

ISSN : 2529-1564

ISBN : 978-618-82936-3-2



11ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ HellasGIS

Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου της HellasGIS /
Πλήρη κείμενα εργασιών

18, 19 & 20 Νοεμβρίου 2020

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ:

**Ελληνική Εταιρεία Γεωγραφικών Συστημάτων
Πληροφοριών (HellasGIS)**

11^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ HellasGIS

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ:	ΚΑΛΥΒΑΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ	Πρόεδρος
	ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ ΤΑΣΟΣ	Αντιπρόεδρος
	ΣΟΥΛΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	Γενικός Γραμματέας
	ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗ ΕΥΤΥΧΙΑ	Ταμίας
	ΓΙΑΒΗ ΒΑΝΑ	Μέλος
	ΧΑΝΙΩΤΗ ΜΑΡΟΥΛΙΩ	Μέλος
	ΤΖΩΤΣΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ	Μέλος

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ: ΚΟΥΡΤΕΛΗ ΜΑΡΙΑ
E-mail: info.hellasgis@gmail.com

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΤΕΤΑΡΤΗ 18 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2020

- 14:00 – 15:00** **ΕΝΑΡΞΗ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ**
ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΙ
GIS DAY – Χαιρετισμοί - Παρεμβάσεις
- 15:00 – 17:00** **Στρογγυλό Τραπέζι – Συζήτηση: «Στρατηγική για την Ανάπτυξη της Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Πληροφοριών (ΕΥΓΕΠ)» (με την ευκαιρία της δημόσιας διαβούλευσης για την ΕΥΓΕΠ από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας)**
Καλύβας Δ., Καθηγητής ΓΠΑ, Πρόεδρος HellasGIS
Χατζηρήστος Θ., Ειδικό Διδακτικό Προσωπικό ΕΜΠ, τ. Πρόεδρος HellasGIS
Λολώνης Παναγιώτης, Προϊστ. Δ/νσης Γεωχωρικών Πληροφοριών, Ελληνικό Κτηματολόγιο
Ματθαίου Παναγιώτης, Δικηγόρος, Δ.Ν., Ελληνικό Κτηματολόγιο
- 17:00 – 19:00** **Γενικές Συνελεύσεις HellasGIS**

ΠΕΜΠΤΗ 19 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2020

09:00 – 11:00 ΣΥΝΕΔΡΙΑ Ι' ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι

Προεδρείο: Καλύβας Δ. – Λολώνης Π.

- ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ
Λολώνης Π.
- ΓΕΩΠΥΛΗ INSPIRE ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ
Παπουτσάκης Μ.
- ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ INSPIRE
Παπαδάκη Χ.-Μ.
- ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΟΥ ΕΝΩΣΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ Ν.Π.Δ.Δ. «ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ»
Ματθαίου Π.
- ΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ
Γιαβή Β., Εκπρόσωπος Εταιρείας TOTALVIEW

11:00 – 12:15 ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙΙ' ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ

Προεδρείο: Σούλης Γ. –Χάλαρης Γ.

- ΣΥΣΤΗΜΑ ΧΩΡΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΙΤΗΣΕΩΝ ΡΑΕ
Αθανασοπούλου Έ., Βάκκας Θ., Καλλίτσης Ν., Χαραλαμπίδης Ι.
- ΜΗΤΡΩΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΑΘΗΝΑΙΩΝ
Μητρόπουλος Π., Βάκκας Θ., Γιαννοπούλου Π., Μαρούγκα Κ., Σαμαρά Α.
- «ΜΑΡΤΗΕΥΑ» ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ
Βουδούρης Π., Ντούλας Α., Μπιτζιάδης Α.
- GET: Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΕΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ ΛΥΣΕΙΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ ΣΕ ΑΝΟΙΚΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ, ΑΝΟΙΚΤΟ/ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΑΙ ΑΝΟΙΚΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΝΩ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΑ ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΜΟ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ“
Μαυρέλλης Γ., Εκπρόσωπος εταιρείας GET

12.15 – 13.00 ΜΕΣΗΜΕΡΙΑΝΗ ΔΙΑΚΟΠΗ

13:00 – 14:30 ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙΙΙ' ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ

Προεδρείο: Γιαβή Β. – Χατζηχρήστος Θ.

- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ & ΚΑΛΥΨΗ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ
Κανάρης Φ., Μανέτος Π.
- ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΕΝΤΟΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΣΓΠ
Κανάκας Ι. Χ., Καρυπίδης Π., Καϊμάρης Δ.
- ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ
Κωστέλλου Α., Σπυροπούλου Ι., Χατζηχρήστος Θ.
- Ο ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΛΕΩΣ
Κουρτίνος Χ.

14:30 – 16:00 ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙV' ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΚΑΙ ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Προεδρείο: Λαμπρόπουλος Τ. – Ντούλας Α.

- Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΞΟΥΚΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΤΟΠΙΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΤΗΝΟΥ
Δερδεμέζη Ε.- Θ., Τσιλιμίκας Γ.
- ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΒΑΘΙΑΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ
Παπακωνσταντίνου Α., Μπάτσαρης Μ., Σπονδυλίδης Σ., Μουτζούρης-Σιδηρής Ι., Καντέρ Α, Μουστάκας Α., Τοπουζέλης Κ.
- Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (WEB-GIS) ΣΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΝΗΣΙΩΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ
Κούτση Δ., Στρατηγέα Α.
- ΈΞΥΠΝΟ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΜΕΙΚΤΗ ΥΠΟΔΟΜΗ: ΑΣΤΙΚΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ – ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ (EPIRELAGIC)
Κώστα Α., Κίτσιου Δ., Γραμμαλίδης Ν., Κοντόπουλος Χ., Lid Z., Lid P., Χαραλαμποπούλου Β., Guangxue L., Lulu Q., Dong D., Εταιρεία Geosystems Hellas

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ (WORKSHOPS)

Προεδρείο: Τζώτσος Α. – Γιαβή Β.

- 16:00 – 17:00** Παρουσίαση της Γεωπύλης INSPIRE του Ελληνικού Κτηματολογίου
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, Εισηγήτρια: Παπαδάκη Χ.
- 17:15 – 18:45** Πρόσβαση σε ελεύθερα δορυφορικά δεδομένα του συστήματος Copernicus μέσω εργαλείων ανοιχτού κώδικα
GET, Εισηγήτρια: Αθανασοπούλου Ε.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 20 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2020

09:00 – 10:30 ΣΥΝΕΔΡΙΑ V' ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Προεδρείο: Λαμπρόπουλος Τ. – Καθβάδας Ι.

- ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
Καθβάδας Ι., Τσούλος Λ.
- ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ
Αποστολάκη Σ., Ρήγα Ε., Καρατζέτζου Α., Πιτιλάκης Κ.
- ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ERMIS-F
Βαϊτης Μ., Καραβοκυρός Γ., Κατσούρας Δ., Κουκουρουβλή Ν., Κοψαχείλης Β., Λύκου Α., Πανταζής Χ., Χατζηλάκος Θ.
- GIS ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΠΑΙΘΡΟΥ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΣΤΟ ARCGIS ONLINE
Φλούδα Ε.
- ARC GIS PLATFORM
Κοντός Ι., Εκπρόσωπος Εταιρείας Marathon Data Systems

10:30 – 12:30 ΣΥΝΕΔΡΙΑ VI' ΚΛΙΜΑ – ΓΕΩΡΓΙΑ

Προεδρείο: Καλύβας Δ. – Χανιώτη Μ.

- ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ LCZ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
Αδαμοπούλου Λ., Καρατζάς Κ.
- ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ, ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΝΗΣΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ
Γιώβος Ρ., Αντονίτσεβα Ρ.- Κ.
- ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΦΥΗ ΓΕΩΡΓΙΑ
Λουκά Π., Μαριάνος Ν., Μίχος Κ.
- ΓΕΩΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
Λούγκος – Πανταζόπουλος Ν., Τασσόπουλος Δ., Πριοβόλου Α., Καλύβας Δ.
- ΓΕΩΧΩΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΑΜΠΕΛΩΝΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
Μαυροπούλη Π., Μόσχου Κ., Κατσίκης Ι., Καλύβας Δ.
- ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ & ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ (ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ) ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΓΗΣ & ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
Χανιώτη Μ., Εκπρόσωπος Εταιρείας Inforest Research

12.30 – 13:30 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ

13:30 – 15:30 ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII' ΣΥΛΛΟΓΗ, ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Προεδρείο: Καλογιάννη Ε. – Καβρουδάκης Δ.

- ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ GPS/GNSS: ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
Ζωγράφος Γ.
- ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΣ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ
Φρέντζος Η., Τουρνάς Ε., Σκαρλάτος Δ.
- ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ (3D) ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ, ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ GIS ΚΑΙ WEB ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Λιάμης Θ.
- 3D WEBGIS ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
Σκαρλάτος Ε., Καλογιάννη Ε., Καλογήρου Χ., Τολίδης Κ.
- Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΠΑΝΔΗΜΙΕΣ
Κυριακίδης Φ., Καβρουδάκης Δ., Παπακωνσταντίνου Α., Χατζηπέτρου Σ., Λεβέντης Γ., Φαγιάτ Φ.

15:30 – 17:30 ΣΥΝΕΔΡΙΑ VIII' ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

Προεδρείο: Καλύβας Δ. - Γιαβή Β.

- ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ
Κοκόσης Ν.
- ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΖΥΘΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ, ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ
Κοτσιφάκη Ε., Σορώτου Χ.Α., Στεργίου Ε., Δαβερώνη Α.-Χ., Αργυράκης Π., Πανταζής Δ.
- ΧΩΡΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΓΕΝΕΑΚΗΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
Μπαλτάς Π., Παπαδόπουλος Α., Σταθάκης Δ.
- WIKIMARIA, GOOGLE MAPS, BING MAPS, OPENSTREETMAP: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΩΝ
Πρασίνου Τ. Μ., Δαβερώνη Α. Χ., Αργυράκης Π., Πανταζής Δ.
- Η ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ (ΠΟΠ, ΠΓΕ, ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΑ ΠΟΤΑ ΓΕ) ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
Τσούτσος Μ.-Χ., Κίζος Α.

17:30 – 18:00 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΛΗΞΗ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΧΟΡΗΓΟΙ

Η Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου ευχαριστεί θερμά τις Εταιρείες που με την ευγενική τους υποστήριξη συνέβαλαν στη διοργάνωση του 11^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου.



totalview



INFOREST
RESEARCH O.C.



MELETI Co.
Designing with Ethics

Περιεχόμενα

	Σελίδα
ΣΥΝΕΔΡΙΑ Ι' ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι	
ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ Λολώνης Π.	10
ΓΕΩΠΥΛΗ INSPIRE ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ Παπουτσάκης Μ.	12
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΥΜΒΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ INSPIRE Παπαδάκη Χ.-Μ.	13
ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΟΥ ΕΝΩΣΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ Ν.Π.Δ.Δ. «ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ» Ματθαίου Π.	27
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙΙ' ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ	
ΣΥΣΤΗΜΑ ΧΩΡΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΙΤΗΣΕΩΝ ΡΑΕ Αθανασοπούλου Έ., Βάκκας Θ., Καλλίτσης Ν., Χαραλαμπίδης Ι.	38
ΜΗΤΡΩΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΑΘΗΝΑΙΩΝ Μητρόπουλος Π., Βάκκας Θ., Γιαννοπούλου Π., Μαρούγκα Κ., Σαμαρά Α.	40
«ΜΑΡΤΗΕΥΑ» ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ Βουδούρης Π., Ντούλας Α., Μπιτζιάδης Α.	43
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙΙΙ' ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ & ΚΑΛΥΨΗ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ Κανάρης Φ., Μανέτος Π.	47
ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΕΝΤΟΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΣΓΠ Κανάκα Ι. Χ., Καρυπίδης Π., Καϊμάρης Δ.	49
ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ Κωστέλλου Α., Σπυροπούλου Ι., Χατζηχρήστος Θ.	68
Ο ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΛΕΩΣ Κουρτίνος Χ.	89
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΙV' ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΚΑΙ ΝΗΣΙΩΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΤΟΠΙΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΤΗΝΟΥ Δερδεμέζη Ε.- Θ., Τσιλιμίγκας Γ.	100
ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΒΑΘΙΑΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ Παπακωνσταντίνου Α., Μπάτσαρης Μ., Σπονδυλίδης Σ., Μουτζούρης-Σιδηρής Ι., Καντέρ Α, Μουστάκας Α., Τοπουζέλης Κ.	112
Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (WEB-GIS) ΣΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΝΗΣΙΩΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ Κούτση Δ., Στρατηγέα Α.	128
ΈΞΥΠΝΟ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΜΕΙΚΤΗ ΥΠΟΔΟΜΗ: ΑΣΤΙΚΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ – ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ (ΕΡΙPELAGIC) Κώστα Α., Κίτσιου Δ., Γραμμαλίδης Ν., Κοντόπουλος Χ., Lid Z., Lid P., Χαραλαμποπούλου Β., Guangxue L., Lulu Q., Dong D., Εταιρεία Geosystems Hellas	143
ΣΥΝΕΔΡΙΑ V' ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ	
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ Καββάδας Ι., Τσούλος Λ.	152
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ Αποστολάκη Σ., Ρήγα Ε., Καρατζέτζου Α., Πιτιλάκης Κ.	154

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ERMIS-F <i>Βαϊτίης Μ., Καραβοκυρός Γ., Κατσούρας Δ., Κουκουρουβλή Ν., Κοψαχείλης Β., Λύκου Α., Πανταζής Χ., Χατζηλάκος Θ.</i>	166
GIS ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΠΑΙΘΡΟΥ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΣΤΟ ARCGIS ONLINE <i>Φλούδα Ε.</i>	178
ΣΥΝΕΔΡΙΑ VI' ΚΛΙΜΑ – ΓΕΩΡΓΙΑ	
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ LCZ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ <i>Αδαμοπούλου Λ., Καρατζάς Κ.</i>	184
ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ, ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΝΗΣΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ <i>Γιώβος Ρ., Αντονίτσεβα Ρ.- Κ.</i>	194
ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΦΥΗ ΓΕΩΡΓΙΑ <i>Λουκά Π., Μαριάνος Ν., Μίχος Κ.</i>	209
ΓΕΩΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ <i>Λούγκος – Πανταζόπουλος Ν., Τασσόπουλος Δ., Πριοβόλου Α., Καλύβας Δ.</i>	225
ΓΕΩΧΩΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΑΜΠΕΛΩΝΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ <i>Μαυροπούλη Π., Μόσχου Κ., Κατσίκης Ι., Καλύβας Δ.</i>	227
ΣΥΝΕΔΡΙΑ VII' ΣΥΛΛΟΓΗ, ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ GPS/GNSS: ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ <i>Ζωγράφος Ζ.</i>	240
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΣ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ <i>Φρέντζος Η., Τουρνάς Ε., Σκαρλάτος Δ.</i>	252
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ (3D) ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ, ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ GIS ΚΑΙ WEB ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ <i>Λιάμης Θ.</i>	267
3D WEBGIS ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ <i>Σκαρλάτος Ε., Καλογιάννη Ε., Καλογήρου Χ., Τολίδης Κ.</i>	278
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΠΑΝΔΗΜΙΕΣ <i>Κυριακίδης Φ., Καβρουδάκης Δ., Παπακωνσταντίνου Α., Χατζηπέτρου Σ., Λεβέντης Γ., Φαγιάτ Φ.</i>	281
ΣΥΝΕΔΡΙΑ VIII' ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ	
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ <i>Κοκόσης Ν.</i>	284
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΖΥΘΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ, ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ <i>Κοτσιφάκη Ε., Σορώτου Χ.Α., Στεργίου Ε., Δαβερώνα Α.-Χ., Αργυράκης Π., Πανταζής Δ.</i>	299
ΧΩΡΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΓΕΝΕΑΚΗΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. <i>Μπαλτάς Π., Παπαδόπουλος Α., Σταθάκης Δ.</i>	310
WIKIMARIA, GOOGLE MAPS, BING MAPS, OPENSTREETMAP: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΩΝ <i>Πρασίνου Τ. Μ., Δαβερώνα Α. Χ., Αργυράκης Π., Πανταζής Δ.</i>	318
Η ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ (ΠΟΠ, ΠΓΕ, ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΑ ΠΟΤΑ ΓΕ) ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ <i>Τσούτσος Μ.-Χ., Κίζος Α.</i>	328

ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Λολώνης Παναγιώτης*

Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός, Γεωγράφος, M.Sc., Ph.D.

Προϊστάμενος της Δ/σης Γεωχωρικών Πληροφοριών

Ελληνικό Κτηματολόγιο, Αθήνα

Λέξεις Κλειδιά: ΕΥΓΕΠ, Οδηγία INSPIRE, γεωχωρικές πληροφορίες, Ελληνικό Κτηματολόγιο

Η ανάπτυξη της γεωπύλης INSPIRE του Ελληνικού Κτηματολογίου και η θέση της σε λειτουργία τον Σεπτέμβριο του 2020 άνοιξε νέες προοπτικές για τον τομέα της γεωπληροφορικής στη χώρα μας. Ήταν ένα πρώτο βήμα για να απελευθερωθούν ορισμένα από τα βασικά δεδομένα του Εθνικού Κτηματολογίου και να δοθούν για χρήση στο ευρύ κοινό. Ο καταλύτης που συντέλεσε στο να γίνει κάτι τέτοιο ήταν η Οδηγία 2007/2/EK-INSPIRE που υποχρεώνει τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να ανοίξουν ορισμένα βασικά σετ δεδομένων που έχουν στην κατοχή τους και να τα θέσουν, με συγκεκριμένους κανόνες οργάνωσης και τεκμηρίωσης, στη διάθεση των πολιτών και των επιχειρήσεων. Η συγκεκριμένη ενέργεια δεν κάλυψε μόνο ένα μέρος των υποχρεώσεων της χώρα μας έναντι της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά έδωσε και τη δυνατότητα ενίσχυσης του τομέα της γεωπληροφορικής σε αυτήν.

Μετά τη διενέργεια του εν λόγω πρώτου βήματος, το «Ελληνικό Κτηματολόγιο» έχει θέσει μια σειρά από προτεραιότητες τις οποίες έχει σκοπό να ακολουθήσει στο προσεχές μέλλον σε αυτόν τον τομέα. Κατ' αρχάς, θα δώσει έμφαση στη διασφάλιση της αδιάλειπτης λειτουργίας της γεωπύλης και στην υποστήριξη των χρηστών της. Κατόπιν, θα επιδιώξει να εμπλουτίσει τη γεωπύλη με περισσότερες λειτουργίες, περισσότερα θεματικά δεδομένα για τα ήδη διατιθέμενα σετ και μεγαλύτερο αριθμό συνόλων γεωχωρικών δεδομένων. Έμφαση θα δοθεί στο να διατεθούν, με σχετικά υψηλή προτεραιότητα, δεδομένα που, αφενός μεν, έχει στην κατοχή του το «Ελληνικό Κτηματολόγιο», αφετέρου δε, συμπεριλαμβάνονται στις θεματικές κατηγορίες της Οδηγίας INSPIRE ή, εναλλακτικά, αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα άλλων σημαντικών πρωτοβουλιών σε εθνικό επίπεδο (π.χ. δημιουργία του «ενιαίου ψηφιακού χάρτη»). Σε δεύτερο βαθμό θα δοθεί έμφαση σε βασικά γεωχωρικά δεδομένα και λειτουργίες που έχουν εθνική κάλυψη και μπορούν να αποτελέσουν μέρος του βασικού σκελετού της επί πολλά έτη αναζητούμενης Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Πληροφοριών (ΕΥΓΕΠ) της χώρας. Τέτοιου είδους δεδομένα υπάρχουν ήδη στην κατοχή του ν.π.δ.δ. «Ελληνικό Κτηματολόγιο» και, με σχετικά μικρό κόστος και προσπάθεια θα μπορούσαν, σε συνεννόηση με τις αρμόδιες υπηρεσίες, να δοθούν προς χρήση από το ευρύ κοινό. Τέλος, έμφαση θα δοθεί στη συστηματική και περιοδική ανανέωση των βασικών γεωχωρικών δεδομένων της γεωχωρικής υποδομής επιδιώκοντας πάντοτε συστηματικότητα, τυποποίηση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών και των λειτουργιών της.

Το πλαίσιο στο οποίο θα επιδιωχθεί η προώθηση των ανωτέρω ενεργειών και δραστηριοτήτων προσδιορίζεται πρωτίστως από το θεσμικό πλαίσιο του Φορέα, το θεσμικό πλαίσιο της ΕΥΓΕΠ και της υπόλοιπης σχετικής εθνικής νομοθεσίας, το κανονιστικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (π.χ. Οδηγία INSPIRE, πρωτοβουλία για τα Δεδομένα του Δημοσίου Τομέα – Public Sector Information-, πρωτοβουλία για τα «Δεδομένα Υψηλής Αξίας» - High Value Data-, το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας EIF, το πλαίσιο για την προστασία προσωπικών δεδομένων GDPR κ.α.) και τις κατευθύνσεις που διαμορφώνονται τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο από ένα ευρύ φάσμα υψηλού κύρους και επιρροής φορέων που δραστηριοποιούνται στον τομέα των γεωχωρικών πληροφοριών (π.χ. UN-GGIM, Eurogeographics, OGC, FIG κλπ).

Βασική κινητήρια δύναμη σε όλη αυτή την προσπάθεια θα είναι η κατά το δυνατόν πλήρης και ανοικτή διάθεση των δεδομένων. Έτσι, θα αναληφθούν πρωτοβουλίες για την άρση ή την παράκαμψη των εμποδίων που περιορίζουν αυτή τη στιγμή την απρόσκοπτη χρησιμοποίηση των δεδομένων, χωρίς, βέβαια, να γίνεται συμβιβασμός σε θεμελιώδη ζητήματα όπως είναι αυτά της εθνικής ασφάλειας και της προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Επίσης, θα αναληφθούν πρωτοβουλίες για την κάλυψη κενών που υπάρχουν στο υφιστάμενο κανονιστικό πλαίσιο τα οποία, επίσης, δεν επιτρέπουν την απρόσκοπτη χρησιμοποίηση των εν λόγω δεδομένων. Τέτοιου είδους κενά είναι αυτά των πολιτικών διάθεσης και τιμολόγησης των εν λόγω δεδομένων, των επιχειρησιακών μοντέλων τήρησης και ανανέωσης αυτών και εξάλειψης ασαφειών και αβεβαιοτήτων ως προς τη φύση και τη χρήση τους. Ο τελικός αυτοσκοπός της όλης προσπάθειας θα είναι η δημιουργία μιας φερέγγυας και φιλικής προς τον χρήστη βασικής υποδομής γεωχωρικών δεδομένων που θα είναι εφάμιλλη των αντίστοιχων υποδομών που έχουν τα προηγμένα στην γεωπληροφορική κράτη και θα εξυπηρετεί στο ακέραιο τις ανάγκες των χρηστών της.

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ – Η ΓΕΩΠΥΛΗ INSPIRE ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Παπουτσάκης Μανώλης*

Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός, MSc

Προϊστάμενος Τμ. Γεωπληροφορίας, Δ/νση Γεωχωρικών Πληροφοριών

Ελληνικό Κτηματολόγιο, Αθήνα

Λέξεις Κλειδιά: Γεωπύλη, INSPIRE, Κτηματολογικά Διαγράμματα, Ελληνικό Κτηματολόγιο

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία INSPIRE (2007/2/ΕΚ) στοχεύει στη δημιουργία υποδομής χωρικών δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτή η ευρωπαϊκή υποδομή χωρικών δεδομένων θα επιτρέψει την ανταλλαγή γεωχωρικών πληροφοριών μεταξύ του Δημόσιου τομέα (διαλειτουργικότητα) και θα διευκολύνει την πρόσβαση του κοινού σε γεωχωρικές πληροφορίες σε κάθε χώρα και σε ολόκληρη την Ευρώπη. Η Οδηγία τέθηκε σε ισχύ στις 15 Μαΐου 2007 και θα εφαρμοστεί σε διάφορα στάδια, με πλήρη εφαρμογή έως το 2021. Η Οδηγία INSPIRE ενσωματώθηκε πλήρως στο Ν. 3882/2010 (ΕΥΓΕΠ), και θέτει τεχνικές προδιαγραφές για τα γεωχωρικά δεδομένα, τα μεταδεδομένα, τις δικτυακές υπηρεσίες καθώς και άλλες προδιαγραφές, οι οποίες είναι άμεσα εφαρμοστέες από όλα τα κράτη μέλη.

Η Οδηγία κατατάσσει τα γεωχωρικά δεδομένα σε τρεις κατηγορίες (annexes). Στην πρώτη θεματική κατηγορία (annex I), της οποίας τα δεδομένα θεωρούνται θεμελιακά για την γεωγραφική υποδομή μιας χώρας, συμπεριλαμβάνονται τα γεωτεμάχια του κτηματολογίου. Το Ελληνικό Κτηματολόγιο, ως φορέας του Δημοσίου που σκοπό έχει την δημιουργία και τήρηση των Κτηματολογικών Διαγραμμάτων, έχει υποχρέωση για την δημιουργία υπηρεσιών για τα Κτηματολογικά Διαγράμματα για την αναζήτηση, θέαση και τηλεφόρτωσή τους.

Προκειμένου να εναρμονιστεί με την οδηγία INSPIRE, το Ελληνικό Κτηματολόγιο προμηθεύτηκε ειδικό λογισμικό για την δημιουργία των υπηρεσιών κατά INSPIRE και προκήρυξε διαγωνισμό με τίτλο «Ανάπτυξη διαδικτυακών υπηρεσιών αναζήτησης, θέασης, τηλεφόρτωσης και μετασχηματισμού γεωχωρικών δεδομένων του ΝΠΔΔ Ελληνικό Κτηματολόγιο, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που τίθενται στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/2/ΕΚ (INSPIRE)». Η σύμβαση ήταν διάρκειας 6 μηνών, ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2019 και ολοκληρώθηκε τον Ιανουάριο του 2020, με κόστος 20.000€ και Ανάδοχο την εταιρεία «Γεωθεσία Ε.Π.Ε.»

Παραδοτέα της σύμβασης ήταν μεταδεδομένα και υπηρεσίες INSPIRE για μια σειρά δεδομένων του Ελληνικού Κτηματολογίου καθώς και η ανάπτυξη μιας Γεωπύλης INSPIRE για την αναζήτηση και προβολή των δεδομένων καθώς και την δημοσίευση των όρων πρόσβασης και χρήσης.

Η Γεωπύλη INSPIRE του Ελληνικού Κτηματολογίου είναι το πρώτο βήμα για την δημοσίευση μεταδεδομένων και υπηρεσιών κατά INSPIRE και σταδιακά θα δημοσιευθούν και νέα δεδομένα και υπηρεσίες καθώς κατά την δημοσίευσή τους προκύπτουν αρκετά θέματα, όπως θέματα Εθνικής Ασφαλείας και προσωπικών δεδομένων. Έτσι σε επόμενες φάσεις θα υλοποιηθούν οι υπηρεσίες για την θέαση των ορθοεικόνων του έργου ISO25 γενικευμένες στο 1 μέτρο και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους του ίδιου έργου γενικευμένο στα 25 μέτρα. Επίσης αναμένεται η δημοσίευση του Κωδικού Αριθμού Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ) του κάθε γεωτεμαχίου καθώς για λόγους προσωπικών δεδομένων έχει προσωρινά αντικατασταθεί από ένα μοναδικό κωδικό INSPIRE.

Ελληνικό Κτηματολόγιο - Δημιουργία δεδομένων, υπηρεσιών και μεταδεδομένων συμβατών με την οδηγία INSPIRE

Παπαδάκη Χαρίκλεια – Μαρία*

Διπλ. Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός, MSc

Τμ. Γεωπληροφορίας, Δ/νση Γεωχωρικών Πληροφοριών

Ελληνικό Κτηματολόγιο, Χολαργός, Αθήνα

Τηλ: 2106596028, Fax: 2106505935, e-mail : hpapadak@ktimatologio.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή περιγράφει την εφαρμογή των απαιτούμενων τεχνικών οδηγιών, κανόνων και διαδικασιών από το Ελληνικό Κτηματολόγιο, προκειμένου να επιτευχθεί εναρμόνιση των διανυσματικών δεδομένων που τηρούνται στις Βάσεις Δεδομένων του, με τις απαιτήσεις της οδηγίας INSPIRE. Επιπλέον, περιγράφεται η δημιουργία των αντίστοιχων διαδικτυακών υπηρεσιών (services) καταλόγου, θέασης, μεταφόρτωσης, οι οποίες αποτελούν επίσης απαιτήσεις της ίδιας οδηγίας. Τέλος, περιγράφεται η δημιουργία των μεταδεδομένων για τα δεδομένα και τις υπηρεσίες που υλοποιούνται και γίνεται αναφορά στις διαδικασίες ελέγχου συμμόρφωσης της όλης υποδομής ως προς την [οδηγία INSPIRE](#) (Οδηγία 2007/2/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 14ης Μαρτίου 2007 , για τη δημιουργία υποδομής χωρικών πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα) .

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

INSPIRE, εναρμόνιση, δομές δεδομένων, web υπηρεσίες

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δομή των διανυσματικών δεδομένων που διαθέτει το ελληνικό κτηματολόγιο οφείλει σύμφωνα με το ευρωπαϊκό και το εθνικό νομοθετικό πλαίσιο να είναι εναρμονισμένη με τις προδιαγραφές της οδηγίας INSPIRE για κάθε σύνολο δεδομένων που έχει εφαρμογή με το αντίστοιχο θεματικό επίπεδο.

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στις μεθόδους που εφαρμόστηκαν από το ελληνικό κτηματολόγιο για την επίτευξη της εναρμόνισής των δεδομένων με τις τεχνικές προδιαγραφές της οδηγίας INSPIRE που ισχύουν γενικά για τα σύνολα δεδομένων αλλά και ειδικότερα για κάθε θεματικό επίπεδο στο οποίο εμπίπτουν τα διανυσματικά σύνολα δεδομένων.

Επιπλέον, περιγράφεται η δημιουργία των βασισμένων στα OGC πρότυπα διαδικτυακών υπηρεσιών, μέσω των οποίων διαμοιράζονται τα εναρμονισμένα δεδομένα του Φορέα, διαδικασία η οποία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της φιλοσοφίας της ευρωπαϊκής οδηγίας. Με βάση τις τεχνικές οδηγίες “Technical Guidance for INSPIRE Spatial Data Services and services allowing spatial data services to be invoked” και με χρήση του λογισμικού ARCGIS for INSPIRE που παρέχεται από την ESRI, δημιουργήθηκαν υπηρεσίες θέασης WMS και λήψης δεδομένων WFS.

Γίνεται περιγραφή της μεθόδου δημιουργίας των μεταδεδομένων για τα δεδομένα και τις υπηρεσίες του ελληνικού κτηματολογίου που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο του συγκεκριμένου έργου, ακολουθώντας τις αντίστοιχες προδιαγραφές όπως προκύπτουν από τις τεχνικές οδηγίες “Technical Guidance for the implementation of INSPIRE dataset and service metadata based on ISO/TS 19139:2007”.

Τελευταίο και εξαιρετικά σημαντικό τμήμα της διαδικασίας συμμόρφωσης αποτελεί ο έλεγχος για την πλήρωση των συνθηκών που καθιστούν τα δεδομένα και τις υπηρεσίες που δημιουργήθηκαν πλήρως ή μερικώς συμβατά με την οδηγία INSPIRE. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι κατάλληλες τεστ ρουτίνες που διατίθενται στη γεωπύλη του INSPIRE “<https://inspire.ec.europa.eu/validator>”. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν για κάθε ένα από τα αντικείμενα που ελέγχθηκαν, αναφέρονται τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διαδικασία των ελέγχων, ο τρόπος που ξεπεράστηκαν όπου αυτό ήταν εφικτό καθώς και οι περιπτώσεις που δεν κατέστη δυνατό να αντιμετωπιστούν.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ

2.1 Δεδομένα

Τα δεδομένα για τα οποία εφαρμόστηκαν μέθοδοι εναρμόνισης με την οδηγία INSPIRE και οι ορισμοί τους περιγράφονται παρακάτω.

Γεωτεμάχια Κτηματολογίου

Τα κτηματολογικά γεωτεμάχια έχουν συμπεριληφθεί στο παράρτημα Ι (ANNEX I) της οδηγίας INSPIRE, που σημαίνει ότι θωρούνται δεδομένα αναφοράς, δηλαδή δεδομένα που συνιστούν το χωρικό πλαίσιο για τη διασύνδεση με άλλες πληροφορίες που ανήκουν σε συγκεκριμένα θεματικά πεδία όπως περιβάλλον, χρήσεις γης, κ.α.

Τα δεδομένα που διαθέτει το ελληνικό κτηματολόγιο και ανήκουν σε αυτή την κατηγορία αποτελούν τα κατεχοχήν δεδομένα που παράγει ο Φορέας και είναι αρμόδιος για την διαχείρισή τους. Τα γεωτεμάχια του λειτουργούντος κτηματολογίου για κάθε μία περιοχή δημιουργήθηκαν, αρχικώς, στο πλαίσιο της διαδικασίας κτηματογράφησης για τη δημιουργία Εθνικού Κτηματολογίου στη χώρα. Έκτοτε επικαιροποιούνται κάθε φορά που γίνεται κάποια μεταβολή στα όριά τους. Οι τεχνικές προδιαγραφές που πληρούν ορίζονται βάσει σχετικών υπουργικών ή παρεμφερών διοικητικών αποφάσεων. Η διαχρονική τήρηση των στοιχείων των γεωτεμαχίων γίνεται από το ν.π.δ.δ. “ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ” μέσω του Συστήματος Πληροφορικής του Εθνικού Κτηματολογίου (ΣΠΕΚ).

