

6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον



Τεύχος Περιλήψεων





6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΤΕΥΧΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΕΩΝ

ΑΘΗΝΑ, 2026



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Επιμέλεια έκδοσης

Διονύσιος Καλύβας

Υπεύθυνος Διοργάνωσης

Καθηγητής ΓΠΑ

Ερευνητική Μονάδα GIS ΓΠΑ

Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής

Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας

Γραμματεία 6ου Συνεδρίου Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

Copyright 2026: Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων

ISBN: 978-960-6806-34-6



Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	3
ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ.....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	10
Επιστημονικές Προφορικές Ανακοινώσεις.....	12
Τρίτη 19/5/2026	13
ΣΥΝΕΔΡΙΑ I: Τηλεπισκόπηση, Φωτογραμμετρία & Αναγνώριση Προτύπων.....	13
Σύγκριση Sentinel-2 και Landsat στην εκτίμηση της σοβαρότητας πυρκαγιάς και της ανάκαμψης της βλάστησης σε μεσογειακά τοπία: Μελέτη περίπτωσης στη Ζάκυνθο	14
Διαφοροποίηση των δεικτών βλάστησης στη παράκτια ζώνη της Ελλάδας	16
Εκτίμηση LAI από δορυφορικές εικόνες, με αντιστροφή του μοντέλου διάδοσης ακτινοβολίας PROSAIL.....	17
ΣΥΝΕΔΡΙΑ II_A: Γεωργία Ακριβείας & Διαχείριση Καλλιεργειών	19
Ανίχνευση ασθενειών καλλιεργειών από πολυφασματικά δεδομένα Sentintel-2 με αυτοεπιβλεπόμενη ακαι πολυσταδιακή βαθιά μάθηση	20
Πολυμεταβλητή χωρική ανάλυση και οριοθέτηση ζωνών διαχείρισης στην αμπελουργία ακριβείας.....	22
Ανάπτυξη εφαρμογής συνομιλικής τεχνητής νοημοσύνης με αξιοποίηση γεωχωρικών δεδομένων για συμβουλευτική υποστήριξη σε καλλωπιστικά φυτά	23
Αξιολόγηση Καταλληλότητας Γεωργικής Γης στη Νάξο	25
ΣΥΝΕΔΡΙΑ II_B: Γεωργία Ακριβείας & Διαχείριση Καλλιεργειών	27
Ολοκληρωμένη διαχείριση ελαιοκαλλιέργειας και πειραματική τεχνική καταμέτρησης και εντοπισμού του δάκου της ελιάς, με τεχνικές τηλεπισκόπησης, γεωργίας ακριβείας, τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης: Πρωτόκολλο ερευνητικού προγράμματος IMOlive AI.....	28
Διατοπική παρακολούθηση της καλλιέργειας του βυνοποιήσιμου κριθαριού με τηλεπισκόπηση και επιτόπιες μετρήσεις μέσω του δείκτη NDVI	31
Εκτίμηση της σχάσης καρπών ροδιάς μέσω εγγύς παρακολούθησης και εναέριας τηλεπισκόπησης	34
Ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση της παραγωγής ροδιών με χρήση τρισδιάστατων μοντέλων	36
Kopaida Regional Soil Spectral Library: Advancing Soil Property Monitoring through Spectroscopy	38



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Mapping soil water properties, texture and roots' moisture using GIS, spatial geostatistics, soil samples, moisture sensors and geoinformatics	39
Τετάρτη 20/5/2026	41
ΣΥΝΕΔΡΙΑ III: Ψηφιακή Εδαφολογία & Διάβρωση	41
Συνδυασμός εθνικών εδαφολογικών χαρτών και τοπογραφίας υψηλής ανάλυσης για τη βελτιωμένη μοντελοποίηση του ρυθμού διάβρωσης των εδαφών μέσω της μεθοδολογίας PESERA στις Περιφέρειες Δυτική Ελλάδα και Πελοποννήσου	42
Χωρική Αξιολόγηση της Κοκκομετρικής Σύστασης του Εδάφους στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας ως Βάση Λήψης Αποφάσεων και Εφαρμογής Πρακτικών Γεωργίας Ακριβείας σε Επίπεδο Κοινότητας	44
Χαρτογράφηση του οργανικού άνθρακα του εδάφους: Μια συνεργιστική προσέγγιση με χρήση συμβατικής και ψηφιακής χαρτογράφησης εδαφών	46
ΣΥΝΕΔΡΙΑ IV: Υδρολογία, Ποιότητα Υδάτων & Ξηρασία	48
The nisos project: an integrated multi-method approach for sustainable development and water resource management on kythera island	49
Χωροχρονική ανάλυση της ξηρασίας στην Ελλάδα (1981-2019) με δείκτες spi και spei και ανάπτυξη διαδραστικού webgis για επιχειρησιακή παρακολούθηση	51
Αξιολόγηση της δυνατότητας εκτίμησης αμμωνιακών ιόντων (NH ₄ ⁺) μέσω τηλεπισκόπησης σε ένα παράκτιο oligοτροφικό υδάτινο σύστημα όπου δραστηριοποιείται μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας	54
Παρακολούθηση των Ξηρασιών στην Ελλάδα με τη Χρήση Περιβαλλοντικών και Κλιματικών Δεικτών Βασισμένων σε ΣΓΠ	58
Spatial Fluctuations of agricultural water resources quality in Pinios River basin spaces (Greece) using GIS and laboratory analysis	60
ΣΥΝΕΔΡΙΑ V: Τεχνολογίες UAV & Διαχείριση Γεωχωρικών Δεδομένων – ΣΥΝΕΔΡΙΑ VI: Ψηφιακή Κτηνοτροφική Διαχείριση	62
Η συμβολή του ελληνικού Κτηματολογίου στην υποστήριξη διεργασιών του αγροτικού τομέα στην Ελλάδα	63
Διαδικτυακή εφαρμογή απεικόνισης και ανάλυσης χωρικών δεδομένων για τη διαχείριση της ευλογιάς των προβάτων και αιγών	67
Πέμπτη 21/5/2026	69
ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII: Γεωπληροφορική στην Κοινωνία, Υγεία & Πολιτική	69
ESG και GIS: εφαρμογές από τη γεωργία και το περιβάλλον έως την παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα	70



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η Αστική Θερμική Νησίδα διορθωμένη ως προς το υψόμετρο και την περιοχή αναφοράς: εφαρμογή στην Ελλάδα	72
Διαδικτυακή χαρτογραφική εφαρμογή των περιστατικών έκτακτης ανάγκης στην Ελλάδα με βάση τα μηνύματα 112.....	75
Επανενεργοποιώντας τον "τόπο": Ενσωμάτωση δεδομένων αρχιτεκτονικής κληρονομιάς σε μοντέλα χωρικής ανάλυσης τρωτότητας για τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη	78
Διαδικτυακή εφαρμογή ενημέρωσης για τις φυσικές καταστροφές με δισδιάστατες και τριδιάστατες οπτικοποιήσεις.....	80
Ενισχύοντας την Ανθεκτικότητα της Γεωργίας στην Κλιματική Αλλαγή μέσω της Εκπαίδευσης στις Γεωχωρικές Τεχνολογίες στη Λαϊκή Δημοκρατία του Λάος	84
Εφαρμογή Γεωχωρικών Δεδομένων στον Τοπιακό Σχεδιασμό: Η περίπτωση θεματικών διαδρομών κεραμικής στην Αίγινα	87
ΣΥΝΕΔΡΙΑ VIII: Περιβάλλον, Βιοποικιλότητα & Διαχείριση Κινδύνων.....	89
Μεταπυρική αξιολόγηση ενδιαιτήματος αρπακτικών ειδών στον Έβρο μετά την πυρκαγιά του 2023	89
Αγροκλιματική ζωνοποίηση σιταριού με μεθόδους Γεωπληροφορικής: Η περίπτωση της Θεσσαλίας.....	92
Εκτίμηση γεωχημικών δεικτών, δυνητικά τοξικών στοιχείων και κινδύνου για την ανθρώπινη υγεία σε εδάφη εγκαταλελειμμένου μεταλλείου Pb στην περιοχή του Υμηττού	94
Μοντέλο εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιάς με εφαρμογή πολυκριτήριας ανάλυσης σε περιβάλλον GIS: Η περίπτωση του Δ. Ιστιαίας-Αιδηψού (Βόρεια Εύβοια).....	97
Γεωγραφική Ανάλυση της Πλημμύρας στις 6-7 Σεπτεμβρίου 2023 στη Λεκάνη απορροής του Πηνειού.....	99
Χωρική εκτίμηση των επιπτώσεων της μεταλλευτικής δραστηριότητας στη βιοποικιλότητα με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS): Πιλοτική εφαρμογή σε περιοχή του Περού.....	101
ΣΥΝΕΔΡΙΑ IX: Φυτοπροστασία & Εντομολογία (Χωρική Διάσταση).....	103
Σχεδιασμός αρχιτεκτονικής συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας για την παρακολούθηση και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς.....	103
Γεωχωρικές μέθοδοι στη γεωργία ακριβείας: εφαρμογή στη διαχείριση του δάκου	105
Διερεύνηση της χωροχρονικής δυναμικής της δακοπροσβολής στην Περιφερειακή Ενότητα Χανίων με χρήση GIS	107
Αναρτημένες Επιστημονικές Ανακοινώσεις (Poster)	109
Preliminary spatial assessment of nitrogen pollution sources in the Sperchios River Basin (Central Greece).....	110



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Towards the FAIR and Effective Use of UAV Data for Sustainable Environmental Monitoring: The contribution of the ACCELERATE Project	112
Χωρική Ανάλυση Κίνησης Ζώων και Έντασης Βόσκησης με χρήση GPS υπό Σταθερές Αγρομετεωρολογικές Συνθήκες σε Μεσογειακό Υγροτοπικό Σύστημα	114
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ 3D ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΓΙΑ ΛΗΨΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡ ΑΣΙΝΟΥ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΓΕΙΤΟΝΙΕΣ	116
TOWARDS REAL-TIME DETECTION OF MACROPLASTICS ON RIVER SURFACES	118
ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	120
ΓΕΩΧΩΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΣΥΛΛΗΨΕΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΑΡΡΟΪΚΟΥ ΠΥΡΕΤΟΥ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΖΩΝΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ	122
ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΙΣΤΙΑΙΑΣ - ΑΙΔΗΨΟΥ (ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ)	125
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ UAV - DRONES ΣΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΑΚΟΚΤΟΝΙΑ	126
Υπηρεσία Εκτίμησης Εδαφικής Υγρασίας με Συνδυασμό Δεδομένων Sentinel-1 και Sentinel-2 στο Πλαίσιο του Εθνικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων	128
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΩΝ	129
Ανάπτυξη Διαδικτυακής Εφαρμογής για τη Διαχρονική Παρακολούθηση Αγροτεμαχίων με τη χρήση του Google Earth Engine	131
ΕΠΑΝΕΝΕΡΓΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟΝ "ΤΟΠΟ": ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΣΕ ΜΟΝΤΕΛΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	133
Συγκριτική εξέταση μεθόδων πρόβλεψης σύστασης της υφής του υποεδάφους	135
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ	136



19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ

Οργανωτική Επιτροπή

Ονοματεπώνυμο

Αλεξανδρίδης Θωμάς
Ντούλα Μαρία
Φουντάς Σπυρίδων
Καλύβας Διονύσιος (Υπεύθυνος
Διοργάνωσης)
Λαμπρόπουλος Αναστάσιος
Πετρόπουλος Γεώργιος
Σούλης Κων/νος
Τριαντακωνσταντής Δημήτριος
Καβρουδάκης Δημήτριος
Κυριακίδης Φαίδων
Σταθάκης Δημήτριος
Πετεινάτος Γεράσιμος
Χριστόπουλος Διονύσιος

Φορέας

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Πανεπιστήμιο Πατρών
Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Πολυτεχνείο Κρήτης

Επιστημονική Επιτροπή

Ονοματεπώνυμο

Αλεξανδρίδης Θωμάς
Αντωνιάδης Βασίλειος
Αρβανίτης Κων/νος
Ασχονίτης Βασίλειος
Γκόλτσιου Αικατερίνη
Δαλιακόπουλος Ιωάννης
Δεμέστιχας Κων/νος
Δέρκας Νικόλαος
Δημοπούλου Έφη
Ευαγγέλου Ελευθέριος
Καββαδίας Βίκτωρ
Καΐρης Ορέστης
Καλογήρου Στέφανος
Καλύβας Διονύσιος
Καραβίτης Χρήστος

Φορέας

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κάργας Γεώργιος
Κάτσιος Ιωάννης
Κοκκίνου Ελένη
Κουλελής Παναγιώτης
Κουργιαλάς Νεκτάριος
Κυπαρίσσης Άρης
Κυριακίδης Φαίδων
Κωστοπούλου Κων/να
Λαμπρόπουλος Αναστάσιος
Λουκάτος Δημήτριος
Μουστάκας Νικόλαος
Μπαρούχας Παντελής
Μυλωνάς Παναγιώτης
Νικολακόπουλος Κωνσταντίνος
Οικονόμου Γαρυφαλλιά
Παλαιολόγου Παλαιολόγος
Παπανικολάου Ιωάννης
Παπαχατζής Αλέξανδρος
Παρασκευοπούλου Αγγελική
Πετεινάτος Γεράσιμος
Ποϊραζίδης Κων/νος
Ροζάκης Στυλιανός
Τζιαχρής Παναγιώτης
Τσάλτας Δημήτριος
Τσάτσαρης Ανδρέας
Τσιχριντζής Βασίλειος
Φραγκούλης Δημήτριος
Φιλίντας Αγαθός
Χαραλαμπίδης Ιωάννης
Χατζηγεωργίου Ιωάννης
Χατζηχρήστος Θωμάς
Χριστόπουλος Διονύσιος

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Πανεπιστήμιο Πατρών
Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο
Πανεπιστήμιο Πατρών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Ιόνιο Πανεπιστήμιο
Πολυτεχνείο Κρήτης
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ
Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Πολυτεχνείο Κρήτης



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γραμματεία

Αλεξανδρή Σωτηρία (Υπεύθυνη
Γραμματείας)
Βεβελάκης Βασίλης (Υπεύθυνος
Επικοινωνίας)
Δοσιάδης Ευάγγελος

Γιασεμή Μοριανού

Νικητάκης Ευάγγελος

Πάλλη Γραβάνη Στεργία

Ράιδου Ελένη

Σούλης Ξενοφών

Σταυρόπουλος Αλέξανδρος

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



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα έκδοση περιλαμβάνει τις περιλήψεις των επιστημονικών προφορικών και αναρτημένων ανακοινώσεων του 6ου Συνεδρίου Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον.

Το Συνέδριο πραγματοποιήθηκε στις 19, 20 και 21 Μαΐου 2026 στο Συνεδριακό Αμφιθέατρο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τη διοργάνωση ανέλαβαν η Ερευνητική Μονάδα GIS του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και η Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (HellasGIS).

Κεντρικό άξονα του 6ου Συνεδρίου Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και το Περιβάλλον αποτέλεσαν οι επιστημονικές ανακοινώσεις, αναδεικνύοντας για ακόμη μία χρονιά τη δυναμική της ελληνικής και διεθνούς ερευνητικής κοινότητας στον τομέα των γεωχωρικών τεχνολογιών.

Στο πλαίσιο του Συνεδρίου παρουσιάστηκαν συνολικά **54 επιστημονικές εργασίες**, εκ των οποίων **39 προφορικές ανακοινώσεις** κατανεμημένες σε 9 συνεδρίες και **15 αναρτημένες ανακοινώσεις (posters)**. Οι εργασίες προήλθαν από πανεπιστήμια, ερευνητικά ιδρύματα, δημόσιους οργανισμούς και επιχειρήσεις από την Ελλάδα και το εξωτερικό, αποτυπώνοντας το υψηλό επίπεδο της σύγχρονης έρευνας και τη διεπιστημονική φύση των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων.

Η θεματολογία κάλυψε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών των γεωχωρικών τεχνολογιών, της τηλεπισκόπησης, της φωτογραμμετρίας, της χωρικής ανάλυσης, της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη γεωργία, το περιβάλλον και τη διαχείριση φυσικών πόρων.

Μεταξύ άλλων παρουσιάστηκαν ερευνητικές εργασίες που αφορούσαν:

- τη γεωργία ακριβείας και τη διαχείριση καλλιεργειών,
- εφαρμογές τηλεπισκόπησης και δεικτών βλάστησης για την παρακολούθηση της ανάπτυξης των καλλιεργειών,
- αξιοποίηση μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAVs) και φωτογραμμετρικών τεχνικών,
- εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης και machine learning στην ανάλυση γεωχωρικών δεδομένων,
- διαχείριση εδαφικών και υδατικών πόρων,
- ψηφιακή εδαφολογία και αξιολόγηση γαιών,
- υδρολογία, βιοποικιλότητα και περιβαλλοντική παρακολούθηση,
- πρόληψη φυσικών καταστροφών και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή,
- ανάπτυξη WebGIS εφαρμογών και σύγχρονων ψηφιακών πλατφορμών γεωπληροφορικής.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις εφαρμογές που μεταφέρουν την έρευνα στην πράξη, παρουσιάζοντας ολοκληρωμένες λύσεις που αξιοποιούν γεωχωρικά δεδομένα, δορυφορικές εικόνες, drones και



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων στη γεωργική παραγωγή, τη διαχείριση του περιβάλλοντος και την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων.

Οι επιστημονικές παρουσιάσεις επιβεβαίωσαν τον έντονα διεπιστημονικό χαρακτήρα των γεωχωρικών τεχνολογιών και ανέδειξαν τον ολοένα αυξανόμενο ρόλο τους ως βασικού εργαλείου για την παραγωγή γνώσης, την καινοτομία και τη βιώσιμη ανάπτυξη στον πρωτογενή τομέα και το περιβάλλον.

Οι περιλήψεις παρουσιάζονται σύμφωνα με τη σειρά του τελικού προγράμματος του Συνεδρίου. Οι αναρτημένες ανακοινώσεις παρατίθενται σε ξεχωριστή ενότητα στο τέλος του τεύχους.

Με τιμή,

Διονύσιος Π. Καλύβας

Υπεύθυνος Διοργάνωσης 6ου Συνεδρίου Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

Καθηγητής Αξιολόγησης Γαιών, GIS & Χωρικής Ανάλυσης

Ερευνητική Μονάδα GIS Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής

Τηλ. 210 5294091, E-mail: kalivas@aua.gr



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Επιστημονικές Προφορικές Ανακοινώσεις



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τρίτη 19/5/2026

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ I: Τηλεπισκόπηση, Φωτογραμμετρία & Αναγνώριση
Προτύπων**



Σύγκριση Sentinel-2 και Landsat στην εκτίμηση της σοβαρότητας πυρκαγιάς και της ανάκαμψης της βλάστησης σε μεσογειακά τοπία: Μελέτη περίπτωσης στη Ζάκυνθο

Σταυρίδης Γεώργιος¹ *, Ποϊραζίδης Κωνσταντίνος², Γαβριηλάτος Νικόλαος³

¹Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Systems Dynamics, Ζάκυνθος, email: geo.stavridis@lesd.gr

² Εργαστήριο Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, Τμήμα Περιβάλλοντος, , Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, Ελλάδα

³Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Εργαστήριο Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, Ελλάδα

Λέξεις κλειδιά: τηλεπισκόπηση, πυρκαγιές, Sentinel-2, Landsat, Google Earth Engine

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους φυσικούς κινδύνους στα μεσογειακά οικοσυστήματα, προκαλώντας εκτεταμένες μεταβολές στη δομή και λειτουργία της βλάστησης, στις ιδιότητες του εδάφους και στη συνολική οικολογική ισορροπία των πληγείσων περιοχών. Η αυξανόμενη συχνότητα και ένταση των πυρκαγιών, σε συνδυασμό με τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής, καθιστούν αναγκαία την ανάπτυξη αξιόπιστων και επαναλήψιμων μεθόδων για την αποτύπωση της καμένης έκτασης, την εκτίμηση της σοβαρότητας της καύσης και την παρακολούθηση της μεταπυρικής ανάκαμψης της βλάστησης. Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση δορυφορικών δεδομένων παρατήρησης της Γης και σύγχρονων γεωχωρικών τεχνολογιών συνιστά ιδιαίτερα αποτελεσματική προσέγγιση για τη συστηματική παρακολούθηση των περιβαλλοντικών μεταβολών που σχετίζονται με πυρικά φαινόμενα.

Η παρούσα εργασία, στη Ζάκυνθο, διερευνά συγκριτικά τη συμβολή των δορυφορικών αποστολών Sentinel-2 και Landsat στην εκτίμηση της σοβαρότητας πυρκαγιάς και στην ανάλυση της δυναμικής ανάκαμψης της βλάστησης σε μεσογειακά τοπία της Ελλάδας. Η επιλογή των δύο συστημάτων βασίζεται στη συμπληρωματικότητά τους ως προς τη χωρική, χρονική και φασματική ανάλυση. Το Sentinel-2 προσφέρει υψηλότερη χωρική διακριτική ικανότητα, επιτρέποντας λεπτομερέστερη αποτύπωση της ετερογένειας του τοπίου και των ορίων της καμένης περιοχής, ενώ το Landsat διαθέτει μακροχρόνιες χρονοσειρές, κατάλληλες για την αποτίμηση της εξέλιξης της βλάστησης πριν και μετά από ένα πυρικό συμβάν. Ως εκ τούτου, η συνδυαστική τους αξιολόγηση δύναται να παρέχει ολοκληρωμένη εικόνα τόσο των άμεσων επιπτώσεων της φωτιάς όσο και της μεταγενέστερης πορείας αποκατάστασης.

Η μεθοδολογική προσέγγιση βασίζεται στην επεξεργασία πολυχρονικών δορυφορικών εικόνων προ και μετά την εκδήλωση πυρκαγιάς, με αξιοποίηση της πλατφόρμας Google Earth Engine (GEE). Η



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

χρήση του GEE επιτρέπει την άμεση πρόσβαση σε εκτεταμένα αρχεία δορυφορικών δεδομένων, την αυτοματοποιημένη επιλογή εικόνων με χαμηλή νεφοκάλυψη, καθώς και την εκτέλεση αναλύσεων σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζονται η επαναληψιμότητα της διαδικασίας, η επιχειρησιακή ταχύτητα επεξεργασίας και η δυνατότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων χωρίς την ανάγκη τοπικής υπολογιστικής υποδομής.

Για την αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς και της μεταπυρικής οικολογικής απόκρισης υπολογίζονται φασματικοί δείκτες ευρέως χρησιμοποιούμενοι στη σχετική βιβλιογραφία, όπως ο Normalized Burn Ratio (NBR), ο διαφοροποιημένος δείκτης dNBR και ο Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Ο NBR χρησιμοποιείται για την αποτύπωση των μεταβολών που προκαλεί η φωτιά στη βλάστηση και στο επιφανειακό υπόστρωμα, ενώ ο dNBR αξιοποιείται για την εκτίμηση και ταξινόμηση της σοβαρότητας της καύσης μέσω σύγκρισης προ- και μεταπυρικών εικόνων. Παράλληλα, ο NDVI επιτρέπει την παρακολούθηση της εξέλιξης της φυτοκάλυψης και τη διερεύνηση της πορείας ανάκαμψης της βλάστησης σε μεταγενέστερες χρονικές περιόδους. Μέσω των ανωτέρω δεικτών παράγονται θεματικοί χάρτες καμένων εκτάσεων, κατηγοριών έντασης καύσης και μεταβολών της βλάστησης, οι οποίοι επιτρέπουν τη χωρική και χρονική αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα δεδομένα Sentinel-2 και Landsat, με στόχο να διερευνηθούν ο βαθμός συμφωνίας τους, η σχετική ευαισθησία κάθε αισθητήρα στην ανίχνευση μεταπυρικών μεταβολών και η καταλληλότητά τους για εφαρμογές περιβαλλοντικής παρακολούθησης σε μεσογειακά οικοσυστήματα. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα εκτιμάται ότι θα συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση της χωρικής διαφοροποίησης της σοβαρότητας της πυρκαγιάς και της πορείας ανάκαμψης της βλάστησης, παρέχοντας χρήσιμη πληροφορία για τη διαχείριση των πληγισών περιοχών και τον σχεδιασμό μέτρων αποκατάστασης. Παράλληλα, η εργασία αναδεικνύει τη σημασία των ανοικτών δορυφορικών δεδομένων και των σύγχρονων υποδομών γεωχωρικής ανάλυσης ως κρίσιμων εργαλείων για την υποστήριξη της περιβαλλοντικής παρακολούθησης και της διαχείρισης φυσικών καταστροφών.



Διαφοροποίηση των δεικτών βλάστησης στη παράκτια ζώνη της Ελλάδας

Νίκος Γαβριηλάτος^{1,2*}, Γεώργιος Σταυρίδης^{1,3}, Κώστας Ποϊραζίδης¹

¹ Εργαστήριο Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Παναγούλα, 29100 Ζάκυνθος, Ελλάδα

² Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών - Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 15780 Ζωγράφου, Ελλάδα

³ Systems Dynamics Τεχνική Εταιρεία, Γαϊτάνι, 29100 Ζάκυνθος, Ελλάδα

* email: nikosgabriilatos@gmail.com

Λέξεις κλειδιά: Παράκτια Ζώνη; Ελλάδα; NDVI; NDMI; Landsat; Google Earth Engine; Περιφερειακές Ενότητες

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τη διαφοροποίηση του Κανονικοποιημένου Δείκτη Βλάστησης (NDVI) και του Κανονικοποιημένου Δείκτη Υγρασίας Βλάστησης (NDMI) στην παράκτια ζώνη της Ελλάδας, με χρήση δορυφορικών εικόνων Landsat Collection 2 Level-2 για πέντε έτη αναφοράς: 1985, 1995, 2005, 2015 και 2024. Για τα έτη 1985, 1995 και 2005 χρησιμοποιήθηκε ο Landsat 5 TM, ενώ για τα έτη 2015 και 2024 ο Landsat 8 OLI. Η περιοχή μελέτης ορίστηκε ως ζώνη 10 χιλιομέτρων από την ακτογραμμή προς την ενδοχώρα, με 26 παράκτιες Περιφερειακές Ενότητες ως χωρικές μονάδες ανάλυσης. Θερινές σύνθετες εικόνες με βάση τη διάμεσο τιμή παράχθηκαν μέσω του Google Earth Engine και υπολογίστηκαν ζωνικές στατιστικές για κάθε Περιφερειακή Ενότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τεκμηριωμένες φασματικές διαφορές μεταξύ αισθητήρων, δεν είναι εφικτή μια διαχρονική ερμηνεία σε όλη τη χρονοσειρά. Στην πρώτη περίοδο 1985–2005, με βάση τον TM (Landsat 5), παρατηρήθηκε άνοδος από το 1985 και μερική σταθεροποίηση στα έτη 1995 και 2005, ενώ για την περίοδο 2015–2024, με βάση τον OLI (Landsat 8), παρατηρήθηκε πτώση των τιμών στους δείκτες βλάστησης. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν έντονη χωρική διαφοροποίηση μεταξύ των νομών σε όλα τα έτη παρατήρησης, με τις ηπειρωτικές Περιφερειακές Ενότητες της βόρειας και δυτικής Ελλάδας να κατέχουν σταθερά υψηλότερες τιμές, ενώ οι νησιωτικές και αστικές παράκτιες μονάδες παρουσιάζουν συχνότερα χαμηλότερες τιμές. Τα ευρήματα καταδεικνύουν την έντονη διαφοροποίηση της βλάστησης της παράκτιας ζώνης στην Ελλάδα και την αναγκαιότητα ανάλυσης σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες για την ανάδειξη της χωρικής ετερογένειας που χαρακτηρίζει την ελληνική παράκτια ζώνη.



Εκτίμηση LAI από δορυφορικές εικόνες, με αντιστροφή του μοντέλου διάδοσης ακτινοβολίας PROSAIL

**Βερδές Ναταλία^{1,*}, Παπαγεωργίου Μανώλης², Βερβέρης Μηνάς³, Λεκάκης Μανώλης⁴,
Καλύβας Διονύσιος⁵, Δημητράκος Αγαθοκλής⁶**

^{1,6} Geospatial Data Scientist, AgroApps IKE, Θεσσαλονίκη; ² Data Scientist, AgroApps IKE, Θεσσαλονίκη; ^{3,4} Γεωπόνος, AgroApps IKE, Θεσσαλονίκη; ⁵ Καθηγητής, Ερευνητική Μονάδα GIS, Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας, Sentinel-2, Μηχανική Μάθηση, Εθνικό Πρόγραμμα Μικροδορυφόρων

Ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (Leaf Area Index - LAI) αποτελεί θεμελιώδη βιοφυσική παράμετρο για την παρακολούθηση της υγείας, της ανάπτυξης και της παραγωγικότητας των καλλιεργειών μέσω τηλεπισκόπησης. Η εκτίμησή της σε εθνική κλίμακα από δορυφορικά δεδομένα αποτελεί, ωστόσο, σημαντική πρόκληση, καθώς τα απλά παλινδρομικά μοντέλα ελαχίστων τετραγώνων αδυνατούν να αποτυπώσουν τις μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ φασματικής ανάκλασης και βιοφυσικών παραμέτρων, ενώ οι παραδοσιακές μέθοδοι βαθμονόμησης μοντέλων μηχανικής μάθησης με επιτόπιες μετρήσεις προϋποθέτουν εκτεταμένες και δαπανηρές εργασίες πεδίου, για την επαρκή κάλυψη ειδών, φαινολογικών σταδίων και κλιματικών ζωνών. Τα μοντέλα διάδοσης της ακτινοβολίας, και συγκεκριμένα το PROSAIL, προσφέρουν μια εναλλακτική σε αυτό, μέσω της προσομοίωσης της φασματικής ανάκλασης της φυτοκόμης για ευρύ φάσμα συνδυασμών βιοφυσικών παραμέτρων. Έτσι, παράγουν συνθετικά σύνολα δεδομένων που αξιοποιούνται για την εκπαίδευση μοντέλων αντιστροφής, χωρίς να απαιτούν εκτεταμένα δεδομένα πεδίου ως δομικό στοιχείο της μεθοδολογίας. Ωστόσο, υπάρχοντα μοντέλα εκτίμησης LAI βασισμένα στο PROSAIL, όπως το μοντέλο που υπάρχει στο λογισμικό SNAP, τα οποία όμως δεν είναι εξειδικευμένα σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μειωμένη απόδοση. Επιπλέον, σημαντικός αριθμός μελετών που αξιοποιούν το PROSAIL για εκτίμηση βιοφυσικών παραμέτρων δεν αξιολογούν την ακρίβεια των αποτελεσμάτων τους με επιτόπιες μετρήσεις.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο του Εθνικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων (Greek National Small Satellite Programme -

GNSSP), για την εκτίμηση LAI με δορυφορικές εικόνες Sentinel-2, σε 6 καλλιέργειες οικονομικού ενδιαφέροντος του Ελλαδικού χώρου (αραβόσιτος, βαμβάκι, ηλιάνθος, μηδική, ντομάτα, ρύζι). Η προσέγγιση βασίζεται στο συνδυασμό δεδομένων πεδίου, του μοντέλου PROSAIL, το οποίο προσομοιώνει τη φασματική ανάκλαση της φυτοκόμης, και την αντιστροφή του με εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης. Κεντρικό στοιχείο της μεθοδολογίας αποτελεί η αξιοποίηση επιτόπιων μετρήσεων LAI, με σκοπό αφενός την προσαρμογή των δεδομένων εκπαίδευσης στις τοπικές συνθήκες και αφετέρου την εκτίμηση της ακρίβειας των μοντέλων. Οι μετρήσεις



πραγματοποιήθηκαν σε αγροτεμάχια της Ελλάδας, καλύπτοντας διάφορα φαινολογικά στάδια, και ακολουθώντας τυποποιημένο πρωτόκολλο δειγματοληψίας.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας αντιμετώπισε δύο βασικές προκλήσεις. Πρώτον, το πρόβλημα της μη-μοναδικότητας του φυσικού μοντέλου PROSAIL, όπου διαφορετικοί συνδυασμοί βιοφυσικών παραμέτρων μπορούν να παράγουν πανομοιότυπα φάσματα ανάκλασης, καθιστώντας την αντιστροφή του μοντέλου εγγενώς αβέβαιη. Δεύτερον, την έλλειψη βιβλιογραφικών δεδομένων για τις βιοφυσικές παραμέτρους των καλλιεργειών υπό Μεσογειακές συνθήκες: οι τιμές που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία προέρχονται κυρίως από Κεντροευρωπαϊκά ή Βορειοαμερικανικά περιβάλλοντα και ενδέχεται να μην αντιπροσωπεύουν επαρκώς τις συνθήκες που επικρατούν στον Ελλαδικό χώρο, όπου οι τοπικές ποικιλίες, η ξηρασία, και η υψηλή ηλιοφάνεια επηρεάζουν σημαντικά τις τιμές των παραμέτρων αυτών.

Η αξιολόγηση της ακρίβειας των μοντέλων πραγματοποιήθηκε μέσω σύγκρισης των προβλέψεων με επιτόπιες μετρήσεις. Τα μοντέλα πρόβλεψης LAI επέδειξαν ικανοποιητική ακρίβεια σε σχέση με τα επιτόπια δεδομένα, με RMSE που κυμάνθηκε από 0.67 (ρύζι) έως 1.25 (αραβόσιτος) και διάμεσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MdAPE) μεταξύ 8.6% (ηλίανθος) και 30.3% (ρύζι).

Η απόδοση των μοντέλων επηρεάζεται σημαντικά από τον τύπο της καλλιέργειας, αντικατοπτρίζοντας διαφορές στη δομή της φυτοκόμης, την αρχιτεκτονική του φυλλώματος και τον βαθμό ομοιογένειας εντός των αγροτεμαχίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που η μεθοδολογία δεν βασίζεται στα επιτόπια δεδομένα ως δομικό στοιχείο εκπαίδευσης, εξαρτάται από αυτά κατά τρόπο ουσιαστικό: η επιλογή των δειγμάτων εκπαίδευσης μέσω ελαχιστοποίησης του RMSE μεταξύ προσομοιωμένων και μετρημένων φασμάτων καθιστά τα επιτόπια δεδομένα αναντικατάστατο οδηγό για την προσαρμογή του συνθετικού χώρου εκπαίδευσης στις τοπικές συνθήκες. Συνεπώς, η ποιότητα και η αντιπροσωπευτικότητα των επιτόπιων μετρήσεων παραμένουν κρίσιμοι παράγοντες για την αξιοπιστία των τελικών μοντέλων.

Σημαντικά πλεονεκτήματα της αντιστροφής του PROSAIL αποτελεί η εύκολη προσαρμογή σε νέες γεωγραφικές περιοχές μέσω μετεκπαίδευσης με έναν περιορισμένο αριθμό επιτόπιων μετρήσεων, μειώνοντας σημαντικά το κόστος επέκτασης της μεθοδολογίας σε εθνική κλίμακα, καθώς επίσης και η υψηλή μεταφερσιμότητα σε διαφορετικούς δορυφορικούς αισθητήρες.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ II_A: Γεωργία Ακριβείας & Διαχείριση Καλλιεργειών



Ανίχνευση ασθενειών καλλιεργειών από πολυφασματικά δεδομένα Sentinel-2 με αυτοεπιβλεπόμενη ακαι πολυσταδιακή βαθιά μάθηση

**Καζάκης Παναγιώτης*, Ντούρος Κωνσταντίνος, Κωνσταντινίδης Αλέξανδρος,
Παπαθεοδώρου**

Κωνσταντίνος και Αμπατζίδης Δημήτριος

Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος,
Σέρρες

email: pkaz@ihu.gr

Λέξεις κλειδιά: Τηλεπισκόπηση, Sentinel-2, ανίχνευση ασθενειών καλλιεργειών,
αυτοεπιβλεπόμενη μάθηση, βαθιά μάθηση

Η έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών στις καλλιέργειες αποτελεί κρίσιμη προϋπόθεση για τη μείωση των απωλειών παραγωγής και την υποστήριξη πιο στοχευμένων πρακτικών γεωργίας ακριβείας. Η τηλεπισκόπηση προσφέρει τη δυνατότητα συστηματικής παρακολούθησης μεγάλων αγροτικών εκτάσεων, ενώ τα πολυφασματικά δεδομένα Sentinel-2 παρέχουν φασματικές ζώνες στο ορατό, στο red-edge, στο εγγύς υπέρυθρο και στο βραχύ υπέρυθρο τμήμα του φάσματος, οι οποίες σχετίζονται με τη χλωροφύλλη, τη δομή του φυλλώματος, τη βιομάζα και την υδατική κατάσταση της βλάστησης. Ωστόσο, η ανίχνευση ασθενειών παραμένει απαιτητικό πρόβλημα, καθώς η ασθένεια δεν καταγράφεται άμεσα από τον αισθητήρα, αλλά αποτυπώνεται έμμεσα μέσω φασματικών και χωρικών μεταβολών που μπορεί να επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες, όπως το φαινολογικό στάδιο, το υδατικό στρες, οι θρεπτικές ανεπάρκειες, το είδος της καλλιέργειας και η παρουσία μικτών εικονοστοιχείων.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα πολυσταδιακό πλαίσιο βαθιάς μάθησης για την ταξινόμηση ασθενειών καλλιεργειών από πολυφασματικά δεδομένα Sentinel-2. Η προτεινόμενη προσέγγιση βασίζεται σε τρία διαδοχικά στάδια. Στο πρώτο στάδιο εφαρμόστηκε αυτοεπιβλεπόμενη αντιθετική προεκπαίδευση (self-supervised contrastive pre-training- SSL) σε μη επισημασμένα πολυφασματικά δεδομένα, με στόχο την εκμάθηση γενικών αναπαραστάσεων από Sentinel-2 χωρίς τη χρήση επισημασμένων δεδομένων (labeled data). Σε αυτό το στάδιο διαφορετικές επαυξημένες αναπαραστάσεις του ίδιου πολυφασματικού δείγματος αντιμετωπίζονται ως θετικά ζεύγη, ενώ δείγματα που προέρχονται από διαφορετικές εικόνες αξιοποιούνται ως αρνητικά παραδείγματα στο πλαίσιο της αντιθετικής μάθησης. Στο δεύτερο στάδιο, ο προ-εκπαιδευμένος encoder μεταφέρεται και προσαρμόζεται σε πρόβλημα ταξινόμησης καλλιεργειών, με στόχο την ενίσχυση της γεωργικής εξειδίκευσης των εξαγόμενων αναπαραστάσεων. Τέλος, στο τρίτο στάδιο, το μοντέλο υποβάλλεται σε τελικό fine-tuning για την ταξινόμηση τεσσάρων κατηγοριών βιοτικών καταπονήσεων και φυτοπαθολογικών προσβολών καλλιεργειών, και συγκεκριμένα Aphid, Blast, RPH και Rust, σε σιτηρά, αραβόσιτο, ρύζι και σόγια.

Η πειραματική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με 5-fold cross-validation και βασική μετρική τη macro-F1, λόγω της ανισορροπίας του συνόλου δεδομένων ασθενειών. Επιπλέον, εξετάστηκαν διαφορετικοί φασματικοί συνδυασμοί εισόδου, προκειμένου να αξιολογηθεί η συμβολή του ορατού



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

(RGB), NIR, red-edge και SWIR στην τελική ταξινόμηση. Συνολικά αξιολογήθηκαν επτά σχήματα εισόδου: RGB, RGB + NIR, NIR + red-edge, RGB + red-edge, RGB + NIR + red-edge, red-edge + NIR + SWIR και πλήρες πολυφασματικό σύνολο δέκα διαύλων (Bands). Για τη στατιστική διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των φασματικών σχημάτων εφαρμόστηκε επαναλαμβανόμενη 5-fold διασταυρούμενη επικύρωση, Friedman test και διόρθωση Holm στις επιμέρους συγκρίσεις.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η πλήρης πολυσταδιακή ακολουθία SSL → Crop classification → Disease classification υπερέχει της απευθείας εκπαίδευσης στην ταξινόμηση ασθενειών (disease classification) καθώς και της μεταφοράς μόνο από το στάδιο της ταξινόμησης καλλιεργειών (crop classification). Συγκεκριμένα, η προτεινόμενη πολυσταδιακή προσέγγιση πέτυχε μέση τιμή validation macro-F1 ίση με $0,7408 \pm 0,0345$, υπερβαίνοντας τα σχήματα απευθείας εκπαίδευσης στο πρόβλημα ταξινόμησης ασθενειών (*Disease from scratch*) και μεταφοράς μάθησης από την ταξινόμηση καλλιεργειών (*Crop* → *Disease*), τα οποία πέτυχαν αντίστοιχα $0,5448 \pm 0,0165$ και $0,5682 \pm 0,0258$. Παράλληλα, η σύγκριση των διαφορετικών φασματικών συνδυασμών έδειξε ότι η αξιοποίηση μεγαλύτερου αριθμού ζωνών δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη βελτίωση της ταξινομητικής απόδοσης. Στην επαναλαμβανόμενη αξιολόγηση, το σχήμα RGB κατέγραψε την υψηλότερη μέση τιμή macro-F1, ακολουθούμενο από τα σχήματα RGB + NIR και RGB + NIR + red-edge. Ωστόσο, οι στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις εντοπίστηκαν κυρίως σε συγκρίσεις με το χαμηλότερης απόδοσης σχήμα red-edge + NIR + SWIR, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι διαφορές μεταξύ των κορυφαίων φασματικών συνδυασμών πρέπει να ερμηνεύονται με σχετική επιφύλαξη.

Συνολικά, η εργασία αναδεικνύει τη χρησιμότητα της αυτοεπιβλεπόμενης και πολυσταδιακής μάθησης σε περιπτώσεις περιορισμένων και ανισόρροπων επισημασμένων δεδομένων για την ταξινόμηση ασθενειών των καλλιεργειών. Παράλληλα, υπογραμμίζει ότι η ανίχνευση ασθενειών από δορυφορικά πολυφασματικά δεδομένα Sentinel-2 πρέπει να ερμηνεύεται με προσοχή ως ταξινόμηση φασματικών ανωμαλιών που σχετίζονται με φυτικό στρες και όχι ως πλήρως αυτόνομη διαγνωστική διαδικασία. Η μελλοντική έρευνα θα εστιάσει στη χρήση μεγαλύτερων και πιο ισορροπημένων datasets, στην ενσωμάτωση διαχρονικών δεδομένων (multi-temporal) και στον συνδυασμό δορυφορικών δεδομένων με επιτόπιες παρατηρήσεις ή περιβαλλοντικές μεταβλητές.



Πολυμεταβλητή χωρική ανάλυση και οριοθέτηση ζωνών διαχείρισης στην αμπελουργία ακριβείας

Κουτσός Μ. Θωμάς^{*,1}, Αλεξανδρίδης Κ. Θωμάς¹, Μπίλας Γιώργος¹

¹Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Φασματοσκοπίας και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών,
Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124

Λέξεις κλειδιά: Γεωργία Ακριβείας, Χωρική Παρεμβολή, Εδαφική Ετερογένεια, Θεματική
Χαρτογράφηση, Λήψη Απόφασης

Περίληψη

Η εδαφική παραλλακτικότητα αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στο σχεδιασμό της αμπελουργίας ακριβείας, καθώς επηρεάζει τόσο τη βλαστική ανάπτυξη όσο και την απόδοση. Η παρούσα μελέτη διεξήχθη στο πλαίσιο εφαρμογής αμπελουργίας ακριβείας για τον καθορισμό των ζωνών διαχείρισης. Διερευνήθηκε η εφαρμογή της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών (PCA) και της Ιεραρχικής Συσταδοποίησης (HCA) σε δεδομένα εδάφους, προερχόμενα τόσο από το επιφανειακό στρώμα όσο και από βαθύτερο (ενεργό) εδαφικό στρώμα. Η PCA βοήθησε στη σύμπτυξη της εδαφικής πληροφορίας από 25 σε 6 εδαφικές μεταβλητές, διευκολύνοντας τον εντοπισμό περιοχών με παρόμοια χαρακτηριστικά. Αρχικά, η PCA εφαρμόστηκε σε ένα σύνολο εδαφικών μεταβλητών για τον προσδιορισμό εκείνων που συμβάλλουν περισσότερο στη χωρική παραλλακτικότητα και οι τιμές των κύριων συνιστωσών (PCA components) παρουσιάστηκαν μέσω χαρτών παρεμβολής Kriging για τα δύο βάθη. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε HCA στις κύριες συνιστώσες προκειμένου να ταξινομηθούν τα δείγματα εδάφους σε συστάδες (clusters) με βάση τις βαθμολογίες (scores) της PCA. Τελικά με βάση τα αποτελέσματα της HCA και μέσω χωρικής παρεμβολής Natural Neighbor δημιουργήθηκαν οι τελικοί χάρτες ζωνών διαχείρισης για τα δύο βάθη. Οι χάρτες αυτοί αποδίδουν γεωγραφικά την εδαφική ετερογένεια και τη χωρική παραλλακτικότητα λαμβάνοντας υπόψη σχεδόν το σύνολο των διαθέσιμων εδαφικών παραμέτρων. Η έρευνα αυτή υπογραμμίζει τη σημασία της υιοθέτησης μιας πολυμεταβλητής χωρικής προσέγγισης κατά την ανάλυση των διαθέσιμων εδαφικών δεδομένων, προσφέροντας μια μεθοδολογική συμβολή στον καθορισμό ζωνών διαχείρισης και στη βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων στην αμπελουργία ακριβείας. Το προτεινόμενο πλαίσιο για την οριοθέτηση ζωνών αποδεικνύει ότι η ανάλυση του ενεργού εδαφικού στρώματος παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για την οριοθέτηση ζωνών διαχείρισης.



