου Νικόλαος

Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών
Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Φυτόκο, 38446, Βόλος

*Υπεύθυνος συγγραφέας: Δημούδη Ανδρονίκη (andimoudi@uth.gr)

Λέξεις-κλειδιά: Ιχθυοκαλλιέργεια, Διαλυμένο οξυγόνο, Πολυσυγγραμμικότητα, VIF, PCA

Το διαλυμένο οξυγόνο αποτελεί μία εξαιρετικά σημαντική παράμετρο για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού σε περιοχές όπου δραστηριοποιούνται μονάδες θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας. Μια κοινή πρακτική για την εκτίμηση της συγκέντρωσής του αποτελούν οι επιτόπιες μετρήσεις. Οι μετρήσεις αυτές, αν και χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια, δεν παρέχουν πληροφορίες αναφορικά με τις χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις του, ενώ χαρακτηρίζονται ως χρονοβόρες, με ιδιαίτερα αυξημένο κόστος. Η τηλεπισκόπηση παρέχοντας σχεδόν συνεχή χωρική κάλυψη και υψηλής ανάλυσης δορυφορικά δεδομένα θεωρείται ένα πολύτιμο εργαλείο για την παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός των φασματικών καναλιών του Sentinel-2 MSI, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως πιθανές μεταβλητές πρόβλεψης για την εκτίμηση του διαλυμένου οξυγόνου, εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, επιλέχθηκαν οι εγκαταστάσεις θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας στις νοτιοανατολικές ακτές του Παγασητικού κόλπου. Πραγματοποιήθηκαν δύο εποχιακές δειγματοληψίες και λήφθηκαν μετρήσεις διαλυμένου οξυγόνου από ένα πλέγμα 24 δειγματοληπτικών σταθμών. Για κάθε εποχή, επιλέχθηκε μία πολυφασματική δορυφορική εικόνα. Με βάση τις συντεταγμένες των σημείων δειγματοληψίας, έγινε η αντιστοίχιση των εικονοστοιχείων με κάθε σημείο και εξήχθησαν οι τιμές των εικονοστοιχείων για κάθε φασματικό κανάλι. Τα δεδομένα από τα φασματικά κανάλια B1, B9 και B10 αξιολογήθηκαν ως ακατάλληλα, λόγω της χαμηλής χωρικής διακριτικής τους ικανότητας, και ως εκ τούτου δεν χρησιμοποιήθηκαν. Οι στατιστικές διαδικασίες που ακολουθήθηκαν πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics έκδοση 29.0 για Windows. Αξιολογήθηκε η “πολυσυγγραμμικότητα”, μία προϋπόθεση οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πρώτου εφαρμοστεί μία γραμμική παλινδρόμηση. Η πολυσυγγραμμικότητα παρατηρείται όταν υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών πρόβλεψης και μπορεί να οδηγήσει σε εκτίμηση μη αξιόπιστων συντελεστών παλινδρόμησης, ενώ παράλληλα καθιστά δύσκολη την αξιολόγηση της σημαντικότητας κάθε μεμονωμένης μεταβλητής. Στις πολυφασματικές εικόνες, η πολυσυγγραμμικότητα είναι ένα φαινόμενο το οποίο παρατηρείται μεταξύ των φασματικών καναλιών. Ως διαγνωστικό μέτρο ελέγχου της πολυσυγγραμμικότητας

χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης διακύμανσης πληθωριστικού παράγοντα (Variance Inflation Factor - VIF). Προβλήματα πολυσυγγραμικότητας ($VIF \geq 10$), παρουσιάστηκαν για τα περισσότερα από τα κανάλια. Για τη μείωση της πολυσυγγραμικότητας ακολουθήθηκαν δύο διαφορετικές τεχνικές. Η πρώτη βασίστηκε στο δείκτη VIF. Αφαιρέθηκαν, σταδιακά, τα κανάλια με υψηλό VIF και επιλέχθηκαν εκείνα με τη χαμηλότερη συσχέτιση (B2, B3, B4, B5 και B11, $VIF < 6$). Εφαρμόστηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση και ελέγχθηκαν το επίπεδο σημαντικότητας (p -value) και ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2), υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο είναι σημαντικό ($p < 0,001$), με $R^2 = 0,73$. Βρέθηκε ότι τα κανάλια B3 ($p < 0,001$) και B5 ($p < 0,05$) συνεισφέρουν σημαντικά στην πρόβλεψη του διαλυμένου οξυγόνου, με το κανάλι B3 να έχει την μεγαλύτερη επίδραση. Η δεύτερη τεχνική βασίστηκε στην ανάλυση κύριων συνιστωσών (Principal Component Analysis - PCA), δημιουργώντας συνιστώσες, οι οποίες αν και περιλαμβάνουν τις περισσότερες πληροφορίες από τις αρχικές μεταβλητές είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους ($VIF = 1$). Εξήχθησαν συνολικά 10 συνιστώσες (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10), όσο και το πλήθος των αρχικών μεταβλητών πρόβλεψης. Παρόμοια, εφαρμόστηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση ($p < 0,001$, $R^2 = 0,77$) με όλες τις συνιστώσες και βρέθηκε ότι οι C2 ($p < 0,001$), C1, C3 και C6 ($p < 0,05$), που περιλαμβάνουν περίπου το 96% της μεταβλητότητας των δεδομένων, αποτελούν τις σημαντικότερες μεταβλητές πρόβλεψης για το διαλυμένο οξυγόνο. Η συνιστώσα C2 παρουσίασε τη μεγαλύτερη επίδραση. Προέκυψε ότι μεταξύ του καναλιού B3 και της συνιστώσας C2 υπάρχει απόλυτα θετική συσχέτιση ($r = 1$), ενώ παράλληλα επιβεβαιώθηκε η υψηλή συσχέτιση και των δύο με το διαλυμένο οξυγόνο ($r = -0,78$). Υψηλή θετική συσχέτιση ($r = 0,94$) βρέθηκε για το κανάλι B5 και τη συνιστώσα C1. Τα κανάλια B3 και B5 φαίνεται να αποτελούν τις πιο σημαντικές μεταβλητές για την εκτίμηση του διαλυμένου οξυγόνου, παρατήρηση, η οποία επιβεβαιώνεται και από τα δύο μοντέλα. Οι 10 συνιστώσες που εξήχθησαν από την PCA θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως πιθανές μεταβλητές πρόβλεψης, αντιμετωπίζοντας την πολυσυγγραμικότητα και διατηρώντας παράλληλα την πληροφορία που προσφέρεται από το σύνολο των φασματικών καναλιών. Ωστόσο, περαιτέρω έρευνα θα πρέπει να διεξαχθεί, λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα από νέες δειγματοληψίες, προκειμένου να επαληθευτεί η συμβολή τους στην εκτίμηση του διαλυμένου οξυγόνου.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΦΩΛΕΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΙΣΒΟΛΙΚΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Lepomis gibbosus* ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΗΓΩΝ ΑΩΟΥ

Ζίου Αθηνά^{1(*)}, Δουλιγέρη Σ. Αλεξάνδρα², Κοράκης Αθανάσιος³, Μουτόπουλος Κ. Δημήτριος⁴, Κατσέλης Γεώργιος⁴

¹Υποψήφια διδάκτορας, Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, Ιερά Πόλη Μεσολογγίου 30200 - email: up1096919@upatras.gr

²Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, Ιερά Πόλη Μεσολογγίου 30200 - email: adouligeri@upatras.gr

³Ο.Φ.Υ.Π.Ε.Κ.Α, Μονάδα Εθνικού Πάρκου Βόρειας Πίνδου, Ασπράγγελοι Τ.Κ. 44007, Δήμου Ζαγορίου, Ιωάννινα - email: mdpp.northernpindos@necca.gov.gr

⁴Καθηγητής, Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, Ιερά Πόλη Μεσολογγίου 30200 - email: gkatselis@upatras.gr

Λέξεις-κλειδιά: *Lepomis gibbosus*, εισβολικό είδος, ζώνη φωλεοποίησης, χαρτογραφηση, ΤΛ Πηγών Αώου

Το ηλιόψαρο, *Lepomis gibbosus*, είναι ένα εισβολικό είδος ψαριού που έχει πρόσφατα εισαχθεί στην τεχνητή λίμνη πηγών Αώου. Τα εισβολικά είδη είναι γνωστό ότι προκαλούν δυσμενείς περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις, όπως αλλαγές στους πληθυσμούς των αυτόχθονων ειδών, μεταφορά παθογόνων και σημαντικές μη αναστρέψιμες αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα αυτών, τα εισβολικά είδη έχουν αποτελέσει αντικείμενο διεθνών συμφωνιών, πρωτοβουλιών, κανονισμών και στρατηγικών διατήρησης, με στόχο την πρόληψη της εξάπλωσης τους, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την έγκαιρη εξάλειψη και διαχείριση των εγκατεστημένων πληθυσμών. Το *L. gibbosus* παρουσιάζει μια ιδιαίτερη αναπαραγωγική συμπεριφορά καθώς τα αρσενικά άτομα του είδους συνωστίζονται στην ίδια περιοχή, δημιουργούν φωλιές και προσελκύουν τα θηλυκά άτομα του είδους. Το *L. gibbosus* προτιμά ενδιαιτήματα ρηχά, με μικρή κίνηση του νερού και αρκετή βλάστηση και το εύρος της θερμοκρασίας που διαβιεί κυμαίνεται από τους 4°C έως τους 30°C. Η μελέτη της αναπαραγωγικής συμπεριφοράς και της φωλεοποίησης του *L. gibbosus* στο εν λόγω οικοσύστημα, είναι πολύ σημαντική για τη διαχείρισή του πληθυσμού του.

Έτσι, έγινε καταγραφή των περιοχών φωλεοποίησης του *L. gibbosus* κατά την αναπαραγωγική του περίοδο στη λίμνη, καταγράφοντας κατά μήκος της λίμνης τις ορατές φωλιές μέσα στο νερό αλλά και στον αποξηραμένο πυθμένα, ύστερα από πτώση της στάθμης του νερού λόγω της λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού. Παράλληλα, έγινε καταγραφή του υποστρώματος που παρατηρήθηκε η φωλεοποίηση (λασπώδες, λασπώδες-αμμώδες, αμμώδες, αμμώδες-χαλικώδες, χαλικώδες, χαλικώδες-πετρώδες, πετρώδες), το ποσοστό κάλυψης με υδρόβια βλάστηση της περιοχής (0%, 25%, 50%, 75% και 100%) και την ύπαρξη απορροής ρυακιού στην περιοχή.

Η ακτογραμμή της λίμνης αποτελείται από πολλούς κολπίσκους, που σύμφωνα με τις αναπαραγωγικές απαιτήσεις του είδους, δημιουργούν έναν σημαντικό αριθμό πιθανών αναπαραγωγικών πεδίων. Τα φράγματα βρίσκονται στη βορειοδυτική πλευρά της λίμνης και το κυρίως φράγμα βρίσκεται βορειότερα από τα υπόλοιπα. Η περιοχή που εκτείνεται δεξιά του κυρίως φράγματος χαρακτηρίζεται από απότομες πλαγιές, βράχια και λιθορριπές. Στο δυτικό, ανατολικό και νότιο τμήμα της λίμνης τόσο η κλίση του βυθού όσο και το υπόστρωμα συνθέτουν τις κατάλληλες συνθήκες για τη φωλεοποίηση του είδους.

Για τον προσδιορισμό της ζώνης φωλεοποίησης του είδους, αναλύθηκαν και συσχετίστηκαν τα στοιχεία της χωρικής κατανομής των φωλιών από τις επισκέψεις στο πεδίο, με δορυφορικές εικόνες από την αποστολή Sentinel-2 (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) και τις ημερήσιες καταγραφές της στάθμης της λίμνης από το σταθμό της ΔΕΗ. Στη συνέχεια τα στοιχεία αυτά συσχετίστηκαν και χαρτογραφήθηκαν σε γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS). Ταυτόχρονα, εκτιμήθηκαν παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχή αναπαραγωγή του ηλιόψαρου, όπως το υπόστρωμα φωλεοποίησης, το ποσοστό υδρόβιας βλάστησης κτλ. Το μεγαλύτερο ποσοστό φωλιών του είδους καταγράφηκε στο νοτιοδυτικό τμήμα της λίμνης, σε περιοχές με λασπώδες-αμμώδες υπόστρωμα (53,4%), το 18,4% σε λασπώδες, το 13,6% σε χαλικώδες-πετρώδες, το 10,2% σε πέτρες και το 4,1% σε αμμώδες-χαλικώδες υπόστρωμα και χαμηλό ποσοστό υδρόβιας βλάστησης.

Η φωλεοποίηση υπολογίστηκε ότι έλαβε χώρα σε βάθος μέχρι 1,6m και η ζώνη φωλεοποίησης του ηλιόψαρου στη λίμνη εκτιμήθηκε ίση με 1,97 km². Η έκταση που καταγράφεται φωλεοποίηση εντός της παραπάνω ζώνης ήταν 0,33 km², καθώς τόσο η κλίση του βυθού όσο και το υπόστρωμα συνθέτουν τις κατάλληλες συνθήκες για τη φωλεοποίηση του είδους. Το είδος, φαίνεται να αναπαράγεται σε ένα μικρό τμήμα της λίμνης και έτσι καθίσταται πιθανά ευάλωτο σε εστιασμένες επί της αναπαραγωγικής διαδικασίας δράσεις για την απομείωση του πληθυσμού του ή για την εκρίζωση του είδους από το οικοσύστημα.



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII: Κλιματική αλλαγή – Φυσικές Καταστροφές (I)

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΙΓΙΔΟΦΟΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ DANIEL ΚΑΙ ELIAS ΜΕ ΕΣΤΙΑΣΗ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ

Μ. Σπηλιωτόπουλος¹, Ν.Ρ. Δαλέζιος¹, Φαρασλής Ι.², Σ. Σακελλαρίου¹, Ν. Αλπανάκης¹,
Γ.Α. Τζιάτζιος¹, Π. Σιδηρόπουλος¹, Ν. Μυλόπουλος¹, Ν. Δέρκας³, Ε. Μπρισσίμης¹
και Ν. Καντερές⁴

¹Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

²Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα

³Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

⁴τ. Διευθυντής Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ)

Λέξεις-κλειδιά: Καταιγίδες, πλημμύρες, βαρομετρικό χαμηλό, αντικυκλώνας, Ωμέγα εμποδιστής, Ψυχρή Λίμνη, δορυφορικά στοιχεία.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα βασικά μετεωρολογικά και δορυφορικά χαρακτηριστικά δύο εξαιρετικά ακραίων και έντονων καταιγιδοφόρων συστημάτων, DANIEL (4-7/9/2023) και ELIAS (25-28/9/2023), που έπληξαν την Ελλάδα και κυρίως τη Θεσσαλία. Στο σύστημα DANIEL, αρχικά υπήρξε αποκοπή ψυχρών αερίων μαζών από τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας πάνω από την Ευρώπη, που τροφοδότησε τη δημιουργία της Ψυχρής Λίμνης. Αυτό προκάλεσε τον έντονο κυματισμό του αεροχειμάρρου, που οδήγησε στην ανάπτυξη ενός εκτεταμένου πεδίου υψηλών πιέσεων (αντικυκλώνα) πάνω από την Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, γνωστόν ως Ωμέγα εμποδιστής (Omega blocking). Συγχρόνως, στην περιοχή μας, δηλαδή στα όρια του Ωμέγα εμποδιστή, οι ψυχρές αέριες μάζες στη μέση και ανώτερη ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με την επικράτηση θερμών και υγρών αερίων μαζών στην κατώτερη ατμόσφαιρα πάνω από την Αδριατική και το Ιόνιο πέλαγος, συνέβαλαν στην ανάπτυξη έντονης ατμοσφαιρικής αστάθειας και εκτεταμένων καταιγίδων πάνω από την περιοχή μας. Ειδικότερα, η ύπαρξη υψηλών θερμοκρασιών στην επιφάνεια της θάλασσας στο Ιόνιο ($26-29.5^{\circ}\text{C}$) και στο υπερκείμενο βαρομετρικό χαμηλό, που αναπτύχθηκε, συνέβαλαν στη δημιουργία κλασσικών συνθηκών τροπικού κυκλώνα, με έντονη κυκλωνική κυκλοφορία και ατμοσφαιρική αστάθεια στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου. Δηλαδή, υπήρξε έντονη μεταφορά υδρατμών σε μεγάλο βάθος της ατμόσφαιρας από το Αιγαίο προς την Ανατολική ηπειρωτική χώρα με επίκεντρο τη Θεσσαλία, που οφείλεται στη θέση και στη χαμηλή ταχύτητα μετακίνησης της Ψυχρής Λίμνης, και συνέβαλαν στην επικράτηση επίμονων ανατολικών ανέμων από το έδαφος μέχρι τα 11.000 μέτρα ύψος περίπου. Συγχρόνως, η αλληλοεπίδραση των ορεινών όγκων με την ισχυρή μεταφορά υδρατμών συνέβαλαν στην εκδήλωση ραγδαίων βροχοπτώσεων, όπως στο Πήλιο. Επιπρόσθετα, η μεταφορά ρυπαντών από τη Θράκη προς το Πήλιο και τη Θεσσαλία, λόγω των δασικών πυρκαγιών, που προηγήθηκαν, ενδέχεται να συνέβαλαν στην περαιτέρω αύξηση των ποσών βροχής στη Θεσσαλία.

Στο σύστημα ELIAS, υπήρξε ένα πεδίο υψηλών πιέσεων (αντικυκλώνας) πάνω από τη Δυτική Ευρώπη στις 24/9/2023, που προκάλεσε τη μεταφορά ψυχρών αερίων μαζών από



5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

τις Άλπεις και τα Βαλκάνια προς την Ιταλία. Στη συνέχεια, το σύστημα αυτό χαμηλών πιέσεων απομονώθηκε πάνω από το Ιόνιο πέλαγος και δημιούργησε ευνοϊκές συνθήκες για ανάπτυξη έντονων καταιγίδων στην Ελλάδα. Στο διάστημα 25-28/9/2023 σημειώθηκαν σοβαρές πλημμύρες στη Στερεά Ελλάδα και τη Θεσσαλία.