Σύμφωνα με τον ορισμό που έχει αποδοθεί στα μεταδεδομένα για το εν λόγω σύνολο δεδομένων πρόκειται για: *«Κτηματολογικά όρια των γεωτεμαχίων που τηρούνται στη βάση δεδομένων του ν.π.δ.δ. «Ελληνικό Κτηματολόγιο». Αφορούν στα γεωτεμάχια που έχουν ενταχθεί στο σύστημα του “Λειτουργούντος Κτηματολογίου”. Ενημερώνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η πλέον πρόσφατη ημερομηνία ενημέρωσης φαίνεται στο πεδίο beginLifespanVersion των ιδιοτήτων κάθε γεωτεμαχίου. Το περιεχόμενο του πεδίου InspireId κάθε γεωτεμαχίου, λόγω επιφυλάξεων εφαρμογής της Γενικής Οδηγίας Προστασίας Δεδομένων (GDPR), δεν ταυτίζεται, αυτή τη στιγμή, με τους Κωδικούς Αριθμούς του Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ).»*

Πρόκειται για πολυγωνικά δεδομένα σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ ’87.

Συστήματα Γεωγραφικού Καννάβου

Πρόκειται για τη διανομή πινακίδων που προέκυψε ως παράγωγο προϊόν του έργου LSO25 και αποτελείται από πινακίδες διανομής που καλύπτουν όλη τη χώρα σε κλίμακα 1:2500 και σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ'87.

Το σύνολο δεδομένων που έχει δημοσιευθεί στην INSPIRE γεωπύλη του ελληνικού κτηματολογίου ως «Διανομή 1:2500» υπάγεται στην θεματική κατηγορία της οδηγίας INSPIRE “Geographical Grid Systems” και όπως τα γεωτεμάχια κτηματολογίου, έχει συμπεριληφθεί στο ANNEX I της οδηγίας και αποτελούν δεδομένα αναφοράς.

Αφορά σε πολυγωνικά δεδομένα σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87.

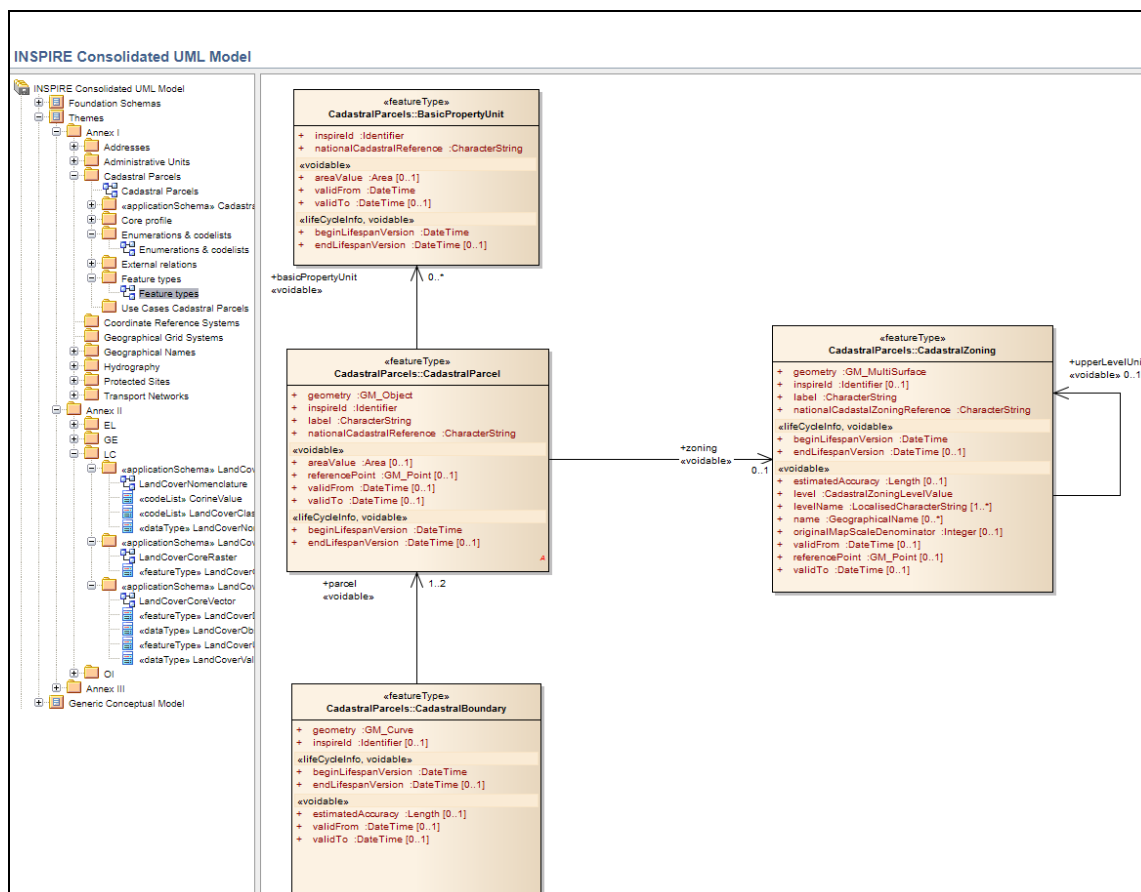
Δεδομένα Κάλυψης Γης για τον ελλαδικό χώρο βάσει του έργου Corine Land Cover

Πρόκειται για δεδομένα που έχουν παραχθεί για την Ελλάδα στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου Corine Land Cover ([Corine Land Cover](#)). Τα πολύγωνα που πληροφορούν για τα είδη κάλυψης γης της ευρωπαϊκής έκτασης, προήλθαν μέσω μιας συγκεκριμένης ροής εργασιών που περιλαμβάνει τη συγκέντρωση και προετοιμασία δορυφορικών εικόνων (πρόγραμμα GeoCover 1990, Landsat TM) καθώς και άλλων βοηθητικών δεδομένων (αεροφωτογραφίες, θεματικοί χάρτες, χάρτες βλάστησης), τη φωτοερμηνεία, τον ποιοτικό έλεγχο του φωτοερμηνευτικού παραγώγου και την τελική απόδοση των οριογραμμών διαφόρων κατηγοριών κάλυψης γης.

Τα δεδομένα του συνόλου αυτού είναι πολυγωνικά και βρίσκονται στο ευρωπαϊκό προβολικό σύστημα αναφοράς ETRS '89. Έχουν επιπλέον το χαρακτηριστικό ότι αποτελούν δεδομένα χρονοσειρών, αφού αναφέρονται στις χρήσεις γης με βάση τις παρατηρήσεις διαφορετικών ετών. Από τις διαφορές που εντοπίζονται στα πολύγωνα χρήσεων γης ανάμεσα στα διαφορετικά έτη, δημιουργείται ένα ακόμη σύνολο δεδομένων το «Corine Land Cover Cha».

2.2 Μεθοδολογία εναρμόνισης των δεδομένων

Οι διαδικασίες εναρμόνισης των δεδομένων υπακούουν στις οδηγίες που παρέχονται από τις τεχνικές προδιαγραφές της οδηγίας INSPIRE για κάθε θεματική ενότητα ([INSPIRE, Data Specifications](#)). Η σύνταξη των τεχνικών αυτών προδιαγραφών έχει βασιστεί στις προϋποθέσεις και τις συστάσεις του προτύπου “INSPIRE Generic Conceptual Model”, το οποίο αποτελεί ένα από τα βασικά στοιχεία που διασφαλίζουν την διαθεματική συνοχή ανάμεσα στα διαφορετικά θεματικά επίπεδα της οδηγίας INSPIRE ([INSPIRE, Generic Conceptual Model](#)). Στην Εικόνα 1 απεικονίζεται το UML μοντέλο για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου, με τις οντότητες, τις ιδιότητές τους και τις μεταξύ τους συσχετίσεις, όπως προβλέπονται από το ενοποιημένο UML μοντέλο για όλα τα INSPIRE θεματικά επίπεδα ([INSPIRE Consolidated UML model](#)). Από το λογικό αυτό μοντέλο για τις INSPIRE θεματικές κατηγορίες προκύπτουν τα σχήματα σε μορφή xsd που θα πρέπει να ακολουθούν τα δεδομένα για να θεωρούνται εναρμονισμένα με την ευρωπαϊκή οδηγία ([Index of https/schemas](#)).



Εικόνα 1. Απεικόνιση του σχήματος που αφορά στα γεωτεμάχια κτηματολογίου από το uml profile της οδηγίας INSPIRE.

Για την εναρμόνιση των δεδομένων του ελληνικού κτηματολογίου χρησιμοποιήθηκαν τα σχήματα όπως υφίστανται στη βάση ArcGIS for Inspire. Η υλοποίηση των INSPIRE σχημάτων στην γεωβάση αυτή βασίζεται στους κανόνες που περιγράφουν την μετάβαση από τα αφηρημένα INSPIRE μοντέλα δεδομένων στη φυσική υλοποίησή τους στις πρότυπες INSPIRE γεωβάσεις και ακολουθούν τα xsd σχήματα της οδηγίας INSPIRE ([INSPIRE Geodatabase templates](#)).

Οι γενικές αρχές που ακολουθήθηκαν ήταν η συμμόρφωση σε σχέση με το Σύστημα Αναφοράς που η οδηγία INSPIRE προβλέπει να είναι το ETRS '89, η αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών των οντοτήτων των υφιστάμενων δεδομένων σε αυτά που προβλέπει η οδηγία για κάθε θεματική κατηγορία και η χρήση των προεπιλεγμένων τιμών για τις ιδιότητες των οντοτήτων ([INSPIRE codelists](#)).

Η αντιστοίχιση των ιδιοτήτων των οντοτήτων μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορες μεθόδους όπως για παράδειγμα η χρήση κατάλληλου λογισμικού (FME, Hale Studio, κλπ) ή και με κατάλληλα προσαρμοσμένες ρουτίνες σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Στην περίπτωση της εναρμόνισης των δεδομένων του ελληνικού κτηματολογίου δημιουργήθηκε κατάλληλο πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού ργthon από τον ανάδοχο του έργου «Ανάπτυξη διαδικτυακών υπηρεσιών αναζήτησης, θέασης, τηλεφόρτωσης και μετασχηματισμού γεωχωρικών δεδομένων του ΝΠΔΔ «Ελληνικό Κτηματολόγιο», σύμφωνα με τις προδιαγραφές που τίθενται στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 2007/2/EK (INSPIRE)».

2.2.1 Γεωτεμάχια κτηματολογίου

Η εναρμόνιση για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου βασίστηκε στο ισχύον σχήμα της κατηγορίας (<https://inspire.ec.europa.eu/schemas/cp/4.0/CadastralParcels.xsd>) και στις προδιαγραφές που δίνονται στο τεύχος τεχνικών οδηγιών της οδηγίας INSPIRE για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου ([D2.8.1.6 Data Specification on Cadastral Parcels](#)).

Σύμφωνα με το τεύχος τεχνικών οδηγιών της οδηγίας INSPIRE, οι οντότητες που περιγράφουν πλήρως το μοντέλο για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου φαίνονται στην Εικόνα 2.

Type	Package	Stereotypes
<i>BasicPropertyUnit</i>	CadastralParcels	«featureType»
<i>CadastralBoundary</i>	CadastralParcels	«featureType»
<i>CadastralParcel</i>	CadastralParcels	«featureType»
<i>CadastralZoning</i>	CadastralParcels	«featureType»
<i>CadastralZoningLevelValue</i>	CadastralParcels	«codeList»

Εικόνα 2. Οντότητες που περιγράφουν το μοντέλο για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου.

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή δεν έχουν συμπεριληφθεί τα: Cadastral Boundaries, Cadastral Zoning και Basic Property Unit γιατί δεν συντρέχουν οι αιτίες που αναφέρονται στο IR Requirement, Annex II, Section 6.1, Spatial Object Types ([D2.8.1.6](#)) ([Οδηγός αυτοματοποιημένων διαδικασιών](#)).

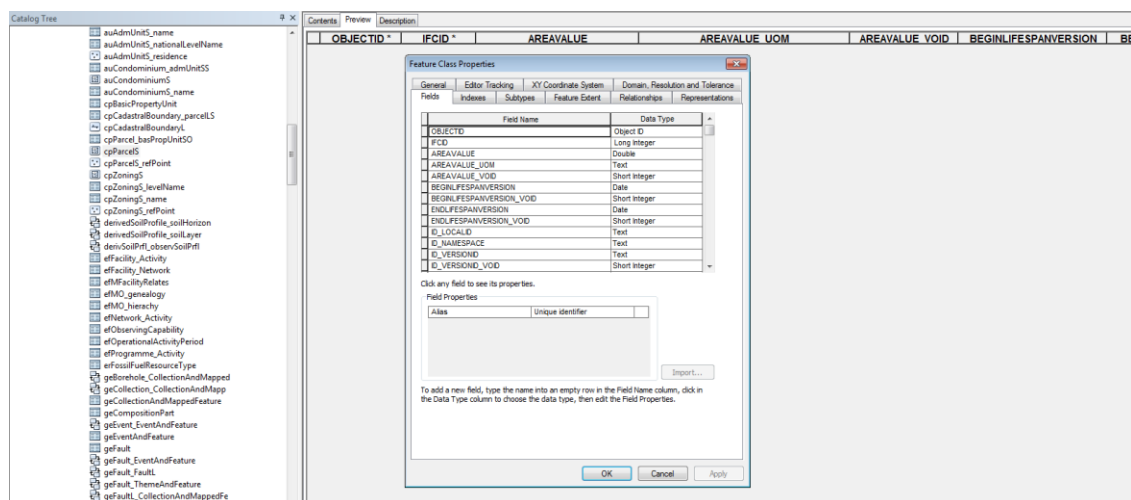
IR Requirement <i>Annex II, Section 6.1</i> Spatial Object Types The following spatial object types shall be used for the exchange and classification of spatial objects from data sets that relate to the spatial data theme Cadastral Parcels: - Basic Property Unit - Cadastral Boundary - Cadastral Parcel - Cadastral Zoning Cadastral Parcels shall always be made available. Basic property units shall be made available by Member States where unique cadastral references are given only for basic property units and not for parcels. Cadastral boundaries shall be made available by Member States where absolute positional accuracy information is recorded for the cadastral boundary.
--

Εικόνα 3. Απόσπασμα από το τεύχος τεχνικών προδιαγραφών του INSPIRE για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου

Τα δεδομένα που αφορούν σε κτηματολογικά γεωτεμάχια οφείλουν να έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες: ([D2.8.1.6 Data Specification on Cadastral Parcels](#)).

- Γεωμετρία
- Κωδικό Αριθμό Εθνικού Κτηματολογίου
- Τιμή για την επιφάνεια
- Χαρακτηριστικά απεικόνισης: σημεία αναφοράς και labels

Τα δεδομένα των κτηματολογικών γεωτεμαχίων όπως εξάγονται από την κεντρική βάση δεδομένων του ελληνικού κτηματολογίου έχουν τα χαρακτηριστικά: *ObjectID*, *KAEK*, *Shape_Length*, *Shape_Area*.



Εικόνα 4. Στιγμιότυπο από το feature class *crParcelS* που περιέχει τη χωρική και περιγραφική πληροφορία για τα κτηματολογικά γεωτεμάχια όπως προβλέπεται από την οδηγία INSPIRE.

Κατά τη διαδικασία της εναρμόνισης έγινε αντιστοίχιση των ιδιοτήτων του αρχικού σχήματος ως προς τις ιδιότητες του τελικού σχήματος και συμπληρώθηκαν οι πληροφορίες που είναι υποχρεωτικές όπως φαίνεται στον **Πίνακα 1**.

Χαρακτηριστικό Inspire	Υποχρέωση	Συμπληρώθηκε
CadastralParcel	Υποχρεωτικό	Ναι
geometry	Υποχρεωτικό	Ναι
inspireId	Υποχρεωτικό	Ναι
nationalCadastralReference	Υποχρεωτικό	Ναι
label	Υποχρεωτικό	Ναι
referencePoint	Προαιρετικό	Ναι
areaValue	Προαιρετικό	Όχι
validFrom	Προαιρετικό	Όχι
validTo	Προαιρετικό	Όχι
beginLifespanVersion	Προαιρετικό	Όχι
endLifeSpanVersion	Προαιρετικό	Όχι
Association with CadastralZoning	Προαιρετικό	Όχι
Association with BasicPropertyUnit	Προαιρετικό	Όχι
Association with AdministrativeUnit	Προαιρετικό	Όχι
Cadastral Zoning	Προαιρετικό	Όχι
CadastralBoundary	Προαιρετικό	Όχι

Πίνακας 1. Πεδία της οντότητας γεωτεμάχια κτηματολογίου για τα οποία υπάρχει ή όχι υποχρέωση συμπλήρωσης σύμφωνα με τις INSPIRE προδιαγραφές για την επίτευξη της εναρμόνισης.

2.2.2 Διανομή 1:2500

Η εναρμόνιση για τα δεδομένα της διανομής 1:2500 βασίστηκε στο ισχύον σχήμα της γενικής κατηγορίας για τα INSPIRE δεδομένα και στις προδιαγραφές που δίνονται στο τεύχος τεχνικών οδηγιών της οδηγίας INSPIRE για τα δεδομένα γεωγραφικού καννάβου ([D2.8.1.2 Data Specification on Geographical Grid Systems](#))

Catalog Tree

INSPIREDATA.GE

INSPIREDATA.GRIDS

INSPIREDATA.GRID_2500_WGS84

ContentsPreviewDescription

	OBJECTID_1	NAME	CENTERX	CENTERY	SHAPE *	SHAPE.AREA	SHAPE.LEN
	1	0102044205	103000	4421250	Polygon	0,000315	0,073645
	2	0104044190	105000	4419750	Polygon	0,000315	0,073638

Εικόνα 5 : Στιγμιότυπο από την *feature class* GRID_2500_WGS84 που περιέχει τη χωρική και περιγραφική πληροφορία για τα δεδομένα της διανομής 1:2500 όπως προβλέπεται από την οδηγία INSPIRE.

2.2.3 Corine Land Cover

Η εναρμόνιση για τα δεδομένα χρήσεων γης του έργου Corine Land Cover βασίστηκε στο ισχύον σχήμα των δεδομένων της συγκεκριμένης κατηγορίας (<https://inspire.ec.europa.eu/schemas/lcv/4.0/LandCoverVector.xsd>) και στις προδιαγραφές που δίνονται στο τεύχος τεχνικών οδηγιών της οδηγίας INSPIRE για τα διανυσματικά δεδομένα χρήσεων γης ([D2.8.II.2 Data Specification on Land Cover](#)).

Σύμφωνα με το τεύχος τεχνικών οδηγιών της οδηγίας INSPIRE, οι οντότητες που περιγράφουν πλήρως το μοντέλο για τα διανυσματικά δεδομένα χρήσεων γης φαίνονται στην Εικόνα 6.

Type	Package	Stereotypes
LandCoverDataset	LandCoverVector	«featureType»
LandCoverObservation	LandCoverVector	«dataType»
LandCoverUnit	LandCoverVector	«featureType»
LandCoverValue	LandCoverVector	«dataType»

Εικόνα 6 : Οντότητες που περιγράφουν το μοντέλο για τα πολύγωνα κάλυψης γης.

Χρησιμοποιήθηκε μόνο η οντότητα “LandCoverUnit” διότι περιγράφει πλήρως τη βασική μονάδα του έργου Corine Land Cover, που είναι το πολύγωνο κάλυψης, δηλαδή η συνεχόμενη έκταση γης, η οποία διακρίνεται σαφώς από τις γειτονικές λόγω της διαφορετικής κάλυψης ή μορφής της.

Κατά τη διαδικασία της εναρμόνισης έγινε αντιστοίχιση των ιδιοτήτων του αρχικού σχήματος ως προς τις ιδιότητες του τελικού σχήματος και συμπληρώθηκαν οι πληροφορίες που είναι υποχρεωτικές όπως φαίνεται στον Πίνακα 2

Χαρακτηριστικό Inspire	Υποχρέωση	Συμπληρώθηκε
LandCoverUnit	Υποχρεωτικό	Ναι
geometry	Υποχρεωτικό	Ναι
inspireId	Υποχρεωτικό	Ναι
landCoverObservation	Υποχρεωτικό	Ναι
validFrom	Προαιρετικό	Όχι
validTo	Προαιρετικό	Όχι
beginLifespanVersion	Προαιρετικό	Όχι
endLifeSpanVersion	Προαιρετικό	Όχι
LandCoverData set	Προαιρετικό	Όχι
LandCoverObservation	Προαιρετικό	Όχι

Πίνακας 2. Πεδία της οντότητας μονάδα κάλυψης γης για τα οποία υπάρχει ή όχι υποχρέωση συμπλήρωσης σύμφωνα με τις INSPIRE προδιαγραφές για την επίτευξη της εναρμόνισης.

3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Οι υπηρεσίες θέασης, λήψης και καταλόγου των δεδομένων WMS / WFS / CSW δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού ArcGIS και ArcGIS Server με την επέκταση ArcGIS for INSPIRE και μέσω του ESRI INSPIRE Geoportal.

Η διαδικασία περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός mxd project που περιέχει τα δεδομένα για τα οποία θα δημιουργηθούν υπηρεσίες. Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται από την INSPIRE BD με τη χρήση ειδικού εργαλείου (ArcMap tools for INSPIRE layers) και στη συνέχεια δημιουργούνται και δημοσιεύονται οι υπηρεσίες θέασης και τηλεφόρτωσης σύμφωνα με τα Open Geospatial Consortium (OGC) WMS και WFS Standards. Η δημιουργία των υπηρεσιών γίνεται μέσα από το ArcGIS με την επέκταση INSPIRE και δημιουργούνται οι επικλήσεις των υπηρεσιών (GetCapabilities, GetFeature, κλπ) είτε δυναμικά όταν καλούνται από το χρήστη είτε ως προαποθηκευμένες στον εξυπηρετητή. Στην Εικόνα 7 απεικονίζεται στιγμιότυπο της δημιουργίας υπηρεσίας θέασης για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου.

Η δημιουργία των υπηρεσιών από το λογισμικό ακολουθεί τις προδιαγραφές που περιγράφονται στο τεύχος τεχνικών οδηγιών “Technical Guidance for INSPIRE Spatial Data Services and services allowing spatial data services to be invoked, <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/sds>”

Property	Value
Name	WMS
Title	cadastralparcels_CadastralParcel
Abstract	
Keyword	
ContactPerson	
ContactPosition	
ContactOrganization	
AddressType	
Address	
City	

Εικόνα 7 : Στιγμιότυπο από τη δημιουργία της υπηρεσίας θέασης για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου

Η υπηρεσία καταλόγου CSW δημιουργείται από το ESRI INSPIRE Geoportal και αποτελεί ένα xml αρχείο μεταδεδομένων που περιέχει όλη την πληροφορία για τα διαθέσιμα INSPIRE δεδομένα του ελληνικού κτηματολογίου. (<https://www.ktimanet.gr/geoportal/csw?SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetCapabilities>)

4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΕΤΑΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η δημιουργία μεταδεδομένων για τα δεδομένα και τις υπηρεσίες του ελληνικού κτηματολογίου που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της ανάπτυξης της INSPIRE γεωπύλης, ακολούθησε τις τεχνικές προδιαγραφές όπως προκύπτουν από τις τεχνικές οδηγίες “[Technical Guidance for the implementation of INSPIRE dataset and service metadata based on ISO/TS 19139:2007](#)”.

Στον Πίνακα 3 εμφανίζεται απόσπασμα του πίνακα μεταδεδομένων ο οποίος δημιουργήθηκε σαν βάση για τη δημιουργία των μεταδεδομένων στην μορφή που προβλέπει η οδηγία INSPIRE, δηλαδή σε xml αρχεία.

MD 2.1 (1205/2008)		M&R C-D		MD 3.2 (1205/2008)		MD 3.1 (1205/2008)	
Θεματική κατηγορία συνόλων κατά ISO 19115	Topic category according to ISO 19115	Θεματική ενότητα κατά INSPIRE (*)	Topic category according to INSPIRE	Λέξη κλειδί από το γενικό πολυγλωσσικό περιβαλλοντικό θησαυρό GEMET	Keyword value GEMET (https://www.eionet.europa.eu/gemet/en/themes/)	Άλλες λέξεις κλειδιά για αναζήτηση του συνόλου ή της σειράς γεωχωρικών δεδομένων	Other Search Keywords of the geospatial dataset or dataset series
Χωροταξία/Κτηματολόγιο Όρια Γεωγραφική Θέση	Planning / Cadastre Boundaries Location	I.6 Γεωτεμάχια κτηματολογίου 1.5 Διευθύνσεις	I.6 Cadastral Parcels 1.5 Addresses	Γεωτεμάχια κτηματολογίου	cadastral parcels	γεωτεμάχια, κτηματολόγιο	land parcels, cadastre
Υψομετρία Ορθοεικόνες/Βασικοί χάρτες/Κάλυψη γης	Elevation Imagery / Base Maps / Earth Cover	II.1 Υψομετρία	II.1 Elevation	elevation orthoimagery	elevation orthoimagery	ψηφιακό μοντέλο εδάφους, υψομετρία, Digital Elevation Model, DEM, ορθοεικόνα	digital elevation model, elevation, DEM, orthophoto
Υψομετρία Ορθοεικόνες/Βασικοί χάρτες/Κάλυψη γης	Elevation Imagery / Base Maps / Earth Cover	II.1 Υψομετρία	II.1 Elevation	elevation orthoimagery	elevation orthoimagery	ψηφιακό μοντέλο εδάφους, υψομετρία, Digital Elevation Model, DEM, ορθοεικόνα	digital elevation model, elevation, DEM, orthophoto
Υψομετρία Ορθοεικόνες/Βασικοί χάρτες/Κάλυψη γης	Elevation Imagery / Base Maps / Earth Cover	II.1 Υψομετρία	II.1 Elevation	elevation orthoimagery	elevation orthoimagery	ψηφιακό μοντέλο εδάφους, υψομετρία, Digital Elevation Model, DEM, ορθοεικόνα	digital elevation model, elevation, DEM, orthophoto

Πίνακας 3. *Πρώτο στάδιο δημιουργίας μεταδεδομένων σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της οδηγίας.*

Μεταδεδομένα δημιουργήθηκαν τόσο για τα ίδια τα δεδομένα όσο και για τις υπηρεσίες θέασης και τηλεφόρτωσης που τα συνοδεύουν και είναι δημοσιευμένα με μοναδικό χαρακτηριστικό ID στην INSPIRE γεωπύλη του ελληνικού κτηματολογίου. Στην Εικόνα 8 απεικονίζεται απόσπασμα από το xml αρχείο μεταδεδομένων για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου.

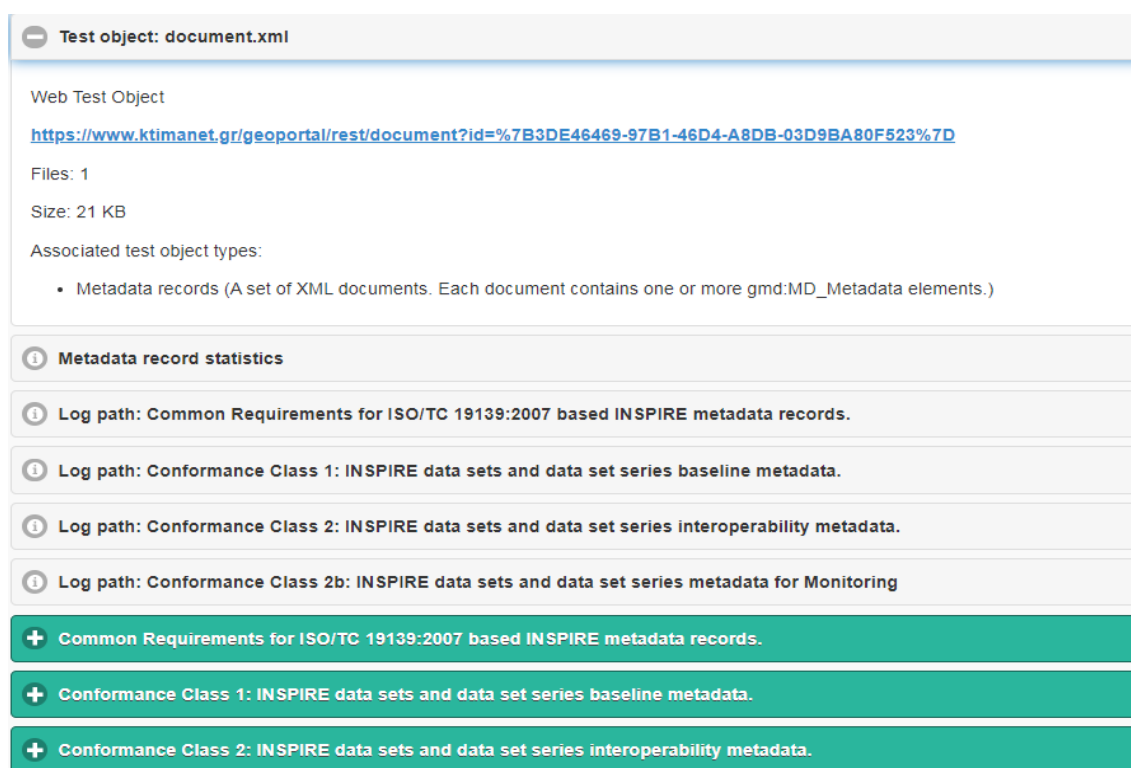
<pre> <gmd:identifier> <gmd:abstract> <gco:CharacterString>Κτηματολογικά όρια των γεωτεμαχίων που τηρούνται στη βάση δεδομένων του ν.π.δ.δ. «Ελληνικό Κτηματολόγιο». Αφορούν στα γεωτεμάχια που έχουν ενταχθεί στο σύστημα του "Λειτουργούντος Κτηματολογίου". Ενημερώνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η πλέον πρόσφατη ημερομηνία ενημέρωσης φαίνεται στο πεδίο beginLifespanVersion των ιδιοτήτων κάθε γεωτεμαχίου. Το περιεχόμενο του πεδίου InspireId κάθε γεωτεμαχίου, λόγω επιφυλάξεων εφαρμογής της Γενικής Οδηγίας Προστασίας Δεδομένων (GDPR), δεν ταυτίζεται, αυτή τη στιγμή, με τους Κωδικούς Αριθμούς του Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ). Cadatral land parcel boundaries maintained in the "Hellenic Cadastre" data base. The dataset refers to the land parcels that have been integrated into the "Operating Cadastre" system. They are updated periodically. The most recent updating date for each cadastral parcel is stored in its corresponding record of the beginLifespanVersion field. The InspireId of each parcel, currently, is not identical with its (Hellenic) National Cadastral Code Number (ΚΑΕΚ) due to GDPR concerns.</gco:CharacterString> </gmd:abstract> <gmd:pointOfContact> <gmd:CI_ResponsibleParty> <gmd:organisationName> <gco:CharacterString>Ελληνικό Κτηματολόγιο, Διεύθυνση Γεωχωρικών Πληροφοριών / Τμήμα Γεωπληροφορίας Directorate of Geospatial Information / Department of Geoinformation</gco:CharacterString> </pre>

Εικόνα 8. *Απόσπασμα από το xml αρχείο μεταδεδομένων για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου.*

5. ΕΛΕΓΧΟΙ

Τελευταίο και εξαιρετικά σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας συμμόρφωσης, αποτελεί ο έλεγχος για την πλήρωση των συνθηκών που καθιστούν τα δεδομένα και τις υπηρεσίες που δημιουργήθηκαν πλήρως ή μερικώς συμβατά με την οδηγία INSPIRE. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι κατάλληλες τεστ ρουτίνες που διατίθενται στη γεωπύλη του INSPIRE “<https://inspire.ec.europa.eu/validator>”.

Πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλοι έλεγχοι για τη συμμόρφωση των δεδομένων μόνο για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου διότι ανήκουν στο παράρτημα I (ANNEX I) ενώ οι έλεγχοι για τα μεταδεδομένα των δεδομένων και των υπηρεσιών καθώς και για τις ίδιες τις υπηρεσίες πραγματοποιήθηκαν για το σύνολο των θεματικών κατηγοριών. Στην Εικόνα 9 φαίνονται τα επιτυχή αποτελέσματα ελέγχου για τη δομή των δεδομένων των γεωτεμαχίων κτηματολογίου.



Εικόνα 9. Αποτελέσματα ελέγχου για τα δεδομένα των κτηματολογικών γεωτεμαχίων στον INSPIRE Validator.

Σημειώνεται ότι η δομή των μεταδεδομένων στο σύνολό τους δεν είχαν από την αρχή επιτυχή αποτελέσματα κατά τη διαδικασία ελέγχου των αντίστοιχων τεστ. Χρειάστηκε να γίνουν τροποποιήσεις πάνω στα xml αρχεία ώστε να επιτευχθεί η συμμόρφωση. Αυτό συνέβη διότι η έκδοση του λογισμικού που διαθέτει το ελληνικό κτηματολόγιο εξάγει μεταδεδομένα της έκδοσης 1.3.0 ενώ ο INSPIRE validator ελέγχει τα μεταδεδομένα που ακολουθούν την έκδοση 2.0

Στον Πίνακα 4 γίνεται αναφορά σε όλα τα τεστ που χρησιμοποιήθηκαν για να ελεγχθούν τα δεδομένα, οι υπηρεσίες και τα μεταδεδομένα των κτηματολογικών γεωτεμαχίων και στα αποτελέσματά τους. Στη στήλη “TEST OBJECT” το url αντιστοιχεί στο αντικείμενο που ελέγχθηκε. Όλα τα urls είναι προσβάσιμα μέσω της γεωπύλης του ελληνικού κτηματολογίου.

TEST	TEST OBJECT	COMMENTS
Conformance Class 2: INSPIRE data sets and data set series interoperability metadata	https://www.ktimanet.gr/geoportal/rest/document?id=%7B3DE46469-97B1-46D4-A8DB-03D9BA80F523%7D	DATA METADATA / PASSED
Conformance Class 4: INSPIRE Network Services metadata	https://www.ktimanet.gr/geoportal/rest/document?id=%7B446403E8-F1F7-43D1-AE6A-C96C408E7DD5%7D	WMS METADATA / PASSED (manual checks required)
Conformance Class 4: INSPIRE Network Services metadata	https://www.ktimanet.gr/geoportal/rest/document?id=%7BE57053EB-7CF4-40F1-A433-A4444D8B06ED%7D	WFS METADATA / PASSED (manual checks required)
Conformance Class: Application Schema Cadastral Parcels etc.	http://gis.ktimanet.gr/inspire/rest/services/cadastralparcels/CadastralParcel/MapServer/exprts/InspireFeatureDownload/service?VERSION=2.0.0&SERVICE=wfs&request=getfeature&typeName=cp:CadastralParcel	DATA / PASSED (manual checks required)
Conformance Class: Download Service – Direct WFS	http://gis.ktimanet.gr/inspire/rest/services/cadastralparcels/CadastralParcel/MapServer/exprts/InspireFeatureDownload/service?ACCEPTVERSIONS=2.0.0&REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0	WMS GETCAPABILITIES / TEST STEPS FAILED: 13/241
Conformance Class: View Service – WMS	http://gis.ktimanet.gr/inspire/rest/services/cadastralparcels/CadastralParcelWMS/MapServer/exprts/InspireView/service?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0	WFS GETCAPABILITIES / TEST STEPS FAILED: 7/131

Πίνακας 4. Τεστ ρουτίνες, αντικείμενα και αποτελέσματα για τα δεδομένα και τις υπηρεσίες των κτηματολογικών γεωτεμαχίων.