Ανάπτυξη εφαρμογής συνομιλιακής τεχνητής νοημοσύνης με αξιοποίηση γεωχωρικών δεδομένων για συμβουλευτική υποστήριξη σε καλλωπιστικά φυτά

Μιχαήλ Ξανθουδάκης^{*1,2}, Σωτήριος Καρέτσος¹, Κωνσταντίνα Κωστοπούλου¹

¹Εργαστήριο Πληροφορικής, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αθήνα

*mxan@aua.gr

²Αντεμισάρης Group

Λέξεις κλειδιά: chatbot, καλλωπιστικά φυτά, κλιματικές ζώνες, μικροκλίμα, τεχνητή νοημοσύνη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει ένα εξειδικευμένο chatbot για καλλωπιστικά φυτά, το οποίο αναπτύχθηκε, με σκοπό την παροχή επιστημονικά τεκμηριωμένης, ασφαλούς και πρακτικά αξιοποιήσιμης συμβουλευτικής υποστήριξης, σε χρήστες, οι οποίοι, είτε επιθυμούν να φροντίσουν φυτά που ήδη διαθέτουν, είτε να επιλέξουν κατάλληλα είδη καλλωπιστικών φυτών, για συγκεκριμένο χώρο εγκατάστασης. Η ανάπτυξη του συστήματος βασίζεται σε μια υβριδική αρχιτεκτονική, η οποία συνδυάζει προκαθορισμένα δέντρα αποφάσεων και ανάκτηση πληροφορίας, προερχόμενα από κλειστή βάση γνώσης και τεχνικές Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης, με ενοποιητικό περιβάλλον την πλατφόρμα Botpress. Η θεμελιώδης επιλογή σχεδιασμού είναι ότι το σύστημα δεν αντλεί πληροφορίες από ανοικτές και μη ελεγχόμενες διαδικτυακές πηγές, αλλά λειτουργεί αποκλειστικά σε επιστημονικά οργανωμένη βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει περίπου 950 είδη καλλωπιστικών φυτών. Για κάθε είδος, καταγράφονται δομημένα μεταδεδομένα, σχετικά με τις απαιτήσεις φωτισμού, άρδευσης και εδαφικού υποστρώματος, καθώς και η συνολική ανθεκτικότητα και προσαρμοστικότητά του.

Η προσέγγιση αυτή περιορίζει ουσιαστικά τον κίνδυνο ανακριβών ή παραπλανητικών απαντήσεων και ενισχύει την εγκυρότητα των παρεχόμενων συμβουλών. Σε λειτουργικό επίπεδο, το chatbot οργανώνει τη διάδραση του χρήστη σε δύο βασικούς τρόπους χρήσης. Ο πρώτος αφορά τη λειτουργία παροχής οδηγιών συντήρησης, στην οποία ο χρήστης εισάγει το όνομα του φυτού, που διαθέτει και ακολούθως, το σύστημα ανακτά στοχευμένες πληροφορίες φροντίδας του συγκεκριμένου φυτού, απευθείας από τη βάση γνώσης. Ο δεύτερος αφορά τη λειτουργία χωρικού σχεδιασμού και σύστασης φυτών, στην οποία το σύστημα λειτουργεί ως ψηφιακός σύμβουλος τοπίου και συλλέγει σταδιακά κρίσιμους περιβαλλοντικούς περιορισμούς του χώρου. Ειδικότερα, εξάγονται παράμετροι όπως η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, η δυνατότητα και συχνότητα άρδευσης και ο τύπος φύτευσης, δηλαδή αν πρόκειται για φύτευση σε γλάστρα ή σε έδαφος κήπου. Με βάση αυτά τα δεδομένα, το σύστημα περιορίζει προοδευτικά το εύρος των υποψήφιων ειδών και οδηγείται σε περισσότερο εξατομικευμένες συστάσεις.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η κεντρική καινοτομία της εντοπίζεται στην ενσωμάτωση των κλιματικών ζωνών και της μικροκλιματικής διαφοροποίησης στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Κατά τη φάση αναγνώρισης του χρήστη καταγράφεται η γεωγραφική του θέση και, εν συνεχεία αυτή, μετατρέπεται με βάση μετεωρολογικά δεδομένα και χαρτογραφικές αποτυπώσεις θερμοκρασιακών μεταβολών στον ελληνικό χώρο, σε συγκεκριμένη ζώνη ανθεκτικότητας φυτών. Η μεταβλητή αυτή χρησιμοποιείται ως τελικό φίλτρο εφαρμοζόμενο στο σύνολο της βάσης γνώσης, ώστε τα προτεινόμενα φυτά να μην είναι απλώς συμβατά με τις απαιτήσεις φωτισμού ή άρδευσης, αλλά να είναι και κλιματικά κατάλληλα για τη συγκεκριμένη περιοχή εγκατάστασης.

Η έμφαση στις κλιματικές ζώνες είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι επιτρέπει στο σύστημα να λαμβάνει υπόψη τις έντονες διαφοροποιήσεις, οι οποίες χαρακτηρίζουν τον ελληνικό γεωγραφικό χώρο, όπως οι αποκλίσεις, μεταξύ παραθαλάσσιων, νησιωτικών, ηπειρωτικών και ορεινών περιοχών, αλλά και τις διαφοροποιήσεις που οφείλονται σε τοπικούς μικροκλιματικούς παράγοντες. Η αξιοποίηση των κλιματικών ζωνών βελτιώνει ουσιαστικά την ποιότητα των συμβουλών, επειδή αποτρέπει την πρόταση ειδών που, παρά την αισθητική ή λειτουργική τους καταλληλότητα, δεν μπορούν να επιβιώσουν ή να αποδώσουν ικανοποιητικά σε δυσμενέστερες θερμοκρασιακές συνθήκες. Για παράδειγμα, το σύστημα μπορεί να αποφεύγει συστηματικά την πρόταση ευαίσθητων υποτροπικών ειδών σε ορεινές περιοχές, όπου η χειμερινή καταπόνηση θα καθιστούσε προβληματική την εγκατάστασή τους. Κατά συνέπεια, η σύσταση φυτών μετατοπίζεται από μια γενική προσέγγιση περιγραφικής συμβατότητας προς μία περισσότερο ακριβή, γεωγραφικά εντοπισμένη και οικολογικά ρεαλιστική διαδικασία υποστήριξης αποφάσεων.

Η διάσταση αυτή αποκτά ιδιαίτερη αξία στο πλαίσιο της σύγχρονης διαχείρισης του αστικού και περιαστικού πρασίνου, όπου οι αυξανόμενες θερμικές πιέσεις, τα ξηρά καλοκαίρια και οι απαιτήσεις ορθολογικής χρήσης νερού καθιστούν αναγκαία την επιλογή ειδών με τεκμηριωμένη κλιματική προσαρμοστικότητα. Συνολικά, το chatbot αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης σε εξειδικευμένο γνωστικό πεδίο, στο οποίο η αξιοπιστία δεν απορρέει από τον όγκο της διαθέσιμης πληροφορίας αλλά από τη συστηματική οργάνωση της γνώσης, τη σαφή λογική εξαγωγής περιορισμών και την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών παραμέτρων υψηλής σημασίας. Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψιν τα παραπάνω, θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η χρήση των κλιματικών ζωνών, ως μηχανισμού τελικής επιλογής αναδεικνύει μια προσέγγιση περισσότερο ακριβή, ανθεκτική και επιστημονικά θεμελιωμένη, η οποία θα συμβάλει ουσιαστικά αφενός μεν στην ορθότερη επιλογή καλλωπιστικών φυτών, αφετέρου δε στη γενικότερη προώθηση βιώσιμων πρακτικών, σχεδιασμού και διαχείρισης φυτεύσεων.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία υποστηρίχθηκε από τον Όμιλο Αντεμισάρη (Antemisaris Group), τον οποίο οι συγγραφείς ευχαριστούν θερμά για τη συνεργασία και την παροχή των απαραίτητων πόρων/δεδομένων για την υλοποίηση της έρευνας.



Αξιολόγηση Καταλληλότητας Γεωργικής Γης στη Νάξο

Καλαϊτζής Ιουλιανός (*), Λαμπρόπουλος Τάσος, Δημοπούλου Έφη

Σπουδαστής ΣΑΤΜ-ΜΓ ΕΜΠ Αθήνα (ioulkalaitzis@gmail.com), ΕΔΙΠ ΣΑΤΜ-ΜΓ ΕΜΠ Αθήνα,
Καθηγήτρια ΣΑΤΜ-ΜΓ ΕΜΠ Αθήνα

Λέξεις κλειδιά: Καλλιέργειες, Χωρική Ανάλυση, Αξιολόγηση Εδαφών, Land Suitability Index, Νάξος

Αντικείμενο της εργασίας είναι η αξιολόγηση των εδαφολογικών, κλιματολογικών, τοπογραφικών και άλλων δεδομένων της Νήσου Νάξου, σε σχέση με τη δυνατότητα υποστήριξης των επικρατέστερων τύπων καλλιέργειας. Στόχος της είναι η διερεύνηση της ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών της γεωργικής γης του νησιού και η ανάδειξη των βέλτιστων χρήσεων της, σύμφωνα με τα ως άνω δεδομένα, αλλά και τα διεθνή πρότυπα και τα μοντέλα καταλληλότητας εδαφών.

Η εργασία βασίζεται στην ανάγκη για ορθολογικότερη χρήση και διαχείριση της γεωργικής γης, που αποτελεί πεπερασμένο φυσικό πόρο και ως εκ τούτου είναι ιδιαίτερα κρίσιμη η σωστή αξιοποίησή της, η οποία προϋποθέτει ικανοποιητική αντιστοίχιση των επιλεγμένων καλλιεργειών με εδαφικούς και φυσικούς παράγοντες όπως είναι το ανάγλυφο, η κλίση, η γονιμότητα και το pH του εδάφους, κλιματικοί παράγοντες κ.ά. Η Νάξος αποτελεί μια ενδιαφέρουσα περιοχή μελέτης, μιας και η μορφολογία της και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της διαφοροποιούνται σημαντικά χωρικά, και επιδρούν αντίστοιχα και στην καταλληλότητα των διάφορων περιοχών σε κάθε τύπο καλλιέργειας. Κατά συνέπεια παρουσιάζεται η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλης μεθοδολογίας για την αξιολόγηση της καταλληλότητας της γεωργικής γης, τον τοπικό αγροτικό σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων για τη βέλτιστη διαχείριση.

Στο πλαίσιο αυτό της αξιολόγησης των εδαφών της Νήσου Νάξου, ορίζεται ως χωρικό επίπεδο αναφοράς η Διοικητική Διαίρεση σε Δημοτικές Κοινότητες, όπου και εφαρμόζεται η αναπτυσσόμενη μεθοδολογία και προκύπτουν τα συμπεράσματα για τον βαθμό καταλληλότητας κάθε είδους καλλιέργειας, εξαιρουμένων των δασικών εκτάσεων, των βοσκοτόπων καθώς και ορισμένων ζωνών προστασίας άγριας πανίδας και βιοτόπων,

Με βάση στατιστικά στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ., σχετική εθνική και διεθνή βιβλιογραφία, αλλά και τη συνολική ένταση με την οποία παρουσιάζονται στη Νήσο Νάξο, επιλέχθηκαν οι επικρατέστεροι τύποι καλλιέργειας, καθώς και οι προς αξιολόγηση παράγοντες/ κριτήρια καταλληλότητας για κάθε τύπο καλλιέργειας οι οποίοι συμβάλλουν λιγότερο ή περισσότερο στην επιτυχημένη ανάπτυξή τους. Οι καλλιέργειες που εξετάστηκαν εμπίπτουν σε έναν από τους πιο κάτω 6 βασικούς τύπους: Κριθάρι, Πατάτα, Ελιά, Αμπέλι, Κηπευτικά και Εσπεριδοειδή, ενώ οι 10 παράγοντες που επηρεάζουν την καταλληλότητα των εδαφών για τους ως άνω 6 τύπους καλλιεργειών -χωρισμένοι σε θεματικές ομάδες- είναι: Εδαφολογικοί (pH εδάφους, Οργανική ουσία, Μηχανική σύσταση,



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Βάθος εδάφους, Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, Υδατοϊκανότητα, Ηλεκτρική Αγωγιμότητα), Κλιματολογικά (Μέση μηνιαία θερμοκρασία, Βροχόπτωση) και Τοπογραφικά (Κλίση εδάφους).

Εξετάζοντας κάθε τύπο καλλιέργειας χωριστά, αναζητήθηκαν στη βιβλιογραφία επιστημονικά καθορισμένα όρια τιμών των παραπάνω κριτηρίων αξιολόγησης, που να καθορίζουν το βαθμό καταλληλότητας σε κάθε εξεταζόμενη Δημοτική Κοινότητα, ώστε να δημιουργηθεί συγκεντρωτικός πίνακας απαιτήσεων για κάθε καλλιέργεια (6 συνολικά), με κλιμακούμενα διαστήματα τιμών για έκαστο από τα 10 μελετώμενα κριτήρια και με αντιστοίχιση σε επιμέρους κλάσεις καταλληλότητας. Η κλιμάκωση των εν λόγω κλάσεων χαρακτηρισμού καταλληλότητας για κάθε χωρική ενότητα έχει ως εξής: S1 Απολύτως Κατάλληλη, S2 Κατάλληλη, S3 Οριακά Κατάλληλη, N1 Ακατάλληλη, N2 Απολύτως Ακατάλληλη.

Η εφαρμογή που υλοποιήθηκε βασίστηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό σε γεωχωρική ανάλυση και διαδικασίες, η δε αξιολόγηση των κριτηρίων που προαναφέρθηκαν και των τιμών που λαμβάνουν κατά περίπτωση, έγινε σε δύο στάδια. Στο πρώτο εξετάζεται η αντιστοίχιση των τιμών μίας χωρικής ενότητας με τον πίνακα των ομόλογων απαιτήσεων της εξεταζόμενης καλλιέργειας, μέσω ενιαίας κλίμακας με ελάχιστη τιμή 0 και μέγιστη 100, όπου 0 είναι η τιμή της πλέον ακατάλληλης περιοχής για το συγκεκριμένο κριτήριο και 100 της πλέον κατάλληλης. Στο δεύτερο στάδιο, και με δεδομένες πλέον τις βαθμολογίες στην κλίμακα 0-100 για όλα τα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης, ακολουθεί η συνολική αξιολόγηση της εξεταζόμενης χωρικής ενότητας με τον συνυπολογισμό όλων των κριτηρίων. Η τελική κλάση χαρακτηρισμού προκύπτει από τον υπολογισμό κλιμακούμενου δείκτη LSI (Land Suitability Index) που υπαγορεύεται από τη διεθνή βιβλιογραφία και ο οποίος αντιστοιχεί στις βαθμολογίες των κριτηρίων αντίστοιχα βάρη. Η αντιστοίχιση της τιμής του δείκτη με την ανάλογη κλάση καταλληλότητας οδηγεί στον τελικό χαρακτηρισμό μιας χωρικής ενότητας ως προς την καταλληλότητά της για κάθε καλλιέργεια.

Συμπερασματικά, με την παρούσα εργασία αναδεικνύεται η χρησιμότητα των γεωχωρικών δεδομένων, εργαλείων και μεθοδολογιών για την εξέταση της καταλληλότητας της γεωργικής γης για επιλεγμένες καλλιέργειες, αναπτύσσοντας μία μεθοδολογία άμεσης αξιολόγησης εδαφολογικών, κλιματολογικών και τοπογραφικών κριτηρίων επιτυχούς ή μη ανάπτυξης των καλλιεργειών. Η μελέτη βρίσκεται σε εξέλιξη και ως εκ τούτου τα αποτελέσματά της θα διευρυνθούν στο άμεσο μέλλον.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ II_B: Γεωργία Ακριβείας & Διαχείριση Καλλιεργειών



**Ολοκληρωμένη διαχείριση ελαιοκαλλιέργειας και πειραματική τεχνική
καταμέτρησης και εντοπισμού του δάκου της ελιάς, με τεχνικές τηλεπισκόπησης,
γεωργίας ακριβείας, τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης: Πρωτόκολλο
ερευνητικού προγράμματος IMOlive AI**

**Νικηφορίδης Γεώργιος* ¹, Σηφάκη Πιστόλλα Δήμητρα ², Κοντογιωργάκης Ιωάννης ³,
Λυπαράκης Εμμανουήλ ⁴, Δοργιομανωλάκη Δέσποινα ⁵**

^{*}, ¹ MSc., MSc., Γεωπόνος, GIS Analyst, Επιστημονικός Υπεύθυνος Προγράμματος, Αγροτικός Συνεταιρισμός Ελαιοπαραγωγών Θραψανού, Θραψανό Πεδιάδας georgenikiforidis@outlook.com

² PostDoc, PhD, MPH, GIS Expert, Στατιστικός, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Μητροπολιτικό Κολλέγιο (Campus Κρήτης), Ηράκλειο Κρήτης

³ MSc., Μηχανικός Πληροφορικής, Machine Learning Expert, Αγροτικός Συνεταιρισμός Ελαιοπαραγωγών Θραψανού, Θραψανό Πεδιάδας

⁴ Υπεύθυνος Προγράμματος, Αγροτικός Συνεταιρισμός Ελαιοπαραγωγών Θραψανού, Θραψανό Πεδιάδας

⁵ Ειδικό Τεχνικό Προσωπικό, Αγροτικός Συνεταιρισμός Ελαιοπαραγωγών Θραψανού, Θραψανό Πεδιάδας

Λέξεις κλειδιά: εργαλείο υποβοήθησης λήψης αποφάσεων, γεωργία ακριβείας, τεχνητή νοημοσύνη, σύστημα μη επανδρωμένου αεροσκάφους, ελαιοκαλλιέργεια

Οι συνεχείς αλλαγές στις καλλιεργητικές πρακτικές και οι σύγχρονες απαιτήσεις αποτελούν προκλήσεις που θα πρέπει να απαντηθούν, ώστε και η ποιότητα να παραμείνει υψηλή (ή και να βελτιστοποιηθεί), και η ποσότητα παραγωγής να αυξηθεί, ώστε να μπορέσει να καλυφθεί η ζήτηση. Σε αυτές τις προκλήσεις έρχεται να δώσει λύσεις η Γεωργία Ακριβείας (ΓΑ), καθώς χαίρει ανανεωμένου ενδιαφέροντος από τον επιστημονικό τομέα την τελευταία δεκαετία. Τεχνολογίες όπως το παγκόσμιο σύστημα δορυφορικής πλοήγησης (Global Navigation Satellite System, GNSS), αισθητήρες και μηχανήματα που στόχο έχουν την εφαρμογή μεταβλητών δόσεων (Variable Rates of Application, VRA) λίπανσης και άρδευσης, τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ) και τέλος, διάφορα εργαλεία και συστήματα λήψης αποφάσεων (Decision Support Tools, DST) που στηρίζονται στη μηχανική μάθηση (Machine Learning, ML) και στην τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI) είναι πλέον ευρέως διαθέσιμα στην «εργαλειοθήκη» του επιστημονικού και του παραγωγικού τομέα. Η τηλεπισκόπηση σε συνδυασμό με τη γεωφυσική διασκόπηση αποτελούν ένα αποτελεσματικό συνδυασμό της ΓΑ, καθώς η τεχνολογία των αισθητήρων



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

εξελίσσεται ολοένα και περισσότερο και η αναγκαιότητα της εφαρμογής της γίνεται πλέον εμφανής. Χρειάζονται λοιπόν, πιλοτικές μελέτες και μελέτες ανάπτυξης καινοτόμων εφαρμογών AI, που αξιοποιούν τις μεθοδολογίες της τηλεπισκόπησης και της μηχανικής μάθησης. Προς αυτή την κατεύθυνση, θα πρέπει να επιλεγούν περιοχές κατάλληλες για τη στήριξη και εφαρμογή τέτοιων πιλοτικών μελετών και παρεμβάσεων. Μια τέτοια περιοχή είναι και η δημοτική ενότητα του Θραψανού Πεδιάδας (ΔΕΘΠ) στην Κρήτη, όπως και άλλες περιοχές του νησιού. Προς αυτή την κατεύθυνση σχεδιάστηκε μια ερευνητική πρόταση από τον Αγροτικό Συνεταιρισμό Ελαιοπαραγωγών Θραψανού (ΑΣΕΛΘ), η οποία εγκρίθηκε προς υλοποίηση στο πλαίσιο του Ερευνώ Καινοτομώ 2024 (ημ. έγκρισης: 28/11/2025).

Σκοπός του προγράμματος IMOlive AI είναι η ανάπτυξη ενός DST βασισμένου σε ML και αλγόριθμους AI, για τη βέλτιστη διαχείριση της ελαιοκαλλιέργειας στη ΔΕΘΠ, σε συνδυασμό με τη συνολική χαρτογράφηση, ψηφιοποίηση και γεωαναφορά όλων των ελαιόδεντρων της περιοχής. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, το έργο περιλαμβάνει την καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της ελαιοκαλλιέργειας, τη χαρτογράφηση και ψηφιοποίηση όλων των ελαιόδεντρων και των σημείων παροχής αρδευτικού νερού, καθώς και τη συστηματική παρακολούθηση μετεωρολογικών και εδαφολογικών παραμέτρων μέσω αισθητήρων εδάφους και μετεωρολογικών σταθμών σε επιλεγμένους ελαιώνες με διαφοροποιήσεις ως προς το ανάγλυφο, το υψόμετρο και τα εδαφικά χαρακτηριστικά.

Παράλληλα, το πρόγραμμα προβλέπει εκτεταμένη συλλογή και αξιοποίηση δεδομένων από πολυφασματικές εικόνες για την εξαγωγή στοιχείων και τη δημιουργία δεικτών βλάστησης, από δείγματα φύλλων για φυλλοδιαγνωστικές χημικές αναλύσεις θρέψης, καθώς και από θερμική και πολυφασματική κάμερα και LiDAR για την ανάπτυξη εργαλείου αναγνώρισης, εντοπισμού και καταμέτρησης του *Bactrocera oleae*, με στόχο την άμεση και στοχευμένη λήψη αποφάσεων δακοκτονίας. Όλα τα παραπάνω θα ενσωματωθούν σε έναν ολοκληρωμένο, αυτοματοποιημένο αλγόριθμο ML και AI, ο οποίος θα λειτουργεί ως DST για λίπανση και άρδευση ακριβείας με VRA σε επίπεδο δένδρου και για παρεμβάσεις δακοκτονίας σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, θα αναπτυχθεί ψηφιακή διαδικτυακή πλατφόρμα με ψηφιοποιημένους διαδραστικούς χάρτες πολλαπλών στρώσεων των αγροτεμαχίων της περιοχής μελέτης, η οποία θα περιλαμβάνει αξιόπιστο backend και επεκτάσιμη βάση δεδομένων, διαδραστικό χαρτογραφικό περιβάλλον, φιλικό και προσαρμοστικό frontend, εκτεταμένους ελέγχους ακρίβειας και σταθερότητας, καθώς και εγκατάσταση σε αξιόπιστο περιβάλλον φιλοξενίας με πρόβλεψη για συνεχή συντήρηση, ενημέρωση δεδομένων και βελτίωση των λειτουργιών βάσει ανατροφοδότησης των χρηστών.

Αναλυτικότερα, τα αναμενόμενα αποτελέσματα του προγράμματος περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: α) Ολοκληρωμένη ψηφιοποίηση-χαρτογράφηση των ελαιόδεντρων και του αρδευτικού δικτύου της περιοχής της ΔΕΘΠ, β) 3 πειραματικοί ελαιώνες που θα λειτουργήσουν ως ένα ζωντανό εργαστήριο (living lab), γ) Χάρτες σκιαγράφησης της υφιστάμενης κατάστασης και των αναγκών των ελαιόδεντρων αναφορικά με τους VI και τα στοιχεία θρέψης, δ) Ένα ολοκληρωμένο DST μηχανικής μάθησης που θα βασιστεί σε αλγόριθμους AI για τη βέλτιστη διαχείριση της



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ελαιοκαλλιέργειας στη ΔΕΘΠ, ε) Μια ψηφιακή διαδικτυακή πλατφόρμα που θα εμπεριέχει ψηφιοποιημένους διαδραστικούς χάρτες όλου του έργου.

Στο πλαίσιο του συνεδρίου θα παρουσιαστεί το σύνολο του πρωτοκόλλου σχεδιασμού και εφαρμογής του προγράμματος, με έμφαση στις τεχνικές και στα εργαλεία της ΓΑ.

Το πρόγραμμα αναμένεται να ενισχύσει ουσιαστικά την εξωστρέφεια, το ερευνητικό κύρος και την ελκυστικότητα του ΑΣΕΛΘ, αναδεικνύοντάς τον ως πρότυπο φορέα στην ψηφιακή καινοτομία της ελαιοκαλλιέργειας. Παράλληλα, θα συμβάλει επιστημονικά και τεχνολογικά στην ανάπτυξη νέων, ακριβέστερων και πιο βιώσιμων πρακτικών ΓΑ, μειώνοντας το κόστος, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης. Σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο, το έργο θα ενδυναμώσει τα μέλη του συνεταιρισμού με δωρεάν σύγχρονα εργαλεία και γνώση, ενώ ταυτόχρονα θα δημιουργήσει προοπτικές νέων εσόδων και ευρύτερης εφαρμογής και σε άλλες καλλιέργειες.



Διατοπική παρακολούθηση της καλλιέργειας του βυνοποιήσιμου κριθαριού με τηλεπισκόπηση και επιτόπιες μετρήσεις μέσω του δείκτη NDVI

Γιακουμής Νικήτας, Ραφτοπούλου Μαρία, Λουκάκης Λουκάς Ορφέας, Σκληρός Ιωάννης, Πλατής Ηλίας, Κωτούλας Βασίλειος, Οικονόμου Γαρυφαλιά

Διατοπική παρακολούθηση της καλλιέργειας του βυνοποιήσιμου κριθαριού με τηλεπισκόπηση και επιτόπιες μετρήσεις μέσω του δείκτη NDVI

Γιακουμής Νικήτας^{1*}, Ραφτοπούλου Μαρία¹, Λουκάκης Λουκάς Ορφέας¹, Σκληρός Ιωάννης¹, Πλατής Ηλίας², Κωτούλας Βασίλειος³, Οικονόμου Γαρυφαλιά⁴

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., (ΑΖ), Λεωφόρος Κηφισού 102, Αιγάλεω

⁴Ομότιμη Καθηγήτρια ΓΠΑ

*nik.giakou@gmail.com

Λέξεις Κλειδιά: NDVI (Δείκτης βλάστησης), βυνοποιήσιμο κριθάρι, αποδοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Η ανάγκη για βιώσιμη γεωργική παραγωγή έχει οδηγήσει στην ευρεία αξιοποίηση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας και γεωχωρικών εργαλείων. Η χρήση δορυφορικών δεδομένων και δεικτών βλάστησης, όπως ο NDVI, επιτρέπει την παρακολούθηση της ανάπτυξης των καλλιεργειών και τη λήψη στοχευμένων διαχειριστικών αποφάσεων. Η παρούσα μελέτη διερευνά την εφαρμογή των παραπάνω τεχνολογιών στο βυνοποιήσιμο κριθάρι (β.κ.) με στόχο, α) την πρόβλεψη της απόδοσης και των βασικών ποιοτικών χαρακτηριστικών, όπως το ποσοστό κόκκων με μέγεθος >2,2 mm (≥90%) και την περιεκτικότητα κόκκου σε πρωτεΐνη (ΠΚΠ) στο επιθυμητό για βυνοποίηση όριο (9,5–11,5%) και β) την εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της καλλιέργειας.

Η ενσωμάτωση των δεδομένων NDVI σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), μέσω γεωργικών πλατφορμών όπως η FarmB, επιτρέπει τη χαρτογράφηση της χωρικής μεταβλητότητας για τη δημιουργία ζωνών διαχείρισης. Με την προσέγγιση αυτή αναμένεται η βελτιστοποίηση των εισροών, που επηρεάζουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της βυνοποίησης και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, μέσω της εφαρμογής πρακτικών γεωργίας ακριβείας όπως η λίπανση μεταβλητής δόσης. Επιπλέον, η σύνδεση των δεικτών βλάστησης με την απόδοση, την ποιότητα και το αποτύπωμα άνθρακα συμβάλλει στην ανάπτυξη αξιόπιστων εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων στο πλαίσιο της συμβολαιακής γεωργίας στο β.κ.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2023–2024 σε δύο περιοχές καλλιέργειας βυνοποιήσιμου κριθαριού στη Θεσσαλία, τα Φάρσαλα και τον Αλμυρό. Οι περιοχές επιλέχθηκαν λόγω των διαφορετικών εδαφοκλιματικών συνθηκών τους, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση του περιβάλλοντος στα αποδοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. Ειδικά, στα Φάρσαλα επικρατούν ευνοϊκές για το β.κ. συνθήκες, ενώ στον Αλμυρό αντίξοες ξηροθερμικές. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία καλλιεργήθηκαν οκτώ εμπορικές ποικιλίες



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

διαφορετικού βιολογικού κύκλου, σε αποδεικτικούς αγρούς (1300 m² ανά ποικιλία) και ακολουθήθηκε το σύνηθες πρωτόκολλο εδαφοκατεργασίας και λίπανσης. Στο πλαίσιο του πειραματισμού εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο Πλήρων Τυχαιοποιημένων Ομάδων.

Η παρακολούθηση της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε με δύο προσεγγίσεις: (α) επιτόπιες μετρήσεις NDVI με φορητό αισθητήρα και (β) αξιοποίηση δορυφορικών δεδομένων μέσω της πλατφόρμας ευφυούς γεωργίας FarmB. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρία κρίσιμα φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας, σύμφωνα με την κλίμακα Zadoks: Αδέλφωμα (Α: Z21–24), Επιμήκυνση Στελέχους (ΕΣ: Z31–34) και Ξεστάχυσμα (Ξ: Z51–55), καταγράφηκαν οι τελικές αποδόσεις, η ΠΚΠ και το ποσοστό κόκκων με μέγεθος >2,2 mm. Η στατιστική ανάλυση βασίστηκε, σε μικτά γραμμικά μοντέλα ελέγχων συσχέτισης (κατά Pearson, Spearman, Kendall) και στην ανάλυση διακύμανσης, για την αξιολόγηση της επίδρασης των δύο παραγόντων (ποικιλία, περιοχή), καθώς και της αλληλεπίδρασής τους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι υψηλότερες αποδόσεις καταγράφηκαν από τις μεσοπρώιμες ποικιλίες, Fortuna (391,2 kg/στρ.) στον Αλμυρό και Lexy (337,7 kg/στρ.) στα Φάρσαλα. Όσον αφορά την ποιότητα, η πρώιμη ποικιλία Guzel εμφάνισε ΠΚΠ στο επιθυμητό εύρος και στις δύο περιοχές. Αναφορικά με το μέγεθος του κόκκου, στον Αλμυρό όλες ποικιλίες ξεπέρασαν το επιθυμητό όριο του 90%, ενώ στα Φάρσαλα μόνο η μεσοπρώιμη ποικιλία Fender.

Η ανάλυση συσχετίσεων κατέδειξε ισχυρή και στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ μετρήσεων NDVI από φορητό αισθητήρα και δορυφορικών δεδομένων της πλατφόρμας FarmB ($r = 0,781$, $p < 0,05$), επιβεβαιώνοντας τη συγκρισιμότητα των δύο προσεγγίσεων. Η προγνωστική ικανότητα του NDVI επιβεβαιώθηκε μέσω γραμμικής παλινδρόμησης, με υψηλότερο προσαρμοσμένο συντελεστή προσδιορισμού στα Φάρσαλα (Adjusted $R^2 = 0,48$) συγκριτικά με τον Αλμυρό (Adjusted $R^2 = 0,36$). Παράλληλα, καταγράφηκε ισχυρά θετική συσχέτιση μεταξύ επιτόπιων μετρήσεων NDVI και τελικής απόδοσης, με τις υψηλότερες τιμές στο στάδιο Α (Spearman $\rho = 0,7106$, Kendall $\tau = 0,5401$, $p < 0,01$), ενώ σημαντικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν και στο Ξ ($\rho = 0,6478$) και ΕΣ ($\rho = 0,5705$). Αντίστοιχα, τα δορυφορικά δεδομένα παρουσίασαν υψηλές συσχετίσεις στα ίδια στάδια, στο ΕΣ ($\rho = 0,6248$) και Ξ ($\rho = 0,6228$, $p < 0,01$).

Παράλληλα, το ποσοστό κόκκων >2,2 mm παρουσίασε σταθερή θετική συσχέτιση με τον NDVI (έως $\rho = 0,5302$, $p < 0,01$), με τη βέλτιστη χρονική στιγμή εκτίμησης το ΕΣ (επιτόπιες μετρήσεις). Αντίθετα, η σχέση του NDVI με ΠΚΠ ήταν ασθενής έως μέτρια (ρ έως 0,3842), περιορίζοντας την αξιοπιστία του δείκτη για την πρόβλεψη του χαρακτηριστικού, με την ισχυρότερη συσχέτιση να καταγράφεται στο ΕΣ ($\rho = 0,4075$) με την ίδια μέθοδο.

Τέλος, το αποτύπωμα άνθρακα ανά κιλό παραγόμενου κόκκου ήταν σημαντικά υψηλότερο στον Αλμυρό (0,294) σε σύγκριση με τα Φάρσαλα (0,127). Στον Αλμυρό, οι υψηλότερες τιμές κυμάνθηκαν από 0,356 έως 0,336, για τις ποικιλίες Fortuna και Fender, αντίστοιχα, ενώ στα Φάρσαλα οι αντίστοιχες τιμές ήταν χαμηλότερες και κυμάνθηκαν από 0,147 έως 0,094 για τις ποικιλίες Fatima και Zhana. Συνολικά, η περιοχή επηρέασε καθοριστικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Η μελέτη αναδεικνύει την συμβολή της τηλεπισκόπησης και των GIS στη συμβολαιακή καλλιέργεια του β.κ. για την επιλογή κατάλληλων ποικιλιών, κατάλληλων σταδίων παρακολούθησης και την προοπτική λήψης αποτελεσματικών αποφάσεων για τη μείωση των εισροών. Η ενσωμάτωση δεδομένων αποτυπώματος άνθρακα ενισχύει τη βιωσιμότητα της καλλιέργειας για την παραγωγή βύνης υψηλών προδιαγραφών. Ωστόσο, η προγνωστική ικανότητα



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

του NDVI για ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά παραμένει περιορισμένη, με τις επιτόπιες μετρήσεις να εμφανίζουν μεγαλύτερη αξιοπιστία. Συνολικά, τα ευρήματα συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο παρακολούθησης και αξιολόγησης της παραγωγικότητας, της ποιότητας και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας του β.κ..

Το έργο χρηματοδοτείται από την Αθηναϊκή Ζυθοποιία Α.Ε.



Εκτίμηση της σχέσης καρπών ροδιάς μέσω εγγύς παρακολούθησης και εναέριας τηλεπισκόπησης

Γεωργία Νικολακοπούλου¹, Αναστασία Γιαντσένκο¹, Γεώργιος Ντάκος¹, Όλγα Κριεζή¹,
Βασίλειος Ψηρούκης¹, Γεώργιος Παπαδόπουλος¹, Victor Alchanatis², Avi Sadka², Idit
Ginzberg², Σπύρος Φουντάς¹

¹ Τμήμα αξιοποίησης φυσικών πόρων και γεωργικής μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα, Ελλάδα

² The Volcani Institute - Agricultural Research Organization (ARO), Derech HaMaccabim 68, Rishon LeTsiyon, Israel

* Corresponding author. Email: gnikolakopoulou@aua.gr

Περίληψη

Η ροδιά (*Punica granatum* L.) αποτελεί μια καλλιέργεια υψηλής οικονομικής και διατροφικής αξίας στις περιοχές της Μεσογείου, ιδανική για ξηροθερμικά κλίματα. Ωστόσο, το σκίσιμο του καρπού, που προκαλείται συχνά από μεταβολές στη διαθεσιμότητα νερού και την εσωτερική πίεση, μπορεί να μειώσει την τελική εμπορεύσιμη παραγωγή έως και 70%, δημιουργώντας σοβαρές προκλήσεις για τους εμπορικούς οπωρώνες. Το φαινόμενο του σχισίματος σχετίζεται με απότομες μεταβολές στην υδατική κατάσταση των πρέμνων, καθώς και με τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων και φυτορρυθμιστικών ουσιών. Η παρούσα έρευνα εξέτασε τον συνδυασμό τηλεπισκόπησης μέσω UAV και εγγύς παρακολούθησης για την πρόβλεψη του σκισίματος καρπών υπό τρεις δόσεις άρδευσης (υψηλή, εμπορική, χαμηλή) κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2024, στην Περιφέρεια Πελοποννήσου. Η επιλογή της περιοχής και της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε έπειτα από πολυετή παρατήρηση εκτεταμένης σχέσης ραγών της αμπέλου, που προκάλεσε σημαντικές οικονομικές απώλειες για τον παραγωγό. Από το αγροτεμάχιο απομονώθηκαν για τις αναλύσεις 9 δέντρα, στα οποία υπήρχαν εγγύς μετρήσεις. Δείκτες βλάστησης (NDVI, NDRE, CWSI, SAVI) και φυσιολογικές παράμετροι (δυναμικό υδατικού δυναμικού του βλαστού, υγρασία εδάφους, αγωγιμότητα στομάτων, διάμετρος κορμού και καρπού) παρακολούθηθηκαν σε έξι φαινολογικά στάδια. Σε αυτά τα στάδια λήφθηκαν από την περιοχή φωτογραφίες με την χρήση UAV. Από τις φωτογραφίες αυτές δημιουργήθηκαν ορθομωσαϊκά με τη χρήση του προγράμματος Pix4D. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε γλώσσα προγραμματισμού Python σε περιβάλλον Visual Studio Code για την απομόνωση των 9 δέντρων με βάση τον NDVI-base διαχωρισμό τους από το έδαφος, χρησιμοποιώντας ένα όριο διαχωρισμού. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το STATGRAPHICS Centurion XVI.I. Χρησιμοποιήθηκε μονόδρομη ANOVA για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της επεξεργασίας άρδευσης και του φαινολογικού σταδίου (BBCH) ανεξάρτητα σε φυσιολογικές, φασματικές και σχετιζόμενες με την απόδοση μεταβλητές. Όταν βρέθηκαν σημαντικές επιδράσεις ($p < 0,05$), χρησιμοποιήθηκε η δοκιμή Fisher's Least Significant Difference (LSD) για επακόλουθες συγκρίσεις. Επιπλέον, διεξήχθησαν μονόδρομες ANOVA ειδικές για κάθε στάδιο για να διερευνηθούν οι επιδράσεις της θεραπείας σε κάθε φαινολογική φάση, ειδικά όσον αφορά τις πληροφορίες για την απόδοση και το σπάσιμο των καρπών. Οι φυσιολογικές αποκρίσεις επηρεάστηκαν κυρίως από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

όχι μόνο από την άρδευση. Η διάμετρος του κορμού στο στάδιο BBCH 71 αναδείχθηκε ως ο ισχυρότερος δείκτης για την τελική απόδοση και το ποσοστό σκισίματος, ενώ η υγρασία του εδάφους στο BBCH 85 προέβλεψε την απόδοση σκισμένων καρπών, ενισχύοντας τη σημασία της πρώιμης ζωηρότητας ανάπτυξης και των επιπέδων υγρασίας στα τέλη της καλλιέργειας. Από τους φασματικούς δείκτες, ο CWSI έδειξε σημαντική ευαισθησία στο στρες ($LWA = 0.87$ στο BBCH 81), ενώ ο NDRE εμφάνισε σταθερή αρνητική συσχέτιση με το σκίσιμο. Οι δείκτες NDVI και SAVI εμφάνισαν μειωμένη αποτελεσματικότητα σε συνθήκες πυκνής κόμης. Το σκίσιμο παρατηρήθηκε μόνο στα τελικά φαινολογικά στάδια (BBCH 89-99), φτάνοντας έως και το 23.4%, με μεγαλύτερες απώλειες υπό συνθήκες περιορισμένης άρδευσης (έως 32.1%). Η αυξημένη υγρασία (~73%) και οι βροχοπτώσεις (~47 mm) πιθανόν ενίσχυσαν τον κίνδυνο σκισίματος μέσω αύξησης της πίεσης σπαργής και της καταπόνησης της επιδερμίδας του καρπού. Τα ευρήματα της μελέτης αναδεικνύουν τη σημασία των πρώιμων φυσιολογικών δεικτών, ιδιαίτερα της διαμέτρου κορμού και της υγρασίας εδάφους, για την πρόβλεψη της απόδοσης και του σκισίματος, και υπογραμμίζουν τους περιορισμούς των φασματικών δεικτών υπό συνθήκες πεδίου με φυσική εξισορρόπηση. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την ανάγκη για προσαρμοσμένες, βασισμένες σε δεδομένα στρατηγικές άρδευσης για βιώσιμη καλλιέργεια ροδιάς σε μεσογειακά κλίματα. Μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να επεκτείνουν αυτά τα μοντέλα με δεδομένα πολλαπλών ετών, να ενσωματώσουν μετεωρολογικές παραμέτρους και να επαληθεύσουν την προγνωστική τους ακρίβεια υπό διαφορετικές κλιματικές και καλλιεργητικές συνθήκες.

Keywords: : Ροδιά, σκίσιμο καρπών, υδατικό στρες, τηλεπισκόπηση, εγγύς παρακολούθηση, μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα
εναέρια οχήματα



Ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση της παραγωγής ροδιών με χρήση τρισδιάστατων μοντέλων

**Αναστασία Γιαντσένκο ¹, Γεωργία Νικολακοπούλου ¹, Γεώργιος Ντάκος ¹, Στέλλα Μπίτσικα ¹,
Βασίλειος Ψηρούκης ¹, Όλγα Κριεζή ¹, Victor Alchanatis ², Avi Sadka ², Idit Ginzberg ², Σπύρος
Φουντάς ¹**

¹ Τμήμα αξιοποίησης φυσικών πόρων και γεωργικής μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα, Ελλάδα

² The Volcani Institute - Agricultural Research Organization (ARO), Derech HaMaccabim 68, Rishon LeTsiyon, Israel

* Corresponding author. Email: a.giantsenko@aua.gr

Περίληψη

Η μελέτη αφορά την ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση της παραγωγής ροδιών με τη χρήση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας και τρισδιάστατης μοντελοποίησης, με στόχο τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δομικών και φασματικών χαρακτηριστικών της κόμης των δένδρων και της τελικής απόδοσης. Σκοπός της μελέτης ήταν η ανάπτυξη και αξιολόγηση μεθοδολογιών που βασίζονται σε δεδομένα τηλεπισκόπησης για τη βελτίωση της πρόβλεψης παραγωγής. Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε πειραματικό οπωρώνα ροδιάς στην περιοχή του Άργους (Πελοπόννησος, Ελλάδα), κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2024. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα με θερμά και ξηρά καλοκαίρια, συνθήκες ιδιαίτερα ευνοϊκές αλλά και απαιτητικές για την καλλιέργεια της ροδιάς. Η μελέτη βασίστηκε σε εννέα (9) επιλεγμένα δέντρα, τα οποία παρακολουθήθηκαν σε πέντε κρίσιμα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης πριν τη συγκομιδή. Κύριος στόχος της μελέτης είναι η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δομικών και φασματικών χαρακτηριστικών της κόμης, όπως ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI), ο δείκτης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ο τρισδιάστατος όγκος και η προβεβλημένη φυλλική επιφάνεια, σε σχέση με την τελική απόδοση της ροδιάς. Η βασική υπόθεση ήταν ότι οι τρισδιάστατες δομικές μεταβλητές παρουσιάζουν ισχυρότερη και σταθερότερη συσχέτιση με την παραγωγή σε σχέση με τους φασματικούς δείκτες. Η καταγραφή των χωρικών δεδομένων έγινε με χρήση UAVs εξοπλισμένων με πολυφασματικούς αισθητήρες, ενώ για την ακριβή γεωαναφορά χρησιμοποιήθηκε σύστημα RTK-GNSS. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν αρχικά στο λογισμικό Pix4D για τη δημιουργία ορθομωσαϊκών και τρισδιάστατων μοντέλων (point clouds). Στη συνέχεια, τα μοντέλα εισήχθησαν στο Blender για περαιτέρω επεξεργασία και εξαγωγή δομικών παραμέτρων, όπως ο όγκος κόμης και η προβεβλημένη φυλλική επιφάνεια. Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκε το SCOPE RTMo για την προσομοίωση βιοφυσικών χαρακτηριστικών και τον υπολογισμό του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI), ενώ ο δείκτης NDVI εξήχθη από τα



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

πολυφασματικά δεδομένα. Επιπλέον, η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση μεθόδων συσχέτισης και παλινδρόμησης για την αξιολόγηση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή θετική συσχέτιση μεταξύ LAI και NDVI, επιβεβαιώνοντας τη δυνατότητα εκτίμησης της φυλλικής επιφάνειας από πολυφασματικά δεδομένα UAV. Ωστόσο, η συσχέτιση του NDVI με την απόδοση παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα και σε ορισμένες ημερομηνίες ισχυρή αρνητική σχέση, υποδηλώνοντας φαινόμενα κορεσμού. Αντίθετα, οι δομικές μεταβλητές εμφάνισαν πιο σταθερές θετικές συσχετίσεις με την απόδοση. Η καινοτομία της μελέτης έγκειται στον συνδυασμό τρισδιάστατων δομικών παραμέτρων και φασματικών δεικτών για την εκτίμηση της παραγωγής σε επίπεδο μεμονωμένου δέντρου. Τα ευρήματα μπορούν να αξιοποιηθούν πρακτικά για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της καλλιέργειας και την έγκαιρη πρόβλεψη της παραγωγής. Ωστόσο, η μελέτη περιορίζεται από το μικρό μέγεθος δείγματος και τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Συμπερασματικά, η τρισδιάστατη μοντελοποίηση της κόμης μέσω UAV αποτελεί αξιόπιστο εργαλείο για εφαρμογές γεωργίας ακριβείας, υπερτερώντας των φασματικών δεικτών.