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Κωνσταντινίδης Αλέξανδρος^{1*}, Μπότσης Δημήτριος², Σπυρίδης Άνθιμος³

¹Λέκτορας Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Τέρμα Μαγνησίας, Σέρρες 62124, akonsta@ihu.gr

²Επιστημονικός Συνεργάτης, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Τέρμα Μαγνησίας, Σέρρες 62124, dimbotsis@ihu.gr

³Δρ. Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, ΑΠΘ, Θερμοπυλών 53, Θεσσαλονίκη 54248, anthimos.spyridis@gmail.com

Λέξεις-κλειδιά: Ξηρασία, μηχανική μάθηση, δείκτης τυποποιημένης βροχόπτωσης, βροχόπτωση,

Οι ξηρασίες είναι μετεωρολογικά φαινόμενα που συμβαίνουν και θα συνεχίσουν να συμβαίνουν διαχρονικά και επηρεάζουν σοβαρά την πορεία του ανθρώπινου πολιτισμού, προκαλώντας καταστροφή πολιτισμών, μεταναστεύσεις πληθυσμών, εκατομμύρια θανάτους ανθρώπων από μετάδοση ασθενειών και έλλειψη τροφίμων. Πολλοί είναι οι τομείς που πλήττονται από τις επιπτώσεις της ξηρασίας είτε άμεσα είτε έμμεσα, όπως ο πρωτογενής τομέας της γεωργίας, ο τομέας του περιβάλλοντος, αλλά και οικονομικοί τομείς. Ένας από τους πιο πληττόμενους τομείς είναι η γεωργία. Η ξηρασία μειώνει τις αποδόσεις των καλλιεργειών, αυξάνει το κόστος της άρδευσης, αναγκάζει στη διάνομιξη περισσότερων γεωτρήσεων, αυξάνει το κόστος των ζωοτροφών και της παροχής νερού στα ζώα. Έμμεσα θίγεται και η γεωργική βιομηχανία που προμηθεύει τα μηχανήματα και εργαλεία για τη γεωργική καλλιέργεια και κτηνοτροφία λόγω απώλειας αγορών.

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την διατήρηση και βελτιστοποίηση της αγροτικής παραγωγής είναι ο μετριασμός των επιπτώσεων της ξηρασίας. Μία σημαντική πτυχή για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η πρόβλεψη της εξέλιξης του φαινομένου της ξηρασίας με βάση τις συνθήκες που διαμορφώνονται από τις κλιματικές μεταβολές. Η πρόβλεψη της ξηρασίας θα επέτρεπε τον μετριασμό των κινδύνων που συνδέονται με τις επιπτώσεις του φαινομένου στις αγροτικές καλλιέργειες και στο περιβάλλον, ενώ θα παρείχε τη δυνατότητα στους άμεσα ενδιαφερόμενους να λαμβάνουν μέτρα πρόληψης σχετικά με τη διαχείριση των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Η υδρολογική πρόβλεψη της ξηρασίας είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο που σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα του νερού. Ως υδρολογικό φαινόμενο χαρακτηρίζεται από χωροχρονική μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών του, που σχετίζεται με μη γραμμικές και σύνθετες συμπεριφορές και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, γεγονός που το καθιστά δύσκολο στην προσομοίωση του.

Στην παρούσα ερευνητική εργασία εφαρμόζονται μέθοδοι μηχανικής μάθησης και συγκεκριμένα τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης για την πρόβλεψη της ξηρασίας σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Γενικά τα μοντέλα

μηχανικής μάθησης έχουν γίνει πολύ δημοφιλή στην υδρολογική πρόβλεψη επειδή είναι αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση των μη γραμμικών χαρακτηριστικών των υδρολογικών δεδομένων. Ένα ακόμη πλεονέκτημα των μοντέλων μηχανικής μάθησης είναι ο γρήγορος υπολογιστικός χρόνος και το γεγονός ότι δεν εξαρτώνται από τις φυσικές παραμέτρους και μεταβλητές που επηρεάζουν το υδρολογικό φαινόμενο, το οποίο καλούνται να προσομοιώσουν.

Για την εκτίμηση της ξηρασίας έχουν αναπτυχθεί αρκετοί δείκτες, που έτυχαν ευρείας εφαρμογής. Ωστόσο αρκετοί από αυτούς παρουσιάζουν περιορισμούς, τους οποίους ξεπέρασε ο δείκτης τυποποιημένης βροχόπτωσης (Standardized Precipitation Index – SPI). Στο πλαίσιο της παρούσας ερευνητικής εργασίας επιλέχθηκε ο συγκεκριμένος δείκτης για να αντιπροσωπεύσει την υδρολογική ξηρασία στη λεκάνη απορροής.

Η εφαρμογή των μοντέλων που αναπτύχθηκαν, έγινε στη λεκάνη απορροής του ποταμού Γαλλικού στη Κεντρική Μακεδονία, η οποία περιλαμβάνει εκτεταμένες αγροτικές εκτάσεις που παρουσιάζουν σημαντική αγροτική παραγωγή. Για την προσομοίωση του φαινομένου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα βροχόπτωσης από τέσσερεις βροχομετρικούς σταθμούς που βρίσκονται εντός της λεκάνης απορροής ή πολύ κοντά της και αναπαριστούν ικανοποιητικά τις τοπικές κλιματικές συνθήκες βροχόπτωσης. Τα μοντέλα αυτά παρήγαγαν πληροφορίες σχετικά με την πρόβλεψη του δείκτη SPI, για τις περιοχές που βρίσκονται πλησίον των σταθμών. Αυτά τα αποτελέσματα δύνανται να χρησιμοποιηθούν τόσο για τον συνολικό χαρακτηρισμό της υδρολογικής λεκάνης σχετικά με την πρόβλεψη εμφάνισης του φαινομένου ξηρασίας στην περιοχή, όσο και για την εφαρμογή διαδικασίας χωρικής παρεμβολής, ώστε η πρόβλεψη αυτή να αναλυθεί με λεπτομέρεια σε κάθε θέση της περιοχής που καταλαμβάνει η υδρολογική λεκάνη.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις προσομοιώσεις δείχνουν ότι τα μοντέλα μηχανικής μάθησης είναι ικανά να προβλέπουν την ξηρασία με ικανοποιητική ακρίβεια. Ειδικότερα, η χρήση των μοντέλων που αναπτύχθηκαν στην υδρολογική πρόβλεψη ξηρασίας είναι πολλά υποσχόμενη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό, ιδιαίτερα τη στιγμή που εφαρμόζεται στη χώρα μας το πρόγραμμα του Ψηφιακού Μετασχηματισμού του Γεωργικού Τομέα, όπου αναμένεται να εκπληρώσει και έναν από τους βασικούς του στόχους, που είναι η αξιοποίηση του μεγάλου όγκου των δεδομένων που διαθέτει το ΥπΑΑΤ, για τους σκοπούς της καταγραφής των τάσεων, της πρόβλεψης εξελίξεων και της ανάλυσης κινδύνων.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΕΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Δρ. Συκάς Δημήτριος*, Ζωγραφάκης Δημήτριος, Επ. Καθ. Δεμέστιχας Κωνσταντίνος
Εργαστήριο Πληροφορικής - Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Λέξεις-κλειδιά: Δασικές πυρκαγιές, Βαθιά μάθηση, Δορυφορικά δεδομένα Sentinel-1 και Sentinel-2, Μοντέλα μηχανικής μάθησης, Πρόβλεψη μεγέθους και σχήματος πυρκαγιών

Η Ελλάδα αντιμετωπίζει συχνά το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών, με συνέπειες που εκτείνονται από περιβαλλοντικές ζημιές μέχρι ανθρώπινες απώλειες. Η πρόγνωση της σοβαρότητας αυτών των φυσικών καταστροφών αποτελεί πρόκληση για τις αρχές και τους φορείς προστασίας του πολίτη. Στην παρούσα δημοσίευση, παρουσιάζουμε μία συγκριτική μελέτη νέων μοντέλων βαθιάς μάθησης που εφαρμόζονται στην πρόβλεψη του μεγέθους και του σχήματος δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, χρησιμοποιώντας το σύνολο δεδομένων EO4WildFires.

Το σύνολο δεδομένων EO4WildFires παρέχει μια εκτενή βάση πληροφοριών για την ανάλυση και πρόβλεψη της σοβαρότητας δασικών πυρκαγιών μέσω της χρήσης δορυφορικών και μετεωρολογικών δεδομένων. Περιλαμβάνει δεδομένα από τα δορυφορικά συστήματα Sentinel-1 και Sentinel-2, τα οποία προσφέρουν εικόνες σε υψηλή ανάλυση και πολλαπλές φασματικές ζώνες (spectral bands), ενώ ενσωματώνει επίσης μετεωρολογικά δεδομένα που περιλαμβάνουν θερμοκρασία, υγρασία, και άλλες σχετικές παραμέτρους. Το EO4WildFires διαθέτει επίσης μια ιστορική βάση δεδομένων που καλύπτει πολλαπλές περιοχές σε όλη την έκταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των γύρω χωρών και χρονικές περιόδους, προσφέροντας έτσι μια πολύτιμη πηγή για την εκπαίδευση και την επαλήθευση μοντέλων μηχανικής μάθησης. Αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν την εφαρμογή σύνθετων αλγορίθμων για την ακριβή πρόβλεψη και την ανάλυση των δασικών πυρκαγιών, συμβάλλοντας στη βελτίωση των στρατηγικών πρόληψης και ανταπόκρισης.

Με βάση πολυπαραμετρικά δεδομένα από δορυφορικές εικόνες των συστημάτων Sentinel-1 και Sentinel-2, καθώς και μετεωρολογικά δεδομένα, αναπτύχθηκαν μοντέλα Μηχανικής Μάθησης που εκπαιδεύονται με σκοπό να προβλέπουν την έκταση και το σχήμα των πυρκαγιών. Η έρευνα εστιάζει στη χρήση δικτύων εικονικής ανάλυσης (convolutional neural networks) και τεχνολογιών μετασχηματιστών (visual transformers) οπτικών δεδομένων, με την προοπτική να αναγνωρίσει την καταλληλότερη αρχιτεκτονική για την ακριβή πρόβλεψη.

Οι πειραματικές διαδικασίες επικεντρώθηκαν στην αξιολόγηση της ακρίβειας, της ευαισθησίας και της ακρίβειας των μοντέλων στο να προβλέπουν το μέγεθος και το σχήμα των δασικών πυρκαγιών με βάση την έκταση της καμένης έκτασης και την

αντίστοιχη περίμετρο. Επιπρόσθετα, αναπτύχθηκαν μετρικές που επιτρέπουν την συγκρίσιμη αξιολόγηση της απόδοσης διαφορετικών αρχιτεκτονικών, διευκολύνοντας την επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου για εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το σύνολο δεδομένων EO4WildFires αποκάλυψαν σημαντικές δυνατότητες των νέων μοντέλων μηχανικής μάθησης στην πρόβλεψη της σοβαρότητας δασικών πυρκαγιών. Τα μοντέλα, βασισμένα τόσο σε τεχνολογίες εικονικής ανάλυσης όσο και σε μετασχηματιστές οπτικών δεδομένων, έδειξαν υψηλή ακρίβεια στο να προβλέπουν τις επιφάνειες που θα επηρεαστούν από φωτιές, υποδεικνύοντας την επερχόμενη ένταση των πυρκαγιών σε περίπτωση που αυτές συμβούν. Μετρικές όπως η ακρίβεια, η ευαισθησία και το ποσοστό επικάλυψης (Intersection of Union; IoU) υποδεικνύουν την ικανότητα των μοντέλων να αποτυπώνουν με επιτυχία την πραγματική κατανομή των καμένων εκτάσεων. Πιο συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν τα:

- Το F1 Score μετρά την ισορροπία μεταξύ ακρίβειας και ανάκλησης, υποδεικνύοντας την ακρίβεια του μοντέλου.
- Η βαθμολογία IoU αξιολογεί την επικάλυψη μεταξύ των προβλεπόμενων και των πραγματικών καμένων εκτάσεων.
- Το aPD υπολογίζει τη μέση διαφορά μεταξύ της προβλεπόμενης και της πραγματικής καμένης έκτασης, αντανakλώντας την ακρίβεια των μοντέλων στην εκτίμηση των επιπτώσεων των πυρκαγιών.

Η ενσωμάτωση δορυφορικών και μετεωρολογικών δεδομένων συνέβαλε στην ενίσχυση των προβλεπτικών δυνατοτήτων, ενώ η συνεχής βελτίωση των αλγορίθμων προσφέρει νέες προοπτικές για την ανάπτυξη ακόμα πιο αποτελεσματικών μεθόδων στο μέλλον.

Η ανάλυση αυτή των αποτελεσμάτων δείχνει ότι τα μοντέλα που βασίζονται σε τεχνολογίες μετασχηματιστών παρουσιάζουν υψηλότερη ευελιξία και ακρίβεια στην πρόβλεψη της εξέλιξης και της δυναμικής των πυρκαγιών σε σύγκριση με παραδοσιακά μοντέλα, προσφέροντας έτσι έναν πολύτιμο πόρο για την πρόβλεψη και την αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα. Τα ευρήματα της έρευνας έχουν εφαρμογές στη βελτίωση των προγραμμάτων πρόληψης και στη διαχείριση φυσικών καταστροφών, καθώς και στην ενίσχυση της ασφάλειας των πολιτών μέσω αποτελεσματικότερης ανταπόκρισης σε περιβαλλοντικές κρίσεις.

Acknowledgement: This study has been conducted in the framework of the SILVANUS project. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 101037247. The contents of this publication are the sole responsibility of the authors and can in no way be taken to reflect the views of the European Commission.

Αναγνώριση Χρηματοδότησης: Η παρούσα μελέτη διεξήχθη στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου SILVANUS. Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας «Ορίζοντας 2020» της Ευρωπαϊκής Ένωσης (101037247). Το περιεχόμενο της παρούσας δημοσίευσης αποτελεί αποκλειστική ευθύνη των συγγραφέων και σε καμία

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αντικατοπτρίζει τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΜΠΕΛΩΝΩΝ ΤΩΝ ΜΕΛΑΜΠΩΝ ΡΕΘΥΜΝΟΥ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΧΩΡΙΚΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ

Παλαιολόγου Παλαιολόγος^{1*} και Ταμπέκης Στέργιος¹

¹Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος,
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Καρπενήσι

* E-mail: palaiologou@aua.gr

Λέξεις-κλειδιά: Minimum Travel Time, Κρήτη, Αντιπυρικός Σχεδιασμός, FlamMap

Οι δασικές πυρκαγιές στην ευρύτερη περιοχή του νότιου Ρέθυμνου έχουν αποδειχτεί πολλαπλώς επιζήμιες για την τοπική οικονομία, που βασίζεται κυρίως σε αγροτικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Η πυρκαγιά που έκαψε τους αμπελώνες των Μελάμπων την 15η Ιουλίου του 2022 είναι μία τέτοια χαρακτηριστική και καταστροφική πυρκαγιά με αρνητικές επιπτώσεις που προκλήθηκαν από την απώλεια δεκάδων στρεμμάτων αμπελώνων και ελαιώνων. Δεν είναι μόνο οι άμεσες οικονομικές απώλειες που είναι εμφανείς και μετρήσιμες, είναι και η ψυχολογική επιβάρυνση και απογοήτευση που προκλήθηκε η οποία αν δεν επιτευχθεί η αναστροφή της μπορεί να προκαλέσει και κοινωνικά προβλήματα όπως η μετανάστευση και έξοδος των νέων ανθρώπων από την περιοχή, αλλά και ανάσχεση των επενδύσεων και της επιχειρηματικότητας των νέων. Είναι επομένως επιτακτική η ανάγκη για τη λήψη μέτρων που θα μετριάσουν τις αρνητικές κοινωνικοοικονομικές και ψυχολογικές επιπτώσεις.

Ακόμα σημαντικότερο όμως είναι να μπορέσουμε να κατανοήσουμε τα ιστορικά πρότυπα των πυρκαγιών της περιοχής και να προβλέψουμε, στο μέτρο του εφικτού, το πως μελλοντικές πυρκαγιές μπορεί να αρχίσουν και εξελιχθούν σε μεγάλης κλίμακας, απειλώντας εκ νέου καλλιέργειες, οικισμούς και ανθρώπους. Η ιδιομορφία της περιοχής σε σχέση με άλλες πυρόπληκτες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδος είναι ότι η βλάστηση δεν είναι δενδρώδης δασική αλλά φρυγανική και χορτολιβαδική με αποτέλεσμα να μην έχει έντονες οικολογικές επιπτώσεις, έχοντας την εγγενή ιδιότητα να ανακάμπτει πλήρως στην πρωτότερη κατάσταση έπειτα από 3 έως 5 έτη. Αυτό είναι θετικό από την οικολογική θέση, αλλά άκρως αρνητικό και ανησυχητικό από τη σκοπιά της πυροπροστασίας εφόσον σύντομα, η βιομάζα ξαναγίνεται επαρκής ώστε να προκαλέσει μία ακριβώς όμοια πυρκαγιά όπως αυτή που έκαψε πριν τρία ή πέντε χρόνια. Αυτό όπως είναι εύκολα κατανοητό δεν συμβαίνει σε δάση κωνοφόρων ή πλατυφύλλων, στα οποία η βλάστηση επανέρχεται στην πρωτότερη κατάσταση έπειτα από 10-20 έτη, κατά τη διάρκεια των οποίων νέες πυρκαγιές έχουν σαφώς διαφορετικά χαρακτηριστικά (έρπουσες επιφανειακές αντί για κόμης), ταχύτητα εξάπλωσης (μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή που παρουσίαζαν όταν καλυπτότανε από δέντρα) και ένταση (μικρότερη σε σχέση με το παρελθόν).

Σε αυτή την εργασία θα επιχειρηθεί με τη αξιοποίηση χωρικών μοντέλων προσομοιώσεων πυρκαγιών (FlamMap, με τους αλγόριθμους Minimum Travel Time και Treatment Optimization Model) να κατανοηθεί το πως και που μελλοντικές πυρκαγιές

μπορεί να ξεκινήσουν και να απειλήσουν εκ νέου τους αμπελώνες και ελαιώνες των Μελάμπων, με ποια ένταση προβλέπεται ότι θα κάψουν, και από ποιες περιοχές είναι πιθανότερο να κινηθούν με μεγάλη ταχύτητα. Ακόμα, οι προσομοιώσεις μπορούν να δείξουν το που θα είναι αποτελεσματικότερα τα μέτρα μείωσης της καύσιμης ύλης ή αλλαγής της σύστασης ή της δομής ή της διάταξης της βλάστησης ώστε να επιτευχθεί ο μετριασμός αυτών των μελλοντικών περιστατικών πυρκαγιάς. Η εργασία προτείνει περιοχές όπου, βάσει των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων, αν εφαρμοστεί διαχείριση της καύσιμης ύλης ή δημιουργηθούν νέες αντιτυρικές ζώνες μπορούν σε μεγάλο βαθμό να ανασχέσουν ή περιορίσουν την ένταση και σφοδρότητα καύσης αυτών των μελλοντικών πυρκαγιών.