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα των ελέγχων, δεν ήταν δυνατή η τροποποίηση στα xml αρχεία που αφορούν στις υπηρεσίες θέασης και τηλεφόρτωσης (GetCapabilities), καθώς τα αρχεία αυτά δημιουργούνται δυναμικά, κάθε φορά που καλούνται, μέσα από το σύστημα και δεν μπορούν να τροποποιηθούν σε κάποιον xml editor. Το θέμα της πλήρους συμμόρφωσης των υπηρεσιών παραμένει ανοιχτό και είναι υπό διερεύνηση.

Αυτός είναι και ο λόγος που στα μεταδεδομένα των υπηρεσιών στο πεδίο «συμμόρφωση» έχει δηλωθεί ότι: «Η υπηρεσία πληροί εν μέρει τις απαιτήσεις του Κανονισμού για τη διαλειτουργικότητα των δικτυακών υπηρεσιών». Απόσπασμα των μεταδεδομένων για το πεδίο συμμόρφωσης φαίνεται στην **Εικόνα 10**.

```

<gmd:DQ_ConformanceResult>
  <gmd:specification>
    <gmx:Anchor xlink:href="http://data.europa.eu/eli/reg/2009/976">Commission Regulation (EC) No 976/2009 of 19
    October 2009 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards the Network
    Services</gmx:Anchor>
    </gmd:title>
    <gmd:CI_DateTypeCode
    codeList="http://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodeLists.xml#CI_DateTypeCode"
    codeListValue="publication">Publication</gmd:CI_DateTypeCode>
    </gmd:dateType>
    </gmd:CI_Date>
    </gmd:date>
    </gmd:CI_Citation>
  </gmd:specification>
  <gmd:explanation>
    <gco:CharacterString>Η υπηρεσία πληροί εν μέρει τις απαιτήσεις του Κανονισμού για τη διαλειτουργικότητα των
    δικτυακών υπηρεσιών</gco:CharacterString>
  </gmd:explanation>
</gmd:DQ_ConformanceResult>

```

Το τελικό στάδιο των ελέγχων περιλαμβάνει την διασύνδεση ανάμεσα στα μεταδεδομένα των δεδομένων, υπηρεσιών θέασης και υπηρεσιών τηλεφόρτωσης που είναι απαραίτητη για την άρτια απεικόνιση των δεδομένων – υπηρεσιών στο INSPIRE geoportal της ευρωπαϊκής ένωσης. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται μέσω του linkage checker στη σελίδα της οδηγίας INSPIRE <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/linkagechecker.html> και προσομοιώνει την harvesting διαδικασία που εκτελεί η γεωπύλη σε όλους τους επίσημους εθνικούς κόμβους.

Για την Ελλάδα τον επίσημο INSPIRE κόμβο αποτελεί ο κατάλογος δεδομένων που έχουν αναρτηθεί στη γεωπύλη του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας <http://geoportal.yopen.gr/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/home>

Στην Εικόνα 11 απεικονίζεται το αποτέλεσμα του ελέγχου για τη διασύνδεση των μεταδεδομένων των δεδομένων και των υπηρεσιών θέασης και μεταφόρτωσης για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου. Ο έλεγχος ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

The screenshot displays the 'Resource linkages checker tool' interface. At the top, it says 'Emulate the checks by the INSPIRE Geoportal'. Below this, the 'Linkage check results' section shows two buttons: 'View Service linkage' and 'Download Service linkage', both with green thumbs-up icons. Underneath, the 'Main linkage aspects' section contains a table with 7 rows, all showing a 'Result' of 'Success' (indicated by a green checkmark).

Linkage Aspect	Result
Data Set metadata contains Unique Resource Identifier	Success
Data Set metadata contains INSPIRE Spatial Data Theme	Success
The View Service has been contacted	Success
Linkage has been established between the View Service and Data Set	Success
The Download Service has been contacted	Success
Linkage has been established between the Download Service and Data Set	Success
A Download link has been determined	Success

Εικόνα 11. Αποτέλεσμα του ελέγχου στον linkage checker για τα γεωτεμάχια κτηματολογίου

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι διαδικασίες που περιγράφηκαν παραπάνω και αφορούν στην εναρμόνιση δεδομένων, που διαθέτει το ελληνικό κτηματολόγιο, με τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/2/ΕΚ (INSPIRE) οδήγησαν στην επιτυχή υλοποίηση της γεωπύλης INSPIRE για το ελληνικό κτηματολόγιο και συμβάλλουν έτσι καθοριστικά στην προσπάθεια δημιουργίας μιας βασικής ευρωπαϊκής υποδομής γεωχωρικών δεδομένων που θα βασίζεται σε κοινούς κανόνες επικοινωνίας. Επιπλέον, έχει δημιουργηθεί η υποδομή για την εναρμόνιση δεδομένων και για άλλες θεματικές κατηγορίες που ήδη διαθέτει ο Φορέας ή που θα δημιουργηθούν στο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

INSPIRE Directive,

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32007L0002>

(Last accessed on 16 October 2020)

INSPIRE DS-D2.5, Generic Conceptual Model, v3.4rc2,

http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3.4rc2.PDF

(Last accessed on 14 October 2020)

INSPIRE KNOWLEDGE BASE, INSPIRE roadmap,

<https://inspire.ec.europa.eu/inspireroadmap/61> , (Last accessed on 15 October 2020)

INSPIRE KNOWLEDGE BASE, Data Specifications, <https://inspire.ec.europa.eu/data-specifications/2892>, (Last accessed on 15 October 2020)

Corine Land Cover, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> , (Last accessed on 15 October 2020)

INSPIRE Consolidated UML model, <https://inspire.ec.europa.eu/data-model/approved/r4618-ir/html/> , (Last accessed on 15 October 2020)

Index of https/schemas, <https://inspire.ec.europa.eu/schemas/> , (Last accessed on 15 October 2020)

INSPIRE Codelists, <https://inspire.ec.europa.eu/codelist/>, (Last accessed on 15 October 2020)

INSPIRE Geodatabase templates, <https://enterprise.arcgis.com/en/inspire/latest/get-started/geodatabase-template.htm> , (Last accessed on 15 October 2020)

D2.8.I.6 Data Specification on *Cadastral* Parcels, 2014 – Technical guidelines, v.3_1,

INSPIRE Thematic Working Group Cadastral Parcels,

<https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/cp> , (Last accessed on 15 October 2020)

ΓΕΩΘΕΣΙΑ, 2019, *Οδηγός αυτοματοποιημένων διαδικασιών*.

D2.8.I.2 Data Specification on *Geographical Grid Systems*, 2014 – Technical Guidelines ,

v. 3_1, INSPIRE Thematic Working Group Coordinate Reference Systems & Geographical

Grid Systems, <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/gg> , (Last accessed on 15 October 2020)

D2.8.II.2 Data Specification on *Land Cover*, 2013 – Technical Guidelines , v. 3_0,

INSPIRE Thematic Working Group Land Cover,

<https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/lc>, (Last accessed on 15 October 2020)

Technical Guidance for INSPIRE Spatial Data Services and services allowing spatial data services to be invoked, <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/sds> , (Last accessed on 15 October 2020)

Technical Guidance for the implementation of INSPIRE dataset and service metadata based on ISO/TS 19139:2007, <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/metadata-iso19139>, (Last accessed on 15 October 2020)

INSPIRE VALIDATOR, <https://inspire.ec.europa.eu/validator> , (Last accessed on 15 October 2020)

INSPIRE Linkage Checker, <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/linkagechecker.html> , (Last accessed on 15 October 2020)

YPEN Geoportal, <http://geoportal.yopen.gr/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/home> (Last accessed on 15 October 2020)

ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΤΟΜΕΑ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΟΥ ΕΝΩΣΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ.

Η περίπτωση των γεωχωρικών δεδομένων του ν.π.δ.δ. «Ελληνικό Κτηματολόγιο».

Ματθαίου Παναγιώτης

Δικηγόρος, Δ.Ν.,

«Ελληνικό Κτηματολόγιο»

Μέλος Σ.Ε.Π. του Ε.Α.Π.

Τηλ. 6977439007 E-mail: pmatheou@ktimatologio.gr

Γεωχωρικά δεδομένα, Οδηγία Inspire, Ψηφιακή Διακυβέρνηση, Ανοιχτή διάθεση δεδομένων, Δημόσιος Τομέας, Δημοσιότητα, Προστασία προσωπικών δεδομένων, Ενωσιακό και εθνικό θεσμικό πλαίσιο

I. Περίληψη

Η παρούσα εισήγηση αρθρώνεται σε δύο άξονες: πρώτον, στη διερεύνηση του ενωσιακού και ελληνικού θεσμικού πλαισίου για την ηλεκτρονική και εντέλει ψηφιακή διακυβέρνηση, τις πληροφοριακές υποχρεώσεις και την ανοιχτή διάθεση δεδομένων των φορέων του δημόσιου τομέα και δεύτερον, στην εξέταση ζητημάτων σχετικών με τη δημιουργία υποδομής χωρικών πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα (γνωστή ως Οδηγία Inspire), καθώς και σχετικών με τη δημοσιότητα και το δικαίωμα πρόσβασης σε αυτά.

II. Εισαγωγή

Πρόσφατα αποφασίστηκε από το Δ.Σ. του Φορέα η δημοσίευση – ανάρτηση στο διαδίκτυο δεδομένων και υπηρεσιών του ν.π.δ.δ. «Ελληνικό Κτηματολόγιο» (Φορέας), σύμφωνα με την Οδηγία Inspire της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και καταλόγου μεταδεδομένων των δεδομένων και υπηρεσιών (απόφ. 102/11-6-2020). Με την ίδια απόφαση ορίστηκαν και οι όροι χρήσης και διάθεσής τους. Επίσης, με πολύ πρόσφατη απόφασή του (108/17-9-2020), το Δ.Σ. του Φορέα αποφάσισε την υποβολή αιτημάτων στη Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων Δημόσιας Διοίκησης του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης για την πάγια φιλοξενία στο «Ενιαίο Κυβερνητικό Νέφος» («G-Cloud») δεδομένων και υπηρεσιών του Φορέα που είτε είναι δημόσια διαθέσιμα μέσω της Γεωπύλης INSPIRE είτε έχουν αναπτυχθεί (ή πρόκειται να αναπτυχθούν στο μέλλον) στο πλαίσιο της ικανοποίησης απαιτήσεων της Ε.Υ.Γ.Ε.Π..

Με την προτεινόμενη εισήγηση θα επιχειρηθεί η διερεύνηση του βασικού νομικού πλαισίου της δημοσιότητας και του δικαιώματος πρόσβασης των ενδιαφερομένων και τρίτων στη γεωχωρική πληροφορία υπό το πρίσμα του ενωσιακού και ελληνικού δικαίου, καθώς και η διερεύνηση του βαθμού υλοποίησης των προαπαιτούμενων εννοιών όπως: εθνικά γεωχωρικά δεδομένα αναφοράς (υπόβαθρα), κύριος των γεωχωρικών δεδομένων, πρωτότυπα σύνολα γεωχωρικών δεδομένων, ενόψει μάλιστα της θεσμοθέτησης του Ενιαίου Ψηφιακού Χάρτη (Ν. 4635/2019, άρ. 4-9) και πολύ πρόσφατα του Ν. 4727/2020 με τίτλο: «Ψηφιακή Διακυβέρνηση». Θα επιχειρηθεί επίσης η προσέγγιση των όρων και προϋποθέσεων διάθεσης των γεωχωρικών δεδομένων του δημόσιου τομέα, στον οποίο περιλαμβάνεται και ο Φορέας. Μεταξύ άλλων θα διερευνηθούν ζητήματα σχετικά αφενός, με τη δημιουργία εθνικής υποδομής γεωχωρικών πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων των μεταδεδομένων και της διαλειτουργικότητας των συνόλων και των υπηρεσιών των χωρικών δεδομένων και αφετέρου, την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών, σε

συνδυασμό με την ελεύθερη ροή των δεδομένων μη προσωπικού χαρακτήρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στη χώρα μας.

III. Ψηφιακή διακυβέρνηση, πληροφοριακές υποχρεώσεις και ανοιχτή διάθεση δεδομένων των φορέων του δημόσιου τομέα

1. Ήδη με το N. 3979/2011, όπως τροποποιήθηκε με το N. 4623/2019, είχαν θεσπιστεί οι γενικές αρχές κατ' αρχάς της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και οι πληροφοριακές υποχρεώσεις των φορέων του δημόσιου τομέα ιδίως για τη δημιουργία διαδικτυακών τόπων μέσω των οποίων οι φορείς του δημόσιου τομέα οφείλουν να δημοσιοποιούν και να καθιστούν προσιτές τις πληροφορίες που διαθέτουν και εμπίπτουν στο πεδίο της αρμοδιότητας και δραστηριότητάς τους, εγγυώμενοι την εγκυρότητα και νομιμότητα, μεριμνώντας για την ποιότητα και επικαιροποίηση των πληροφοριών που αναρτούν και θέτοντας τους περιορισμούς και τους όρους χρήσης των πληροφοριών με σεβασμό του δικαιώματος προστασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και της ιδιωτικότητας των φυσικών προσώπων, όπως αυτό διαμορφώθηκε εντέλει με τον Κανονισμό (ΕΕ) 2016/679, γνωστό ως Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Δεδομένων και ενσωματώθηκε στην ελληνική έννομη τάξη με το N. 4624/2019.

2. Στη συνέχεια με το Κεφάλαιο Α' του N. 4305/2014, ο οποίος αντικατέστησε το αντίστοιχο Κεφάλαιο Πρώτο του N. 3448/2006, θεσπίστηκε η αρχή της ανοικτής διάθεσης και περαιτέρω χρήσης των εγγράφων, πληροφοριών και δεδομένων που βρίσκονται στην κατοχή των φορέων του δημόσιου τομέα, τα οποία διατίθενται από τη στιγμή της ανάρτησης, δημοσίευσης ή αρχικής διάθεσής τους, ελεύθερα προς περαιτέρω χρήση και αξιοποίηση για εμπορικούς ή μη εμπορικούς σκοπούς, χωρίς να απαιτείται οποιαδήποτε ενέργεια του ενδιαφερομένου ή πράξη της διοίκησης (αρχή της ανοικτής διάθεσης και περαιτέρω χρήσης της δημόσιας πληροφορίας). Θεσπίστηκε παράλληλα η κατ' εξαίρεση αιτιολογημένη επιβολή όρων μέσω αδειοδότησης, ή με άλλους τρόπους, συμπεριλαμβανομένης της υποχρέωσης αναφοράς της πηγής, της ρήτρας για την προστασία των προσωπικών δεδομένων, της επιβολής τελών και της δήλωσης αποποίησης ευθύνης του φορέα. Διευκρινίστηκε επίσης ότι εφόσον χρεώνονται τέλη για την περαιτέρω χρήση εγγράφων, πληροφοριών ή δεδομένων, τα εν λόγω τέλη περιορίζονται στο οριακό κόστος για την αναπαραγωγή, την παροχή και τη διάδοσή τους. Καθορίστηκε ωστόσο ότι οι όροι που επιβάλλονται δεν μπορεί να οδηγούν σε περιορισμό ή στρέβλωση του ανταγωνισμού.

3. Με το άρθρο 108 του N. 4727/2020 (Α' 184) καταργούνται οι αντίστοιχες διατάξεις των παραπάνω νόμων και αντικαθίστανται από τις ρυθμίσεις του πρόσφατου αυτού νόμου για την εντέλει Ψηφιακή Διακυβέρνηση, όπως θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

4. Σύμφωνα λοιπόν με το Κεφάλαιο Ι του Μέρους Α του N. 4727/2020 που αναφέρεται στα ανοικτά δεδομένα και την περαιτέρω χρήση πληροφοριών του Δημόσιου Τομέα, θεσμοθετείται μεταξύ άλλων: «(α) η αναδιτύπωση των διατάξεων για την καθιέρωση και διεύρυνση της αρχής της ανοικτής διάθεσης και περαιτέρω χρήσης: (αα) των εγγράφων που βρίσκονται στην κατοχή φορέων του δημόσιου τομέα και δημοσίων επιχειρήσεων κατά την έννοια της περ. 3 του άρθρου 60 και (αβ) ..., (β) ο καθορισμός όρων, προϋποθέσεων και τρόπων διευκόλυνσης για την υλοποίηση της περαιτέρω χρήσης των δημοσίων δεδομένων ως ανοικτών δεδομένων, και (γ) η προσαρμογή της εθνικής νομοθεσίας στις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/1024 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20ης Ιουνίου 2019 για τα ανοικτά δεδομένα και την περαιτέρω χρήση πληροφοριών του δημόσιου τομέα, με σκοπό να προαχθεί η χρήση των ανοικτών δεδομένων και να ενθαρρυνθεί η καινοτομία στον τομέα των προϊόντων και των υπηρεσιών.» (άρ. 59 παρ. 1).

Οι ρυθμίσεις του παρόντος Κεφαλαίου εφαρμόζονται, μεταξύ άλλων, σε έγγραφα που βρίσκονται στην κατοχή φορέων του δημόσιου τομέα (άρ. 59 παρ. 3), όπως εν προκειμένω ο Φορέας «Ελληνικό Κτηματολόγιο». Διευκρινίζεται επίσης, αφενός μεν, ότι «οι ρυθμίσεις του παρόντος Κεφαλαίου δεν θίγουν τις διατάξεις του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/679, καθώς και τις διατάξεις των νόμων 4624/2019 (Α' 137) και 3471/2006 (Α' 133), σχετικά με την προστασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα» (άρ.

59 παρ. 6), αφετέρου δε, ότι «οι ρυθμίσεις του παρόντος Κεφαλαίου διέπουν την περαιτέρω χρήση και όλων των εγγράφων που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του ν. 3882/2010 (Α` 166)» (άρ. 59 παρ. 9).

Ως «έγγραφο» ορίζεται: «κάθε έγγραφο ή τμήμα εγγράφου, πληροφορία ή δεδομένο, που εκδίδεται ή έχει ανατεθεί προς διαχείριση στους φορείς του παρόντος κεφαλαίου στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων τους ή, εφόσον πρόκειται για δημόσια επιχείρηση κατά την έννοια της περ. 3, στο πλαίσιο της υποχρέωσης παροχής υπηρεσιών γενικού συμφέροντος, και ιδίως μελέτες, πρακτικά, στατιστικά στοιχεία, εγκύκλιες οδηγίες, απαντήσεις των διοικητικών αρχών, γνωμοδοτήσεις, αποφάσεις, αναφορές, ανεξάρτητα από το μέσο αποτύπωσης που χρησιμοποιείται (π.χ. αποτύπωση σε χαρτί, αποθήκευση σε ηλεκτρονική μορφή ή ηχητική, οπτική ή οπτικοακουστική εγγραφή). Ως «έγγραφο», για την εφαρμογή αυτού του νόμου, λογίζονται και τα ιδιωτικά έγγραφα, που βρίσκονται σε αρχεία (φακέλους) φορέων του δημόσιου τομέα και χρησιμοποιήθηκαν ή λήφθηκαν υπόψη κατά την άσκηση των αρμοδιοτήτων τους». Περαιτέρω δε διακρίνονται δύο ειδικότερες κατηγορίες εγγράφων: α) τα «δυναμικά δεδομένα», δηλ. έγγραφα σε ψηφιακή μορφή, τα οποία υπόκεινται σε συχνές ή σε πραγματικό χρόνο επικαιροποιήσεις, ιδίως λόγω της μεταβλητότητας ή της ταχείας απαξίωσής τους και β) τα «σύνολα δεδομένων υψηλής αξίας»: δηλ. έγγραφα, η περαιτέρω χρήση των οποίων συνδέεται με σημαντικά οφέλη για την κοινωνία, το περιβάλλον και την οικονομία, κυρίως λόγω της καταλληλότητάς τους για τη δημιουργία υπηρεσιών και εφαρμογών προστιθέμενης αξίας καθώς και νέων, ποιοτικών και αξιοπρεπών θέσεων εργασίας, αλλά και λόγω του πλήθους των δυνητικών αποδεκτών των υπηρεσιών και των εφαρμογών προστιθέμενης αξίας που βασίζονται στα εν λόγω σύνολα δεδομένων (άρ. 60).

Ο κατάλογος θεματικών κατηγοριών συνόλων δεδομένων υψηλής αξίας, όπως παρατίθεται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/1024, ενσωματώνεται στο Παράρτημα XII του Ν.4727/2020 και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του, μεταξύ δε αυτών συμπεριλαμβάνονται και οι γεωχωρικές πληροφορίες (άρ. 71). Τα σύνολα δεδομένων υψηλής αξίας που ανήκουν στις κατηγορίες που αναφέρονται στο Παράρτημα XII και που έχουν στην κατοχή τους οι φορείς που εμπίπτουν στις διατάξεις για τα ανοικτά δεδομένα, όπως αυτά προσδιορίζονται με την έκδοση, από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, του προβλεπόμενου στην παρ. 1 του άρθρου 14 της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/1024 καταλόγου: (α) διατίθενται δωρεάν, με την επιφύλαξη των εξουσιοδοτικών διατάξεων των παρ. 2, 3 και 4 του παρόντος άρθρου και των παρ. 43 και 44 του άρθρου 107, (β) είναι μηχαναγνώσιμα, (γ) παρέχονται μέσω διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (APIs) και (δ) κατά περίπτωση, παρέχονται ως μαζική τηλεφόρτωση (άρ. 72).

Ως «περαιτέρω χρήση» ορίζεται η χρήση από φυσικά ή νομικά πρόσωπα ή άλλες ενώσεις προσώπων χωρίς νομική προσωπικότητα: (α) εγγράφων που βρίσκονται στην κατοχή φορέων του δημόσιου τομέα, για εμπορικούς ή μη εμπορικούς σκοπούς, εκτός του αρχικού σκοπού, στο πλαίσιο της δημόσιας αποστολής, για τον οποίο εκδόθηκαν τα έγγραφα, (β) εγγράφων που βρίσκονται στην κατοχή δημόσιων επιχειρήσεων κατά την έννοια της περ. 3, για εμπορικούς ή μη εμπορικούς σκοπούς, εκτός του αρχικού σκοπού παροχής υπηρεσιών γενικού συμφέροντος για τον οποίο εκδόθηκαν τα έγγραφα (άρ. 60).

Σύμφωνα με το άρθρο 61 του Ν. 4727/2020: «1. Τα έγγραφα των φορέων του παρόντος Κεφαλαίου διατίθενται από τη στιγμή της ανάρτησης, δημοσίευσης ή αρχικής διάθεσής τους, ελεύθερα προς περαιτέρω χρήση και αξιοποίηση για εμπορικούς ή μη εμπορικούς σκοπούς, χωρίς να απαιτείται οποιαδήποτε ενέργεια του ενδιαφερομένου ή πράξη της διοίκησης (αρχή της ανοικτής διάθεσης και περαιτέρω χρήσης της δημόσιας πληροφορίας), με την επιφύλαξη των άρθρων 64 έως 66, 69 και 70. 2. Τα έγγραφα των φορέων του παρόντος Κεφαλαίου διατίθενται στο διαδίκτυο ως σύνολο δεδομένων ή μέσω προγραμματιστικών διεπαφών, σε ανοικτό μηχαναγνώσιμο μορφότυπο, ο οποίος συμμορφώνεται με ανοικτά πρότυπα σύμφωνα με το άρθρο 63, από σταθερό σημείο απόθεσης. Αν δεν είναι δυνατή η διαδικτυακή διάθεση των εγγράφων, απαιτείται η υποβολή αίτησης του ενδιαφερομένου σύμφωνα με το άρθρο 62.». Στην τελευταία αυτή περίπτωση εάν υπάρξει απορριπτική απόφαση, ο φορέας ανακοινώνει στον αιτούντα τους λόγους απόρριψης. Κατά της απορριπτικής απόφασης ή της παράλειψης έκδοσης αυτής από τον οικείο φορέα εντός των

προθεσμιών της παρ. 3 του άρθρου 62 προβλέπεται η άσκηση ενδικοφανούς προσφυγής ενώπιον της Εθνικής Αρχής Διαφάνειας, η οποία υποβάλλεται από τον ενδιαφερόμενο εγγράφως ή αποστέλλεται με ηλεκτρονικά μέσα, στην υπηρεσία, από την οποία ζητήθηκε η χορήγηση του εγγράφου (παρ. 4 άρ. 62). Σύμφωνα δε με το άρθρο 65: «Οι φορείς του δημόσιου τομέα υποχρεούνται να ενημερώνουν εγγράφως τους αιτούντες έγγραφα για περαιτέρω χρήση σχετικά με τη δυνατότητα άσκησης της ενδικοφανούς προσφυγής του άρθρου 62 και την προθεσμία αυτής σε ό,τι αφορά αποφάσεις ή πρακτικές που τους επηρεάζουν.».

Ορίζεται τέλος στην παρ. 4 του άρθρου 61 ότι «η ανοικτή διάθεση και περαιτέρω χρήση εγγράφων των φορέων των παρ. 1 έως 3 αποκλείεται μόνο στις περιπτώσεις της παρ. 4 του άρθρου 59 και πρέπει να αιτιολογείται ειδικώς από τον φορέα που τα κατέχει.». Διευκρινίζουμε εδώ ότι στην παρ. 4 του άρθρου 59 ορίζονται οι εξαιρέσεις από τον κανόνα της ανοικτής διάθεσης και περαιτέρω χρήσης των δεδομένων του δημόσιου τομέα.

Σύμφωνα με το άρθρο 63: «2. Τα έγγραφα διατίθενται από σταθερό σημείο απόθεσης, μαζί με τα μεταδεδομένα τους, μέσω της Ενιαίας Ψηφιακής Πύλης της Δημόσιας Διοίκησης (gov.gr) ή στην ιστοσελίδα του φορέα. Στην περίπτωση διάθεσης στην ιστοσελίδα του φορέα, αυτά πρέπει να είναι προσβάσιμα μέσω υπερσυνδέσμων ή με άλλο τρόπο μέσω της Ενιαίας Ψηφιακής Πύλης της Δημόσιας Διοίκησης (gov.gr). Εφόσον είναι δυνατόν, τα έγγραφα καθίστανται προσβάσιμα μέσω διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (APIs). 3. Οι ρυθμίσεις του παρόντος κεφαλαίου, και ιδίως η αρχή της «εκ σχεδιασμού και εξ ορισμού» παραγωγής και διάθεσης λαμβάνονται υπόψη από τους φορείς κατά το στάδιο της παραγωγής και διάθεσης των εγγράφων τους που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του παρόντος, κατά τρόπο ώστε να διασφαλίζεται, ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού και της παραγωγής, η μέγιστη δυνατότητα διάθεσής τους για περαιτέρω χρήση.». Προβλέπονται ωστόσο και εξαιρέσεις που κινδυνεύουν να αναιρέσουν τον παραπάνω κανόνα, δεδομένου ότι οι φορείς δεν υποχρεούνται να εκδίδουν ή να προσαρμόζουν έγγραφα ή να διαθέτουν τμήματα εγγράφων, προκειμένου να συμμορφώνονται με τους διαθέσιμους μορφότευπους που ορίζονται στο άρθρο 63, εφόσον απαιτείται δυσανάλογη προσπάθεια που υπερβαίνει έναν απλό χειρισμό.

Στη συνέχεια επαναλαμβάνονται επικαιροποιημένοι οι προϊσχύσαντες κανόνες που περιλαμβάνονταν στους ως άνω καταργηθέντες νόμους. Έτσι, στο άρθρο 63 (παρ. 8-10) ορίζονται τα ακόλουθα: Πρώτον, ότι η περαιτέρω χρήση των εγγράφων που διαθέτουν οι φορείς του Κεφαλαίου Ι υπόκειται στον περιορισμό ότι το περιεχόμενό τους δεν πρέπει να αλλοιωθεί ούτε να διαστρεβλωθεί με οποιονδήποτε τρόπο, καθώς και ότι πρέπει να γίνεται αναφορά στην πηγή προέλευσής τους και στην ημερομηνία τελευταίας επικαιροποίησής τους. Οι περιορισμοί αυτοί γνωστοποιούνται εγγράφως ή με ηλεκτρονικά μέσα στον αιτούντα κατά τη χορήγηση του εγγράφου. Δεύτερον, ότι οι φορείς του Κεφαλαίου αυτού δεν φέρουν ευθύνη για τις περιπτώσεις μη ορθής περαιτέρω χρήσης των εγγράφων. Τρίτον, ότι οι φορείς του εν λόγω Κεφαλαίου υποχρεούνται να λαμβάνουν μέτρα για την παροχή δυνατότητας περαιτέρω χρήσης εγγράφων από άτομα με ειδικές ανάγκες, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των άρθρων 36 έως 47.

Ακολούθως, με το άρθρο 64 ρυθμίζεται το ζήτημα των ενδεχόμενων χρεώσεων και εξαιρέσεων από αυτές. Θεσπίζεται ο κανόνας της καταρχήν δωρεάν περαιτέρω χρήσης των εγγράφων. Εξαιρετικά δε, επιτρέπεται η ανάκτηση του οριακού κόστους για την αναπαραγωγή, παροχή και διάδοση των εγγράφων, την ανωνυμοποίηση των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, καθώς και των μέτρων που λαμβάνονται για την προστασία των εμπορικά εμπιστευτικών πληροφοριών μέσω επιβολής τελών στους ενδιαφερομένους (παρ. 1). Οι ως άνω ρυθμίσεις δεν εφαρμόζονται και συνεπώς μπορεί να επιβάλλονται τέλη, μεταξύ άλλων και στους φορείς του δημόσιου τομέα, για τους οποίους προβλέπεται να καλύπτουν οι ίδιοι ένα ουσιαστικό μέρος του κόστους εκτέλεσης της δημόσιας αποστολής τους από ίδια έσοδα (παρ. 2). Μέσω της Ενιαίας Ψηφιακής Πύλης της Δημόσιας Διοίκησης (gov.gr) δημοσιεύεται και επικαιροποιείται, σε ετήσια βάση, ο κατάλογος των φορέων που εμπίπτουν στις εξαιρέσεις της παρ. 2 (παρ. 3). Με την παρ. 4 του ίδιου άρθρου καθορίζονται τα κριτήρια της χρέωσης που πρέπει να είναι αντικειμενικά, διαφανή και επαληθεύσιμα. Επίσης, ορίζεται ότι σε κάθε περίπτωση, η περαιτέρω χρήση των συνόλων δεδομένων υψηλής αξίας, στον κατάλογο των οποίων περιλαμβάνονται και τα γεωχωρικά δεδομένα, υπό την επιφύλαξη των παρ. 2, 3 και 4 του άρθρου 72,

Ας σημειωθεί τέλος ότι με το άρθρο 67 θεσπίζονται ρυθμίσεις που αφορούν στη διαχείριση των συνόλων των εγγράφων που βρίσκονται στην κατοχή των φορέων που εμπίπτουν σε αυτό το Κεφάλαιο του νόμου, αλλά και κεντρικά.

Σύμφωνα λοιπόν με αυτές τις ρυθμίσεις στη Γενική Γραμματεία Ψηφιακής Διακυβέρνησης και Απλούστευσης Διαδικασιών του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης τηρείται «Μητρώο Ανοικτών Δεδομένων του Δημοσίου» το οποίο είναι διαθέσιμο μέσω της Ενιαίας Ψηφιακής Πύλης της Δημόσιας Διοίκησης (gov. gr). Στο ως άνω μητρώο αναρτώνται τα σύνολα των εγγράφων του Δημοσίου, που είναι διαθέσιμα σε ανοικτό και μηχαναγνώσιμο μορφότυπο, ταξινομημένα σε «Διαρθρωμένα Σύνολα Δεδομένων» (“Datasets”) ή οι σύνδεσμοι προς τους δικτυακούς τόπους των φορέων, όπου αυτά τηρούνται. Στις περιπτώσεις που τα έγγραφα δεν είναι διαθέσιμα σε ανοικτό και μηχαναγνώσιμο μορφό-τυπο ή όταν ο φορέας διαθέτει προς περαιτέρω χρήση τα δεδομένα με όρους ή άδειες σύμφωνα με τα οριζόμενα στα άρθρα 64 έως 66, γίνεται σχετική καταχώριση στο «Μητρώο Ανοικτών Δεδομένων του Δημοσίου» (παρ. 1).

Προβλέπεται ακόμη ότι κάθε φορέας του παρόντος Κεφαλαίου προβαίνει στην καταγραφή και αξιολόγηση των συνόλων των εγγράφων που βρίσκονται στην κατοχή του, ανά κατηγορίες, προς το σκοπό ανοικτής τους διάθεσης. Μετά την ολοκλήρωση της καταγραφής κάθε φορέας εκδίδει απόφαση, στην οποία περιγράφονται: (α) τα σύνολα των εγγράφων που κατέχει ο φορέας, (β) τα σύνολα των εγγράφων που θα διατεθούν σε ανοικτό και μηχαναγνώσιμο μορφότυπο, εφαρμόζοντας την αρχή της ανοικτής διάθεσης της δημόσιας πληροφορίας, (γ) τα σύνολα των εγγράφων που θα διατεθούν με επιβολή όρων μέσω χορήγησης άδειας ή τελών, σύμφωνα με τα άρθρα 64 έως και 70, και (δ) τα σύνολα των εγγράφων που δεν διατίθενται για περαιτέρω αξιοποίηση και χρήση, σύμφωνα με την παρ. 4 του άρθρου 59, όπως εν προκειμένω έκανε ο Φορέας «Ελληνικό Κτηματολόγιο». Η απόφαση αυτή αναρτάται στον διαδικτυακό τόπο του «Προγράμματος Διαύγεια» μέσω της Ενιαίας Ψηφιακής Πύλης της Δημόσιας Διοίκησης (gov.gr), καθώς και στην ιστοσελίδα του οικείου φορέα, ενώ κοινοποιείται και στον Γενικό Γραμματέα Ψηφιακής Διακυβέρνησης και Απλούστευσης Διαδικασιών (παρ. 2-3). Οι ως άνω φορείς επικαιροποιούν τα σύνολα των εγγράφων που έχουν στην κατοχή τους, αμελλητί, μόλις επέλθει μεταβολή, ενημερώνοντας σχετικά τον Γενικό Γραμματέα Ψηφιακής Διακυβέρνησης και Απλούστευσης Διαδικασιών. Σε κάθε περίπτωση, η ως άνω απόφαση για τα σύνολα των εγγράφων του φορέα εκδίδεται τουλάχιστον ετησίως με επικαιροποιημένα στοιχεία. Η Εθνική Αρχή Διαφάνειας είναι αρμόδια για τον έλεγχο της τήρησης των υποχρεώσεων του άρθρου 67 (παρ. 4-5).