Kopaida Regional Soil Spectral Library: Advancing Soil Property Monitoring through Spectroscopy

Spyridon E. Detsikas¹, George P. Petropoulos¹, Dionysios Gasparatos², Nikos Koutsias³

¹ Department of Geography, Harokopio University of Athens, Eleftheriou Venizelou Ave., 70, Athens, GR-176 76, Greece

² Laboratory of Soil Science and Agricultural Chemistry, Department of Natural Resources Management & Agricultural Engineering, School of Environment & Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, 11855 Athens, Greece

³ Department of Sustainable Agriculture, University of Patras, 2 Seferi Str, 30132, Agrinio, Greece

Monitoring soil properties is essential for understanding and maintaining soil health, ensuring agricultural productivity, and addressing environmental challenges such as land degradation and climate change. Traditional wet chemistry methods for evaluating soil properties, although precise, are often labor-intensive, time-consuming, and unsuitable for large-scale or near real-time applications. Given the recent European Union Law for Soil Monitoring and Protection, efficient, scalable, and cost-effective soil assessment approaches have become increasingly important. In this context, soil spectroscopy has emerged as a promising alternative, enabling rapid, non destructive, and environmentally friendly estimation of multiple soil properties simultaneously. Hyperspectral sensing - using both point-based and imaging sensors - has emerged as a promising solution for the rapid and non-invasive retrieval of soil attributes, including soil organic carbon (SOC), texture, carbonates, and moisture content. This study aims to present the development of a regional soil spectral library from Kopaida plain, central Greece while also demonstrating its application for soil property assessment, with a focus on estimating SOC and calcium carbonate content. The findings highlight the considerable potential of the developed spectral library for accurately estimating soil properties and contribute to sustainable land management. By capitalizing on the strengths of hyperspectral sensing, this method offers a rapid, scalable, and precise means of monitoring soil conditions across diverse landscapes. Such advancements are crucial for promoting soil sustainability, enabling targeted conservation actions, and supporting agricultural productivity under the pressures of climate change.

Keywords (5): Earth Observation, Soil Spectroscopy, Hyperspectral, Soil Spectral Library, Soil Organic carbon



Mapping soil water properties, texture and roots' moisture using GIS, spatial geostatistics, soil samples, moisture sensors and geoinformatics

Filintas Agathos^{1*}, Kalivas Dionissios², Gougoulis Nikolaos¹, Karantounias George²

¹Department of Agricultural Technologists, Campus Gaiopolis, University of Thessaly, 41500 Larisa, Greece; *Correspondence: filintas@uth.gr;

²Department of Natural Resources Development and Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, 11855 Athens, Greece.

Keywords: GIS and geostatistical tools; soil water properties; soil moisture; TDR moisture sensors; spatial mapping and statistics.

Nowadays, in the era of smart and precision agriculture, accurately measuring, modelling and mapping of soil water properties (SWP), soil texture (ST) and soil moisture (SM) or soil water content (SWC) has become crucial for optimizing irrigation systems, significantly improving water use efficiency, energy for pumping and crop yields. The scope of the present study is the accurate measurement, modelling and mapping of soil water properties, soil texture properties, and soil moisture in field environmental conditions, with combinational use of on situ moisture sensors and laboratory SWP and soil texture measurements, GIS spatial modelling and mapping.

The research was carried out in an experimental maize field in the plain of Thessaly (central Greece). A drip irrigation system was installed on the plot and here the effect of irrigation, soil moisture, SWP and ST on the modelling and mapping of SWP, SM and ST were studied and evaluated. A sampling procedure was used to extract soil samples in 40 locations (in a grid scheme) of the field with auger-hole method, and a GPS was used to log spatial data for the sampled locations in the Greek Geodetic System of Reference (EGSA87). The corresponding soil depths were 0-30, and 30-60 cm.

The soil textural contents [clay (Cl), sand (Sa), and silt (Si)] were determined according to the Bouyoucos hydrometer method. The SWP or hydraulic properties of the soil samples (saturation (θ_{sat}), field capacity (θ_{fc}), wilting point (θ_{wp}), plant available water (PAW) and bulk density (BD), were measured in the laboratory according to standard procedures. The θ_{fc} and θ_{wp} were measured in the laboratory using the porous ceramic plate method, at 33.44 KPa for θ_{fc} and 1519.88 KPa for θ_{wp} . Soil's saturated hydraulic conductivity (K_s) was measured for 0.00–0.60 m soil depth using a guelph permeameter.

A time domain reflectometry (TDR) instrument (Environmental Sensors Inc., Sidney, BC, Canada), with a measurement data processing unit, a data logger, connecting cables, and soil moisture profile TDR probes manufactured on five sensors (or segments) apiece for soil depths of 0.00–0.75 m (0.00–0.15, 0.15–0.30, 0.30–0.45, 0.45–0.60, and 0.60–0.75 m), were deployed in a sensors network for measuring SWC θ_{vTDR} ($m^3 \cdot m^{-3}$) at multiple segment locations. The TDR



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

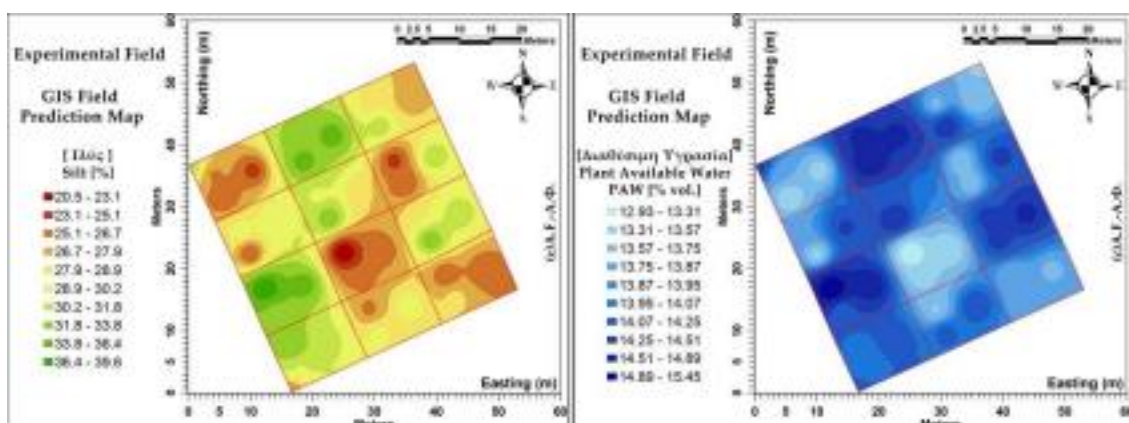
19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

sensors were employed to measure SWC as θ_{VTDR} ($m^3 \cdot m^{-3}$) because they give precise measurements with a marginal accuracy error $\pm 1\%$, and prior to field measurements were calibrated based on the gravimetric method.

Soil texture parameters, hydraulic parameters, and soil moisture data statistical analysis, descriptive statistics, Kolmogorov-Smirnov tests, parameters and maps correlation, and statistical quantitative validation metrics were performed using the IBM SPSS v.27 statistical software. The geostatistical analysis, modelling, GIS mapping and geostatistical validation metrics were performed using the geostatistical tools of ESRI ArcGIS v.10.8.2. The sampled, measured, analyzed soil laboratory data and sensors' soil moisture data measurements were digitized, geo-mapped, and modeled in a GIS environment using precision agriculture methods and stored in a digital geodatabase based on the samples' properties and field coordinates.

The results of geostatistical validation metrics for the various soil water properties, textural properties and soil moisture maps outcome Mean-Prediction-Errors (MPE) between -0.0023 (for θ_{sat}) to 0.1091 (for Clay), and Root-Mean-Square-Errors (RMSE) between 0.0281 (for bulk density) to 3.6790 (for Silt), indicated the increased modelling and mapping accuracy.

Results showed that the hereby adopted methodology for visualizing accurately on field maps the soil water properties, texture and sensors soil moisture and temporal changes via geostatistical 2D maps of the field and the root zone SM profiles can assist farmers and scientists in making informed, better, and timely environmental irrigation decisions and optimizing energy, saving irrigation water, increasing water-use efficiency and crop production, reducing crop costs, and managing water resources sustainably.





6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τετάρτη 20/5/2026

ΣΥΝΕΔΡΙΑ III: Ψηφιακή Εδαφολογία & Διάβρωση



Συνδυασμός εθνικών εδαφολογικών χαρτών και τοπογραφίας υψηλής ανάλυσης για τη βελτιωμένη μοντελοποίηση του ρυθμού διάβρωσης των εδαφών μέσω της μεθοδολογίας PESERA στις Περιφέρειες Δυτική Ελλάδα και Πελοπόννησου

Κοπανέλης Δημήτριος^{1*}, Τσεσμελής Δημήτριος², Καϊρης Ορέστης¹, Μπαρούχας Παντελής²

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

²Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Λέξεις κλειδιά: Χαρτογράφηση Εδαφών, Διάβρωση Εδάφους, PESERA

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν χαρτογραφικά δεδομένα των δύο εθνικής κλίμακας εδαφολογικών χαρτογραφήσεων των γεωργικών και ορεινών-μειονεκτικών περιοχών της Ελλάδας, σε συνδυασμό με υψηλής ανάλυσης τοπογραφικά εθνικά δεδομένα για την εκτίμηση του ρυθμού διάβρωσης των εδαφών σε μια εκτεταμένη περιοχή που εντάσσεται στις Περιφέρειες Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδος. Ο ρυθμός διάβρωσης των εδαφών εκτιμήθηκε σύμφωνα με τη μεθοδολογία PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) (Kirkby *et al.*, 2008) η οποία προβλέπει ρεαλιστικούς ρυθμούς διάβρωσης των εδαφών όταν εφαρμόζεται σε περιφερειακή κλίμακα με χρήση δεδομένων εισαγωγής υψηλής ανάλυσης. Από όσο γνωρίζουμε, δεδομένων των απαιτήσεων και της πολυπλοκότητας της εφαρμογής της μεθοδολογίας PESERA σε περιβάλλον Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΓΠΣ), η εκτίμηση του ρυθμού διάβρωσης με χρήση του μοντέλου PESERA γίνεται για πρώτη φορά σε μια τόσο εκτεταμένη περιοχή στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα του μοντέλου PESERA είναι συμβατά με τις ποιοτικές καταγραφές των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών της επιφανειακής κατά στρώσεις και της αυλακωτής διάβρωσης στο πλαίσιο της συμβατικής χαρτογράφησης των εδαφών (Kairis *et al.*, 2026). Στη συγκεκριμένη μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν η χαρτογραφική εδαφολογική βάση δεδομένων των ορεινών και μειονεκτικών περιοχών της Ελλάδας (ΥΠΑΑΤ, 2009) και ο εδαφολογικός χάρτης των γεωργικών περιοχών της Ελλάδας (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2014), ονομαστικής χαρτογραφικής κλίμακας 1:30.000. Το Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου που αξιοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη αντλήθηκε από τη βάση δεδομένων του Εθνικού Κτηματολογίου και διαθέτει χωρική ανάλυση 2 m. Για τις χρήσεις γης αξιοποιήθηκε το σύνολο δεδομένων Corine Land Cover 2018 (CLC, 2018), το οποίο αποτελεί μέρος του προγράμματος Copernicus Land Monitoring Service και παρέχει εναρμονισμένη χαρτογράφηση κάλυψης/χρήσης γης σε ευρωπαϊκό επίπεδο με ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα 25 ha. Για τις κλιματικές παραμέτρους που χρησιμοποιούνται από το μοντέλο PESERA αντλήθηκαν δεδομένα από το σύνολο AgERA5 του προγράμματος Copernicus (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – ECMWF), με χωρική ανάλυση 0,1° (~11 km). Τα δεδομένα είναι διαθέσιμα μέσω του Copernicus Climate Data Store (CDS) και περιλαμβάνουν αγρομετεωρολογικούς δείκτες κατάλληλους για αναλύσεις σε γεωργικές εφαρμογές. Ο



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης (*NDVI*) υπολογίστηκε από δορυφορικές εικόνες των αποστολών Landsat 5, 7 και 8 (*NASA/USGS*), με χωρική ανάλυση 30 m, μέσω της πλατφόρμας Google Earth Engine, από τις οποίες εξήχθη η μηνιαία φυτοκάλυψη (*FVC*) σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Gutman and Ignatov (*1998*). Από τα παραπάνω δεδομένα παράχθηκαν 128 πλεγματικά αρχεία - grids ανάλυσης 10 m ως απαιτούμενα δεδομένα εισαγωγής του μοντέλου PESERA, τα οποία ομαδοποιούμενα αντιπροσωπεύουν τους κύριους παράγοντες που συντελούν στην υδατική διάβρωση των εδαφών και περιλαμβάνουν εδαφολογικά, κλιματικά, και τοπογραφικά δεδομένα καθώς και δεδομένα βλάστησης και χρήσεων γης. Το μοντέλο PESERA δεν έχει τη δυνατότητα να συνεκτιμά το ρυθμό διάβρωσης από χαραδρωτικές ή παρόχθιες διαβρώσεις και τα αποτελέσματά του αναφέρονται αποκλειστικά στην επιφανειακή κατά στρώσεις και στην αυλακωτή διάβρωση των εδαφών.



Χωρική Αξιολόγηση της Κοκκομετρικής Σύστασης του Εδάφους στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας ως Βάση Λήψης Αποφάσεων και Εφαρμογής Πρακτικών Γεωργίας Ακριβείας σε Επίπεδο Κοινότητας

**Γεώργιος Καλαντζόπουλος^{1,*}, Δημήτριος Ε. Τσεσμελής¹, Ιωάννης-Νικόλαος Μπουγιουκλής¹
και Παντελής Ε. Μπαρούχας¹**

¹ Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 30 200 Μεσολόγγι

* Υπεύθυνος συγγραφέας: g.kalantzopoulos@upatras.gr

Η αξιόπιστη εδαφική πληροφορία σε κλίμακα τοπικών κοινοτήτων είναι ουσιώδης για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τη γεωργική διαχείριση, τον σχεδιασμό χρήσεων γης και την κατανομή πόρων. Η παρούσα εργασία αξιολογεί τη χρησιμότητα του ISRIC-SoilGrids στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας (ΠΔΕ), εστιάζοντας στην ικανότητά του να αποτυπώνει τα πρότυπα της κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους σε χωρικό επίπεδο άμεσα συναφές με τη λήψη αποφάσεων σε τοπική κλίμακα. Σε αντίθεση με μελέτες που βασίζονται σε δευτερογενή σύνολα δεδομένων αναφοράς, η αξιολόγηση στηρίζεται σε εδαφολογικές αναλύσεις βασισμένες σε εδαφικά δείγματα που συλλέχθηκαν με βάση το πρωτόκολλο LUCAS σε τοπικές κοινότητες εντός της περιοχής μελέτης. Η ΠΔΕ αποτελεί μία απαιτητική περιοχή μελέτης για μια τέτοια αξιολόγηση, λόγω της έντονης γεωμορφολογικής μεταβλητότητας, των διαφορετικών μητρικών υλικών και χρήσεων γης. Οι συνθήκες αυτές δημιουργούν σημαντική μεταβλητότητα μικρής χωρικής εμβέλειας στις εδαφικές ιδιότητες και εγείρουν ουσιαστικά ερωτήματα σχετικά με την πρακτική απόδοση εναρμονισμένων παγκόσμιων εδαφικών πληροφοριών σε μεσογειακά περιβάλλοντα. Στο πλαίσιο αυτό, οι εκτιμήσεις της κοκκομετρίας από το SoilGrids συγκρίνονται με τις μετρούμενες τιμές του επιτόπιου συνόλου δεδομένων, προκειμένου να εξεταστεί κατά πόσο το προϊόν αντανάκλα αποτελεσματικά τις τοπικές εδαφικές συνθήκες και διαφοροποιεί τις επιμέρους κοινότητες. Σκοπός της μελέτης δεν είναι να υποκαταστήσει τις αναλυτικές τοπικές και λεπτομερείς εδαφολογικές έρευνες, αλλά να διερευνήσει εάν το SoilGrids μπορεί να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο πρώτου επιπέδου για την υποστήριξη αποφάσεων σε περιοχές όπου απαιτούνται ταχεία προκαταρκτική αξιολόγηση και χωρική ιεράρχηση προτεραιοτήτων. Μετατοπίζοντας την αξιολόγηση από τις συγκρίσεις ευρείας κλίμακας στην εφαρμογή σε επίπεδο κοινότητας, η μελέτη προσφέρει μια περισσότερο επιχειρησιακή οπτική για τα ψηφιακά εδαφικά δεδομένα και τη δυναμική συμβολή τους σε στοχευμένες παρεμβάσεις, στον τοπικό σχεδιασμό και στην τεκμηριωμένη διαχείριση των εδαφών στη Δυτική Ελλάδα. Τα ευρήματα αναμένεται να υποστηρίξουν μια πιο ενημερωμένη ερμηνεία της αβεβαιότητας κατά τη λήψη αποφάσεων που βασίζονται σε εδαφικά δεδομένα σε επίπεδο τοπικής κοινότητας.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Λέξεις-κλειδιά: Εδαφική χαρτογράφηση; ψηφιακή γεωργία; κοκκομετρία; τοπικές κοινότητες;
Δυτική Ελλάδα; εφαρμογές υποστήριξης λήψης αποφάσεων



Χαρτογράφηση του οργανικού άνθρακα του εδάφους: Μια συνεργιστική προσέγγιση με χρήση συμβατικής και ψηφιακής χαρτογράφησης εδαφών

Κοπανέλης Δημήτριος^{1*}, Καϊρης Ορέστης¹, Καλύβας Διονύσιος¹

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

Λέξεις κλειδιά: Συμβατική Χαρτογράφηση Εδαφών, Ψηφιακή Χαρτογράφηση Εδαφών

Σε μια περισσότερο πεδινή και λιγότερο λοφώδη εκτεταμένη περιοχή του Θεσσαλικού πεδίου συνδυάστηκαν τα συμπληρωματικά πλεονεκτήματα των δύο κύριων τύπων εδαφολογικής χαρτογράφησης των εδαφών, συμβατικής και ψηφιακής, για την καλύτερη πρόβλεψη των τιμών του οργανικού άνθρακα των εδαφών σε θέσεις που δεν υπάρχουν μετρήσεις. Ειδικότερα, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν εργαστηριακά σε βασικές εδαφικές τους ιδιότητες (ολικός οργανικός άνθρακας, κοκκομετρική σύσταση, εδαφική οξύτητα, ισοδύναμο ανθρακικό ασβέστιο) 190 δείγματα του επιφανειακού τμήματος των εδαφών (βάθος 0-30 cm) μέσω δειγματοληπτικών διαβάσεων κατά μήκος του κύριου και δευτερεύοντος οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης, με σκοπό να εξασφαλιστεί η πλήρης χωρική κάλυψη της περιοχής και η συμπερίληψη των κύριων τύπων κάλυψης των εδαφών και των βασικών εδαφικών μονάδων. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε λογαριθμικός μετασχηματισμός των τιμών του οργανικού άνθρακα ώστε οι τιμές της μετασχηματισμένης μεταβλητής να ακολουθούν την κανονική κατανομή, ως προαπαιτούμενο για την εκτέλεση της μεθοδολογίας χωρικής παρεμβολής kriging με στρωματοποιημένη παλινδρόμηση. Συγκεκριμένα, μετά τον απαιτούμενο στατιστικό έλεγχο και το μετασχηματισμό των τιμών του οργανικού άνθρακα, συγκεκριμένες εδαφικές ιδιότητες της συμβατικής χαρτογράφησης των γεωργικών εδαφών της Ελλάδας (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2014) (Ομάδες Εδαφών αναφοράς κατά WRB, 2015) σε συνδυασμό με τους βασικούς τύπους καλύψεων γης (Corine Land Cover, CLC 2018) (τριψήφιοι κωδικοί CLC: 211, 212), χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να δημιουργηθούν ομοιογενείς χωρικές μονάδες εντός της περιοχής μελέτης. Ειδικότερα, η συνδυαστική κατηγορική μεταβλητή των εδαφικών ιδιοτήτων και των τύπων κάλυψης γης που δημιουργήθηκε εξηγεί το 29.25% της χωρικής ετερογένειας του οργανικού άνθρακα στατιστικώς σημαντικά. Οι χωρικές μονάδες στις οποίες διαιρέθηκε η περιοχή μελέτης είναι τρεις και σχηματίστηκαν λαμβάνοντας υπόψιν (1) την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών στη μέση τιμή του οργανικού άνθρακα ανά χωρική μονάδα, (2) την ομοιογένεια των μέτρων περιγραφικής στατιστικής ανά χωρική μονάδα και (3) τον ελάχιστο επιτρεπόμενο αριθμό σημειακών θέσεων δειγματοληψίας σύμφωνα με τους Stein et al., (1988). Μετά τη στρωματοποίηση της περιοχής μελέτης, ο συντελεστής μεταβλητότητας του οργανικού άνθρακα μειώθηκε και στις τρεις χωρικές μονάδες σε σύγκριση με το συντελεστή μεταβλητότητας του οργανικού άνθρακα του συνόλου των δεδομένων, υποδηλώνοντας ότι η στρωματοποίηση μείωσε επιτυχώς την εσωτερική μεταβλητότητα της συγκεκριμένης μεταβλητής εντός κάθε μονάδας. Οι χωρικές μονάδες που προέκυψαν αξιοποιήθηκαν από μοντέλο γεωγραφικού ανιχνευτή για να



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ποσοτικοποιηθεί ο βαθμός της χωρικής διακύμανσης του οργανικού άνθρακα των εδαφών στη βάση των προαναφερόμενων εδαφικών ιδιοτήτων και καλύψεων γης. Για την πρόβλεψη των τιμών του οργανικού άνθρακα στις προαναφερόμενες χωρικές μονάδες χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος χωρικής παρεμβολής kriging με στρωματοποιημένη παλινδρόμηση η οποία χρησιμοποίησε δεδομένα των εργαστηριακών μετρήσεων των εδαφικών ιδιοτήτων σε συνδυασμό με δεδομένα υγρασίας εδάφους, βλάστησης (δείκτης NDVI), τοπογραφίας (υψόμετρο), χρήσεων γης και διάφορων μετεωρολογικών παραμέτρων (μέση θερμοκρασία και βροχόπτωση). Η επιλογή των ιδιοτήτων που συνέθεσαν την κατηγορική μεταβλητή για τη στρωματοποίηση της περιοχής μελέτης, καθώς και των προαναφερόμενων δεδομένων εισαγωγής της μεθόδου χωρικής παρεμβολής kriging με στρωματοποιημένη παλινδρόμηση, βασίστηκε σε σχετική βιβλιογραφία αναφορικά με τους κρίσιμους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη μεταβολή των τιμών του οργανικού άνθρακα των εδαφών.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΥΝΕΔΡΙΑ IV: Υδρολογία, Ποιότητα Υδάτων & Ξηρασία



The nisos project: an integrated multi-method approach for sustainable development and water resource management on kythera island

Markogianni Vassiliki, Lagogiannis Sergios, Matiatos Ioannis, Dimitriou Elias, Papadopoulos Anastasios, Stoumboudi Maria

Keywords: Sustainable development, green island, water resource management, surface water, groundwater, isotopic analysis

ABSTRACT

The NISOS project, focused on the island of Kythera (southern Peloponnese, Greece), aims to establish a holistic framework for “green” and sustainable development while maximizing the social, environmental, and economic benefits derived from existing and planned infrastructure on Greek islands.

Within this integrated and interdisciplinary approach, multiple distinct methodologies were developed and implemented on Kythera, including: (a) the assessment of long-term land use changes over a 40-year period (1983–2023) utilizing satellite remote sensing techniques; (b) the evaluation of intrinsic vulnerability and pollution risk of karst aquifers through the COP method (developed in the frame of the European COST Action 620); and (c) isotopic analysis of surface and groundwater.

Analysis of percentage changes in major land use categories (vegetation, agricultural land, and artificial surfaces), consistently identified across the studied period, reveals a gradual decline in vegetation cover (–54% during 2003–2013) alongside a steady increase in agricultural land (+22% during 1993–2003) and a noticeable expansion of artificial surfaces (+2,216% over the period 1983–2023).

Regarding groundwater vulnerability, 69.3% of the island is classified as having “very low” to “low” vulnerability, 13.2% as “moderate,” and 17.5% as “high.” Areas exhibiting moderate to high vulnerability are predominantly associated with highly fractured carbonate formations, mainly limestones and dolomites, which account for their increased intrinsic susceptibility.

The isotopic analysis indicates that surface and groundwater exhibit similar mean values of $\delta^{18}\text{O}$ (–5.7 ‰) and $\delta^2\text{H}$ (–27.0 ‰ and –27.4 ‰, respectively), suggesting a common origin and/or hydraulic connectivity between the water bodies. All samples are of meteoric origin, with isotopic signatures suggesting that, for some locations, recharge occurs from precipitation at elevations reaching approximately 300–400 m a.s.l. No evidence of significant evaporative isotopic enrichment is observed as indicated by the relatively high d-excess values (18.4 ‰ for surface water and 17.8 ‰ for groundwater). Additionally, precipitation in the study area appears strongly influenced by moisture derived from Mediterranean seawater evaporation.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

The overarching objective of these applied methodologies is to support the development of optimal, integrated water resource management strategies tailored to the specific needs and dynamics of Kythera, particularly in light of its limited water availability.



Χωροχρονική ανάλυση της ξηρασίας στην Ελλάδα (1981-2019) με δείκτες *spi* και *spei* και ανάπτυξη διαδραστικού *webgis* για επιχειρησιακή παρακολούθηση

Μαραγκός Γεώργιος^{1,*}, Βασιλειάδης Λάμπρος¹

¹ Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πεδίον Άρεως, 38334 Βόλος

*correspondence email: geomar540@gmail.com

Λέξεις κλειδιά: Ξηρασία, SPI, SPEI, WebGIS, Climadat-GRid

Εισαγωγή

Η ξηρασία αποτελεί ένα σύνθετο υδροκλιματικό φαινόμενο με έντονη χωρική και χρονική μεταβλητότητα, το οποίο αναμένεται να ενταθεί υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής. Στην περιοχή της Μεσογείου, και ειδικότερα στην Ελλάδα, η αύξηση της θερμοκρασίας και η μεταβολή των κατακρημνίσεων επηρεάζουν σημαντικά το υδατικό ισοζύγιο. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η υψηλής ανάλυσης αποτύπωση της εξέλιξης της ξηρασίας στον ελλαδικό χώρο για την περίοδο 1981–2019, καθώς και η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος γεωχωρικής ανάλυσης και οπτικοποίησης μέσω WebGIS.

Δεδομένα – Μεθοδολογία - Υλοποίηση

Η ανάλυση βασίστηκε στο πλέγμα Climadat-GRid, το οποίο παρέχει ημερήσια δεδομένα υετού και θερμοκρασίας σε χωρική ανάλυση 1 km × 1 km για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας. Τα δεδομένα μετατράπηκαν σε μηνιαίες χρονοσειρές και χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των δεικτών SPI και SPEI σε χρονικές κλίμακες 3, 6, 9, 12 και 24 μηνών.

Η προσέγγιση βασίζεται σε πλήρη ανάλυση σε επίπεδο κελιού (grid-based analysis), όπου κάθε κελί της ξηράς επιφάνειας της Ελλάδας αντιστοιχεί σε ανεξάρτητη χρονοσειρά, επιτρέποντας την αποτύπωση της χωρικής ετερογένειας χωρίς γενικεύσεις ή χωρικές ομαδοποιήσεις. Ο δείκτης SPI υπολογίστηκε μέσω προσαρμογής κατάλληλης στατιστικής κατανομής στις χρονοσειρές υετού, ενώ ο SPEI βασίστηκε στη διαφορά P–PET, ενσωματώνοντας τη θερμοκρασιακή επίδραση στο υδατικό ισοζύγιο. Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή (PET) εκτιμήθηκε με εμπειρική μέθοδο βασισμένη σε δεδομένα θερμοκρασίας.

Για την ανάλυση τάσεων εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann–Kendall, ενώ η κλίση Sen χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της έντασης των μεταβολών, διασφαλίζοντας ανθεκτικότητα σε μη κανονικά δεδομένα και ακραίες τιμές. Η επεξεργασία υλοποιήθηκε σε περιβάλλον R, με χρήση βιβλιοθηκών για τη διαχείριση μεγάλων γεωχωρικών δεδομένων και χρονοσειρών. Η υπολογιστική ροή οργανώθηκε σε διακριτά στάδια: προεπεξεργασία, υπολογισμός δεικτών, στατιστική ανάλυση και παραγωγή χωρικών προϊόντων.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων (~200.000 χωρικά κελιά), με χρήση προϋπολογισμένων αποτελεσμάτων και αποδοτικών μορφών αποθήκευσης, ώστε να διασφαλίζεται η αναπαραγωγικότητα και η υψηλή υπολογιστική απόδοση. Η χαρτογραφική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον QGIS, ενώ τα τελικά raster προϊόντα αξιοποιήθηκαν για περαιτέρω ανάλυση και οπτικοποίηση.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αποτελέσματα - Ανάλυση

Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν έντονη χωρική διαφοροποίηση της ξηρασίας στον ελλαδικό χώρο, με σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ περιοχών ακόμη και σε μικρές αποστάσεις, λόγω της υψηλής χωρικής ανάλυσης της μεθόδου. Παρατηρείται αύξηση της έντασης και της διάρκειας των ξηρών επεισοδίων σε συγκεκριμένα Υδατικά Διαμερίσματα, ιδιαίτερα σε μεγαλύτερες χρονικές κλίμακες.

Η σύγκριση των δεικτών SPI και SPEI καταδεικνύει ότι η ενσωμάτωση της θερμοκρασίας οδηγεί σε συστηματικά ενισχυμένο σήμα ξηρασίας, ιδίως κατά τις θερμές περιόδους, επιβεβαιώνοντας τον ρόλο της εξατμισοδιαπνοής ως κρίσιμου παράγοντα. Η διαφοροποίηση αυτή αποτυπώνεται χαρακτηριστικά στη χωρική κατανομή της ετήσιας σφοδρότητας ξηρασίας.

Παράλληλα, η ανάλυση τάσεων με τις μεθόδους Mann–Kendall και Sen ανέδειξε περιοχές με στατιστικά σημαντική μεταβολή των συνθηκών ξηρασίας, τόσο προς ξηρότερες όσο και προς υγρότερες καταστάσεις, υποδεικνύοντας διαφοροποιημένη χωρική εξέλιξη του φαινομένου στον ελλαδικό χώρο.

Η ανάλυση ποσοτών έκτασης ανά κατηγορία έντασης ξηρασίας επιτρέπει την ποσοτική αποτίμηση της εξέλιξης των φαινομένων σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο, παρέχοντας ένα συνεκτικό πλαίσιο σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων και γεωγραφικών ενοτήτων.

Ανάπτυξη WebGIS - Λειτουργικές Δυνατότητες

Για τη διάχυση και επιχειρησιακή αξιοποίηση των αποτελεσμάτων αναπτύχθηκε διαδραστική εφαρμογή WebGIS με χρήση R Shiny και Leaflet, σε συνδυασμό με χωρικά δεδομένα και χαρτογραφικά προϊόντα που προετοιμάστηκαν σε περιβάλλον QGIS. Η εφαρμογή επιτρέπει την ταυτόχρονη απεικόνιση των δεικτών SPI και SPEI, παρέχοντας δυνατότητα άμεσης σύγκρισης των αποτελεσμάτων στον χώρο και στον χρόνο.

Βασικές λειτουργίες της εφαρμογής περιλαμβάνουν τη δυναμική χρονική πλοήγηση (play mode) για την παρακολούθηση της εξέλιξης της ξηρασίας σε μηνιαίο επίπεδο, την ταυτόχρονη οπτικοποίηση πολλαπλών δεικτών, καθώς και τον υπολογισμό και την απεικόνιση ποσοτών έκτασης ανά κατηγορία έντασης ξηρασίας τόσο για το σύνολο της χώρας όσο και σε επίπεδο Υδατικών Διαμερισμάτων.

Η εφαρμογή παρέχει επιπλέον δυνατότητες ανάλυσης σε λεπτομερές χωρικό επίπεδο, επιτρέποντας την ποσοτική αποτίμηση της κατανομής των κατηγοριών ξηρασίας σε επίπεδο Υδατικών Διαμερισμάτων και επιμέρους χωρικών μονάδων. Παράλληλα, υποστηρίζεται η διαδραστική εξερεύνηση των δεδομένων σε επίπεδο κελιού, επιτρέποντας την αξιοποίηση πραγματικών τιμών για κάθε χωρική μονάδα της ξηράς επιφάνειας της Ελλάδας.

Η χρήση προϋπολογισμένων συνόλων δεδομένων και αποδοτικών μορφών αποθήκευσης διασφαλίζει την άμεση απόκριση της εφαρμογής χωρίς δυναμικό υπολογιστικό φόρτο, καθιστώντας το σύστημα κατάλληλο για επιχειρησιακή χρήση και συνεχή παρακολούθηση της ξηρασίας.

Συμπεράσματα – Συμβολή

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση ανάλυσης της ξηρασίας, συνδυάζοντας υψηλής ανάλυσης δεδομένα, στατιστικές μεθόδους και διαδραστική γεωχωρική απεικόνιση. Η ανάλυση σε επίπεδο κελιού επιτρέπει την ακριβή αποτύπωση της χωρικής



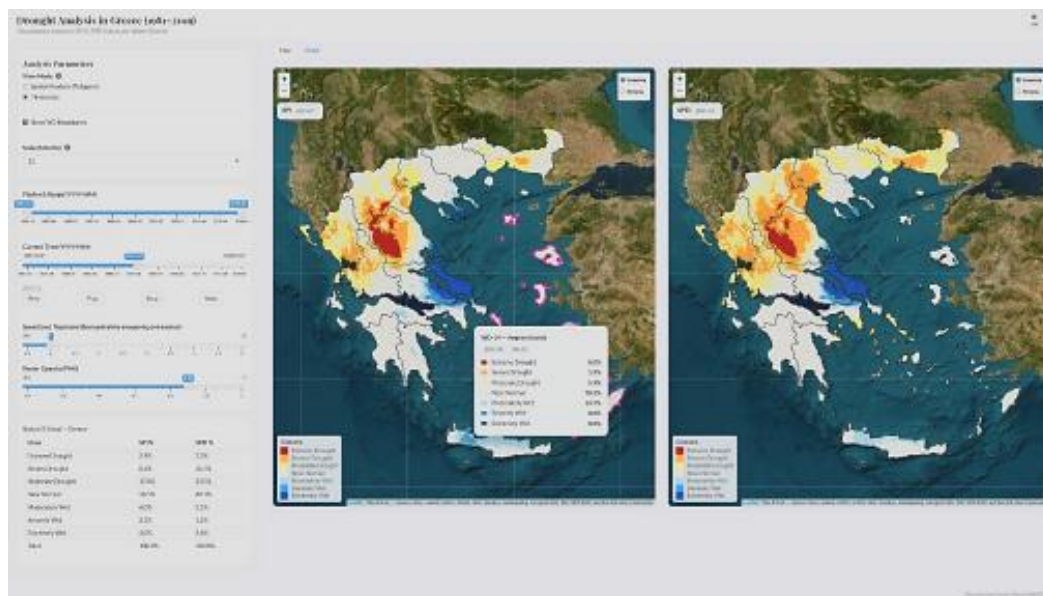
6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

μεταβλητότητας, ενώ η ανάπτυξη της WebGIS εφαρμογής μετατρέπει τα αποτελέσματα σε λειτουργικό εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων με άμεση επιχειρησιακή αξιοποίηση.

Η προσέγγιση αυτή γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ επιστημονικής ανάλυσης και εφαρμοσμένης χρήσης, προσφέροντας ένα επεκτάσιμο και αποδοτικό πλαίσιο για την παρακολούθηση της ξηρασίας και την υποστήριξη στρατηγικών διαχείρισης υδατικών πόρων σε συνθήκες κλιματικής αβεβαιότητας.



Σχήμα 1. Διαδραστική εφαρμογή WebGIS για τη χωροχρονική ανάλυση της ξηρασίας (1981–2019), με δυνατότητα ταυτόχρονης απεικόνισης των δεικτών SPI και SPEI και υπολογισμού ποσοστών έκτασης ανά κατηγορία έντασης ξηρασίας.

Πηγή: <https://drought.gmaragos.eu/>



Αξιολόγηση της δυνατότητας εκτίμησης αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+) μέσω τηλεπισκόπησης σε ένα παράκτιο oligotroφικό υδάτινο σύστημα όπου δραστηριοποιείται μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας

Δημούδη Ανδρονίκη^{1*}, Δομενικιώτης Χρήστος¹, Βαφείδης Δημήτριος¹, Μαλλίνης Γεώργιος², Νεοφύτου Νικόλαος¹

¹Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Φυτόκο, 38446, Βόλος.

²Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πανεπιστημιούπολη, 54636, Θεσσαλονίκη.

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

Λέξεις κλειδιά: Τηλεπισκόπηση, Ιχθυοκαλλιέργεια, Αμμωνιακά Ιόντα, Χλωροφύλλη *a*, SVR

Τα αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+) αποτελούν την πρωτογενή μορφή αζώτου που απελευθερώνεται από τις ιχθυοκαλλιέργειες. Υψηλές συγκεντρώσεις NH_4^+ θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην εκδήλωση φαινομένων ευτροφισμού, καθώς αποτελούν την προτιμώμενη πηγή αζώτου για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού. Μια κοινή πρακτική για την εκτίμηση της συγκέντρωσής τους αποτελούν οι επιτόπιες μετρήσεις. Αν και χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια, δεν παρέχουν πληροφορίες αναφορικά με τις χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις τους, ενώ παράλληλα θεωρούνται χρονοβόρες, με ιδιαίτερα αυξημένο κόστος. Τα δορυφορικά δεδομένα, λόγω της σχεδόν συνεχούς χρονικής και της υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας που προσφέρουν, συνιστούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την παρακολούθηση παραμέτρων ποιότητας νερού. Σε εφαρμογές που σχετίζονται με το υδάτινο περιβάλλον, χρησιμοποιούνται, κατά κύριο λόγο, για την εκτίμηση της χλωροφύλλης *a*, της κύριας χρωστικής ουσίας που απαντάται στο φυτοπλαγκτόν, η οποία αποτελεί δείκτη της βιομάζας του. Η χλωροφύλλη *a*, ως οπτικά ενεργό συστατικό του νερού, μπορεί να μετρηθεί άμεσα, μέσω δορυφορικών δεδομένων, καθώς αλληλοεπιδρά με το φως και μεταβάλλει το ενεργειακό φάσμα της ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Αντίθετα, ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των NH_4^+ παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες, γεγονός που οφείλεται στα ασθενή οπτικά τους χαρακτηριστικά και κατ' επέκταση στη μη καθορισμένη επίδρασή τους στο χρώμα του νερού. Η εκτίμησή τους βασίζεται στην υπόθεση ότι μπορούν να προσδιοριστούν έμμεσα, μέσω οπτικά ενεργών παραμέτρων, όπως η χλωροφύλλη *a*, λόγω των ισχυρών συσχετίσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας εκτίμησης των NH_4^+ , μέσω τηλεπισκόπησης, σε ένα oligotroφικό, παράκτιο σύστημα, όπου δραστηριοποιείται μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας. Η προσέγγιση αυτή περιλαμβάνει τη διερεύνηση έμμεσων σχέσεων μέσω της χλωροφύλλης *a* και άμεσων σχέσεων που αξιοποιούν φασματικά κανάλια. Επιλέχθηκαν οι εγκαταστάσεις παράκτιας ιχθυοκαλλιέργειας στις νοτιοανατολικές ακτές του Παγασητικού κόλπου. Για τις μετρήσεις πεδίου, χρησιμοποιήθηκε πλέγμα 30 δειγματοληπτικών σταθμών (Dimoudi et al. 2023). Πραγματοποιήθηκαν έξι εποχιακές



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

δειγματοληψίες και μετρήθηκαν βασικές φυσικοχημικές-βιολογικές παράμετροι, μεταξύ των οποίων, η χλωροφύλλη *a*, χρησιμοποιώντας συνεχή καταγραφέα (CTD, SEABIRD-19plus). Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των NH_4^+ λήφθηκαν δείγματα, από την επιφάνεια του νερού, τα οποία στη συνέχεια αναλύθηκαν με τη χρήση φασματοφωτόμετρου, τύπου SHIMADZU UV-1800. Για κάθε εποχή, επιλέχθηκε μία πολυφασματική εικόνα Sentinel-2 MSI (Level-2A). Η επιλογή των εικόνων έγινε με τρόπο ώστε να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην ημερομηνία της εκάστοτε δειγματοληψίας και υπό συνθήκες χωρίς νεφοκάλυψη. Με βάση τις συντεταγμένες των σταθμών δειγματοληψίας, έγινε η αντιστοίχιση των εικονοστοιχείων με κάθε σημείο και εξήχθησαν οι τιμές της ανακλαστικότητας τηλεπισκόπησης (remote sensing reflectance, R_{rs}) για κάθε φασματικό κανάλι, μέσω του λογισμικού SNAP (v.13.0). Η κανονικότητα των δεδομένων ελέγχθηκε με κατάλληλο στατιστικό έλεγχο (Shapiro-Wilk test), όπου σύμφωνα με το κριτήριο σημαντικότητας ($p < 0,05$), απορρίφθηκε η υπόθεση της κανονικής κατανομής. Για τον υπολογισμό της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης Spearman correlation coefficient (ρ). Η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών υπολογίστηκε τόσο για κάθε εποχή ξεχωριστά όσο και για το σύνολο των εποχών. Για τις επιμέρους εποχές, οι τιμές κυμάνθηκαν από -0,26 έως 0,18, υποδηλώνοντας πολύ ασθενή σχέση μεταξύ των NH_4^+ και της χλωροφύλλης *a*, ενώ για το σύνολο των εποχών καταγράφηκε ασθενής αρνητική συσχέτιση ($\rho = -0,41$). Για την περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών, δημιουργήθηκαν διαγράμματα διασποράς (scatterplots) στα οποία δεν παρουσιάστηκαν εμφανή μοτίβα συσχέτισης (Εικόνα 1). Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της Python (v.3.14). Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν, η συγκέντρωση των NH_4^+ φαίνεται να μην μπορεί να προσδιοριστεί έμμεσα, μέσω της χλωροφύλλης *a*, γεγονός που πιθανότατα σχετίζεται με τα ολιγοτροφικά χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής. Το γεγονός αυτό καθιστά σκόπιμη την ανάπτυξη προσεγγίσεων που αξιοποιούν απευθείας την πληροφορία των φασματικών καναλιών. Η προσέγγιση αυτή δε συνεπάγεται άμεση μέτρηση των NH_4^+ από το δορυφορικό αισθητήρα, αλλά χρήση της πληροφορίας από τα φασματικά κανάλια, ως μεταβλητές εισόδου σε ένα μοντέλο, το οποίο εκτιμά τα NH_4^+ , χωρίς τη χρήση ενδιάμεσων βιολογικών παραμέτρων. Αξιολογήθηκε η συγγραμμικότητα (collinearity) μεταξύ των φασματικών καναλιών, μέσω του λογισμικού IBM SPSS Statistics (v.31) και επιλέχθηκαν εκείνα με τη χαμηλότερη συσχέτιση (B_4 , B_5 , B_8), χρησιμοποιώντας το δείκτη διακύμανσης πληθωριστικού παράγοντα (Variance Inflation Factor, $\text{VIF} < 5$) (Dimoudi et al. 2025a). Για την επιλογή των φασματικών καναλιών συνεκτιμήθηκε η συσχέτισή τους με τα NH_4^+ . Λαμβάνοντας υπόψη τη συχνά παρατηρούμενη μη γραμμική σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης των NH_4^+ και των φασματικών καναλιών, επιλέχθηκε το μοντέλο Support Vector Regression (SVR). Το μοντέλο αυτό, παρουσιάζει μειωμένη τάση υπερπροσαρμογής (overfitting), ιδιαίτερα σε συνθήκες περιορισμένου μεγέθους δείγματος, σε σύγκριση με άλλα μοντέλα μηχανικής μάθησης και νευρωνικά δίκτυα (Dimoudi et al. 2025b). Για την ανάπτυξη του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη scikit-learn της Python. Το μοντέλο αξιολογήθηκε με τη μέθοδο 5-fold cross validation, όπου σε κάθε επανάληψη χρησιμοποιήθηκε το 80% των δεδομένων για εκπαίδευση και το 20% για επικύρωση. Το μοντέλο παρουσίασε καλή συνολική απόδοση ($R^2 = 0,859$, $\text{RMSE} = 0,107$, $\text{MAE} = 0,066$), ωστόσο σε έναν ενδεικτικό διαχωρισμό εκπαίδευσης-ελέγχου, η απόδοση ήταν χαμηλότερη ($R^2 = 0,635$, $\text{RMSE} = 0,174$, MAE

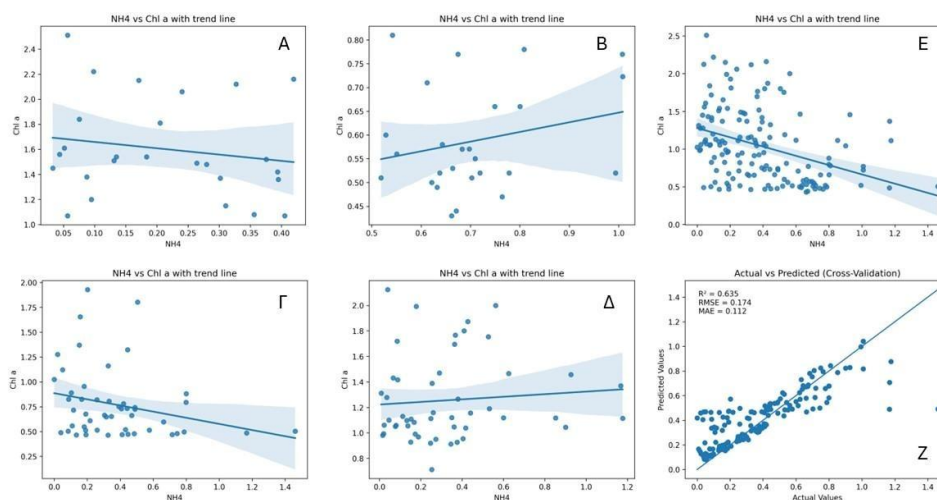


6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

= 0,112), γεγονός που αποδίδεται στη μεταβλητότητα που προκύπτει από τη συγκεκριμένη διαίρεση των δεδομένων (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Διαγράμματα διασποράς της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α και των NH_4^+ για το χειμώνα (Α), την άνοιξη (Β), το καλοκαίρι (Γ), το φθινόπωρο (Δ) και για το σύνολο των εποχών (Ε), στα οποία αποτυπώνεται η ασθενής/μη σαφής συσχέτιση μεταξύ τους. Διάγραμμα διασποράς πραγματικών έναντι προβλεπόμενων τιμών, όπως αυτό προέκυψε από το μοντέλο SVR (Ζ).