Η εργασία κάνει αναδρομή στο ιστορικό των αγροτοδοσικών πυρκαγιών που έπληξαν την ευρύτερη περιοχή, με επίκεντρο τις Μέλαμπες, από το 1984 μέχρι το 2023. Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή της περιοχής μελέτης αναλύοντας τους κυρίαρχους τύπους βλάστησης και εδαφοκάλυψης, τα μοντέλα καύσιμης ύλης (δηλαδή το ποια είναι τα φορτία και η διάταξη της νεκρής και ζωντανής βιομάζας στην επιφάνεια που είναι διαθέσιμη προς κατανάλωση από μία πυρκαγιά) και την αναμενόμενη συμπεριφορά πυρκαγιάς σε κάθε ένα από αυτά. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένας σύντομος απολογισμός της εξέλιξης και άμεσων επιπτώσεων της πυρκαγιάς της 15ης Ιουλίου 2022. Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται χάρτες και πίνακες που απεικονίζουν σημαντικές πληροφορίες σχετικές με το φαινόμενο των πυρκαγιών στην περιοχή μελέτης.

Συνοπτικά, από τα αποτελέσματα της εργασίας προέκυψε η ανάγκη να διανοιχθούν νέες αντιτυρικές ζώνες μήκους 7.2 km, πλάτους 50 m και συνολικού εμβαδού 360 στρεμμάτων, να δημιουργηθούν ζώνες πλήρους απομάκρυνσής της καύσιμης ύλης σε πλάτος 15 m γύρω από τα πολύγωνα των αμπελώνων, συνολικού εμβαδού 168 στρεμμάτων, και να διενεργηθούν καθαρισμοί του υπορόφου και κλαδεύσεις σε δάση δρυός και ελαιώνες συνολικού εμβαδού 885 στρεμμάτων. Στόχος της παρουσίασης αυτών των αποτελεσμάτων μέσω χαρτογράφησης είναι να λειτουργήσουν επικουρικά και συμπληρωματικά στη μελλοντική σύνταξη του Σχεδίου Αντιτυρικής Προστασίας του νομού Ρεθύμνου, ενώ αν κριθεί ότι τα αποτελέσματα είναι σημαντικά και χρήσιμα, να επεκταθεί και σε άλλες περιοχές του Ρεθύμνου ή και ολόκληρης της Κρήτης.

Κλείνοντας, τα μέτρα πυροπροστασίας που προτείνονται και περιλαμβάνουν αφαίρεση της βιομάζας δεν είναι μόνιμα εφόσον οποιοδήποτε μέτρο εφαρμοστεί θα έχει περιορισμένο χρόνο ζωής, μεταξύ 3-5 ετών, έπειτα από τα οποία η βλάστηση θα επανακάμψει στην πρωτότερη κατάσταση. Αυτό απαιτεί συντήρηση των νέων αντιτυρικών ζωνών όποτε αυτό κριθεί απαραίτητο ώστε να διατηρήσουν την ιδιότητα της ανάσχεσης μελλοντικών πυρκαγιών.

INTEGRATED GIS-BASED APPROACH FOR WILDFIRE MANAGEMENT: RISK ASSESSMENT, RECOVERY, AND MONITORING

Chatzigeorgiadis Minas^{1*}, Dogani Io², Doganis Thanos³, Alexiou Simoni⁴, Gatou Maritina⁵, Katsilieris Theodoros⁶ and Maniatis Yannis⁷

¹Research assistant at University of Piraeus, GIS Engineer at HEDNO, Piraeus, Attica

²Research assistant at University of Piraeus, GIS Specialist at Terra Mapping the Globe S.A., Marousi, Attica

³Dr. Eng., GIS Consultant Terra Mapping the Globe S.A., Marousi, Attica

⁴Fire Lieutenant, Meteorologist, Department of Tactical Operation Informatics and Geospatial Analysis, Division of Informatics and Telecommunications, Hellenic Fire Corps, Athens, Attica

⁵Fire Lieutenant, Meteorologist, Department of Tactical Operation Informatics and Geospatial Analysis, Division of Informatics and Telecommunications, Hellenic Fire Corps, Athens, Attica

⁶Wireless Telecommunication Engineer, Department of Tactical Operation Informatics and Geospatial Analysis, Division of Informatics and Telecommunications, Hellenic Fire Corps, Athens, Attica

⁷Professor, f. Minister of Environment, Energy Climate Change, Dept. of Digital Systems, University of Piraeus, Piraeus, Attica

Keywords: Wildfire management, risk assessment, wildfire monitoring, recovery

In response to the escalating threat posed by wildfires, particularly in the Mediterranean region exacerbated by climate change, Geographic Information Systems (GIS) have emerged as indispensable tools for comprehensive wildfire management. Our study presents a multifaceted approach harnessing GIS to address various facets of wildfire management, including risk identification, monitoring, impact estimation, and post-fire recovery assessment. Central to our research is the development of an integrated model tailored specifically for wildfire risk assessment in Greece. This model integrates meteorological risk factors with the Lowveld Fire Danger Index (LFDI) alongside other critical factors that fall in the categories of land cover, human activity, and topography through the application of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) with Analytical Hierarchy Process (AHP). Notably, our model has demonstrated the ability to predict over 80% of wildfire ignitions that evolve into significant wildfires in high or very high-risk areas. Leveraging the Random Forest classification algorithm, our model facilitates the analysis of extensive datasets derived from Sentinel-1 and Sentinel-2 images, allowing for annual updates reflecting the latest land cover data to produce high-resolution risk maps delineating wildfire-prone areas across Greece. These maps serve as valuable resources for informed decision-making, enabling stakeholders to devise proactive

wildfire mitigation strategies and allocate resources optimally. Additionally, our contribution extends to near real-time wildfire monitoring through the development of the "Wildfire Monitoring" application, utilizing Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) data to visualize the evolution of global active wildfires. By prioritizing the latest hotspots, users gain crucial insights into wildfire progression and scale, empowering timely intervention and response efforts. Furthermore, we streamline the process of wildfire impact estimation with the "Wildfire Impact" application, employing the Difference Normalized Burn Ratio (DNBR) index and the cloud computing capabilities of Google Earth Engine to swiftly generate exportable files of impacted regions and classify the severity of wildfires. Augmenting this process, our impact assessment workflow enriches wildfire polygons with critical contextual information, synthesized into an interactive ArcGIS dashboard for comprehensive understanding and decision support. Finally, our commitment to effective wildfire management extends to post-fire recovery monitoring, facilitated by the "Wildfire Recovery" application. This tool enables stakeholders to monitor the restoration progress of wildfire-affected areas through time-series analysis of vegetation indices including Normalized Vegetation Index (NDVI) and Normalized Burn Ratio Index (NBR) derived from Sentinel-2 imagery, providing insights crucial for adaptive management strategies. In conclusion, our study underscores the pivotal role of GIS in wildfire management, offering a suite of applications tailored to various stages of the wildfire lifecycle. From proactive risk assessment to near real-time monitoring, impact estimation, and post-fire recovery, our contributions aim to equip stakeholders with actionable insights and tools for effective wildfire mitigation and resilience-building efforts amidst the escalating challenges posed by climate change.

ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII: Κλιματική αλλαγή – Φυσικές Καταστροφές (II)

Η ΕΛΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΩΣ ΠΙΘΑΝΟΣ ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ ΠΡΟΣΦΑΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Chaleplis Kyriakos^{1*}, Walters Avery², Fang Bin³, Lakshmi Venkataraman⁴ and Gemitz Alexandra⁵

¹Department of Environmental Engineering, Democritus University of Thrace, V. Sofias 12, 67100, Xanthi, Greece; kchalepl@env.duth.gr

²Department of Civil and Environmental Engineering, University of Virginia, 151 Engineers Way Char-lottesville, Virginia 22904; acw4mhp@virginia.edu

³Department of Civil and Environmental Engineering, University of Virginia, 151 Engineers Way Char-lottesville, Virginia 22904; bf3fh@virginia.edu

⁴Department of Civil and Environmental Engineering, University of Virginia, 151 Engineers Way Char-lottesville, Virginia 22904; vlakshmi@virginia.edu

⁵Department of Environmental Engineering, Democritus University of Thrace, V. Sofias 12, 67100, Xanthi, Greece; Department of Civil and Environmental Engineering, University of Virginia, 151 Engineers Way Charlottesville, Virginia 22904; agkemitz@env.duth.gr

Λέξεις-κλειδιά: Εδαφική υγρασία (SM), NDVI, SMAP, Landsat 8, δασικές πυρκαγιές, χάρτες επικινδυνότητας πυρκαγιάς

Οι δασικές πυρκαγιές στις Μεσογειακές περιοχές και ιδιαίτερα του νότου, γίνονται ολοένα και πιο συχνές αλλά και καταστροφικότερες. Οι περιοχές που επηρεάζονται επιδεικνύουν μια αυξανόμενη τάση, ενώ η εποχή εμφάνισης των δασικών πυρκαγιών διευρύνετε από τους πρώτους μήνες της άνοιξης έως το τέλος του φθινοπώρου. Αυτά τα ανησυχητικά ευρήματα θέτουν την ανάγκη να αναπτυχθούν μέθοδοι ευαισθησίας ικανές να αναγνωρίσουν περιοχές ευάλωτες στην εμφάνιση δασικών πυρκαγιών. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στον εντοπισμό τυχών πρόδρομων προειδοποιητικών σημάτων που δύναται να εκπέμπονται από την υγρασία του εδάφους (SM) αλλά και το δείκτη βλάστησης (NDVI) μέσα από την μελέτη 11 μεγάλων σε έκταση αλλά και καταστροφικών πυρκαγιών που σημειώθηκαν στην Ελλάδα κατά τα έτη 2021, 2022 και 2023. Βασιστήκαμε σε προηγούμενες μελέτες σύμφωνα με τις οποίες οι δείκτες SM και NDVI αποτελούν κατάλληλες μεταβλητές για να αποδώσουν ανησυχητικές αλλαγές στις χωρικές και χρονικές συνθήκες βλάστησης, οδηγώντας στην έναρξη δασικών πυρκαγιών. Αξιολογήθηκε το πιθανό πρόδρομο σήμα της SM από το σύνολο δεδομένων Soil Moisture Active Passive (SMAP) L4, ως παράγοντας για την εκδήλωση δασικής πυρκαγιάς. Επιπλέον, το προϊόν USGS Landsat 8 Level 2, Collection 2, Tier 1, σε χωρική ανάλυση 30 m, χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των μηνιαίων τιμών NDVI για την περίοδο μελέτης, ως αντιπροσωπευτικές τιμές για τις συνθήκες βλάστησης. Τόσο οι χρονοσειρές SM όσο και οι χρονοσειρές NDVI αξιολογήθηκαν για μια περίοδο περίπου 2 ετών πριν από την εκδήλωση της κάθε δασικής πυρκαγιάς. Αισθητήρες εδαφικής

υγρασίας τοποθετήθηκαν στο Παπίκιο όρος, μια περιοχή που επλήγη δύο φορές από δασικές πυρκαγιές το 2022 και το 2023, και βαθμονομήθηκαν πριν από την εγκατάστασή τους χρησιμοποιώντας ξήρανση σε φούρνο δειγμάτων εδάφους. Οι ημερήσιες τιμές SM υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο στο μηνιαίο χρονικό βήμα και συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα δορυφορικά δεδομένα SMAP. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης προσδιόρισαν συγκεκριμένες ιδιότητες των μελετώμενων μεταβλητών, οι οποίες τελικά σκιαγράφησαν περιοχές ευαίσθητες για την έναρξη δασικών πυρκαγιών. Οι τιμές για το NDVI, σε όλες τις περιοχές που επηρεάστηκαν από την πυρκαγιά, κυμάνθηκαν από 0,13 έως 0,35, ενώ η μέση μηνιαία SM εμφάνισε σταθερά αρνητικές ανωμαλίες την προηγούμενη άνοιξη για όλες τις περιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών που μελετήθηκαν. Η ανάλυση των δεδομένων απέδωσε τιμές $r=0,7$ για τις *in situ* μετρήσεις SM και για τη ριζική ζώνη SMAP SM, ενώ $r = 0,78$ για την επιφανειακή SMAP SM. Η στατιστική ανάλυση μπορεί να θεωρηθεί ως δείκτη συνέπειας (indication of the consistency) μεταξύ των επίγειων μετρήσεων και των δορυφορικών τιμών SMAP L4. Όσο αφορά το NDVI, δεν παρατηρήθηκαν συγκεκριμένες χρονικές τάσεις στις περιοχές που επλήγησαν από τις πυρόπληκτες περιοχές, εκτός από τις αναμενόμενες εποχιακές διακυμάνσεις, κατά την περίοδο πριν από την εκδήλωση της πυρκαγιάς. Τέλος, δημιουργήθηκαν χάρτες επικινδυνότητας πυρκαγιάς για το σύνολο της επικράτειας της χώρας, επαληθεύοντας τη χρησιμότητα των δεδομένων τηλεπισκόπησης αναφορικά με το SM και το NDVI. Όλα τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας, εφόσον χρησιμοποιηθούν σωστά από τους αρμόδιους φορείς, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά εργαλεία για την βελτίωση των υφιστάμενων μοντέλων πρόγνωσης δασικών πυρκαγιών αλλά και για τη χωρική βελτιστοποίηση των ευάλωτων περιοχών στην εμφάνιση δασικών πυρκαγιών στο μέλλον.

ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΜΕΙΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΔΑΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ (WUI), ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ GIS, ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΗ ΑΛΛΗΛΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

Topic: Geospatial Technologies-Spatial Technologies (Remote Sensing, Satellite Data, DGPS, Data Transfer via Wireless network, IoT)

Οικονόμου Αντωνία¹, Ψωμιάδης Εμμανουήλ^{1*}, Αβραμίδου Μαριλού¹

¹Εργ. Ορυκτολογίας-Γεωλογίας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

*Contact Person: E. Ψωμιάδης, mpsomiadis@aua.gr

Λέξεις-κλειδιά: WUI, φασματικοί δείκτες, ελεύθερα γεωχωρικά δεδομένα, χωρική συσχέτιση, διαχρονικές καταγραφές.

Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στη σημασία της διαχείρισης κινδύνου των πυρκαγιών στις περιοχές μεικτής δασικής και αστικής κάλυψης (WUI), που αναπτύσσονται στην Αττική. Τα Wildland-Urban Interfaces (WUI) είναι περιοχές όπου οι ανθρώπινες υποδομές εφάπτονται ή αναμειγνύονται με το δασικό περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζουν υψηλή ευαισθησία στις δασικές πυρκαγιές. Στο πλαίσιο της αυξανόμενης συχνότητας των πυρκαγιών ανθρωπογενούς προέλευσης και της αλλαγής χρήσης γης, κρίνεται αναγκαία η εξέταση της συσχέτισης των παραπάνω. Η περιοχή της Αττικής εμφανίζει μεγάλη αστική δόμηση και τα τελευταία χρόνια η επέκταση του αστικού ιστού πιθανότατα συνδέεται με την επιδείνωση των φαινομένων πυρκαγιών. Για το σκοπό αυτό, διαφορετικά γεωχωρικά δεδομένα ελήφθησαν από ελεύθερες βάσεις ψηφιακών και δορυφορικών δεδομένων και συνδυάστηκαν. Δημιουργήθηκαν σημαντικοί φασματικοί δείκτες καταγραφής του αστικού ιστού, καθώς και δείκτες εκτίμησης πυρκαγιών. Τα δεδομένα που μελετήθηκαν επέτρεψαν την διαχρονική χαρτογράφηση όλων των πυρκαγιών της Αττικής κατά το χρονικό διάστημα 1983 έως 2023, καθιστώντας εφικτή τη συνολική εκτίμηση της σχέσης μεταξύ των WUI και των πυρκαγιών. Τα αποτελέσματα της μελέτης είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά παρέχοντας ουσιαστικές ενδείξεις της αλληλοσυσχέτισης της ανθρωπογενούς δραστηριότητας με τις πυρκαγιές, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην πρόληψη και διαχείριση, σε αυτές τις ευαίσθητες περιοχές. Επιπλέον, η μελέτη αποδεικνύει ότι η χρήση, αλληλοσυσχέτιση και αξιολόγηση των κατάλληλων γεωχωρικών δεδομένων μπορεί να προσφέρει σημαντικότητα δεδομένα για την εξαγωγή ποικίλων συμπερασμάτων που αφορούν πλήθος επιστημονικών πεδίων.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ανδρονούλου Σοφία¹, Σκοπελίτη Ανδριανή^{2*}

¹Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός – Μηχανικός Γεωπληροφορικής, ΔΜΠΣ
Γεωπληροφορική ΕΜΠ, sofia.an2712@gmail.com

²Επικ. Καθηγήτρια, Εργαστήριο Χαρτογραφίας, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων
Μηχανικών – Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,
Ζωγράφος, askop@survey.ntua.gr

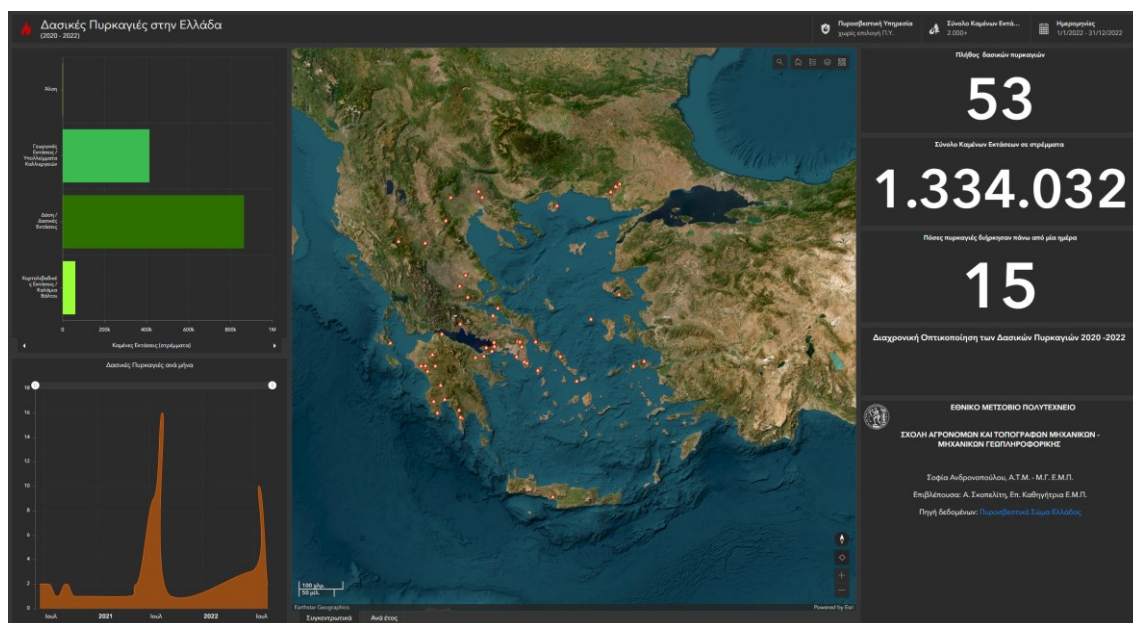
Λέξεις-κλειδιά: Φυσικές καταστροφές, δασικές πυρκαγιές, διαδικτυακή χαρτογραφική εφαρμογή, dashboard