IV. Δημιουργία υποδομής χωρικών πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα (γνωστή ως Οδηγία Inspire). – Δημοσιότητα και δικαίωμα πρόσβασης.

1. Γενικά

Ειδικότερα όσον αφορά τον τομέα των γεωχωρικών δεδομένων και πληροφοριών με το N. 3882/2010 ενσωματώθηκε στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2007/2/ΕΚ, για τη δημιουργία υποδομής χωρικών πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Σκοπός του βασικού αυτού νομοθετήματος είναι η θέσπιση γενικών αρχών, κανόνων, μέτρων και διαδικασιών σε διοικητικό και τεχνολογικό επίπεδο, που αποσκοπούν στην οργάνωση ενιαίων πρακτικών διαχείρισης, διάθεσης και κοινοχρησίας γεωχωρικών πληροφοριών, καθώς και στην ανάπτυξη και λειτουργία της Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Πληροφοριών (ΕΥΓΕΠ), για την ανάπτυξη της οποίας, αλλά και τη δημιουργία ενός πλήρους, λειτουργικού και παραγωγικού συστήματος διάθεσης αξιόπιστων και έγκυρων γεωχωρικών πληροφοριών από και προς τις δημόσιες αρχές, σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης, στις επιχειρήσεις και τους πολίτες, απαιτείται: πρώτον, η προσαρμογή των δημόσιων αρχών στις μεθόδους οργάνωσης και διάθεσης γεωχωρικών πληροφοριών που προβλέπονται στον εν λόγω νόμο και δεύτερον, η διασφάλιση του αναγκαίου συντονισμού των εμπλεκόμενων φορέων του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα που παράγουν, χρησιμοποιούν και επικαιροποιούν γεωχωρικά δεδομένα (άρ. 1).

Ορίζονται επίσης οι παρεχόμενες διαδικτυακές υπηρεσίες προς άλλες δημόσιες αρχές με σκοπό τη σύνδεση των οικείων συνόλων και υπηρεσιών γεωχωρικών δεδομένων, καθώς και ο κανόνας της κατ' αρχάς χωρίς τέλη διάθεσης των ως άνω υπηρεσιών σε τρίτους, με την επιφύλαξη ότι σύνολα γεωχωρικών δεδομένων που διατίθενται σε τρίτους μέσω των υπηρεσιών απεικόνισης δύνανται να είναι σε μορφή που αποτρέπει τη χρήση τους για εμπορικούς σκοπούς.

Τα επιπλέον εθνικά μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή της Οδηγίας έχουν εφαρμογή: α) για όλα τα γεωχωρικά δεδομένα, πέραν δηλαδή αυτών που περιγράφονται στα Παραρτήματα I, II και III της Οδηγίας, β) για σύνολα γεωχωρικών δεδομένων και τα μεταδεδομένα τους που είναι σε αναλογική και όχι σε ηλεκτρονική μορφή, αλλά έχουν οριστεί με απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Γεωπληροφορίας (ΕΘΕΓ) ως σύνολα αναφοράς και γ) για τις υπηρεσίες γεωχωρικών δεδομένων που αφορούν στα μεταδεδομένα, τα δεδομένα και τα σύνολά τους τα οποία προβλέπονται στον εν λόγω νόμο (άρ. 15).

2. Οργανωτική δομή και λειτουργία της ΕΥΓΕΠ

α. Στο οργανωτικό επίπεδο για τη λειτουργία της ΕΥΓΕΠ συνιστάται αφενός, η Εθνική Επιτροπή Γεωπληροφορίας (ΕΘΕΓ), η οποία είναι μια διυπουργική επιτροπή που υπάγεται στον Πρωθυπουργό. Η ΕΘΕΓ είναι το ανώτατο όργανο για τη διαμόρφωση της εθνικής πολιτικής στον τομέα της συλλογής, διαχείρισης, διάθεσης, κοινοχρησίας και αξιοποίησης της γεωχωρικής πληροφορίας σε όλο το εύρος των δημόσιων αρχών, καθώς και για τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας της γεωπληροφορίας. Επιπλέον, η ΕΘΕΓ παρακολουθεί, συντονίζει, αξιολογεί και ελέγχει την εφαρμογή της πολιτικής αυτής. Θεσπίζει ακόμη τις γενικές κατευθύνσεις, τα μέτρα και τις διαδικασίες για τη συντονισμένη εφαρμογή του Ν. 3882/2010 από τις δημόσιες αρχές και την ευθυγράμμιση των δραστηριοτήτων τους στον τομέα της παραγωγής, διαχείρισης και διάθεσης αξιόπιστων γεωχωρικών μεταδεδομένων, δεδομένων και υπηρεσιών (άρ. 16-17). Αφετέρου, τα Κομβικά Σημεία Επαφής (ΚΟ.Σ.Ε.), σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης του Κράτους (υπουργεία, περιφέρειες, δήμους, αποκεντρωμένες διοικήσεις κλπ), με αρμοδιότητα τη διασφάλιση των απαιτήσεων του Ν. 3882/2010 για την καταγραφή, την προμήθεια, την τήρηση και την επικαιροποίηση όλων των γεωχωρικών δεδομένων και υπηρεσιών των δημοσίων αρχών που εκπροσωπούν (άρ. 19).

Αναφορικά με την ΕΘΕΓ καθορίζονται επίσης η σύνθεσή της και ο τρόπος λειτουργίας της. Διαπιστώνεται ωστόσο ότι λόγω της πολυπρόσωπης σύνθεσής της, αλλά και των συνεχών αλλαγών στις δομές της ελληνικής Διοίκησης, σε συνδυασμό με την ατομία της για την υιοθέτηση μιας συγκροτημένης πολιτικής αναφορικά με τη γεωπληροφορία, η συγκρότησή της δεν είναι εύκολη υπόθεση με αποτέλεσμα η Επιτροπή να έχει συνεδριάσει μόνον δύο φορές. Συγκεκριμένα, η πρώτη συγκρότηση της ΕΘΕΓ έγινε με απόφαση της τότε Υπουργού ΠΕ.Κ.Α. στις 31-12-2010 και η πρώτη της συνεδρίαση έλαβε χώρα στις 24-1-2011. Κατά τη συνεδρίαση αυτή έγινε ενημέρωση για τις κύριες διατάξεις του Ν. 3882/2010, εγκρίθηκε ο κανονισμός λειτουργίας της και παρουσιάστηκαν οι επόμενες δράσεις της, μεταξύ των οποίων και η προετοιμασία εισήγησης σχετικά με τον καθορισμό των εθνικών συνόλων αναφοράς. Στις 9-3-2010 έγινε ανασυγκρότηση της ΕΘΕΓ και ακολούθησε η δεύτερη έως σήμερα συνεδρίασή της στις 2-4-2012, όπου έγινε παρουσίαση από τον τότε πρόεδρο του ΟΚΧΕ σχετικά με την πρόοδο ανάπτυξης της ΕΥΓΕΠ και παρουσιάστηκαν οι νομοθετικές και ρυθμιστικές εξελίξεις στην Ε.Ε. και οι προτάσεις για ένα ελληνικό αδειοδοτικό πλαίσιο γεωχωρικών δεδομένων και εγκρίθηκε κατά πλειοψηφία η εισήγηση του ΟΚΧΕ με θέμα: «Μέτρα για την προώθηση της κοινοχρησίας και της περαιτέρω χρήσης γεωχωρικών δεδομένων της Δημόσιας Διοίκησης, σύμφωνα με τις επιταγές των Νόμων 3882/2010 και 3979/2011.»

Έκτοτε έγιναν δύο ακόμη ανασυγκροτήσεις της ΕΘΕΓ, η πρώτη στις 17-9-2013 και η δεύτερη στις 26-7-2016, όμως η Επιτροπή δεν έχει συγκληθεί άλλη φορά έως σήμερα.

Με το Ν. 4164/2013 καταργήθηκε ο ΟΚΧΕ και οι αρμοδιότητές του αναφορικά με την ΕΥΓΕΠ, ιδίως ως φορέας ανάπτυξης και λειτουργίας της ΕΥΓΕΠ, μεταφέρθηκαν στο ΥΠΕΝ. Το ν.π.δ.δ. με την επωνυμία «Ελληνικό Κτηματολόγιο», που συστάθηκε με το Ν. 4512/2018 ως καθολικός διάδοχος της

καταργηθείσας με τον ίδιο νόμο Ε.Κ.ΧΑ. Α.Ε. δεν έχει καμία αρμοδιότητα αναφορικά με την ΕΥΓΕΠ. Έτσι θεωρητικά το ΥΠΕΕΝ ασκεί τις αρμοδιότητες του καταργημένου ΟΚΧΕ, ως εξής: α) υλοποιεί τα τεχνικά μέτρα (Εθνική Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών), β) συντονίζει, βοηθά και εισηγείται στις δημόσιες αρχές για την υλοποίηση του Ν. 3882/2010, και γ) υποβάλλει προτάσεις, γνωμοδοτεί και εν γένει υποστηρίζει και συνεπικουρεί την ΕΘΕΓ στην άσκηση των αρμοδιοτήτων της.

β. Πέραν όμως της αποτυχίας του οργανωτικού σχήματος για τη λειτουργία της ΕΥΓΕΠ, δεν έχουν υλοποιηθεί και άλλοι παράμετροι που ορίζονται στο νόμο για την ομαλή και αποτελεσματική λειτουργία της. Έτσι, δεν έχει προχωρήσει η υλοποίηση του Ν. 3882/2010, ιδίως ως προς τα δύο κείμενα της «Εθνικής Πολιτικής Γεωπληροφορίας» και του «Εθνικού Πλαισίου Διαλειτουργικότητας Γεωπληροφορίας και Υπηρεσιών», από τα οποία εξαρτάται άμεσα η διαχείριση των γεωχωρικών πληροφοριών της χώρας. Ως αποτέλεσμα αυτού η πλειοψηφία των δημόσιων αρχών δεν έχει ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις τους σχετικά με την οργάνωση της γεωπληροφορίας και την ένταξή της στην ΕΥΓΕΠ. Δεν έχουν επίσης καθοριστεί τα εθνικά γεωχωρικά δεδομένα αναφοράς (υπόβαθρα), τα πρωτότυπα σύνολα και υπηρεσίες γεωχωρικών δεδομένων, αλλά ούτε και οι κύριοι των εν λόγω συνόλων ώστε να εξασφαλιστούν οι εκ του νόμου υποχρεώσεις τους για τη διάθεση, τη διακίνηση και την προμήθεια, παραγωγή ή επικαιροποίηση των δεδομένων, εξασφαλίζοντας και τη μεταβίβαση σε αυτούς των δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας επί των γεωχωρικών δεδομένων, των συνόλων αυτών και των σχετικών μεταδεδομένων ή την παροχή σε αυτούς των σχετικών αδειών που είναι απαραίτητες προκειμένου να μπορούν να προβαίνουν στις ενέργειες που προβλέπονται στον εν λόγω νόμο και να μην περιορίζεται η περαιτέρω χρήση και αξιοποίηση των συνόλων γεωχωρικών δεδομένων από οποιαδήποτε άλλη δημόσια αρχή ή τρίτο. Δεν έχει προχωρήσει τέλος ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και λειτουργία της Εθνικής Πύλης Γεωχωρικών Πληροφοριών, η ευθύνη της οποίας, μετά την κατάργηση του ΟΚΧΕ, μεταβιβάστηκε στο ΥΠΕΕΝ και η οποία θα εξασφάλιζε την ασφαλή διάθεση των πληροφοριών που περιλαμβάνει και την κατά περίπτωση πιστοποίηση και ασφαλή διασύνδεση των χρηστών.

Πρέπει όμως να διευκρινιστεί εδώ ότι οι παραπάνω ολιγωρίες καθιστούν μεν αποσπασματική και αναποτελεσματική μια συνεκτική εθνική πολιτική σχετικά με την αξιοποίηση των γεωχωρικών, δεν εμποδίζουν ωστόσο τους επιμέρους κρατικούς φορείς να μεριμνήσουν για την οργάνωση και διάθεση της γεωπληροφορίας που κατέχουν ή παράγουν προκειμένου να επιτευχθούν οι επιμέρους στόχοι του εν λόγω νόμου. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι βάσεις γεωχωρικών δεδομένων του ΥΠΕΕΝ και άλλων φορέων με πιο πρόσφατο εκείνο της δημοσίευσης – ανάρτησης στο διαδίκτυο των γεωχωρικών δεδομένων και υπηρεσιών του ν.π.δ.δ. «Ελληνικό Κτηματολόγιο», σύμφωνα με την Οδηγία Inspire.

γ. Ας σημειωθεί τέλος ότι τις παραπάνω δυσλειτουργίες έρχεται άραγε να θεραπεύσει ή να επιτείνει (το μέλλον θα το δείξει) η θεσμοθέτηση του Ενιαίου Ψηφιακού Χάρτη με το Ν. 4635/2019 (άρ. 4-9). Σύμφωνα με τον τελευταίο αυτό νόμο «ως «Ενιαίος Ψηφιακός Χάρτης», για τους σκοπούς του παρόντος νόμου και των κανονιστικών πράξεων που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του, νοείται η ενιαία αποτύπωση του συνόλου των αδιαβάθμητων γεωχωρικών δεδομένων του άρθρου 6 του παρόντος κατά τρόπο δημόσια και δωρεάν προσβάσιμο στο κοινό μέσω διαδικτύου.». Σύμφωνα με τον ίδιο νόμο, αρμόδιοι για την ανάπτυξη, τήρηση, ενημέρωση και λειτουργία του Ενιαίου Ψηφιακού Χάρτη ορίζονται οι Υπουργοί Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ψηφιακής Διακυβέρνησης, Ανάπτυξης και Επενδύσεων και Εθνικής Άμυνας, οι οποίοι δύνανται να αναθέτουν την ανάπτυξη, τήρηση, ενημέρωση και λειτουργία του Ενιαίου Ψηφιακού Χάρτη σε υπηρεσία του Δημοσίου, νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου ή και σε ιδιωτικό φορέα που έχει την αναγκαία τεχνογνωσία, όπως εν προκειμένω έγινε με το ΤΕΕ. Όλοι οι παραπάνω πρέπει να μεριμνούν για την ηλεκτρονική διασύνδεση, την εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας και την παροχή δικτυακών υπηρεσιών ως προς τα γεωχωρικά δεδομένα στα οποία παραχωρείται πρόσβαση κατ' εφαρμογή του άρθρου 6. Σύμφωνα δε με το τελευταίο αυτό άρθρο, «στους φορείς του δημόσιου τομέα που κατέχουν γεωχωρικά δεδομένα, για τις ανάγκες εφαρμογής του παρόντος συμπεριλαμβάνονται ενδεικτικά το Υπουργείο Ανάπτυξης και Επενδύσεων, το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, το Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, το

Υπουργείο Οικονομικών, το Υπουργείο Δικαιοσύνης, καθώς και το Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου «Ελληνικό Κτηματολόγιο».

Είναι ωστόσο αξιοπερίεργη, λόγω του εύρους των γεωχωρικών δεδομένων που καταλαμβάνει ο Ενιαίος Ψηφιακός Χάρτης, η μνεία στο άρθρο 9 του ίδιου νόμου, σύμφωνα με την οποία οι διατάξεις του Ν. 3882/2010, όπως έχουν τροποποιηθεί και ισχύουν, δεν θίγονται από την εφαρμογή του παρόντος νόμου, στο βαθμό μάλιστα που ο Ν. 3882/2010 δεν έχει εφαρμοστεί στην ολότητά του, ενώ είναι ορατή η προοπτική της υποκατάστασης της Εθνικής Πύλης Γεωχωρικών Πληροφοριών από τον Ενιαίο Ψηφιακό Χάρτη, έστω και αν η στόχευση διαφέρει.

3. Δημοσιότητα και δικαίωμα πρόσβασης

Με το Ν. 3882/2010 θεσπίζεται, αφενός, ότι ο εν λόγω νόμος τελεί υπό την επιφύλαξη της νομοθεσίας αναφορικά με την ανοικτή διάθεση και περαιτέρω χρήση των εγγράφων, πληροφοριών και δεδομένων των φορέων του δημόσιου τομέα και αφετέρου, ότι δεν θίγεται η ύπαρξη ή η κυριότητα δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας των δημόσιων αρχών (άρ. 2). Παράλληλα καθορίζονται περιορισμοί στην πρόσβαση τρίτων σε σύνολα γεωχωρικών δεδομένων και υπηρεσιών, πέραν εκείνων που ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά τις διεθνείς σχέσεις, τη δημόσια ασφάλεια ή την εθνική άμυνα, εφόσον ενδέχεται: α) να παραβιάζεται ο εμπιστευτικός χαρακτήρας των διαδικασιών των δημόσιων αρχών, εφόσον ο εμπιστευτικός αυτός χαρακτήρας προβλέπεται από το νόμο, β) να επηρεάζονται αρνητικά οι διεθνείς σχέσεις, η δημόσια ασφάλεια ή η εθνική άμυνα, γ) να παρεμποδίζεται η λειτουργία της δικαιοσύνης, η δυνατότητα κάθε προσώπου να τύχει δίκαιης δίκης ή η δυνατότητα δημόσιας αρχής να διεξάγει έρευνα ποινικού ή πειθαρχικού χαρακτήρα, δ) να παραβιάζεται ο εμπιστευτικός χαρακτήρας εμπορικών ή βιομηχανικών πληροφοριών, όταν το εθνικό ή ευρωπαϊκό δίκαιο προβλέπει τον εμπιστευτικό αυτό χαρακτήρα προκειμένου να προστατευθεί θεμιτό οικονομικό συμφέρον, συμπεριλαμβανομένου του δημόσιου συμφέροντος για την τήρηση του εμπιστευτικού χαρακτήρα των στατιστικών στοιχείων και του φορολογικού απορρήτου, ε) να προσβάλλονται τα δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, στ) να παραβιάζεται ο εμπιστευτικός χαρακτήρας των προσωπικών δεδομένων ή/και αρχείων που αφορούν φυσικό πρόσωπο όταν το εν λόγω πρόσωπο δεν έχει συναινέσει στη δημοσιοποίηση των πληροφοριών, εφόσον ο εμπιστευτικός χαρακτήρας προβλέπεται από το νόμο, ζ) να προσβάλλονται τα συμφέροντα προστασίας οποιουδήποτε προσώπου το οποίο έχει δώσει τις αιτούμενες πληροφορίες εθελουσίως χωρίς να του επιβάλλεται ή να είναι δυνατόν να του επιβληθεί νομική υποχρέωση εκτός εάν το συγκεκριμένο πρόσωπο έχει συναινέσει στη δημοσιοποίηση των εν λόγω πληροφοριών, η) να θέτει σε κίνδυνο την προστασία του περιβάλλοντος στο οποίο αναφέρονται οι πληροφορίες αυτές, όπως ο εντοπισμός σπάνιων ειδών (άρ. 10).

Ορίζεται ακόμη ότι οι ως άνω λόγοι περιορισμού της πρόσβασης πρέπει να ερμηνεύονται συσταλτικά, λαμβανομένου υπόψη, για τη συγκεκριμένη περίπτωση, του δημόσιου συμφέροντος που εξυπηρετεί η παροχή πρόσβασης (άρ. 10). Σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, το δημόσιο συμφέρον που εξυπηρετεί η δημοσιοποίηση σταθμίζεται συγκριτικά προς το συμφέρον που εξυπηρετεί η περιορισμένη ή υπό προϋποθέσεις πρόσβαση. Με άλλα λόγια, θεσπίζεται διακριτική ευχέρεια για στάθμιση του δικαιώματος πρόσβασης του τρίτου και εν γένει της πληροφοριακής ελευθερίας και του σκοπού στον οποίο κατατείνει από τη μια πλευρά και του δικαιώματος πληροφοριακής αυτοδιάθεσης του υποκειμένου των προσωπικών δεδομένων από την άλλη, με βάση τις αρχές της αναλογικότητας και του κόστους-οφέλους. Σε περίπτωση αμφισβήτησης τη λύση θα δίνει σε πρώτη φάση η προβλεπόμενη εκ του νόμου συνεργασία με την Αρχή προστασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και τελικά τα δικαστήρια.

Όσον αφορά ειδικότερα το δικαίωμα πρόσβασης στα κτηματολογικά στοιχεία και εν γένει το ζήτημα της δημοσιότητας και της περαιτέρω διάθεσής τους πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι εξής καθοριστικοί παράμετροι: πρώτον, η παροχή της απαιτούμενης συναίνεσης που έχει παρασχεθεί κατά τη συλλογή των κτηματολογικών στοιχείων στο πλαίσιο της κτηματογράφησης, δεύτερον, το γεγονός ότι η επεξεργασία είναι απαραίτητη για την εκπλήρωση καθήκοντος που εκτελείται προς το

δημόσιο συμφέρον ή κατά την άσκηση δημόσιας εξουσίας που έχει ανατεθεί στον υπεύθυνο επεξεργασίας (Φορέας - ανάδοχοι), όπως σαφώς προκύπτει από τη νομοθεσία για την κατάρτιση και τήρηση του Εθνικού Κτηματολογίου και τρίτον, η τεχνική δυνατότητα ανωνυμοποίησης ή ψευδωνυμοποίησης και κρυπτογράφησης, δηλαδή η επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα κατά τρόπο ώστε τα δεδομένα να μην μπορούν πλέον να αποδοθούν σε συγκεκριμένο υποκείμενο των δεδομένων χωρίς τη χρήση συμπληρωματικών πληροφοριών, εφόσον οι εν λόγω συμπληρωματικές πληροφορίες διατηρούνται χωριστά και υπόκεινται σε τεχνικά και οργανωτικά μέτρα προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν μπορούν να αποδοθούν σε ταυτοποιημένο ή ταυτοποιήσιμο φυσικό πρόσωπο (π.χ ΚΑΕΚ ακινήτων). Με άλλα λόγια η νομοθεσία για την προστασία των προσωπικών δεδομένων δεν έχει σκοπό να παρεμποδίσει την προσβασιμότητα και την αξιοποίηση των εν προκειμένω γεωχωρικών δεδομένων, αλλά να προστατεύσει τα πρόσωπα από τυχόν αυθαίρετη και έκνομη χρήση τους, κατοχυρώνοντας τα δικαιώματά τους για πληροφοριακή αυτοδιάθεση, χωρίς όμως να παρεμποδίζεται η άσκηση δημόσιων ή ιδιωτικών έννομων συμφερόντων.

Τέλος, με τα άρθρα 26-28 του Ν. 3882/2010 ορίζονται μέτρα (άδειες, τέλη) για τη διάθεση της γεωχωρικής πληροφορίας και υπηρεσιών, τόσο μεταξύ των δημόσιων φορέων όπου θεσπίζεται ο κανόνας της κοινοχρησίας, όσο και έναντι των τρίτων όπου προβλέπεται η ενδεχόμενη επιβολή αδειών και τελών χρήσης ανάλογα με το σκοπό της, αν δηλαδή πρόκειται για εμπορικό ή μη σκοπό.

V. Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εισήγηση θα μπορούσε κάποιος να συμπεράνει ότι υφίσταται πλέον και στη χώρα μας, λόγω της υποχρέωσης ενσωμάτωσης του δευτερογενούς ενωσιακού δικαίου (Οδηγίες), ένα ολοκληρωμένο πλέγμα ρυθμίσεων που αφορούν τόσο στην Ψηφιακή Διακυβέρνηση, όσο και στη διαχείριση της γεωχωρικής πληροφορίας, καθώς και στο συσχετισμό τους. Πράγματι στον σύγχρονο ανταγωνιστικό κόσμο υπάρχει στενή αλληλεξάρτηση των δύο αυτών τομέων της κρατικής λειτουργίας.

Το ζήτημα ωστόσο που τίθεται είναι η αποτελεσματικότητα των εν λόγω κρατικών λειτουργιών για την επίτευξη άλλων στόχων που επίσης εμπίπτουν σε διάφορες άλλες κρατικές λειτουργίες, όπως το περιβάλλον και το κλίμα, η χωροταξία και η πολεοδομία, η δημόσια υγεία, οι μεταφορές, οι υποδομές και τα δίκτυα, η φορολογική πολιτική κλπ. Αν και έχουν γίνει προσπάθειες και βήματα, παρατηρούνται ωστόσο οι κλασσικές παθογένειες του ελληνικού διοικητικού συστήματος που εμποδίζουν την παραγωγική εκτίναξη της χώρας μας μέσα σε ένα διεθνοποιημένο και ανταγωνιστικό περιβάλλον. Έτσι λοιπόν η συχνή αλλαγή της νομοθεσίας χωρίς την προηγούμενη εφαρμογή και αξιολόγησή της δημιουργεί εύκολα άλλοθι για ολιγωρίες και αδράνεια. Αλλά και εκεί όπου εφαρμόζεται με κάποια συνέχεια ένα νομοθετικό πλαίσιο, λείπει η συνέπεια, δεδομένου ότι πολύ συχνά η εφαρμογή του εξαρτάται από την έκδοση πολλών κανονιστικών πράξεων που είτε εκδίδονται με μεγάλη καθυστέρηση είτε δεν εκδίδονται καθόλου, καθιστώντας έτσι το νόμο αναποτελεσματικό αν όχι γράμμα κενό. Λείπουν επίσης οι ελεγκτικοί μηχανισμοί για την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας και της αξιοποίησης μιας κρατικής λειτουργίας για άλλες κρατικές συνέργιες.

Αυτή την αποσπασματικότητα και την έλλειψη συντονισμού φαίνεται να είχε κατά νου ο νομοθέτης του Ν. 4727/2020 για την Ψηφιακή Διακυβέρνηση, προσπαθώντας να συναρθρώσει, να επικαιροποιήσει και να εμπλουτίσει την ήδη υφιστάμενη νομοθεσία που αφορούσε στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση προκειμένου να αξιοποιήσει τη σύγχρονη τεχνολογία ώστε να προωθήσει και να συνδυάσει κρατικές λειτουργίες για μια πιο εύρυθμη και αποτελεσματική Δημόσια Διοίκηση. Όμως δεν ξεφεύγει και αυτός ο νόμος από την παγίδα των πολλών εξαιρέσεων από τους κανόνες, γεγονός που δημιουργεί διαφορετικές ταχύτητες επίτευξης του στόχου, καθώς και την εξάρτηση της υλοποίησής τους από πολλές κανονιστικές πράξεις (βλέπε ιδίως άρ. 107), η μη έκδοση των οποίων καλύπτεται από εκτεταμένες μεταβατικές διατάξεις (βλέπε άρ. 104-106). Είναι δε αμφίβολο κατά πόσον το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης και η Εθνική Αρχή Διαφάνειας αρκούν ώστε να συντονίσουν και να προωθήσουν το τιτάνιο έργο της ψηφιοποίησης και σύζευξης των δεδομένων και

πληροφοριών του δημόσιου τομέα, αν δεν αξιοποιηθούν και δεν δοθούν κίνητρα στις ομάδες διοίκησης έργου που συγκροτούνται σε κάθε υπουργείο, σε κάθε κεντρική, ειδική ή περιφερειακή δημόσια υπηρεσία, Ν.Π.Δ.Δ., καθώς και στους φορείς των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης πρώτου και δευτέρου βαθμού, καθώς και σε κάθε φορέα ή όργανο που κατέχει και διαχειρίζεται έγγραφα, απλά ή δυναμικά ή μεγάλης αξίας δεδομένα και άλλες πληροφορίες, όπως προβλέπονται στο άρθρο 80 του Ν. 4727/2020. Ωστόσο, το αντίστοιχο παράδειγμα των ΚΟΣΕ του Ν. 3882/2010 δεν είναι ενθαρρυντικό, δεδομένου ότι ενώ αρχικά φάνηκε να λειτουργούν, εντούτοις δεν άργησαν να πέσουν σε αδράνεια ελλείψει πολιτικής βούλησης συντονισμού και παροχής κινήτρων. Τα ορόσημα που θέτει ο Ν. 4727/2020 στο άρθρο 105 για τη μεταφορά πληροφοριών που αφορούν φορείς και υπηρεσίες του δημόσιου τομέα στην Ενιαία Ψηφιακή Πύλη (ΕΨΠ) της Δημόσιας Διοίκησης, για τη γνωστοποίηση στην Υπηρεσία Συντονισμού της ΕΨΠ των ψηφιακών δημοσίων υπηρεσιών που παρέχονται, καθώς και για την επικαιροποίηση του τρόπου αυθεντικοποίησης των χρηστών των ψηφιακών δημοσίων υπηρεσιών, δεν αποτελούν παρά μόνο χρονικά ορόσημα που η τήρησή τους προϋποθέτει, πέραν των προβλεπόμενων κυρώσεων, κίνητρα και συντονισμό που δεν προκύπτουν με σαφήνεια από το νόμο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα των δυσλειτουργιών που περιγράψαμε είναι η τύχη των γεωχωρικών δεδομένων και της ΕΥΓΕΠ του Ν. 3882/2010, λόγω οργανωτικών αγκυλώσεων και έλλειψης πολιτικής βούλησης για την έκδοση κανονιστικών πράξεων και συντονισμού των προβλεπόμενων συνεργιών, όπως αναλυτικά παρουσιάστηκαν στην παρούσα εισήγηση.

Κλείνοντας θέλω να εκφράσω την πεποίθηση ότι τόσο η Ψηφιακή Διακυβέρνηση όσο και η γεωχωρική πληροφορία αποτελούν το μέλλον για πάμπολλες κρατικές λειτουργίες και η αξιοποίησή τους θα επιβληθεί εκ των πραγμάτων. Το ζητούμενο είναι ο χρόνος που θα συμβεί και η ποιότητά τους ώστε να καταστήσουν τη χώρα μας ανταγωνιστικά παραγωγική μέσα στην ευρύτερη παγκόσμια κοινότητα που ζούμε.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΧΩΡΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΙΤΗΣΕΩΝ ΡΑΕ

Αθανασοπούλου Έλενα¹, Βάκκας Θεόδωρος^{*1}, Καλλίτσης Νικόλαος¹, Χαραλαμπίδης Ιωάννης²

¹Geospatial Enabling Technologies,
Λεωφ. Ποσειδώνος 43 & Χρυσοστόμου Σμύρνης, 18344, Μοσχάτο
{eathanasopoulou, tvakkas, nkallitsis}@getmap.gr

² Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας,
Πειραιώς 132, Αθήνα 11854
jchara@rae.gr

Λέξεις κλειδιά: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αδειοδότηση, χωρικοί έλεγχοι

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) σε συνεργασία με τη Geospatial Enabling Technologies (GET) ανέπτυξε Σύστημα Χωρικών Ελέγχων Αιτήσεων (ΣΧΕΑ) χορήγησης άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ. Το ΣΧΕΑ αναπτύχθηκε με στόχο την επιτάχυνση των διαδικασιών ελέγχου των αιτήσεων, λαμβάνοντας υπόψη το νέο νομοθετικό πλαίσιο και με γνώμονα την ισότιμη αντιμετώπιση των αιτούντων.

Η διαδικασία ελέγχου και αξιολόγησης των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που υποβάλλονται στη ΡΑΕ περιλαμβάνει διαφορετικά στάδια. Κομβικό ρόλο στη διαδικασία, καταλαμβάνουν οι χωρικοί έλεγχοι οι οποίοι διασφαλίζουν σε πρώτο επίπεδο την περιβαλλοντική και χωροταξική επάρκεια και τις αντίστοιχες συνέπειες κάθε έργου αναφορικά με τη θέση του στο γεωγραφικό χώρο. Ενδεικτικά, οι χωρικοί έλεγχοι διασφαλίζουν την πλήρωση γεωγραφικών κριτηρίων, την προστασία σε περιπτώσεις που έργα τοποθετούνται σε ζώνες αποκλεισμού χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ, εφόσον οι περιοχές αυτές έχουν οριοθετηθεί κατά ειδικό και συγκεκριμένο τρόπο.

Με την πρόσφατη ψήφιση του Ν. 4685/2020 (ΦΕΚ Α'92/2020) απαιτήθηκε η ύπαρξη μηχανισμού που θα επιτρέπει την επιτάχυνση της διαδικασίας ελέγχου πλήρωσης των γεωγραφικών κριτηρίων για αριθμό (εκκρεμών) αιτήσεων που ξεπερνά τις 1500. Για τις αιτήσεις αυτές επανυποβλήθηκαν από τους ενδιαφερόμενους επικαιροποιημένα χωρικά δεδομένα, βάσει σχετικών οδηγιών που συντάχθηκαν, με στόχο την τυποποίηση της διαδικασίας. Τα στοιχεία των αιτήσεων θα έπρεπε να είναι σύμμορφα με τις σχετικές διατάξεις (Άρθρο 13). Για την εφαρμογή των διατάξεων αυτών απαιτείται ο έλεγχος των παρακάτω σημείων:

- η αίτηση χωροθετείται σε κορεσμένη περιοχή
- η αίτηση χωροθετείται σε ζώνη αποκλεισμού χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ
- το επικαιροποιημένο πολύγωνο είναι χωρικά μικρότερο ή ίσο με το πολύγωνο της αρχικής αίτησης
- η αίτηση επικαλύπτεται με υφιστάμενη άδεια παραγωγής, η οποία έχει εκδοθεί πριν την υποβολή της αίτησης
- η αίτηση επικαλύπτεται με αίτηση του ίδιου κύκλου¹ ή προηγούμενου
- η απόσταση μεταξύ ανεμογεννητριών του ίδιου σταθμού που χωροθετούνται στο ίδιο πολύγωνο, να είναι μεγαλύτερη από 5*D.
- η απόσταση μεταξύ ανεμογεννητριών να είναι μικρότερη από 2,5*D (ως D θεωρείται η μεγαλύτερη διάμετρος των γειτονικών ανεμογεννητριών).