Ευχαριστίες

Η έρευνα πραγματοποιείται στο πλαίσιο λειτουργίας της Μονάδας Καινοτομίας - Μεταφοράς Τεχνολογίας και Κέντρου Επιχειρηματικότητας "One Planet Thessaly" υπό το "Πρόγραμμα Χορήγησης Υποτροφιών σε Υποψήφιους Διδάκτορες του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και χρηματοδοτείται από τον Ειδικό Λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας Π.Θ.

Βιβλιογραφία

Dimoudi A., Karampetsou P., Domenikiotis C., Tziantziou L., Klaoudatos D., Skordas K., Panagiotaki P., Neofitou N. (2023) A Spatial Interpolation Approach for Environmental Assessment of Aquaculture Effects on Water Quality of Pagasitikos Gulf (Eastern Mediterranean). Marine Environmental Research, 188, 106036. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106036>

Dimoudi A., Domenikiotis C., Klaoudatos D., Neofitou N. (2025a) A Methodological Approach for Retrieval of Ammonium in Coastal Aquaculture Based on Remotely Sensed Imagery and Machine Learning Algorithms. Aquaculture International, 33, 459. <https://doi.org/10.1007/s10499-025-02151-0>



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Dimoudi A., Domenikiotis C., Vafidis D., Mallinis G., Neofitou N. (2025b) Nutrient and Dissolved Oxygen (DO) Estimation Using Remote Sensing Techniques: A Literature Review. Remote Sensing, 17, 4044. <https://doi.org/10.3390/rs17244044>



Παρακολούθηση των Ξηρασιών στην Ελλάδα με τη Χρήση Περιβαλλοντικών και Κλιματικών Δεικτών Βασισμένων σε ΣΓΠ

**Κωνσταντίνα Βασιλάκου^{1*}, Δημήτριος Ε. Τσεσμελής², Κλεομένης Καλογερόπουλος³,
Παντελής Ε. Βαρούχας², Ηλίας Μαχαιράς², Ελισσάβετ Γ. Φελώνη³, Ανδρέας Τσάτσαρης³ και
Χρήστος Α. Καραβίτης¹**

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

² Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πανεπιστημιούπολη Μεσολογγίου, 30200 Μεσολόγγι, Ελλάδα

³ Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγ. Σπυρίδωνος 28, 12243 Αιγάλεω, Αθήνα, Ελλάδα

Υπεύθυνος συγγραφέας: vasilakou@aua.gr

Περίληψη:

Η ξηρασία συνιστά ένα επαναλαμβανόμενο φυσικό γεγονός με σημαντικές συνέπειες στην οικονομία, την κοινωνία και το φυσικό περιβάλλον. Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στη χαρτογράφηση και ανάλυση των μοτίβων ξηρασίας στην Ελλάδα. Προς τούτο, εφαρμόστηκε ο Τυποποιημένος Δείκτης Βροχόπτωσης (SPI) σε συνδυασμό με δείκτες βλάστησης, αξιοποιώντας τις προχωρημένες λειτουργίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Τα GIS παρέχουν ένα στιβαρό πλαίσιο επεξεργασίας, διευκολύνοντας την ολοκλήρωση ποικίλων γεωχωρικών δεδομένων (κλιματικών, τοπογραφικών και υδρολογικών) για ολοκληρωμένη εκτίμηση των συνθηκών. Βάσει ιστορικών στοιχείων βροχόπτωσης από 152 μετεωρολογικούς σταθμούς, ο SPI καθορίζει την ένταση και διάρκεια της ξηρασίας, συγκρίνοντας τις τρέχουσες τιμές με μακροχρόνιους μέσους όρους ανά περιοχή. Εν συνεχεία, εφαρμόστηκαν γεωστατιστικές τεχνικές για τη δημιουργία θεματικών χαρτών σε χρονικές κλίμακες 6 και 12 μηνών, με σκοπό την εξέταση των επιδράσεων σε διάφορες χρήσεις γης. Συγχρόνως, από δορυφορικά δεδομένα υπολογίστηκαν βασικοί δείκτες όπως ο Ενισχυμένος Δείκτης Βλάστησης (EVI), ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Διαφοράς Βλάστησης (NDVI) και ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Διαφοράς Νερού (NDWI). Οι προκύπτοντες χάρτες, που ενσωματώνουν μετεωρολογικούς δείκτες και δεδομένα τηλεπισκόπησης, λειτουργούν ως πολύτιμο βοήθημα για πολιτικές αποφάσεις, διαχείριση υδατικών πόρων και όλους τους εμπλεκόμενους στην πρόληψη και αντιμετώπιση της ξηρασίας.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Λέξεις Κλειδιά: Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Τηλεπισκόπηση, Δείκτες Βλάστησης, Γεωπληροφορική, GIS, Διαχείριση Ξηρασίας, Ξηρασία.



Spatial Fluctuations of agricultural water resources quality in Pinios River basin spaces (Greece) using GIS and laboratory analysis

Filintas Agathos^{1*}, Stamatis George², Hatzichristou Eleni¹

¹Department of Agricultural Technologists, Campus Gaiopolis, University of Thessaly, 41500 Larisa, Greece; *Correspondence: filintas@uth.gr;

²Department of Natural Resources Development and Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, 11855 Athens, Greece.

Keywords: Agricultural water resources; Pinios River basin (Greece); water quality; GIS and geostatistical tools; spatial mapping and statistics.

Water quality and water scarcity are inevitably a source of concern for peoples, regions, and nations in their struggle for survival; furthermore, when rivers flow through the interior of a region or across borders between nations, poor water quality and water scarcity foreshadow problems that lead to water pollution, water stress, and environmental degradation. Analyzing water quality spatial fluctuations is essential for the management and allocation of water resources to different uses (agricultural, municipal, etc) and for applying corrective measures. The Pinios River basin, despite having suffered severe degradation, is of great importance to national agricultural production. The scope of the present study is the environmental water quality assessment of Pinios river spaces regarding its water chemical and physicochemical status with combinational use of sampling, water laboratory analysis, GIS (Geographical Information Systems) spatial modelling and mapping. The research was carried out in the Mediterranean Pinios River basin spaces in central Greece. Pinios riverine hydrosystem which drains Thessaly plain and falls into Aegean sea, formulates the Thessaly basin which is located at central Greece and coincides with the Thessaly Water District. The Thessaly Water District is divided into two main hydrologic sub-basins: (a) The hydrologic sub-basin of Pinios, with a spatial extent of 11062 Km². (b) The hydrologic sub-basin of streams Almyrou-Pilion, with a spatial extent of 2079 Km².

In the present study, water quality data from Thessaly Rivers were considered and collected under the International Program Free MED: “RIVERS SPACES OF BALANCE FOR THE MEDITERRANEAN” for the assessment of the water quality status of Greek rivers spaces. We used fieldwork, water laboratory analysis, GPS (Global Positioning Systems), geodatabases, GIS, spatial analyst and statistical analysis. A GPS was used to log spatial data for the sampled water locations in the Greek Geodetic System of Reference (EGSA87). Specifically, it was performed water lab-analysis, processing, statistical data analysis and pollution control overruns limits of the legislation (Greek and European law) in various parameters, which are: water temperature, pH, electrical conductivity EC, total hardness, chloride Cl⁻, Bromium Br⁻, Sulfate SO₄²⁻, potassium K⁺, sodium Na⁺, calcium Ca²⁺, magnesium Mg²⁺, TOC, chemical oxygen demand COD, biochemical oxygen demand BOD₅, nitrate NO₃⁻, nitrite NO₂⁻, ammonium NO₂⁻, total oxidized nitrogen (TON), Phosphate P₂O₅, Total Phosphorus, Fluoride F, Iron Fe, Manganese Mn, copper Cu, Cadmium Cd.

The various water quality parameters data statistical analysis, descriptive statistics, Kolmogorov-Smirnov tests, parameters and maps correlation, and statistical quantitative validation metrics were



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

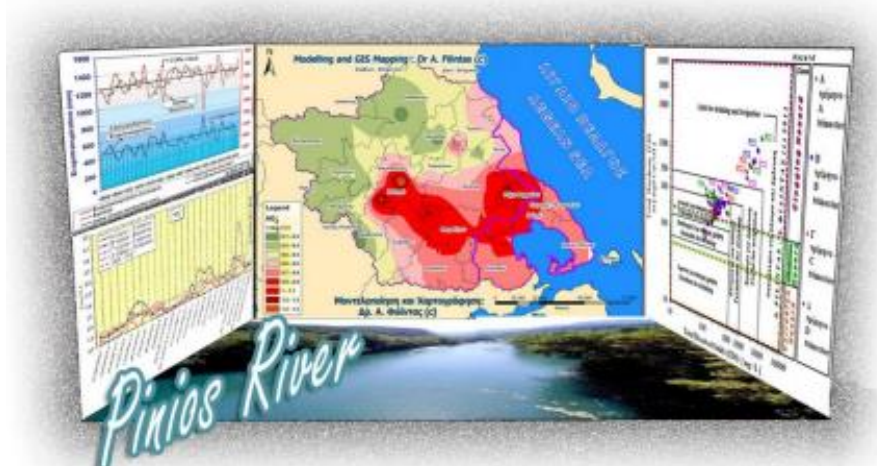
19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

performed using the IBM SPSS v.27 statistical software. The geostatistical analysis, modelling, GIS mapping and geostatistical validation metrics were performed using the geostatistical tools of ESRI ArcGIS v.10.8.2. The sampled and analyzed in the laboratory water data measurements were digitized, geo-mapped, and modeled in a GIS environment using spatial analysis methods and stored in a digital

geodatabase based on the water samples' properties and locations coordinates. The results showed that the values of pH in the waters of the river spaces range between 7.54 and 9.15, that is slightly alkaline to alkaline (within the EU and Greece limits on drinking water). Furthermore, most of the waters are fit for fish habitation except the Eleftheriou Reservoir. The values of electrical conductivity (EC) range between 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 4140 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A percentage 4.3% is above the indicative level (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at 25 °C) for drinking water. Moreover, the waters of the study area show total hardness values ranging between 92.5 and 1764.0 mg/l CaCO_3 . The 24.7% of water samples were classified as "Very Hard Water". The rest are classified as "Hard" (64.5%) and 10.8% as "moderately hard" and they are considered drinkable in regard with water hardness. Studying the results of measurements and processing of other hydrochemical parameters, emerged problems of environmental pollution (low or high out-of bounds values in relation to the limits of Greek and European legislation primarily for potable and secondarily for irrigational use of water) on the parameters Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , COD, BOD5, NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , F, Fe, Mn and Cd.

From the results obtained after the modelling and mapping with the use of GIS, GPS verification, environmetric and geostatistical methods, the environmentally problematic areas (EPAs) of Pinios riverine hydrosystem of Thessaly were found. These EPAs of Pinios River basin are spatially depending on the parametric (Cl^- , Mg^{2+} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , Mn, P_2O_5 and total phosphorus) pollution of surface waters and they were classified as: (a) River spaces (spatial territories) with very severe environmental problem of water pollution, which mainly belong to the regional units (municipalities) of Ferraïou Riga, Farsala, Palama, Farkadona, Volos and Almyros Volou.

(b) River spaces (spatial territories) with moderately severe environmental problem of water pollution, which mainly belong to the regional units (municipalities) of Farsala, Kileler, Almyros Volou, Domokos, Sofades, Karditsa, Palama, Farkadonas, Larissaion, Tempi, Agia, Volos, Zagora-Mouresi and South Pelion.





6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

**ΣΥΝΕΔΡΙΑ V: Τεχνολογίες UAV & Διαχείριση Γεωχωρικών Δεδομένων –
ΣΥΝΕΔΡΙΑ VI: Ψηφιακή Κτηνοτροφική Διαχείριση**



Η συμβολή του ελληνικού Κτηματολογίου στην υποστήριξη διεργασιών του αγροτικού τομέα στην Ελλάδα

Λολώνης Παναγιώτης

Προϊστάμενος της Διεύθυνσης Γεωχωρικών Πληροφοριών

Ελληνικό Κτηματολόγιο, Αθήνα

Χαρτογραφικά υπόβαθρα, Ορθοεικόνες, Lidar, DEM, DTM, DSM

Περίληψη

Το Εθνικό Κτηματολόγιο σχεδιάστηκε για να συμβάλει, πέραν της καταγραφής και κατοχύρωσης της ακίνητης περιουσίας στην Ελλάδα, και στην υποστήριξη μιας εκτεταμένης σειράς οικονομικών και άλλων δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα σε αυτήν. Μία από τις πλέον σημαντικές δραστηριότητες ήταν και αυτή της υποστήριξης της ανάπτυξης του αγροτικού τομέα σε όλες σχεδόν τις πτυχές που τον διέπουν. Οι πτυχές αυτές εκτείνονται από την καταγραφή των ιδιοκτησιών και χρήσεων που υπάρχουν στις αγροτικές εκμεταλλεύσεις έως την υποστήριξη της χορήγησης κοινοτικών ενισχύσεων και τον σχεδιασμό και τη χάραξη αγροτικής πολιτικής.

Επειδή η σύνταξη του Κτηματολογίου έγινε σταδιακά κατά τη διάρκεια του χρόνου και μάλιστα με προτεραιότητα στις αστικές κυρίως περιοχές, ενώ οι αγροτικές περιοχές ακολούθησαν μεταγενέστερα, η επίπτωση της λειτουργίας του θεσμού δεν έχει γίνει ακόμα αισθητή σε όλο το εύρος της. Πράγματι, η ολοκλήρωση της κτηματογράφησης στις αγροτικές περιοχές έχει γίνει, κατά κανόνα, μετά το 2020, ενώ σε ορισμένες από αυτές είναι ακόμα σε εξέλιξη. Από τη στιγμή, πάντως, που η διαδικασία της σύνταξης του κτηματολογίου είναι σε πολύ προχωρημένο στάδιο, είναι αναμενόμενο ότι αυτή θα ολοκληρωθεί συντόμως και, συνεπώς, το Κτηματολόγιο θα είναι σε λειτουργία σε όλη τη χώρα παρέχοντας τα οφέλη που προκύπτουν από αυτό.

Θα πρέπει να σημειωθεί, πάντως, ότι ακόμα και αν το Κτηματολόγιο είναι ακόμα σε σχετικά πρώιμο στάδιο λειτουργίας, εντούτοις, η ζήτηση των στοιχείων και των υπηρεσιών του είναι αξιοσημείωτη όσον αφορά στην υποστήριξη δραστηριοτήτων του αγροτικού τομέα. Πράγματι, η χρησιμοποίηση των ιδιοκτησιακών στοιχείων από τις εγγραφές του Εθνικού Κτηματολογίου για την τεκμηρίωση, σε ετήσια βάση, των δικαιωμάτων των αγροτών να λαμβάνουν κοινοτικές ενισχύσεις κρίνεται ως άκρως απαραίτητη. Μάλιστα, τα τελευταία χρόνια έχει λάβει ευρεία δημοσιότητα σε όλα τα επίπεδα (εθνικό και ευρωπαϊκό). Η συγκεκριμένη ζήτηση δε, αναμένεται να συνεχιστεί και στο μέλλον και εκτιμάται ότι η χρήση των δεδομένων του Κτηματολογίου θα καταστεί αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας των κοινοτικών ενισχύσεων στον αγροτικό τομέα.

Πέραν της ανωτέρω συγκεκριμένης χρήσης, το Ελληνικό Κτηματολόγιο συμβάλει (ή έχει τη προοπτική να συμβάλει) με πολλούς άλλους τρόπους στην υποστήριξη της λειτουργίας του αγροτικού τομέα. Συγκεκριμένα, το Ελληνικό Κτηματολόγιο υποστηρίζει την πανεπιστημιακή και ερευνητική κοινότητα της χώρας στο εκπαιδευτικό και ερευνητικό της έργο παρέχοντας δωρεάν πρόσβαση στο Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού ΗΕΡΟΣ. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του να μπορούν να προσδιορίζουν τις συντεταγμένες μίας θέσης στο πεδίο με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, καθιστώντας, έτσι, εφικτή την ανάπτυξη ή και χρήση μεθόδων και τεχνολογιών της «γεωργίας ακριβείας» στον Ελληνικό ακαδημαϊκό χώρο. Επιπλέον, το Κτηματολόγιο διαθέτει, μέσω της κυβερνητικής πύλης «ανοικτών» δεδομένων, μία σειρά από



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

δεδομένα που είναι εξαιρετικά χρήσιμα για τις δραστηριότητες του αγροτικού τομέα. Τέτοιου είδους δεδομένα είναι τα γεωτεμάχια του λειτουργούντος κτηματολογίου, οι δασικοί χάρτες (κυρωμένοι και ανάρτησης) και οι προστατευμένες ζώνες (NATURA 2000 κλπ.) Τέλος, παρέχει δωρεάν και «ανοικτή» πρόσβαση σε μία σειρά από διαδικτυακές χαρτογραφικές υπηρεσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ενδιαφερόμενους για την πραγματοποίηση μιας πλειάδας εργασιών, όπως είναι η μέτρηση εκτάσεων, η μέτρηση αποστάσεων, η διερεύνηση περιοχών για χρήση και η παρακολούθηση διαχρονικών μεταβολών στην κάλυψη γης. Τα υπόβαθρα δε, που προσφέρονται είναι ποικίλα και περιλαμβάνουν, για το σύνολο της χώρας, έγχρωμες ορθοεικόνες ανάλυσης 50 εκ. για τις περιόδους 2007-2009 και 2014-2016, καθώς και ασπρόμαυρες ορθοεικόνες της περιόδου 1945/1960.

Το Ελληνικό Κτηματολόγιο δεν προτίθεται να σταματήσει την παραγωγή νέων γεωχωρικών δεδομένων και υπηρεσιών προς τους χρήστες του. Συγκεκριμένα, στο προσεχές μέλλον, ο Φορέας προτίθεται να εμπλουτίσει το σετ των διατιθέμενων χαρτογραφικών υποβάθρων της χώρας προσθέτοντας σε αυτό τις έγχρωμες ορθοεικόνες ανάλυσης 50 εκ. της περιόδου 2020-2023 που έχει συντάξει ο Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε., καθώς και τις έγχρωμες ορθοεικόνες ανάλυσης 50 εκ. περιόδου 2023-2025 που βρίσκονται αυτή τη στιγμή υπό σύνταξη μέσω του Ελληνικού Κέντρου Διαστήματος (ΕΛΚΕΔ). Επιπλέον, το Ελληνικό Κτηματολόγιο, υλοποίησε μέσω του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας τη δημιουργία ενός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DTM) βήματος 1 μ. και υψομετρικής ακρίβειας μικρότερης των 30 εκ. για το 50% περίπου της χώρας χρησιμοποιώντας τεχνολογίες αερομεταφερόμενων φωτο-καμερών και συσκευών Lidar. Στο ίδιο έργο δημιουργήθηκε και ένα Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας (DSM) αντίστοιχων προδιαγραφών, όπως επίσης, και ένα σύνολο «νέφους σημείων» (point cloud) που εμπεριέχει υψομετρική πληροφορία για φυσικά και τεχνικά αντικείμενα μιας περιοχής (κλαδιά δένδρων, φύλλα δένδρων κλπ.) τα οποία υπάρχουν στο ενδιάμεσο των δύο ανωτέρω αναφερόμενων μοντέλων επιφανειών. Τα εν λόγω δεδομένα, με την προϋπόθεση της τήρησης των περιορισμών διαβάθμισης που θα καθορίσουν οι αρμόδιες Υπηρεσίες του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καλύψουν μια πλειάδα αναγκών της καθημερινότητας. Τέτοιου είδους ανάγκες είναι, ενδεικτικά, η οργάνωση και παρακολούθηση της αγροτικής παραγωγής, η έγκαιρη και αποτελεσματική αποτίμηση ζημιών που μπορεί να προκληθούν από φυσικές ή άλλες καταστροφές, η εκτίμηση της βιομάζας που υπάρχει σε μία περιοχή, η ταξινόμηση εκτάσεων σε διάφορες κατηγορίες κάλυψης, η διαμόρφωση και εφαρμογή πολιτικών γης, η εφαρμογή πολιτικών αγροτικών ενισχύσεων, η παρακολούθηση, διαχρονικά, των επιπτώσεων της εντατικής καλλιέργειας της γης, και η συστηματική παρακολούθηση τυχόν «εξάντλησης» του παραγωγικού στρώματος του εδάφους και της διάβρωσης αυτού.

Στην παρούσα εργασία θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή τόσο των ανωτέρω αναφερόμενων δεδομένων και υπηρεσιών υψηλής καθώς και των διεργασιών της αγροτικής παραγωγής που θα μπορούσαν να υποστηριχθούν από αυτές. Με αυτό τον τρόπο, η βασική ψηφιακή υποδομή που έχει αναπτύξει και διαθέτει το Ελληνικό Κτηματολόγιο θα εκπληρώσει το σκοπό της και θα συντελέσει στην ενίσχυση της οικονομικής δραστηριότητας και στον αγροτικό τομέα στη χώρα μας.



**ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΥΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΙΓΩΝ**

**Ποντικάκος Κωνσταντίνος¹, Φράγκου Αργυρώ², Ευθυμίου Κωνσταντίνος³, Παναγέα
Σταυρούλα⁴, Τσάλου Ειρήνη⁵**

1. Προϊστάμενος της Διεύθυνσης Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Περιφερειακής Ενότητας Δυτικού Τομέα Αθηνών (ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών), Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω
2. Αν. Προϊσταμένη του του Τμήματος Κτηνιατρικής Αντίληψης, Φαρμακοεπαγρύπνησης και Ελέγχων, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω
3. Προϊστάμενος του Τμήματος Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω
4. Προϊσταμένη του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω
5. Αν. Προϊσταμένη του Τμήματος Υγείας Ζώων, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω

* Ποντικάκος Κωνσταντίνος: email: kpontikakos@patt.gov.gr, τηλ.: 2132100971

Λέξεις κλειδιά: ευλογία των μικρών μηρυκαστικών, ζώνες, διαδικτυακοί χάρτες, χωρική ανάλυση

Η ευλογία των μικρών μηρυκαστικών (EMM) είναι μια εξαιρετικά μεταδοτική ιογενής νόσος, η οποία προσβάλλει τα πρόβατα και τις αίγες, με σοβαρές συνέπειες για το ζωικό κεφάλαιο και με πολύ σημαντικές επιπτώσεις στην κτηνοτροφία και στην αγροτική οικονομία, καθιστώντας επιτακτική την έγκαιρη και αποτελεσματική διαχείρισή της. Η εκτεταμένη διακίνηση ζώντων ζώων, προϊόντων ζωικής προέλευσης και ζωοτροφών, αποτελεί βασικό παράγοντα εξάπλωσης της νόσου, ο οποίος σε περίπτωση εμφάνισης κρουσμάτων σε κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στη διαχείριση της νόσου, τόσο από τις δημόσιες αρχές, όσο και από όλους τους εμπλεκόμενους στην παραγωγή και στη διακίνηση ζώων, προϊόντων ζωικής προέλευσης και ζωοτροφών. Λόγω των σημαντικών επιπτώσεων της νόσου και των πολλών φορέων που εμπλέκονται στη διαχείρισή της, αλλά κυρίως λόγω των χωροχρονικών χαρακτηριστικών της εξάπλωσης της, απαιτείται γρήγορος και αποτελεσματικός συντονισμός, ώστε



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα σύμφωνα με τη νομοθεσία. Είναι επομένως, απαραίτητο να υπάρχει η δυνατότητα κεντρικής απεικόνισης της επιδημιολογικής κατάστασης και των μέτρων που θα πρέπει να ληφθούν, καθώς και η δυνατότητα για ταχεία ανάλυση των χωρικών δεδομένων που προκύπτουν. Η παρούσα εργασία αφορά στον σχεδιασμό και στην υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής απεικόνισης και ανάλυσης χωρικών δεδομένων, η οποία έρχεται να καλύψει την απαίτηση αυτή και να προσφέρει τα απαραίτητα διαδικτυακά εργαλεία απεικόνισης σε διαδραστικό χάρτη της εξάπλωσης της νόσου και της ανάλυσης των χωρικών δεδομένων σύμφωνα με τη νομοθεσία.

Το νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση της EMM καθορίζεται από το εθνικό σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης (ΣΕΑ). Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει αυστηρά μέτρα βιοασφάλειας, άμεση θανάτωση των μολυσμένων κοπαδιών, ορθή διαχείριση μολυσμένων ζωοτροφών και περιορισμό των μετακινήσεων. Κεντρικό στοιχείο αποτελεί η οριοθέτηση ζωνών προστασίας, επιτήρησης και περαιτέρω απαγορευμένων ζωνών, η οποία απαιτεί ταχεία και ακριβή χωρική ανάλυση. Στο πλαίσιο αυτό, η διαθεσιμότητα ακριβούς γεωχωρικής πληροφορίας αναδεικνύεται καθοριστικής σημασίας για τον περιορισμό της νόσου. Η διαδικτυακή εφαρμογή αξιοποιεί επίσημα χωρικά δεδομένα και ενσωματώνει διαδραστικά θεματικά επίπεδα αποτύπωσης κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων και επιχειρήσεων ζωοτροφών, καθώς και μεθόδους χωρικής ανάλυσης για τη δημιουργία κρίσιμων θεματικών επιπέδων, όπως ο καθορισμός ζωνών προστασίας και επιτήρησης. Η λειτουργικότητα της εφαρμογής είναι προσβάσιμη τόσο μέσω σταθμών εργασίας, όσο και μέσω έξυπνων κινητών συσκευών (tablet, smartphone), εξασφαλίζοντας ευελιξία και δυνατότητα άμεσης επιχειρησιακής αξιοποίησης στο πεδίο. Πιο συγκεκριμένα, η υλοποιημένη εφαρμογή επιτρέπει την άμεση γεωχωρική αποτύπωση των προσβεβλημένων εκμεταλλεύσεων, δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να καταχωρίζουν σε πραγματικό χρόνο δεδομένα απευθείας από το πεδίο μέσω των έξυπνων κινητών συσκευών. Παράλληλα, μέσω Η/Υ γραφείου ή έξυπνων κινητών συσκευών, με τη χρήση κατάλληλων διαδικτυακών εργαλείων, προχωρά στον καθορισμό των ζωνών προστασίας, επιτήρησης και των περαιτέρω απαγορευμένων ζωνών, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τα τρέχοντα επιδημιολογικά δεδομένα.

Μέσω της εφαρμογής οι εμπλεκόμενοι φορείς μπορούν να σχηματίσουν μια λεπτομερή εικόνα της εξέλιξης της επιδημίας ανά ημέρα και ανά δήμο, να εξάγουν δεδομένα μέσω της χρήσης των κατάλληλων φίλτρων π.χ. ανά ημέρα, Περιφερειακή Ενότητα, δήμο ή ζώνη, να αποφασίζουν για τη θέση απολυμαντικών σταθμών οχημάτων και να τους εισάγουν ως θεματικό επίπεδο, να εισάγουν επιπλέον θεματικά επίπεδα και να εφαρμόζουν περαιτέρω χωρικές αναλύσεις και να χρησιμοποιούν την πληροφορία της εφαρμογής για τη σύνταξη αναλύσεων και αναφορών.

Η προτεινόμενη διαδικτυακή εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε για τη διαχείριση δεδομένων κρουσμάτων από την επιζωοτία της ευλογιάς στην Ελλάδα, διαδικασία που επιβεβαίωσε τις λειτουργικές της δυνατότητες. Η ενδεχόμενη υιοθέτηση της εφαρμογής από τις αρμόδιες αρχές θα μπορούσε να ενισχύσει σημαντικά την ετοιμότητα και τον συντονισμό όσον αφορά στην υλοποίηση του ΣΕΑ για την αντιμετώπιση της ευλογιάς των προβάτων και των αιγών, συμβάλλοντας ουσιαστικά στον περιορισμό της νόσου και επομένως στην προστασία του κτηνοτροφικού τομέα.



Διαδικτυακή εφαρμογή απεικόνισης και ανάλυσης χωρικών δεδομένων για τη διαχείριση της ευλογιάς των προβάτων και αιγών

Ποντικάκος Κωνσταντίνος, Φράγκου Αργυρώ, Ευθυμίου Κωνσταντίνος, Παναγέα Σταυρούλα, Τσάλου Ειρήνη

Προϊστάμενος της Διεύθυνσης Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Περιφερειακής Ενότητας Δυτικού Τομέα Αθηνών (ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών), Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω

Αν. Προϊσταμένη του του Τμήματος Κτηνιατρικής Αντίληψης, Φαρμακοεπαγρύπνησης και Ελέγχων, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω

Προϊστάμενος του Τμήματος Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω

Προϊσταμένη του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω

Αν. Προϊσταμένη του Τμήματος Υγείας Ζώων, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω

* Ποντικάκος Κωνσταντίνος: email: kpontikakos@patt.gov.gr, τηλ.: 2132100971

Λέξεις κλειδιά: ευλογία των μικρών μηρυκαστικών, ζώνες, διαδικτυακοί χάρτες, χωρική ανάλυση

Η ευλογία των μικρών μηρυκαστικών (EMM) είναι μια εξαιρετικά μεταδοτική ιογενής νόσος, η οποία προσβάλλει τα πρόβατα και τις αίγες, με σοβαρές συνέπειες για το ζωικό κεφάλαιο και με πολύ σημαντικές επιπτώσεις στην κτηνοτροφία και στην αγροτική οικονομία, καθιστώντας επιτακτική την έγκαιρη και αποτελεσματική διαχείρισή της. Η εκτεταμένη διακίνηση ζώων ζώων, προϊόντων ζωικής προέλευσης και ζωοτροφών, αποτελεί βασικό παράγοντα εξάπλωσης της νόσου, ο οποίος σε περίπτωση εμφάνισης κρουσμάτων σε κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στη διαχείριση της νόσου, τόσο από τις δημόσιες αρχές, όσο και από όλους τους εμπλεκόμενους στην παραγωγή και στη διακίνηση ζώων, προϊόντων ζωικής προέλευσης και ζωοτροφών. Λόγω των σημαντικών επιπτώσεων της νόσου και των πολλών φορέων που εμπλέκονται στη διαχείρισή της, αλλά κυρίως λόγω των χωροχρονικών χαρακτηριστικών της εξάπλωσης της, απαιτείται γρήγορος και αποτελεσματικός συντονισμός, ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα σύμφωνα με τη νομοθεσία. Είναι επομένως, απαραίτητο να υπάρχει η δυνατότητα κεντρικής απεικόνισης της επιδημιολογικής κατάστασης και των μέτρων που θα πρέπει να ληφθούν, καθώς και η δυνατότητα για ταχεία ανάλυση των χωρικών δεδομένων που προκύπτουν. Η παρούσα εργασία αφορά στον σχεδιασμό και στην υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής απεικόνισης και ανάλυσης χωρικών δεδομένων, η οποία έρχεται να καλύψει την απαίτηση αυτή και να προσφέρει τα απαραίτητα διαδικτυακά εργαλεία απεικόνισης σε διαδραστικό χάρτη της εξάπλωσης της νόσου και της ανάλυσης των χωρικών δεδομένων σύμφωνα με τη νομοθεσία.

Το νομοθετικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση της EMM καθορίζεται από το εθνικό σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης (ΣΕΑ). Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει αυστηρά μέτρα βιοασφάλειας, άμεση θανάτωση των μολυσμένων κοπαδιών, ορθή διαχείριση μολυσμένων



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ζωοτροφών και περιορισμό των μετακινήσεων. Κεντρικό στοιχείο αποτελεί η οριοθέτηση ζωνών προστασίας, επιτήρησης και περαιτέρω απαγορευμένων ζωνών, η οποία απαιτεί ταχεία και ακριβή χωρική ανάλυση. Στο πλαίσιο αυτό, η διαθεσιμότητα ακριβούς γεωχωρικής πληροφορίας αναδεικνύεται καθοριστικής σημασίας για τον περιορισμό της νόσου. Η διαδικτυακή εφαρμογή αξιοποιεί επίσημα χωρικά δεδομένα και ενσωματώνει διαδραστικά θεματικά επίπεδα αποτύπωσης κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων και επιχειρήσεων ζωοτροφών, καθώς και μεθόδους χωρικής ανάλυσης για τη δημιουργία κρίσιμων θεματικών επιπέδων, όπως ο καθορισμός ζωνών προστασίας και επιτήρησης. Η λειτουργικότητα της εφαρμογής είναι προσβάσιμη τόσο μέσω σταθμών εργασίας, όσο και μέσω έξυπνων κινητών συσκευών (tablet, smartphone), εξασφαλίζοντας ευελιξία και δυνατότητα άμεσης επιχειρησιακής αξιοποίησης στο πεδίο. Πιο συγκεκριμένα, η υλοποιημένη εφαρμογή επιτρέπει την άμεση γεωχωρική αποτύπωση των προσβεβλημένων εκμεταλλεύσεων, δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να καταχωρίζουν σε πραγματικό χρόνο δεδομένα απευθείας από το πεδίο μέσω των έξυπνων κινητών συσκευών. Παράλληλα, μέσω Η/Υ γραφείου ή έξυπνων κινητών συσκευών, με τη χρήση κατάλληλων διαδικτυακών εργαλείων, προχωρά στον καθορισμό των ζωνών προστασίας, επιτήρησης και των περαιτέρω απαγορευμένων ζωνών, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τα τρέχοντα επιδημιολογικά δεδομένα.

Μέσω της εφαρμογής οι εμπλεκόμενοι φορείς μπορούν να σχηματίσουν μια λεπτομερή εικόνα της εξέλιξης της επιδημίας ανά ημέρα και ανά δήμο, να εξάγουν δεδομένα μέσω της χρήσης των κατάλληλων φίλτρων π.χ. ανά ημέρα, Περιφερειακή Ενότητα, δήμο ή ζώνη, να αποφασίζουν για τη θέση απολυμαντικών σταθμών οχημάτων και να τους εισάγουν ως θεματικό επίπεδο, να εισάγουν επιπλέον θεματικά επίπεδα και να εφαρμόζουν περαιτέρω χωρικές αναλύσεις και να χρησιμοποιούν την πληροφορία της εφαρμογής για τη σύνταξη αναλύσεων και αναφορών.

Η προτεινόμενη διαδικτυακή εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε για τη διαχείριση δεδομένων κρουσμάτων από την επιζωοτία της ευλογιάς στην Ελλάδα, διαδικασία που επιβεβαίωσε τις λειτουργικές της δυνατότητες. Η ενδεχόμενη υιοθέτηση της εφαρμογής από τις αρμόδιες αρχές θα μπορούσε να ενισχύσει σημαντικά την ετοιμότητα και τον συντονισμό όσον αφορά στην υλοποίηση του ΣΕΑ για την αντιμετώπιση της ευλογιάς των προβάτων και των αιγών, συμβάλλοντας ουσιαστικά στον περιορισμό της νόσου και επομένως στην προστασία του κτηνοτροφικού τομέα.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Πέμπτη 21/5/2026

ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII: Γεωπληροφορική στην Κοινωνία, Υγεία & Πολιτική



ESG και GIS: εφαρμογές από τη γεωργία και το περιβάλλον έως την παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα

Γκίκας Δημήτριος

Δημήτριος Β. Γκίκας

Operations Intelligence Officer, Laskaridis Shipping Co. Ltd

Λέξεις κλειδιά: GIS, ESG, Βιωσιμότητα, Εφοδιαστική Αλυσίδα, Γεωχωρικά Δεδομένα

Τα γεωπληροφοριακά συστήματα (GIS) αποτελούν ένα από τα πλέον κρίσιμα εργαλεία της σύγχρονης ψηφιακής ανάλυσης δεδομένων, με εφαρμογές που εκτείνονται σε πολλαπλά επίπεδα της οικονομικής, περιβαλλοντικής και επιχειρησιακής δραστηριότητας, ιδιαίτερα στο πλαίσιο των κριτηρίων ESG (Environmental, Social, Governance). Η χρησιμότητά τους δεν περιορίζεται σε μία συγκεκριμένη κλίμακα, αλλά καλύπτει ένα φάσμα που μπορεί να ξεκινά από το επίπεδο του αγρού και της πρωτογενούς παραγωγής και να εκτείνεται έως την παρακολούθηση σύνθετων παγκόσμιων εφοδιαστικών αλυσίδων και του διεθνούς εμπορίου.

Σε επιχειρησιακό επίπεδο, τα GIS λειτουργούν ως προηγμένα συστήματα παρακολούθησης και ανάλυσης γεωχωρικών δεδομένων. Μέσω αυτών, καθίσταται δυνατή η αποτύπωση της πραγματικής θέσης υποδομών, η χαρτογράφηση των μεταφορικών δικτύων, καθώς και η παρακολούθηση των ροών προϊόντων από το σημείο παραγωγής έως τον τελικό καταναλωτή. Η δυνατότητα αυτή προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς επιτρέπει τον εντοπισμό σημείων αποθήκευσης, βελτιστοποίησης ή στρατηγικής σημασίας, συμβάλλοντας στη συνολική βελτιστοποίηση των διαδικασιών.

Στο πλαίσιο του περιβαλλοντικού πυλώνα του ESG, τα GIS χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος επιχειρησιακών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Μέσω της επεξεργασίας γεωχωρικών δεδομένων, όπως οι διαδρομές μεταφοράς, οι αποστάσεις διανομής και η κατανάλωση πόρων, παρέχουν τη δυνατότητα ποσοτικοποίησης της αποδοτικότητας και της επίδρασης των δραστηριοτήτων στο φυσικό περιβάλλον. Έτσι, οι οργανισμοί μπορούν να σχεδιάζουν πιο αποδοτικές στρατηγικές, μειώνοντας τις απώλειες πόρων και βελτιώνοντας τη λειτουργική τους αποδοτικότητα.

Από την άλλη πλευρά, η δυνατότητα ενσωμάτωσης και ανάλυσης δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικές και ετερογενείς πηγές επιτρέπει την δημιουργία πιο σύνθετων και αξιόπιστων δεικτών απόδοσης (KPIs – Key Performance Indicators). Οι δείκτες αυτοί αποτελούν ποσοτικά και ποιοτικά εργαλεία μέτρησης, τα οποία χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας, της αποτελεσματικότητας και της συνολικής επίδοσης ενός οργανισμού, μιας διαδικασίας ή μιας επιχειρησιακής λειτουργίας, σε σχέση με προκαθορισμένους στρατηγικούς στόχους και επιθυμητά αποτελέσματα. Μέσω των KPIs καθίσταται δυνατή η συστηματική παρακολούθηση της προόδου, η έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων από τους στόχους και η υποστήριξη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη βελτίωση της απόδοσης.

Παράλληλα, η ίδια διαδικασία ανάλυσης επιτρέπει τη σύγκριση επιδόσεων (benchmarks), δηλαδή την αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων ενός οργανισμού, μιας μονάδας ή μιας γεωγραφικής περιοχής με συγκεκριμένα πρότυπα αναφοράς. Τα πρότυπα αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από τις βέλτιστες πρακτικές του ίδιου κλάδου είτε από κορυφαίες επιδόσεις ανταγωνιστικών



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

οργανισμών. Η διαδικασία του benchmarking επιτρέπει την αναγνώριση διαφορών στην απόδοση, την ανάδειξη τομέων προς βελτίωση και τη μεταφορά καλών πρακτικών. Όταν τα αποτελέσματα αυτά συνδυάζονται με γεωχωρικά δεδομένα, μπορούν να αποτυπωθούν οπτικά μέσω θεματικών χαρτών, προσφέροντας μια πιο ολοκληρωμένη και άμεσα κατανοητή εικόνα της απόδοσης σε διαφορετικά χωρικά επίπεδα.

Η χρήση των KPIs και των benchmarks σε συνδυασμό με γεωπληροφοριακά συστήματα (GIS) ενισχύει σημαντικά τη διαδικασία στρατηγικής λήψης αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα διοίκησης. Μέσω της οπτικοποίησης και της χωρικής ανάλυσης των δεδομένων, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων μπορούν να εντοπίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις τάσεις, τις αδυναμίες και τις ευκαιρίες βελτίωσης, αξιοποιώντας εμφανείς, αξιόπιστους και συγκρίσιμους δείκτες διαχείρισης και εκμετάλλευσης πόρων. Ιδιαίτερη σημασία αποκτά η χρήση των GIS στην παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα, όπου η πολυπλοκότητα των δικτύων απαιτεί ακριβή και συνεχώς ενημερωμένη πληροφορία. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης, μηχανικής μάθησης και AI agents ενισχύει περαιτέρω τις δυνατότητες των GIS, επιτρέποντας την ανάλυση μεγάλων όγκων δεδομένων και την ανάπτυξη προβλεπτικών μοντέλων. Με αυτόν τον τρόπο, τα συστήματα αυτά δεν περιορίζονται στην περιγραφική ανάλυση, αλλά επεκτείνονται στη λήψη προγνωστικών και υποστηρικτικών αποφάσεων. Συνολικά, τα GIS αποτελούν έναν καθοριστικό τεχνολογικό μηχανισμό για την υλοποίηση και ενίσχυση των αρχών ESG. Η ικανότητά τους να ενοποιούν, να αναλύουν και να οπτικοποιούν πολυδιάστατα δεδομένα τα καθιστά επιχειρησιακά εργαλεία για οργανισμούς που επιδιώκουν αποδοτικότητα, διαφάνεια και στρατηγική βελτιστοποίηση σε ένα δυναμικό και σύνθετο και παγκόσμιο περιβάλλον.



Η Αστική Θερμική Νησίδα διορθωμένη ως προς το υψόμετρο και την περιοχή αναφοράς: εφαρμογή στην Ελλάδα

Γκεμιτζή Αλεξάνδρα ^{a*}, Χαλκιάς Γεώργιος ^{a,b}, Αβραμίδου Ελένη ^c, Κουρτίδης Κωνσταντίνος^a

^a Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Β. Σοφίας 12, 67100, Ξάνθη

^b Τώρα στο Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Σχολής Επιστημών Πληροφορίας, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Εγνατίας 156, 546 36, Θεσσαλονίκη

^c Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Πανεπιστημιούπολη Βουτών, 70013 Ηράκλειο

*Επικοινωνία: agkemitz@env.duth.gr

Λέξεις κλειδιά: Αστική Θερμική Νησίδα, Θερμοκρασία Επιφανείας Εδάφους, MODIS AQUA

Περίληψη

Η Αστική Θερμική Νησίδα (UHI) είναι ένα φαινόμενο κατά το οποίο οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες θερμοκρασίες σε σύγκριση με το μη αστικό περιβάλλον που τις περιβάλλει. Αυτό οφείλεται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες και στην επικράτηση υποδομών που απορροφούν και αποθηκεύουν θερμότητα. Μια πτυχή του φαινομένου UHI είναι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας επιφάνειας (SUHI), το οποίο αφορά τις διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ αστικών και αγροτικών επιφανειών. Η ακριβής εκτίμηση των επιπτώσεων των φαινομένων UHI και SUHI είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των επιπτώσεών τους στη δημόσια υγεία, την κατανάλωση ενέργειας και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Αυτές οι εκτιμήσεις βασίζονται σε μεθοδολογίες που χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες, όπως η τηλεπισκόπηση και η ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων, για την καταγραφή των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ αστικών δομών και κλιματικών συνθηκών. Χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι για την εκτίμηση της έντασης των UHI και SUHI. Σημαντικές εξελίξεις περιλαμβάνουν τη μέθοδο Dynamic Equal-Area (DEA), η οποία βελτιώνει τις εκτιμήσεις της κατανομής της θερμοκρασίας σε αστικά τοπία, οριοθετώντας δυναμικά την περιοχή αναφοράς (Background Reference Area, BRA) με βάση το μέγεθος των εξεταζόμενων αστικών περιοχών και τους διάφορους συν-επιδρώντες παράγοντες (Yang et al., 2023, 2024).