Η παρούσα διαδικτυακή χαρτογραφική εφαρμογή αποτελεί ένα περιβάλλον ενημέρωσης και τεκμηρίωσης για τις δασικές πυρκαγιές όσον αφορά τη θέση, το χρόνο διάρκειας, τις καμένες εκτάσεις, το ανθρώπινο δυναμικό και τα εργαλεία πυρόσβεσης με δυναμικούς χάρτες, διαγράμματα και δείκτες. Πρόκειται για μια σύγχρονη εφαρμογή του διαδικτύου τύπου «dashboard» που επιτρέπει την άμεση, γρήγορη και επιστημονικά τεκμηριωμένη ενημέρωση για ένα θέμα. Χαρακτηριστική περίπτωση τέτοιων εφαρμογής αποτελεί η χρήση τους για την ενημέρωση του κοινού για την πανδημία του Covid-19. Παράλληλα οργανισμοί όπως Greenpeace, Washington State Department of Natural Resources, NASA MODIS Active and Hotspots ενημερώνουν με αυτό τον τρόπο τον πολίτη για τις πυρκαγιές. Σημαντικό εφαλτήριο για την δημιουργία της εφαρμογής αποτέλεσε η παροχή των δεδομένων για τις δασικές πυρκαγιές ως ανοιχτά δεδομένα στην ιστοσελίδα του Πυροσβεστικού Σώματος (ΠΣ). Αξιοποιήθηκαν πιλοτικά τα δεδομένα των ετών 2020, 2021 και 2022. Είναι ευρέως κατανοητό στις μέρες μας ότι η παροχή ανοιχτών δεδομένων δίνει υπεραξία στα δεδομένα, επιστρέφει στην κοινωνία και στον πολίτη το κόστος δημιουργίας τους και αποτελεί βασική αιτία ανάπτυξης εφαρμογών της Γεωπληροφορικής (data driven applications). Για την ανάπτυξη και τη λειτουργία του Dashboard αξιοποιήθηκε το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcGIS και το ArcGIS Online στο υπολογιστικό νέφος

Πριν την αξιοποίηση των δεδομένων, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι για την ποιότητα των δεδομένων ως προς την πληρότητα. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν συμβάντα με απουσία θέσης (δηλαδή γεωγραφικών συντεταγμένων φ,λ) και συμβάντα με απουσία πληροφορίας για τον χρόνο έναρξης και λήξης της πυρκαγιάς. Τα συμβάντα με τα προβλήματα πληρότητας απομακρυνθήκαν από τα δεδομένα που θα περιλαμβάνονται στην εφαρμογή. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένας ενιαίος πίνακας και για τις τρεις χρονολογίες (2020, 2021, 2022) από τον οποίο με τον κατάλληλο μετασχηματισμό μορφότυπου προέκυψαν τα χωρικά δεδομένα με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες. Συνδυαστικά με τα δεδομένα των δασικών πυρκαγιών προστέθηκαν τα παρακάτω επικουρικά θεματικά επίπεδα που διατίθενται ως ανοιχτά στο διαδίκτυο από τις αρμόδιες υπηρεσίες: Δήμοι της Ελλάδας, Περιοχές Natura 2000 και Χρήσεις γης Corine 2018.

Η παρουσίαση της πληροφορίας γίνεται με χάρτες, διαγράμματα και δείκτες που κάθε φορά συγχρονίζονται στις επιλογές του χρήστη. Η δύναμη και η επιτυχία πληροφόρησης για τις δασικές πυρκαγιές βασίζεται κυρίως στην αξιοποίηση των χαρτών που περιλαμβάνουν τις ακόλουθες χαρτογραφικές αποδόσεις – οπτικοποιήσεις:

- Θέσεις δασικών πυρκαγιών: απόδοση με εικονογραφικό σύμβολο και ανάκτηση πληροφορίας για κάθε συμβάν.
- Θερμικός Χάρτης (Heatmap): Οπτικοποιεί τη συγκέντρωση των συμβάντων και όχι την σημασία τους ως προς τις επιπτώσεις τους
- Πλήθος πυρκαγιών ανά δήμο ανά έτος
- Καμένες εκτάσεις: είδη και ποσοστά επιφάνειας με διαγράμματα πίτας
- Ανθρώπινο δυναμικό που συμμετείχε στην πυρόσβεση: κατηγορίες και ποσοστά με διαγράμματα πίτας
- Εργαλεία πυρόσβεσης : κατηγορίες και ποσοστά με διαγράμματα πίτας



Σε κάθε μια από τις παραπάνω χαρτογραφικές αποδόσεις συμπεριλαμβάνεται ένας χάρτης υποβάθρου (basemap) π.χ. δορυφορική εικόνα που ορίζεται από τον χρήστη και μπορεί να επιλεγεί από μια ευρύτερη λίστα π.χ. τοπογραφικός χάρτης. Επιπλέον αν το επιθυμεί ο χρήστης μπορεί να συμπεριλάβει και ένα ή περισσότερα από τα παραπάνω θεματικά επίπεδα.

Παράλληλα η εφαρμογή περιλαμβάνει διαγράμματα που παρουσιάζουν και με αυτή τη μορφή την πληροφορία που οπτικοποιούν οι χάρτες: Καμένες εκτάσεις σε στρέμματα ανά κατηγορία, Εργαλεία πυρόσβεσης που χρησιμοποιήθηκαν ανά κατηγορία, Ανθρώπινο δυναμικό που συνέβαλε στην πυρόσβεση και Εξέλιξη των συμβάντων στο χρόνο.

Τέλος, τρεις δείκτες συνοψίζουν τις τιμές των ακόλουθων μεγεθών: Το πλήθος των πυρκαγιών, Το σύνολο των καμένων εκτάσεων σε στρέμματα και Τον αριθμό των πυρκαγιών που διήρκησαν πάνω από μία ημέρα

Η παρουσίαση της πληροφορίας με χάρτες, διαγράμματα και δείκτες συγχρονίζονται στις επιλογές του χρήστη. Ενδέχεται να αφορούν το σύνολο των δεδομένων ή ένα υποσύνολο που ορίζεται από μια γεωγραφική περιοχή π.χ. νότια Πελοπόννησος ή/και ένα χρονικό διάστημα π.χ. αντιπυρική περίοδος ή/και μια πυροσβεστική υπηρεσία π.χ. ΠΚ Λίμνης. Δηλαδή το περιεχόμενο του χάρτη, των διαγραμμάτων και των δεικτών είναι διαδραστικό και ικανοποιεί κάθε φορά τις επιλογές του χρήστη και το εύρος της γεωγραφικής περιοχής που καλύπτει ο χάρτης.

Επιπλέον η εφαρμογή περιλαμβάνει τη διαχρονική οπτικοποίηση των δασικών πυρκαγιών την τριετία 2020 – 2022 όπου αξιοποιείται ο χρόνος έναρξης και λήξης των συμβάντων. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός animation με χρήση Time Slider όπου ο χρήστης παρακολουθεί την εξέλιξη των δασικών πυρκαγιών συναρτήσει του χρόνου.

Η παρούσα χαρτοκεντρική διαδικτυακή εφαρμογή ενημέρωσης για τις δασικές πυρκαγιές αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για το Πυροσβεστικό Σώμα, τους πολίτες που επιθυμούν να πληροφορηθούν για τις πυρκαγιές που έπληξαν την περιοχή κατοικίας τους, τους υπάλληλους υπηρεσιών της αυτοδιοίκησης, του δημοσίου ή της πολιτικής προστασίας, τους επιστήμονες που ασχολούνται με την προστασία του περιβάλλοντος και τις φυσικές καταστροφές ως εργαλείο ανάκτησης πληροφοριών για τις πυρκαγιές με χάρτες και παροχή τεκμηρίων σε φάση προμελέτης, τους οικολογικούς οργανισμούς π.χ. WWF, τις ασφαλιστικές εταιρίες κ.ά.

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ, ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

Σταυρίδης Γεώργιος^{1,2*}, Ξόφης Παντελής³, Αποστολόπουλος Παντελής¹, Κεφαλάς Γεώργιος^{4,3}, Γαβριηλάτος Νίκος¹, Ποϊραζίδης Κώστας¹

¹Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Μ. Μινώτου Γιαννοπούλου 26, 29100, Ζάκυνθος

²Systems Dynamics Τεχνική Εταιρία, Γαϊτάνι, 29100, Ζάκυνθος

³Τμήμα Δασολογίας & Φυσιικού Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 1^ο χλμ Δράμας Μικροχωρίου 66100, Δράμα

⁴Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Ελ. Βενιζέλου 70, 176 76 Καλλιθέα, Αττική

*αλληλογραφία: geo.stavridis@lesd.gr

Λέξεις-κλειδιά: Τηλεπισκόπηση, random forest, δασικές πυρκαγιές, μηχανική μάθηση, μετρικές τοπίου

Οι φυσικοί βιότοποι αλλάζουν δραστικά από τις πυρκαγιές, ειδικά στα μεσογειακά οικοσυστήματα. Από την άλλη πλευρά, η υψηλή συχνότητα και ένταση των πυρκαγιών μπορεί να προκαλέσει αξιοσημείωτες διακυμάνσεις στα τοπία μετά την πυρκαγιά καθώς και στην αναγέννηση της βλάστησης, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τη συνοχή και τις υπηρεσίες που παρέχονται από το οικοσύστημα. Η μελέτη αυτή επιχειρεί να αξιολογήσει πώς τα πρότυπα βλάστησης πριν από την πυρκαγιά επηρεάζουν τις δασικές πυρκαγιές στην περιοχή, εστιάζοντας στην έκταση της καμένης περιοχής και στην ένταση της καύσης. Επιλέχθηκε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα 20 σημαντικών καμένων περιοχών χρησιμοποιώντας εικόνες Landsat από το 1985 έως σήμερα. Αρχικά, το περίγραμμα κάθε καμένης περιοχής προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας μια αντικειμενοστραφή τεχνική ταξινόμησης και η δριμύτητα καύσης κάθε πολυγώνου πυρκαγιάς, χρησιμοποιώντας τον δείκτη dNBR, ταξινομήθηκε ως άκαυστο, χαμηλή, μέτρια ή υψηλή δριμύτητα.

Η μελέτη χρησιμοποίησε μοτίβα τοπίου πριν από την πυρκαγιά, δείκτες βλάστησης και γεωμορφολογικούς παράγοντες για να ερμηνεύσει τη συνολική έκταση και τις κατηγορίες δριμύτητας εντός της καμένης περιοχής. Με βάση δορυφορικές εικόνες και τον δείκτη NDBI, χρησιμοποιώντας μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, δημιουργήθηκαν τρεις τύποι πυκνότητας δασών: πυκνή, μέτρια και ανοιχτή περιοχή. Υπολογίστηκαν τρεις μετρικές συνολικού τοπίου, μαζί με έξι μετρικές για κάθε κατηγορία πυκνότητας, συμπεριλαμβανομένων των Patch Density, Edge Density, Shape Index, Fractal Dimension Index, Percentage of Class Type, και Total (Class) Area. Το πακέτο R "landscapemetrics" χρησιμοποιήθηκε σε περιβάλλον R 4.3.3 για να υπολογιστούν οι μετρικές τοπίου (Hesselbarth et al., 2019).



Η μελέτη χρησιμοποίησε μηχανική μάθηση Random Forest (RF) για να εξετάσει τη σχέση μεταξύ των προτύπων δριμύτητας της πυρκαγιάς και των χαρακτηριστικών του τοπίου πριν από την πυρκαγιά (Liaw & Wiener, 2002). Οι επεξηγηματικές μεταβλητές περιελάμβαναν μετρικές τοπίου, δείκτες βλάστησης και γεω-τοπογραφικές μεταβλητές. Οι μεταβλητές απόκρισης περιελάμβαναν τη συνολική καμένη περιοχή και την έκταση κάθε κατηγορίας δριμύτητας καύσης. Για τον Variance Inflation Factor χρησιμοποιήθηκε ($VIF < 10$ προκειμένου να αποτραπεί η πολυσυγγραμμικότητα και ελήφθησαν υπόψη μόνο μεταβλητές με $VIF < 10$).

Κάθε μεταβλητή απόκρισης είχε διαφορετική απόδοση στα μοντέλα RF. Με ολόκληρο το σύνολο δεδομένων ως επεξηγηματική ομάδα η συνολική καμένη έκταση ως κατηγορία απόκρισης, έδειξε μέτριο επίπεδο απόδοσης, στο 56,66% ενώ το R^2 ανέβηκε με χρήση μόνο της ομάδας των μετρικών τοπίου (στο 65,54%, Συγκριτικά, η κατηγορία «υψηλής δριμύτητας» ξεπέρασε τις άλλες δύο ομάδες (R^2 : 73% και 80,39%, αντίστοιχα για σύνολο δεδομένων και μετρικές τοπίου), με τη «μέτρια δριμύτητα» να φτάνει το 43,01% και 43,15% και την «χαμηλή δριμύτητα» να φτάνει το 17,29% και 25,4%. Μόνο λίγες από τις μεταβλητές του μοντέλου ήταν σημαντικές για την πρόβλεψη της έκτασης των καμένων περιοχών. Η ανάλυση των μοντέλων RF μόνο με τα άλλα σύνολα μεταβλητών (δείκτες βλάστησης και γεωτοπογραφικές μεταβλητές) έδειξε πολύ χαμηλή απόδοση στην ερμηνεία των πληροφοριών.

Η μετρική "Patch Richness Density" (PRD) αναδείχθηκε ως η πιο κομβική μεταβλητή σε όλα τα μοντέλα RF, παρουσιάζοντας σταθερή αρνητική επίδραση στην καμένη περιοχή. Σημειωτέον, αυτή η μετρική εμφάνισε πολύ υψηλή σημαντικότητα στην «συνολική έκταση» ($r = -0,752, p < 0,01$), δεν είχε σημαντικότητα στην «υψηλή δριμύτητα» ($r = -0,442$), ωστόσο διατήρησε πολύ υψηλή σημαντικότητα στη «μέτρια δριμύτητα» ($r = -0,569, p < 0,01$) και ήταν σημαντική στη «χαμηλή δριμύτητας» ($r = -0,530, p < 0,05$). Η «συνολική έκταση», σε συνδυασμό με την τυπική απόκλιση του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DTM), εμφάνισε μια εξαιρετικά σημαντική θετική συσχέτιση ($r = 0,591, p < 0,01$), ενώ έδειξε αρνητική μη σημαντική συσχέτιση με τις ελάχιστες τιμές του δείκτη υγρασίας κανονικοποιημένης διαφοράς (NDMI) ($r = -0,348$). Επιπλέον, η μετρική «Patch Density» αποδείχθηκε σημαντική και στα μοντέλα RF «υψηλής δριμύτητας» και «μέτριας δριμύτητας».

Η περιοχή που επηρεάστηκε από την υψηλή δριμύτητα παρουσίασε ισχυρή αρνητική συσχέτιση με την πυκνότητα των κατατμημάτων (PD) της «πυκνής βλάστησης» ($r = -0,526, p < 0,05$), ενώ η μέση τιμή της κλίσης του εδάφους έδειξε σημαντικά θετική συσχέτιση ($r = 0,522, p < 0,05$). Η περιοχή που επηρεάστηκε από υψηλή δριμύτητα έδειξε επίσης θετική συσχέτιση, αλλά όχι στατιστικά σημαντική, με την πολυπλοκότητα του fractal shape ($r = 0,156$) και την πυκνότητα των ακμών (ED) των «πυκνών κατατμημάτων» ($r = 0,285$). Ομοίως, στο μοντέλο RF «μέτριας δριμύτητας», η περιοχή μέτριας δριμύτητας, έδειξε μια εξαιρετικά σημαντική αρνητική συσχέτιση τόσο με την πυκνότητα του αραιού δάσους ($r = -0,707, p < 0,01$) όσο και με την πυκνότητα ακμών της ανοιχτής περιοχής ($r = -0,596, p < 0,01$). Στο μοντέλο RF «χαμηλής δριμύτητας», εκτός από το προαναφερθέν PRD, δύο άλλες μεταβλητές έδειξαν θετική συσχέτιση (αν και όχι

σημαντική) με την πολυπλοκότητα του fractal shape της πυκνής βλάστησης ($r = 0,2$) και τη μέση τιμή του εδάφους με κλίση ($r = 0,279$).

Οι μετρικές τοπίου, ιδιαίτερα το PRD, έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά αποτελεσματικές στην εκτίμηση της έκτασης και της δριμύτητας των δασικών πυρκαγιών. Η αύξηση της πυκνότητας των διαφορετικών κατηγοριών βλάστησης σε μια περιοχή μειώνει τη συνολική καμένη έκταση όσο και τις αντίστοιχες κατηγορίες δριμύτητας. Η κατανόηση του αντίκτυπου αυτών των μετρικών στην ένταση καύσης της πυρκαγιάς βοηθά στην ανάπτυξη στρατηγικών μετριασμού του κινδύνου, όπως βελτιωμένες στρατηγικές πυρόσβεσης και στοχευμένη διαχείριση της βλάστησης.