¹ Οι αιτήσεις υποβάλλονται πλέον σε 3 κύκλους ανά έτος, διάρκειας 10 ημερών ανά κύκλο

- τα όρια του πολυγώνου να εκτείνονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 3,5*D από τις θέσεις των ανεμογεννητριών
- η στρεμματική κάλυψη του φωτοβολταϊκού σταθμού είναι εντός των ορίων
- υπέρβαση της φέρουσας ικανότητας της Δημοτικής Ενότητας κατά την αξιολόγηση της αίτησης (για αιολικό σταθμό), λαμβάνοντας υπόψη της εκδοθείσες άδειες καθώς και τις αιτήσεις ίδιου ή προηγούμενου κύκλου

Το σύστημα που αναπτύχθηκε επιτρέπει την εκτέλεση όλων των ανωτέρω ελέγχων σε συνδυασμό με συντακτικούς ελέγχους (συμμόρφωση με τα πρότυπα αρχεία) των υποβληθέντων στοιχείων. Ο μηχανισμός ελέγχου αποτελείται από δύο βασικά συστατικά μέρη: α) τις συναρτήσεις ελέγχου στη χωρική βάση δεδομένων και β) τη διαδικτυακή διεπαφή επίκλησης και διαχείρισης των ελέγχων. Οι συναρτήσεις ελέγχου δέχονται ως στοιχείο εισόδου τον αριθμό αίτησης. Μερικοί έλεγχοι είναι προφανώς απλοί, ενώ άλλοι απαιτούν εξειδικευμένους και σύνθετους υπολογισμούς, όπως ο σε υπολογιστικό χρόνο (on the fly) προσδιορισμός της φέρουσας ικανότητας. Για το λόγο αυτό, δόθηκε έμφαση στη βελτιστοποίηση των αλγορίθμων, στη χρήση τεχνικών δεικτοδότησης των δεδομένων, τη δημιουργία όψεων. Αποτέλεσμα είναι ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης των ελέγχων για μια αίτηση είναι της τάξης των 30”.

Η διαδικτυακή διεπαφή διαθέτει σύστημα διαχείρισης χρηστών (στελέχη της ΡΑΕ), μονάδα αναζήτησης και τη μονάδα εκτέλεσης των ελέγχων. Οι έλεγχοι μπορούν να εκτελούνται παράλληλα για παραπάνω από μία αιτήσεις. Οι επιμέρους έλεγχοι για κάθε κατηγορία ΑΠΕ καλούνται με λογική σειρά (λαμβάνοντας υπόψη και το υπολογιστικό κόστος), καθώς παραδειγματικά δεν υπάρχει νόημα υπολογισμού επικαλύψεων με άλλες αιτήσεις ή της φέρουσας ικανότητας όταν μια αίτηση χωροθετείται σε ζώνη αποκλεισμού. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας, είναι εφικτή η παραγωγή σχετικής βεβαίωσης, στην οποία αναγράφεται αναλυτικά το αποτέλεσμα κάθε ελέγχου. Επιπρόσθετα, το ΣΧΕΑ επιτρέπει τη διασύνδεση με τρίτα συστήματα, μέσω προγραμματιστικής διεπαφής.

Το σύστημα αναπτύχθηκε με την αποκλειστική χρήση, ανάπτυξη και παραμετροποίηση γεωχωρικού Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ) με το οποίο έχει αναπτυχθεί και ο Γεωπληροφοριακός Χάρτης της ΡΑΕ. Η επιλογή ΕΛ/ΛΑΚ έχει στρατηγικό χαρακτήρα για τη ΡΑΕ, καθώς επιτρέπει, όπως αποδείχθηκε στην πράξη, τη θεματική διεύρυνση του συστήματος με την ανάπτυξη νέων εφαρμογών, αφετέρου μπορεί να υποστηριχθεί ουσιαστικά με συσσωρευμένη τεχνογνωσία και εμπειρία, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα σημαντικότερη εξοικονόμηση πόρων. Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι το σύστημα υλοποιήθηκε στις υπολογιστικές υποδομές κυβερνητικού νέφους (G-Cloud).

Η ΡΑΕ απέκτησε ένα σύγχρονο εργαλείο μέσω του οποίου αυτοματοποιήθηκε η διαδικασία ελέγχου πλήρωσης χωρικών κριτηρίων των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η ισότιμη και διαφανής αξιολόγηση των αιτήσεων, η τεράστια εξοικονόμηση χρόνου, η καλλιέργεια κουλτούρας χρήσης πρότυπων διαδικασιών σε ό,τι αφορά στα χωρικά δεδομένα αποτελούν βασικούς στόχους που επιτεύχθηκαν με την υιοθέτηση του συστήματος. Οι μηχανισμοί του συστήματος θα αποτελέσουν τη βάση και για την προβλεπόμενη πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας ελέγχου και έκδοσης βεβαιώσεων από τη ΡΑΕ.

ΜΗΤΡΩΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΑΘΗΝΑΙΩΝ

Μητρόπουλος Παντελής¹, Βάκκας Θεόδωρος*¹, Γιαννοπούλου Πολυτίμη²,
Μαρούγκα Κωνσταντίνα³, Σαμαρά Αρετή³

¹Geospatial Enabling Technologies,

Λεωφ. Ποσειδώνος 43 & Χρυσοστόμου Σμύρνης, 18344, Μοσχάτο
{pmitropoulos, tvakkas}@getmap.gr

²Δήμος Αθηναίων Ανώνυμη Αναπτυξιακή Εταιρεία Μηχανογράφησης και Επιχειρησιακών

Μονάδων ΟΤΑ (ΔΑΕΜ Α.Ε.),
Λιοσίων 22, Αθήνα, Τ.Κ. 10438
p.giannopoulou@daem.gr

³Δήμος Αθηναίων
Λιοσίων 22, Αθήνα, Τ.Κ. 10438
{k.maroygka, ar.samara}@athens.gr

Λέξεις κλειδιά: τοπογραφικά διαγράμματα, μητρώο, προτυποποίηση

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ΔΑΕΜ Α.Ε. σε συνεργασία με τη Geospatial Enabling Technologies (GET) ανέπτυξε την εφαρμογή Μητρώου Τοπογραφικών Διαγραμμάτων (ΜΤΔ). Το Μητρώο υλοποιήθηκε με στόχο να αυτοματοποιηθούν οι διαδικασίες υποβολής αιτημάτων και γεωγραφικών δεδομένων προς το Δήμο και να βελτιωθούν και οι παρεχόμενες υπηρεσίες του Δήμου Αθηναίων προς τους επαγγελματίες και τους δημότες.

Οι αρμόδιες Διευθύνσεις του Δήμου Αθηναίων λαμβάνουν αιτήματα ενδιαφερομένων, τα οποία συνοδεύονται από τοπογραφικά διαγράμματα. Παραδειγματικά, το Τμήμα Όρων Δόμησης της Δ/νσης Δόμησης, μεταξύ των λοιπών αρμοδιοτήτων του, έχει την ευθύνη για τον έλεγχο τοπογραφικών διαγραμμάτων για την έκδοση οικοδομικών αδειών όσον αφορά στην ορθότητά τους ως προς το εγκεκριμένο σχέδιο, την εφαρμογή του εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου, τους όρους και περιορισμούς δόμησης και τις προδιαγραφές συντάξέως του. Τα τοπογραφικά διαγράμματα υποβάλλονται από τους ενδιαφερόμενους δίχως να τηρείται κάποια προτυποποίηση σε ό,τι αφορά τη συντακτική διάσταση του περιεχομένου τους, δυσχεραίνοντας τη διαδικασία ελέγχου, αλλά και την μετέπειτα αξιοποίησή τους. Ταυτόχρονα, συντάσσονται τοπογραφικά διαγράμματα από τις ίδιες τις Υπηρεσίες του Δήμου (π.χ. έργα αυτεπιστασίας, αυτοψίες), ενώ και στο αρχείο υφίσταται μεγάλος όγκος αναλογικών τοπογραφικών διαγραμμάτων. Η έλλειψη προδιαγραφών για τη σύνταξη, η απουσία ψηφιακού αποθετηρίου και ενιαίου – οριζόντιου τρόπου αναζήτησης των τοπογραφικών διαγραμμάτων στο αρχείο, η επιτάχυνση της διαδικασίας ελέγχου (και σε μερικές περιπτώσεις επανυποβολής) τους αποτέλεσαν βασικά ζητήματα που αντιμετωπίστηκαν με την υλοποίηση του Μητρώου.

Το Μητρώο Τοπογραφικών Διαγραμμάτων αποτελεί διαδικτυακή εφαρμογή, μέσω της οποίας υποβάλλονται τοπογραφικά διαγράμματα προς τις Υπηρεσίες του Δήμου. Η εφαρμογή αποτελείται από τα εξής βασικά δομικά στοιχεία:

- υποσύστημα αυθεντικοποίησης και διαχείρισης χρηστών: υποστηρίζει την είσοδο/εγγραφή μέσω TaxisNet
- μονάδα υποβολής και αυτοματοποιημένου ελέγχου υποβαλλόμενων στοιχείων: τα στοιχεία ελέγχονται αυτοματοποιημένα και σε πραγματικό χρόνο για τη συμμόρφωσή τους (σε συντακτικό επίπεδο) με τις προδιαγραφές

- μονάδα γεωκωδικοποίησης: επιτρέπει τον εντοπισμό δ/νσεων, συντεταγμένων, αριθμών Οικοδομικών Τετραγώνων, βάσει των πραγματικών στοιχείων αρίθμησης και ονοματοδοσίας οδών του Δήμου
- μονάδα διαχείρισης αιτημάτων (έλεγχος – επανυβολή- έγκριση/απόρριψη -αρχείο): επιτρέπει τη διαχείριση των αιτημάτων (ανάληψη, διεκπεραίωση, μετεχρέωση), την αλληλεπίδραση υπαλλήλου – υποβάλλοντα, τήρηση ιστορικού (επαν)υποβολών και έκδοση σχετικών αποδεικτών εγγράφων.

Σε ό,τι αφορά τις προδιαγραφές σύνταξης των τοπογραφικών διαγραμμάτων, η εξοικείωση τόσο των εσωτερικών όσο και των εξωτερικών χρηστών με τις προδιαγραφές με τις οποίες κατατίθενται διαγράμματα στο Εθνικό Κτηματολόγιο [ΦΕΚ 2216/Β/14-6-2018 όπως προβλέφθηκε στο άρθρο 40 του Ν. 4409/2016 (ΦΕΚ 136/Α'/28.7.2016)] σε συνδυασμό με την ανάγκη υιοθέτησης πρακτικών που θα καθιστούν το σύστημα ελκυστικό στους εξωτερικούς χρήστες, οδήγησε στην χρήση των προδιαγραφών αυτών ως σημείο αναφοράς. Οι προδιαγραφές του ΦΕΚ 2216/Β/2018 επεκτάθηκαν και τροποποιήθηκαν, ώστε να καλύπτουν τις συνήθεις περιπτώσεις επιπέδων πληροφορίας που απαντώνται σε τοπογραφικά διαγράμματα. Ως προς το μορφότυπο (format) χρησιμοποιούνται οι εξής τύποι:

- DFX: αρχείο το οποίο πρέπει να πληροί τις ανωτέρω προδιαγραφές. Το περιεχόμενο του αρχείου ελέγχεται δυναμικά από την εφαρμογή, η οποία ενημερώνει το χρήστη για ενδεχόμενες αστοχίες και ενημερώνει την κεντρική βάση δεδομένων όταν το περιεχόμενο είναι σύμμορφο.
- PDF: το τοπογραφικό διάγραμμα ψηφιακά υπογεγραμμένο. Το αρχείο πρέπει να αποτελεί ακριβή αναπαραγωγή του διαγράμματος. Το σύστημα ελέγχει την εγκυρότητα της ψηφιακής υπογραφής.
- DWG: χρησιμοποιείται για την υποβολή και του αρχικού διαγράμματος από το οποίο παράγεται το DXF και το οποίο μπορεί να περιέχει επιπλέον αντικείμενα (εξωτερικές αναφορές κ.λπ.)
- ZIP: υποβάλλεται προαιρετικά για την επισύναψη συνοδευτικών στοιχείων τεκμηρίωσης, όπως φωτογραφιών, αποσπασμάτων κ.λπ.

Επιπρόσθετα, κάθε υποβολή διαγράμματος συνοδεύεται από περιγραφική πληροφορία που καταχωρίζει ο υποβάλλων και ενημερώνει τη μηχανή αναζήτησης του Μητρώου. Τα στοιχεία αφορούν τον τίτλο, περιγραφή, κλίμακα, είδος, ημερομηνία σύνταξης, σύστημα αναφοράς, λεκτικό γεωγραφικό προσδιορισμό (π.χ. ενότητα/γειτονιά), αριθμό ΟΤ, Διεύθυνση, σχόλια/παρατηρήσεις. Κάποια από τα στοιχεία αυτά, όπως το σύστημα αναφοράς, εξυπηρετούν τον καλύτερο προσδιορισμό/περιγραφή διαγραμμάτων αρχείου, καθώς όπως προαναφέρθηκε το Μητρώο θα χρησιμοποιείται και για την «υποβολή» δεδομένων αρχείου από τους εσωτερικούς χρήστες.

Το σύστημα αναπτύχθηκε με την αποκλειστική χρήση, ανάπτυξη και παραμετροποίηση Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοιχτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ). Η επιλογή ΕΛ/ΛΑΚ έχει στρατηγικό χαρακτήρα για τη ΔΑΕΜ Α.Ε. , καθώς επιτρέπει την κλιμάκωση του συστήματος και τη θεματική του διεύρυνση, αφετέρου δε μπορεί να υποστηριχθεί ουσιαστικά με συσσωρευμένη τεχνογνωσία και εμπειρία, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα σημαντικότητα εξοικονόμηση πόρων. Επιπρόσθετα, το ΜΤΔ επιτρέπει τη διασύνδεση με τρίτα συστήματα, μέσω προγραμματιστικής διεπαφής, επιτρέποντας την ενημέρωσή του από

Ο Δήμος Αθηναίων απέκτησε οριζόντια υποδομή, η οποία θα αποτελέσει το μοναδιαίο σημείο αναφοράς για την αποθήκευση και αναζήτηση τοπογραφικών διαγραμμάτων. Μέσω

της υποδομής, ο Δήμος θα είναι σε θέση να εξυπηρετεί εσωτερικές ανάγκες, να μειώσει τις συναλλαγές με το κοινό, να διαφυλάξει το υφιστάμενο αρχείο και να το εμπλουτίζει καλύπτοντας ανάγκες των επόμενων ετών. Η δημιουργία ενιαίου αρχείου, η διαφανής διαχείριση αιτημάτων, η εξοικονόμηση πόρων, η τυποποίηση διαδικασιών και δεδομένων αποτελούν βασικούς στόχους που επιτεύχθηκαν με την υιοθέτηση του συστήματος.

«MAPtheYA» ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Βουδούρης Πάνος¹, Ντούλας Αλέξανδρος*², Μπιτζιάδης Αναστάσιος³

¹MSc Τοπογράφος Μηχανικός, ελεύθερος επαγγελματίας, Θεσσαλονίκη
pvoudouris@gmail.com

¹MSc Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός, Consortis Geospatial, Θεσσαλονίκη
ntoulas@consortis.gr

³Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός, Consortis Geospatial, Θεσσαλονίκη
bitziadis@consortis.gr

Λεωφ. Γεωργικής Σχολής 27, Τ.Θ. 4316, 57001 Πυλαία Θεσσαλονίκης
Τηλ.: 2310.889.336, Fax:2310.889.338, geospatial@consortis.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το MAPtheYA, ένα διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα, βασισμένο σε τεχνολογίες ανοικτού κώδικα, για τη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης. Μέσω αυτού παρέχεται μεταξύ άλλων και η δυνατότητα τοπολογικών ελέγχων του υπό επεξεργασία δικτύου. Επιπλέον, μελετάται η ενσωμάτωση στο περιβάλλον εργασίας του MAPtheYA, του προγράμματος EPANET. Μέσω του MAPtheYA, είναι γνωστά τα γεωμετρικά και περιγραφικά χαρακτηριστικά των δικτύων ύδρευσης, εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα τόσο για το αρμόδιο τεχνικό προσωπικό, όσο και για μελλοντικούς μελετητές.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑ

Δίκτυα ύδρευσης, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Βάσεις Δεδομένων, MAPtheYA

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographic Information Systems – GIS) αποτελούν τεχνολογία αιχμής για τη διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων σε ψηφιακό περιβάλλον. Ειδικότερα, στο επιστημονικό και επιχειρησιακό αντικείμενο των δικτύων ύδρευσης, τα συστήματα GIS αποτελούν τον βασικό πυλώνα για την αποτελεσματική διαχείριση τους (asset management). Μέσω αυτών μπορεί να γίνει αποθήκευση, επεξεργασία, διασύνδεση και προβολή μεγάλου όγκου πληροφοριών (χωρικών ή μη), αυτοματοποιώντας τη λειτουργία των τεχνικών υπηρεσιών, και βελτιώνοντας την ποιότητα τους μειώνοντας τους χρόνους ανταπόκρισης στις ανάγκες και στα αιτήματα των πολιτών και ελαττώνοντας τα λειτουργικά έξοδα.

Θέτοντας τα παραπάνω ως βασικό πυλώνα, η Consortis Geospatial ανέπτυξε την εφαρμογή διαχείρισης δικτύων ύδρευσης **MAPtheYA**, ένα **διαδικτυακό πληροφοριακό σύστημα** για τη διαχείριση και την εποπτεία των δικτύων ύδρευσης σε ένα ολοκληρωμένο GIS περιβάλλον.

2. Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ MAPtheYA

2.1. Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ EVRYMAP

Το MAPtheYA αποτελεί ξεχωριστό module της **πλατφόρμας γεωχωρικών δεδομένων EVRYMAP**. Το EVRYMAP διαθέτει μια πλήρως επεκτάσιμη αρχιτεκτονική χρησιμοποιώντας ξεχωριστά δομικά στοιχεία (modules). Έτσι, ενώ το EVRYMAP έχει το ρόλο της βασικής πλατφόρμας που προσφέρει όλες τις χαρτογραφικές λειτουργίες, το κάθε «module» ενσωματώνει την «επιχειρησιακή λογική» ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη ή επιχειρησιακής ανάγκης.



Εικόνα 1: Η πλατφόρμα EVRYMAP μαζί με τα επεκτάσιμα modules

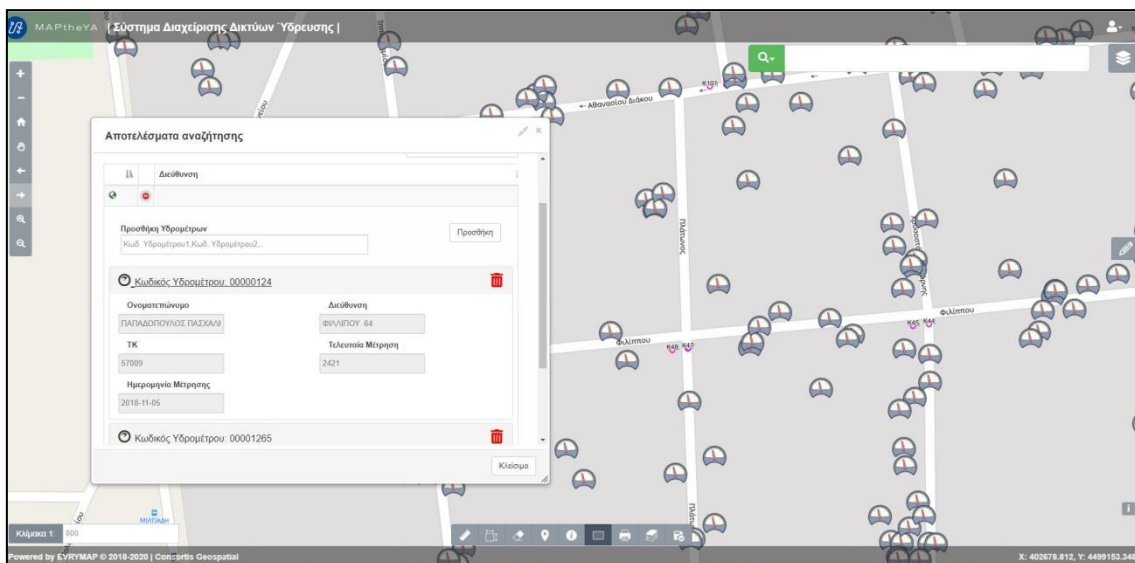
Η προσφερόμενη πλατφόρμα EVRYMAP είναι διαθέσιμη στο github (<https://github.com/Consortis-Geospatial/evrymap>) και προσφέρει τις παρακάτω δυνατότητες:

- Δυνατότητα ενσωμάτωσης, αξιοποίησης Υπηρεσιών Θέασης (WMS).
- Δυνατότητα ενσωμάτωσης, αξιοποίησης Υπηρεσιών Τηλεφόρτωσης (WFS).
- Δυνατότητα υποβολής ερωτημάτων επί των περιγραφικών χαρακτηριστικών των διανυσματικών θεματικών επιπέδων.
- Δυνατότητα συνδυαστικής χρήσης χωρικών και περιγραφικών κριτηρίων.
- Εμφάνιση αποτελεσμάτων αναζήτησης σε μορφή πίνακα.
- Εστίαση του χάρτη στην εγγραφή που επιλέγεται στον πίνακα
- Δυνατότητα οπτικοποίησης αρχείων γεωχωρικών δεδομένων, όπως π.χ. shapfile, KML.
- Δυνατότητα επιλογής γεωγραφικού υποβάθρου αναφοράς.
- Διαχείριση θεματικών επιπέδων (προσθήκη, αφαίρεση, αναδιάταξη).
- Ρύθμιση διαφάνειας (transparency) των θεματικών επιπέδων.
- Ρύθμιση χαρτογραφικού συμβολισμού διανυσματικών επιπέδων που προέρχονται από υπηρεσίες θέασης.

- Εμφάνιση πληροφοριών υπομνήματος για τα θεματικά επίπεδα (από υπηρεσίες θέασης).
- Κατηγοριοποίηση/ομαδοποίηση εμφανιζόμενων θεματικών επιπέδων ανά τύπο υπηρεσίας, εξυπηρετητή.
- Εργαλεία πλοήγησης (εστίαση, αποεστίαση, μετατόπιση, μετατόπιση σε συντεταγμένες).
- Εργαλεία πραγματοποίησης μετρήσεων (αποστάσεων, εμβαδού).
- Δυνατότητα εκτύπωσης.

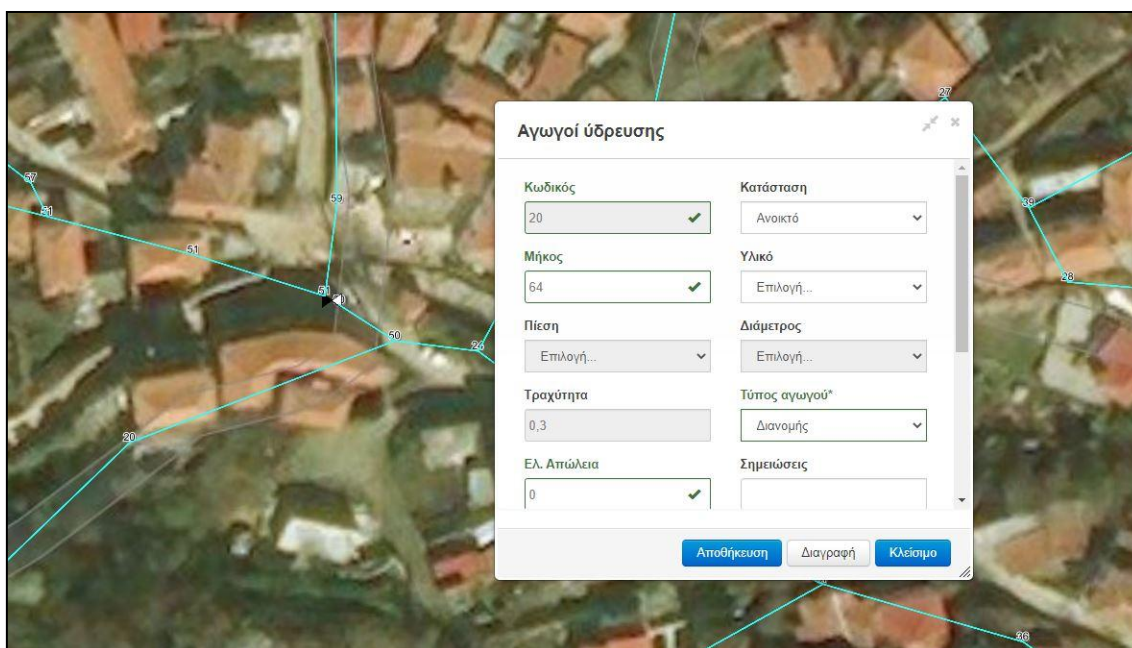
2.2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ MAPtheYA

Το MAPtheYA είναι βασισμένο σε τεχνολογίες ανοικτού κώδικα και χρησιμοποιεί ανοιχτή, πολυεπίπεδη (n-tier) αρχιτεκτονική μέσω web services. Με τον τρόπο αυτό, διευκολύνεται η **μελλοντική ανάπτυξη και κλιμάκωση** του συστήματος, ενώ είναι δυνατή η διασύνδεση με άλλα συστήματα, δεδομένου ότι τηρούνται ανοικτά πρωτόκολλα και πρότυπα επικοινωνίας. Η αρχιτεκτονική του συστήματος εξασφαλίζει ευκολία ανάπτυξης, **διασυνδεσιμότητα** και βασίζεται στη χρήση διεθνών προτύπων. Η πρόσβαση στην εφαρμογή γίνεται μέσω οποιουδήποτε περιηγητή (browser) και παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να διαχειρίζεται τη χαρτογραφική πληροφορία σε περιβάλλον web με online σύνδεση σε μια κεντρική σχεσιακή βάση δεδομένων ανοικτού κώδικα (**PostgreSQL**) η οποία είναι συμβατή με όλα τα σημαντικά λειτουργικά συστήματα όπως Windows, Linux και UNIX.



Εικόνα 2: Χρήση web service από εξωτερική πηγή στο MAPtheYA

Επίσης, πέραν των βασικών χαρτογραφικών λειτουργιών που αναφέρθηκαν προηγουμένως, παρέχονται και εξειδικευμένες λειτουργικές οντότητες, όπως για παράδειγμα η δυνατότητα **ελέγχου της τοπολογίας** του υπό επεξεργασία δικτύου και των στοιχείων αυτού, για την αποφυγή λαθών κατά τη ψηφιοποίηση. Για παράδειγμα, η θέση ενός φρεατίου μπορεί να οριστεί μόνο επί ενός αγωγού του δικτύου και όχι αυθαίρετα οπουδήποτε στο χώρο.



Εικόνα 3: Επεξεργασία περιγραφικών χαρακτηριστικών αγωγού στο MAPtheYA

Επιπλέον, μελετάται από την εταιρεία μας η ενσωμάτωση του προγράμματος υδραυλικής προσομοίωσης και επίλυσης δικτύων ύδρευσης **EPANET** στο γραφικό περιβάλλον εργασίας του MAPtheYA.

Το EPANET είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα το οποίο προσομοιώνει τη χρονική διακύμανση των υδραυλικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της ροής σε δίκτυα διανομής υπό πίεση κάθε μεγέθους και οποιασδήποτε τοπολογίας. Αναπτύχθηκε από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των Η.Π.Α. (U.S. Environmental Protection Agency) και αποτελεί ένα χρήσιμο ερευνητικό εργαλείο το οποίο βοηθάει το χρήστη στο να κατανοήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την κίνηση και τη συμπεριφορά του νερού μέσα στα δίκτυα διανομής του.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσω της εφαρμογής MAPtheYA, οι τεχνικές υπηρεσίες μπορούν άμεσα και αποτελεσματικά να γνωρίζουν τη **θέση των δικτύων**, καθώς και τα περιγραφικά στοιχεία αυτών, πριν ακόμα επέμβουν, σε περίπτωση βλάβης, βελτιώνοντας τους χρόνους απόκρισης και μειώνοντας τα κόστη διαχείρισης των δικτύων, ενώ οι μελετητές μπορούν να σχεδιάζουν τα υπό κατασκευή δίκτυα λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική γεωγραφική τους θέση.

Μέσω της διασύνδεσης του MAPtheYA με το EPANET ο χρήστης θα μπορεί να προχωρά στην υδραυλική επίλυση των δικτύων, κάνοντας χρήση δεδομένων τα οποία απεικονίζονται στην πραγματική τους θέση στο χώρο. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη δυνατότητα εφαρμογής τοπολογικών κανόνων, καθώς και τη δυνατότητα εισαγωγής και επεξεργασίας διαφορετικών δικτύων ύδρευσης ταυτόχρονα από το MAPtheYA, καθιστούν αυτό ένα πολύ **ισχυρό εργαλείο** στα χέρια τόσο των υπαλλήλων των ΔΕΥΑ αλλά και ιδιωτών μηχανικών που ασχολούνται με τη μελέτη και το σχεδιασμό νέων δικτύων ύδρευσης.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ & ΚΑΛΥΨΗ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Φώτης Κανάρης^{1*}, Παναγιώτης Μανέτος²

¹Αγρονόμος-Τοπογράφος Μηχανικός ΑΠΘ, Msc Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση Περιβάλλοντος, Msc Εφαρμοσμένη Πληροφορική, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

² Ε.ΔΙ.Π, Δρ. Αγρονόμος-Τοπογράφος Μηχανικός, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική Σχολή, Βόλος

*Υπεύθυνος συγγραφέας για αλληλογραφία: E-mail: fkanaris@hotmail.com

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

προσβασιμότητα, κάλυψη εξυπηρέτησης, πολυτροπικές μεταφορές, δεδομένα GTFS, ΟΑΣΑ, Αττική

Περίληψη

Οι πόλεις έχουν συγκεντρώσει το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού και αποτελούν τα κέντρα με το κυριότερο όγκο δραστηριότητας. Υπάρχει μία διεθνής τάση βελτιστοποίησης των συστημάτων μαζικής μεταφοράς για τη δημιουργία καλύτερης πρόσβασης στην εργασία, την εκπαίδευση, τις υπηρεσίες και τις εμπορικές δραστηριότητες. Εκτός του συχνού φαινομένου της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε πολλά αστικά κέντρα που μπορεί να βελτιωθεί με αποδοτικότερες υπηρεσίες των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ), η χρήση τους ευνοεί και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ο υπολογισμός διαφόρων δεικτών προσβασιμότητας που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία αναλύουν και χαρτογραφούν την χωρική αλληλεπίδραση μεταξύ των χρήσεων γης και των συστημάτων μεταφορών. Η ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα δείχνει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη νέων εργαλείων, λόγω α) της αύξησης του όγκου των δεδομένων, β) του πλήθους των διαθέσιμων πηγών που τα προσφέρουν και γ) της σημαντικής βελτίωσης της υπολογιστικής τεχνολογίας.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στον υπολογισμό/εκτίμηση της χώρο χρονικής προσβασιμότητας του πολυτροπικού δικτύου των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς της Περιφέρειας Αττικής με τη χρήση δεδομένων GTFS (General Transit Feed Specification). Μέσα από αυτή τη μελέτη διερευνώνται ερωτήματα όπως: ποιο είναι το επίπεδο εξυπηρέτησης του πληθυσμού, ποιο είναι το επίπεδο εξυπηρέτησης ανά περιοχή/δήμο, πόσο γρήγορα μπορεί να γίνει μετακίνηση από μία περιοχή σε μία άλλη, πόσες επιλογές υπάρχουν για αυτή τη μετακίνηση και τέλος ποιες περιοχές έχουν καλύτερα επίπεδα εξυπηρέτησης.

Ως προσβασιμότητα ορίζεται η ευκολία και η δυνατότητα με την οποία μπορούμε να μετακινηθούμε από μία περιοχή προς μία άλλη για την εκπλήρωση διάφορων

δραστηριοτήτων. Ως πολυτροπικό ταξίδι ορίζεται η χρήση δύο ή περισσότερων διαφορετικών μέσων μεταφοράς για να φθάσουμε στον προορισμό μας. Τα δεδομένα GTFS είναι ένα παγκόσμιο πρότυπο για των σχεδιασμό των δημόσιων μεταφορών και αποτελούνται από ένα σύνολο αρχείων απλού κειμένου που περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τις στάσεις, τις διαδρομές και τα δρομολόγια των ΜΜΜ καθώς και γεωγραφικές πληροφορίες, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πρόγραμμα Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS). Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση προκύπτει ένας μεγάλος αριθμός απλών και σύνθετων δεικτών που μετρούν την προσβασιμότητα. Για τη συγκεκριμένη μελέτη έγινε η ενοποίηση των δεδομένων GTFS με δεδομένα οδικού δικτύου (road network dataset). Από αυτά προέκυψαν και χρησιμοποιήθηκαν ο αριθμός των στάσεων, ο χρόνος ταξιδιού μεταξύ των στάσεων, οι διαδρομές και η συχνότητα εξυπηρέτησης. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι περιοχές εξυπηρέτησης/περπατήματος για ολόκληρο το δίκτυο και πάνω σε αυτές έγινε η εκτίμηση της προσβασιμότητας, με βάση το χρονοδιάγραμμα των δρομολογίων της κάθε διαδρομής και της συχνότητάς τους. Έχοντας διαθέσιμη πλέον αυτή τη πληροφορία, αξιοποιήθηκαν συνδυαστικά πληθυσμιακά δεδομένα για τον υπολογισμό της προσβασιμότητας και της κάλυψης εξυπηρέτησης του πληθυσμού που έχει καλή/ικανοποιητική κάλυψη από το δίκτυο δημόσιων μεταφορών.