Προηγούμενες μελέτες σχετικά με την αξιολόγηση των UHI και SUHI έχουν εντοπίσει διάφορους παράγοντες ελέγχου του φαινομένου, όπως η πυκνότητα των κτιρίων και η εδαφοκάλυψη (Shu et al., 2022), η βροχόπτωση (Li et al., 2020), η τοπογραφία (Yang et al., 2023), το μέγεθος του πληθυσμού (Wei et al., 2024). Εκτός από τους παράγοντες ελέγχου, η μέθοδος υπολογισμού διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην εκτίμηση των χωρικών και χρονικών διαφοροποιήσεων του φαινομένου UHI και SUHI. Ως εκ τούτου, ο ρόλος της μεθόδου επιλογής της ζώνης αναφοράς (BRA) έχει αναγνωριστεί ως κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει την εκτίμηση του UHI/SUHI, ενώ πρόσφατες μελέτες επικεντρώνονται κυρίως σε πιο αντικειμενικές μεθόδους



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

εκτίμησης της BRA, με στόχο την απόκτηση αξιόπιστων υπολογισμών του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας (Yang et al., 2023, 2024). Στις περισσότερες προηγούμενες μελέτες έχουν χρησιμοποιηθεί ζώνες σταθερού εύρους για τον καθορισμό των αγροτικών περιοχών, π.χ. 10 χλμ. γύρω από τις κεντρικές αστικές ζώνες (Center for International Earth Science Information Network-CIESIN-Columbia University, 2016), που όμως παρουσιάζουν περιορισμούς ως προς την εφαρμογή τους επειδή δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε πόλεις διαφορετικού μεγέθους και διαφορετικών κοινωνικο-οικονομικών χαρακτηριστικών (Lai et al., 2018). Μια άλλη προσέγγιση που χρησιμοποιείται συχνά είναι ο αλγόριθμος απλοποιημένης αστικής έκτασης (SUE), όπου η περιοχή BRA οριοθετείται από τα μη δομημένα εικονοστοιχεία εντός των αστικών συγκεντρώσεων (Chakraborty & Lee, 2019), η οποία όμως εξακολουθεί να επηρεάζεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, λόγω της γειτνιάσής της με

τα αστικά κέντρα. Η κατάταξη σε ζώνες τοπικού μικροκλίματος έχει επίσης χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες μελέτες για τον υπολογισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας (Budhiraja et al., 2019) αλλά αυτή η προσέγγιση είναι κατά κύριο λόγο κατάλληλη για μεμονωμένες πόλεις όπου

υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα μικροκλίματος και όχι για εκτεταμένες περιοχές. Έχει επίσης προταθεί η δυναμική οριοθέτηση της ζώνης BRA, με στόχο τη χρήση ίσων εκτάσεων αστικών και αγροτικών περιοχών στους υπολογισμούς (Lai et al., 2018), και έχουν δημοσιευτεί διάφορες παραλλαγές αυτής της μεθόδου, οι οποίες ενσωματώνουν κυρίως τις επιδράσεις συνυπαρχόντων παραγόντων (confounding factors) όπως η κλιματική ζώνη, τα υδάτινα σώματα, το υψόμετρο και οι ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή BRA (Yang et al., 2023, 2024). Η παρούσα εργασία προτείνει μια προσαρμόσιμη προσέγγιση για την εκτίμηση της έντασης του δείκτη SUHI σε οποιαδήποτε γεωγραφική κλίμακα (π.χ. από το εθνικό έως το περιφερειακό και το δημοτικό επίπεδο), λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες που συνυπάρχουν, όπως η τοπογραφία και οι διαφορετικές κλιματικές ζώνες. Η μεθοδολογία χρησιμοποιεί δεδομένα LST που έχουν ληφθεί μέσω τηλεπισκόπησης. Διαφέρει από προηγούμενες προσεγγίσεις στο ότι η BRA ορίζεται σε ευρύτερες γεωγραφικές ενότητες (π.χ. σύνορα χωρών ή περιφερειακές ενότητες), επιτρέποντας την ανάλυση επαρκούς αριθμού παρατηρήσεων LST, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη συγκεκριμένες κλιματικές ζώνες και την επίδραση του υψομέτρου. Με αυτόν τον τρόπο, η προτεινόμενη προσέγγιση δεν επικεντρώνεται στην οριοθέτηση των BRA για μεμονωμένες πόλεις, αλλά εκτιμά τον SUHI σε ευρύτερες γεωγραφικές ενότητες με κοινά κλιματικά χαρακτηριστικά. Έτσι, τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων του SUHI για διάφορες πόλεις είναι πλήρως συγκρίσιμα, καθώς μοιράζονται την ίδια BRA. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε στην Ελλάδα και περιλαμβάνει ανάλυση για δύο διακριτές περιόδους, δηλαδή 2002 – 2012 και 2012 – 2022, σε ετήσια και εποχική βάση. Τα αποτελέσματα από τις δύο δεκαετίες που αναλύθηκαν έδειξαν αύξηση του SUHI κατά τη διάρκεια της ημέρας σε ετήσιο και εποχιακό επίπεδο μεταξύ των δύο δεκαετιών. Αντίθετα, το SUHI κατά τη διάρκεια της νύχτας μειώθηκε σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από το φθινόπωρο και το χειμώνα. Το υψηλότερο SUHI παρατηρείται το καλοκαίρι. Η ένταση του SUHI κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι σημαντικά υψηλότερη από την ένταση κατά τη διάρκεια της ημέρας σε όλες τις εποχές. Η εξέταση πιθανών παραγόντων που προκαλούν το φαινόμενο, όπως η αύξηση του



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

πληθυσμού και η επέκταση των οικιστικών περιοχών, έδειξε ότι ο δείκτης SUHI συνδέεται πιθανώς με την αύξηση της πυκνότητας των οικιστικών επιφανειών.

Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με την εξέλιξη του πληθυσμού και των οικιστικών περιοχών στις περιοχές που επηρεάζονται από τον δείκτη SUHI. Έτσι, αποδείχθηκε ότι η προσέγγιση που παρουσιάζεται εδώ μπορεί να επισημάνει περιοχές όπου η ένταση και/ή η τάση του SUHI είναι ανησυχητική όσον αφορά τη θερμική άνεση και τις επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων τους, και όπου θα πρέπει να αξιολογηθούν μέτρα μετριασμού. Επιπλέον, η μεθοδολογία υλοποιήθηκε σε μια δωρεάν διαθέσιμη διαδικτυακή εφαρμογή χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες που παρέχει το Google Earth Engine (Gorelick et al., 2017), η οποία απεικονίζει τη χωρική μεταβλητότητα και τη χρονική εξέλιξη του δείκτη SUHI το καλοκαίρι και το χειμώνα στην Ελλάδα, και η οποία ενημερώνεται συνεχώς καθώς καθίστανται διαθέσιμες νέες δορυφορικές εικόνες θερμοκρασίας εδάφους από την αποστολή AQUA του φασματοραδιόμετρου μέτρησης ανάλυσης (MODIS).

Η εφαρμογή SUHI για το καλοκαίρι βρίσκεται εδώ:

<https://ee-alexandragemitzi-duth.projects.earthengine.app/view/suhisummer> Η εφαρμογή SUHI για το χειμώνα βρίσκεται εδώ:

<https://ee-alexandragemitzi-duth.projects.earthengine.app/view/suhiwinter>



Διαδικτυακή χαρτογραφική εφαρμογή των περιστατικών έκτακτης ανάγκης στην Ελλάδα με βάση τα μηνύματα 112

Χούσου Σπυριδούλα Νίκη, Σκοπελίτη Ανδριανή

Χούσου Σπυριδούλα Νίκη^{1*}, Σκοπελίτη Ανδριανή^{2*}

¹ Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός – Μηχανικός Γεωπληροφορικής, ΕΜΠ ² Επίκουρη Καθηγήτρια

Εργαστήριο Χαρτογραφίας, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα *askop@survey.ntua.gr

Λέξεις Κλειδιά: Αριθμός Έκτακτης Ανάγκης 112, Μηνύματα 112, Διαδικτυακοί Χάρτες, Dashboard, Μεγάλα Δεδομένα, Γεωκωδικοποίηση

Με τις αυξανόμενες επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο, όσο και στον ελλαδικό χώρο, η διαχείριση κινδύνου καθίσταται κρίσιμος παράγοντας για την προστασία της ανθρώπινης ζωής, των υποδομών και του περιβάλλοντος. Σε αυτό το πλαίσιο, το Υπουργείο Πολιτικής Προστασίας υιοθέτησε τον *Ευρωπαϊκό Αριθμό Έκτακτης Ανάγκης 112*, αποσκοπώντας στην έγκαιρη και αξιόπιστη ενημέρωση του πληθυσμού που βρίσκεται σε άμεσο ή έμμεσο κίνδυνο, η οποία μπορεί να περιορίσει σημαντικά τις απώλειες. Η παρούσα εργασία ερευνά τη μελέτη των προειδοποιητικών μηνυμάτων 112 μέσω της χαρτογραφικής τους απόδοσης στο διαδίκτυο (Χούσου, 2025), με σκοπό την επισκόπηση και την ανάλυση των περιοχών όπου παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση φυσικών καταστροφών, τόσο για την ενημέρωση του κοινού, όσο και την διευκόλυνση των αρμόδιων φορέων, ως προς την πρόληψη, την ετοιμότητα, την άμεση ανταπόκριση και την λήψη αποφάσεων για στρατηγικό σχεδιασμό συστημάτων διαχείρισης κινδύνου.

Η συλλογή των μηνυμάτων 112 έγινε από την πλατφόρμα X και συγκεκριμένα από τον επίσημο λογαριασμό της Πολιτικής Προστασίας <https://x.com/112Greece> μέσω web scraping. Ακολούθησε η επεξεργασία των δεδομένων η οποία παρουσίασε πολλαπλές προκλήσεις λόγω της φύσης των μηνυμάτων τα οποία δεν έχουν συγκεκριμένη δομή και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά των *Μεγάλων Δεδομένων*. Τα χαρακτηριστικά αυτά καθιστούν απαιτητική την οπτικοποίηση τους και κατ' επέκταση την *γεωοπτικοποίηση (geovisualization)* της χωρικής συνιστώσας των μηνυμάτων. Το πρώτο στάδιο επεξεργασίας των δεδομένων, ήταν η εξαγωγή των αναφερόμενων τοπωνυμίων και η σύνδεση τους με τον κίνδυνο που αναφέρεται. Οι κατηγορίες κινδύνων γενικεύτηκαν και ταξινομήθηκαν σε πέντε: *Πυρκαγιά, Πλημμύρα, Καιρικά Φαινόμενα, Σεισμούς και Άλλα*. Έπειτα, τα παραπάνω τοπωνύμια, από απλή πληροφορία κειμένου, έπρεπε να αποκτήσουν χωρική υπόσταση. Για αυτό έγινε η εισαγωγή τους στο ΣΓΠ *ArcGIS Pro της ESRI*, όπου έλαβε χώρα η διαδικασία γεωκωδικοποίησης (geocoding), μία διαδικασία, η οποία μετατρέπει γεωγραφικά ονόματα όπως διευθύνσεις, τοπωνύμια κ.α., σε γεωχωρικές οντότητες. Δηλαδή τους δίνει σημειακή γεωμετρία και ακριβή γεωγραφική θέση. Ο χωρικός πίνακας των σημείων, με ακριβείς θέσεις στο *Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ 87)*, περιλαμβάνει ακόμα την κατηγορία του κινδύνου, τη χρονική στιγμή αποστολής καθώς και το πλήρες κείμενο του απεσταλμένου μηνύματος. Σε συνδυασμό με τα γεωχωρικά δεδομένων που αφορούν τις Περιφέρειες, τις Περιφερειακές Ενότητες και τους Δήμους της



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ελλάδας που λήφθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ, τα δεδομένα δημοσιοποιήθηκαν στο *ArcGIS Online* στο υπολογιστικό νέφος με σκοπό την οπτικοποίησή τους. Παράλληλα στα πλαίσια της επεξεργασίας οι ειδοποιήσεις σε σύνολο και κατά κατηγορία κινδύνου αθροίζονται για κάθε επίπεδο διοικητικής διαμέρισης.



Εικόνα 1. Χαρτοκεντρικό Dashboard των ειδοποιήσεων από τα μηνύματα 112.

Σκοπός της εργασίας είναι η δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής χαρτοκεντρικού *dashboard* (Εικόνα 1) (<https://tinyurl.com/map112gr>) για την οπτικοποίηση των ειδοποιήσεων και των περιοχών που, σύμφωνα με τα απεσταλμένα μηνύματα 112, αντιμετωπίζουν κινδύνους. Η αμεσότητα και η διαδραστικότητα ενός διαδικτυακού χάρτη, με τις δυνατότητες διαφορετικών επιπέδων μεγέθυνσης, ευνοούν την αναπαράσταση μεγάλων (όγκου) χωρικών δεδομένων και την καλύτερη κατανόησή τους από τον χρήστη, αφού οποιαδήποτε προσπάθεια απεικόνισης σε αναλογικό χάρτη και εφαρμογή γενίκευσης, απλά θα απέκρυπτε δεδομένα. Στο *ArcGIS Online* έλαβαν χώρα πολλαπλές οπτικοποιήσεις που περιλαμβάνουν αναπαράσταση των ειδοποιήσεων των κινδύνων με εικονογραφικά σύμβολα, με αναλογικά σύμβολα κατόπιν χωρικής ομαδοποίησης και με ένα heatmap που αναπαριστά την πυκνότητά τους ανά την Ελλάδα. Σε επίπεδο διοικητικών διαιρέσεων, δημιουργήθηκαν διαγράμματα πίτας με τις κατηγορίες κινδύνου, καθώς και χάρτες του επικρατέστερου κινδύνου. Το *dashboard* (Εικόνα 1) ακόμα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- εργαλεία επιλογής (selectors): επιτρέπουν την επιλογή υποσυνόλου των δεδομένων με βάση τη διοικητική διαίρεση (π.χ. Δήμος, Περιφερειακή Ενότητα, Περιφέρεια), το είδος του κινδύνου (π.χ. πλημμύρα, σεισμός) και την ημερομηνία (από 1η Ιουλίου 2021 έως Φεβρουάριο 2025)
- δείκτες (indicators): ο πρώτος δείκτης αθροίζει τις επιμέρους ειδοποιήσεις στην απεικονιζόμενη περιοχή του χάρτη, ενώ οι υπόλοιποι τέσσερις τις αθροίζουν ανά κατηγορία
- διαγράμματα: δύο διαγράμματα απεικονίζουν το πλήθος των ειδοποιήσεων για κάθε κατηγορία κινδύνου και ανά έτος



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Εικόνα 2. Κατανομή κινδύνων σε επίπεδο περιφέρειας με βάση τα μηνύματα 112.

Ενδεικτικά συμπεράσματα που εξάγονται με τη βοήθεια του Dashboard είναι τα ακόλουθα: η Ελλάδα φαίνεται ότι κινδυνεύει κυρίως από τις πυρκαγιές που κατανέμονται στο σύνολο της χώρας (Εικόνα 1) αλλά και κυριαρχούν στις περισσότερες περιφέρειες ενώ στη Θεσσαλία κυριαρχούν τα καιρικά φαινόμενα (Εικόνα 2), ο αριθμός των ειδοποιήσεων ήταν μεγαλύτερος κατά το έτος 2023 (2021 - 2025 (όχι πλήρες)), σε επίπεδο περιφερειακών ενοτήτων διαπιστώνεται ότι κυρίαρχοι κίνδυνοι είναι τα καιρικά φαινόμενα και οι πλημμύρες. Παράλληλα μπορούν να απαντηθούν και άλλα εξειδικευμένα ερωτήματα με βάση την περιοχή, το είδος του κινδύνου και τον χρόνο.



Επανενεργοποιώντας τον "τόπο": Ενσωμάτωση δεδομένων αρχιτεκτονικής κληρονομιάς σε μοντέλα χωρικής ανάλυσης τρωτότητας για τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη

Καλομενοπούλου Αλίκη Ελένη*

MSc, Architectural & Urban Contemporary Heritage, Politecnico di Torino, Torino

Αστικό Παλίμψηστο; Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS); Αστική Τρωτότητα; Σύγχρονη Πολιτιστική Κληρονομιά; Βιώσιμη Επανάχρηση

Η Αθήνα συχνά περιγράφεται ως μια υπερ-πυκνωμένη 'τσιμεντένια' ζούγκλα που στερείται επαρκών χώρων πρασίνου και κυριαρχείται από το αστικό χάος. Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην απώλεια του **τόπου**, θεωρώντας τον μια έννοια που εμπεριέχει την αύρα, τη μνήμη και την πολυφωνία μέσα στα όρια της πόλης. Παρά την αναμφισβήτητη πολιτιστική της σημασία, η Αθήνα συνδέεται συχνά με οικονομικές δυσκολίες, ακραίες θερμοκρασίες και μια τουριστική υπερ-ανάπτυξη, ζητήματα που αποτελούν μερικές από τις πιο επείγουσες προκλήσεις της σύγχρονης μητρόπολης. Η έρευνα αυτή στοχεύει στην επανενεργοποίηση του τόπου αναπτύσσοντας μια μεθοδολογία που αντιμετωπίζει αυτά τα προβλήματα αξιοποιώντας εγκαταλελειμμένα θραύσματα κληρονομιάς για την ανταπόκριση σε ειδικές **αστικές κρίσεις**. Η μεθοδολογία εφαρμόζει την ενσωμάτωση μιας θεωρητικής ανάλυσης μαζί με μια στρατηγική μικτών μεθόδων, συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Έπειτα από την ανασκόπηση του αστικού και ιστορικού πλαισίου της Αθήνας, κεντρικό πυλώνα της εργασίας αποτελεί η γεωχωρική αναπαράσταση της αστικής τρωτότητας (κοινωνική και περιβαλλοντολογική) μέσω συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών [GIS]. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση της κατάστασης του αστικού χώρου, οπτικοποιώντας τις απειλές σε κοινωνικό και περιβαλλοντολογικό επίπεδο. Η χαρτογράφηση περιλαμβάνει τις γειτονιές εντός του δήμου Αθηναίων, οι οποίες χωρίζονται σε επτά δημοτικές κοινότητες. Τα γεωγραφικά δεδομένα περιέλαβαν την ταξινόμηση της κάθε γειτονιάς από το ένα έως το πέντε, επιτρέποντας την άμεση σύγκριση τόσο των περιοχών όσο και των προβλημάτων τους. Μεταξύ άλλων αναλύονται ο **δείκτης κινδύνου καύσωνα [HRI]** και οι **κοινωνικοί δείκτες τρωτότητας**, όπως η ανεργία, το χαμηλό εισόδημα, η αγοραστική δύναμη και η συγκέντρωση της βραχυχρόνιας μίσθωσης. Η οπτικοποίηση και χρήση της χωρικής επικάλυψης αυτών των δεδομένων, αναδεικνύουν τις πιο προβληματικές ζώνες της πόλης. Από αυτές, εξαιρώντας το προστατευόμενο ιστορικό κέντρο και την αρχαιολογική ζώνη, η έρευνα εντοπίζει την περιοχή μεταξύ των σταθμών **Αττική και Βικτώρια**, ως την πιο προβληματική. Αυτή, επιλέγεται για περαιτέρω ανάλυση λόγω της υψηλής συγκέντρωσης τρωτότητας. Η εισαγωγή **σαράντα τεσσάρων χαρτογραφημένων**, στην ζώνη ανάλυσης, **εγκαταλελειμμένων περιουσιακών στοιχείων κληρονομιάς** στο σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών και η αξιολόγησή τους μέσω ενός matrix (διευρυμένη έκδοση του **Nara Grid**), αποτελεί την κύρια συνεισφορά της μελέτης. Αυτή η προσέγγιση μετατρέπει τις ποιοτικές αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς σε ένα δομημένο και συγκριτικό σύστημα. Η σύνθεση της πολυδιάστατης ανάλυσης



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

οδήγησε σε **επτά** κατηγορίες ιεράρχησης και **τέσσερα** επίπεδα στρατηγικών παρέμβασης. Η χαρτογράφηση αυτών των δεδομένων ενημέρωσε μια στρατηγική αντιστοίχισης **δώδεκα** διαφορετικών χρήσεων στα αντίστοιχα πολιτιστικά στοιχεία, ανάλογα με τις αναγνωρισμένες ανάγκες της υψηλής τρωτότητάς γειτονιάς. Οι προτεινόμενες χρήσεις στοχεύουν στην μείωση της τρωτότητας τόσο σε κοινωνικό όσο και σε περιβαλλοντολογικό επίπεδο. Περιλαμβάνουν τη σταθεροποίηση της κατοικίας, κοινοτικές εγκαταστάσεις, παιδική φροντίδα, πολιτιστικά προγράμματα και ανοιχτούς χώρους για τον μετριασμό των κλιματικών επιπτώσεων. Το σύστημα δεν λειτουργεί μέσω της ζωνοποίησης ή μέσω αναδιαρθρώσεων μεγάλης κλίμακας, αλλά προτείνει μια κατανομημένη αστική υποδομή αποτελούμενη από μικρής κλίμακας παρεμβάσεις ευαίσθητες στον τόπο, υποδηλώνοντας ότι η κληρονομιά μπορεί να κινητοποιηθεί ως στρατηγικό εργαλείο για τη χωρική δικαιοσύνη, την κλιματική προσαρμογή και την ανθεκτικότητα της κοινότητας. Λειτουργώντας ως μια μορφή **κοινωνικο-περιβαλλοντικής υποδομής**, τα κελύφη πολιτιστικής κληρονομιάς προχωρούν πέρα από την παθητική συντήρηση προς μια ενεργό ανάπλαση ικανή να επαναπροσδιορίσει τον τόπο ως μια συνθήκη που φέρει μνήμη και ως ένα μελλοντοστρεφές κατασκεύασμα. Καθώς η μεθοδολογία αυτή είναι ευέλικτη, μπορεί να εφαρμοστεί σε άλλες πόλεις της νότιας μεσογείου, που παρουσιάζουν παρόμοια κοινωνικο-περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Η έρευνα αναδεικνύει πώς η αστική χαρτογράφηση και η πολιτιστική κληρονομιά μπορούν να αποτελέσουν μέσα για τη διασφάλιση συμπεριληπτικών και δίκαιων αστικών μελλόντων.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Διαδικτυακή εφαρμογή ενημέρωσης για τις φυσικές καταστροφές με δισδιάστατες και τρισδιάστατες οπτικοποιήσεις

Τσατσαλμά Ειρήνη¹, Σκοπελίτη Ανδριανή^{2*}

¹Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός – Μηχανικός Γεωπληροφορικής ²Επίκουρη Καθηγήτρια

Εργαστήριο Χαρτογραφίας, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών
Γεωπληροφορικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. *email: askop@survey.ntua.gr

Λέξεις – Κλειδιά: Διαδικτυακή Χαρτογραφία, Γεωοπτικοποίηση, Τρισδιάστατη Απεικόνιση,
Φυσικές Καταστροφές, Εικονική Πραγματικότητα.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής (Εικόνα 1) ενημέρωσης για τις φυσικές καταστροφές που θα αξιοποιεί χάρτες και τρισδιάστατες γεωοπτικοποιήσεις (Τσατσαλμά, 2026). Η κλιματική αλλαγή και η ενίσχυση της έντασης και της συχνότητας των ακραίων φαινομένων συνεπάγονται την αύξηση της έκθεσης και της τρωτότητας. Στόχος της εφαρμογής είναι η επικοινωνία με γρήγορο και εύληπτο τρόπο της πληροφορίας του κινδύνου, αλλά και του φυσικού περιβάλλοντος, των υποδομών και της πληθυσμιακής κατάστασης, για να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων πριν, κατά τη διάρκεια και αφού λάβει χώρα ο κίνδυνος. Για το σκοπό αυτό αξιοποιούνται, γεωχωρικά δεδομένα, δισδιάστατες χαρτογραφικές αποδόσεις, τρισδιάστατες γεωοπτικοποιήσεις και εργαλεία χωρικής ανάλυσης. Η εφαρμογή τεκμηριώνει τον ρόλο της γεωχωρικής πληροφορίας και των κλασσικών χαρτογραφικών αποδόσεων, των θεματικών χαρτών, των τρισδιάστατων γεωοπτικοποιήσεων και της εικονικής πραγματικότητας στην κατανόηση της κατάστασης και στη λήψη αποφάσεων.





Εικόνα 1: Διαδικτυακή εφαρμογή (<https://tinyurl.com/2d3phe8r>): απόδοση των υποδομών για την Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας.

Ως περιοχή μελέτης επιλέγεται η Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας, καθώς συνδυάζει σύνθετα γεωγραφικά, ανθρωπογενή και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα έντονο ανάγλυφο, αυξημένη οικιστική, τουριστική και οικονομική δραστηριότητα, καθώς και εκτενές ιστορικό φυσικών καταστροφών, αφού διαχρονικά έχει πληγεί από πλημμύρες, σεισμούς, πυρκαγιές και κατολισθήσεις. Στο πρόσφατο ιστορικό, συγκαταλέγονται οι κακοκαιρίες Daniel και Elias το 2023, που αποτέλεσαν τεκμήριο για την τρωτότητα της περιοχής σε ακραία καιρικά φαινόμενα, καθώς προκάλεσαν εκτεταμένες επιπτώσεις. Ως περιοχές περαιτέρω εστίασης επιλέχθηκαν οι παραθαλάσσιες δημοτικές κοινότητες της Αγριάς και των Καλών Νερών, που επηρεάστηκαν σημαντικά από τις κακοκαιρίες που προαναφέρθηκαν.

Ενσωματώθηκαν γεωχωρικά δεδομένα (Εικόνα 2) όπως διοικητικά όρια, πληθυσμιακά δεδομένα, χρήσεις γης, ανάγλυφο και πρόβλεψη πλημμυρών, που αντλήθηκαν από ανοιχτές επίσημες πηγές, και δεδομένα υποβάθρου (π.χ. οδικό δίκτυο, σιδηροδρομικό δίκτυο, κτήρια, σημεία ενδιαφέροντος), που λήφθηκαν από εθελοντική γεωγραφική πληροφορία. Η αποθήκευση, η ομογενοποίηση, η επεξεργασία και η οπτικοποίηση των γεωχωρικών δεδομένων έγινε με τη χρήση του ArcGIS Pro και του ArcGIS Online στο υπολογιστικό νέφος της ESRI. Για την προσομοίωση των φυσικών καταστροφών χρησιμοποιήθηκαν υποθετικά σενάρια της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της παράκτιας θαλάσσιας πλημμύρας και η πρόβλεψη πλημμύρας του ΥΠΕΝ. Σκοπός είναι η διερεύνηση της οπτικοποίησης και της χωρικής ανάλυσης για την κατανόηση του κινδύνου και όχι η πρόβλεψη του κινδύνου με βάση επιστημονικά μοντέλα.

Θεματικά Επίπεδα	Πηγή	Δεδομένα	Σύστημα Αναφοράς Συντεταγμένων
Πληθυσμός	ΕΛ.ΣΤΑΤ.	πίνακες δεδομένων	
Διοικ. όρια / Οικισμοί	ΕΛ.ΣΤΑΤ.	διανυσματικά αρχεία	EPSG: 2100
Υποδομές, Δίκτυα, Ακτογραμμή	OSM	διανυσματικά αρχεία	EPSG: 4326
Χρήσεις γης	Corine Land Cover		EPSG: 3035
ΨΜΕ	Copernicus GLO-30	κανονικοποιημένα	EPSG: 4326



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

	<i>Digita</i>		
<i>Πλημμυρικά δεδομένα</i>	<i>YPIEN</i>	<i>διανυσματικά αρχεία</i>	<i>EPSG: 2100</i>
<i>Καταφύγια</i>	<i>Πολιτική Προστασία</i>	<i>διανυσματικό αρχείο</i>	<i>EPSG: 2100</i>
<i>Κτήρια</i>	<i>Microsoft ML</i>	<i>διανυσματικό αρχείο</i>	<i>EPSG: 4326</i>
<i>Λίμνες</i>	<i>HELIX (Hellenic Data Service)</i>	<i>διανυσματικά αρχεία</i>	<i>EPSG: 2100</i>

Εικόνα 2: Γεωχωρικά δεδομένα.

Τα γεωχωρικά δεδομένα δημοσιεύονται στο διαδίκτυο και χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση διαδικτυακών χαρτών των υποδομών (Εικόνα 1) και του πληθυσμού (συνολικού και ευάλωτου) για όλη την Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας, μιας τρισδιάστατης απεικόνισης του πληθυσμού των οικισμών (Εικόνα 3δ) και δυο τρισδιάστατων

απεικονίσεων των υποδομών και των σεναρίων σε τοπική κλίμακα για την Αγριά (Εικόνα 3α και 3β) και τα Καλά Νερά (Εικόνα 3γ). Για τις τρισδιάστατες οπτικοποιήσεις των δημοτικών κοινοτήτων χρησιμοποιήθηκε το ανάγλυφο και τα κτήρια. Για την ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών χρησιμοποιούνται το Experience Builder και το Instant

Apps. Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις μετασχηματίστηκαν επιπλέον σε εικονική πραγματικότητα (Εικόνα 3δ). Για τη οπτικοποίηση των σεναρίων ανόδου της θάλασσας και της πλημμυρίδας χρησιμοποιήθηκε animation (Εικόνα 3α). Παράλληλα, η εφαρμογή περιέχει βασικά εργαλεία χωρικής ανάλυσης, όπως Δημιουργία ζωνών, Υπέρθεση κ.α. (Εικόνα 1).

Για την τεκμηρίωση της χρησιμότητας της εφαρμογής παρουσιάζονται τρία σενάρια αξιοποίησης που αφορούν διαφορετικές κατηγορίες χρηστών (π.χ. ειδικούς, υπαλλήλους δημόσιων φορέων και ιδιώτες): α) εύρεση κτηρίων εντός πλημμυρικών ζωνών και συσχέτιση με τον ευάλωτο πληθυσμό β) έλεγχος της έκθεσης μιας ιδιοκτησίας στον κίνδυνο ανόδου της στάθμης της θάλασσας, γ) τουριστική αξιοποίηση της παράλιας από μιας επιχείρηση λαμβάνοντας υπόψη την παράκτια πλημμύρα. Η εφαρμογή εξάγει επίσης χάρτες σε μορφή pdf που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τεκμήρια για τη λήψη αποφάσεων από την τοπική αυτοδιοίκηση.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



(α) (β)



(γ) (δ)

Εικόνα 1: Στιγμιότυπα από τις εφαρμογές. (α) Οπτικοποίηση σεναρίων ανόδου στάθμης της θάλασσας στην Αγριά με animation, (β) Σενάριο ανόδου στάθμης της θάλασσας στα 3m για την Αγριά, (γ) Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για τα όρια πλημμύρας για 50, 100 και 1000 έτη περίοδο επαναφοράς στα Καλά Νερά, (δ) Τρισδιάστατη οπτικοποίηση του πληθυσμού ανά οικισμό μαζί με το σενάριο ανόδου στάθμης της θάλασσας για 5m και τα όρια πλημμύρας για 50, 100 και 1000 έτη περίοδο επαναφοράς.

Βιβλιογραφία

Τσατσαλμά, Ε. (2026) Διαδικτυακό περιβάλλον με χάρτες και γεωοπτικοποιήσεις για τη διαχείριση των φυσικών καταστροφών, Διπλωματική εργασία, Εργαστήριο Χαρτογραφίας, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, σελ. 169.



Ενισχύοντας την Ανθεκτικότητα της Γεωργίας στην Κλιματική Αλλαγή μέσω της Εκπαίδευσης στις Γεωχωρικές Τεχνολογίες στη Λαϊκή Δημοκρατία του Λάος

**Μπεζεριάνου Μαρία^{1*}, Τομαή Ελένη², Κόκλα Μαργαρίτα³, Τσιχριντζής Βασίλειος⁴,
Καρακίζη Χριστίνα⁵, Δάρρα Αθανασία⁶, Mansourian Ali⁷, Poussart Jean-Nicolas⁸,
Phasouysaingam Avakat⁹, Chanthavong Inta¹⁰, Somsivilay Phetsavanh¹¹, Manivanh
Nouphone¹², Khamphila Khandala¹³, Κάβουρας Μαρίνος¹⁴**

¹ΕΤΕΠ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα, bez@survey.ntua.gr, ²Επίκ. Καθηγήτρια, ΕΜΠ, Αθήνα, ³Αναπλ. Καθηγήτρια, ΕΜΠ, Αθήνα, ⁴Καθηγητής, ΕΜΠ, Αθήνα, ⁵Ερευνήτρια, ΕΜΠ, Αθήνα, ⁶ΕΔΙΠ, ΕΜΠ, Αθήνα, ⁷Professor, Lund University, Lund, ⁸Assistant Director of Studies, Department of Earth and Environmental Sciences, Lund University, Lund, ⁹Lecturer, National University of Laos, Vientiane ¹⁰Acting Dean of Faculty of Agriculture and Environment, Savannakhet University, Kaysone Phomvihane, ¹¹Deputy-Director of General Affairs and Cooperation Office, Savannakhet University, Kaysone Phomvihane, ¹²Head of Department of Animal Science, Souphanouvong University, Luang Prabang, ¹³Lecturer, Champasack University, Pakse, ¹⁴Ομότ. Καθηγητής, ΕΜΠ, Αθήνα

Λέξεις κλειδιά: Γεωχωρικές Τεχνολογίες, Κλιματική Αλλαγή, Ανθεκτική Γεωργία, Εκπαίδευση, Ανάπτυξη Ικανοτήτων

Περίληψη

Η γεωργία αποτελεί τη βάση για το εισόδημα και την απασχόληση της πλειοψηφίας του πληθυσμού της Λαϊκής Δημοκρατίας του Λάος· είναι επομένως απαραίτητο να αναπτύξει ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή και να διασφαλίσει την επισιτιστική ασφάλεια. Οι έξυπνες γεωτεχνολογίες, οι οποίες αξιοποιούν τη χαρτογραφία, την παρατήρηση της Γης, τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και την τεχνητή νοημοσύνη, μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στην υποστήριξη βιώσιμων και ανθεκτικών στο κλίμα γεωργικών πρακτικών. Προκειμένου όμως να καταστεί εφικτή η ενσωμάτωση τους στον αγροτικό σχεδιασμό, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ανάπτυξη των σχετικών ικανοτήτων των φορέων και του επιστημονικού δυναμικού της χώρας.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα του ευρωπαϊκού έργου INTEGRAL (Intelligent Geotechnologies for Resilient Agricultural Adaptation to Climate Change in Lao PDR). Αντικείμενο του έργου υπήρξε η ανάπτυξη ικανοτήτων (capacity building) στο πεδίο της ανθεκτικής γεωργίας σε τέσσερα πανεπιστημιακά ιδρύματα του Λάος, στην κατεύθυνση αποτελεσματικής προσαρμογής της χώρας στην κλιματική αλλαγή. Ο σκοπός αυτός επιδιώχθηκε μέσα από δύο άξονες: α) την αξιοποίηση της εργαλειοθήκης των γεωχωρικών τεχνολογιών, οι οποίες επιτρέπουν την τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση πόρων, και β) το γενικότερο εκσυγχρονισμό της παρεχόμενης πανεπιστημιακής εκπαίδευσης μέσω της εισαγωγής



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

υβριδικών μεθόδων διδασκαλίας και της προαγωγής φοιτητοκεντρικών πρακτικών μάθησης (βάσει έργου, διερεύνησης και επίλυσης προβλημάτων). Οι ομάδες-στόχοι περιλαμβάνουν το ακαδημαϊκό και διοικητικό προσωπικό των πανεπιστημίων, φοιτήτριες και φοιτητές, υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο.

Το έργο διήρκησε 36 μήνες (Φεβρουάριος 2023 – Ιανουάριος 2026) και υλοποιήθηκε από κοινοπραξία δύο Ευρωπαϊκών πανεπιστημίων (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πανεπιστήμιο Lund) και τεσσάρων πανεπιστημίων του Λάος (Εθνικό Πανεπιστήμιο του Λάος και Πανεπιστήμια Savannakhet, Souphanouvong, Champasack). Στην κοινοπραξία συμμετείχαν επίσης τα Τμήματα Διαχείρισης Γης και Δασών του Υπουργείου Γεωργίας και Δασών της ΛΔ του Λάος και η ΜΚΟ Village Focus International.

Τα συνεργαζόμενα πανεπιστήμια σχεδίασαν και ανέπτυξαν από κοινού τέσσερα καινοτόμα μαθήματα (7,5 ECTS έκαστο) για τις έξυπνες γεωτεχνολογίες και την εφαρμογή τους σε κλιματικά ανθεκτικές γεωργικές πρακτικές. Κατά τον σχεδιασμό υιοθετήθηκε συμμετοχική προσέγγιση, διασφαλίζοντας ότι τα μαθήματα ευθυγραμμίζονται με τις ανάγκες των ομάδων-στόχων. Παράλληλα, τα τέσσερα πανεπιστήμια του Λάος απέκτησαν την απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή για την αναβάθμιση ή ίδρυση ενός εργαστηρίου γεωτεχνολογίας σε κάθε πανεπιστήμιο και την παροχή υβριδικής/διαδικτυακής εκπαίδευσης. Επίσης, πραγματοποιήθηκε σειρά εντατικών δράσεων επιμόρφωσης του προσωπικού τους.

Τα νέα μαθήματα, αφού υποβλήθηκαν σε πιλοτική δοκιμή από εμπειρογνώμονες, εγκρίθηκαν επισήμως, και το πρώτο έτος πλήρους εφαρμογής τους ολοκληρώθηκε με θετική φοιτητική αξιολόγηση. Επίσης, πραγματοποιήθηκε η πρώτη ετήσια λεπτομερής χαρτογράφηση τύπων καλλιεργειών σε επιλεγμένες περιοχές του Λάος από προσωπικό, φοιτήτριες και φοιτητές των πανεπιστημίων σε συνεργασία με τοπικούς φορείς. Τέλος, καθ' όλη τη διάρκεια του έργου εξελίχθηκαν δράσεις επικοινωνίας και διάχυσης αποτελεσμάτων, που προσέγγισαν περισσότερα από 800 άτομα στο Λάος και 7.000 διεθνώς, και υλοποιήθηκαν ενέργειες για τη διοίκηση του έργου και την εξωτερική αξιολόγησή του.

Η βιωσιμότητα των αποτελεσμάτων του έργου αποτέλεσε βασική προτεραιότητα. Ήδη, περισσότερα από 380 μέλη προσωπικού των πανεπιστημίων, φοιτήτριες, φοιτητές και στελέχη φορέων στο Λάος βελτίωσαν τις δεξιότητες και ικανότητές τους, δημιουργώντας ωφέλειες σε ατομικό, ιδρυματικό και συστημικό επίπεδο. Τα νέα μαθήματα εντάχθηκαν και εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο 10 προπτυχιακών και μεταπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών, επιτρέποντας την ενημέρωσή τους και τη μελλοντική ανάπτυξη νέων διεπιστημονικών προγραμμάτων. Το εκπαιδευτικό υλικό που συν-αναπτύχθηκε αποτελεί ιδιοκτησία των ιδρυμάτων και είναι διαθέσιμο μέσω πολιτικής ανοικτής πρόσβασης. Οι αναβαθμισμένες υποδομές και οι ενισχυμένες ικανότητες, σε συνδυασμό με τους ενδυναμωμένους δεσμούς με το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, δομήθηκαν με τρόπο που να εξασφαλίζει αυξανόμενο αντίκτυπο πέρα από τον κύκλο ζωής του έργου. Σημαντικά βήματα στην κατεύθυνση αυτή αποτέλεσαν η ίδρυση Εθνικού Δικτύου Ανταλλαγής Πληροφοριών Γεωτεχνολογίας για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή στη ΛΔ του Λάος, καθώς και η εκπόνηση σχεδίου δράσεων βιωσιμότητας για τα επόμενα πέντε έτη σε



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

συνέργεια με τις εθνικές προτεραιότητες για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, τη ψηφιακή μετάβαση, τη βιώσιμη γεωργία και την ανάπτυξη ανθρώπινου δυναμικού.

Ευχαριστίες: Με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ref: 101082841 — INTEGRAL — ERASMUS-EDU-2022-CBHE). Οι απόψεις και οι γνώμες που διατυπώνονται εκφράζουν αποκλειστικά τις απόψεις των συντακτών και δεν αντιπροσωπεύουν κατ' ανάγκη τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του Ευρωπαϊκού Εκτελεστικού Οργανισμού Εκπαίδευσης και Πολιτισμού (EACEA). Η Ευρωπαϊκή Ένωση και ο EACEA δεν μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για τις εκφραζόμενες απόψεις.



Εφαρμογή Γεωχωρικών Δεδομένων στον Τοπιακό Σχεδιασμό: Η περίπτωση θεματικών διαδρομών κεραμικής στην Αίγινα

Δουρουντάκη Αλίκη^{1,*}, Γκόλτσιου Αικατερίνη², Καλύβας Διονύσιος³, Καράμπελα Σοφία⁴

¹ Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Τμήμα Επιστημών των Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ελλάδα

² Επίκουρη Καθηγήτρια, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Τμήμα Επιστημών των Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ελλάδα

³ Καθηγητής, Ερευνητική Μονάδα GIS, Εργαστήριο Εδαφολογίας & Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ελλάδα

⁴ Επίκουρη Καθηγήτρια, Διεπιστημονικό Εργαστήριο Παρευξείνιων και Μεσογειακών Μελετών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ελλάδα

*Επικοινωνία: alice21dourou@gmail.com

Λέξεις Κλειδιά: Διαδρομές κεραμικής, Χωρική ανάλυση, Εκτίμηση τοπίου, GIS, Αίγινα

Περίληψη:

Η παρούσα έρευνα εξετάζει τη δυνατότητα ανάδειξης και επανενεργοποίησης της κεραμικής παράδοσης μέσω της αξιοποίησης Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) και της τοπιακής εκτίμησης. Παρότι η κεραμική αποτέλεσε σημαντικό στοιχείο της πολιτιστικής ταυτότητας της Αίγινας, σήμερα επιβιώνει αποσπασματικά, χωρίς σαφή χωρική οργάνωση ή ένα συνεκτικό αφηγηματικό πλαίσιο, το οποίο να συνδέει τα υλικά και άυλα κατάλοιπά της. Στο πλαίσιο αυτό, η έρευνα προσεγγίζει την κεραμική όχι μόνο ως πολιτιστικό προϊόν, αλλά και ως βιωματική εμπειρία ενταγμένη στο τοπίο. Η πολιτιστική κληρονομιά δεν απαιτεί κατ' ανάγκη πλήθος υλικών τεκμηρίων για να ενεργοποιηθεί χωρικά, αλλά μπορεί να συγκροτηθεί ως αφήγημα μνήμης, εμπειρίας και τοπιακής μετάβασης, όταν υποστηρίζεται από σαφή μεθοδολογία και χωρική συνοχή. Η λαϊκή κληρονομιά εκδηλώνεται σε κοινωνικές και εκπαιδευτικές πρακτικές και παρότι μη υλική, γίνεται κατανοητή και μεταδίδεται μέσα από συγκεκριμένους χώρους και συμμετοχικές εμπειρίες, γι' αυτό η “μετάφρασή” της σε χωρικές αφηγήσεις και βιωματικές παρεμβάσεις τοπίου μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο διατήρησης και συνέχειάς της.

Η μεθοδολογία βασίζεται στον συνδυασμό της εκτίμησης του τοπίου, της θεωρίας χωρικής αντίληψης (Lynch, 1960) και της πολυκριτηριακή αξιολόγησης με στόχο την δημιουργία θεματικών διαδρομών σχετικών με την κεραμική και στοχευμένων σχεδιαστικών παρεμβάσεων τοπιακού χαρακτήρα. Για την επίτευξη του στόχου της έρευνας πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον GIS επεξεργασία και ανάλυση πρωτογενών γεωχωρικών δεδομένων, όπως το ψηφιακό υψομετρικό



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

μοντέλο (DEM), το γεωλογικό και λιθολογικό υπόβαθρο, οι χρήσεις γης, η κάλυψη γης, το οδικό δίκτυο, οι οικισμοί, καθώς και οι πολιτιστικοί πόροι. Κατόπιν συνδυαστικής επεξεργασίας των δεδομένων αυτών, εξήχθησαν οι τύποι τοπίου, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν ως βασικό εργαλείο κατανόησης της χωρικής δομής και ποικιλομορφίας του νησιού. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε πολυκριτηριακή αξιολόγηση για την επιλογή της καταλληλότερης διαδρομής με βάση παραμέτρους όπως η ασφάλεια, η επάρκεια πλάτους του δρόμου, το ανάγλυφο, η απλότητα χάραξης, η σύνδεση με σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και η τοπιακή-βιωματική εμπειρία.

Η διαδικασία αυτή οδήγησε στη διαμόρφωση δύο θεματικών διαδρομών «Terra Paths», οι οποίες οργανώνουν χωρικά τα διάσπαρτα στοιχεία της τέχνης. Η πρώτη διαδρομή «Pilos», αναπτύχθηκε κυρίως εντός του αστικού ιστού της πόλης της Αίγινας όπου συνδέθηκαν μουσεία, εργαστήρια και σημεία πολιτιστικού ενδιαφέροντος, καταλήγοντας σε παράκτια περιοχή φυσικής προέλευσης του πηλού, και η δεύτερη διαδρομή «Garis», σε αγροτικά και ημιφυσικά τοπία εστιάζοντας στα ίχνη του κεραμίστα Νεκτάριου Γκαρή στο τοπίο. Παράλληλα, προτείνονται στοχευμένες παρεμβάσεις σε κομβικά σημεία, όπως το Καποδιστριακό Ορφανοτροφείο και ο Πύργος Μάρκελλου, με στόχο τη λειτουργική επανάχρηση και μετατροπή τους σε πυρήνες πολιτιστικής δραστηριότητας σχετικής με την κεραμική, ενισχύοντας τη χωρική συνοχή των διαδρομών.

Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι η χρήση GIS επιτρέπει τη συστηματική οργάνωση της χωρικής πληροφορίας και τον περιορισμό της υποκειμενικότητας στο σχεδιασμό, ενώ η εξαγωγή των τύπων τοπίου συμβάλλει στη διαμόρφωση βιωματικών διαδρομών με αφηγηματική συνοχή. Ο σχεδιασμός σε τρεις κλίμακες (νησί-οικισμός-υπαίθριοι χώροι κτιρίων) αποδείχθηκε καθοριστικός για τη συνοχή της πρότασης. Παράλληλα, η παρούσα εργασία διερεύνησε τον τρόπο με τον οποίο η κεραμική παράδοση της Αίγινας, παρότι αποσπασματικά διατηρημένη στον χώρο, μπορεί να επανενταχθεί στο σύγχρονο τοπίο μέσω ενός δικτύου θεματικών διαδρομών και στοχευμένων χωρικών παρεμβάσεων. Μέσα από τη θεωρία της χωρικής αντίληψης του Kevin Lynch, οι διαδρομές οργανώθηκαν σε αλληλουχίες αναγνωρίσιμων ενοτήτων, μετατρέποντας την κίνηση σε διαδικασία πολιτιστικής αναζήτησης πέρα από απλή μετακίνηση. Συνολικά, η έρευνα καταδεικνύει ότι ο τοπιακός σχεδιασμός μπορεί να αποτελέσει μέσο ανάδειξης μιας πολιτιστικής κληρονομιάς, ακόμα και όταν αυτή έχει σε μεγάλο βαθμό απολεσθεί. Έτσι, μπορεί να λειτουργήσει ως υπόβαθρο για μελλοντικές εφαρμογές ή επεκτάσεις, τόσο στο νησί της Αίγινας όσο και σε άλλους τόπους με αποσπασματικά διατηρημένη πολιτιστική ταυτότητα.