Benson, N., & Key, C. H. (2006). *Landscape Assessment: Ground measure of severity, the Composite Burn Index; and Remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, UT. <https://www.researchgate.net/publication/241687027>

Hesselbarth, M. H. K., Sciaini, M., With, K. A., Wiegand, K., & Nowosad, J. (2019). *landscapemetrics*: an open-source R tool to calculate landscape metrics. *Ecography*, 42(10), 1648–1657. <https://doi.org/10.1111/ecog.04617>

Kolarik, N. E., Shrestha, N., Caughlin, T., & Brandt, J. S. (2024). Leveraging high resolution classifications and random forests for hindcasting decades of mesic ecosystem dynamics in the Landsat time series. *Ecological Indicators*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111445>

Liaw, A., & Wiener, M. (2002). *Classification and Regression by randomForest* (Vol. 2, Issue 3). <http://www.stat.berkeley.edu/>

URBAN HEAT WATCH: ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΡΙΟ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Παρασκευοπούλου Αγγελική^{1,*}, Μουγιάκου Ελένη^{*2}, Γκούφα Αντιγόνη³

¹Αν. Καθηγήτρια, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Γεωπόνος ΤΕΦΠ Γ.Π.Α., MSc Γεωπληροφορικής Ε.Μ.Π., Υπ. Διδ. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

³Περιβαλλοντολόγος MSc, Στέλεχος της Γενικής Διεύθυνσης Βιώσιμης Ανάπτυξης και Κλιματικής Αλλαγής της Περιφέρειας Αττικής, αρμόδια για την εκπόνηση, παρακολούθηση και υλοποίησης του ΠεΣΠΚΑ Αττικής

Λέξεις-κλειδιά: Αστικό Πράσινο, Καύσωνας, Αστική Θερμική Νησίδα, Κλιματική Αλλαγή, Συμμετοχικός Σχεδιασμός, Συμμετοχική Επιστήμη Πολιτών

Από τα σημαντικότερα προβλήματα των σύγχρονων πόλεων είναι το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας[1] (ΑΘΝ) και οι επιπτώσεις των Κλιματικών Αλλαγών στην ποιότητα ζωής και την υγεία του πληθυσμού[2]. Πρόκειται για ένα σύνθετο φαινόμενο, το οποίο εμφανίζεται ως αθροιστική επίπτωση της ανόδου της θερμοκρασίας, της πυκνοκατοίκησης, της ποιότητας του δημοσίου χώρου, της μορφολογίας των σύγχρονων πόλεων και της υποβάθμισης του αστικού πρασίνου. Οι προβλέψεις και τα μελλοντικά κλιματικά σενάρια είναι δυσοίωνα για τις Μεσογειακές πόλεις[3], λόγω και της υφιστάμενης υψηλής τρωτότητας[4]. Σύμφωνα με το ΠεΣΠΚΑ Αττικής[2] ο αριθμός και η αύξηση των πολύ ζεστών ημερών (>35°C) και των τροπικών νυχτών (>20°C), σε συνδυασμό με τη μορφή της πόλης, την κάλυψη και χρήση γης του Λεκανοπεδίου και τη σφράγιση του εδάφους οδηγούν σε ένταση του φαινομένου της ΑΘΝ, με αυξημένες επιπτώσεις στην υγεία και την ευημερία των ανθρώπων. Το φαινόμενο είναι πολύπλοκο, πολυπαραγοντικό και ήδη επηρεάζει σημαντικά τις ευάλωτες ομάδες πληθυσμού (οικονομικά ασθενείς, ηλικιωμένοι, ασθενείς). Ταυτόχρονα, το μέγεθος των χώρων πρασίνου, η διαμόρφωσή τους αλλά και το είδος της βλάστησης παίζουν ρόλο στην αποτελεσματικότητα επίδρασης στο περιβάλλον. Οι προβλεπόμενες αλλαγές στη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία μπορούν να προκαλέσουν μόνιμη μείωση των χώρων πρασίνου, την απώλεια νεοφυτεμένων δένδρων και γενικά τη μείωση της αποτελεσματικότητας των χώρων πρασίνου σχετικά με την ικανότητα δροσισμού. Κατά την ανάλυση του τομέα[2] του δομημένου περιβάλλοντος και τη διερεύνηση των επιπτώσεων και των συνεπειών παρατηρήθηκαν μια σειρά από ελλείψεις και περιορισμοί.

Σημαντικό μέρος των περιορισμών αυτών διερευνώνται από την παρούσα έρευνα, η οποία παράλληλα συνδέεται με μέτρα προσαρμογής του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, στον τομέα του δομημένου περιβάλλοντος. Ιδιαίτερα σημαντικός στόχος του ερευνητικού έργου είναι η δημιουργία ενός κόμβου αναφοράς και παρακολούθησης δεδομένων αστικού πρασίνου, με συγκρίσιμους δείκτες. Θα πραγματοποιηθεί εκτεταμένη καταγραφή και

επικαιροποίηση δεδομένων αστικού πρασίνου, με έμφαση στους σημαντικότερους Χώρους Πρασίνου (ΧΠ), όλων των πυκνοκατοικημένων αστικών δήμων του Λεκανοπεδίου Αττικής. Θα υλοποιηθεί εργασία πεδίου, καταγραφές με drone, καταγραφή και αξιολόγηση Αστικών Οικοσυστημικών Υπηρεσιών, ενώ ταυτόχρονα θα συλλεγούν ερωτηματολόγια σχετικά με την επισκεψιμότητα και τις δραστηριότητες στους ΧΠ. Στο ερευνητικό έργο δοκιμάζονται καινοτόμες τεχνολογίες και πρακτικές για την χαρτογράφηση του αισθήματος δυσφορίας στον καύσωνα, της τρωτότητας του ευάλωτου πληθυσμού στο φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας (ΑΘΝ) και των ανισοτήτων των διαφορετικών γειτονιών απέναντι στη ζέστη. Χρησιμοποιούνται πολλαπλά, διαφορετικά, μεγάλα δεδομένα όπως: Δορυφορικά (Copernicus) και άλλα γεωχωρικά δεδομένα, κλιματικά δεδομένα που παράχθηκαν στο πλαίσιο του ΠεΣΠΚΑ Αττικής, δεδομένα από εναέρια μέσα (UAV) οπτικά και θερμικά, δεδομένα από αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας (αυτοκίνητο, ποδήλατο), αλλά και βιωματικά δεδομένα ερωτηματολογίων και συμμετοχικών εργαστηρίων με πολίτες και φορείς. Το καλοκαίρι του 2023 υλοποιήθηκε μεγάλη συμμετοχική Καμπάνια Χαρτογράφησης της Ζέστης (participatory citizen science) στις τρωτές γειτονιές της Μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας, η οποία θα επαναληφθεί το καλοκαίρι του 2024. Στην καμπάνια χαρτογραφούνται μέσω αισθητήρων (σε αυτοκίνητα και ποδήλατα) και θερμικών φωτογραφικών μηχανών (σε drone και πεζοί με χερός):

α. οι Δήμοι Αθηναίων και Πειραιώς πλήρως

β. διαφορετικοί τύποι Χώρων Πρασίνου των αστικών δήμων του Λεκανοπεδίου Αττικής και οι γειτονιές γύρω από αυτούς

γ. γειτονιές με υψηλή τρωτότητα στην ΑΘΝ και τα φαινόμενα ακραίου καύσωνα

δ. περιοχές στις οποίες εξελίσσονται έργα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, αναπλάσεων και πρασίνου στο στάδιο του σχεδιασμού ή της υλοποίησης.

Το ερευνητικό έργο συμβάλει:

- Στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος των αστικών περιοχών, του αστικού πρασίνου και της φύσης των πόλεων
- Στον υπολογισμό της τρωτότητας του ευάλωτου πληθυσμού και της αποτελεσματικότητας των Χώρων Πρασίνου
- Στην ανάπτυξη και εφαρμογή εθνικής και ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής σχετικά με τον στρατηγικό σχεδιασμό του αστικού πρασίνου
- Στην προώθηση των ΣΒΑ: 13 – Δράση για το κλίμα και 11 – Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες
- Την περαιτέρω εξειδίκευση των μέτρων του ΠεΣΠΚΑ για αποτελεσματική εφαρμογή
- Συνέργειες με έρευνες και έργα σχετικά με μοντέλα αστικού κλίματος και τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες
- Στον σχεδιασμό και την προτεραιοποίηση έργων προσαρμογής στην ΑΘΝ.

Τα αποτελέσματα του έργου θα διασυνδεθούν με το «Παρατηρητήριο Κλιματικής Αλλαγής» της Περιφέρειας Αττικής για μέγιστη διάχυση και αξιοποίηση.

[1] Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ), 2016. Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας

[2] Ανάλυση και Αξιολόγηση Κινδύνων Κλιματικής Αλλαγής. Τομέας: Δομημένο Περιβάλλον & Πολιτιστική Κληρονομιά. ΠΕΣΠΚΑ Αττικής. 2020.

[3] Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) στην Πέμπτη Έκθεση Αξιολόγησης με τίτλο "Επιπτώσεις, προσαρμογή και ευπάθεια" της Ομάδας Εργασίας II (AR5 WGII) (IPCC, 2014).

[4] Σύμφωνα με το μεθοδολογικό πλαίσιο του IPCC: η τρωτότητα (Vulnerability -V) ενός συστήματος στην κλιματική αλλαγή εκτιμάται ως συνάρτηση της Έκθεσης (Exposure -E) σε κλιματικά ερεθίσματα, της Ευαισθησίας (Sensitivity-S) του συστήματος στα κλιματικά ερεθίσματα και της Ικανότητας Προσαρμογής του (Adaptive Capacity-AC): $V = f(E, S, AC)$.

5^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

21 - 23 Μαΐου 2024
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αναρτημένες Επιστημονικές Ανακοινώσεις (Poster)

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ

Αλεξανδρίδης Βασίλειος^{1*}, Perucho-Spanos Lola¹, Ρώσσιου Δήμητρα¹, Μόσιος Σαμουήλ¹, Παρτόζης Αθανάσιος¹

¹ΟΜΙΚΡΟΝ Σύμβουλοι Περιβάλλοντος Α.Ε., 15ο χλμ. Θεσσαλονίκης - Μουδανιών, 57001, Θέρμη, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

*Υπεύθυνος συγγραφέας: Βασίλειος Αλεξανδρίδης, E-mail: vasilisal@omikron-sa.gr, Tel +30 2310 863216, Fax: +30 2310 865183

Λέξεις-κλειδιά: Βοσκήσιμες γαίες, Sentinel-2, DSS, web-GIS εφαρμογή

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση των δεδομένων παρατήρησης γης λαμβάνει σημαντικό μέρος στους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, κυρίως για την παρακολούθηση της υγείας της βλάστησης μέσω της χρήσης κατάλληλων τηλεπισκοπικών δεικτών. Η ορθή χρήση κατάλληλων γεωχωρικών διαδικασιών, μεθοδολογιών και δορυφορικών δεδομένων δύναται να οδηγήσει στην εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών για την καθοδήγηση της βόσκησης και τη γενικότερη διαχείριση των βοσκοτόπων από παραγωγούς, γεωργικούς συμβούλους και φορείς πολιτικής χάραξης.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τις δυνατότητες αξιοποίησης ελεύθερων δορυφορικών δεδομένων (Sentinel-2) μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η παραγωγή τηλεπισκοπικών δεικτών βλάστησης, αλλά και σε συνδυασμό με δευτερογενούς επεξεργασίας δορυφορικά δεδομένα, που συνθέτουν τα προϊόντα του γεωργικού εργαλείου και του προσδίδουν συμβουλευτικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων. Η περιοχή πιλοτικής εφαρμογής, καταλαμβάνει έκταση 15.000 στρεμμάτων περιλαμβάνοντας ποολίβαδα και θαμνολίβαδα, καθώς και επιλεγμένα αγροτεμάχια που καλλιεργούνται με χειμερινά αγρωστώδη και χρησιμοποιούνται για βόσκηση, στο Δήμο Ελάσσονας, Θεσσαλίας. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τρία (3) στάδια : (i) τον καθορισμό των βοσκήσιμων γαιών της περιοχής μελέτης, (ii) τη μετατροπή των τηλεπισκοπικών δεικτών βλάστησης σε θεματικά προϊόντα παραλλακτικότητας της βλάστησης, (iii) την ανάπτυξη Web-GIS εφαρμογής αποτύπωσης των θεματικών προϊόντων. Πραγματοποιήθηκε διαδοχική διαδικασία σύνθεσης και αλληλεπίθεσης γεωχωρικών δεδομένων με τη χρήση GIS και σύνθεση όλων των αποτελεσμάτων με σκοπό την παραγωγή ενός πολυεπίπεδου χάρτη απεικόνισης των βοσκήσιμων γαιών. Για τη δημιουργία θεματικών προϊόντων του γεωργικού εργαλείου χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικά προϊόντα δευτερογενούς επεξεργασίας, και συνδυάστηκαν πληροφορίες από υφιστάμενες Ευρωπαϊκές βάσεις δεδομένων. Συνοπτικά, η ανάλυση των προαναφερθέντων δεδομένων με σκοπό την μετατροπή τους σε θεματικά προϊόντα περιλάμβανε επιλογή του διαστήματος με πρακτικό ενδιαφέρον για τον τελικό χρήστη, γεωχωρική επεξεργασία, σύνθεση εικόνων και υπολογισμό σύνθετων τηλεπισκοπικών δεικτών. Για την ανάπτυξη της Web-GIS εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό γεωχωρικού διακομιστή για την

οπτικοποίηση των γεωχωρικών δεδομένων, με στόχο τη δημιουργία μίας απλής, εύχρηστης διεπαφής ώστε να διευκολύνει το χρήστη με την αντίληψη των οπτικών πληροφοριών.

Το τελικό προϊόν της παρούσας εργασίας αποτελεί ένα εργαλείο υποστήριξης λήψης γεωργικών αποφάσεων (Decision Support System - DSS). Συγκεκριμένα, διαθέτει ένα χάρτη βοσκοτόπων της περιοχής μελέτης, καθώς και τα παρακάτω θεματικά προϊόντα χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας της βλάστησης: (i) εποχιακή παραγωγικότητα της βλάστησης και τη μεταβολή της λαμβάνοντας υπόψιν τα έτη 2018-2022, (ii) πρωιμότητα της βλάστησης βάσει της περιόδου εμφάνισης της μέγιστης βλαστικής ανάπτυξης και (iii) υγεία της βλάστησης, που επιμερίζεται στα υποπροϊόντα (α) αφθονία της πράσινης βιομάζας και (β) υδατική καταπόνηση της βλάστησης, για πληθώρα χρονικών στιγμών. Κάθε θεματικό προϊόν συνοδεύεται από πληροφορίες σχετικά με την ερμηνεία του και μπορεί εύκολα να αντιπαραβάλλεται με άλλα θεματικά προϊόντα στο πλαίσιο της Web-GIS εφαρμογής. Με την παροχή των παραπάνω υπηρεσιών, ο τελικός χρήστης είναι σε θέση να εντοπίσει τους πλέον παραγωγικούς και πρώιμης βλάστησης βοσκοτόπους της περιοχής. Παράλληλα, ο χρήστης δύναται να παρακολουθήσει την εξέλιξη της παραγωγικότητάς τους την τελευταία 5ετία, καθώς και τους παράγοντες που συνδέονται με την ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου βόσκησης.

Τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας υποδεικνύουν ότι οι τεχνολογίες για τη παρακολούθηση της γης, μπορούν να συμβάλλουν στη βέλτιστη διαχείριση των φυσικών και τεχνητών βοσκοτόπων και να συντελέσουν στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την οργάνωση των δρομολογίων βόσκησης και την εφαρμογή τεχνικών για τη βελτίωση της βλάστησης, όπως η λίπανση και η άρδευση. Η χρήση σύγχρονων και εξειδικευμένων εργαλείων μπορεί να αποτελέσει πανάκεια στη διαχείριση των βοσκήσιμων γαιών παρέχοντας πληροφορίες υψηλής ακρίβειας και μεγάλης αξιοπιστίας. Η διασταύρωσή τους με δεδομένα πεδίου αποτελεί το επόμενο στάδιο για την πλήρη αξιοποίηση των τηλεπισκοπικών δεδομένων με απώτερο σκοπό την συμβολή τους στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας ακρίβειας.

Οι ανωτέρω εργασίες αποτελούν παραδοτέα του έργου EarthGraze «Αξιοποίηση των τεχνολογιών παρατήρησης γης με σκοπό την παροχή υπηρεσιών για την ενίσχυση της λιβαδοκτηνοτροφικής δραστηριότητας», το οποίο υλοποιείται στο πλαίσιο του Υπομέτρου 16.1 – 16.5 “Συνεργασία για περιβαλλοντικά έργα, περιβαλλοντικές πρακτικές και δράσεις για την κλιματική αλλαγή” του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (κωδικός έργου: M16ΣΥΝ2-00224).

ΛΙΠΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΞΙ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ ΤΗΣ ΒΙ.ΠΕ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Στεφάνου Στέφανος^{1*}, Κίμογλου Άκις²

^{1*} Αναπληρωτής Καθηγητής, Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας ΔΙ.ΠΑ.Ε., 574 00 Σίνδος – Θεσσαλονίκη, e-mail: stefst2@ihu.gr

² Γεωπόνος Α.Π.Θ., MSc

Λέξεις-κλειδιά: Έδαφος, βαρέα μέταλλα, δείκτης γεωσυσσώρευσης, συντελεστής εμπλουτισμού, ισαριθμικοί χάρτες

Στην παρούσα μελέτη προσδιορίστηκαν οι βασικές εδαφικές ιδιότητες, καθώς και οι ολικές και διαθέσιμες συγκεντρώσεις έξι βαρέων μετάλλων (BM) στα εδάφη της οριοθετημένης Βιομηχανικής Περιοχής Θεσσαλονίκης (Σίνδος), προκειμένου να εκτιμηθεί η υφιστάμενη κατάσταση των εδαφών της περιοχής όσον αφορά το βαθμό επιβάρυνσής τους από τα μελετούμενα βαρέα μέταλλα. Για το σκοπό αυτό, επιλέχθηκαν 50 τυχαίες θέσεις δειγματοληψίας που κάλυψαν με ομοιόμορφο σχεδόν τρόπο την οριοθετημένη βιομηχανική περιοχή. Από κάθε θέση δειγματοληψίας, συλλέχθηκαν εδαφικά δείγματα από δύο διαφορετικά βάθη, 0 - 30 cm και 30 - 60 cm. Στα δείγματα εδάφους προσδιορίστηκαν η μηχανική σύσταση, το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC, dS m⁻¹), η οργανική ουσία (%), το CaCO₃ (%), η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (CEC, cmol_c kg⁻¹), καθώς και οι ολικές και διαθέσιμες συγκεντρώσεις (mg kg⁻¹) έξι BM (Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn). Επίσης, έγινε εκτίμηση του περιβαλλοντικού κινδύνου ρύπανσης των εδαφών από τα συγκεκριμένα BM, όπως αυτός εκφράζεται με το δείκτη γεωσυσσώρευσης (Igeo) και το συντελεστή εμπλουτισμού (EF) και παρήχθησαν ισαριθμικοί θεματικοί χάρτες κατανομής των συγκεντρώσεων των BM. Ο δείκτης γεωσυσσώρευσης και ο συντελεστής εμπλουτισμού προσδιορίστηκαν με βάση τις ολικές συγκεντρώσεις των BM στην περιοχή μελέτης και τις συγκεντρώσεις τους στο φλοιό της Γης. Η παραγωγή των θεματικών χαρτών έγινε με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος Golden Software Surfer v.11 εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο του Kriging. Τα εδάφη είναι μέσης μηχανικής σύστασης και αλκαλικά. Το 96% και το 90% των δειγμάτων στο βάθος 0-30 cm και 30-60 cm, αντίστοιχα, είναι μη αλατούχα (EC < 2 dS m⁻¹). Ως προς το CaCO₃, το 19% των δειγμάτων έχουν ανεπαρκή περιεκτικότητα, το 51% μέτρια και το 30% επαρκή. Τα επίπεδα της οργανικής ουσίας κυμαίνονται από χαμηλά έως μέσα και στα δύο βάθη, ενώ οι μέσες τιμές CEC είναι 16,6 cmol_c kg⁻¹ και 13,4 cmol_c kg⁻¹ στα βάθη 0-30 cm και 30-60 cm, αντίστοιχα. Οι διάμεσοι των ολικών συγκεντρώσεων των BM στο βάθος 0 - 30 cm ακολουθούν τη φθίνουσα σειρά Mn > Zn > Pb > Ni > Cr > Cd, δηλαδή 397,35 > 52,98 > 32,14 > 20,36 > 19,58 > 1,05 mg kg⁻¹, ενώ στο βάθος 30 - 60 cm οι διάμεσοι ακολουθούν την ίδια φθίνουσα σειρά και είναι οι εξής: 415,22 > 43,99 > 31,44 > 22,15 > 20,72 > 1,04 mg kg⁻¹. Οι διάμεσοι των διαθέσιμων συγκεντρώσεων των BM στο βάθος 0 - 30 cm ακολουθούν τη φθίνουσα σειρά Mn > Zn > Pb > Ni > Cd > Cr, δηλαδή 10,01 > 4,68 > 2,59 > 0,41 > 0,06 > 0,01

mg kg^{-1} , ενώ στο βάθος 30 - 60 cm, οι διάμεσοι ακολουθούν την ίδια φθίνουσα σειρά και είναι οι εξής: $11,42 > 3,47 > 2,60 > 0,33 > 0,03 > 0,01 \text{ mg kg}^{-1}$.