Τα δεδομένα αποκτήθηκαν από τον Οργανισμό Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (Ο.Α.Σ.Α. Α.Ε.), τη διαδικτυακή σελίδα ανοιχτών δεδομένων geodata.gov.gr και από την Ελληνική Στατιστική Αρχή. Οι δείκτες υπολογίστηκαν για την Περιφέρεια της Αττικής η οποία περιλαμβάνει την μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας. Η ανάλυση εντοπίζει περιοχές με υψηλή και χαμηλή προσβασιμότητα σε δημόσιες συγκοινωνίες, καθώς και τον αριθμό των κατοίκων σε αυτές. Περιοχές με υψηλή προσβασιμότητα είναι κατάλληλες για χωροθέτηση δημοσίων υπηρεσιών (νοσοκομεία, πανεπιστήμια κ.λπ.), αλλά και επιχειρήσεων ιδιωτικού τομέα. Τέλος, με βάση την ανάλυση προτείνονται σενάρια για περαιτέρω βελτίωση του σχεδιασμού του δικτύου δημόσιων μεταφορών.

ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΕΝΤΟΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΓΠ

Κανάκα Ιωάννα Χριστιάνη¹, Καρυπίδης Παρασκευάς²

¹ Διπλωματούχος, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ελλάδα, ioannachk@plandevel.auth.gr

² Διπλωματούχος, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ελλάδα, karypidis@plandevel.auth.gr

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αστικές περιοχές είναι επιρρεπείς σε διάφορες φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές, όπως σεισμούς, πλημμύρες, φωτιές κ.ά. Για τον λόγο αυτό, κάθε πόλη χρήζει ενός αποτελεσματικού στρατηγικού σχεδίου για το μετριασμό και την αντιμετώπιση αντίστοιχων κινδύνων. Η πραγματοποίηση μιας εκκένωσης περιοχής αποτελεί μέρος του σχεδίου αυτού και περιέχει αρκετές παραμέτρους όπως η ελαχιστοποίηση του χρόνου ολοκλήρωσής της, ο εντοπισμός των καταφυγίων και των κοντινών νοσοκομείων, κ.ά. Για να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός της εκκένωσης απαιτείται η συλλογή κατάλληλων γεωχωρικών και περιγραφικών δεδομένων (π.χ. πληθυσμός, οδικό δίκτυο, εγκαταστάσεις κ.ά.). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το πιλοτικό και εικονικό σχέδιο εκκένωσης της περιοχής της Καλαμαριάς Θεσσαλονίκης με την χρήση του ΣΓΠ σε περίπτωση εστιασμένου κινδύνου και συγκεκριμένα στα εν λειτουργία πρατήρια υγρών καυσίμων. Τα πρατήρια υγρών καυσίμων του Δήμου Καλαμαριάς τηρούν και πληρούν όλους τους κανόνες ασφάλειας και πυροπροστασίας, αλλά για εκπαιδευτικούς λόγους και μόνο, μελετώνται οι συγκεκριμένες χρήσεις ως προς την εικονική εκδήλωση κάποιου κινδύνου. Η παραπάνω διαδικασία αναπτύσσεται για δύο περιπτώσεις, εκ των οποίων η πρώτη αφορά τις πρωινές ώρες και η δεύτερη τις βραδινές.

ΑΡΤΙΚΟΛΕΞΑ

ΟΤ: Οικοδομικά Τετράγωνα

ΣΓΠ: Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

GIS: Geographic Information System

Shp: Shape file

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

ΣΓΠ, αστικός ιστός, διαχείριση εκτάκτου ανάγκης, διαχείριση κινδύνου, σχεδιασμός εκκένωσης

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αστικές περιοχές αντιμετωπίζουν καθημερινά ποικίλους κινδύνους, φυσικούς ή ανθρωπογενείς, οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν απειλή για το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, καθώς και για τον ίδιο τον άνθρωπο. Σε περιπτώσεις καταστροφών όπως ο σεισμός, η πυρκαγιά και η έκρηξη, είναι σημαντικό να λαμβάνονται άμεσα αποφάσεις ώστε να προλαμβάνονται πιθανές απώλειες. Η διαχείριση των παραπάνω κρίσεων αποτελεί μια διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής σχεδίων με σκοπό αρχικά τη μείωση του κινδύνου εμφάνισής τους και έπειτα την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεών τους (El-Hamied et al., 2012). Η διαχείριση έκτακτης ανάγκης αποτελείται από διάφορες επαναλαμβανόμενες φάσεις ετοιμότητας, μετριασμού, απόκρισης και ανάκαμψης (Ochieng, 2012).

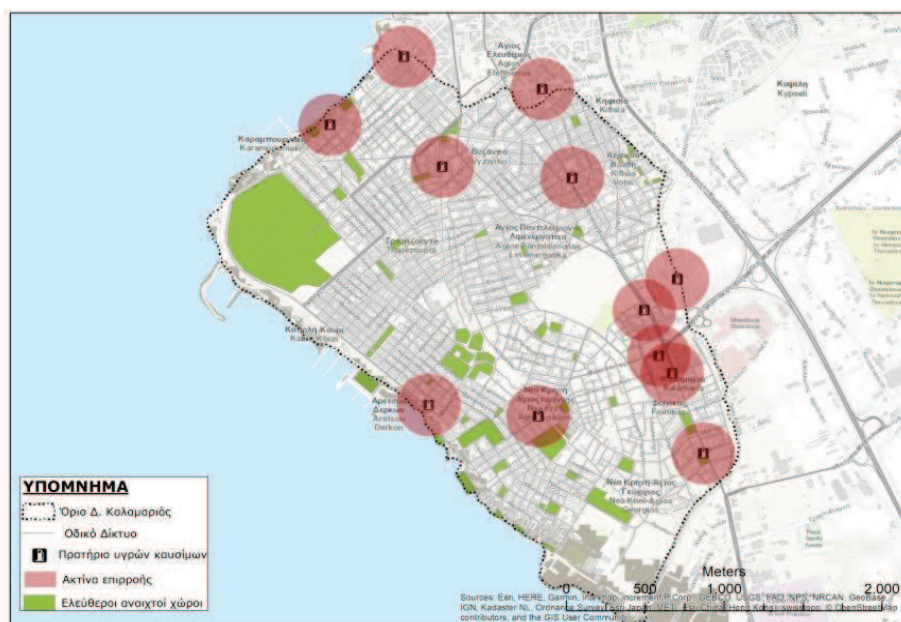
Μια από τις βασικότερες δραστηριότητες ενός σχεδίου διαχείρισης επικινδυνότητας είναι η διαδικασία της εκκένωσης μιας περιοχής. Μέσω αυτής, το σύνολο ή ένα μέρος του πληθυσμού το οποίο απειλείται από την καταστροφή μεταφέρεται προσωρινά σε έναν ασφαλή δημόσιο χώρο (Kohler et al., 2004). Επίσης υπάρχουν πολλοί παράγοντες που δύναται να επηρεάσουν τη διαδικασία της εκκένωσης, όπως η συμπεριφορά των ατόμων προς εκκένωση και η κυκλοφορία των οχημάτων (El-heishy et al, 2012). Η συγκεκριμένη εργασία εστιάζει σε μια εικονική πρόκληση ατυχήματος σε ένα από τα εν λειτουργία πρατήρια υγρών καυσίμων εντός του αστικού ιστού του Δήμου Καλαμαριάς και στην επιλογή των ασφαλή χώρων στους οποίους θα κατευθυνθούν οι πολίτες για την αποτελεσματική εκκένωση της πληγείσας περιοχής.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Το πρωταρχικό βήμα ήταν η απόκτηση των απαραίτητων γεωγραφικών δεδομένων για την οπτική αναπαράσταση της υπάρχουσας κατάστασης και η χρήση αυτών για

την πραγματοποίηση ανάλυσης. Τα υπάρχοντα δεδομένα ήταν περιορισμένα και επομένως ορισμένα στοιχεία όπως τα κτίρια, οι δρόμοι και τα οικοδομικά τετράγωνα ψηφιοποιήθηκαν σε μία μόνο γεωβάση, με τη χρήση διαδικτυακών χαρτών της «ESRI» και συγκεκριμένα του «World Topographic Map». Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα κτίρια και τα οικοδομικά τετράγωνα προήλθαν από το τμήμα γεωχωρικών πληροφοριών «GIS» Καλαμαριάς, για τον τύπο κάθε οικοδομικού τετραγώνου (π.χ. πάρκα, πλατείες και άλλα), τη χρήση διακριτών κτιρίων (π.χ. σχολεία, εκκλησίες και βιβλιοθήκες) και τα ονόματα των οδών και των αριθμών αυτών. Ο πραγματικός πληθυσμός του δήμου Καλαμαριάς σύμφωνα με την απογραφή του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία) βρέθηκε στους 91.518 κατοίκους. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε καταγραφή του αριθμού των ορόφων κάθε κτιρίου μέσω της πλατφόρμας google maps και τη χρήση της υπηρεσίας street view. Τέλος χρησιμοποιήθηκε η διαδικτυακή εφαρμογή «fuelgr» για την εξακρίβωση του αριθμού και της θέσης των εν λειτουργία πρατηρίων υγρού καυσίμου του δήμου (εικόνα 1).



Εικόνα 1: Περιοχή μελέτης (Δήμος Καλαμαριάς) και τα 12 πρατήρια υγρών καυσίμων

2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ακολούθησαν αρκετά βήματα μετά την ψηφιοποίηση της περιοχής μελέτης. Πρωταρχικό βήμα, με σκοπό την τελική γεωκωδικοποίηση των διευθύνσεων ήταν η

δημιουργία του οδηγού διευθύνσεων έχοντας το οδικό δίκτυο ως δεδομένο και χρησιμοποιώντας το σύστημα «US Address – Dual Ranges». Ο οδηγός διευθύνσεων από την πλευρά του όρισε τον τρόπο και τις παραμέτρους με τις οποίες συνδέθηκαν χωρικά οι διευθύνσεις με τα στοιχεία αναφοράς (Καϊμάρης & Καρανικόλας, 2014)

Στη συνέχεια, καθορίστηκαν τα όρια της περιοχής μελέτης. Ο Δήμος Καλαμαριάς, περικλείεται από τους εξής δρόμους: στο βόρειο τμήμα της από τις οδούς Θεμιστοκλή Σοφούλη, Καθηγητού Ρωσσίδη, πρώην Μοσχονησίων (νυν στα έργα του μετρό), Λεωφόρο Βασιλίσσης Όλγας, Αιγαίου και Κηφισίας. Το ανατολικό τμήμα της περιοχής οριοθετείται από το ρέμα μεταξύ Πυλαίας και Καλαμαριάς και τις οδούς Πριάμου, Δήμητρας και Ικάρων. Το νότιο τμήμα της οριοθετείται από τις οδούς Πόντου, Γυμναστηρίου Μίκρας και Ηοίοδου. Τέλος, το δυτικό της τμήμα οριοθετείται από τη θάλασσα. Η οριοθέτηση της περιοχής φαίνεται στον παρακάτω χάρτη (εικόνα 2).



Εικόνα 2: Όρια δήμου Καλαμαριάς

Επόμενο βήμα ήταν ο υπολογισμός του πληθυσμού της περιοχής μελέτης σε κάθε κτίριο, ο οποίος χρειάστηκε για την αντιστοίχιση του ευπαθή πληθυσμού στους βέλτιστους ειδικούς χώρους εκκένωσης με βάση τη χωρητικότητά τους. Για το σκοπό αυτό, ψηφιοποιήθηκαν τα κτίρια σε πολύγωνα με την χρήση του ΣΓΠ, αντιπροσωπεύοντας τις πληθυσμιακές συγκεντρώσεις, δηλαδή τους κατοίκους ανά κτίριο. Ο συνολικός πληθυσμός της περιοχής (91.518 κάτοικοι) κατανεμήθηκε σε κάθε κτίριο ανάλογα με το ύψος (αριθμός ορόφων) και τη χωρητικότητα του καθενός από αυτά (τετραγωνικά μέτρα κάθε ορόφου).

Ο κύριος στόχος ήταν η διαμόρφωση μιας στρατηγικής για την πρόληψη και τον μετριασμό του κινδύνου και η παροχή της στρατηγικής αυτής στο Δήμο Καλαμαριάς

για να τη συμπεριλάβει στον πολεοδομικό του σχεδιασμό. Ήδη, οι υπό μελέτη κίνδυνοι έχουν κριθεί ως πιθανοί και πρέπει να τεθούν επί τάπητος για την πρόληψη τραυματισμών, υλικών ζημιών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ένας από τους βασικούς παράγοντες κατά την ανάπτυξη στρατηγικών μετριασμού, είναι η ευκολία πρόσβασης στους διαθέσιμους δημόσιους χώρους, όπως τα πάρκα και οι πλατείες της πόλης, αφότου τέτοιου είδους χώροι είναι ανοιχτοί και επομένως ασφαλέστεροι μέσα στον πυκνό αστικό ιστό. Στην περιοχή μελέτης προσδιορίστηκαν 59 χώροι εκκένωσης, συμπεριλαμβανομένων πέντε μεγάλων πάρκων και αρκετών πλατειών που μπορούν να φιλοξενήσουν συνολικά περίπου 130000 άτομα (εικόνα 3).



Εικόνα 3: Προτεινόμενοι χώροι εκκένωσης

Τέλος, κάθε ένα από τα εν λειτουργία πρατήρια υγρών καυσίμων εντοπίστηκαν και σημειώθηκαν στο χάρτη. Επίσης, δημιουργήθηκε ένα «buffer» γύρω από το καθένα από αυτά, καλύπτοντας απόσταση ακτίνας 200 μέτρων. Όλα τα κτίρια που περικλείονται από αυτήν, θεωρήθηκαν ως υψηλής ευπάθειας λόγω του μεγάλου αριθμού χρηστών που φιλοξενούν. Σε περίπτωση κινδύνου, οι άνθρωποι που βρίσκονται εντός της ακτίνας των 200 μέτρων μεταφέρονται στον πλησιέστερο δημόσιο ανοιχτό χώρο, που βρίσκεται έξω από το πεδίο της πιθανής εξάπλωσης του κινδύνου, λαμβάνοντας υπ' όψη τη χωρητικότητα αυτού.

2.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

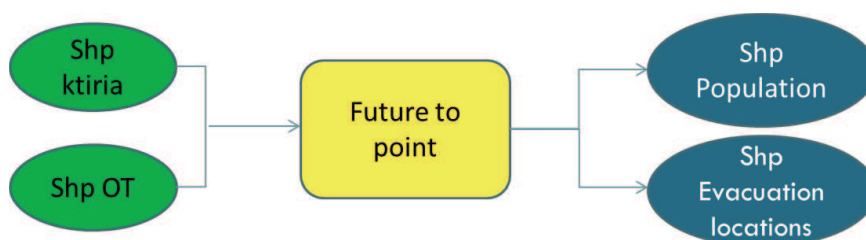
Πρώτο απαραίτητο βήμα για την αξιοποίηση της επέκτασης Network Analyst ήταν η δημιουργία δικτύου 'New Network Dataset', το οποίο αφορά την δυνατότητα ή μη

μετακίνησης από μια ακμή σε μία άλλη, με βάση τη φορά κίνησης του οδικού δικτύου (εικόνα 4)

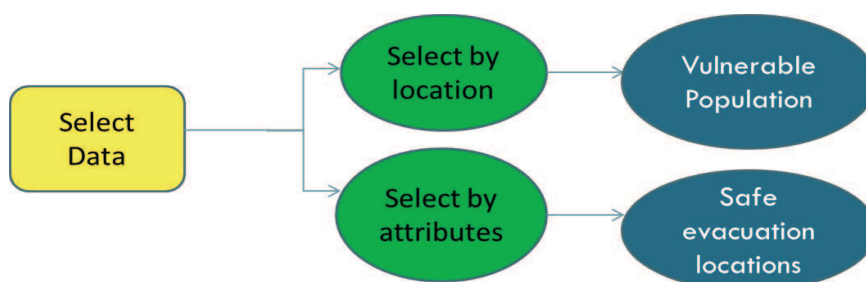


Εικόνα 4: Δημιουργία δικτύου

Επόμενο βήμα ήταν η τροποποίηση των αρχείων (shapfiles) των κτιρίων και των ΟΤ από πολύγωνα σε σημεία, με τη χρήση του εργαλείου 'Future to Point' (εικόνα 5). Μέσω αυτής της διαδικασίας προχωρήσαμε στο επόμενο αναγκαίο εργαλείο, το 'Select Data', από το οποίο προέκυψαν δύο παράγωγα. Το πρώτο ήταν αυτό του ευάλωτου πληθυσμού, δηλαδή του πληθυσμού που περιέχεται μέσα στην περιοχή κινδύνου και το δεύτερο ήταν αυτό που εντοπίζει τις τοποθεσίες των ανοιχτών δημόσιων χώρων, οι οποίες βρίσκονται εκτός της ακτίνας επιρροής (εικόνα 6)

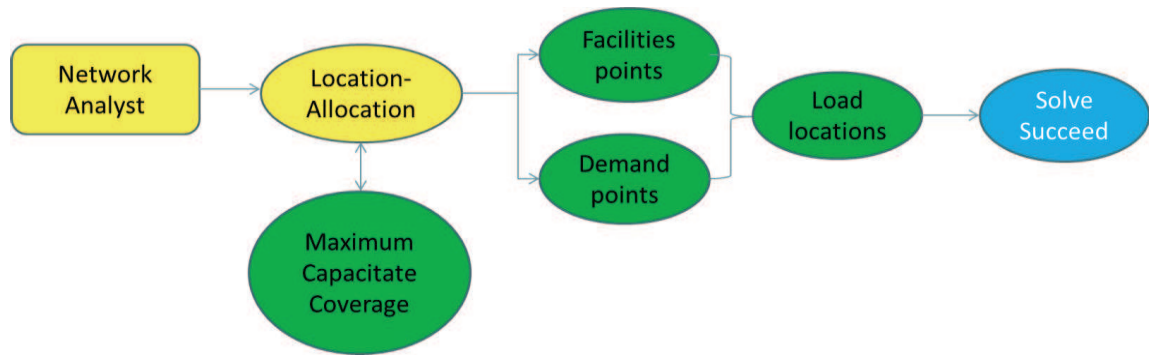


Εικόνα 5: Μετατροπή πολυγώνων σε σημεία



Εικόνα 6: Παραγωγή απαραίτητων δεδομένων για την διαδικασία εκκένωσης

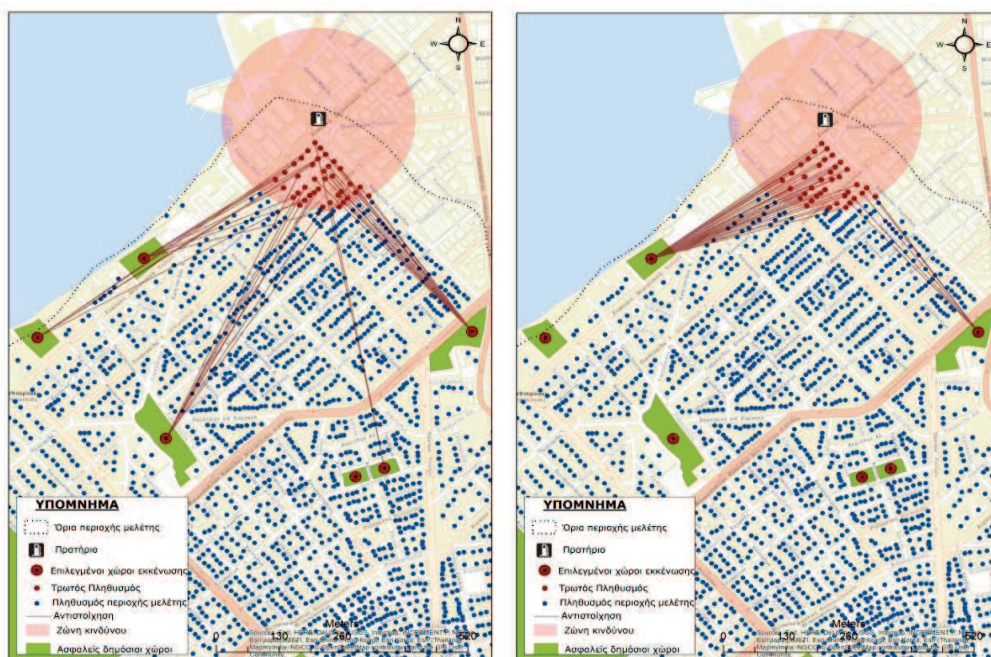
Το κύριο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το 'Location- Allocation' και ειδικά η επιλογή 'Maximum Capacitate Coverage'. Συγκεκριμένα αυτή η επιλογή δίνει λύσεις σε προβλήματα όπου οι εγκαταστάσεις έχουν πεπερασμένη χωρητικότητα. Επιλέγει υποψήφιους χώρους έτσι ώστε το μεγαλύτερο ποσοστό ζήτησης να καλύπτεται, αλλά χωρίς την υπέρβαση της χωρητικότητας σε καμία εγκατάσταση (Καϊμαρης & Καρανικόλας, 2014). Επόμενο βήμα ήταν ο καθορισμός του αριθμού των δημόσιων χώρων που επιλέχθηκαν, οι οποίοι ορίστηκαν στους πέντε (5). Ως εισαγόμενα αρχεία των 'Facilities' (χώροι εκκένωσης) και 'Demand points' (κτίρια προς εκκένωση) χρησιμοποιούνται τα παράγωγα της παραπάνω διαδικασίας (εικόνα 6). Τέλος, με την πάροδο όλων των παραπάνω βημάτων, πραγματοποιήθηκε η επίλυση της διαδικασίας της εκκένωσης, όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 7.



Εικόνα 7: Διαδικασία εκκένωσης

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Τα αποτελέσματα και οι πληγείσες περιοχές σε περίπτωση ατυχήματος σε καθένα από τα δώδεκα πρατήρια υγρών καυσίμων που βρίσκονται στο δήμο Καλαμαριάς απεικονίζονται παρακάτω και για τις δύο περιπτώσεις εκκενώσεων (εικόνες 8-19). Αντίστοιχα απεικονίζονται και οι πίνακες με τα αποτελέσματα που προκύπτουν για την αντιστοίχιση του πληθυσμού και των κτιρίων στους χώρου εκκένωσης για κάθε πρατήριο (πίνακες 1-12).



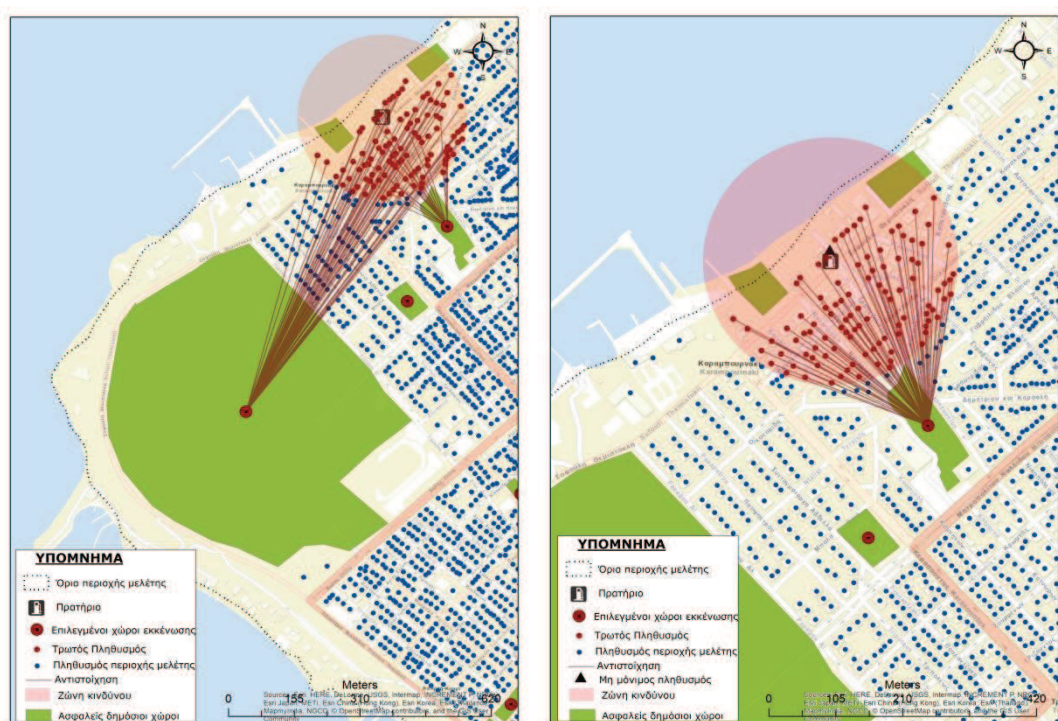
Εικόνα 8: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση ένα, προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες

Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν για την αντιστοίχιση του πληθυσμού και των κτιρίων στους χώρου εκκένωσης, για το πρατήριο της θέσης ένα.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 1 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	5	38	4942	5015
2η περίπτωση	2	38	788	2107

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα (εικόνα 8), ο ευπαθής πληθυσμός που βρίσκεται κοντά στο πρατήριο ένα κατανέμεται σε πέντε διαφορετικούς δημόσιους χώρους στην πρώτη περίπτωση και σε δύο στην δεύτερη περίπτωση. Ο συνολικός αριθμός των ατόμων που εκκενώνονται είναι 4942 και 788 σε κάθε περίπτωση αντίστοιχα. Η διαφορά στον αριθμό του πληθυσμού οφείλεται στο ότι τα κτίρια που υπάρχουν μέσα στην ακτίνα επιρροής βρίσκονται σε κεντρικό δρόμο, έχουν ως χρήση τη γενική κατοικία και επομένως λόγω της ύπαρξης καταστημάτων στα ισόγεια αυτών, στην περίπτωση εκκένωσης κατά τις βραδινές ώρες ο πληθυσμός μειώνεται σημαντικά.



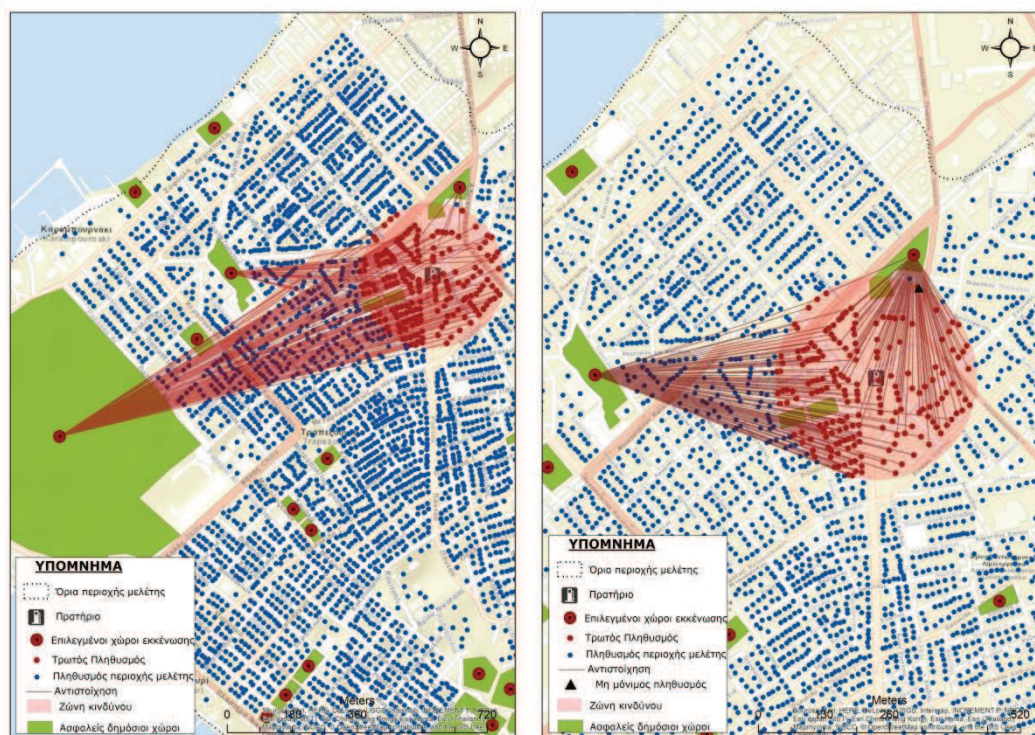
Εικόνα 9: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση δύο προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες

Πίνακας 2. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 2 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	2	101	10235	74364
2η περίπτωση	1	100	1637	1753

Στην 1^η περίπτωση ο πληθυσμός είναι 10.235 άτομα ενώ στην 2^η είναι 1.637 η διαφορά εξηγείται πάλι στην ύπαρξη καταστημάτων καθώς το συγκεκριμένο πρατήριο βρίσκεται σε κεντρικό δρόμο της περιοχής μελέτης. Επίσης στην 1^η πρώτη

περίπτωση ο πληθυσμός κατανέμεται σε δυο ελεύθερους χώρους ενώ στην 2^η σε έναν.

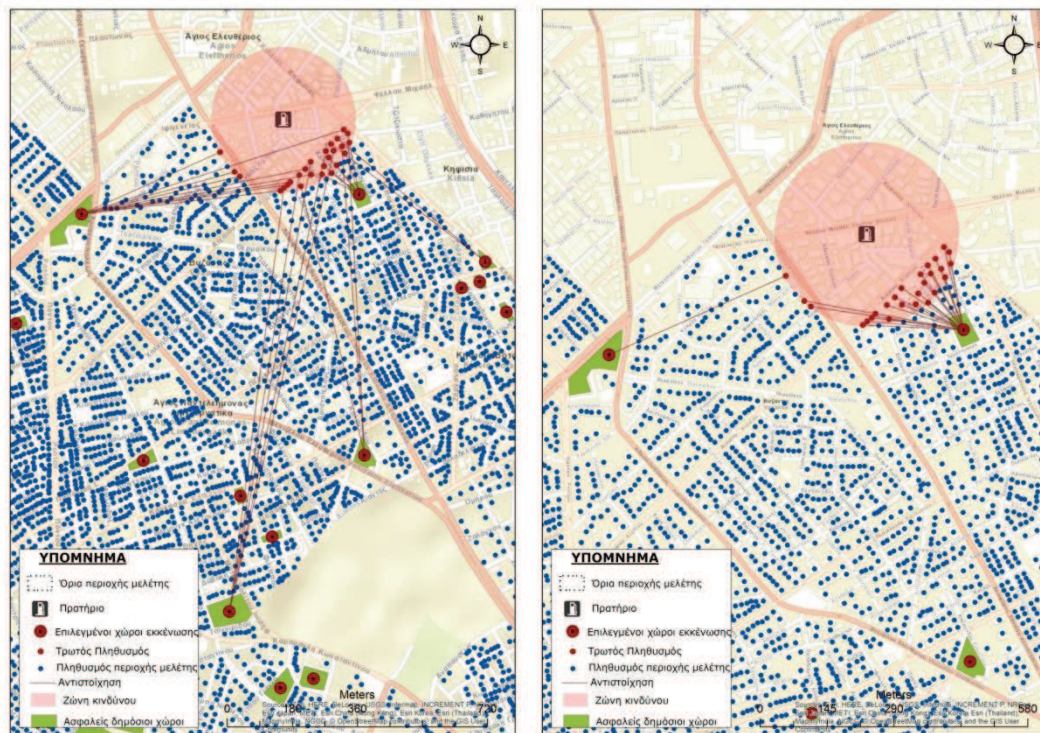


Εικόνα 10: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση τρία προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες

Πίνακας 3. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 3 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	3	188	15613	74398
2η περίπτωση	4	187	2573	1787

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι στην 1^η περίπτωση ο πληθυσμός είναι 15.613 ενώ στην 2^η 2.573 άτομα. Τα άτομα της 1^{ης} περίπτωσης αντιστοιχίζονται σε τρεις χώρους εκκένωσης, ενώ αυτά της 2^{ης} σε δύο χώρους εκκένωσης. Σε αυτή την περίπτωση το πρατήριο επίσης εντοπίζεται σε κεντρικό δρόμο, με τα εμπορικά καταστήματα να καταλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού κατά τις πρωινές ώρες.

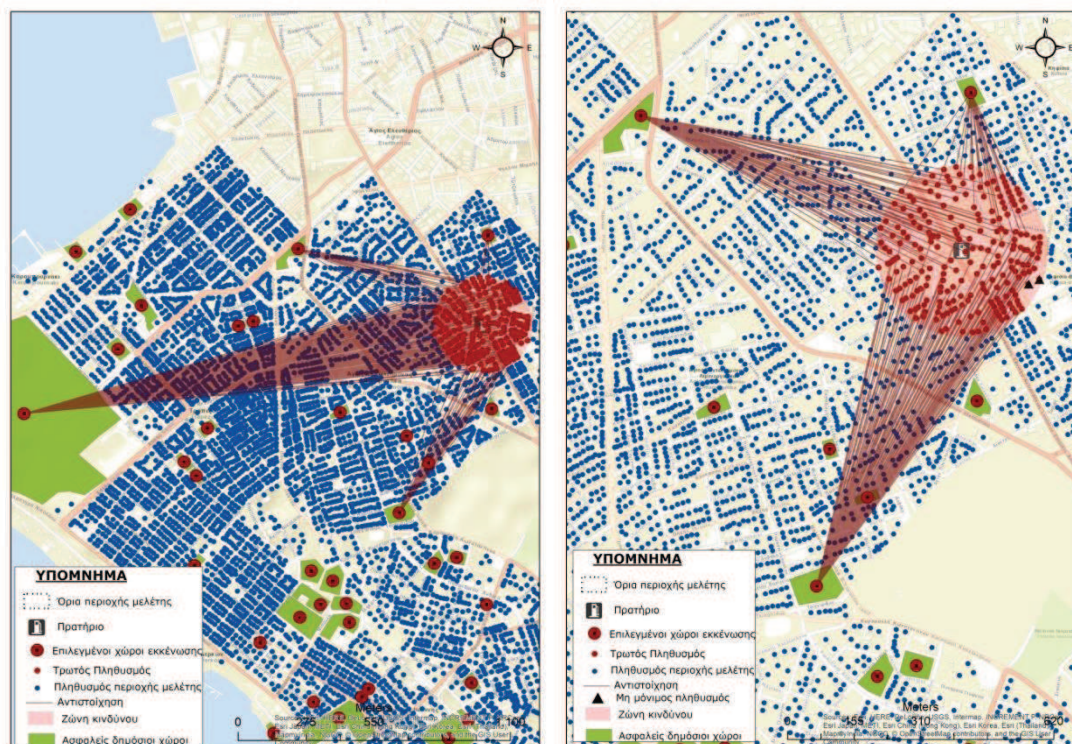


Εικόνα 11: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση τέσσερα προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες

Πίνακας 4. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 4 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	5	26	3890	4104
2η περίπτωση	2	21	523	1753

Για το πρατήριο στην θέση τέσσερα βρέθηκαν 3.890 άτομα προς εκκένωση στην 1^η περίπτωση και 523 στην 2^η. Στην 1^η περίπτωση τα άτομα αυτά αντιστοιχίζονται σε πέντε χώρους εκκένωσης, εκ των οποίων οι δύο βρίσκονται σε αρκετά μακρινή απόσταση από τα επιλεγμένα κτίρια και στην 2^η περίπτωση τα άτομα αντιστοιχίζονται σε δύο ελεύθερους χώρους. Στην 1^η περίπτωση η δικαιολόγηση επιλογής των δύο αυτών χώρων που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση, είναι πως όλες οι υπόλοιπες εγκαταστάσεις κρίνονται ως ακατάλληλες (μικρή χωρητικότητα, φορά κίνησης οδικού δικτύου, πυκνότητα κίνησης πληθυσμού) να φιλοξενήσουν τον πληθυσμό.