ΣΥΝΕΔΡΙΑ VIII: Περιβάλλον, Βιοποικιλότητα & Διαχείριση Κινδύνων

Μεταπτυχιακή αξιολόγηση ενδιαιτήματος αρπακτικών ειδών στον Έβρο μετά την πυρκαγιά του 2023

Ποϊραζίδης Κωνσταντίνος¹, Μποντζώρλος Βασίλειος², Μπακαλούδης Δημήτριος², Κοτσώνας
Ευάγγελος², Βασιλάκης Δημήτριος³, Ζακκάκ Σύλβια⁴, Σιδηρόπουλος Λαυρέντης^{5,6}, Navarrete
Elisabeth⁷, Σκαρτσά Θεοδώρα⁷, Ανθόπουλος Πέτρος⁸, Ξόφης Παντελεήμων^{9*} και Γεωργιάδης
Νικόλαος¹⁰

¹ Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Ιονίου, Μ. Μινώτου-Γιαννοπούλου 26, 291 00, Ζάκυνθος, Ελλάδα, kpoiraz@ionio.gr

² Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πανεπιστημιούπολη, Τ.Θ. 241, 541 24 – Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, vasbon@for.auth.gr; debakaloudis@for.auth.gr; kotsonas@for.auth.gr

³ Δασαρχείο Διδυμοτείχου, Αδριανούπολης 1, 683 00 Διδυμότειχο, Ελλάδα, divasilakis@hotmail.com

⁴ Οργανισμός Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (ΟΦΥΠΕΚΑ), Μεσογείων 207, 115 25 Αθήνα, Ελλάδα, s.zakkak@necca.gov.gr

⁵ Εργαστήριο Διατήρησης της Βιοποικιλότητας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 451 10 Ιωάννινα, Ελλάδα; l.sidiropoulos@uoi.gr

⁶ Nature Conservation Consultants ltd, Πεντέλης 20, 152 35, Βριλήσσια, Αθήνα, Ελλάδα, elinav-arreteb@n2c.gr

⁷ Εταιρεία Προστασίας της Βιοποικιλότητας της Θράκης, Διεύθυνση: Δαδιά, 684 00, Σουφλί, Ελλάδα, info@spbt.gr

⁸ Διεύθυνση Δασών Έβρου, Βενιζέλου 5, 68132, Αλεξανδρούπολη, Ελλάδα, panthopo@eedpmt.ypen.gr

⁹ Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 661 00 Δράμα, Ελλάδα, pxofis@neclir.duth.gr

¹⁰ Συντονιστής Προγραμμάτων Χερσαίου Περιβάλλοντος, WWF Ελλάς, Χαριλάου Τρικούπιου 119–121, 10679 Αθήνα, Ελλάδα, n.georgiadis@wwf.gr



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Λέξεις κλειδιά: μεγαπυρκαγιά, Έβρος, αρπακτικά, Maxent, καταλληλότητα ενδιαιτήματος

Οι μεγαπυρκαγιές αποτελούν ένα φαινόμενο με αυξανόμενη συχνότητα τις τελευταίες δεκαετίες, ως αποτέλεσμα της συσσώρευσης καύσιμης ύλης και των καιρικών συνθηκών που ευνοούν πυρκαγιές υψηλής έντασης και εκτεταμένης έκτασης. Το 2023, εκδηλώθηκε στον Νομό Έβρου η μεγαλύτερη πυρκαγιά που έχει καταγραφεί ποτέ στην Ευρώπη, επηρεάζοντας μια έκταση 94.250 εκταρίων, συμπεριλαμβανομένου του Εθνικού Πάρκου δάσους Δαδιάς -Λευκίμης-Σουφλίου (ΕΠ Δαδιάς) και τα οικοσυστήματα στα νότια του. Οι περιοχές αυτές έχουν μεγάλη οικολογική σημασία λόγω της υψηλής βιοποικιλότητάς τους, που περιλαμβάνει 18 έως 20 διαφορετικά είδη αρπακτικών πτηνών. Οι πληθυσμοί των αρπακτικών έχουν υποστεί εκτεταμένη καταστροφή των ενδιαιτημάτων τους. Η πυρκαγιά αυτή κατέστρεψε εκτάσεις, οι οποίες αποτελούν ζωτικής σημασίας περιοχές φωλιάσματος και αναζήτησης τροφής για τα αρπακτικά. Η πυρκαγιά δεν έκαψε με την ίδια δριμύτητα ολόκληρη την περιοχή. Το πώς θα ανταποκριθεί αυτή η ποικιλόμορφη βιοκοινότητα σε μια υποβάθμιση τέτοιας χωρικής κλίμακας παραμένει άγνωστο και θα απαιτήσει ενδελεχή παρακολούθηση τα επόμενα χρόνια.

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήσαμε την εναπομείνασα καταλληλότητα ενδιαιτήματος μετά την πυρκαγιά του 2023, για οκτώ είδη που φωλιάζουν σε δέντρα, συμπεριλαμβανομένων επτά ειδών αρπακτικών. Μελετήθηκαν τα είδη Κραυγαετός (*Clanga pomarina*), Γερακαετός (*Aquila pennata*), Φιδαστός (*Circaetus gallicus*), Γερακίνα (*Buteo buteo*), Σφηκιάρης (*Pernis apivorus*), Διπλοσάϊνο (*Accipiter gentilis*), Ξεφτέρι (*A. nisus*) και ο Μαυροπελαργός (*Ciconia nigra*). Η μοντελοποίηση της καταλληλότητας του ενδιαιτήματος για τα παραπάνω είδη, έγινε με τη χρήση του Maxent (Maximum Entropy Modeling), έναν αλγόριθμο μηχανικής μάθησης για τη μοντελοποίηση της καταλληλότητας ενδιαιτήματος, βασιζόμενο σε δεδομένα παρουσίας και περιβαλλοντικές μεταβλητές. Συνολικά αναλύθηκαν 15 περιβαλλοντικές μεταβλητές. Με βάση δορυφορική εικόνα Sentinel-2 με λήψη Ιούλιο 2023 (πριν την πυρκαγιά), ταξινομήθηκαν δέκα κατηγορίες κάλυψης εδάφους και με βάση το δείκτη DNBSI ($Swir - Nir$) / ($Swir + Nir$), έγινε μη εποπτευόμενη ταξινόμηση και κατάταξη της πυκνότητας του δάσους σε τρεις κατηγορίες: α) πυκνή βλάστηση, β) μέτρια πυκνή βλάστηση και γ) αραιή βλάστηση και ανοιχτές περιοχές. Με βάση την ταξινομημένη εικόνα, δημιουργήθηκαν οκτώ μετρικές τοπίου που αντανακλούν την ετερογένεια του ενδιαιτήματος, των διαταραχών που σχετίζονται με τα όρια, του κατακερματισμού και του βαθμού συνοχής του ενδιαιτήματος. Επιπλέον, αναλύθηκε η γεωμορφολογία και δημιουργήθηκαν πέντε μετρικές ανάγλυφου.

Η πυρκαγιά του 2023 έπληξε τα οικοσυστήματα με διαφορετικούς δριμύτητα. Το 37% της έκτασης κάηκε με υψηλή δριμύτητα, όπου καταστράφηκαν θέσεις φωλιάσματος που θα χρειαστούν τουλάχιστον 40–50 χρόνια για να ανακάμψουν. Το 29% της έκτασης κάηκε με μέτρια δριμύτητα



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

και ενδέχεται να χρησιμεύσει ως περιοχή με κατάλληλες θέσεις φωλιάσματος για αρπακτικά τα επόμενα χρόνια, υπό την προϋπόθεση ότι θα διατηρήσει τη δασική δομή με τους καμένους κορμούς να παραμένουν ιστάμενοι. Επιπρόσθετα υπήρξαν ζώνες χαμηλής έντασης καύσης με πολλά μη καμένα δέντρα και μη καμένες εκτάσεις που καλύπτουν ένα συνολικό ποσοστό 34,1%, οι οποίες θα λειτουργήσουν ως οι κύριες περιοχές αναπαραγωγής για τα αρπακτικά τα επόμενα χρόνια. Τα μοντέλα καταλληλότητας για όλα τα είδη έδειξαν ισχυρή διακριτική ικανότητα με τιμές AUC (*Area Under the Curve*) με μια μέση τιμή $0,857 \pm 0,06$, με τον Κραυγατό να έχει την υψηλότερη τιμή (0,969). Η βέλτιστη περιοχή φωλιάσματος πριν την πυρκαγιά, αντιστοιχούσε στο 24,4% της συνολικής περιοχής. Η πυρκαγιά επηρέασε σημαντικά αυτή τη βέλτιστη περιοχή ενδιαίτηματος των αρπακτικών. Το 47% αυτής της σημαντικής περιοχής επηρεάστηκε από πυρκαγιά υψηλής δριμύτητας, κατά πολύ μεγαλύτερη από τη συνολική έκταση που κάηκε με αυτή τη δριμύτητα σε όλη την περιοχή (36,7%). Τα μεγάλης ηλικίας δάση που αποτελούσαν κατάλληλα ενδιαίτημα φωλιάσματος για τα αρπακτικά, καήκαν με μεγαλύτερη ένταση δριμύτητας λόγω των ιδιαίτερων πυροοικολογικών συνθηκών (έντονη κλίση, ισχυρός αέρας, επικόρυφη πυρκαγιά). Είναι όμως σημαντικό ότι για σύνολο των ειδών που μελετώνται, αθροιστικά το $28,2\% \pm 4,6$ βέλτιστου ενδιαίτηματος παρέμεινε άκαυτο ή κάηκε με χαμηλή δριμύτητα, ενώ στο $24,9\% \pm 2,8$ η βέλτιστη περιοχή επηρεάστηκε από πυρκαγιά μέτριας δριμύτητας. Αυτές όμως οι περιοχές δεν είναι ταυτόχρονα κατάλληλες για όλα τα μελετώμενα είδη. Στην εναπομείνουσα άκαυτη ή καμένη με χαμηλή δριμύτητα βέλτιστη περιοχή, με βάση τα μοντέλα καταλληλότητας στο 29% της έκτασης απαντάται μόνο ένα είδος, ενώ το 44,6% μπορεί να φιλοξενήσει δύο έως τέσσερα από τα οκτώ είδη που μελετήθηκαν. Στην εναπομείνουσα βέλτιστη περιοχή που κάηκε με μέτρια δριμύτητα καύσης, το 34,2% φιλοξενεί μόνο ένα είδος, ενώ σχεδόν το 60% φιλοξενεί ως δύο είδη.

Μετά από μια τόσο εκτεταμένη διαταραχή, η βιωσιμότητα των πληθυσμών αρπακτικών εξαρτάται κυρίως από τη διατήρηση και τη διαχείριση των εναπομειναντων νησίδων κατάλληλου ενδιαίτηματος για φωλεοποίηση. Το κατάλληλο ενδιαίτημα για φωλεοποίηση είναι ο κρίσιμος περιοριστικός παράγοντας και για αυτό οι νησίδες βλάστησης που δεν έχουν καεί, μαζί με τις περιοχές που έχουν πληγεί από πυρκαγιά χαμηλής έντασης, αποκτούν ιδιαίτερη σημασία για τη διατήρηση των αναπαραγωγικών πληθυσμών. Η προστασία τους πρέπει να περιλαμβάνει τη διατήρηση όλων των νησίδων και των επιζώντων ώριμων δέντρων φωλιάσματος μέσα σε αυτές, την αυστηρή αποφυγή ή ελαχιστοποίηση της διάνοιξης δρόμων εντός και γύρω από τις νησίδες αυτές. Οι περιοχές που κάηκαν με μέτρια δριμύτητα θα πρέπει επίσης να διατηρηθούν, διότι, θα παρέχουν ευκαιρίες φωλιάσματος, αυξάνοντας παράλληλα τη συνδεσιμότητα μεταξύ των πλήρως άκαυτων περιοχών. Στην πράξη, η μελλοντική βιωσιμότητα των πληθυσμών αρπακτικών θα εξαρτηθεί από το πόσο αποτελεσματικά θα προστατευθούν και θα διαχειριστούν οι νησίδες κατάλληλου ενδιαίτηματος για φωλεοποίηση.



Αγροκλιματική ζωνοποίηση σιταριού με μεθόδους Γεωπληροφορικής: Η περίπτωση της Θεσσαλίας

**Μπαλτατζή Ζωή^{1*}, Φαρασλής Ιωάννης², Δαλέζιος Νικόλαος³, Χριστοδούλου Δημήτριος⁴,
Σπηλιωτόπουλος Μάριος⁵, Σταθάκης Δημήτριος⁶, Προβίδας Ευθύμιος⁷.**

^{1*}Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ΠΜΣ Διαχείριση Περιβάλλοντος, Λάρισα.

²ΕΔΙΠ, Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα. ³ Αφυπ. Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

⁴ Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα.

⁵ ΕΔΙΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

⁶ Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

⁷ Καθηγητής, Τμήμα Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα.

Λέξεις κλειδιά: αγροκλιματική ζωνοποίηση, GIS, κλιματική αλλαγή, σιτάρι, τηλεπισκόπηση

Η παρούσα εργασία εξετάζει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργική παραγωγή, εστιάζοντας στη χωρική καταλληλότητα της καλλιέργειας σιταριού στην περιφέρεια Θεσσαλίας. Η περιοχή μελέτης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους αγροτικούς πυρήνες της Ελλάδας, με έντονη εξάρτηση από τις κλιματικές συνθήκες, γεγονός που την καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτη στις επιπτώσεις της κλιματικής μεταβλητότητας. Σκοπός της έρευνας είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου χωρικού μοντέλου αξιολόγησης της καταλληλότητας της γης, το οποίο να λαμβάνει υπόψη τόσο τις σύγχρονες κλιματικές συνθήκες όσο και τις αγροκλιματικές απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Για την υλοποίηση της ανάλυσης εφαρμόστηκε η μεθοδολογία της Αγροκλιματικής Ζωνοποίησης, που στηρίζεται στη μελέτη των FAO–IIASA (AEZ: AgroEcological Zones), η οποία επιτρέπει τη συνδυαστική αξιολόγηση κλιματικών, εδαφικών και μορφολογικών παραμέτρων. Η μεθοδολογία βασίστηκε στη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) και της πλατφόρμας Google Earth Engine (GEE), αξιοποιώντας δορυφορικά δεδομένα και γεωχωρικά σύνολα δεδομένων μεγάλης κλίμακας. Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε υδροκλιματική ταξινόμηση μέσω του υπολογισμού δεικτών ξηρασίας, όπως ο Δείκτης Ξηρότητας (Aridity Index – AI) και ο Τυποποιημένος Δείκτης Βροχοπτώσεων (Standardized Precipitation Index – SPI), με στόχο τον προσδιορισμό των ζωνών περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού (Water



Limited Growth Environments – WLGE).

Στη συνέχεια, στο δεύτερο στάδιο, τα αποτελέσματα της υδροκλιματικής ανάλυσης συνδυάστηκαν με εδαφικά δεδομένα (SoilGrids), δεδομένα υψομέτρου (SRTM DEM) και χρήσεων/καλύψεων γης (Corine Land Cover), προκειμένου να παραχθεί η Γενική

Αγροκλιματική Ζωνοποίηση της Θεσσαλίας. Η χωρική ανάλυση βασίστηκε σε πολυκριτηριακή προσέγγιση, ενσωματώνοντας διαφορετικές μεταβλητές σε ένα ενιαίο μοντέλο καταλληλότητας. Η ολοκλήρωση της ανάλυσης πραγματοποιήθηκε στο τρίτο στάδιο με την εξειδίκευση της μεθοδολογίας για την καλλιέργεια σιταριού, λαμβάνοντας υπόψη κρίσιμες αγροκλιματικές παραμέτρους, όπως οι βαθμοήμερες ανάπτυξης (Growing Degree Days – GDD) και η αθροιστική βροχόπτωση σε κρίσιμα φαινολογικά στάδια.

Μέσω της εφαρμογής GIS εργαλείων πραγματοποιήθηκε η χαρτογράφηση των ζωνών παραγωγικότητας (καταλληλότητας) και η ταξινόμηση της περιοχής σε κατηγορίες υψηλής, μεσαίας και χαμηλής παραγωγικότητας (καταλληλότητας). Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν σημαντικές χωρικές διαφοροποιήσεις εντός της Θεσσαλίας, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με την περιορισμένη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων, τις εδαφικές ιδιότητες και τις τοπογραφικές συνθήκες.

Παράλληλα, η χρήση της πλατφόρμας Google Earth Engine ανέδειξε τα πλεονεκτήματα της επεξεργασίας μεγάλων γεωχωρικών δεδομένων σε περιβάλλον cloud, επιτρέποντας την ανάλυση μακροχρόνιων χρονοσειρών και τη βελτίωση της χωρικής ανάλυσης. Η ενσωμάτωση δορυφορικών δεδομένων υψηλής ανάλυσης συνέβαλε στην αύξηση της χωρικής διακριτικής ικανότητας (30x30 μέτρα) και ακρίβειας των παραγόμενων χαρτών, ενώ η χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων ενίσχυσε την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Συνολικά, η εργασία αναδεικνύει τη σημασία των γεωχωρικών τεχνολογιών στη μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία και επιβεβαιώνει το ρόλο των ΓΣΠ ως εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Η αγροκλιματική ζωνοποίηση μπορεί να αξιοποιηθεί για τον σχεδιασμό στοχευμένων αγροτικών πολιτικών, τη βελτιστοποίηση της αξιοποίησης και χρήσης των φυσικών πόρων και την ενίσχυση της βιωσιμότητας και ανθεκτικότητας της γεωργικής παραγωγής. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να συμβάλουν στη διαμόρφωση στρατηγικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, με στόχο τη διασφάλιση της βιώσιμης ανάπτυξης του αγροτικού τομέα στη Θεσσαλία.



Εκτίμηση γεωχημικών δεικτών, δυνητικά τοξικών στοιχείων και κινδύνου για την ανθρώπινη υγεία σε εδάφη εγκαταλελειμμένου μεταλλείου Pb στην περιοχή του Υμηττού

Γεωργίου Ευγενία.¹, Πείτσίδης Αχιλλέας.² Ζαφειρίου Ιωάννης*.¹

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

² Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη

*Email: j.zafeiriou@gmail.com

Λέξεις Κλειδιά:

Εισαγωγή

Η παρουσία δυνητικά τοξικών στοιχείων (PTEs) στα εδάφη αποτελεί σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα που συνδέεται άμεσα με εγκαταλελειμμένες μεταλλευτικές δραστηριότητες. Τα μεταλλευτικά απόβλητα μπορούν να συμβάλλουν στη μεταφορά στοιχείων στο περιβάλλον μέσω διεργασιών όπως η όξινη απορροή και η αιολική μεταφορά σωματιδίων, με αποτέλεσμα την εκτεταμένη και μακροχρόνια επιβάρυνση των εδαφών (Djebbi et al., 2017; Sánchez-Donoso et al., 2019). Λόγω της μη βιοαποικοδομήσιμης φύσης τους, τα στοιχεία αυτά συσσωρεύονται και ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά τόσο τα οικοσυστήματα όσο και την ανθρώπινη υγεία. Η ανάγκη διερεύνησης είναι ιδιαίτερα σημαντική στην περιοχή του εγκαταλελειμμένου μεταλλείου Pb Αγίου Ιωάννη Κυνηγού στον Υμηττό, όπου δεν έχει προηγηθεί περιβαλλοντική αξιολόγηση, παρά το γεγονός ότι εντάσσεται σε προστατευόμενη ζώνη Natura και αποτελεί σημαντικό χώρο φυσικής προστασίας και αναψυχής. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση της επιβάρυνσης των εδαφών και του συνακόλουθου περιβαλλοντικού και υγειονομικού κινδύνου στην εξεταζόμενη περιοχή..

Υλικά και Μέθοδοι

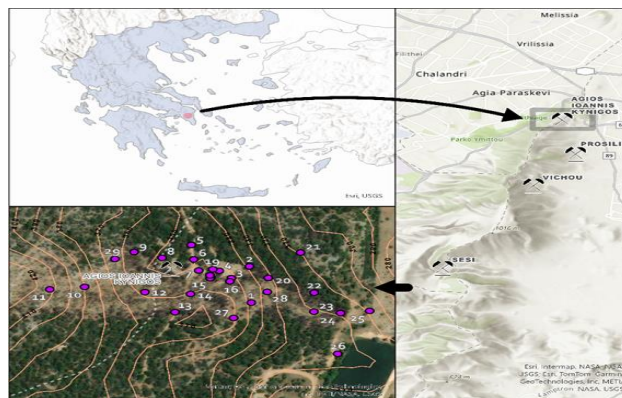
Το εγκαταλελειμμένο μεταλλείο Pb Αγίου Ιωάννη Κυνηγού στον βόρειο Υμηττό (Αττική) περιλαμβάνει ένα σύστημα υπόγειων στοών τριών επιπέδων, συνολικού μήκους περίπου 200 m, με σχεδόν οριζόντια ανάπτυξη).



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Εικόνα 1: Χάρτης της περιοχής μελέτης και των σημείων δειγματοληψίας

Κατά τον χειμώνα του 2025 συλλέχθηκαν συνολικά 29 σύνθετα δείγματα επιφανειακού εδάφους (βάθος 0–20 cm) από την ευρύτερη περιοχή του μεταλλείου. Σε κάθε θέση δειγματοληψίας ελήφθησαν επιμέρους δείγματα, τα οποία ομογενοποιήθηκαν ώστε να προκύψει ένα αντιπροσωπευτικό σύνθετο δείγμα. Η δειγματοληψία κάλυψε την είσοδο του μεταλλείου, την περιοχή πλύσης μεταλλεύματος, καθώς και τις γειτονικές δασικές και αγροτικές εκτάσεις. Τα εδαφικά δείγματα, μετά την μεταφορά τους στο εργαστήριο, αεροξηράθηκαν, κοσκινίστηκαν με κόσκινο των 2mm, προσδιορίστηκαν οι βασικές φυσικοχημικές τους ιδιότητες και οι ολικές συγκεντρώσεις των Pb, As και Zn.

Για την αξιολόγηση της ρύπανσης υπολογίστηκε ο συντελεστής εμπλουτισμού (Enrichment Factor, EF) σύμφωνα με την εξίσωση (1).

$$EF = \frac{C_{sample}}{C_{reference}} \cdot \frac{B_{reference}}{B_{sample}} \quad (1)$$

όπου CS η συγκέντρωση του εξεταζόμενου στοιχείου στο δείγμα, Bn η αντίστοιχη τιμή υποβάθρου (Taylor & McLennan, 1995), CFe η συγκέντρωση του Fe στο ίδιο δείγμα και BFe η τιμή υποβάθρου του Fe (mg kg^{-1}). Τιμές $EF > 1.5$ υποδηλώνουν ανθρωπογενή προέλευση.

Η εκτίμηση του μη καρκινογόνου κινδύνου πραγματοποιήθηκε μέσω του Δείκτη Επικινδυνότητας (Hazard Index, HI), ο οποίος εκφράζει το άθροισμα των επιμέρους δεικτών επικινδυνότητας (HQ) για τις κύριες οδούς έκθεσης και υπολογίστηκε σύμφωνα με την εξίσωση (2).

$$HI = \sum HQ = HQ_{ing} + HQ_{inh} + HQ_{derm} \quad (2)$$

όπου HQ_{ing} , HQ_{inh} και HQ_{derm} αντιστοιχούν στις οδούς κατάποσης, εισπνοής και δερματικής επαφής. Τιμές $HI < 1$ υποδηλώνουν αμελητέο μη καρκινογόνο κίνδυνο, ενώ τιμές $HI \geq 1$ πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν έντονη επιβάρυνση των εδαφών της περιοχής μελέτης, με ιδιαίτερα αυξημένες ολικές συγκεντρώσεις Pb, As και Zn. Η μέγιστη συγκέντρωση Pb καταγράφηκε στη

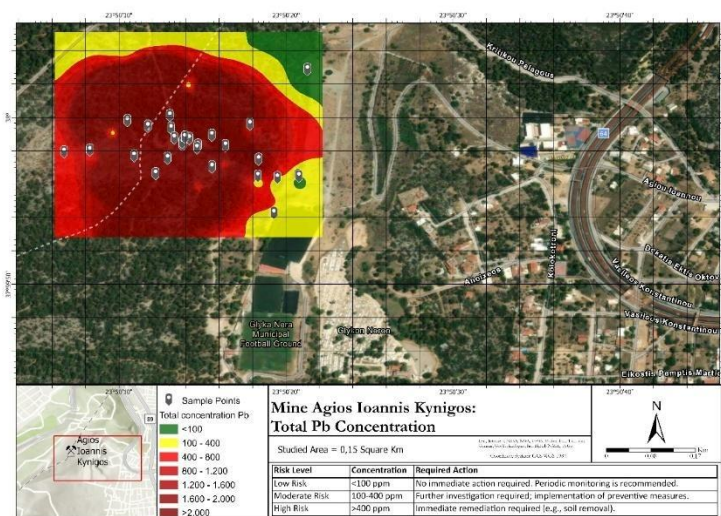


6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

θέση 8 ($38.725,00 \text{ mg kg}^{-1}$), όπου παρατηρήθηκε επίσης και η υψηλότερη συγκέντρωση Zn ($711,00 \text{ mg kg}^{-1}$). Η χωρική κατανομή του Pb (Εικόνα 2) έδειξε ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται κοντά στις μεταλλευτικές εγκαταστάσεις και μειώνονται με την απόσταση, γεγονός που επιβεβαιώνει τη συμβολή των παλαιών μεταλλευτικών δραστηριοτήτων ως κύριας πηγής ρύπανσης. παρουσίασε ιδιαίτερα υψηλές τιμές για το Pb ($0,91\text{--}2285,43$), με εξαιρετικά υψηλό εμπλουτισμό σε 22 θέσεις, ενώ για το As καταγράφηκε εξαιρετικά υψηλός εμπλουτισμός σε όλες τις θέσεις ($43,58\text{--}1105,39$). Για το Zn παρατηρήθηκε κυρίως μέτριος έως σημαντικός εμπλουτισμός ($2,08\text{--}13,58$). Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν έντονη ανθρωπογενή επίδραση, αποδίδοντας τη γεωχημική επιβάρυνση κυρίως στη μεταλλευτική δραστηριότητα της περιοχής. Η εκτίμηση του μη καρκινογόνου κινδύνου μέσω του δείκτη HI έδειξε ότι για το Pb οι τιμές υπερέβαιναν το όριο ασφαλείας ($HI \geq 1$) σε 10 θέσεις για τους ενήλικες και σε 20 θέσεις για τα παιδιά, ενώ για το As οι τιμές για τα παιδιά ήταν κάτω από το όριο μόνο σε 2 θέσεις. Αντίθετα, για το Zn οι τιμές HI παρέμειναν κάτω από τη μονάδα σε όλες τις θέσεις. Τα ευρήματα αυτά καταδεικνύουν αυξημένο υγειονομικό κίνδυνο, ιδιαίτερα για τα παιδιά, τα οποία εμφανίζονται πιο ευάλωτα λόγω μεγαλύτερης έκθεσης σε εδαφικούς ρύπους.



Εικόνα 2: Χάρτης της περιοχής μελέτης και κατανομή των συγκεντρώσεων Pb στις θέσεις δειγματοληψίας.



Μοντέλο εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιάς με εφαρμογή πολυκριτήριας ανάλυσης σε περιβάλλον GIS: Η περίπτωση του Δ. Ιστιαίας-Αιδηψού (Βόρεια Εύβοια)

Κουρέτας Αθανάσιος^{*α}, Χαλκιάς Χρίστος^β, Φάκα Αντιγόνη^γ

^αΠολεοδόμος & Χωροτάκτης Μηχανικός, Απόφοιτος Μεταπτυχιακού «Εφαρμοσμένης Γεωγραφίας και Διαχείρισης του Χώρου – Γεωπληροφορική», Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

^βΚαθηγητής, Αντιπρύτανης Έρευνας, Ανάπτυξης και Δια-βίου Εκπαίδευσης, Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών

Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

^γΕπίκουρος Καθηγητής, Εφαρμοσμένη Χωρική Ανάλυση

Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Λέξεις κλειδιά: Μοντέλο εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιάς, AHP, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση, Μηχανική Μάθηση.

Κείμενο περίληψης

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η καταστροφική «μέγα-πυρκαγιά» που έπληξε την Βόρεια Εύβοια τον Αύγουστο του 2021, με μελέτη περίπτωσης τον Δ. Ιστιαίας – Αιδηψού, στα πλαίσια της εντατικοποίησης της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Στόχος είναι η δημιουργία μοντέλου Εκτίμησης Κινδύνου Πυρκαγιάς (Fire Risk Assessment model) και η παραγωγή αντίστοιχων θεματικών χαρτών επικινδυνότητας προγενέστερων της φυσικής καταστροφής, με σκοπό να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα του μοντέλου, επικυρώνοντας την εγκυρότητα του με την πραγματική πυρίκαυστη περιοχή. Το μοντέλο χρησιμοποιεί δώδεκα (12) κριτήρια/παράγοντες κινδύνου, από αξιόπιστες πηγές ανοιχτών διαθέσιμων δεδομένων, με χωρική αναφορά σε ολόκληρη την έκταση του Δήμου. Οι εν λόγω παράγοντες ομαδοποιούνται σε τέσσερις (4) βασικές κατηγορίες κριτηρίων που συναντώνται βιβλιογραφικά σε μοντέλα επικινδυνότητας πυρκαγιάς, τα οποία είναι το αγροτικό (καύσιμη ύλη, κλίση εδάφους), το κλιματικό (θερμοκρασία εδάφους, σχετική υγρασία αέρα, υγρασία αέρα, ταχύτητα αέρα), το τοπογραφικό/μορφολογικό



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

(κλίση εδάφους, προσανατολισμός κλίσης, υψόμετρο) και το κριτήριο των υποδομών (απόσταση από δομημένη επιφάνεια, απόσταση από οδικό δίκτυο, απόσταση από μονάδες υδροληψίας, απόσταση από υδάτινες επιφάνειες). Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η Χωρική Πολυκριτηριακή Ανάλυση με χαρτογραφική υπέρθεση και εφαρμογή Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP) σε περιβάλλον Σ.Γ.Π.. Το σύνολο το σύνθετων κριτηρίων και υπο-κριτηρίων του μοντέλου παράχθηκαν σε ψηφιδωτή μορφή, ακολουθώντας την χωρική ακρίβεια των 3 μέτρων, καθώς βασίστηκαν στην χαρτογράφηση της του πιο σημαντικού παράγοντα κινδύνου της καύσιμης ύλης, από επιβλεπόμενη ταξινόμηση εικόνας Planetscope, με συγκριτική εφαρμογή των αλγόριθμων μηχανικής μάθησης SVM και RT. Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων του μοντέλου πραγματοποιήθηκε μέσω Ανάλυσης Ευαισθησίας (Sensitivity Analysis), χρησιμοποιώντας δύο (2) σενάρια ανάλυσης, τα οποία απέδειξαν ότι το μοντέλο είναι σταθερό σε μικρές παραμετροποιήσεις των συντελεστών βαρύτητας των σύνθετων κριτηρίων που εξετάστηκαν. Τέλος, ακολούθησε η επικύρωση (validation) των αποτελεσμάτων, μέσω της σύγκρισης πραγματικής – εκτιμώμενης κατάστασης, κατά την οποία πραγματοποιήθηκε υπέρθεση της πυρίκαυστης περιοχής στον χάρτη πρόβλεψης κινδύνου πυρκαγιάς του Ιουλίου 2021. Πρακτικά, περισσότερο από το 50% της συνολικής έκτασης που κάηκε (54,3%), είχε εκτιμηθεί στις κλάσεις μεγαλύτερης επικινδυνότητας εκδήλωσης πυρκαγιάς (υψηλή, πολύ υψηλή), γεγονός που επαληθεύει την εγκυρότητα και αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του χάρτη πρόβλεψης κινδύνου.

Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι η AHP, ως εργαλείο Χ.ΠΚ.Α. και λήψης αποφάσεων, μπορεί να έχει υψηλή επιχειρησιακή αξία, καθώς φαίνεται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασική μέθοδος για προηγμένες μοντελοποιήσεις επικινδυνότητας πυρκαγιάς υψηλής ανάλυσης.



Γεωγραφική Ανάλυση της Πλημμύρας στις 6-7 Σεπτεμβρίου 2023 στη Λεκάνη απορροής του Πηνειού

**Νικολιδάκη Μαρία*, Μπατσάκης Βασίλειος-Δημήτριος, Τσανάκας Κωνσταντίνος,
Καρύμπαλης Ευθύμιος**

Νικολιδάκη Μαρία, κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Μπατσάκης Βασίλειος-Δημήτριος, υποψήφιος διδάκτορας, Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Τσανάκας Κωνσταντίνος, Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Καρύμπαλης Ευθύμιος, Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

* maria.nikolidaki@hotmail.gr

Λέξεις Κλειδιά: πλημμύρα, κίνδυνος πλημμύρας, λεκάνη απορροής, χρήσεις γης

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη γεωγραφική ανάλυση της πλημμύρας που έπληξε τη λεκάνη απορροής του Πηνειού στις 6–7 Σεπτεμβρίου 2023, ως αποτέλεσμα της κακοκαιρίας Daniel. Το ακραίο αυτό καιρικό φαινόμενο προκάλεσε εκτεταμένες καταστροφές, καθιστώντας αναγκαία τη διερεύνηση των παραγόντων που συνέβαλαν στην εκδήλωση και την ένταση των πλημμυρικών φαινομένων.

Η χαρτογράφηση των πλημμυρικών εκτάσεων πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση δορυφορικών εικόνων ραντάρ και τη χρήση του λογισμικού SNAP, επιτρέποντας την αξιόπιστη ανίχνευση των πλημμυρισμένων περιοχών ακόμη και υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Η διαδικασία περιλάμβανε στάδια προεπεξεργασίας και διόρθωσης των δορυφορικών δεδομένων, όπως η εφαρμογή τροχιακών διορθώσεων, η αφαίρεση θερμικού θορύβου, η ραδιομετρική βαθμονόμηση, η μείωση του speckle noise και η γεωμετρική διόρθωση. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε μάσκα νερού, η οποία επέτρεψε την ακριβή οριοθέτηση των πλημμυρισμένων εκτάσεων.

Η γεωχωρική ανάλυση ολοκληρώθηκε με τη χρήση των λογισμικών QGIS και ArcGIS Pro, δίνοντας τη δυνατότητα συσχέτισης της πλημμυρικής έκτασης με φυσικά και ανθρωπογενή χαρακτηριστικά του χώρου. Η συνολική πλημμυρισμένη έκταση εκτιμήθηκε στα 521,33 km², γεγονός που καταδεικνύει την ιδιαίτερα μεγάλη ένταση του φαινομένου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα πλημμυρικά φαινόμενα εκδηλώθηκαν κυρίως σε περιοχές χαμηλού υψομέτρου, με μέση τιμή περίπου 87,5 m, καθώς και σε περιοχές με μικρή μορφολογική



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

κλίση (μέση κλίση $1,72^\circ$). Οι συνθήκες αυτές ευνοούν τη συγκέντρωση και την παραμονή των υδάτων, περιορίζοντας τη φυσική αποστράγγιση. Παράλληλα, η μεγαλύτερη ένταση των πλημμυρών εντοπίστηκε κατά μήκος του κύριου υδρογραφικού δικτύου του Πηνειού και των βασικών παραποτάμων του, όπως ο Ενιπέας, ο Καλέντζης, το Μέγα Ρεύμα και ο Λιθαίος, γεγονός που υποδηλώνει υπερχειλίση των ποταμών και αδυναμία απορρόφησης των μεγάλων ποσοτήτων νερού.

Η γεωλογική ανάλυση ανέδειξε ότι το 98,72% της πλημμυρισμένης έκτασης αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από χαμηλή διαπερατότητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της κατείσδυσης του νερού και την αύξηση της επιφανειακής απορροής, ενισχύοντας την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων.

Όσον αφορά τις χρήσεις γης, διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της πλημμυρισμένης περιοχής αφορά αγροτικές εκτάσεις (91,97%), με κυρίαρχη τη μόνιμη αρδευόμενη γεωργική γη (87,06%). Επιπλέον, το 6,29% αντιστοιχεί σε υδάτινες επιφάνειες, το 0,63% σε τεχνητές επιφάνειες και το 0,56% σε δασικές ή ημιφυσικές περιοχές. Τα στοιχεία αυτά υπογραμμίζουν την αυξημένη έκθεση του πρωτογενούς τομέα σε πλημμυρικό κίνδυνο.

Η ανάλυση του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος κατέδειξε σημαντικές επιπτώσεις σε κρίσιμες υποδομές. Συγκεκριμένα, το 23% της επιφάνειας του Αεροδρομίου Στεφανοδικείου βρέθηκε εντός της πλημμυρισμένης ζώνης, ενώ ιδιαίτερα επηρεάστηκαν οικισμοί όπως η Μεταμόρφωση, ο Βλοχός, η Αγία Τριάδα, το Πεδινό, ο Κοσκινάς και η Κυψέλη. Παράλληλα, το μεγαλύτερο ποσοστό των επηρεαζόμενων τμημάτων του οδικού δικτύου αφορά αγροτικό δίκτυο (93,55%), γεγονός που αναδεικνύει την ευαλωτότητα των αγροτικών περιοχών. Επιπτώσεις καταγράφηκαν και στο σιδηροδρομικό δίκτυο, τόσο στη γραμμή Παλαιοφαρσάλου–Καλαμπάκας όσο και στον κύριο άξονα Πειραιά–Αθηνών–Θεσσαλονίκης.

Η μελέτη ολοκληρώνεται με την υποβολή προτάσεων για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των πλημμυρών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών σχετικά με την τρωτότητα της περιοχής, τις επιπτώσεις των ακραίων καιρικών φαινομένων, τη δυσκολία των προγνώσεων και τα στάδια διαχείρισης κρίσεων που πρέπει να ακολουθούνται σε περίπτωση πλημμύρας. Παράλληλα, αναδεικνύεται η αναγκαιότητα κατάρτισης χαρτών κινδύνου πλημμύρας, τόσο με βάση τη φυσική τρωτότητα (υψόμετρο, γεωλογία, χρήσεις γης) όσο και με βάση την κοινωνική τρωτότητα (πληθυσμός, υποδομές και γραμμές ζωής). Η συνδυαστική αξιοποίηση των χαρτών αυτών επιτρέπει μια ολιστική προσέγγιση στον σχεδιασμό προληπτικών και επεμβατικών μέτρων, συμβάλλοντας στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των τοπικών κοινωνιών και στη μείωση των επιπτώσεων μελλοντικών πλημμυρικών φαινομένων.



Χωρική εκτίμηση των επιπτώσεων της μεταλλευτικής δραστηριότητας στη βιοποικιλότητα με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS): Πιλοτική εφαρμογή σε περιοχή του Περού

Σούκουλη Σέρβου Λήδα Μαρία *

Γεωλόγος, MSc Περιβάλλον και Ενέργεια, MSc Εφαρμοσμένη Γεωπληροφορική, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Υπουργείο Υποδομών κ Μεταφορών, Αθήνα

Λέξεις κλειδιά: GIS, μεταλλευτική δραστηριότητα, βιοποικιλότητα, χωρική ανάλυση, υδρολογία

Η παρούσα εργασία εξετάζει τη χωρική σχέση μεταξύ μεταλλευτικών δραστηριοτήτων και απώλειας βιοποικιλότητας μέσω της χρήσης Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Η μεταλλευτική δραστηριότητα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες περιβαλλοντικής υποβάθμισης, επηρεάζοντας άμεσα και έμμεσα τα οικοσυστήματα μέσω αλλαγών στη χρήση γης, καταστροφής ενδιαιτημάτων και ρύπανσης υδάτινων πόρων. Ωστόσο, οι τοπικές και σωρευτικές επιπτώσεις της δεν είναι πάντα εύκολο να εκτιμηθούν χωρίς την αξιοποίηση εργαλείων χωρικής ανάλυσης.

Η μελέτη επικεντρώνεται στον εντοπισμό περιοχών όπου οι μεταλλευτικές δραστηριότητες επικαλύπτονται με οικολογικά ευαίσθητες ζώνες, όπως περιοχές υψηλής βιοποικιλότητας και προστατευόμενες εκτάσεις. Για τον σκοπό αυτό αξιοποιούνται χωρικά δεδομένα που περιλαμβάνουν θέσεις μεταλλείων, χρήσεις γης, υδρογραφικό δίκτυο, ψηφιακά μοντέλα εδάφους (DEM) και θεματικά επίπεδα περιβαλλοντικής προστασίας. Η ενσωμάτωση αυτών των δεδομένων επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών πιέσεων.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόζεται πιλοτικά σε περιοχή του Περού, μια χώρα με έντονη μεταλλευτική δραστηριότητα και υψηλή οικολογική αξία, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως οι Άνδεις και ο Αμαζόνιος. Η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές χωρικής επεξεργασίας, όπως η δημιουργία ζωνών επιρροής (buffer zones) γύρω από μεταλλευτικές εγκαταστάσεις για την εκτίμηση άμεσων επιπτώσεων, η ανάλυση εγγύτητας σε υδάτινα σώματα για τον προσδιορισμό πιθανών διαδρομών ρύπανσης, καθώς και οι επικαλύψεις θεματικών επιπέδων (overlay analysis) για τον εντοπισμό συγκρούσεων με περιοχές υψηλής οικολογικής σημασίας.

Επιπλέον, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ανάλυση της υδρολογικής συνδεσιμότητας μέσω της αξιοποίησης ψηφιακών μοντέλων εδάφους και της εφαρμογής ανάλυσης ροής (flow accumulation). Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την εκτίμηση των κατάντη επιπτώσεων των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταφορά ρύπων και φερτών υλικών μέσω του υδρογραφικού δικτύου. Με τον τρόπο αυτό, η ανάλυση δεν περιορίζεται στον άμεσο χώρο των μεταλλείων, αλλά επεκτείνεται σε ευρύτερες περιοχές που ενδέχεται να επηρεάζονται έμμεσα.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αναδεικνύουν τη συμβολή των GIS στην υποστήριξη της λήψης αποφάσεων, μέσω του εντοπισμού περιοχών υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου και της ιεράρχησης παρεμβάσεων για προστασία ή αποκατάσταση. Η χωρική προσέγγιση επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και φυσικών συστημάτων, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση πιο βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης.

Συνολικά, η προτεινόμενη μεθοδολογία αποτελεί ένα πρακτικό και επεκτάσιμο εργαλείο για την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών παραμέτρων στον σχεδιασμό και τη διαχείριση μεταλλευτικών δραστηριοτήτων, ιδιαίτερα σε περιοχές με αυξημένη περιβαλλοντική ευαισθησία. Παράλληλα, μπορεί να προσαρμοστεί και να εφαρμοστεί σε διαφορετικά γεωγραφικά περιβάλλοντα, ενισχύοντας τη συμβολή των GIS στη βιώσιμη ανάπτυξη και την προστασία της βιοποικιλότητας.



ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙΧ: Φυτοπροστασία & Εντομολογία (Χωρική Διάσταση)

Σχεδιασμός αρχιτεκτονικής συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας για την παρακολούθηση και αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς

Ποντικάκος Κωνσταντίνος*¹, Περδίκης Διονύσιος²

1. Υποψήφιος Διδάκτωρ στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα
2. Καθηγητής στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα.

*Ποντικάκος Κωνσταντίνος: email: kostasp98@gmail.com, τηλ.: ++30 210 529 4568

Λέξεις κλειδιά: δάκος, επαυξημένη πραγματικότητα, φυτοπροστασία, αρχιτεκτονική συστήματος.

Ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*) αποτελεί το σημαντικότερο πρόβλημα της ελαιοκαλλιέργειας στη Μεσόγειο, προκαλώντας υποβάθμιση του παραγόμενου ελαιολάδου και σημαντικές απώλειες που μπορεί να ξεπεράσουν το 80% της παραγωγής σε περιπτώσεις έντονης προσβολής. Η έγκαιρη ανίχνευση του προβλήματος και η στοχευμένη αντιμετώπισή του αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για τη διατήρηση της ποιότητας και της ποσότητας της παραγωγής ελαιολάδου και επιτραπέζιας ελιάς. Παρά την πρόοδο στις μεθόδους παρακολούθησης, οι παραδοσιακές τεχνικές, όπως η χρήση παγίδων McPhail και η εξέταση καρπών για τον προσδιορισμό της προσβολής, παραμένουν χρονοβόρες εργασίες που απαιτούν εξειδικευμένη γνώση. Για την αντιμετώπιση του δάκου με δολωματικούς ψεκασμούς έχουν χρησιμοποιηθεί Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα και Συστήματα Υπηρεσιών Θέσης, τα οποία προσφέρουν γρήγορη και αξιόπιστη καταγραφή και ανάλυση της χωροχρονικής παραλλακτικότητας του δακοπληθυσμού και μπορούν να προσφέρουν στοχευμένη εφαρμογή ψεκασμών. Στην ευρύτερη εφαρμογή τους στη διαχείριση του δάκου, μπορεί να συμβάλλει η ενσωμάτωση στην πράξη συστημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας - ΕΠ (Augmented Reality - AR).