Ο δείκτης γεωσυσσώρευσης Igeo χαρακτηρίζει τα εδαφικά δείγματα για το Cd χωρίς έως με μέτρια επιβάρυνση σε ποσοστά 84% και 68% στο βάθος 0 - 30 cm και 30 - 60 cm, αντίστοιχα, όπως επίσης χωρίς επιβάρυνση για το Cr σε ποσοστό 100% και στα δύο βάθη, για το Mn σε ποσοστά 92% και 94%, για το Ni 100% και 98%, για τον Pb 72% και 78% και για τον Zn 90% και 98%, στο βάθος 0 - 30 cm και 30 - 60 cm, αντίστοιχα. Ο συντελεστής εμπλουτισμού EF χαρακτηρίζει τα εδαφικά δείγματα για το Cd με μέτριο εμπλουτισμό σε ποσοστά 78% και 74%, στο βάθος 0 - 30 cm και 30 - 60 cm, αντίστοιχα, χωρίς εμπλουτισμό για το Cr σε ποσοστό 100% και για το Mn 72% στα δύο βάθη, όπως επίσης χωρίς εμπλουτισμό για το Ni σε ποσοστά 90% και 88%, για τον Zn 74% και 92%, με χαμηλό έως ήπιο εμπλουτισμό για τον Pb σε ποσοστά 78% και 72%, στο βάθος 0 - 30 cm και 30 - 60 cm, αντίστοιχα. Γενικά, τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως μη ρυπασμένα από τα έξι BM και οι συγκεντρώσεις τους κρίνονται φυσιολογικές. Όσον αφορά το μοτίβο κατανομής του Cd στα δύο βάθη, η στατιστική επεξεργασία έδειξε την επίδραση του μητρικού υλικού στην περιοχή έρευνας. Το ίδιο διαπιστώθηκε και στα στοιχεία Cr, Ni και Pb, χωρίς όμως διακυμάνσεις στη χωρική κατανομή τους για το επιφανειακό και κατώτερο βάθος. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις του Mn οριοθετημένες ανάμεσα στο κατώτερο και ανώτερο όριο φυτοτοξικότητας είναι εντοπισμένες και εστιάζονται ΝΑ της ΒΙ.ΠΕ. Επίσης, σε μικρή απόσταση εντοπίζεται και η υπέρβαση του ορίου για τον Zn στο βάθος 0 - 30 cm, δείχνοντας την επίδραση της βιομηχανικής δραστηριότητας στην περιοχή. Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η υφιστάμενη βιομηχανική δραστηριότητα δεν έχει προκαλέσει αξιόλογα προβλήματα ρύπανσης των εδαφών όσον αφορά τα εξεταζόμενα BM, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως δεν πρέπει να υπάρχει τακτική παρακολούθηση των συγκεντρώσεών τους.

ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Πολάκης Νικόλαος*, Κουπάτου Νικόλας, Τσουχλαράκη Ανδρονίκη

Εργαστήριο Γεωδαισίας και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Σχολή
Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης

Email: npolakis@tuc.gr , nkoupatou@tuc.gr, atsouchlaraki@tuc.gr ,

Λέξεις-κλειδιά: GIS, Εκκένωση πληθυσμών, Δασικές πυρκαγιές, Φυσικές
Καταστροφές, Στρατηγικές διαχείρισης.

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για τη βελτίωση των σχεδίων εκκένωσης σε εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε οικισμούς που μπορεί να απειληθούν από δασική πυρκαγιά και φιλοξενούν ευπαθείς κοινωνικές ομάδες, όπως ηλικιωμένους, άτομα με αναπηρία και παιδιά. Η μελέτη αναγνωρίζει κρίσιμα σημεία συγκέντρωσης εκτός των εγκαταστάσεων και αναλύει την προσβασιμότητα και την ασφάλεια των διαδρομών εκκένωσης χρησιμοποιώντας Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ). Μέσω μιας προσεκτικά σχεδιασμένης μεθοδολογίας που συνδυάζει ποσοτική ανάλυση και συμμετοχικό σχεδιασμό, η έρευνα προσφέρει βελτιωμένες στρατηγικές για την εξασφάλιση της ασφαλούς και αποτελεσματικής εκκένωσης των ευπαθών ομάδων. Τα αποτελέσματα της μελέτης αποκαλύπτουν τη σημασία της ενσωμάτωσης τεχνολογικών εργαλείων και της κοινοτικής συμμετοχής στην προετοιμασία και την υλοποίηση σχεδίων εκκένωσης. Τα ευρήματα προτείνουν επίσης την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στην εξέλιξη δυναμικών μοντέλων εκκένωσης που λαμβάνουν υπόψη τις μεταβαλλόμενες ανάγκες και τις δυναμικές των ευπαθών πληθυσμών.

ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Λεμπέσης Φώτης¹, Κωνσταντουλάκης Ευάγγελος¹, Τσουχλαράκη Ανδρονίκη¹,
Αλεξιάκης Δ. Δημήτριος^{2*}

¹Τμήμα Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης,
Χανιά.

²Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ρέθυμνο.

Λέξεις-κλειδιά: Οικολογική ποιότητα, RSEI, Δορυφορική Τηλεπισκόπηση, Κρήτη

Το παγκόσμιο οικοσύστημα βρίσκεται αντιμέτωπο με εκτεταμένη σε εύρος και διάρκεια οικολογική διαταραχή που προκαλείται από την έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα. Για το λόγο αυτό υπάρχει επιτακτική ανάγκη για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων μεθόδων με στόχο την ταχύτερη και αξιόπιστη χωροχρονική παρατήρηση, χαρτογράφηση, εκτίμηση και αξιολόγηση της οικολογικής ποιότητας του Τοπίου σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.

Η εργασία έχει στόχο να αναδείξει τις δυνατότητες της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης στην χαρτογράφηση και εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας του τοπίου στο νησί της Κρήτης για την χρονική περίοδο των τελευταίων 10 ετών. Για την αποτύπωση της οικολογικής ποιότητας υ έγινε χρήση δορυφορικών δεδομένων του δορυφόρου Landsat-8 με τη χρήση του φασματικού δείκτη Remote Sensing Ecological Index (RSEI) (Zuo et al., 2023). Ο δείκτης RSEI υπολογίστηκε για το χρονικό διάστημα 2024-2014 με χρονικό βήμα 2 ετών. Για τον εκτίμηση του δείκτη έγινε συνδυαστική χρήση των παρακάτω φασματικών δεικτών όπως προέκυψαν από τη χρήση των δορυφορικών δεδομένων, μέσης χωρικής διακριτικής ικανότητας, του Landsat-8: NDVI (Normalised Difference Vegetation Index, NDBSI (Normalised Differential Build up and Bare Soil index), WET (Land Surface Moisture), LST (Land Surface Temperature).

Αφού συνδυάσαμε τους δείκτες και προέκυψε ο δείκτης RSEI ανά δύο (2) χρόνια σε βάθος δέκα (10) ετών, κανονικοποιήσαμε τις τιμές σε ένα εύρος από 0 έως 1. Οι τιμές κατατάχθηκαν σε 5 βασικές κατηγορίες ποιότητας από 0-0.2 (κακή), 0.2-0.4 (σχετικά μέτρια), 0.4-0.6 (μέτρια), 0.6-0.8 (καλή) και 0.8-1 (άριστη). Μια πρώτη παρατήρηση κατέδειξε πώς στην Δυτική Κρήτη και συγκεκριμένα στο Νομό Χανίων βρίσκονται οι περιοχές με τις μεγαλύτερες και πιο σταθερές τιμές οικολογικής ποιότητας με τις περισσότερες από αυτές να εκτείνονται στην κατηγορία από 0.6 έως 0.8. Παράλληλα οι νότιες περιοχές του νησιού δείχνουν να έχουν χαμηλότερες τιμές του οικολογικού δείκτη σε σχέση με το βόρειο κομμάτι του νησιού κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο εξαιτίας του γεγονότος ότι στο νότιο τμήμα της Κρήτης αναπτύσσονται μεγαλύτερες θερμοκρασίες και παρατηρούνται μεγαλύτερα ποσοστά ξηρασίας. Οι αυξημένες τιμές θερμοκρασίας επηρεάζουν δραστικά δύο από τους τέσσερις περιβαλλοντικούς δείκτες (WET, LST) οι οποίοι μειώνουν το βαθμό οικολογικής ποιότητας των υπό μελέτη περιοχών. Στα πλαίσια

της έρευνας προέκυψε επίσης ότι στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης δεν παρατηρείται μεγάλη μεταβολή των τιμών της οικολογικής ποιότητας στο πέρασμα των ετών.

Στο επόμενο βήμα οι φασματικοί δείκτες συσχετίστηκαν χωρικά με διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες στην περιοχή μελέτης μας όπως είναι οι χρήσεις γης, το οδικό δίκτυο, υψόμετρο, κλίσεις εδάφους κλπ. σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (QGIS). Παρατηρήθηκε ότι σε περιοχές με μεγάλα υψόμετρα ο οικολογικός δείκτης είχε μεγαλύτερες τιμές (υψηλότερη οικολογική ποιότητα) εξαιτίας του μικρού βαθμού αστικοποίησης και των μειωμένων ανθρωπογενών επεμβάσεων στις συγκεκριμένες περιοχές.

Η εργασία αυτή αναδεικνύει τις δυνατότητες που παρέχει η Δορυφορική Τηλεπισκόπηση στην χαρτογράφηση της οικολογικής ποιότητας σε εκτεταμένες περιοχές και διαφορετικές χρονικές περιόδους. Γίνεται εκτίμηση της αξιοπιστίας του φασματικού δείκτη RSEI και ανάδειξη των παραγόντων που επηρεάζουν την διακύμανση του.

Xueman Zuo, Jiazheng Li, Ludan Zhang, Zhilong Wu, Sen Lin and Xisheng Hu (2023). Spatio-Temporal Variations in Ecological Quality and Its Response to Topography and Road Network Based on GEE: Taking the Minjiang River Basin as a Case, *Land*, 12, 1754. <https://doi.org/10.3390/land12091754>.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΥΛΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Κωνσταντουλάκης Ευάγγελος¹, Λεμπέσης Φώτης¹, Τσουχλαράκη Ανδρονίκη¹,
Αλεξιάκης Δ. Δημήτριος^{2*}

¹Τμήμα Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης,
Χανιά

²Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ρέθυμνο

Λέξεις-κλειδιά: Οργανική ύλη, LUCAS, Δορυφορική Τηλεπισκόπηση

Η εδαφική οργανική ύλη αποτελεί σημαντικό παράγοντα του κύκλου του άνθρακα, του συνόλου των φυσικών συστημάτων αλλά και σημαντικός δείκτης της φέρουσας ικανότητας των γεωργικών συστημάτων μίας περιοχής. Η χαρτογράφηση της σε τοπική και σε περιφερειακή κλίμακα κρίνεται σημαντική για την ανάλυση του τοπικού ισοζυγίου του άνθρακα, για την προστασία της τοπικής παραγωγής και της ποιότητας των προϊόντων και την εξασφάλιση επισιτιστικής ασφάλειας, ειδικότερα σε αυτήν την χρονική συγκυρία όπου η κλιματική αλλαγή θα ασκήσει σημαντική πίεση στα υπάρχοντα αγροτικά μοντέλα και συστήματα. Γίνεται κατανοητό λοιπόν πως πρέπει να βρεθούν οι απαραίτητες μέθοδοι έτσι ώστε να καλύπτεται η παραπάνω ανάγκη σε βαθμό που να επιτρέπει τον σχεδιασμό τόσο της αγροτικής παραγωγής αλλά και γενικότερα των χρήσεων γης για αρκετά μεγάλες περιοχές και με ικανοποιητική ακρίβεια.

Σε αυτό το πλαίσιο κινείται η συγκεκριμένη έρευνα με στόχο την χαρτογράφηση και εκτίμηση της Εδαφικής Οργανικής Ύλης (Ε.Ο.Υ) με μεθόδους Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ArcGIS). Οι χωρικές και φασματικές δυνατότητες που προσφέρουν τα προϊόντα της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης μπορούν να βελτιώσει σημαντικά τους χρόνους και την έκταση κάλυψης χαρτογράφησης της οργανικής ύλης. Σκοπός της εργασίας είναι η χωρική πρόβλεψη της κατανομής της εδαφικής οργανικής ύλης στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης με συνδυαστική χρήση γεωστατιστικών μεθόδων, εδαφολογικών δεδομένων, από την ευρωπαϊκή βάση εδαφολογικών δεδομένων LUCAS και δορυφορικών εικόνων σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Έχοντας σαν βάση ένα σύνολο εδαφικών δειγμάτων από την βάση δεδομένων LUCAS της Ευρωπαϊκής Ένωσης (100 χωρικά σημεία) και με την χρήση γεωστατιστικών τεχνικών παρεμβολής, IDW (Inverse Distance Weighted), δημιουργήθηκαν χάρτες συνολικής κάλυψης της Εδαφικής Οργανικής Ύλης στο νησί της Κρήτης. Στην συνέχεια οι χάρτες αυτοί συσχετίστηκαν χωρικά με ένα σύνολο περιβαλλοντικών παραμέτρων όπως είναι το υψόμετρο (χρήση ψηφιακού μοντέλου εδάφους), οι χρήσεις γης και η εδαφική διάβρωση και προέκυψαν σημαντικά στατιστικά στοιχεία σχετικά με την κατανομή και τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που καθορίζουν την κατανομή της εδαφικής οργανικής ύλης στην Κρήτη. Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε συσχέτιση των παραγόμενων χαρτών εδαφικής οργανικής ύλης με κατάλληλους φασματικούς δείκτες, όπως ο δείκτης NDVI (Normalised Differential Vegetation Index), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index),

όπως προέκυψαν από τα δεδομένα των εικόνων των δορυφόρων Landsat-8 και Sentinel-2 με στόχο: α) Να γίνει εκτίμηση ποιος δείκτης είναι στατιστικά ο πλέον κατάλληλος για την εκτίμηση της οργανικής ύλης και β) Να εντοπιστεί ποια χρονική περίοδος είναι η πλέον κατάλληλη για τη χαρτογράφηση της.

Τα τελικά αποτελέσματα ανάδειξαν τις τεράστιες δυνατότητες της δορυφορικής Τηλεπισκόπησης να συνεισφέρει αποτελεσματικά στην ταχύτατη χαρτογράφηση της οργανικής ύλης σε περιφερειακό επίπεδο. Κρίνεται αναγκαίο για την αξιόπιστη διόρθωση των αποτελεσμάτων να εμπλουτιστεί άμεσα η Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων LUCAS με νέα εδαφολογικά δεδομένα.

ΤΑΣΕΙΣ ΑΝΩΤΕΡΩΝ ΔΑΣΟΟΡΙΩΝ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΟΥΝΑ

Μπούτσιος Στέφανος^{1*}, Δέτσης Βασίλειος², Ξόφης Παντελεήμων³, Lorilla Roxanne⁴,
Κεφαλάς Γιώργος⁵, Δράκου Ευαγγελία⁶

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

²Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Οικονομίας και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

³Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Δράμα

⁴Μεταδιδακτορική ερευνήτρια, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

⁵Μεταδιδακτορικός ερευνητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα & Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Δράμα

⁶Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Λέξεις-κλειδιά: Δασοόρια, Κλιματική αλλαγή, δασικά οικοσυστήματα, βιοποικιλότητα

Η μελέτη μετατόπισης των δασοορίων στα ορεινά δασικά οικοσυστήματα έχει αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια παράλληλα με τη στροφή της προσοχής των φορέων λήψης αποφάσεων και της επιστημονικής έρευνας στις μεταβολές του κλίματος και τις επιπτώσεις τους στα κοινωνικο-οικολογικά συστήματα. Πρόκειται για φαινόμενο το οποίο, εκτός της σημασίας που έχει ως δείκτης κλιματικής αλλαγής, επηρεάζει την βιοποικιλότητα, με άμεση επίπτωση στη διατήρηση ενδιαιτημάτων και ευάλωτων ειδών. Οι αλλαγές στα δασοόρια είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται με διαφορετική ένταση από περιοχή σε περιοχή, με διάφορες μελέτες περιπτώσεων να μην καταγράφουν πάντα ύπαρξη μετατοπίσεων. Το σημαντικότερο όμως σημείο προβληματισμού αφορά τους παράγοντες που ευθύνονται για το φαινόμενο, όπου στις περισσότερες περιπτώσεις η διάκριση μεταξύ ανθρωπογενών και φυσικών κινητήριων δυνάμεων μεταβολής να είναι δύσκολη να προσδιοριστεί. Ιδιαίτερα στην περίπτωση της Ελλάδας, όπως και στα υπόλοιπα μεσογειακά οικοσυστήματα, οι μακρόχρονες και έντονες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, με κυριότερη τη βόσκηση, είναι καθοριστικές ενώ ταυτόχρονα δύσκολα διακρίνονται από τους υπόλοιπους παράγοντες.