Εικόνα 12: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση πέντε προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες

Πίνακας 5. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 5 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	4	217	18126	75869
2η περίπτωση	3	215	3191	3258

Ο πληθυσμός στην 1^η περίπτωση είναι αρκετά μεγάλος με 18.126 άτομα, ενώ στην 2^η περιλαμβάνονται 3191 άτομα και αντιστοιχίζονται σε τέσσερις και τρεις χώρους εκκένωσης αντίστοιχα. Το πρατήριο πέντε βρίσκεται και αυτό σε κεντρικό δρόμο οπότε εντοπίζονται και σε αυτό μεγάλο πλήθος καταστημάτων εντός της ακτίνας επιρροής.



Εικόνα 13: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση έξι προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες

Πίνακας 6. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 6 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	2	67	7146	8441
2η περίπτωση	2	64	1582	3571

Για το πρατήριο στη θέση 6 επιλέχθηκαν και στις δύο περιπτώσεις δύο χώροι συγκέντρωσης. Στην 1^η περίπτωση εκκενώνονται 7.146 άτομα ενώ στην 2^η 1.582. Η διαφορά στη συγκεκριμένη περίπτωση επίσης δικαιολογείται καθώς το πρατήριο βρίσκεται σε κεντρικό παραλιακό δρόμο με πολλά καταστήματα στα ισόγεια των κτιρίων. Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τις χρήσεις γης, στην ακτίνα επιρροής του συγκεκριμένου πρατηρίου εντοπίζεται ένα σχολείο και για αυτόν τον λόγο ο πληθυσμός τις πρωινές ώρες είναι πολύ μεγαλύτερος.

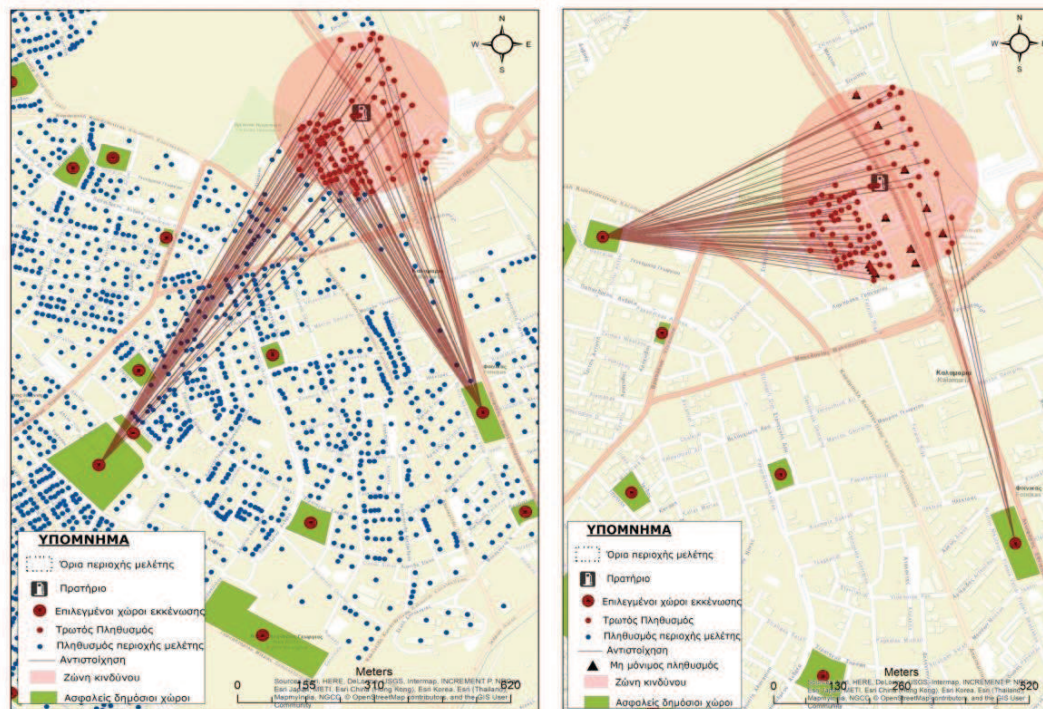


Εικόνα 14: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση επτά προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες.

Πίνακας 7. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 7 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	3	116	10074	10292
2η περίπτωση	2	109	2163	7034

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός στην 1^η περίπτωση είναι 10.074 και αντιστοιχίζονται σε τρεις ελεύθερους χώρους, ενώ στην 2^η περίπτωση έχουμε 2.163 άτομα που αντιστοιχίζονται σε δύο ελεύθερους χώρους. Στην 1^η περίπτωση ο πληθυσμός είναι αυξημένος, διότι εκτός από την ύπαρξη καταστημάτων, εντοπίζονται ένα σχολείο και δύο εκκλησίες.

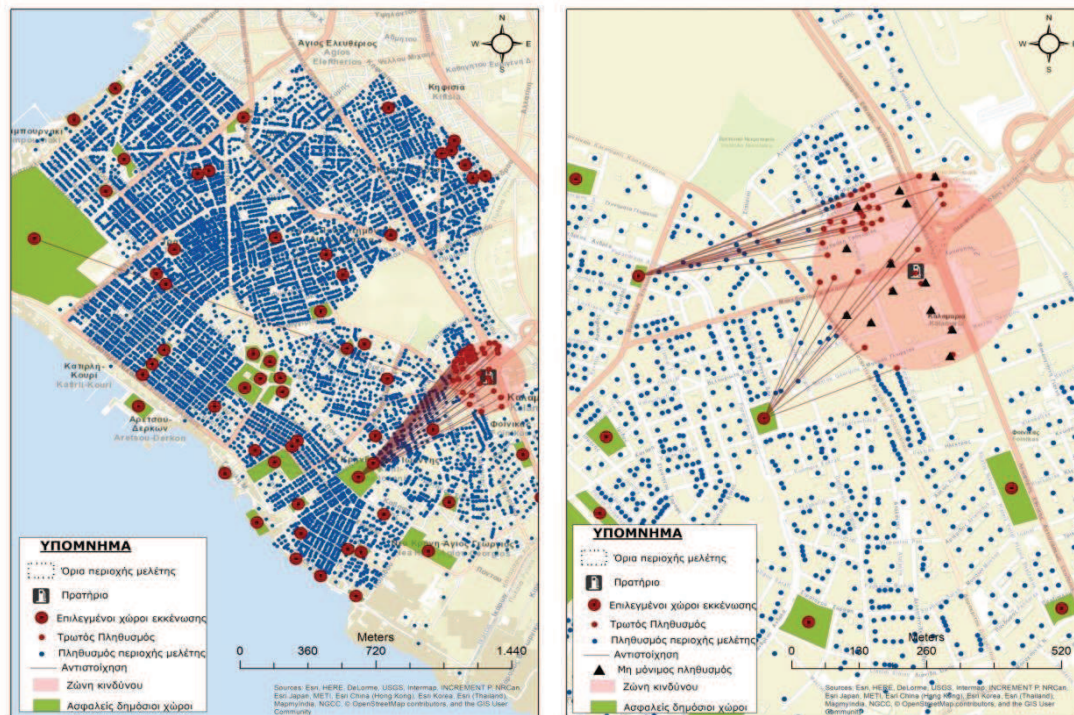


Εικόνα 15: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση οκτώ προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες.

Πίνακας 8. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 8 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	2	88	5189	6538
2η περίπτωση	2	76	1145	2148

Στην περίπτωση των πρωινών ωρών έχουμε 5.189 άτομα προς εκκένωση, καθώς περιέχονται εντός της ακτίνας επιρροής πολλές υπηρεσίες όπως και ένα νοσοκομείο. Στις βραδινές ώρες εντοπίζονται 1.145 άτομα προφανώς λιγότερα εξαιτίας των επισκεπτών κατά τις πρωινές ώρες. Και στις δύο περιπτώσεις επιλέγονται δύο ελεύθεροι χώροι εκκένωσης.

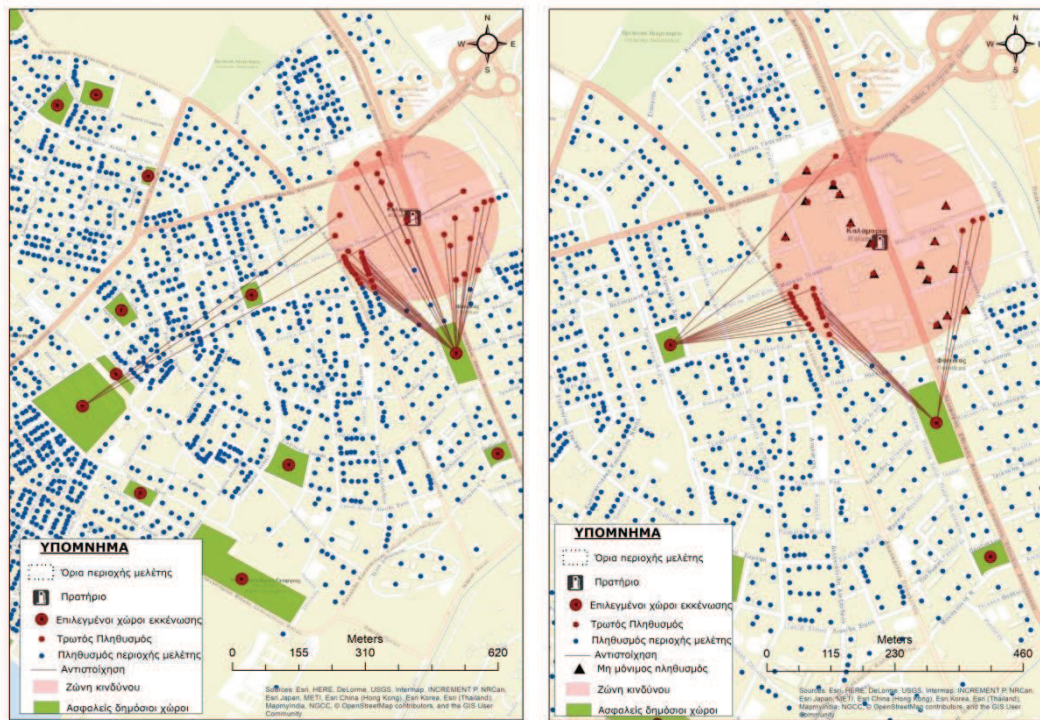


Εικόνα 16: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση εννέα προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες.

Πίνακας 9. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 9 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	2	45	12494	77584
2η περίπτωση	2	28	314	633

Στην περίπτωση του πρατηρίου 9 παρατηρείται ένας αρκετά μεγάλος αριθμός ατόμων προς εκκένωση τις πρωινές ώρες (12.494) και ένας αρκετά μειωμένος αριθμός κατά τις βραδινές (314). Αυτό συμβαίνει διότι εντός της ακτίνας επιρροής εντοπίζεται μεγάλο πλήθος κτιρίων με γραφεία και υπηρεσίες, ένα νοσοκομείο και ένα σχολείο. Και στις δύο περιπτώσεις ο πληθυσμός αντιστοιχίζεται σε δυο χώρους εκκένωσης, με τη διαφορά στην 1^η περίπτωση να επιλέγεται ένας μακρινός χώρος για την αποτελεσματική κατανομή όλων των κτιρίων σε αυτούς.

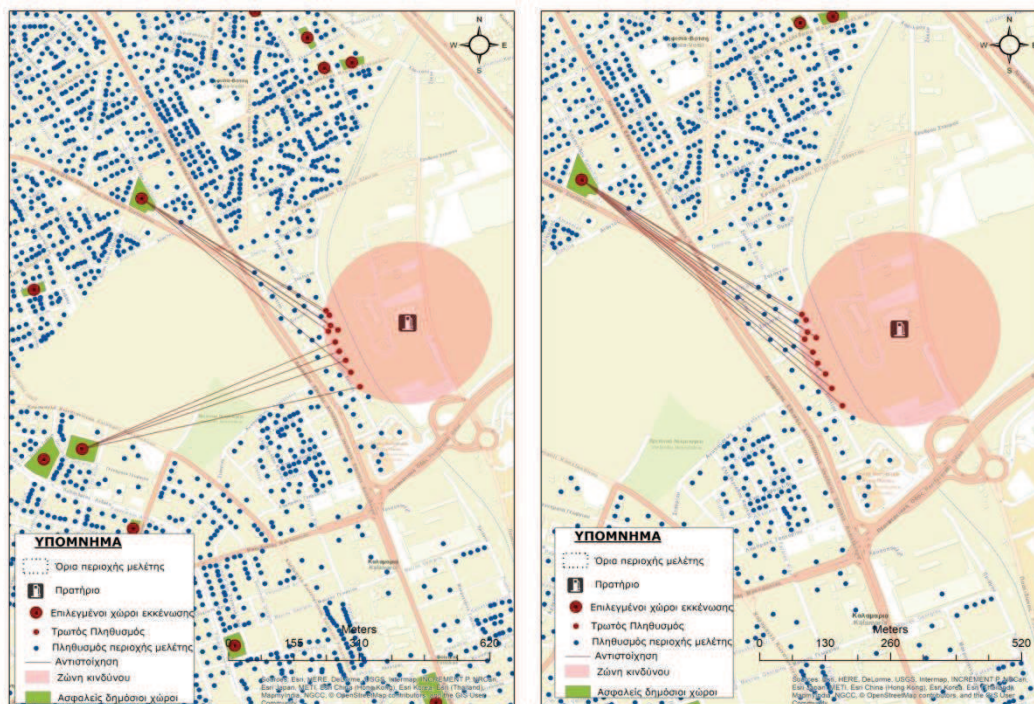


Εικόνα 17: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση δέκα προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες.

Πίνακας 10. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 10 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	2	37	1409	1424
2η περίπτωση	2	24	151	1887

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προκύπτουν 1409 άτομα τις πρωινές ώρες και 151 τις βραδινές. Αυτό οφείλεται στο ότι εντός της ακτίνας επιρροής εντοπίζεται πλήθος υπηρεσιών και ένα σχολείο. Επίσης και σε αυτήν την περίπτωση, κατά τις πρωινές ώρες πολλά κτίρια αντιστοιχίζονται σε σχετικά μακρινούς χώρους εκκένωσης καθώς η χωρητικότητα στους πιο κοντινούς δεν επαρκεί.

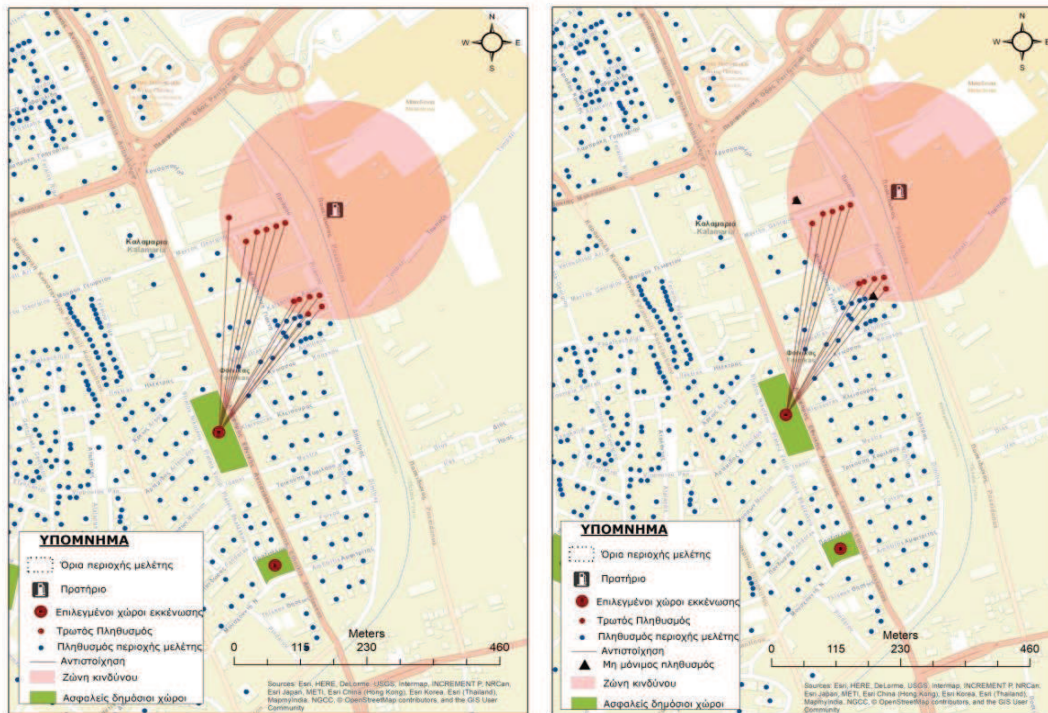


Εικόνα 18: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση έντεκα προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες.

Πίνακας 11. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 11 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	1	6	581	586
2η περίπτωση	1	10	93	586

Για τις εκκενώσεις του πρατηρίου 11 προκύπτουν 581 άτομα προς εκκένωση τις πρωινές ώρες και 93 τις βραδινές. Στην 1^η περίπτωση επιλέγονται δύο χώροι εκκένωσης ενώ στην 2^η ένας μόνο χώρος.



Εικόνα 19: Αντιστοίχιση του πληθυσμού που απειλείται από φωτιά ή/και έκρηξη του πρατηρίου στη θέση δώδεκα προς τους πλησιέστερους ανοιχτούς δημόσιους χώρους, για τις πρωινές (αριστερά) και βραδινές (δεξιά) ώρες.

Πίνακας 12. Αποτελέσματα αντιστοίχισης πληθυσμού και κτιρίων για το πρατήριο στην θέση 12 και για τις δύο περιπτώσεις.

Περιπτώσεις	Σύνολο χώρων εκκένωσης	Κτίρια που αντιστοιχήθηκαν	Σύνολο ατόμων που αντιστοιχήθηκαν	Συνολική χωρητικότητα (άτομα)
1η περίπτωση	1	12	871	1424
2η περίπτωση	1	10	65	1424

Για το πρατήριο 12 προκύπτει και στις δύο περιπτώσεις αντιστοίχιση του πληθυσμού σε έναν ελεύθερο χώρο, με 871 και 65 άτομα αντίστοιχα στις πρωινές και βραδινές ώρες. Η ακτίνα επιρροής του πρατηρίου αυτού περιλαμβάνει επίσης ορισμένα κτίρια υπηρεσιών.

4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι καταστροφές συνεχίζουν να εκτυλίσσονται παγκοσμίως και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν μεγάλη σημασία για την αντιμετώπιση όλων των πτυχών των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, όπως η προετοιμασία, η αντίδραση και η αποκατάσταση. Οι κατευθυντήριες γραμμές για τις διαδικασίες σχεδιασμού είναι από τις πιο βασικές στρατηγικές που μπορούν να διασφαλίσουν τη μείωση της αστικής ευπάθειας σε φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές οι οποίες δύναται να επηρεάσουν τον πληθυσμό και τα περιουσιακά στοιχεία. Τα πρωταρχικά βήματα πρέπει να εστιάζουν στον εντοπισμό του ευάλωτου πληθυσμού και στη μείωση της έκθεσης αυτού σε κίνδυνο, παρέχοντας άμεσες επιλογές που εξασφαλίζουν την πρόσβασή τους στην ασφάλεια. Στον τομέα της μελέτης μας, αρκετά ήταν τα

βήματα που οδήγησαν στο σχεδιασμό απλών, αλλά ζωτικών σχεδίων εκκένωσης. Αυτά τα βήματα περιλαμβάνουν:

- Ψηφιοποίηση των δεδομένων και δημιουργία μιας γεωδαβάσης δεδομένων
- Εντοπισμός πιθανών ανοιχτών δημόσιων χώρων για χρήση τους ως χώρους εκκένωσης
- Δημιουργία δεδομένων εντοπισμού και γεωκωδικοποίηση
- Δημιουργία ενός συνόλου δεδομένων δικτύου και χρήση του για ανάλυση
- Κατασκευή ενός μοντέλου
- Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων μπορεί να συμβάλουν και σε άλλες καταστροφικές καταστάσεις και να παρέχουν λύσεις που σχετίζονται με παρόμοια προβλήματα. Για παράδειγμα, τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες καταστάσεις κινδύνου, όπως θα ήταν η χρήση των υπαρχόντων δημόσιων χώρων για τη φιλοξενία πληθυσμού σε περίπτωση σεισμού. Με αυτόν τον τρόπο απλά εργαλεία μπορούν να παρέχουν αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική ανάλυση και άλλους σημαντικούς πόρους που απαιτούνται για τον προγραμματισμό του μετριασμού, της ετοιμότητας και της αποκατάστασης από φυσικές και ανθρωπίνες καταστροφές.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- El-Hamied S., A. El-Fotouh Saleh and A. Asem. 2012. Survey on Using GIS in Evacuation Planning Process, (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 10, No. 8. pp: 1-2
- El-Heishy S., A. Saleh and A. Asem. 2012. Managing Evacuation Process in Urban Areas using a GIS System: A Case Study on Mansoura City, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)Volume 57– No.10
- Kohler A., S. Julicb, and L. Bloemertz.2004. Guidelines: Risk Analysis – a Basis for Disaster Risk Management, Deutsche Gessellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, Eschborn. pp:20
- Ochieng P.2012. Application of gis for effective and efficient fire disaster emergency response and management. A case study: mombasa county fire brigade in mombasa island. Moi university school of arts and social sciences. pp:3
- Καϊμάρης Δ. και Καρανικόλας Ν. 2014 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών-Θεωρητική προσέγγιση και εργαστηριακές ασκήσεις. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις ΖΗΤΗ

Χωρική Ανάλυση Οδικών Ατυχημάτων στην Περιφέρεια Αττικής

Κωστέλλου Αναστασία^{1*}, Σπυροπούλου Ιωάννα², Χατζηχρήστος Θωμάς³

¹Πτυχιούχος Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, ΕΜΠ

² Αναπλ. Καθηγήτρια Τομέας Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης- Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Τεχνικής, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc in Transport Imperial College, Δρ. University College London

³Ε.ΔΙ.Π, Δρ. Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, Τομέας Γεωγραφίας & Περιφερειακού Σχεδιασμού

*Υπεύθυνος συγγραφέας για αλληλογραφία: e-mail: anastasia_kostellou@gmail.com

Λέξεις κλειδιά: Οδικά ατυχήματα, χωρική ανάλυση, διερευνητική ανάλυση δεδομένων, χωρική αυτοσυσχέτιση, μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα προς αντιμετώπιση τα τελευταία χρόνια είναι αυτό της οδικής ασφάλειας, καθώς σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (2018), τα οδικά ατυχήματα αποτελούν την όγδοη κύρια αιτία θανάτου παγκοσμίως για όλες τις ηλικιακές ομάδες με πολλαπλές συνέπειες, οι οποίες αφορούν τόσο τους παθόντες, όσο και το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Η εργασία εστιάζει στη διερεύνηση του φαινομένου των οδικών ατυχημάτων σε χωρικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, αντικείμενο της εργασίας είναι η εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων χωρικής ανάλυσης με στόχο τον προσδιορισμό των Δήμων και Δημοτικών Ενοτήτων της Περιφέρειας Αττικής που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα αναφορικά με τα οδικά ατυχήματα, τόσο στο σύνολό τους, όσο και ανά κριτήριο. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία αφορούν στα οδικά ατυχήματα που συνέβησαν στην Περιφέρεια Αττικής το διάστημα 2011 έως και 2015 με το επίπεδο της χωρικής ανάλυσης να είναι πολυγωνικής μορφής. Χρησιμοποιείται η τεχνολογία των Γεωπληροφοριακών Συστημάτων, η οποία θεωρείται από τους περισσότερους ερευνητές το αυτονόητο περιβάλλον διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων. Εφαρμόζονται τρεις μέθοδοι χωρικής ανάλυσης, οι οποίες είναι η μέθοδος της διερευνητικής ανάλυσης των δεδομένων, η μέθοδος της χωρικής αυτοσυσχέτισης και η μέθοδος της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης και υλοποιούνται με χρήση των λογισμικών ArcGIS 10.5.1 και Minitab 19. Τα κύρια αποτελέσματα της ανάλυσης είναι αρχικά, ότι όλες οι μεταβλητές στην περιοχή μελέτης παρουσιάζουν χωρικά ομαδοποιημένο πρότυπο. Οι Δήμοι οι οποίοι φαίνεται να αντιμετωπίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι αυτοί των Αθηναίων, της Καλλιθέας και της Νέας Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας, ενώ το 47% των υπό διερεύνηση Δήμων παρουσιάζουν μικρή επιβάρυνση και κανένας δε βρίσκεται εντός του Λεκανοπεδίου Αττικής. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα και των τριών μεθόδων που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, παρατηρείται ότι ανεξάρτητα από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται κάθε φορά, το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι το ίδιο, ότι δηλαδή, τα περισσότερα οδικά ατυχήματα που συμβαίνουν στην Περιφέρεια Αττικής εντοπίζονται στους Δήμους της μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (2018), τα οδικά ατυχήματα αποτελούν την όγδοη κύρια αιτία θανάτου παγκοσμίως για όλες τις ηλικιακές ομάδες. Καθώς ο αριθμός των αυτοκινητών αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς, δεν είναι τυχαίο ότι τα οδικά ατυχήματα ανεβαίνουν διαρκώς στην κλίμακα των αιτίων θανάτου σε όλο τον κόσμο. Επιπλέον, τα οδικά ατυχήματα αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου για παιδιά και νεαρούς ενήλικες ηλικίας 5-29 ετών. Η πρόοδος στη μείωση των θανάτων από οδικά ατυχήματα τα τελευταία χρόνια ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων περιοχών και χωρών του κόσμου. Τον τελευταίο χρόνο (2019) καταγράφηκαν 22.800 θάνατοι από τροχαία ατυχήματα στα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με την τελευταία έρευνα που δημοσίευσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα το 2019 σημειώθηκαν 65 θάνατοι ανά εκατομμύριο κατοίκους από οδικά ατυχήματα, αριθμός αρκετά υψηλότερος από το μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ωστόσο, η χώρα έχει επιφέρει εντυπωσιακές βελτιώσεις στις επιδόσεις της όσον αφορά στην οδική ασφάλεια από το 2010, με την ταχύτερη καθοδική τάση (45%) στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Από το 2010 έως σήμερα καταγράφεται μείωση 21% των τροχαίων θυμάτων στα Κράτη Μέλη, η οποία όμως, απέχει από τον αρχικό στόχο της μείωσης κατά 50% έως το τέλος του 2020. Οι συνέπειες που επιφέρουν τα οδικά ατυχήματα είναι πολλές και δεν αφορούν αποκλειστικά τους παθόντες, αλλά και το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Όπως είναι λογικό, πέρα από τις επιπτώσεις στην υγεία των άμεσα εμπλεκόμενων, υπάρχουν οικονομικές επιπτώσεις τόσο στον εμπλεκόμενο και στο ευρύτερο οικογενειακό περιβάλλον, όσο και στην κοινωνία (Αντωνίου, 2017).

Με αφορμή τα οδικά ατυχήματα, έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες έρευνες με αντικείμενο τον προσδιορισμό, τόσο των κύριων παραγόντων που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα, όσο των χαρακτηριστικών που επιδρούν στη σοβαρότητα του τραυματισμού. Επιπλέον, έχει διερευνηθεί και η εκτίμηση της πιθανότητας να συμβεί ένα οδικό ατύχημα, καθώς και η πιθανότητα επιβίωσης από αυτό. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η πλειοψηφία των παραγόντων σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, τον τύπο του οχήματος, την ταχύτητα, τον τύπο σύγκρουσης, τα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος ως προς τη χάραξη και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Το πρόβλημα των οδικών ατυχημάτων και οι σοβαρές επιπτώσεις που επιφέρουν, ώθησαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Αντικείμενο της εργασίας είναι η πραγματοποίηση χωρικής ανάλυσης με εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων και στόχο τον προσδιορισμό των περιοχών της Περιφέρειας Αττικής που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα αναφορικά με τα οδικά ατυχήματα, τόσο στο σύνολό τους, όσο και ανά κριτήριο.

Προκειμένου να επιλεχθούν οι καταλληλότερες μέθοδοι χωρικής ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε διερεύνηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας που αφορά στον προσδιορισμό των επικρατέστερων μεθόδων χωρικής ανάλυσης που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη των οδικών ατυχημάτων. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι είναι η ανάλυση πυκνότητας πυρήνα (Steenberghen et al., 2004, Erdogan et al., 2008, Budiharto και Saido, 2012), η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση (Erdogan, 2009), η ανάλυση της χωρικής αυτοσυσχέτισης με χρήση των δεικτών Moran's I και Getis-Ord (Erdogan, 2009, Tortum και Atalay, 2015), η μέθοδος Hot-Pieces (Gundogdu, 2011) και η μέθοδος της τεχνητής νοημοσύνης (Effati et al., 2014). Κυριότερος σκοπός των ερευνών με σημειακά δεδομένα, φάνηκε να είναι ο προσδιορισμός των blackspots οδικών ατυχημάτων. Αντίστοιχα, στην περίπτωση των ερευνών με δεδομένα πολυγωνικής μορφής, κυριότερος σκοπός ήταν ο προσδιορισμός του χωρικού προτύπου που παρουσιάζουν οι περιοχές, καθώς και η ανάδειξη των επικίνδυνων ζωνών οδικών τμημάτων. Γενικό συμπέρασμα της ανασκόπησης είναι ότι η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες με πιο βασικό, το διαθέσιμο τύπο δεδομένων.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία αφορούν στα οδικά ατυχήματα που συνέβησαν στην Περιφέρεια Αττικής το διάστημα 2011 έως και 2015. Οι διευθύνσεις των

ατυχημάτων που συλλέγονται, δεν είναι επαρκώς προσδιορισμένες χωρικά, ώστε να υπάρχει σημειακή τοπολογία, με αποτέλεσμα το επίπεδο της χωρικής ανάλυσης να είναι πολυγωνικής μορφής. Στο σύνολο αναλύθηκαν τα οδικά ατυχήματα από 113 Δήμους και Δημοτικές Ενότητες της Περιφέρειας Αττικής. Το επίπεδο ανάλυσης, σε συνδυασμό με τα συμπεράσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, οδήγησαν στην επιλογή των καταλληλότερων μεθόδων χωρικής ανάλυσης, οι οποίες είναι η μέθοδος της διερευνητικής ανάλυσης των δεδομένων, η μέθοδος της χωρικής αυτοσυσχέτισης και η μέθοδος της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται οι μέθοδοι, οι οποίες εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο της εργασίας. Συγκεκριμένα, δίνονται οι ορισμοί και περιγράφονται αναλυτικά οι βασικές αρχές λειτουργίας των μεθόδων της χωρικής αυτοσυσχέτισης και της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης. Επιπροσθέτως, αναλύεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της κάθε μεθόδου.

Ακολουθεί η ταξινόμηση των περιοχών με χρήση κατάλληλα επιλεγμένων δεικτών και στο τέλος παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα της έρευνας και τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης με τη μορφή χαρτών, γραφικών παραστάσεων και γραφημάτων.

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ή και χρησιμοποιούνται στον προσδιορισμό των πυρήνων των ατυχημάτων τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές, η εκλογή των οποίων επηρεάζει σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται τα χαρακτηριστικά των μεθόδων της χωρικής αυτοσυσχέτισης και της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης, οι οποίες αξιοποιούνται στην παρούσα εργασία.

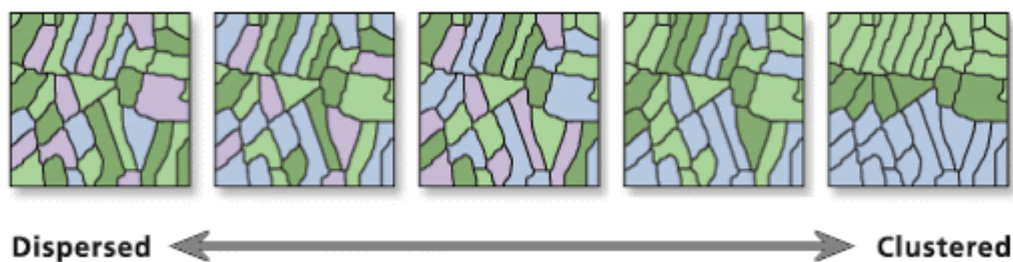
2.1 Χωρική Αυτοσυσχέτιση

Χωρική αυτοσυσχέτιση είναι η συσχέτιση μεταξύ των τιμών μιας μεταβλητής που οφείλεται αυστηρά στην εγγύτητα των τιμών αυτών στο γεωγραφικό χώρο, εισάγοντας μια απόκλιση από την υπόθεση ανεξάρτητων παρατηρήσεων της κλασικής στατιστικής (Griffith, 2003). Ως χωρική αυτοσυσχέτιση μπορεί να οριστεί η ύπαρξη ομοιότητας ή αλληλεξάρτησης ενός αντικειμένου με τα γειτονικά του αντικείμενα στο χώρο, δηλαδή χωρική αυτοσυσχέτιση υπάρχει όταν η τιμή μίας μεταβλητής, που αναφέρεται σε μία συγκεκριμένη χωρική ενότητα, επηρεάζει και επηρεάζεται από τις τιμές της ίδιας μεταβλητής στις γειτονικές χωρικές ενότητες (Kitchin και Tate, 2000).