Η ΕΠ προσφέρει μια καινοτόμα προσέγγιση που συνδυάζει την ψηφιακή πληροφορία με το φυσικό περιβάλλον, επιτρέποντας στους συμμετέχοντες στην αντιμετώπιση του προβλήματος του δάκου, να λαμβάνουν εμπλουτισμένες ψηφιακές και πολυμεσικές πληροφορίες για την κατάσταση του δακοπληθυσμού και των ψεκασμών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής ενός συστήματος ΕΠ που στοχεύει στην αποτελεσματική παρακολούθηση του δακοπληθυσμού και των προσβολών από το δάκο, στην ακριβή και έγκαιρη εκτίμηση του τρόπου αντιμετώπισης, καθώς και στην καθοδήγηση του ψεκασμού αξιοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες και ΕΠ. Ο σχεδιασμός του συστήματος ΕΠ προβλέπει μια δομημένη και πολυεπίπεδη προσέγγιση.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Το πρώτο στάδιο αφορά στον προσδιορισμό της παραγωγικής κατεύθυνσης (ελαιοποίηση, επιτραπέζια ελιά, βιοκαλλιέργεια) και στους διαθέσιμους τρόπους παρακολούθησης (παγίδες, εξέταση καρπών για ύπαρξη προσβολής) και αντιμετώπισης (ψεκασμοί καλύψεως, δολωματικοί ψεκασμοί, μαζική παγίδευση, βιολογικοί εχθροί) του δάκου. Ακολουθεί η αποτύπωση των κατηγοριών της γεωχωρικής πληροφορίας που απαιτείται για την υποστήριξη του συστήματος ΕΠ, καθώς και ο σχεδιασμός και η περιγραφή των αντικειμένων και του περιεχομένου που θα αναπαρίστανται στο περιβάλλον ΕΠ. Ακολουθεί η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων, τεχνολογιών και εργαλείων υλοποίησης του συστήματος, ενώ παράλληλα προβλέπεται η επιλογή και ο σχεδιασμός των φυσικών συσκευών και αντικειμένων παρακολούθησης του δακοπληθυσμού και εφαρμογής των ψεκασμών. Στο τελικό στάδιο της σχεδίασης του συστήματος ΕΠ, καταγράφονται οι βασικές υπηρεσίες του συστήματος και ο τρόπος που αυτές θα διευκολύνουν την αντιμετώπιση του προβλήματος του δάκου.

Από τη χρήση του προτεινόμενου συστήματος αναμένεται να βελτιωθεί σημαντικά η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης του εντομολογικού προβλήματος. Η στοχευμένη παρακολούθηση και η έγκαιρη εκτίμηση της προσβολής θα συμβάλουν στη μείωση της ανάγκης εφαρμογής εντομοκτόνων, ενώ ταυτόχρονα θα αυξηθεί η παραγωγικότητα λόγω μείωσης των προσβολών. Επιπλέον, θα μειωθεί η διάρκεια παρακολούθησης του εντόμου με μη αυτοματοποιημένους τρόπους, με ταυτόχρονη αύξηση της ακρίβειας εκτίμησης του εντομολογικού προβλήματος, γεγονός που θα οδηγήσει σε ορθολογικότερη λήψη αποφάσεων. Σε επιχειρησιακό επίπεδο, θα αυξηθεί η ακρίβεια στην εφαρμογή τους και θα μειωθεί η διάρκεια ολοκλήρωσης των εφαρμογών φυτοπροστασίας και η κατανάλωση καυσίμου, συμβάλλοντας έτσι και στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των επεμβάσεων. Το σύστημα θα διευκολύνει τους εμπλεκόμενους στην καθημερινή εκτέλεση των εργασιών διαχείρισης εντομολογικών προβλημάτων, μειώνοντας την ανάγκη για απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού. Ταυτόχρονα, θα ενισχυθεί η εγκυρότητα της ιχνηλασιμότητας των ψεκασμών, στοιχείο κρίσιμης σημασίας για την πιστοποίηση της παραγωγής και την ασφάλεια των τροφίμων. Τέλος, η προτεινόμενη υποδομή αναμένεται να αποτελέσει πυρήνα εκπαίδευσης για παραγωγούς και φοιτητές, ενώ παράλληλα θα μπορεί να αποτελέσει μεθοδολογία προτυποποίησης και πιστοποίησης των εργασιών φυτοπροστασίας, που θα μπορεί να αξιοποιηθεί ευρύτερα στον τομέα της δακοκτονίας.



Γεωχωρικές μέθοδοι στη γεωργία ακριβείας: εφαρμογή στη διαχείριση του δάκου

Σέντας Στρατής¹, Σταυριανάκης Γιώργος^{2*}, Ζαφειρέλλη Σοφία³, Gruenendieck Emily⁴,
Δημόπουλος Θύμιος⁵, Κίζος Θανάσης⁶

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, Εργαστήριο Γεωγραφίας της Υπαίθρου και Συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας (PrecFarm), Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

²Μεταδιδάκτορας, Εργαστήριο Γεωγραφίας της Υπαίθρου και Συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας (PrecFarm), Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

³Υποψήφια Διδάκτορας, Εργαστήριο Γεωγραφίας της Υπαίθρου και Συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας (PrecFarm), Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

⁴Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Εργαστήριο Γεωγραφίας της Υπαίθρου και Συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας (PrecFarm), Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

⁵Υποψήφιος Διδάκτορας, Εργαστήριο Γεωγραφίας της Υπαίθρου και Συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας (PrecFarm), Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

⁶Καθηγητής, Εργαστήριο Γεωγραφίας της Υπαίθρου και Συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας (PrecFarm), Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη

*email: g.stavrianakis@aegean.gr

Λέξεις κλειδιά: Δάκος, GIS και γεωχωρική ανάλυση, Γεωργία ακριβείας, Διαχείριση εχθρών σε επίπεδο τοπίου

Η διαχείριση γεωργικών εχθρών σε πολυετείς καλλιέργειες αποτελεί μια σύνθετη πρόκληση, καθώς η διακύμανση των πληθυσμών των εντόμων διαμορφώνεται από αλληλεπιδράσεις μεταξύ κλιματικών, οικολογικών και διαχειριστικών παραγόντων σε πολλαπλές χωρικές κλίμακες. Στο πλαίσιο αυτό, οι παραδοσιακές προσεγγίσεις φυτοπροστασίας, που βασίζονται σε ομοιόμορφες και χρονικά προκαθορισμένες εφαρμογές, συχνά αδυνατούν να αποτυπώσουν τη χωρική ετερογένεια των πληθυσμών και να υποστηρίξουν έγκαιρες και χωρικά στοχευμένες παρεμβάσεις.

Η παρούσα μελέτη διερευνά την ενσωμάτωση των αρχών της οικολογίας τοπίου και της γεωργίας ακριβείας στη διαχείριση του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*), ενός ιδιαίτερα κινητικού και κλιματικά ευαίσθητου εντόμου με υψηλή οικονομική σημασία για τις μεσογειακές ελαιοκαλλιέργειες. Η προσέγγιση υιοθετεί μια πολυδιάστατη χωρική οπτική, σύμφωνα με την οποία οι ελαιώνες δεν αντιμετωπίζονται ως απομονωμένες μονάδες, αλλά ως στοιχεία ενός δυναμικού τοπιακού μωσαϊκού, όπου περιβαλλοντικοί παράγοντες και πρακτικές διαχείρισης αλληλεπιδρούν και συνδιαμορφώνουν τη χωροχρονική δυναμική των πληθυσμών.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε το σύστημα γεωργίας ακριβείας Dakos Aegean, το οποίο συνδυάζει οικολογική γνώση με ψηφιακή γεωχωρική υποδομή και εφαρμόζεται επιχειρησιακά στο πλαίσιο του εθνικού προγράμματος δακοκτονίας τα τελευταία εννέα έτη. Το σύστημα βασίζεται σε μια κεντρική γεωβάση δεδομένων (PostgreSQL/PostGIS), εφαρμογές κινητών συσκευών για τη συλλογή δεδομένων πεδίου και μια πλατφόρμα WebGIS για την απεικόνιση και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Υποστηρίζει τη συστηματική παρακολούθηση των πληθυσμών μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου περίπου 4.000 παγίδων τύπου McPhail σε βασικές ελαιοκομικές περιοχές της Ελλάδας, ενώ παράλληλα ενσωματώνει την καταγραφή των επεμβάσεων μέσω GPS.

Η συνδυαστική αξιοποίηση δεδομένων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και χωρικής πληροφορίας επιτρέπει τη μετάβαση από ομοιόμορφες, ημερολογιακές πρακτικές σε στοχευμένες και τεκμηριωμένες παρεμβάσεις. Ο εντοπισμός χωρικών hotspots υποστηρίζει την επιλεκτική εφαρμογή δολωματικών ψεκασμών, συμβάλλοντας στη μείωση της χρήσης αγροχημικών και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της φυτοπροστασίας. Παράλληλα, καθίσταται δυνατή η συνεχής αξιολόγηση των επεμβάσεων μέσω της σύγκρισης των πληθυσμιακών τάσεων πριν και μετά την εφαρμογή μέτρων, ενώ βελτιστοποιούνται οι επιχειρησιακές διαδικασίες μέσω καλύτερου χωρικού σχεδιασμού, περιορισμού επικαλύψεων και αποτελεσματικότερης κατανομής πόρων.

Η συστηματική και πολυετής συλλογή δεδομένων μεγάλης κλίμακας από περιοχές με διαφοροποιημένες περιβαλλοντικές και γεωμορφολογικές συνθήκες επιτρέπει την εφαρμογή μεθόδων χωρικής ανάλυσης και γεωστατιστικής. Η αξιοποίηση τεχνικών όπως η παρεμβολή Kriging καθιστά δυνατή τη μοντελοποίηση της χωρικής κατανομής των πληθυσμών και τον εντοπισμό σταθερών προτύπων χωρικής συγκέντρωσης. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν έντονη χωρική ετερογένεια, με τις πληθυσμιακές πυκνότητες να επηρεάζονται σημαντικά από μικροκλιματικούς παράγοντες, το υψόμετρο και τη γεωμορφολογία. Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι υψηλές θερινές θερμοκρασίες συνδέονται με καταστολή των πρώιμων πληθυσμών, ενώ ευνοϊκές φθινοπωρινές συνθήκες οδηγούν σε ταχεία αύξηση της αφθονίας του εντόμου, υπογραμμίζοντας τη σημασία της ενσωμάτωσης περιβαλλοντικών παραμέτρων στη λήψη αποφάσεων.

Το Dakos Aegean καταδεικνύει τη δυναμική της συνδυαστικής αξιοποίησης γεωχωρικών δεδομένων και οικολογικής γνώσης στη φυτοπροστασία, υποστηρίζοντας τη μετάβαση σε πιο στοχευμένες και προσαρμοστικές στρατηγικές και θέτοντας τις βάσεις για την ανάπτυξη προβλεπτικών μοντέλων και προηγμένων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων.



Διερεύνηση της χωροχρονικής δυναμικής της δακοπροσβολής στην Περιφερειακή Ενότητα Χανίων με χρήση GIS

Αφροδίτη Βασιλογιαννάκη^{1*}, Κωνσταντίνος Παπαδομανωλάκης¹, Παντελής Ε. Μπαρούχας¹,
Ελένη Καλορίζου¹ και Τσεσμελής Ε. Δημήτριος¹

¹ Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Μεσολόγγι 30200

Υπεύθυνος συγγραφέας: up1083142@ac.upatras.gr

Λέξεις κλειδιά: Δάκος ελιάς, Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, χωροχρονική ανάλυση, ελαιοκαλλιέργεια, Χανιά

Η ελαιοκαλλιέργεια αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλάδους της ελληνικής γεωργίας, με ιδιαίτερη οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική σημασία, ιδίως στις μεσογειακές περιοχές. Ένας από τους σοβαρότερους εχθρούς της ελιάς είναι ο δάκος (*Bactrocera oleae*), ο οποίος μπορεί να προκαλέσει σημαντικές απώλειες τόσο στην ποσότητα όσο και στην ποιότητα της παραγόμενης ελαιοπαραγωγής. Η παρουσία και η ένταση της δακοπροσβολής εμφανίζουν έντονη χωρική και χρονική μεταβλητότητα, η οποία επηρεάζεται από ένα σύνολο παραγόντων, όπως οι κλιματικές συνθήκες, το ανάγλυφο, το υψόμετρο, τα χαρακτηριστικά των ελαιώνων και οι εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές πρακτικές. Για τον λόγο αυτό, η κατανόηση της χωρικής κατανομής και της διαχρονικής εξέλιξης της προσβολής είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ορθολογική φυτοπροστασία και την υποστήριξη πρακτικών ευφυούς γεωργίας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της χωροχρονικής εξέλιξης της δακοπροσβολής στην Περιφερειακή Ενότητα Χανίων κατά τη χρονική περίοδο 2020-2024, με αξιοποίηση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και μεθόδων γεωστατιστικής ανάλυσης. Για την υλοποίηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα παγιδεύσεων δάκου που παραχωρήθηκαν από τη Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής (ΔΑΟΚ) Χανίων. Τα δεδομένα αφορούσαν τον αριθμό των παγιδευμένων ατόμων σε διαφορετικές τοποθεσίες της Περιφερειακής Ενότητας και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης. Αρχικά, τα δεδομένα οργανώθηκαν σε κατάλληλη βάση και υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία, προκειμένου να υπολογιστούν βασικοί περιγραφικοί δείκτες, όπως ο μέσος όρος, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή, καθώς και η τυπική απόκλιση.

Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα ενσωματώθηκαν σε περιβάλλον GIS, όπου πραγματοποιήθηκε χωρική ανάλυση και χαρτογραφική απεικόνιση της δακοπροσβολής. Μέσω της δημιουργίας θεματικών χαρτών κατέστη δυνατή η αποτύπωση της χωρικής κατανομής του φαινομένου στην περιοχή μελέτης, καθώς και ο εντοπισμός περιοχών με αυξημένα επίπεδα παρουσίας του εντόμου. Παράλληλα, αναλύθηκε η διαχρονική μεταβολή των τιμών των παγιδεύσεων, ώστε να διερευνηθεί η εξέλιξη του πληθυσμού του δάκου κατά τη διάρκεια των ετών της περιόδου μελέτης. Η ανάλυση



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

αυτή επέτρεψε την αναγνώριση τάσεων, διαφοροποιήσεων μεταξύ των ετών και πιθανών προτύπων εμφάνισης του εντόμου σε συγκεκριμένες περιοχές.

Τα αποτελέσματα της εργασίας ανέδειξαν ότι η ένταση της δακοπροσβολής παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο. Ειδικότερα, με τη χρήση της μεθόδου χωρικής παρεμβολής IDW (Στάθμιση Αντιστρόφου Απόστασης) αποτυπώθηκε η εσωτερική διαφοροποίηση της προσβολής εντός των κοινοτήτων, όπως αυτές χρησιμοποιούνται επιχειρησιακά από τις ΔΑΟΚ. Σε ορισμένες περιοχές καταγράφηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις παγιδευμένων δάκων, γεγονός που υποδηλώνει αυξημένη ένταση προσβολής, ενώ σε άλλες περιοχές παρατηρήθηκαν χαμηλότερα επίπεδα παρουσίας του εντόμου, πιθανώς λόγω τοπικών περιβαλλοντικών και μικροκλιματικών συνθηκών. Επιπλέον, η σύγκριση μεταξύ των ετών ανέδειξε διαφοροποιήσεις στην ένταση της προσβολής, οι οποίες ενδέχεται να σχετίζονται με διακυμάνσεις των κλιματικών συνθηκών. Συνολικά, η αξιοποίηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη για την κατανόηση της χωρικής συμπεριφοράς της δακοπροσβολής και για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων στη φυτοπροστασία της ελιάς. Η χαρτογραφική απεικόνιση και η χωροχρονική ανάλυση των δεδομένων μπορούν να συμβάλουν στον εντοπισμό περιοχών υψηλού κινδύνου και να υποστηρίξουν την εφαρμογή στοχευμένων και αποτελεσματικότερων μέτρων διαχείρισης, ενισχύοντας έτσι τη βιωσιμότητα της ελαιοκαλλιέργειας στην περιοχή μελέτης.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026

Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αναρτημένες Επιστημονικές Ανακοινώσεις (Poster)



Preliminary spatial assessment of nitrogen pollution sources in the Sperchios River Basin (Central Greece)

Matiatos Ioannis^{1*}, Dimitriou Elias¹, Lagogiannis Sergios¹, Markogianni Vassiliki¹, Genitsaris Savvas², Alonaris Stathis², Papadopoulos Anastasios¹

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

²Department of Biology, National and Kapodistrian University of Athens, Greece

*corresponding author: i.matiatos@hcmr.gr

Keywords: Nitrate pollution, stable isotopes, spatial analysis, land-use, wastewater

Abstract

The Sperchios River Basin (SRB) in Central Greece is a hydrologically complex system influenced by significant surface water-groundwater interactions and increasing anthropogenic pressures, particularly from agricultural activities. The river extends approximately 85 km before discharging into the Maliakos Gulf, draining a basin of approx. 1800 km², characterized by diverse geological formations, including karstified carbonates of Mount Oiti and alluvial deposits in the lowlands. These geological characteristics, combined with different land use patterns, create favorable conditions for nutrient transport and transformation, particularly for nitrogen compounds.

This study investigated the spatial variability, sources, and controlling factors of nitrogen pollution within the SRB by integrating hydrochemical and isotopic data with land-use analysis. Water samples collected from river stations and one irrigation canal between February and June 2025 were analyzed in-situ for physicochemical parameters (temperature, electrical conductivity (EC), salinity, pH, dissolved oxygen (DO)) and in the laboratory for nitrogen species (NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺), along with stable isotopes of nitrate (δ¹⁵N-NO₃⁻ and δ¹⁸O-NO₃⁻) in selected samples. Spatial analysis was conducted by linking sampling locations with land-use categories including agricultural, urban, and mixed-use areas, as well as point sources of pollution, to evaluate the influence of anthropogenic activities on water quality.

Nitrate concentrations (as NO₃⁻-N) exhibited pronounced spatial variability across the basin. Upstream sites (e.g., Ag. Sostis) and regions with limited agricultural activity showed lower nitrate concentrations (< 0.1 mg/l), indicative of reduced anthropogenic inputs and larger dilution by natural waters. In contrast, midstream (e.g., KP3) and downstream sites showed elevated nitrate concentrations (> 0.5 mg/l) likely associated with intensive cultivation and irrigation practices, which promote nitrogen leaching and transport through surface runoff. Additionally, the T_Lam station exhibited the highest NH₄⁺-N concentrations (> 1.0 mg/l). The DO levels were generally higher than 6.0 mg/l, indicating well-oxygenated conditions, with the exception of three downstream sites sampled in June. The EC values were highest (> 1,000 μS/cm) at the most downstream site (Sper_ekv) and within the irrigation canal, suggesting the influence of irrigation return flows and possibly seawater intrusion, particularly during summer.



The isotopic composition of nitrate provided further insights into its sources and transformation processes. The $\delta^{15}\text{N-NO}_3^-$ values ranged from approximately +6.6 ‰ to +29.5 ‰, while the $\delta^{18}\text{O-NO}_3^-$ values varied between about -0.2 ‰ and +27.9 ‰, indicating a wide range of contributing sources. The lower $\delta^{15}\text{N-NO}_3^-$ values were consistent with synthetic fertilizers and soil nitrogen, whereas higher values suggested inputs from manure or septic waste, as well as possible isotopic enrichment due to microbial processes, such as denitrification. The spatial distribution of isotopic signatures, when integrated with land-use data, revealed that agricultural areas are primarily associated with mixed fertilizer and soil-derived nitrate, while sites located near the local wastewater treatment plant (e.g., T_Lam) exhibited signatures indicative of organic waste inputs or enhanced biogeochemical processing. No basin-wide denitrification was observed, as indicated by the positive relationship between $\delta^{15}\text{N-NO}_3^-$ and NO_3^- -N values. However, localized conditions—particularly in low-flow or poorly oxygenated environments, such as the irrigation canal (e.g., Ard_Kanali), may favor nitrogen attenuation processes, including denitrification, which can modify isotopic signatures and reduce nitrate concentrations.

Overall, the integration of hydrochemical data, nitrate isotopes, and spatial analysis provided a preliminary understanding of nitrate dynamics in the SRB. The results demonstrated that nitrate pollution is primarily controlled by land-use patterns and point sources, with agricultural activities playing a dominant role, while localized redox conditions regulate transformation processes, such as denitrification. The strong spatial association between elevated nitrate levels and agricultural land use further highlights the role of farming practices as a primary driver of nitrogen enrichment in the basin.

This combined approach enables improved identification of pollution sources and critical zones within the basin. These preliminary findings are particularly relevant for water resource management, as they support the development of targeted mitigation strategies focused on high-risk agricultural areas and hydrologically sensitive zones. Future research should continue temporal monitoring and incorporate hydrological and source apportionment modeling to further refine the understanding of nitrogen transport pathways, source contributions, and seasonal variability. Such efforts will contribute to the sustainable management of water quality in Mediterranean river basins facing similar environmental pressures.

This work was funded by the EU Horizon project: ‘Demonstrating innovative pathways addressing water and soil pollution in the Mediterranean Agro-Hydro-System’ - Path4Med: <https://www.path4med.eu/>.



Towards the FAIR and Effective Use of UAV Data for Sustainable Environmental Monitoring: The contribution of the ACCELERATE Project

Petropoulos George P.1, Detsikas Spyridon E.1*, Polychronaki M. 1, Tselos G.-N.1,

Keywords: UAVs, ACCELERATE, Sustainability, FAIR policy, MSCA Staff Exchanges
Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are being increasingly used for capturing high - resolution, targeted images of earth's surface supporting the sustainable management of natural, agricultural, and urban environments. The growing availability of UAV platforms and the subsequent increase in UAV -derived data volume are creating new opportunities for environmental applications. However, the storage and provision of UAV imagery and their derived products remain challenging due to legal restrictions, or licensing issues limiting the broader uptake of UAV -based solutions in environmental monitoring. At the same time, existing repositories and relevant infrastructure are often fragmented, not only in terms of availability, but also regarding the methodologies, standards, and architectures used for developing such infrastructure.

To the best of our knowledge, no comprehensive work has yet been conducted that collectively provides an overview of the current status, implementation approaches, and practices adopted across existing UAV-related repositories and infrastructures. In this context, the present study aims to provide a state-of-the-art overview of the existing research infrastructure supporting UAV data sharing and reusability, with particular emphasis on platforms, repositories, practices, and policies that enable interoperable UAV data use in environmental monitoring applications. The analysis examines several key attributes, including platform type, spatial coverage, data access policies, licensing models, application domains, and metadata quality. Within this framework, the study also assesses the SoA regarding UAV data-sharing infrastructure across four main thematic areas - Agriculture, Coastal Litter, Cultural Heritage, and Air Quality- which constitute the core use cases of the ACCELERATE Project, funded by the European Union under the Marie Skłodowska -Curie Actions Staff Exchanges Programme.

Results of this study provide important insights into the current landscape of repositories and infrastructures for aerial platform data, while also highlighting persistent gaps in data accessibility, interoperability, metadata harmonization, and standardization practices. In doing so, the study contributes to the broader discussion on how UAV -based environmental monitoring can be better aligned with emerging European data and environmental policy frameworks, including the FAIR principles, thereby maximizing the scientific, operational, and societal value of UAV applications. Finally, the study highlights the specific contribution of the ACCELERATE Project toward advancing harmonized, interoperable, and reusable UAV data ecosystems for environmental monitoring.

The ACCELERATE Project aims to foster an interdisciplinary and intersectoral ecosystem for advancing UAV technologies in support of sustainable environmental management through the development of a dynamic data ecosystem, the promotion of methodological innovation, and the establishment of standardized guidelines and protocols. Overall, the project contributes to addressing a significant scientific and operational gap within the UAV community by promoting more standardized, accessible, and FAIR -oriented approaches for UAV data management and



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

reuse. Acknowledgements This study is supported by ACCELERATE research project which has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 101182930



Χωρική Ανάλυση Κίνησης Ζώων και Έντασης Βόσκησης με χρήση GPS υπό Σταθερές Αγρομετεωρολογικές Συνθήκες σε Μεσογειακό Υγροτοπικό Σύστημα

Αμπας Βασίλειος^{1*}, Ρουστέμης Δημήτρος², Παπούλια Ειρήνη¹, Αμπας Θεοχάρης³
¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων,
³Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Λέξεις Κλειδιά: γεωχωρική ανάλυση, δεδομένα GPS, χωρική κατανομή βόσκησης, συμπεριφορά ζώων, αγρομετεωρολογικές συνθήκες

Η εφαρμογή γεωχωρικών τεχνολογιών στα συστήματα εκτροφής ζώων προσφέρει νέες δυνατότητες για την ανάλυση της συμπεριφοράς των ζώων και των χωρικών προτύπων βόσκησης. Τα τελευταία χρόνια, η χρήση συστημάτων GPS έχει αναδειχθεί ως ένα σημαντικό εργαλείο για την παρακολούθηση της κίνησης των ζώων, επιτρέποντας τη συλλογή δεδομένων υψηλής χωροχρονικής ανάλυσης και υποστηρίζοντας τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης βοσκοτόπων.

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τη συμπεριφορά βόσκησης μέσω της ανάλυσης δεδομένων κίνησης που προέρχονται από GPS, σε ένα κοπάδι 25 βουβαλιών που βόσκουν σε μεσογειακό υγροτοπικό περιβάλλον στη Βόρεια Ελλάδα. Η μελέτη υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου NATMed, σε μια ετερογενή περιοχή που περιλαμβάνει υγρά λιβάδια και καλαμιώνες. Η ενεργή έκταση βόσκησης προσδιορίστηκε σε περίπου 65 στρέμματα, βάσει των δεδομένων GPS.

Οι θέσεις των ζώων καταγράφονταν ανά 30 λεπτά για χρονικό διάστημα πέντε μηνών (Ιούνιος–Οκτώβριος), επιτρέποντας την ανακατασκευή των τροχιών κίνησης και την εκτίμηση της χωρικής έντασης βόσκησης. Το σύνολο δεδομένων παρείχε λεπτομερή πληροφορία για τα πρότυπα δραστηριότητας των ζώων, επιτρέποντας τόσο χρονική όσο και χωρική ανάλυση.

Η χωρική ανάλυση των δεδομένων GPS ανέδειξε έντονη ετερογένεια στην κατανομή της βόσκησης. Μέσω ανάλυσης πυκνότητας (kernel density), προσδιορίστηκαν σαφείς «θερμές περιοχές» (hotspots), οι οποίες αντιστοιχούν σε επαναλαμβανόμενη χρήση συγκεκριμένων θέσεων από τα ζώα. Οι περιοχές αυτές υποδηλώνουν αυξημένη πίεση βόσκησης και αναδεικνύουν την ισχυρή χωρική οργάνωση της συμπεριφοράς των ζώων. Η διατήρηση των ίδιων περιοχών υψηλής δραστηριότητας καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου παρακολούθησης καταδεικνύει τον σημαντικό ρόλο της δομής του τοπίου.

Η ανάλυση της κίνησης έδειξε σταθερή ημερήσια μετακίνηση, με μέση τιμή περίπου 2.3 km ανά ζώο και περιορισμένη διακύμανση (1.8–2.9 km/ημέρα). Η συνολική μετακίνηση του κοπαδιού ξεπέρασε τα 3,000 km κατά τη διάρκεια της μελέτης, γεγονός που αντανάκλασε συνεχή και οργανωμένη δραστηριότητα βόσκησης. Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν ποσοτική τεκμηρίωση της δομημένης συμπεριφοράς βόσκησης στον χώρο και στον χρόνο.

Παρατηρήθηκε επίσης μία έντονη αιχμή στην ημερήσια μετακίνηση, η οποία αντιστοιχεί σε ένα ανώμαλο γεγονός που καταγράφηκε και επιτόπου, κατά το οποίο τα ζώα διασκορπίστηκαν προσωρινά και παρουσίασαν ασυνήθιστα υψηλή κινητικότητα. Το γεγονός αυτό αποτυπώθηκε με



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

σαφήνεια στα δεδομένα GPS, αναδεικνύοντας τη δυνατότητα των γεωχωρικών συστημάτων να καταγράφουν πραγματικές μεταβολές στη συμπεριφορά των ζώων.

Οι χρονικές τάσεις της κίνησης υποδεικνύουν σταδιακή αύξηση της δραστηριότητας μετά από μια αρχική περίοδο προσαρμογής, ακολουθούμενη από μείωση προς το τέλος της περιόδου παρακολούθησης. Το πρότυπο αυτό ενδέχεται να σχετίζεται με εποχικές μεταβολές, όπως αλλαγές στη θερμοκρασία, στη διάρκεια της ημέρας και στη διαθεσιμότητα της βλάστησης, παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά βόσκησης σε μεσογειακά οικοσυστήματα.

Οι αγρομετεωρολογικές συνθήκες κατά την περίοδο της μελέτης θεωρήθηκαν σχετικά σταθερές, επιτρέποντας την απομόνωση των χωρικών παραγόντων ως βασικών οδηγών της συμπεριφοράς βόσκησης. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η χωρική οργάνωση του τοπίου αποτελεί τον κύριο παράγοντα που καθορίζει τη δυναμική της βόσκησης.

Η συνδυασμένη χρήση δεδομένων GPS και γεωχωρικής ανάλυσης αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την κατανόηση της συμπεριφοράς των ζώων και τον εντοπισμό περιοχών αυξημένης πίεσης βόσκησης. Επιπλέον, η υψηλή χωρική συνέπεια που παρατηρήθηκε υποδεικνύει ότι μικρότερος αριθμός συσκευών GPS μπορεί να επαρκεί για την αναπαράσταση της συμπεριφοράς του κοπαδιού, ενισχύοντας την προοπτική οικονομικά αποδοτικών εφαρμογών.

Συνολικά, η μελέτη αναδεικνύει τη σημασία των γεωχωρικών τεχνολογιών για την ανάλυση συστημάτων βόσκησης και παρέχει πρακτικά εργαλεία για τη βελτίωση της διαχείρισης βοσκοτόπων και την υποστήριξη βιώσιμων πρακτικών σε μεσογειακά υγροτοπικά περιβάλλοντα.



ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ 3D ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΓΙΑ ΛΗΨΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΓΕΙΤΟΝΙΕΣ

Ανδρίτσου Δήμητρα*, Βαρδάκης Αλέξιος, Πότσιου Χρυσή

Ανδρίτσου Δήμητρα*, Βαρδάκης Αλέξιος, Πότσιου Χρυσή

Υποψήφια Διδάκτορας, Γεωπόνος, Καθηγήτρια, ΕΜΠ, ΣΑΤΜ, Αθήνα

Τρισδιάστατες Γεωχωρικές Υποδομές, Χώροι Αστικού Πρασίνου, Βιωσιμότητα, Ανοιχτά Δεδομένα

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πρώτη προσέγγιση για τη δημιουργία μίας προσεγγιστικής τρισδιάστατης γεωχωρικής υποδομής με σκοπό την υποστήριξη της λειτουργίας ενός ψηφιακού διδύμου (Digital Twin) μίας αστικής γειτονιάς για τη συνεχή παρακολούθηση και βιώσιμη διαχείριση χώρων αστικού πρασίνου, σε πραγματικό χρόνο. Η εργασία αποσκοπεί στη δημιουργία ενός ψηφιακού κέντρου ελέγχου που θα περιέχει τα ψηφιακά δίδυμα των κτιρίων και του πάρκου μίας αστικής γειτονιάς στην περιοχή του Χαλανδρίου, Αττικής. Η συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να συμβάλλει στην εύκολη, διαδραστική, συμμετοχική και συνεχή διαχείριση του αστικού πρασίνου, στον προληπτικό σχεδιασμό, στη δημιουργία προσομοιώσεων και στη βέλτιστη λήψη οικολογικών αποφάσεων.

Η εργασία, πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζει μία διαδικτυακή εφαρμογή τύπου SPA (Single Page Application) που βασίζεται σε μία client-based αρχιτεκτονική και λειτουργεί χωρίς backend στελέχωση ή Server. Κύριο στοιχείο της εφαρμογής είναι η προγραμματισμένη στρατηγική ελέγχου και λήψης αποφάσεων που στηρίζεται σε κανόνες που έχουν δημιουργηθεί με βάση εγχώρια και παγκόσμια πρότυπα βιωσιμότητας. Η παραπάνω rule

based λογική συμβάλει στη βέλτιστη διαχείριση του περιβαλλοντικού ισοζυγίου της γειτονιάς και του πάρκου. Η πρωτοτυπία της εργασίας αφορά στην αποκλειστική χρήση προγραμματισμού, κώδικα και open-source βιβλιοθηκών για τη δημιουργία του διαδικτυακού ψηφιακού διδύμου. Πιο συγκεκριμένα, ο κώδικας δημιουργείται με βάση τις γλώσσες HTML (Hyper Text Markup Language), JavaScript και CSS (Cascading Style Sheets) και είναι αποκλειστικά υπεύθυνος για όλες τις λειτουργίες του ψηφιακού κέντρου ελέγχου της εφαρμογής.

Η εργασία στηρίζεται σε μία προσεγγιστική μεθοδολογία χαμηλού κόστους η οποία αξιοποιεί ανοιχτά και δωρεάν γεωχωρικά, μετεωρολογικά και περιβαλλοντικά δεδομένα όπως και διαθέσιμες υπηρεσίες και υπάρχοντα ψηφιακά οικοσυστήματα. Λόγω του χαμηλού κόστους και του εύκολου τρόπου δόμησης η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να υιοθετηθεί εύκολα από διοικητικές υπηρεσίες καθώς προσαρμόζεται ανάλογα με τις τοπικές ανάγκες, τη διαθέσιμη τεχνολογική υποδομή και την ύπαρξη ανοιχτών γεωχωρικών δεδομένων. Η μεθοδολογία αφορά στη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των κτιρίων και του πάρκου της υπό μελέτη γειτονιάς, τη διασύνδεσή



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

τους με δεδομένα καιρού σε πραγματικό χρόνο, τον προγραμματισμό του κώδικα και τη σύνθεση της αυτοματοποιημένης λογικής λήψης αποφάσεων.

Για τη μοντελοποίηση καινούργιων κτιρίων, αξιοποιούνται τα ακριβή και αναλυτικά τοπογραφικά διαγράμματα και αρχιτεκτονικά σχέδια που είναι διαθέσιμα μέσω της ηλεκτρονικής ταυτότητας κτιρίου και του συστήματος “e-Πολοδομία”. Τα παλαιότερα κτίρια ψηφιοποιούνται προσεγγιστικά αλλά με ικανοποιητική ακρίβεια αξιοποιώντας ανοιχτά και διαθέσιμα δεδομένα όπως οι Ο/Φ (Ορθοφωτογραφίες) του ΕΚ (Εθνικού

Κτηματολογίου) και οι πλατφόρμες Google Earth Pro και Streetview. Τα δυσδιάστατα περιγράμματα των κτιρίων ψηφιοποιούνται στις Ο/Φ, ενώ οι πλατφόρμες Google Earth Pro και Streetview αξιοποιούνται για τη λήψη προσεγγιστικής υψομετρικής πληροφορίας, τη διεξαγωγή προσεγγιστικών μετρήσεων διαστάσεων των αρχιτεκτονικών στοιχείων και την επισκόπηση της υφής των κτιρίων. Παρόμοια δημιουργείται και το τρισδιάστατο μοντέλο του πάρκου το οποίο περιέχει πεζόδρομους, ποδηλατοδρόμους και χώρους πρασίνου. Συνεπώς με αυτό τον τρόπο δημιουργείται η απαραίτητη τρισδιάστατη γεωχωρική υποδομή της γειτονιάς.

Η τρισδιάστατη γεωχωρική υποδομή εμπλουτίζεται με το δημιουργημένο κώδικα για τη λήψη real-time περιβαλλοντικών δεδομένων μέσω API (Application Programming Interfaces), τη συνεχή τους ενημέρωση και την παρουσίασή τους σε δυναμικά διαγράμματα. Δημιουργούνται, επίσης, ειδικές προγραμματιστικές συναρτήσεις και παράμετροι στον κώδικα ώστε τα παραπάνω περιβαλλοντικά στοιχεία να υποστούν κατάλληλες μαθηματικές μετατροπές για τη δημιουργία live σεναρίων, προσομοιώσεων και προτάσεων βέλτιστης διαχείρισης του πάρκου.

Ως τελικό αποτέλεσμα, η διαδικτυακή εφαρμογή της εργασίας παρέχει μία κεντρική επιφάνεια διεπαφής (User Interface) η οποία περιλαμβάνει: 1) τα BIMs (Building Information Modelling) των τρισδιάστατων κτιριακών μοντέλων των κτιρίων (πολυκατοικιών και μονώροφων) της γειτονιάς, 2) το τρισδιάστατο μοντέλο του πάρκου με εκτάσεις πρασίνου στύλους ηλεκτροδότησης και δίκτυο ύδρευσης, 3) κτηματολογικά και ιδιοκτησιακά στοιχεία που αφορούν τις ιδιοκτησίες που περιέχονται εντός των BIMs των κτιρίων, 4) δεδομένα καιρού σε πραγματικό χρόνο όπως η θερμοκρασία, η ριπή ανέμου, η υγρασία και η ηλιακή ακτινοβολία, 5) δυναμικά διαγράμματα για τη συνεχή παρακολούθηση της βιωσιμότητας του πάρκου, 6) προτάσεις βιώσιμης διαχείρισης για το πάρκο με βάση τα παραπάνω περιβαλλοντικά δεδομένα, 7) επιπρόσθετες υπηρεσίες μέσω redirection buttons και embedded URLs (Uniform Source Locator) όπως την εισαγωγή του χαρτογραφικού ψηφιακού υποβάθρου του ΕΚ μέσω WMS (Web Map Service) και τη ζωντανή θέαση από την κάμερα του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού μέσω του Meteo.

Συνεπώς, η εργασία αποσκοπεί στην προσιτή, εύκολη και δίκαιη μεταμόρφωση των αστικών κέντρων σε έξυπνες πόλεις, δημιουργώντας ψηφιακές υποδομές που επαγγελματίες, διοικητικοί φορείς και πολίτες θα μπορούν εύκολα να αξιοποιήσουν συμβάλλοντας σε ριζικές ψηφιακές μεταρρυθμίσεις και στην καθιέρωση της βιώσιμης ανάπτυξης ώστε καμία γειτονιά να μην μείνει πίσω.



TOWARDS REAL-TIME DETECTION OF MACROPLASTICS ON RIVER SURFACES

Papadaki Christina^{1*}, Dimitriou Elias¹, Papadopoulos Anastasios¹, Frangoulis Constantin²

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

² Hellenic Centre for Marine Research Institute of Oceanography, Crete, Greece,

Key words: object detection, plastics, monitoring, real time

Abstract

Plastic pollution in river systems is a growing environmental concern, particularly in transboundary catchments where monitoring efforts are often limited. This study presents an AI-based detection framework designed for the automatic identification of floating macroplastics in rivers, aiming to support near-real-time monitoring of plastic transport dynamics. The proposed approach is applied in two tributaries of the Evros River, the Ardas and Erythropotamos rivers in northern Greece, which are characterized by hydrologically and morphologically dynamic systems influenced by varying flow conditions, seasonal variability, and anthropogenic pressures. The methodology is based on river surface video data collected under diverse environmental conditions, including different lighting, weather, and flow regimes. The video data are processed through systematic frame extraction, followed by careful selection of representative frames to ensure a balanced dataset covering a wide range of scene types and plastic morphologies. The selected frames are then annotated using bounding boxes labeling to identify floating plastic items, with particular attention to annotation consistency and the correction of ambiguous or edge cases. To improve model robustness and generalization, extensive data augmentation techniques are applied, including horizontal flipping, rotation within $\pm 10^\circ$, variations in saturation ($\pm 16\%$), brightness ($\pm 15\%$), exposure ($\pm 10\%$), Gaussian blur up to 2 pixels, and Salt-and-Pepper noise affecting up to 0.1% of pixels. The dataset is split into training (70%), validation (20%), and testing (10%) subsets to ensure robust evaluation and avoid overfitting. For automated detection, a YOLOv11 deep learning architecture is adopted due to its optimal balance between detection accuracy and computational efficiency, making it suitable for near-real-time applications. The model is initialized using transfer learning with weights pre-trained on the Common Objects in Context (COCO) dataset, a large-scale dataset for general object detection tasks, and fine-tuned on the river plastic dataset. During training, multiple hyperparameters, including learning rate, batch size, and number of epochs, are systematically optimized. Model performance is assessed using precision and recall metrics to ensure balanced detection capability and to minimize false positives and false negatives. The best-performing model is selected based on precision and recall, ensuring a balance between accurate detections and the ability to identify most plastic items. Results demonstrate that the proposed framework achieves reliable detection of floating macroplastics in unseen video frames across diverse environmental conditions, including different illumination and hydrodynamic contexts. The model exhibits strong robustness in complex river scenes, confirming its potential for operational monitoring applications. Overall, this study highlights the effectiveness of integrating computer



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

vision and deep learning techniques for environmental monitoring in riverine systems and provides a scalable framework for plastic pollution assessment in dynamic freshwater environments.

This work was partially supported by the LandSeaLot project. LandSeaLot has received funding from the European Union's Horizon Europe Framework Programme for Research and Innovation under Grant Agreement No. 101134575.



ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Ποντικάκος Κωνσταντίνος^{*1}, Περδίκης Διονύσιος²

1. Υποψήφιος Διδάκτωρ στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα
2. Καθηγητής στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα.

*Ποντικάκος Κωνσταντίνος: email: kostasp98@gmail.com, τηλ.: ++30 210 529 4568

Λέξεις κλειδιά: ψηφιοποίηση δένδρων, ανάλυση εικόνας, ολοκληρωμένη αντιμετώπιση (IPM), φυτοπροστασία.

Η ψηφιοποίηση και χαρτογράφηση δενδροκαλλιιεργειών, όπως οπωρώνων και ελαιώνων αποτελεί προϋπόθεση για την αποδοτική διαχείριση τόσο της παρακολούθησης του εντομολογικού προβλήματος, όσο και της εφαρμογής των φυτοπροστατευτικών επεμβάσεων. Παρά τη διαθεσιμότητα σύγχρονων τεχνολογιών μηχανικής μάθησης, η αυτόματη ψηφιοποίηση μεμονωμένων δέντρων από δορυφορικές εικόνες χαμηλής και μέσης ανάλυσης παραμένει μια πρόκληση, ιδίως όταν απαιτείται απλότητα στη χρήση και μικρές ανάγκες σε υπολογιστική ισχύ, ενώ παράλληλα υπάρχει αδυναμία εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε την ανάπτυξη μεθοδολογίας αυτόματης ψηφιοποίησης αγροκτημάτων με δενδροκαλλιέργειες, η οποία βασίζεται σε τεχνικές ανάλυσης χρωματικής πληροφορίας και ομαδοποίησης χωρικών δεδομένων, εφαρμόσιμη άμεσα σε περιβάλλοντα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΓΠΣ), χωρίς ανάγκη σύνδεσης στο διαδίκτυο ή εξειδικευμένης υπολογιστικής ισχύος. Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόζεται σε δορυφορικές εικόνες (raster) σχετικά χαμηλής ανάλυσης και δεν απαιτεί εκπαίδευση με προϋπάρχοντα δεδομένα (training data), εξαιρετικά υψηλή υπολογιστική ισχύ ή σύνδεση στο Διαδίκτυο. Η λειτουργία της βασίζεται στη χρωματική διαφοροποίηση μεταξύ εδάφους και κόμης των δέντρων, η οποία παρατηρείται τυπικά στις δορυφορικές εικόνες αγροκτημάτων με δενδροκαλλιέργειες.

Η μεθοδολογία ψηφιοποίησης των δένδρων ενός ή περισσότερων αγροκτημάτων περιλαμβάνει τους χειρισμούς του χρήστη και τα βήματα του αλγορίθμου της αναγνώρισης και ψηφιοποίησης της κόμης και της δημιουργίας της γεωβάσης. Αρχικά, ο χρήστης επιλέγει μέσω πολυγώνου χαρακτηριστικά δέντρα του αγροκτήματος ή ορίζει απευθείας τα χρωματικά όρια της κόμης, και στη συνέχεια οριοθετεί την περιοχή ενδιαφέροντος μέσω πολυγώνου, εισάγοντας παράλληλα



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

παράμετρο που καθορίζει τον επιθυμητό βαθμό ανάλυσης της επεξεργασίας. Ο αλγόριθμος προσδιορίζει αυτόματα τη χρωματική κλίμακα από τα επιλεγμένα δέντρα ή αξιοποιεί τα χρωματικά όρια που δόθηκαν από τον χρήστη, και δημιουργεί σημειακό γεωχωρικό επίπεδο ως δειγματοληπτικό σύνολο εικονοστοιχείων (pixels) της δορυφορικής εικόνας εντός της επιλεγμένης περιοχής, με αποτύπωση των χρωματικών τιμών τους. Στη συνέχεια πραγματοποιείται ομαδοποίηση (clustering) των σημείων βάσει ομοιότητας χρωματικών τιμών, όπου οι συστάδες που αντιστοιχούν στην κόμη των δέντρων μετατρέπονται σε πολυγωνικό γεωχωρικό επίπεδο. Τέλος, υπολογίζεται η επιφάνεια και η περίμετρος κάθε πολυγώνου κόμης και δημιουργείται σημειακό επίπεδο με τα γεωμετρικά κέντρα των πολυγώνων που αντιστοιχούν στις θέσεις των δέντρων. Τα αποτελέσματα της ψηφιοποίησης περιλαμβάνουν σημειακό γεωχωρικό επίπεδο με τις θέσεις των δέντρων, πολυγωνικό γεωχωρικό επίπεδο ορίων κόμης, καθώς και ποσοτικά δεδομένα επιφάνειας και περιμέτρου κόμης ανά δέντρο, ενταγμένα σε γεωβάση για χρήση σε περιβάλλον ΓΠΣ.