Στην Ελλάδα, τα ερευνητικά δεδομένα μετατοπίσεων των δασοορίων σε υψόμετρα που εμφανίζεται η έναρξη της εξωδασικής ζώνης είναι περιορισμένα. Έτσι, στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη μεταβολής των δασοορίων υψηλών ορέων σε επίπεδο Ελλάδας. Για την εκτίμηση των συντελούμενων αλλαγών έγινε οριοθέτηση του οικοτόνου της δασογραμμής με τεχνικές φωτοερμηνείας για το διάστημα των τελευταίων 75 ετών και χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς διαπιστώθηκε μετατόπιση των δασοορίων, η οποία διαφοροποιείται στην ένταση, την ομοιογένεια, και τον τρόπο που καταγράφεται σε κάθε ένα από τα μελετώμενα όρη. Η συσχέτιση των εντοπισμένων αλλαγών με τους κύριους παράγοντες διαμόρφωσης των δασοορίων χρίζει περαιτέρω ανάλυσης και αποτελεί αντικείμενο μελλοντικής εργασίας.

A DOWNSCALING SCHEME FOR SURFACE SOIL MOISTURE AND EVAPORATIVE FRACTION RETRIEVALS FROM OPTICAL/MW REMOTE SENSING DATA

Spyridon E. Detsikas¹, George P. Petropoulos¹, Maria Piles²

¹Department of Geography, Harokopio University of Athens, El. Venizelou 70, Kallithea, 17671, Athens, Greece

² Image Processing Lab, Universitat de València, València, Spain

*correspondence: gpetropoulos@hua.gr

Keywords: remote sensing, SMOS, Sentinel-3, soil moisture, downscaling

Monitoring key parameters defining the dynamics of land-surface processes such as soil moisture (SSM) and evaporative fraction (EF), is crucial for studying for example the global biogeochemical cycles such as those of water, energy, and carbon. Earth Observation-based SSM and EF retrievals have a proven capability, but use of existing operational products is rather limited due to their coarse spatio-temporal resolution. Therefore, downscaling of those products is crucial and of key scientific priority today for enabling their practical use at regional or local scale applications.

A particularly promising approach for deriving SSM/EF from EO datasets is the so-called "triangle" inversion technique, which uses land surface temperature (Ts) and a vegetation index (VI), which is often used synergistically with a land biosphere model.

The present study aims to demonstrate the use of the triangle inversion technique for downscaling the European Space Agency (ESA) operational soil moisture product, Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS), using the fractional vegetation cover provided by the ESA Sentinel 3 platform. The applicability of the investigated technique is explored for a period of two years and for this purpose we used as reference ground data from several experimental sites belonging in Europe belonging to validated ground operational networks.

The results showed a reasonable agreement between the downscaled products and the in-situ data, demonstrating the ability of the proposed methodological approach to accurately estimate critical parameters that define land-surface interactions. Furthermore, the present study results provide a first demonstration of the ability of the triangle method to downscale operational products obtained by ESA from different satellite sensors - in this case SMOS and Sentinel-3. This remains to be further investigated.

The research presented herein has been conducted in the framework of the project LISTEN-EO (DeveLoping new awareness and Innovative toolS to support efficient waTer rESources man-agement Exploiting geoinformatiOn technologies), funded by the Hellenic Foundation for Research and Innovation programme (ID 15898).

COASTAL VULNERABILITY AND SOCIOECONOMIC IMPACT ASSESSMENT UNDER CLIMATE CHANGE IN THE ARCTIC COASTS

Toumasi Polyxeni¹, Detsikas Spyridon¹, Giuseppe DiCaprio², Cherish Massimiliano^{3,*, ω}
Sandric Ionut⁴, Tselos Nektarios Georgios¹, Gotsopoulos Iasonas¹, Petropoulos George
P.^{1,*}

¹Department of Geography, Harokopio University of Athens, El. Venizelou 70, Kallithea, 17671, Athens, Greece

²PlanetGIS-SKY, Romania

³YETITMOVES SRL, Italy

⁴University of Bucharest, Faculty of Geography, Bucharest, Romania

***Correspondence:** gpetropoulos@hua.gr

Keywords: CVI, GIS, Remote Sensing, Arctic, EO-PERSIST

Today, in the face of climate change, Arctic coastlines are the most heavily impacted regions of the Earth with rising sea levels and temperature having detrimental effects on the local communities. As such, obtaining information on coastal vulnerability is of key research priority for the mitigation of climate change consequences in the local society and economic activity. To this end, Earth Observation coupled with contemporary geoinformation tools provide a reliable, cost and time efficient solution for understanding the socioeconomic impact of the climate induced changes in Arctic coastal areas. A particularly promising approach is the so-called Coastal Vulnerability Index (CVI), which takes into account different physical factors such as geomorphology, sea factors, shoreline erosion – retreat or advance, to estimate the degree of vulnerability of a coastal area. Despite its potential, its application in the Arctic is still challenging with research on its use still being still a subject of research under the European Union's funded project, EO-PERSIST (<https://eo-persist.eu/>) which aims to tackle this challenge.

In this context, this study aims to (a) estimate the CVI to assess the vulnerability of the coastal areas of Norway located in the Arctic and (b) assess the socioeconomic impact of climate change by linking the CVI results with different socio-economic indicators. For the implementation of CVI and particular for the geomorphological and sea factors, data was obtained from international and national institutes. For assessing coastal erosion/deposition rates, Landsat satellite images for the years 1993 and 2023 was retrieved from NASA – Earthdata. In order to extract the coastline position for those two years, the modified Normalized Difference Water Index was estimated to delineate land from water while standard GIS operations were used to extract the erosion/deposition rates. After collecting all the parameters needed for CVI, all datasets were imported into a GIS software where the vulnerability classes of CVI were estimated. Subsequently, the

CVI classes were compared with socioeconomic datasets of this area using non-parametric statistical metrics.

Our findings showed that most of the coast of Northern Norway is characterised by a moderate to low degree of vulnerability. The CVI results were in agreement with the trends observed in the socioeconomic data. Results can be of practical use towards assessing coastal vulnerability in the Arctic coast and can support decision making of coastline management in those regions.

The present work has been financially supported by EO-PERSIST, a research project funded by European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101086386.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΛΑΦΟ- ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗ ΖΩΝΗ ΝΕΜΕΑΣ

Κοπανέλης Δημήτριος^{1,2*}, Καλύβας Διονύσιος^{1,2}, Καϊρης Ορέστης¹

¹Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Λέξεις-κλειδιά: Χωρική Στοχαστική Προσομοίωση, Ψηφιακή χαρτογράφηση εδαφών, Γκαουσιανή υπό συνθήκες Προσομοίωση, Γεωστατιστική, Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ), Χωρική παρεμβολή

Στην περιοχή της αμπελουργικής ζώνης της Νεμέας εφαρμόστηκαν οι γεωχωρικές μέθοδοι Γκαουσιανή υπό συνθήκες προσομοίωση, (Gaussian Conditional Simulation – GCS) και Ordinary Kriging (OK) για την πρόβλεψη των τιμών των εδαφικών ιδιοτήτων της οξύτητας του εδάφους (pH), του ισοδύναμου ανθρακικού ασβεστίου, του ολικού οργανικού άνθρακα και της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων σε θέσεις που δεν υπήρχαν μετρήσεις. Αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων των 172 δειγμάτων του επιφανειακού τμήματος του εδάφους της εδαφολογικής μελέτης της περιοχής, προκειμένου να εφαρμοσθούν οι προαναφερόμενες γεωχωρικές μέθοδοι για τις τέσσερις εδαφικές ιδιότητες. Η συγκριτική αξιολόγηση του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης των προσομοιώσεων των τιμών των ιδιοτήτων κατά GCS και των αντίστοιχων στατιστικών μέτρων των τιμών των ιδιοτήτων του OK ανέδειξε σύγκλιση των μεθόδων στην πρόβλεψη των μέσων τιμών των μελετώμενων ιδιοτήτων και διαφορές ως προς την τυπική απόκλιση των προβλεπόμενων τιμών των μελετώμενων ιδιοτήτων.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ

Κοπανέλης Δημήτριος^{1,2*}, Καλύβας Διονύσιος^{1,2}, Καϊρης Ορέστης¹

¹Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Λέξεις-κλειδιά: Γεωστατιστική, Ψηφιακή χαρτογράφηση εδαφών, Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ), Αξιολόγηση εδαφολογικών χαρτών, Βαριόγραμμα, Χωρική παρεμβολή

Η παραλλακτικότητα είναι ένα από τα εγγενή χαρακτηριστικά των εδαφικών ιδιοτήτων. Η χρήση μεθόδων χωρικής παρεμβολής και ειδικότερα η εφαρμογή της γεωστατιστικής θεωρίας για τη βελτίωση της χαρτογράφησης των εδαφικών ιδιοτήτων εφαρμόζεται σε αρκετές περιπτώσεις εδαφολογικής έρευνας, καθώς αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανάλυση της δομής της χωρικής μεταβλητότητας, τη χωρική παρεμβολή τιμών μεταξύ σημειακών παρατηρήσεων και τη δημιουργία χαρτών των προβλεπόμενων τιμών συνοδευόμενων από τους σχετικούς χάρτες των παραγόμενων σφαλμάτων. Στην περιοχή της αμπελουργικής ζώνης της Νεμέας, μετά από τη διενέργεια μη χωρικής περιγραφικής στατιστικής επεξεργασίας των τιμών δύο εδαφικών ιδιοτήτων από 172 θέσεις δειγματοληψίας, και την προκαταρκτική χωρική ανάλυση των δεδομένων της σχετικής εδαφολογικής μελέτης, εφαρμόστηκαν επιλεγμένες γεωχωρικές μέθοδοι για την πρόβλεψη των τιμών των ιδιοτήτων σε σημεία που δεν υπήρχαν μετρήσεις. Ειδικότερα, οι ιδιότητες που μελετήθηκαν ήταν η εκατοστιαία κατά βάρος περιεκτικότητα του επιφανειακού τμήματος του εδάφους στα τρία μηχανικά κλάσματα (άμμος, ιλύς, άργιλος) και η οξύτητα του εδάφους (pH). Σε όλες τις μεθόδους, πραγματοποιήθηκε σχολαστικός καθορισμός των παραμέτρων τους για την επίτευξη μεγαλύτερης ακρίβειας στην πρόβλεψη των τιμών των προαναφερόμενων ιδιοτήτων με ταυτόχρονη ενσωμάτωση του ελάχιστου δυνατού σφάλματος. Η αξιολόγηση, η σύγκριση των μεθόδων και ο έλεγχος της ακρίβειάς τους βασίστηκε στη χρήση στατιστικών δεικτών της μεθόδου διασταυρούμενης επικύρωσης, και η σύγκριση μεταξύ των γεωστατιστικών μεθόδων και της μη γεωστατιστικής μεθόδου ανέδειξε σχετικό πλεονέκτημα των γεωστατιστικών μεθόδων για τη χωρική εκτίμηση εδαφολογικών δεδομένων.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ (APP) ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΑΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

Νικητάκης Ευάγγελος*, Σταυρόπουλος Αλέξανδρος, Ιατρίδης Παντελής, Καλύβας Διονύσιος, Σούλης Κωνσταντίνος

Ερευνητική Μονάδα GIS, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα

[*nikitakis@aua.gr](mailto:nikitakis@aua.gr)

Λέξεις-κλειδιά: Διαδικτυακή εφαρμογή, Θέαση γεωχωρικών δεδομένων, Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, Σταθερές και κινητές συσκευές

Με την είσοδο των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων στην καθημερινότητά μας, η πρόσβαση του ευρύτερου κοινού σε γεωχωρικές πληροφορίες έχει γίνει πιο εύκολη και άμεση από ποτέ. Ταυτόχρονα, η διαδεδομένη χρήση κινητών συσκευών με «έξυπνες» λειτουργίες, μαζί με τη διεύρυνση κάλυψης του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, παρουσιάζουν μία πρωτοφανή δυνατότητα κοινής χρήσης δεδομένων από σχεδόν οποιοδήποτε σημείο του κόσμου και νέες τεχνολογίες ανάπτυξης Χαμηλού Κώδικα επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών από άτομα χωρίς εκτενή εκπαίδευση στον τομέα του προγραμματισμού. Το προϊόν της παρούσας εργασίας αποσκοπεί να εκμεταλλευτεί ακριβώς αυτές τις εξελίξεις και να προσφέρει ένα εύχρηστο και εύκολα προσβάσιμο περιβάλλον θέασης των γεωχωρικών δεδομένων που αφορούν στην ζώνη Προστατευόμενης Ονομασία Προέλευσης Νεμέας.

Με τη χρήση του Experience Builder που διατίθεται από την Environmental Systems Research Institute, μια πλατφόρμα ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών που χρησιμοποιεί τεχνολογία χαμηλού κώδικα, και σε συνδυασμό με λοιπά προϊόντα της σουίτας εφαρμογών της εταιρίας αυτής, η ομάδα μας κατασκεύασε μία διαδικτυακή εφαρμογή που επιτρέπει την θέαση γεωχωρικών δεδομένων, ιδιοκτησία της Ερευνητικής Μονάδας GIS του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, από οποιονδήποτε και από οπουδήποτε. Παράλληλα, η εφαρμογή αυτή επιτρέπει βασικές λειτουργίες των ΓΠΣ επί του πεδίου όπως, μεταξύ άλλων, εντοπισμό τοποθεσίας και μέτρηση γεωμετρικών χαρακτηριστικών. Ο πιλότος της εφαρμογής που παρουσιάζεται στο παρόν απαρτίζεται από τέσσερις διαφορετικές σελίδες οι οποίες αναφέρονται σε ξεχωριστά θεματικά πεδία. Η πρώτη εξ αυτών αποτελεί πλατφόρμα προβολής των εδαφικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή, προβάλλοντας ένα αριθμό σχετικών θεματικών χαρτών καθώς και τα σημεία δειγματοληψίας με τις αντίστοιχες μετρήσεις οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των περιεχόμενων χαρτών. Η δεύτερη σε σειρά σελίδα αποτελεί εδαφολογικό χάρτη της ζώνης ΠΟΠ Νεμέας στα πρότυπα του Υποέργου 7, ο οποίος παρουσιάζει τις Χαρτογραφικές Εδαφικές Μονάδες σε πολυγωνική διανυσματική μορφή. Μαζί αυτές οι δύο σελίδες αποτελούν μία ολοκληρωμένη βάση θέασης των

εδαφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής. Η επόμενη σελίδα είναι αφιερωμένη στην προβολή κλιματικών συνθηκών όπως αυτές έχουν καταγραφεί από το δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών της Ερευνητικής Μονάδας ΓΠΣ στην περιοχή κατά την περίοδο 2020-2023 με έμφαση στη σχετική ζωνοποίηση της περιοχής για κάθε μετεωρολογικό χαρακτηριστικό. Πρόσθετα των χαρτών των ζωνών παρέχονται γραφήματα των καταγραφόμενων τιμών των μετεωρολογικών χαρακτηριστικών σε βάθος χρόνου έως και τριάντα ημερών και τα οποία ανανεώνονται σε πραγματικό χρόνο. Η τελική σελίδα φιλοξενεί μία ψηφιακή τρισδιάστατη αναπαράσταση του ανάγλυφου της ζώνης ΠΟΠ Νεμέας με ανάλυση στα 2 μέτρα και ταυτόχρονα παρέχει κάποια στοιχειώδη σχετικά εργαλεία ανάλυσης όπως δημιουργία υψομετρικού προφίλ και προσομοίωση της σκίασης κατά τον ημερήσιο κύκλο.

Παρότι ο πιλότος της εφαρμογής στο παρόν αποτελεί πρακτικά τίποτα περισσότερο από ψηφιακό άτλαντα της ζώνης ΠΟΠ Νεμέας με περιορισμένες δυνατότητες ΓΠΣ, η αξία του βρίσκεται στη δυνατότητα αναπαραγωγής της σε κινητές συσκευές επί του πεδίου και στην ευκολία χρήσης του από άτομα με περιορισμένη εκπαίδευση στη χρήση ΓΠΣ. Επιπρόσθετα, σκοπός της ομάδας μας είναι ο μελλοντικός εμπλουτισμός της εφαρμογής με καινούργια και πιο ισχυρά εργαλεία χωρικής και όχι μόνο ανάλυσης τα οποία θα επιτρέπουν στον χρήστη τη στοχευμένη και πιο ακριβή προβολή, ταξινόμηση και άντληση δεδομένων, χωρίς συμβιβασμούς στην απλοϊκότητα χρήσης ή στην προσαρμοστικότητα της συμβατότητάς της σε πολλαπλές διαφορετικές συσκευές.

TESTING THE PERFORMANCE OF TWO DIFFERENT INDIRECT APPROACHES ON EARLY PREDICTION OF HARVEST TIME FOR PEACH CULTIVATIONS

Christos Polykretis^{1,*}, Konstantinos X. Soulis¹, Dionissios Kalivas¹, Florian Schlenz²
and Vangelis Vassiliadis³.

¹GIS Research Unit, Laboratory of Soil Science and Agricultural Chemistry,
Department of Natural Resources Development and Agricultural Engineering,
Agricultural University of Athens, 11855 Athens, Greece; soco@aua.gr (K.X.S.);
kalivas@aua.gr (D.K.)

²Geocledian GmbH, 84028 Landshut, Germany; florian.schlenz@geocledian.com (F.S.)

³Agrostis Ltd, 55535 Thessaloniki, Greece; v.vassiliadis@agrostis.gr (V.V.)

*Correspondence: polykretis@aua.gr

Keywords: crop foreseeing; fruit; harvest date; statistical analysis; machine learning;
Greece

Reliable crop production information obtained at a pre-harvest stage for high-value fruit crops can provide sustainable benefits from the grower to the industry level. The main objective of this study was to test the performance of two different indirect approaches on predicting the harvest time for peach cultivations (canned varieties) in a region of northern Greece. A statistical model namely multiple linear regression (MLR) and a machine learning model namely artificial neural network (ANN) were developed and trained on the combination of parcel-based historical records of peach productions for 2017-2021, delivered to a specific canning facility (ALMME), and weather data of the same period. Among relevant six input data features, the cultivar was found to mostly affect the spatio-temporal variability in the start date of peach harvest given the weather conditions. Predicted outputs from the trained models were compared against actual data of 2022 by statistical metrics (R^2 and RMSE) to evaluate their prediction ability. Although the overall results from both models were very promising, those of ANN model revealed a slightly better prediction performance. Further testing of overall methodology on other crops and geographical settings, considering also more and different predictions models and data, constitutes the main future prospect of this research work.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ

Δοσιάδης Ευάγγελος*, Κατσογιάννου Αικατερίνη, Νικητάκης Ευάγγελος, Βαλιάντζα Ελένη, Γερωντίδης Στυλιανός, Σούλης Κωνσταντίνος και Καλύβας Διονύσιος

Ερευνητική Μονάδα GIS, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα

*dosiadis@aua.gr

Λέξεις-κλειδιά: Προγραμματισμός Άρδευσης, Reanalysis Κλιματικά Δεδομένα, AgERA5, MERRA2, Νεμέα

Τα τελευταία χρόνια, έχει πραγματοποιηθεί εκτεταμένη έρευνα για την αξιολόγηση των κλιματικών δεδομένων πλεγματικής μορφής, συμπεριλαμβανομένων δεδομένων επιφάνειας, δορυφόρου και επαναληπτικής ανάλυσης (Reanalysis) σε παγκόσμια κλίμακα. Ωστόσο, υπάρχει ένα σημαντικό κενό στην κατανόηση της αποτελεσματικότητας και της ακρίβειάς τους σε γεωργικές εφαρμογές, ιδιαίτερα σε περιοχές πολύ μικρής κλίμακας. Ενώ αυτά τα σύνολα δεδομένων έχουν αποδειχθεί πολύτιμα για την αξιολόγηση των παγκόσμιων κλιματικών προτύπων, η ερμηνεία των επιπτώσεών τους, ειδικά σε αγροτικά τοπία, παραμένει μια πρόκληση. Η πολυπλοκότητα των γεωργικών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης άρδευσης, των γεωργικών πρακτικών και των αντιδράσεων σε ακραία καιρικά φαινόμενα, απαιτεί μια πιο προσεκτική εξέταση της καταλληλότητας και της ακρίβειας των υφιστάμενων κλιματικών συνόλων δεδομένων για τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων στον γεωργικό τομέα.

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην αντιμετώπιση αυτού του κενού, εστιάζοντας στην οينوπαραγωγική περιοχή της Νεμέας, παρέχοντας πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τη χρησιμότητα των παγκόσμιων κλιματικών δεδομένων σε γεωργικές εφαρμογές, ειδικά στη διαχείριση της άρδευσης για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης ακριβείας άρδευσης σε περιοχές με έλλειψη δεδομένων. Ο πρωταρχικός στόχος είναι να διερευνηθεί η σκοπιμότητα εφαρμογής διαφόρων κλιματικών παγκόσμιων συνόλων δεδομένων σε περιοχές μικρής κλίμακας, δίνοντας έμφαση στις μοναδικές προκλήσεις που θέτει η πολύ υψηλή χωρική μεταβλητότητα σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από πολύπλοκο ανάγλυφο και πολύ μικρές γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται περιλαμβάνει τη χρήση δύο συνόλων δεδομένων, των AgERA5 και MERRA2, τα οποία στη συνέχεια αξιολογούνται για την ακρίβειά τους μέσω επικύρωσης σε σχέση με δεδομένα από ένα δίκτυο 10 αγρομετεωρολογικών σταθμών που καλύπτουν την οينوπαραγωγική περιοχή της Νεμέας. Οι υπό εξέταση μεταβλητές περιλαμβάνουν αυτές που σχετίζονται με την άρδευση και τη διαχείριση των καλλιεργειών, δηλαδή νετό, θερμοκρασία αέρα, υγρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία. Η

μεθοδολογία περιλαμβάνει την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών και την ακρίβεια των πλεγματικών δεδομένων και τη σύγκριση των βέλτιστων χρονοδιαγραμμάτων άρδευσης που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας λεπτομερή μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από τους τοπικούς αγρομετεωρολογικούς σταθμούς για μια τετραετία με τα αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας τα πλεγματικά δεδομένα.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τη σαφή επίδραση της χωρικής ανάλυσης στην ακρίβεια των δεδομένων. Η μελέτη υπογραμμίζει τη σημασία της επιλογής συνόλων δεδομένων με βέλτιστη χωρική ανάλυση για την ενίσχυση της ακρίβειας των κλιματικών μεταβλητών σε περιοχές μικρής κλίμακας. Αυτή η υπόθεση συμβάλλει σε μια ευρύτερη συζήτηση σχετικά με την πρακτικότητα και τους περιορισμούς της χρήσης παγκόσμιων κλιματικών συνόλων δεδομένων σε γεωργικές εφαρμογές μικρής κλίμακας σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από πολύπλοκη τοπογραφία. Ως εκ τούτου, ως μελλοντική ενέργεια, κρίνεται σημαντική η μείωση της κλίμακας των πλεγματικών δεδομένων για τον καλύτερο έλεγχο της ακρίβειάς τους.

ΧΩΡΙΚΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΔΥΜΟ ΑΓΡΟ-ΥΔΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (DT-AGRO)

Σούλης Κωνσταντίνος¹, Καλύβας Διονύσιος¹, Ψωμιάδης Εμμανουήλ², Καϊρης Ορέστης¹, Πάλλη-Γραβάνη Στεργία^{1*}, Γερωντίδης Στυλιανός¹, Κοπανέλης Δημήτριος¹, Αλεξανδρή Σωτηρία¹

¹Ερευνητική Μονάδα GIS, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα, *palligravani@aua.gr

²Εργαστήριο Ορυκτολογίας και Γεωλογίας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα, Ελλάδα

Λέξεις-κλειδιά: GIS, Ψηφιακό Δίδυμο, nexus, αγρο-υδρολογικό μοντέλο, κλιματική μεταβλητότητα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το έργο DT-Agro που έχει ως στόχο την ανάπτυξη ενός χωρικά καθορισμένου Ψηφιακού Διδύμου του ελληνικού γεωργικού και υδρολογικού συστήματος που θα λειτουργήσει ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο το οποίο θα συγχωνεύει σε διάφορες κλίμακες τις κύριες συνιστώσες του συστήματος νερό-έδαφος-τρόφιμα-περιβάλλον-ενέργεια (water-soil-food-environment-energy nexus). Μερικά από τα θεμελιώδη στοιχεία του εικονικού αυτού μοντέλου είναι η συνεχής και χωρικά κατανεμημένη υδρολογική μοντελοποίηση, η αγροϋδρολογική μοντελοποίηση της κίνησης και της αποθήκευσης νερού στο συνεχές σύστημα έδαφος-φυτό-ατμόσφαιρα, η ανάπτυξη και η παραγωγή των καλλιεργειών όπως επηρεάζονται από το κλίμα, το έδαφος και τις γεωργικές πρακτικές, το ισοζύγιο θρεπτικών σε γεωργικές εκτάσεις και βοσκοτόπους και τέλος, οι διεργασίες διάβρωσης και υποβάθμισης του εδάφους.

Το Αγρο-Υδρο-Σύστημα ορίζεται ως το υδρολογικό σύστημα μιας λεκάνης απορροής όπως αυτό επηρεάζεται από τη γεωργική δραστηριότητα στο πλαίσιο του υδρολογικού κύκλου, στο έδαφος, την ατμόσφαιρα και τα φυτά. Αυτό χαρακτηρίζεται από τη γεωργική δραστηριότητα που προκαλεί αλλαγές στη χωρική δομή (χωρική οργάνωση βλάστησης, κατεργασία εδάφους, καλλιεργητικές τεχνικές, μέγεθος και σχήμα αγροτεμαχίου, ζώνες προστασίας, μεταβολή υγρασιότητας), από αλλαγές στις εισροές και εκροές του συστήματος, είτε οργανικές και ανόργανες εισροές θρεπτικών ουσιών και ρύπων, είτε ροές άνθρακα και από το κλίμα, με μεγάλη βραχυπρόθεσμη μεταβλητότητα και μακροπρόθεσμες τάσεις που σχετίζονται με τις παγκόσμιες αλλαγές. Λόγω των υπολογιστικών περιορισμών και της καινοτομίας αυτών των ιδεών, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολύ λίγα, με πολύ περιορισμένη εμβέλεια και πολύ πρόσφατα παραδείγματα εφαρμογών ψηφιακών διδύμων σε γεωργικά και υδρολογικά συστήματα. Έτσι, το DT-Agro θα κάνει το επόμενο βήμα αναπτύσσοντας και υλοποιώντας ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό δίδυμο του αγρο-υδρο-συστήματος. Αυτό θα χρησιμοποιήσει τα σύγχρονα εργαλεία Παρατήρησης Γης με καινοτόμο τρόπο ως πηγή δεδομένων σε

πραγματικό χρόνο για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της χωρικής αναπαράστασης των καταστάσεων και των ροών. Η κατάσταση του αγρο-υδρο-συστήματος θα ενημερώνεται συνεχώς σύμφωνα με τις πρόσφατες εξελίξεις των τεχνολογιών Παρατήρησης Γης και των τεράστιων ποσοτήτων διαθέσιμων ανοικτών δεδομένων επιτρέποντας την αμφίδρομη ανταλλαγή πληροφοριών. Επομένως, το εικονικό αυτό μοντέλο θα παρέχει τα μέσα για την αξιολόγηση των δυνατοτήτων και των επιπτώσεων των γεωργικών πολιτικών στη γεωργική παραγωγή, τα τρόφιμα, την ασφάλεια, το περιβάλλον, τους φυσικούς πόρους και τα τοπικά μέσα διαβίωσης σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα. Παράλληλα, θα παρέχεται η δυνατότητα αξιολόγησης των σημερινών συνθηκών και των μελλοντικών σεναρίων που σχετίζονται με την κλιματική μεταβλητότητα.

Η χρήση τέτοιων πληροφοριών θα συνεισφέρει στην αντιμετώπιση του ζητήματος έλλειψης δεδομένων και στην αξιολόγηση της ενημέρωσης των αρχικών συνθηκών σε πραγματικό χρόνο. Αυτό είναι το πρωταρχικό ζήτημα που επιδιώκει να επιλύσει η παρούσα μελέτη, καθώς αυτές οι πολιτικές και υπηρεσίες αναπτύσσονται σε εθνικό, περιφερειακό ή σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Ωστόσο, είναι διαθέσιμες μόνο σε επίπεδο αγροτεμαχίου και τα υπάρχοντα συμβατικά μοντέλα δεν επαρκούν για την ακριβή αναπαραγωγή των προαναφερθέντων διεργασιών του πλέγματος και τον συνδυασμό των διαφόρων κλιμάκων.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΙΩΝΑ (ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ) ΜΕ ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Νικηφορίδης Γεώργιος^{1,2}, Κόκκινου Ελένη¹, Χατζιδανίδ Δανίδ¹, Τζανακάκης Βασίλειος¹

¹Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Εσταυρωμένος, 71410, Ηράκλειο Κρήτης. gnikiforidis@hmu.gr; ekokinou@hmu.gr; chatzidavid@hmu.gr; vtzanakakis@hmu.gr

²Αγροτικός Συνεταιρισμός Ελαιοπαραγωγών Θραψανού, 70006, Θραψανό Πεδιάδος.

Λέξεις-κλειδιά: GEM-2, εδαφολογικές αναλύσεις, μεταβλητές δόσεις, ζωνοποίηση, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

Η ελιά (*Olea europaea* L.) αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα φυτικά είδη στον πλανήτη και σημαντικό κεφάλαιο της ιστορίας της χώρας μας, καθώς και βασική πηγή αγροτικού εισοδήματος. Η Γεωργία Ακριβείας (ΓΑ) στηρίζει την εφαρμογή της στη δημιουργία ζωνών διαχείρισης στα αγροτεμάχια. Αυτό επιτυγχάνεται με την αξιοποίηση πληροφοριών που συλλέγονται από διάφορα μέσα, όπως είναι οι χάρτες παραγωγής, οι εικόνες που λαμβάνονται από αεροπλάνα, μη επανδρωμένα αεροσκάφη ή δορυφόρους, οι εδαφολογικές αναλύσεις και από μηχανήματα που χαρτογραφούν τις ιδιότητες του αγρού με άμεσο τρόπο. Ο στόχος της διαδικασίας αυτής είναι η εφαρμογή μεταβλητών δόσεων (VRA) κατά τις καλλιεργητικές επεμβάσεις. Η εφαρμογή και παρακολούθηση ενός ελαιώνα με τεχνικές ΓΑ μπορεί να μειώσει τη χρήση λιπασμάτων έως και 31%. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η εφαρμογή μη επεμβατικών και μη καταστροφικών επίγειων μεθόδων προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη τμηματοποίηση του ελαιώνα. Η παρούσα πειραματική μελέτη διεξήχθη στο διάστημα μεταξύ Απριλίου και Σεπτεμβρίου 2023 και χωρίστηκε σε δυο μέρη: α) τις επίγειες ηλεκτρομαγνητικές μετρήσεις εντός του αγροτεμαχίου και β) τη διεξαγωγή πληθώρας εδαφολογικών αναλύσεων με βάση διεθνώς αναγνωρισμένα πρωτόκολλα. Επιπροσθέτως, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση για τη συσχέτιση των διαφόρων παραμέτρων που μετρήθηκαν. Για τις επίγειες ηλεκτρομαγνητικές μετρήσεις, χρησιμοποιήθηκε το φορητό ηλεκτρομαγνητικό όργανο Geophex GEM-2, το οποίο λειτουργεί με την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και μπορεί να προσδιορίσει τη φαινόμενη (ή φαινομενική) ηλεκτρική αγωγιμότητα (ECa) και τη μαγνητική επιδεκτικότητα (MSusc) του εδάφους, σε διάφορα βάθη. Η μέτρηση της (ECa) στα 90 KHz (που αντιστοιχεί σε βάθος περίπου 1 μέτρο) έδωσε τρεις διαφορετικές ζώνες διαχείρισης: τη μπλε (20 mS/m – 38 mS/m), την κίτρινη (38,1 mS/m – 53 mS/m) και την κόκκινη (53,1 mS/m – 72 mS/m). Η μέτρηση της MSusc στην παρούσα περίπτωση έλαβε πολύ μικρές τιμές, γεγονός που σημαίνει ότι στο συγκεκριμένο έδαφος υπάρχουν πολύ μικρές ποσότητες μετάλλων. Για το λόγο αυτό, οι μετρήσεις της MSusc δεν αξιοποιήθηκαν περαιτέρω. Όσον αφορά στις εδαφολογικές μετρήσεις, οι περισσότεροι παράμετροι παρουσιάζουν μια ομοιομορφία μεταξύ των 3 ζωνών διαχείρισης εντός του ελαιώνα, με εξαίρεση το οργανικό άζωτο, το μαγνήσιο, τον ψευδάργυρο και τον χαλκό. Επιπροσθέτως, η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο

εργαστήριο, σε δείγματα από βάθος 0-30 cm, εμφάνισε μεταβολή μεταξύ των 3 ζωνών διαχείρισης. Η σύγκριση των μετρούμενων τιμών μεταξύ των ζωνών διαχείρισης αλλά και μεταξύ των κατώτατων ορίων για την καλλιέργεια της ελιάς έδωσε πολλές στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις ($P\text{value} < 0,05$). Η μεθοδολογία τμηματοποίησης ελαιώνα που παρουσιάστηκε στην παρούσα εργασία αποτελεί μια πρώτη προσπάθεια ένταξης τεχνικών ΓΑ στην ελαιοκαλλιέργεια του Θραψανού Πεδιάδος. Με βάση τη διαφοροποίηση κάποιων θρεπτικών συστατικών στο έδαφος, δικαιολογείται η διαχείριση του παρόντος ελαιώνα τμηματικά, όπως ακριβώς μετρήθηκε με βάση την ECa από το GEM-2. Προκύπτει λοιπόν ότι η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μια αξιόπιστη παράμετρος για την τμηματοποίηση ενός ελαιώνα. Η εφαρμογή μεταβλητών δόσεων λίπανσης είναι πλέον εφικτή, καθώς και η μεταβλητή άρδευση.

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ UAV ΣΕ ΑΜΥΓΔΑΛΕΩΝΑ

Τσολακίδης Αντώνιος – Αδάμ*

Ζυθοποιία Μακεδονίας και Θράκης Α.Ε. (Βεργίνα)

Λέξεις-κλειδιά: Μη επανδρωμένα αεροσκάφη , Τηλεπισκόπηση , Δείκτες βλάστησης, NDVI, NDRE, καλλιέργεια αμυγδάλων

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την εφαρμογή τεχνικών γεωργίας ακριβείας σε συνδυασμό με τη χρήση ιπτάμενων μη επανδρωμένων οχημάτων (Unmanned Aerial Vehicles - UAVs) και πολυφασματικών καμερών σε καλλιέργειες αμυγδάλων. Τα UAVs αποτελούν ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη συλλογή ακριβών γεωγραφικών δεδομένων, ενώ οι πολυφασματικές κάμερες καταγράφουν εικόνες σε διάφορα φάσματα φωτός. Στην εργασία αναλύονται οι τεχνικές και οι δυνατότητες της γεωργίας ακριβείας συνδυαστικά με UAV για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης ποικίλων γεωργικών καλλιεργειών. Επιπλέον, αναλύονται οι πολυφασματικές κάμερες και η δυνατότητά τους να παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για την ευρωστία των φυτών και άλλων γεωργικών παραμέτρων. Στο πλαίσιο της γεωργίας ακριβείας, οι πολυφασματικές κάμερες χρησιμοποιούνται για τη συλλογή εικόνων σύμφωνα με τις οποίες επιτυγχάνεται η ανάλυση και η αξιολόγηση της ευρωστίας των φυτών σε διάφορες χρονικές περιόδους. Με τη χρήση των πολυφασματικών καμερών, μπορούν να ανιχνευθούν διάφορα χαρακτηριστικά των φυτών, όπως η πυκνότητα του φυλλώματος των φυτών, οι ασθένειες, οι ενδείξεις ξηρασίας και η απορρόφηση της χλωροφύλλης. Με τη χρήση των πολυφασματικών καμερών και του δείκτη NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) που αναφέρεται στο πειραματικό κομμάτι της εργασίας, οι γεωργοί μπορούν να ανιχνεύουν προβλήματα στις καλλιέργειές τους, να εκτιμούν την ποιότητα της καλλιέργειας τους, να λαμβάνουν αποφάσεις για την απαιτούμενη γεωργική παρέμβαση και να βελτιστοποιούν τις αποδόσεις των καλλιεργειών τους. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγή, μείωση των δαπανών και την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της αποτελεσματικής χρήσης των γεωργικών πόρων. Τα πειράματα που περιλαμβάνονται στην εργασία επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου, προσφέροντας πρακτικές εφαρμογές στη γεωργία ακριβείας, συγκεκριμένα, πάνω σε καλλιέργειες αμυγδάλων. Τέλος, παρουσιάζονται συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις και βελτιώσεις στον τομέα αυτό. Η διπλωματική εργασία αυτή προσφέρει σημαντική συνεισφορά στον τομέα της γεωργίας ακριβείας και ανοίγει τον δρόμο για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη πάνω στις καλλιέργειες αμυγδάλων.