Η γεωβάση που δημιουργείται μπορεί να αποτελέσει βάση για ευρύ φάσμα εφαρμογών στη διαχείριση των δενδροκαλλιεργειών. Στην περίπτωση της παρακολούθησης των εντόμων, επιτρέπει τον σχεδιασμό βέλτιστου δικτύου παγίδων με βάση την κατανομή των δέντρων και την εκτίμηση της πυκνότητας παρακολούθησης. Παράλληλα, δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού της απαιτούμενης ποσότητας ψεκαστικού διαλύματος βάσει της συνολικής επιφάνειας της κόμης των δένδρων, καθώς και τη δημιουργία χαρτών πληθυσμού και επικινδυνότητας των εντόμων μέσω συνδυασμού δεδομένων παγίδων και κατανομής δέντρων. Επιπλέον, η ενσωμάτωσή της σε συστήματα υπηρεσιών θέσης (ΣΥΘ) ή συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (ΣΕΠ) επιτρέπει την καθοδήγηση στοχευμένων ψεκασμών, ενώ παράλληλα υποστηρίζει την ιχνηλασιμότητα και αξιολόγηση των φυτοπροστατευτικών επεμβάσεων μέσω χωρικής ανάλυσης.

Η αναπτυχθείσα μεθοδολογία προσφέρει μια πρακτική και προσιτή λύση για την αυτόματη χαρτογράφηση δενδροκαλλιεργειών και την καταμέτρηση των δένδρων, χωρίς να απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις μηχανικής μάθησης ή πρόσβαση σε υψηλής ανάλυσης δεδομένα. Η απουσία ανάγκης για εκπαίδευση μοντέλου, η λειτουργία εκτός σύνδεσης και η χαμηλή υπολογιστική απαίτηση καθιστούν τη μέθοδο ιδιαίτερα κατάλληλη για χρήση από αγρότες ή φορείς που δεν διαθέτουν εξειδικευμένη υποδομή. Η ενσωμάτωση της μεθοδολογίας σε ΓΠΣ επιτρέπει την άμεση αξιοποίηση των παραγόμενων γεωχωρικών δεδομένων για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης εντομολογικών προβλημάτων και φυτοπροστατευτικών επεμβάσεων, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της παραγωγής των καλλιεργειών.



ΓΕΩΧΩΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΣΥΛΛΗΨΕΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΑΡΡΟΪΚΟΥ ΠΥΡΕΤΟΥ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΖΩΝΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ

**Ποντικάκος Κωνσταντίνος*¹, Φράγκου Αργυρώ², Περδίκης Διονύσιος³, Ευθυμίου
Κωνσταντίνος⁴, Τσάλου Ειρήνη⁵**

1. Υποψήφιος Διδάκτωρ στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα, Προϊστάμενος της Διεύθυνσης Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Περιφερειακής Ενότητας Δυτικού Τομέα Αθηνών (ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών), Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω
2. Αν. Προϊσταμένη Τμήματος Κτηνιατρικής Αντίληψης, Φαρμακοεπαγρύπνησης και Ελέγχων, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω
3. Καθηγητής στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα
4. Προϊστάμενος Τμήματος Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω
5. Αν. Προϊσταμένη Τμήματος Υγείας Ζώων, ΔΑΟΚ Π.Ε. ΔΤ Αθηνών, Περιφέρειας Αττικής, Ιερά οδός 294, Τ.Κ. 122 43, Αιγάλεω

*Ποντικάκος Κωνσταντίνος: email: kostasp98@gmail.com, τηλ.: ++30 210 529 4568

Λέξεις κλειδιά: Ο καταρροϊκός πυρετός, έντομα φορείς, γεωχωρικό σύστημα, ζώνες προστασίας και επιτήρησης.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Οι ζωνοδόσοι αποτελούν από τις σημαντικότερες απειλές για τη σύγχρονη κτηνοτροφία, με σοβαρές επιπτώσεις τόσο στην αγροτική οικονομία όσο και το εμπόριο προϊόντων ζωικής προέλευσης. Ο καταρροϊκός πυρετός (Bluetongue disease) είναι μια σημαντική ιογενής νόσος των μηρυκαστικών, που προκαλείται από RNA ιό (BTV) της οικογένειας *Reoviridae* και του γένους *Orbivirus* και μεταδίδεται μέσω αιματοφάγων εντόμων του γένους *Culicoides*, τα οποία αποτελούν βιολογικούς φορείς του ιού. Ο ιός μολύνει πρόβατα, βοοειδή, αίγες και άλλα μηρυκαστικά, ωστόσο τα πρόβατα εμφανίζουν τα πιο σοβαρά κλινικά συμπτώματα. Η έγκαιρη λήψη αποφάσεων, ο αποτελεσματικός συντονισμός των αρμόδιων φορέων και η ορθολογική χωρική διαχείριση του καταρροϊκού πυρετού αποτελούν σημαντικά σημεία για τη διαχείριση και αντιμετώπιση της ζωνοδόσου και των επιπτώσεων της. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία παρουσιάζει την ανάπτυξη ενός γεωχωρικού συστήματος αποτύπωσης και καταγραφής των συλλήψεων των εντόμων φορέων και δημιουργίας των ζωνών προστασίας και επιτήρησης, που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει τους αρμόδιους φορείς (κτηνιατρικές υπηρεσίες, αστυνομία, πολιτική προστασία, τοπική διοίκηση) στην εφαρμογή των Σχεδίων Έκτακτης Ανάγκης (ΣΕΑ) για την αντιμετώπιση του καταρροϊκού πυρετού.

Η διαχείριση των εντόμων φορέων του ιού αποτελεί καθοριστικό σημείο ή στοιχείο/παράμετρο για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της νόσου. Τα έντομα μολύνονται όταν τραφούν με αίμα ζώων που βρίσκονται σε φάση ιαιμίας και παραμένουν μολυσμένα σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, μεταδίδοντας τον ιό σε επόμενα ζώα. Τα πρόβατα εμφανίζουν τα πιο σοβαρά κλινικά συμπτώματα, ενώ τα βοοειδή και οι αίγες συνήθως νοσούν ηπιότερα, αλλά λειτουργούν ως δεξαμενές του ιού λόγω της παρατεταμένης ιαιμίας. Η επιδημιολογία της νόσου επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς και κλιματικούς παράγοντες, καθώς τα έντομα *Culicoides* αναπτύσσονται σε υγρές περιοχές με στάσιμα νερά. Αν και μετακινούνται σε μικρές αποστάσεις, μπορούν να μεταφερθούν με τον άνεμο σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις. Για την επιβίωση των εντόμων και τη δραστηριότητά τους καθοριστικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία. Για τον έλεγχο της νόσου εφαρμόζονται μέτρα σε καθορισμένες ζώνες προστασίας και επιτήρησης. Συγκεκριμένα, για τον καθορισμό των ζωνών λαμβάνονται υπόψη οι εστίες προσβεβλημένων κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, οι μετεωρολογικές, διοικητικές και επιζωοτιολογικές συνθήκες, καθώς και η δομή και η φύση των μέτρων που εφαρμόζονται, ενώ συνεκτιμώνται και τα αποτελέσματα των ελέγχων σχετικά με τη δραστηριότητα των εντόμων-φορέων.

Το γεωχωρικό σύστημα υλοποιήθηκε σε διαδικτυακό περιβάλλον GIS, αξιοποιώντας χωρικά δεδομένα (διοικητικά όρια, οδικό δίκτυο) και διαδικτυακές υπηρεσίες και δυνατότητες. Η λειτουργικότητα του συστήματος είναι προσβάσιμη τόσο μέσω Η/Υ όσο και μέσω κινητών συσκευών (tablet, smartphone). Το σύστημα ενσωματώνει αυτοματοποιημένες μεθόδους χωρικής ανάλυσης για τη δημιουργία των απαραίτητων θεματικών επιπέδων, όπως η αποτύπωση κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, καθώς και ο καθορισμός ζωνών προστασίας και επιτήρησης, εξασφαλίζοντας ακρίβεια και ενιαία επιχειρησιακή εικόνα για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Επιτρέπει την άμεση γεωχωρική αποτύπωση των θετικών στον ιό εκμεταλλεύσεων και διαθέτει εργαλεία για τη διευκόλυνση της εφαρμογής των προβλεπόμενων ενεργειών σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και την εκτίμηση των επιδημιολογικών δεδομένων. Παράλληλα, δίνει τη



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

δυνατότητα αποτύπωσης των συλλήψεων των εντόμων, παρέχοντας ένα συνεργατικό εργαλείο μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων για την ορθή καταχώριση της διασποράς των εντόμων φορέων του ιού, το οποίο επιτρέπει τη συνδυαστική ανάλυση των μολύνσεων του ιού και της εξάπλωσης των εντόμων φορέων. Με τον τρόπο αυτό το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να λειτουργήσει ως κόμβος επικοινωνίας και συντονισμού, προσφέροντας άμεση εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας και βελτιστοποιώντας τη διαχείριση υλικών και πόρων. Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών μειώνει κατά πολύ τον χρόνο εφαρμογής των μέτρων, τον επιχειρησιακό φόρτο και τα πιθανά σφάλματα, ενώ η παροχή ποσοτικών και ποιοτικών αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων.

Το προτεινόμενο σύστημα θα μπορούσε να αποτελέσει διαδικτυακό κόμβο εφαρμογής των μέτρων που προβλέπονται στα ΣΕΑ, αλλά και ανάλυσης και περαιτέρω κατανόησης του ρόλου των εντόμων φορέων στη διάδοση του καταρροϊκού πυρετού, ενισχύοντας την ετοιμότητα και τον συντονισμό των αρμόδιων αρχών και συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό στην αποτελεσματικότερη διαχείρισή του καταρροϊκού πυρετού.

Κουρέτας Αθανάσιος, Χαλκιάς Χρίστος, Φάκα Αντιγόνη

Το αναρτημένο υλικό είναι διαθέσιμο σε μορφή εικόνας και ενσωματώνεται στο τεύχος όπως υποβλήθηκε.

125



ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ UAV - DRONES ΣΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΑΚΟΚΤΟΝΙΑ

Ανδρέας Ρούσσος*¹, Κωνσταντίνος Ποντικάκος², Διονύσιος Περδίκης³

1. Μεταπτυχιακός Φοιτητής, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
2. Υποψήφιος Διδάκτωρ στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
3. Καθηγητής, Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα

Ανδρέας Ρούσσος: e-mail andreasroussos@yahoo.com τηλ.: 6983623582

Λέξεις-κλειδιά: δάκος, UAV, γεωργία ακριβείας, φυτοπροστασία

Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) είναι ο σοβαρότερος εχθρός της ελιάς που ζημιώνει σημαντικά την παραγωγικότητα της καλλιέργειας καθώς και την ποιότητα του ελαιολάδου και της επιτραπέζιας ελιάς. Ο έλεγχος του εντόμου στηρίζεται κυρίως σε εφαρμογές ψεκασμών με βάση επιτόπιες καταμετρήσεις σε παγίδες και με δειγματοληψίες. Για το λόγο αυτό αναπτύσσονται καινοτόμα συστήματα απομακρυσμένης παρακολούθησης του δακοποληθυσμού όπως ηλεκτρονικές δακοπαγίδες και συστήματα λήψης απόφασης. Ωστόσο η υλοποίησή τους εξακολουθεί να απαιτεί επισκέψεις στον ελαιώνα για ορισμένες ενέργειες όπως η εκτίμηση του ποσοστού καρποφορίας των ελαιοδένδρων που χρησιμεύει στην επιλογή της μεθόδου αντιμετώπισης και στη λήψη αποφάσεων όπως και η εκτίμηση της προσβολής των καρπών από τον δάκο για τη λήψη απόφασης για ψεκασμό.

Στο πλαίσιο της γεωργίας ακριβείας, η αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως τα συστήματα μη επανδρωμένα αεροσκαφών (UAV) μπορούν να βοηθήσουν στην συλλογή δεδομένων υψηλής χωρικής και χρονικής ανάλυσης. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν τη συστηματική και ταχεία αποτύπωση της κατάστασης των καλλιεργειών, συμβάλλοντας στη βελτίωση της παρακολούθησης και στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων αποφεύγοντας τις επιτόπιες επισκέψεις. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης UAV για την εκτίμηση του φορτίου των δένδρων και της έντασης προσβολής του ελαιοκάρπου από τον δάκο. Η ανάλυση βασίστηκε σε εναέριες φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης 4K (8064x6048 και 4032x2268) με χρήση RGB κάμερας και στη σύγκριση των δεδομένων από την εναέρια παρατήρηση με αυτά από επιτόπιες μετρήσεις. Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε έναν ελαιώνα ποικιλίας «Μανάκι» και έναν ποικιλίας «Κορωνέικη» στην περιοχή της Δυτικής Αττικής (Δήμος Μεγαρέων). Πραγματοποιήθηκε από αέρος καταγραφή του φορτίου επιλεγμένων δένδρων του εκάστοτε ελαιώνα. Οι πτήσεις UAV εκτελέστηκαν σε έξι επαναλήψεις, από 10 ίδια κάθε φορά δένδρα, στο χρονικό διάστημα από



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ιούλιο έως τον Οκτώβριο, καλύπτοντας όλη την περίοδο αύξησης του μεγέθους του καρπού. Σε κάθε πτήση λήφθηκαν φωτογραφίες από σταθερό ύψος 5- 5,5 m, υπό γωνία λήψης 45° με συνθήκες αγρού, από τις τέσσερις πλευρές του ορίζοντα και από την κάτοψη κάθε δένδρου, ώστε να διασφαλιστεί η συγκρισιμότητα των δεδομένων μεταξύ των χρονικών στιγμών. Η λήψη των εικόνων πραγματοποιήθηκε με τρόπο που να καλύπτει πλήρως την κόμη του δέντρου, επιτρέποντας την οπτική εκτίμηση της καρποφορίας. Τα δεδομένα συγκρίθηκαν με τα δεδομένα της μετέπειτα επιτόπιας καταγραφής του φορτίου κάθε πλευράς κάθε δένδρου ανά επανάληψη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην ποικιλία «Μανάκι» υπήρξαν σχετικά μικρές διαφορές της τάξεως του 10% ± μεταξύ της επιτόπιας εκτίμησης με την εικονική απεικόνιση από το UAV, διαφορά που μειωνόταν όσο οι καρποί μεγάλωναν σε μέγεθος. Ενώ στην ποικιλία «Κορωνέικη» λόγω του μικρού μεγέθους των καρπών της και της πλούσιας φυλλικής επιφάνειας διαπιστώθηκε υποεκτίμηση της τάξης του 10-30% από την πραγματική καρποφορία. Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκε λήψη εικόνων με UAV προσβεβλημένων καρπών σε κλάδους ελιάς ποικιλίας Μανάκι και Μεγαρίτικη σε σαράντα τυχαία επιλεγμένα δένδρα σε πέντε διαδοχικές ημερομηνίες από τα τέλη Σεπτεμβρίου έως μέσα Οκτωβρίου και εκτιμήθηκε ο αριθμός των προσβεβλημένων καρπών ανά κλάδο. Κατόπιν πραγματοποιούνταν επιτόπιοι έλεγχοι για την καταγραφή του αριθμού των καρπών με προσβολή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σαφής συσχέτιση μεταξύ της επιτόπιας και της εναέριας εκτίμησης της προσβολής. Συγκεκριμένα, η επιτόπια παρατήρηση κατέγραψε μεγαλύτερο αριθμό προσβεβλημένων καρπών κατά ~30%, κυρίως λόγω απόκρυψης τμημάτων των καρπών από την κόμη. Ωστόσο, παρατηρήθηκε ικανοποιητικός βαθμός ορθής εκτίμησης, ιδιαίτερα σε δένδρα με υψηλή ή εμφανή προσβολή. Κατά τον Νοέμβριο κλάδοι με προσβεβλημένους καρπούς σε δεκαεννέα δένδρα ελιάς εντός του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών φωτογραφήθηκαν από διαφορετικές κατευθύνσεις (βόρεια, νότια, ανατολικά και δυτικά) με χρήση UAV σε ευθεία κλίση. Στις εικόνες σημειώθηκαν οι καρποί που θεωρούνταν προσβεβλημένοι οι οποίοι κατηγοριοποιήθηκαν και αριθμήθηκαν. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες επισκέψεις εντός λίγων ημερών, οπότε μπροστά από κάθε κλάδο καταγράφηκε εάν οι καρποί είχαν ή όχι προσβολή και σε ποιο στάδιο, για σύγκριση με την εκτίμηση από τις φωτογραφίες του UAV. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εκτίμηση μέσω των εναέριων εικόνων παρουσίασε ικανοποιητική ακρίβεια ως προς τον εντοπισμό εμφανών προσβολών, ιδιαίτερα προχωρημένων σταδίων ανάπτυξης του δάκου (rupalium ή έξοδος). Συνολικά, η μέθοδος εμφάνισε καλή ικανότητα αναγνώρισης των έντονων προσβολών σε σύγκριση με το προηγούμενο πείραμα (φωτογραφίες με κλίση 45°).

Συνολικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η χρήση UAV αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την καταγραφή του φορτίου και την παρακολούθηση της προσβολής του δάκου.



Υπηρεσία Εκτίμησης Εδαφικής Υγρασίας με Συνδυασμό Δεδομένων Sentinel-1 και Sentinel-2 στο Πλαίσιο του Εθνικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων

**Δοσιάδης Ευάγγελος*, Καλύβας Διονύσιος, Σούλης Κωνσταντίνος, Γεροντίδης Στυλιανός,
Σταυρόπουλος Αλέξανδρος, Τσουβαλάς Δημήτριος, Νικητάκης Ευάγγελος**

Ερευνητική Μονάδα GIS, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Αξιοποίησης
Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

*dosiadis@aua.gr

Λέξεις κλειδιά: Εδαφική υγρασία, Τηλεπισκόπηση, Sentinel-1, Sentinel-2, Μηχανική μάθηση

Η ακριβής και χωρικά συνεχής εκτίμηση της εδαφικής υγρασίας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη βιώσιμη γεωργία, τη διαχείριση υδατικών πόρων και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια επιχειρησιακή υπηρεσία εκτίμησης επιφανειακής εδαφικής υγρασίας, η οποία αναπτύσσεται στο πλαίσιο της Αγροτικής Υπηρεσίας του Άξονα 3 του Εθνικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων, υπό την καθοδήγηση της ESA.

Η υπηρεσία βασίζεται στη συνδυαστική αξιοποίηση δεδομένων τηλεπισκόπησης από τους δορυφόρους Sentinel-1 και Sentinel-2, εκμεταλλευόμενη τα πλεονεκτήματα τόσο των δεδομένων ραντάρ (SAR) όσο και των οπτικών παρατηρήσεων. Η μεθοδολογική προσέγγιση είναι υβριδική: αρχικά εφαρμόζεται το Water Cloud Model (WCM) για τη μοντελοποίηση και διόρθωση της επίδρασης της βλάστησης στο σήμα οπισθοσκέδασης, αξιοποιώντας δείκτες βλάστησης όπως ο NDVI. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται αλγόριθμος μηχανικής μάθησης (Random Forest), ο οποίος ενσωματώνει πολλαπλές μεταβλητές εισόδου, όπως χαρακτηριστικά εδαφική οπισθοσκέδαση, δείκτες βλάστησης και τοπογραφικά δεδομένα, για την εκτίμηση της εδαφικής υγρασίας.

Στο πλαίσιο του έργου, αναπτύχθηκε και εγκαταστάθηκε από την ερευνητική ομάδα δίκτυο επιτόπιων σταθμών μέτρησης εδαφικής υγρασίας, καθώς και μεθοδολογία βέλτιστης χωροθέτησής τους, με στόχο την αντιπροσωπευτική κάλυψη διαφορετικών εδαφικών τύπων, καλλιεργειών και μικροκλιματικών συνθηκών. Τα δεδομένα του δικτύου αξιοποιούνται για την εκπαίδευση και επικύρωση του μοντέλου, ενισχύοντας την αξιοπιστία και τη δυνατότητα γενίκευσης των εκτιμήσεων.

Η επεξεργασία υλοποιείται μέσω αυτοματοποιημένης ροής εργασίας, επιτρέποντας τη διαχείριση πολυχρονικών δεδομένων και την επιχειρησιακή παραγωγή χαρτών εδαφικής υγρασίας υψηλής χωρικής και χρονικής ανάλυσης σε εθνική κλίμακα. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν υψηλή ακρίβεια και σταθερή απόδοση σε διαφορετικά περιβάλλοντα.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία, υποστηρίζοντας την επιχειρησιακή εφαρμογή της υπηρεσίας σε εθνική κλίμακα. Η υπηρεσία μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτιστοποίηση της άρδευσης, την έγκαιρη ανίχνευση ξηρασίας και τη λήψη αποφάσεων στον αγροτικό τομέα.



ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΟΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Δοσιάδης Ευάγγελος*, Καλύβας Διονύσιος, Σούλης Κωνσταντίνος, Γεροντίδης Στυλιανός

Ερευνητική Μονάδα GIS, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήμα Ανάπτυξης
Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

*dosiadis@aua.gr

Λέξεις κλειδιά: Εδαφική υγρασία, Τηλεπισκόπηση, Sentinel-1, Sentinel-2, Μηχανική μάθηση

Η ακριβής και χωρικά συνεχής εκτίμηση της εδαφικής υγρασίας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη βιώσιμη γεωργία, τη διαχείριση των υδατικών πόρων και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Η εδαφική υγρασία επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη των καλλιεργειών, την αποδοτικότητα της άρδευσης, την παραγωγικότητα των αγροτικών εκτάσεων και τη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων, ενώ παράλληλα συνδέεται με φαινόμενα όπως η ξηρασία, η υποβάθμιση του εδάφους και οι ακραίες κλιματικές συνθήκες. Ωστόσο, η παρακολούθησή της με συμβατικές επίγειες μεθόδους παρουσιάζει σημαντικούς περιορισμούς, καθώς οι επιτόπιες μετρήσεις παρέχουν σημειακή πληροφορία και δεν μπορούν να αποδώσουν τη χωρική μεταβλητότητα της παραμέτρου σε μεγάλες εκτάσεις. Για τον λόγο αυτό, η αξιοποίηση δεδομένων τηλεπισκόπησης και σύγχρονων μεθοδολογιών επεξεργασίας αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική προσέγγιση για την επιχειρησιακή παρακολούθηση της εδαφικής υγρασίας σε εθνική κλίμακα.

Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύσσεται μια επιχειρησιακή υπηρεσία εκτίμησης επιφανειακής εδαφικής υγρασίας, ενταγμένη στην Αγροτική Υπηρεσία του Άξονα 3 του Εθνικού Προγράμματος Μικροδορυφόρων, υπό την καθοδήγηση της ESA. Η υπηρεσία στοχεύει στην παραγωγή αξιόπιστων και υψηλής ανάλυσης χαρτών εδαφικής υγρασίας για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας, με δυνατότητα συστηματικής ενημέρωσης και επιχειρησιακής αξιοποίησης από φορείς, οργανισμούς και χρήστες του αγροτικού τομέα. Η ανάπτυξη της υπηρεσίας βασίζεται στη συνδυαστική αξιοποίηση δορυφορικών δεδομένων Sentinel-1 και Sentinel-2 του προγράμματος Copernicus, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα τόσο των δεδομένων ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (SAR) όσο και των οπτικών πολυφασματικών παρατηρήσεων.

Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθείται είναι υβριδική και συνδυάζει φυσικά μοντέλα με τεχνικές μηχανικής μάθησης. Αρχικά εφαρμόζεται το Water Cloud Model (WCM), το οποίο χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση και τη μερική απομάκρυνση της επίδρασης της βλάστησης στο σήμα οπισθοσκέδασης του Sentinel-1. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς η παρουσία βλάστησης επηρεάζει σημαντικά την αλληλεπίδραση του ραντάρ με το έδαφος και συνεπώς την εκτίμηση της εδαφικής υγρασίας. Για την εφαρμογή του μοντέλου αξιοποιούνται δείκτες βλάστησης, όπως ο NDVI, οι οποίοι εξάγονται από δεδομένα Sentinel-2 και παρέχουν πληροφορία για την πυκνότητα και την κατάσταση της φυτοκάλυψης. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται αλγόριθμος μηχανικής μάθησης Random Forest, ο οποίος ενσωματώνει πολλαπλές μεταβλητές εισόδου, όπως χαρακτηριστικά οπισθοσκέδασης, δείκτες βλάστησης, τοπογραφικά



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

δεδομένα και χωροχρονικά χαρακτηριστικά, προκειμένου να παραχθούν εκτιμήσεις εδαφικής υγρασίας με αυξημένη ακρίβεια και δυνατότητα γενίκευσης σε διαφορετικές συνθήκες.

Για την υποστήριξη της ανάπτυξης και αξιολόγησης της υπηρεσίας, αναπτύχθηκε και εγκαταστάθηκε από την ερευνητική ομάδα δίκτυο επιτόπιων σταθμών μέτρησης εδαφικής υγρασίας. Παράλληλα, σχεδιάστηκε μεθοδολογία βέλτιστης χωροθέτησης των σταθμών, με στόχο την αντιπροσωπευτική κάλυψη διαφορετικών εδαφικών τύπων, καλλιεργειών, μορφολογικών χαρακτηριστικών και μικροκλιματικών συνθηκών. Τα επιτόπια δεδομένα χρησιμοποιούνται τόσο για την εκπαίδευση όσο και για την επικύρωση των μοντέλων, συμβάλλοντας ουσιαστικά στη βελτίωση της αξιοπιστίας των εκτιμήσεων και στη μείωση της αβεβαιότητας. Η ενσωμάτωση πραγματικών μετρήσεων πεδίου επιτρέπει επίσης την αξιολόγηση της απόδοσης της μεθοδολογίας σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και γεωγραφικές περιοχές.

Η επεξεργασία των δεδομένων υλοποιείται μέσω αυτοματοποιημένης ροής εργασίας, η οποία επιτρέπει τη διαχείριση μεγάλου όγκου πολυχρονικών δορυφορικών δεδομένων και την επιχειρησιακή παραγωγή χαρτών εδαφικής υγρασίας υψηλής χωρικής και χρονικής ανάλυσης. Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας καθιστά εφικτή τη συστηματική ενημέρωση της υπηρεσίας και τη μελλοντική ενσωμάτωσή της σε επιχειρησιακές πλατφόρμες γεωπληροφορικής και υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής καταδεικνύουν υψηλή ακρίβεια, σταθερή απόδοση και ικανοποιητική δυνατότητα γενίκευσης σε διαφορετικά περιβάλλοντα και τύπους καλλιεργειών, επιβεβαιώνοντας τη δυναμική της προτεινόμενης προσέγγισης.

Η υπηρεσία μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτιστοποίηση της άρδευσης, στην έγκαιρη ανίχνευση και παρακολούθηση φαινομένων ξηρασίας, καθώς και στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων στον αγροτικό τομέα. Επιπλέον, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων, την ενίσχυση της ανθεκτικότητας της γεωργίας απέναντι στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και την υποστήριξη εφαρμογών γεωργίας ακριβείας σε εθνική κλίμακα.



Ανάπτυξη Διαδικτυακής Εφαρμογής για τη Διαχρονική Παρακολούθηση Αγροτεμαχίων με τη χρήση του Google Earth Engine

**Παπανικολάου Κωνσταντίνος, Καλύβας Διονύσιος*, Νικητάκης Ευάγγελος, Δοσιάδης
Ευάγγελος, Γεροντίδης Στυλιανός, Σούλης Κωνσταντίνος**

Ερευνητική Μονάδα GIS, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας,

Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής,

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

*kalivas@aua.gr

Λέξεις κλειδιά: Γεωργία Ακριβείας, Τηλεπισκοπικοί Δείκτες βλάστησης, WebApp, GEE

Η παρούσα καινοτόμος εφαρμογή έχει αναπτυχθεί στο υπολογιστικό περιβάλλον του Google Earth Engine (GEE) με σκοπό την αποτελεσματική εξυπηρέτηση των σύγχρονων αναγκών της Γεωργίας Ακριβείας. Κύριο αντικείμενο του συστήματος αποτελεί η παρακολούθηση των καλλιεργειών σε πραγματικό χρόνο, στοχεύοντας στη βελτιστοποίηση της αγροτικής παραγωγής, την έγκαιρη ανίχνευση του στρες των φυτών, καθώς και την ακριβή καταγραφή των φαινολογικών τους σταδίων. Η εφαρμογή αυτή σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε αρχικά για την υποστήριξη συγκεκριμένων αγροτεμαχίων με καλλιέργειες ακτινιδίων και βερίκοκων στην περιοχή της Κατερίνης, τα οποία παραχωρήθηκαν για τον σκοπό αυτό από την Ομάδα Παραγωγών ΠΕΣΚΟ.

Η μεθοδολογική προσέγγιση και η αρχιτεκτονική ροή της εφαρμογής βασίζονται σε τέσσερα θεμελιώδη στάδια επεξεργασίας. Αρχικά, πραγματοποιείται αυτοματοποιημένη ανάκτηση δορυφορικών δεδομένων υψηλής ανάλυσης από τις αποστολές Sentinel-2. Στη συνέχεια, τα δεδομένα αυτά υποβάλλονται σε αυτόματη αφαίρεση νεφών και προ-επεξεργασία μέσω εξειδικευμένων σεναρίων κώδικα (scripts) στο περιβάλλον GEE, εφαρμόζοντας αυστηρά κριτήρια επιλογής που περιορίζουν τη νεφοκάλυψη σε ποσοστό κάτω του 5%. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει τον υπολογισμό μίας σειράς εξειδικευμένων δορυφορικών δεικτών βλάστησης και περιβάλλοντος, στους οποίους συγκαταλέγονται οι δείκτες NDVI, EVI, NDWI, NDBI, SAVI και VARI. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων μέσω της παραγωγής διαδραστικών χρονοσειρών και χαρτών, οι οποίοι ενσωματώνονται στην τελική διαδικτυακή πλατφόρμα (GEE App).

Στο επίπεδο των λειτουργικών δυνατοτήτων και των αποτελεσμάτων, η εφαρμογή προσφέρει τη δυνατότητα διεξαγωγής εις βάθος διαχρονικών αναλύσεων, επιτρέποντας τον εντοπισμό των φαινολογικών φάσεων και την έγκαιρη διάγνωση καταπονήσεων στις καλλιέργειες. Το σύστημα διακρίνεται για την εξαιρετικά υψηλή υπολογιστική του ισχύ, την ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων μεγάλης κλίμακας και ένα ιδιαίτερα εύχρηστο περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τον χρήστη. Παρόλο που η αρχική εφαρμογή εστιάζει στα επιλεγμένα αγροτεμάχια της Ομάδας Παραγωγών ΠΕΣΚΟ, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα άμεσης επέκτασης της ανάλυσης και σε γειτονικές αγροτικές εκτάσεις της ευρύτερης περιοχής.

Συμπερασματικά, η άμεση ανάλυση των δορυφορικών δεδομένων μέσω της πλατφόρμας GEE διασφαλίζει μέγιστη αποδοτικότητα και υποστηρίζει αποτελεσματικά τη λήψη στρατηγικών



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

αποφάσεων. Τέλος μέσω των στοχευμένων ενδείξεων που παρέχουν οι δείκτες βλάστησης, καθίσταται δυνατή η πραγματοποίηση έγκαιρων και ακριβών παρεμβάσεων στο πεδίο.



ΕΠΑΝΕΝΕΡΓΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟΝ "ΤΟΠΟ": ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΣΕ ΜΟΝΤΕΛΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Καλομενοπούλου Αλίκη Ελένη*

MSc, Architectural & Urban Contemporary Heritage, Politecnico di Torino, Torino

Αστικό Παλίμψηστο; Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS); Αστική Τρωτότητα; Σύγχρονη Πολιτιστική Κληρονομιά; Βιώσιμη Επανάχρηση

Η Αθήνα συχνά περιγράφεται ως μια υπερ-πυκνωμένη 'τσιμεντένια' ζούγκλα που στερείται επαρκών χώρων πρασίνου και κυριαρχείται από το αστικό χάος. Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην απώλεια του τόπου, θεωρώντας τον μια έννοια που εμπεριέχει την αύρα, τη μνήμη και την πολυφωνία μέσα στα όρια της πόλης. Παρά την αναμφισβήτητη πολιτιστική της σημασία, η Αθήνα συνδέεται συχνά με οικονομικές δυσκολίες, ακραίες θερμοκρασίες και μια τουριστική υπερ-ανάπτυξη, ζητήματα που αποτελούν μερικές από τις πιο επείγουσες προκλήσεις της σύγχρονης μητρόπολης. Η έρευνα αυτή στοχεύει στην επανενεργοποίηση του τόπου αναπτύσσοντας μια μεθοδολογία που αντιμετωπίζει αυτά τα προβλήματα αξιοποιώντας εγκαταλελειμμένα θραύσματα κληρονομιάς για την ανταπόκριση σε ειδικές αστικές κρίσεις. Η μεθοδολογία εφαρμόζει την ενσωμάτωση μιας θεωρητικής ανάλυσης μαζί με μια στρατηγική μικτών μεθόδων, συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Έπειτα από την ανασκόπηση του αστικού και ιστορικού πλαισίου της Αθήνας, κεντρικό πυλώνα της εργασίας αποτελεί η γεωχωρική αναπαράσταση της αστικής τρωτότητας (κοινωνική και περιβαλλοντολογική) μέσω συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών[GIS]. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση της κατάστασης του αστικού χώρου, οπτικοποιώντας τις απειλές σε κοινωνικό και περιβαλλοντολογικό επίπεδο. Η χαρτογράφηση περιλαμβάνει τις γειτονιές εντός του δήμου Αθηναίων, οι οποίες χωρίζονται σε επτά δημοτικές κοινότητες. Τα γεωγραφικά δεδομένα περιέλαβαν την ταξινόμηση της κάθε γειτονιάς από το ένα έως το πέντε, επιτρέποντας την άμεση σύγκριση τόσο των περιοχών όσο και των προβλημάτων τους. Μεταξύ άλλων αναλύονται ο δείκτης κινδύνου καύσωνα [HRI] και οι κοινωνικοί δείκτες τρωτότητας, όπως η ανεργία, το χαμηλό εισόδημα, η αγοραστική δύναμη και η συγκέντρωση της βραχυχρόνιας μίσθωσης. Η οπτικοποίηση και χρήση της χωρικής επικάλυψης αυτών των δεδομένων, αναδεικνύουν τις πιο προβληματικές ζώνες της πόλης. Από αυτές, εξαιρώντας το προστατευόμενο ιστορικό κέντρο και την αρχαιολογική ζώνη, η έρευνα εντοπίζει την περιοχή μεταξύ των σταθμών Αττική και Βικτώρια, ως την πιο προβληματική. Αυτή, επιλέγεται για περαιτέρω ανάλυση λόγω της υψηλής συγκέντρωσης τρωτότητας. Η εισαγωγή σαράντα τεσσάρων χαρτογραφημένων, στην ζώνη ανάλυσης, εγκαταλελειμμένων περιουσιακών στοιχείων κληρονομιάς στο σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών και η αξιολόγησή τους μέσω ενός matrix (διευρυμένη έκδοση του Nara Grid), αποτελεί την κύρια συνεισφορά της μελέτης. Αυτή η προσέγγιση μετατρέπει τις ποιοτικές αξίες της πολιτιστικής κληρονομιάς σε ένα δομημένο και συγκριτικό σύστημα. Η σύνθεση της πολυδιάστατης ανάλυσης οδήγησε σε επτά κατηγορίες ιεράρχησης και τέσσερα επίπεδα στρατηγικών παρέμβασης. Η χαρτογράφηση αυτών των δεδομένων ενημέρωσε μια στρατηγική αντιστοίχισης δώδεκα διαφορετικών χρήσεων στα αντίστοιχα πολιτιστικά στοιχεία, ανάλογα με τις αναγνωρισμένες ανάγκες της υψηλής τρωτότητάς



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

γειτονιάς. Οι προτεινόμενες χρήσεις στοχεύουν στην μείωση της τρωτότητας τόσο σε κοινωνικό όσο και σε περιβαλλοντολογικό επίπεδο. Περιλαμβάνουν τη σταθεροποίηση της κατοικίας, κοινοτικές εγκαταστάσεις, παιδική φροντίδα, πολιτιστικά προγράμματα και ανοιχτούς χώρους για τον μετριασμό των κλιματικών επιπτώσεων. Το σύστημα δεν λειτουργεί μέσω της ζωνοποίησης ή μέσω αναδιαρθρώσεων μεγάλης κλίμακας, αλλά προτείνει μια κατανομημένη αστική υποδομή αποτελούμενη από μικρής κλίμακας παρεμβάσεις ευαίσθητες στον τόπο, υποδηλώνοντας ότι η κληρονομιά μπορεί να κινητοποιηθεί ως στρατηγικό εργαλείο για τη χωρική δικαιοσύνη, την κλιματική προσαρμογή και την ανθεκτικότητα της κοινότητας. Λειτουργώντας ως μια μορφή κοινωνικο-περιβαλλοντικής υποδομής, τα κελύφη πολιτιστικής κληρονομιάς προχωρούν πέρα από την παθητική συντήρηση προς μια ενεργό ανάπλαση ικανή να επαναπροσδιορίσει τον τόπο ως μια συνθήκη που φέρει μνήμη και ως ένα μελλοντοστρεφές κατασκεύασμα. Καθώς η μεθοδολογία αυτή είναι ευέλικτη, μπορεί να εφαρμοστεί σε άλλες πόλεις της νότιας μεσογείου, που παρουσιάζουν παρόμοια κοινωνικο-περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Η έρευνα αναδεικνύει πώς η αστική χαρτογράφηση και η πολιτιστική κληρονομιά μπορούν να αποτελέσουν μέσα για τη διασφάλιση συμπεριληπτικών και δίκαιων αστικών μελλόντων.



Συγκριτική εξέταση μεθόδων πρόβλεψης σύστασης της υφής του υποεδάφους

Συγγραφείς: Ευάγγελος Νικητάκης*, Κωνσταντίνος Σούλης, Στυλιανός Γεροντίδης, Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, και Διονύσιος Καλύβας

Ενώ τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους (0–30 cm) αποτελούν αντικείμενο συστηματικής δειγματοληψίας στις περισσότερες εδαφολογικές έρευνες, τα δεδομένα για το υποέδαφος (30–60 cm) συλλέγονται με λιγότερη συνέπεια, ενώ τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους (>60 cm) διερευνώνται μόνο σπάνια, συνήθως στο πλαίσιο λεπτομερών ή ειδικών για κάθε τοποθεσία μελετών. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς η δειγματοληψία σε μεγαλύτερο βάθος αυξάνει το κόστος και οι εδαφολογικές έρευνες πραγματοποιούνται συνήθως για την ενημέρωση σχετικά με βραχυπρόθεσμες αγρονομικές αποφάσεις, όπου τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του εδάφους κάτω από το στρώμα οργώματος είναι σε μεγάλο βαθμό άσχετα. Κατά συνέπεια, οι βάσεις δεδομένων εδάφους μεγάλης κλίμακας παρουσιάζουν ένα έντονο κάθετο κενό δεδομένων, με πυκνές πληροφορίες διαθέσιμες για τα στρώματα του επιφανειακού εδάφους, αλλά αραιές ή ελλείπουσες μετρήσεις σε βάθος. Αυτή η μεροληψία βάθους εισάγει σημαντικούς περιορισμούς για εφαρμογές που εξαρτώνται από το πλήρες προφίλ του εδάφους, όπως η υδρολογική μοντελοποίηση, η εκτίμηση της αναπλήρωσης των υπόγειων υδάτων και οι αξιολογήσεις έκπλυσης θρεπτικών ουσιών, όπου οι ιδιότητες του υποεδάφους και των βαθύτερων στρωμάτων του εδάφους διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο. Για να αντιμετωπίσουμε αυτόν τον περιορισμό, εξετάζουμε πλαίσια μηχανικής μάθησης και στατιστικής για την πρόβλεψη της υφής του υποεδάφους στο ετερογενές τοπίο της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται: (i) η πρόβλεψη με βάση ακατέργαστα δεδομένα σύνθεσης έναντι συντεταγμένων που έχουν μετασχηματιστεί με ισομετρικό λογάριθμο (ilr), (ii) η ενσωμάτωση χωρικών πληροφοριών σε πλαίσια μηχανικής μάθησης, (iii) η μονομεταβλητή παλινδρόμηση ανά συστατικό έναντι προσεγγίσεων πολυμεταβλητής παλινδρόμησης, και (iv) η συμπερίληψη και ο αποκλεισμός μεταβλητών πρόβλεψης. Επιπλέον, όλα τα μοντέλα μηχανικής μάθησης συγκρίνονται με αντίστοιχες παλινδρομήσεις ελάχιστων τετραγώνων (Ordinary Least Square - OLS), οι οποίες χρησιμεύουν ως μοντέλα αναφοράς. Αυτή η σύγκριση επιτρέπει την αξιολόγηση πιθανών σχέσεων μεταξύ της απόδοσης απλών, ερμηνεύσιμων μοντέλων παλινδρόμησης και εκείνης πιο σύνθετων, παραδοσιακά λιγότερο ερμηνεύσιμων προσεγγίσεων μηχανικής μάθησης. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά, με τιμές R^2 0,77, 0,75 και 0,61 για την πρόβλεψη της περιεκτικότητας του υπεδάφους σε άργιλο, άμμο και λάσπη, αντίστοιχα, στο πιο ισχυρό μοντέλο Random Forest μονομεταβλητής σύνθεσης με χωρική ευαισθησία. Προηγούμενες μελέτες υποδηλώνουν ότι η προγνωστική απόδοση μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω μέσω της προεπεξεργασίας των δεδομένων σύνθεσης χρησιμοποιώντας μετασχηματισμό ισομετρικού λογαριθμικού λόγου (ilr) και πολυμεταβλητή μοντελοποίηση τύπου Random Forest.



ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

**Γεροντίδης Στυλιανός¹, Σούλης Κωνσταντίνος^{1*}, Καΐρης Ορέστης¹, Πάλλη-Γραβάνη
Στεργία¹, Κοπανέλης Δημήτριος¹, Σταυρόπουλος Αλέξανδρος¹, Καλύβας Διονύσιος¹**

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

Λέξεις κλειδιά: SoilGrids, Global Soil Datasets, RUSLE, μοντελοποίηση της διάβρωσης του
εδάφους

Οι εδαφολογικοί χάρτες είναι απαραίτητοι για την κατανόηση και τη διαχείριση των φυσικών
πόρων της Γης, με εφαρμογές στην υδρολογία, στη γεωργία, στην κλιματική μοντελοποίηση και
στην αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών. Οι συμβατικοί εδαφολογικοί χάρτες ομαδοποιούν τα
εδάφη με βάση τις χαρτογραφικές τους ιδιότητες, όπως συμβαίνει στις παραδοσιακές εδαφολογικές
έρευνες, ενώ η ψηφιακή χαρτογράφηση εδαφών προβλέπει τις τιμές διαφόρων εδαφικών ιδιοτήτων
μέσω διαθέσιμων σημειακών εδαφολογικών δεδομένων και γεωστατιστικών ή άλλων τεχνικών
μοντελοποίησης.

Αναμένεται ότι και οι δύο τύποι χαρτογράφησης εδαφών εμπεριέχουν κάποιο βαθμό αβεβαιότητας.
Οι παραδοσιακοί εδαφολογικοί χάρτες, οι οποίοι βασίζονται σε επιτόπιες έρευνες, μπορεί να
χαρακτηρίζονται από υποκειμενικότητα, ενώ οι ψηφιακοί εδαφολογικοί χάρτες, που παράγονται
μέσω γεωστατιστικών και πεδομετρικών τεχνικών, ενδέχεται να επηρεάζονται από περιορισμένα
δεδομένα και σφάλματα μοντελοποίησης.

Η παρούσα μελέτη αξιολογεί την αντιπροσωπευτικότητα των παγκόσμιων και πανευρωπαϊκών
ψηφιακών εδαφολογικών χαρτών συγκρίνοντάς τους με λεπτομερή εθνικά εδαφολογικά δεδομένα.
Συγκεκριμένα, συγκρίνουμε πλεγματικά σύνολα δεδομένων από το Ευρωπαϊκό Κέντρο Δεδομένων
Εδάφους (ESDAC) και το ISRIC World Soil Information (SoilGrids) με σημειακά δεδομένα από το
αποθετήριο του εδαφολογικού χάρτη της Ελλάδας και από επιτόπιες έρευνες, εστιάζοντας σε
ιδιότητες εδάφους σχετικές με την πρόβλεψη της διάβρωσης (π.χ. κοκκομετρική σύσταση, βάθος,
ικανότητα διήθησης, οργανική ύλη).

Τα αρχικά αποτελέσματα δείχνουν σημαντική χωρική μεταβλητότητα ως προς τη συμφωνία μεταξύ
των συνόλων δεδομένων, με μεγαλύτερες αποκλίσεις σε περιοχές με διακριτά χαρακτηριστικά
εδάφους (π.χ. λεπτόκοκκα εδάφη). Αυτές οι διαφορές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις
προβλέψεις διάβρωσης του εδάφους.



6^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Γεωγραφικών Πληροφοριακών
Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης
στη Γεωργία και στο Περιβάλλον

19-21 Μαΐου 2026
Συνεδριακό Αμφιθέατρο
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η παρούσα έρευνα αναδεικνύει τη σημασία της ενσωμάτωσης δεδομένων από πολλαπλές πηγές για την ανάπτυξη πιο αξιόπιστων και αντιπροσωπευτικών παγκόσμιων εδαφολογικών συνόλων δεδομένων και παρέχει συστάσεις για μελλοντικές πρωτοβουλίες χαρτογράφησης.