Η χωρική αυτοσυσχέτιση περιλαμβάνει και προσπαθεί να επιλύσει τριών ειδών προβλήματα:

- την ανάλυση προτύπου σημείων,
- την ανάλυση διαδικασιών, που δημιουργούν συνεχείς μεταβολές στο χώρο (Γεωστατιστική) και
- την ανάλυση φαινομένων, για τα οποία τα δεδομένα αναφέρονται σε πολύγωνα, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση της παρούσας εργασίας.

Όταν στην ευρύτερη περιοχή οι οντότητες λειτουργούν με την ίδια ένταση, τότε εντοπίζεται θετική αυτοσυσχέτιση, ενώ με την ύπαρξη αρνητικής αυτοσυσχέτισης εντοπίζονται περιοχές που διακόπτουν τη συνέχεια ενός φαινομένου και επομένως, ανάλογα με την ένταση των τιμών, οι περιοχές αυτές υστερούν ή υπερτερούν σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή. Και στις δύο περιπτώσεις, τα συμπεράσματα σχετίζονται με το χαρακτηρισμό αναγκαιότητας επέμβασης στην περιοχή.



Σχήμα 1 Χωρικά πρότυπα (Πηγή: ESRI Developer Network)

Για να υπολογιστεί ο συντελεστής χωρικής αυτοσυσχέτισης μιας μεταβλητής, πρέπει να συσχετιστούν οι τιμές αυτής της μεταβλητής για τα ζευγάρια όλων των παρατηρήσεων. Εντούτοις όμως, δε θα συσχετιστούν όλα τα ζευγάρια των τοποθεσιών, μόνο εκείνα που θεωρούνται γείτονες.

Η μέτρηση της συσχέτισης (ταυτόχρονη αλλαγή στην τιμή δύο αριθμητικά εκτιμημένων τυχαίων μεταβλητών) μεταξύ των γειτονικών παρατηρήσεων σε ένα πρότυπο γίνεται χρησιμοποιώντας το δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I. Ο δείκτης Moran's I ορίζεται ως το μέτρο συσχέτισης μεταξύ των γειτονικών παρατηρήσεων σε ένα σχέδιο (Boots και Getis, 1988).

2.1.1 Ο δείκτης μέτρησης χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I

Ο δείκτης Moran's I είναι ένας από τους παλαιότερους και πιο κοινούς δείκτες που χρησιμοποιούνται για να εξετάσουν την ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης σε χωρικά δεδομένα μίας μεταβλητής. Σήμερα, ο δείκτης Moran's I είναι γνωστός από το εκτενές ερευνητικό έργο των Cliff και Ord (1973, 1981) που δημοσίευσαν εμπειριστατωμένες μελέτες για τη χωρική αυτοσυσχέτιση στα γεωγραφικά δεδομένα. Στις δημοσιεύσεις τους οι παραπάνω ερευνητές προτείνουν τη δική τους μαθηματική συνάρτηση υπολογισμού του δείκτη Moran's I που βασίζεται στους υπολογισμούς των "moments" του ερευνητή Moran (1948) και τον πρώτο ορισμό του δείκτη I (Moran, 1950), ο οποίος βασίστηκε στην ανάλυση του συντελεστή συσχέτισης Pearson. Ο δείκτης Moran's I αποτελείται από τον Ολικό ('Global') Δείκτη Moran's I και τον Τοπικό ('Local') Δείκτη Moran's I (Kalogirou, 2003).

Ολικός δείκτης Moran's I

Ο ολικός δείκτης Moran's I παίρνει τιμές από -1 ως $+1$ και η ερμηνεία του είναι παρόμοια με αυτή του συντελεστή συσχέτισης (Rogerson 2010):

- Τιμές κοντά στο $+1$ υποδηλώνουν ισχυρή θετική χωρική αυτοσυσχέτιση (αναμένονται χωρικά πρότυπα στα οποία γειτονικές παρατηρήσεις τείνουν να έχουν παρόμοια υψηλές ή χαμηλές τιμές μιας μεταβλητής),
- Τιμές κοντά στο -1 υποδηλώνουν ισχυρή αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση (π.χ. υψηλές τιμές μιας μεταβλητής τείνουν να βρίσκονται κοντά σε χαμηλές τιμές)
- Τιμές κοντά στο 0 υποδηλώνουν απουσία χωρικής αυτοσυσχέτισης και επομένως χωρικών προτύπων.

Τοπικός δείκτης Moran's I

Η ερμηνεία του τοπικού δείκτη Moran I_i είναι ουσιαστικά η ίδια με αυτή του ολικού δείκτη I. Η θετική τιμή του τοπικού I_i υποδεικνύει χωρική συγκέντρωση παρόμοιων τιμών (χαμηλών ή υψηλών) ενώ η αρνητική τιμή του I_i υποδεικνύει χωρική συγκέντρωση ανόμοιων τιμών, για παράδειγμα μια τοποθεσία με υψηλή τιμή που περιβάλλεται από γείτονες με χαμηλές τιμές (Anselin, 1995).



Σχήμα 2 Απεικόνιση ανάλυσης “Cluster and Outlier” (Πηγή: ESRI)

Στην περίπτωση του τοπικού δείκτη Moran's I δεν ισχύει το όριο -1 ως $+1$ στην τιμή του. Με βάση το συνδυασμό των προσήμων των τιμών των ζευγών αυτών και το επίπεδο σημαντικότητας των τοπικών δεικτών Moran's I, είναι δυνατή η δημιουργία του χάρτη χωρικών προτύπων (Σχήμα 2). Πρόκειται για ένα θεματικό χάρτη όπου κάθε χωρική οντότητα έχει ταξινομηθεί σε μία από τις παρακάτω πέντε κατηγορίες:

- Υψηλή – Υψηλή (High – High) που αφορά σε χωρικές οντότητες με υψηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με επίσης υψηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής.
- Χαμηλή – Χαμηλή (Low – Low) που αφορά σε χωρικές οντότητες με χαμηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με επίσης χαμηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής.
- Χαμηλή – Υψηλή (Low – High) που αφορά σε χωρικές οντότητες με χαμηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με υψηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής.
- Υψηλή – Χαμηλή (High – Low) που αφορά σε χωρικές οντότητες με υψηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με χαμηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής.
- Μη στατιστικά σημαντικό τοπικό δείκτη Moran's I.

2.2 Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

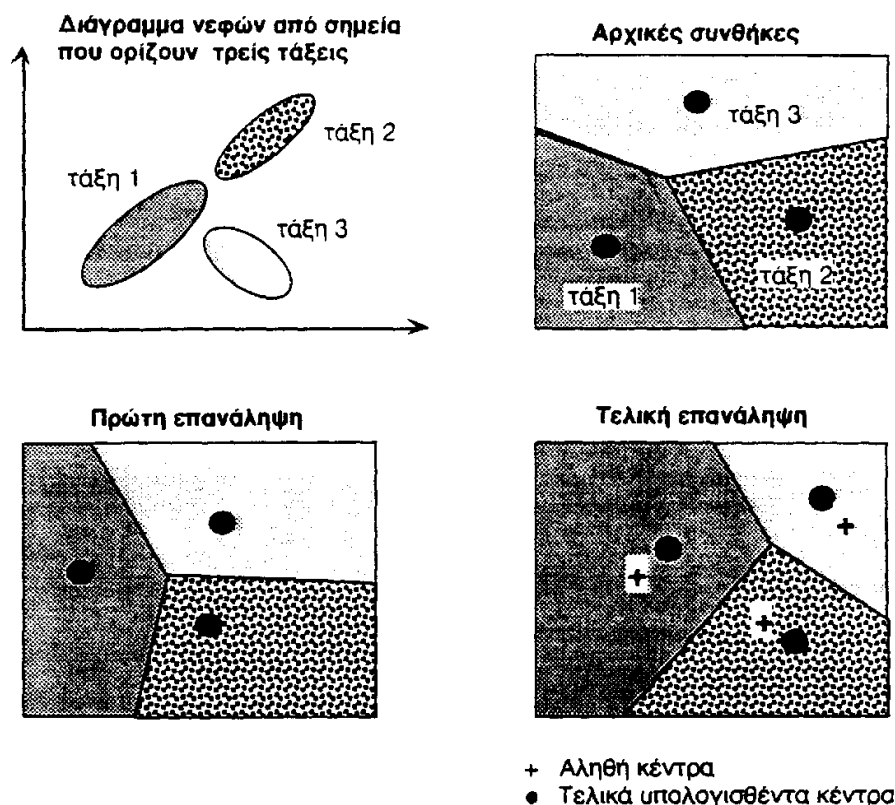
Η ταξινόμηση ή ανάλυση σε κατηγορίες-ομάδες (classification), είναι η διαδικασία κατά την οποία ξεχωριστά αντικείμενα-περιστατικά κατανέμονται σε κατηγορίες, όσο το δυνατόν αντικειμενικότερα, με βάση τα κριτήρια που καθορίζονται. Ο στόχος είναι προφανής, η αντιμετώπιση των ομάδων με τους ίδιους νόμους και κανόνες (Johnston, 1977). Η ταξινόμηση μπορεί να είναι επιβλεπόμενη ή μη επιβλεπόμενη.

Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση (Unsupervised classification ή Cluster analysis) είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται στη διερεύνηση δεδομένων και προσπαθεί να δημιουργήσει “φυσικές” ομάδες δεδομένων. Αυτές οι ομάδες είναι ανεπηρέαστες, με την έννοια ότι δεν απαιτούνται εκ των προτέρων υποθέσεις, όπως συμβαίνει στις περισσότερες στατιστικές μεθόδους. Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση είναι ένα εργαλείο περιγραφής και εξερεύνησης των δεδομένων. Είναι μια μέθοδος που καθοδηγείται από τα δεδομένα (data driven). Το μόνο που απαιτείται από τον χρήστη είναι ο καθορισμός του αριθμού των τάξεων.

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο κατάλληλη για τον προσδιορισμό των πυρήνων ατυχημάτων, καθώς η συμμετοχή των χαρακτηριστικών που απαρτίζουν αυτές τις περιφέρειες στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι εκ των προτέρων γνωστή, για όλη την περιοχή μελέτης, ώστε να χρησιμοποιηθεί μια μέθοδος που αξιοποιεί την υπάρχουσα γνώση.

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι οι οποίες επιτυγχάνουν μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, όπως η παραδοσιακά χρησιμοποιούμενη στατιστική, η λογική της ασάφειας, τα νευρωνικά δίκτυα καθώς και ο συνδυασμός των δυο τελευταίων με την ενδεχόμενη χρήση γενετικών αλγορίθμων.

Το Σχήμα 3 δείχνει μία εφαρμογή του αλγόριθμου των K-κέντρων (K-means), που αποτελεί τον πιο δημοφιλή αλγόριθμο, σε ένα διδιάστατο σύνολο δεδομένων. Τα δεδομένα αποτελούνται από τρεις κανονικές κατανομές με διαφορετικά μέσα διανύσματος και πίνακες συμμεταβλητότητας. Στο πρώτο βήμα του αλγόριθμου καθορίζεται ένα αρχικό μέσο διάνυσμα για την κάθε τάξη. Ο κάθε κάναβος αποδίδεται στον εγγύτερο μέσο και έτσι σχηματίζονται οι πρώτες διαχωριστικές επιφάνειες, υπολογίζονται νέα μέσα διανύσματα από το αποτέλεσμα της προηγούμενης ταξινόμησης και οι κάναβοι αποδίδονται στις νέες τάξεις με τις νέες διαχωριστικές επιφάνειες. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να μην υπάρχει σημαντική διαφορά από επανάληψη σε επανάληψη.



Σχήμα 3 Γραφική απεικόνιση του αλγόριθμου K-κέντρα (Αργιαλάς, 1994)

Στις μεθόδους που αναφέρθηκαν, μετά από κάθε βήμα, οι ομάδες αντικαθίστανται από τα κεντροειδή τους και οι νέες αποστάσεις υπολογίζονται με βάση τα νέα κέντρα.

Η διαδικασία του προσδιορισμού των περιοχών υψηλής συγκέντρωσης ατυχημάτων, με τη χρήση των Γεωπληροφοριακών Συστημάτων και των μεθόδων της χωρικής αυτοσυσχέτισης μέσω του δείκτη Moran's I και της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης, μπορεί να αποδοθεί με μια σειρά από βήματα, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια.

2.3 Μεθοδολογικό Πλαίσιο

Σκοπός της χωρικής αυτοσυσχέτισης είναι να εντοπίσει τις περιοχές εκείνες που έχουν ξεχωριστή θέση για την ευρύτερη περιοχή τους. Αρχικά, μελετάται ο ολικός δείκτης Global Moran's I, ο οποίος δίνει μια γενικότερη εικόνα για την αυτοσυσχέτιση σε όλη την περιοχή μελέτης, και στη συνέχεια ο τοπικός δείκτης Local Moran's I, ο οποίος ξεχωρίζει τις περιοχές που έχουν διαφορετικές τιμές από τις γειτονικές τους και αποτελούν δυναμικές ή αδύναμες περιοχές για κάθε μεταβλητή.

Ο υπολογισμός του δείκτη πραγματοποιείται με την είσοδο του ονόματος της μεταβλητής και το είδος της απόστασης στον αλγόριθμο. Η ανάλυση αυτή για τις επιλεγμένες μεταβλητές,

εντοπίζει κάθε φορά έναν αριθμό αντικειμένων που είναι στατιστικά σημαντικά. Αυτό είναι το πρώτο στάδιο στη διαδικασία προσδιορισμού περιοχών που παρουσιάζουν συσχέτιση ως προς κάποιο δεδομένο. Το δεύτερο στάδιο είναι η ανάλυση ταξινόμησης, η οποία λαμβάνει χώρα στα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμβάντων.

Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά που θα χρησιμοποιηθούν και η διαδικασία προσδιορισμού των περιοχών-τάξεων εξαρτώνται από τους αντικειμενικούς στόχους που καθορίζονται κατά τη διάρκεια του αρχικού αυτού σταδίου. Μετά τον καθορισμό των προτεραιοτήτων, θα πρέπει να αποσαφηνιστούν τα αποτελέσματα. Με τη συγκεκριμενοποίηση των αποτελεσμάτων, χρειάζεται να αποφασισθεί η πληροφορία που θα εκπληρώσει τις ανάγκες της ανάλυσης. Για αυτό αναζητούνται γεωγραφικά δεδομένα αλλά και περιγραφικά χαρακτηριστικά για τους παράγοντες που εκτιμάται ότι επηρεάζουν το αποτέλεσμα. Σε αυτό το στάδιο αποφασίζεται η πηγή των δεδομένων, η διαχωριστική τους ικανότητα και ελέγχεται η ποιότητα τους.

Στις προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκαν οι κυριότερες ποσοτικές μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν στον προσδιορισμό της χωρικής αυτοσυσχέτισης των Δήμων, καθώς και της χωρικής ομαδοποίησής τους. Σύμφωνα με τα προηγούμενα, στην επόμενη ενότητα αναπτύσσεται η εφαρμογή της χρήσης των μεθοδολογικών αυτών πλαισίων και των μεθόδων που αναπτύχθηκαν στον προσδιορισμό περιοχών υψηλής συγκέντρωσης ατυχημάτων στο Λεκανοπέδιο της Αττικής.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται η διαδικασία της χωρικής ανάλυσης των ατυχημάτων στους Δήμους που ανήκουν στην Περιφέρεια Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφεται η συλλογή και η διαχείριση των διαθέσιμων δεδομένων, η ανάλυσή τους με τις κατάλληλες μεθόδους και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της μελέτης. Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των παραπάνω σταδίων είναι τα ArcGIS 10.5.1 και Minitab 19.

3.1. Περιοχή Μελέτης

Τα δεδομένα αφορούν στα οδικά ατυχήματα που συνέβησαν στο νομό Αττικής και η ανάλυσή τους έγινε σε επίπεδο Δήμων, λόγω της ελλιπούς χωρικής πληροφορίας, αφού οι διευθύνσεις δεν ήταν επαρκώς προσδιορισμένες. Στο σύνολο αναλύθηκαν τα οδικά ατυχήματα από 113 Δήμους και Δημοτικές Ενότητες της Περιφέρειας Αττικής. Από την ανάλυση εξαιρέθηκαν οι Δήμοι των περισσότερων νήσων της Αττικής και συγκεκριμένα οι Δήμοι Αγκιστρίου, Κυθήρων, Πόρου, Σαλαμίνας, Σπετσών, Τροιζηνίας και Ύδρας, καθώς δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά στοιχεία.

Η Περιφέρεια Αττικής αποτελεί μία από τις 13 περιφέρειες της Ελλάδας, αποτελούμενη από το Νομό Αττικής με έδρα την Αθήνα. Σύμφωνα με το πρόγραμμα Καλλικράτης, το οποίο τέθηκε σε εφαρμογή από την 1η Ιανουαρίου 2011, η ισχύουσα διοικητική διαίρεση της Αττικής έπαψε να υφίσταται και οργανώθηκε σε νέες διοικητικές μονάδες. Περίπου 3.750.000 άνθρωποι ζουν στην περιοχή, εκ των οποίων περισσότερο από το 95% είναι κάτοικοι της μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας. Η Περιφέρεια Αττικής αποτελεί την πρώτη σε πληθυσμό και πιο πυκνοκατοικημένη περιφέρεια της Ελλάδας, αφού σε αυτήν βρίσκεται το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας, που αποτελεί την πρωτεύουσα της Ελλάδας, συγκεντρώνοντας το 1/3 του πληθυσμού της χώρας, δηλαδή 3.761.810 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

3.2. Συλλογή Δεδομένων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη συγκεκριμένη μελέτη αντλήθηκαν από τη ΕΛΣΤΑΤ, με βάση τα στοιχεία από τα Δελτία Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων (Δ.Ο.Τ.Α.) που συλλέγει η Τροχαία και αφορούν στα οδικά ατυχήματα που έλαβαν χώρα στην Περιφέρεια Αττικής την περίοδο 2011 έως και 2015. Τα στοιχεία που καταγράφονται για κάθε οδικό ατύχημα και χρησιμοποιούνται ως μεταβλητές στη μετέπειτα ανάλυση είναι τα ακόλουθα:

- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο [1]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ανά έτος (2011 έως 2015) [5]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ανά μήνα (Ιανουάριος έως Δεκέμβριος) [12]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ανά σοβαρότητα τραυματισμού (βαρύς τραυματισμός, ελαφρύς τραυματισμός, νεκρός, άλλο) [4]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και τύπο ατυχήματος (εκτροπή από οδόστρωμα, μετωπική σύγκρουση, νωτομετωπική σύγκρουση, παράσυρση πεζού, πλάγια σύγκρουση, πλαγιομετωπική σύγκρουση, πρόσκρουση σε σταθμευμένο όχημα/αντικείμενο) [7]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και είδος διασταύρωσης (σε ισόπεδη διασταύρωση, όχι σε ισόπεδη διασταύρωση) [2]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και συνθήκες φωτισμού (μέρα, νύχτα, σούρουπο) [3]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και καιρικές συνθήκες (βροχή, καλοκαιρία) [2]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και πλήθος αριθμού συμμετεχόντων στο ατύχημα (1, 2, 3, 4, 5 και 6) [6]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και είδος του οχήματος που ενεπλάκη (επιβατικό, δίκυκλο μέχρι 49cc, δίκυκλο από 50cc και άνω, φορτηγό, ποδήλατο, λεωφορείο, άγνωστο, άλλο) [8]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και κατηγορία συμμετέχοντα (οδηγός, πεζός, επιβάτης) [3]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ημέρα της εβδομάδας (Δευτέρα έως Κυριακή) [7]

Στην αρχική βάση δεδομένων κάθε ατύχημα αποτελεί και μία καταγραφή η οποία περιέχει όλες τις παραπάνω πληροφορίες. Σε μία γραμμή του υπολογιστικού φύλλου είναι καταχωρημένο ένα οδικό ατύχημα και στις αντίστοιχες στήλες υπάρχουν οι υπόλοιπες πληροφορίες. Εφόσον η ανάλυση γίνεται σε επίπεδο Δήμου, πρέπει και τα δεδομένα των καταγραφών να αφορούν σε Δήμους με τη μορφή της συχνότητας εμφάνισης. Πρέπει στην τελική μορφή της βάσης δεδομένων μία γραμμή να αναφέρεται σε ένα Δήμο και στις διπλανές στήλες να εμφανίζεται η συχνότητα, η οποία υπολογίζεται σύμφωνα με το πλήθος του συνόλου των ατυχημάτων που συνέβησαν. Στους Πίνακες 1 και 2 φαίνονται αντίστοιχα αποσπάσματα από την αρχική και τελική μορφή των δεδομένων.

Πίνακας 1 Απόσπασμα αρχικής μορφής των δεδομένων

ΔΗΜΟΣ	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΜΕΡΑ	ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΟΠΕΔΗ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	2011	1	1	Ελαφρά τραυματίας	Πλαγιομετωπική σύγκρουση	1	Πεζός	Επιβατικό	Ναι	Μέρα	Καλοκαιρία
ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΑΛΕΩ	2013	4	24	Ελαφρά τραυματίας	Πρόσκρουση σε σταθμευμένο αντικείμενο	1	Οδηγός	Επιβατικό	Ναι	Μέρα	Καλοκαιρία
ΔΗΜΟΣ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	2015	7	12	Βαριά τραυματίας	Νωτομετωπική σύγκρουση	2	Επιβάτης	Δίκυκλο 50cc και άνω	Ναι	Σούρουπο	Βροχή

Πίνακας 2 Απόσπασμα τελικής μορφής των δεδομένων

ΔΗΜΟΣ	2011	ΜΑΪΟΣ	ΤΡΙΤΗ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΑΣ	ΠΑΡΑΣΥΡΣΗ ΠΕΖΟΥ	1 (ΠΛΗΘΟΣ)	ΠΕΖΟΣ	ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ	ΝΑΙ (ΙΣΟΠΕΔΗ)	ΜΕΡΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΑ
ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	92	48	79	511	108	510	105	363	266	320	436
ΔΗΜΟΣ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	74	59	96	646	109	628	107	565	299	394	577
ΔΗΜΟΣ ΓΛΥΦΑΔΑΣ	302	130	188	1296	205	1242	197	12	639	777	1140

Τελικό βήμα στη διαχείριση των δεδομένων είναι η κανονικοποίησή τους. Αυτό γίνεται έτσι, ώστε τα αποτελέσματα της ανάλυσης να ανταποκρίνονται όσο το δυνατόν περισσότερο στην πραγματικότητα. Το μέγεθος που επιλέγεται για την κανονικοποίηση είναι το μήκος οδικού δικτύου ανά 10χλμ. Το μέγεθος των οχηματοχιλιόμετρων θα ήταν ιδανικότερο, όμως δεν είναι διαθέσιμο.

3.3. Ανάλυση και Οπτικοποίηση των Δεδομένων

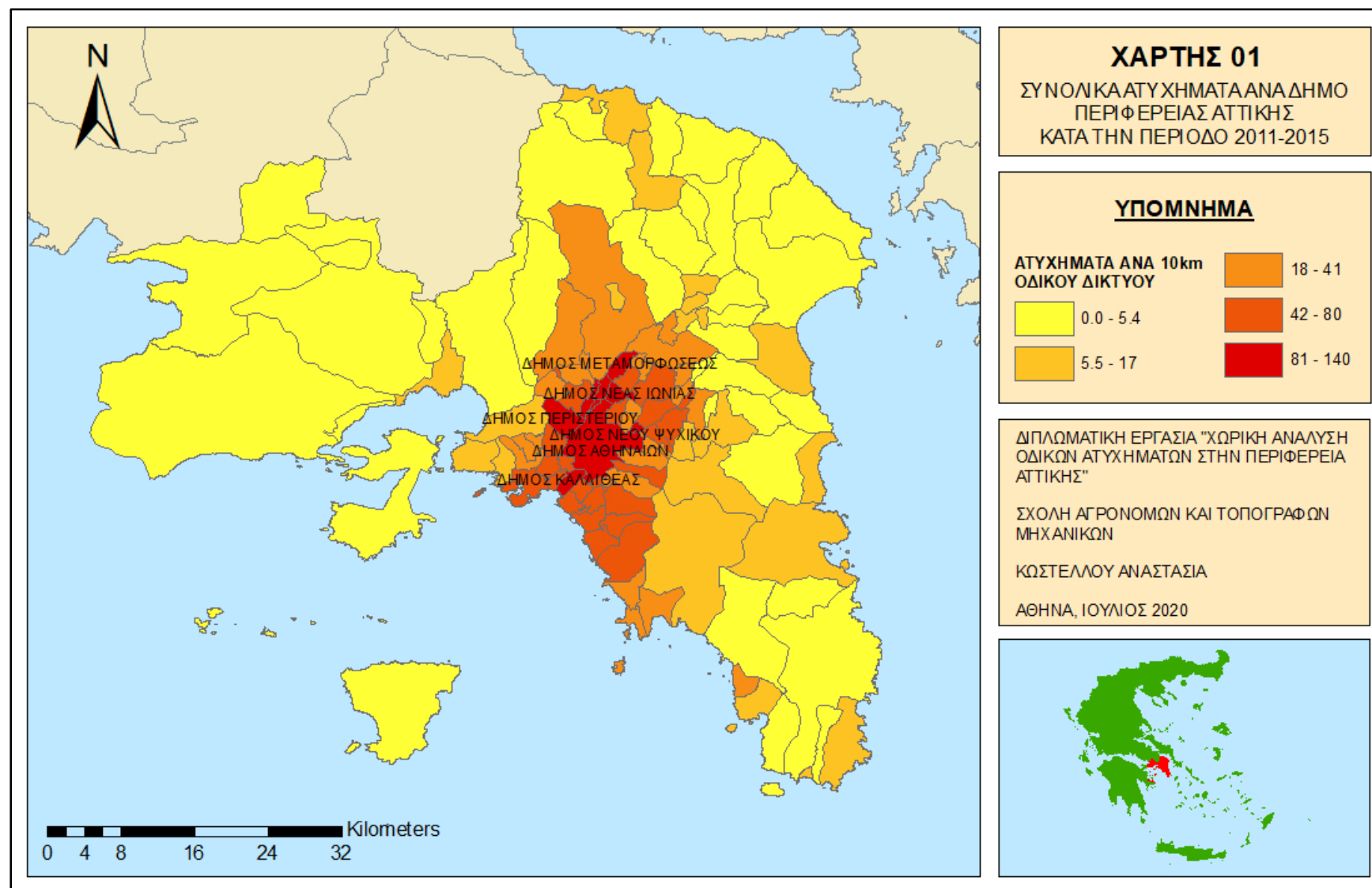
3.3.1. Διερευνητική ανάλυση δεδομένων

Η Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων αναφέρεται σε ένα σύνολο τεχνικών, που αντικείμενο έχουν την οπτική αναπαράσταση των δεδομένων με τη χρήση γραφικών μέσων. Με τη βοήθεια της οπτικοποίησης μπορεί να απεικονιστούν σε γραφήματα ιδιότητες των δεδομένων, σχέσεις συνάφειας, συγκρίσεις τιμών, γεωγραφική διασπορά συμβάντων, ανοδικές και καθοδικές τάσεις, επιμερισμός συνόλων σε υποσύνολα και πολλές άλλες πληροφορίες. Τα γραφικά είναι ένα μέσο για τον εντοπισμό και αναγνώριση δομών και ιδιοτήτων σε ένα σύνολο δεδομένων (Card et al., 1999, Rober, 2000). Η πληροφόρηση αυτή παρέχεται με τρόπο κατανοητό με “μια ματιά”. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος κατανοεί καλύτερα και γρηγορότερα μια πληροφορία, όταν αυτή αποτυπώνεται σε μια εικόνα, παρά όταν περιγράφεται με μορφή αναλυτικού κειμένου. Επίσης, η οπτικοποίηση αποτελεί εξαιρετικό μέσο για την παρουσίαση και τη μετάδοση της πληροφορίας (Κύρκος, 2015).

Από τη συγκεκριμένη μέθοδο προέκυψαν συνολικά 12 χάρτες απεικόνισης των μεταβλητών, από τους οποίους παρουσιάζεται ενδεικτικά αυτός της πιο σημαντικής μεταβλητής. Στο Χάρτη λοιπόν 01 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η μεταβλητή των συνολικών ατυχημάτων που συνέβησαν στους Δήμους και τις Δημοτικές Ενότητες της Περιφέρειας Αττικής το διάστημα 2011-2015. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, όλες οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση έχουν κανονικοποιηθεί σύμφωνα με το μήκος οδικού δικτύου κάθε Δήμου. Με μία πρώτη ματιά, φαίνεται πως το μεγαλύτερο πρόβλημα εντοπίζεται στους εξής Τομείς: Κεντρικό, Νότιο, Βόρειο, Δυτικό και Πειραιώς. Το αποτέλεσμα αυτό κρίνεται λογικό, καθώς εκεί βρίσκονται οι κυριότεροι οδικοί άξονες της Αττικής, όπως:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| ο Λεωφόρος Κηφισίας | ο Λεωφόρος Κηφισού |
| ο Λεωφόρος Συγγρού | ο Περιφερειακή Υμηττού |
| ο Λεωφόρος Βουλιαγμένης | ο Λεωφόρος Λαυρίου και |
| ο Λεωφόρος Ποσειδώνος | ο Λεωφόρος Βάρης - Κορωπίου |

Στο χάρτη έχουν σημειωθεί τα ονόματα των Δήμων που ανήκουν στην έκτη κατηγορία, αυτή με τα περισσότερα ατυχήματα ανά 10χλμ οδικού δικτύου. Από τη διερευνητική ανάλυση των δεδομένων, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα σχετικά με τα οδικά ατυχήματα εντοπίζεται στους Δήμους Αθηναίων, Καλλιθέας, Περιστερίου, Νέας Ιωνίας, Νέου Ψυχικού και Μεταμόρφωσης, οι οποίοι συγκεντρώνουν τα περισσότερα ατυχήματα. Το αποτέλεσμα ότι η ημέρα και ο μήνας που συμβαίνουν τα περισσότερα οδικά ατυχήματα είναι η Παρασκευή και ο Ιούνιος, με ποσοστά 15,43% και 9,31% επί του συνόλου αντίστοιχα, εξηγείται από το γεγονός ότι τότε παρουσιάζεται υψηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος. Επίσης, διαπιστώνεται ότι στο χρονικό διάστημα 2011-2015 τα περισσότερα οδικά ατυχήματα συνέβησαν το 2011 και μέχρι το 2015 παρουσίασαν μειωτική τάση, όπως φαίνεται και από τα στατιστικά στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, γεγονός που αιτιολογείται από την οικονομική κρίση που αντιμετωπίζει η Ελλάδα με συνεπακόλουθο το μειωμένο αριθμό μετακινήσεων, ειδικά με ΙΧ. Παρότι οι συνθήκες φωτισμού την ημέρα είναι φαινομενικά πιο ιδανικές, το 63,68% των ατυχημάτων τείνει να συμβαίνει κατά τη διάρκεια της ημέρας, που ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι υψηλότερος. Επιπροσθέτως, τα περισσότερα οδικά ατυχήματα με ποσοστό 95,53% συμβαίνουν με καλές καιρικές συνθήκες, καθώς οι συνολικές ημέρες με καλοκαιρία ανά έτος αποτελούν την πλειοψηφία. Τέλος, με μέση πληρότητα επιβατών ανά όχημα μικρότερη από 2, η αντίστοιχη μεταβλητή δείχνει ότι με ποσοστό 93,57% των συνολικών οδικών ατυχημάτων, ο συμμετέχων είναι μόνο ένας και άρα είναι ο οδηγός.



Χάρτης 01: Συνολικά ατυχήματα ανά Δήμο Περιφέρειας Αττικής για την περίοδο 2011-2015

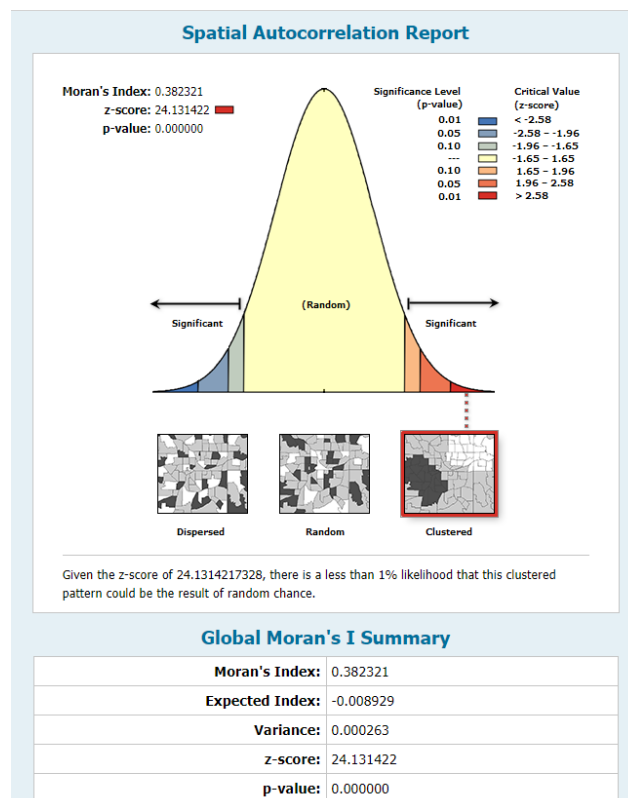
3.3.2. Δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I

➤ Ολικός δείκτης Moran's I

Στους στατιστικούς ελέγχους υποθέσεων διατυπώνεται η μηδενική υπόθεση H_0 (null hypothesis), που αποτελεί την υπόθεση που τίθεται υπό αμφισβήτηση και εξετάζεται αν τα δεδομένα συνηγορούν προς την απόρριψή της έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης H_1 (alternative hypothesis). Στην χωρική αυτοσυσχέτιση ως μηδενική υπόθεση τίθεται η υπόθεση ότι οι παρατηρήσεις κατανέμονται τυχαία στο χώρο και δεν εμφανίζονται αλληλεξαρτήσεις (CSR: Complete Spatial Randomness hypothesis). Είναι λοιπόν, επιθυμητό να απορριφθεί η υπόθεση της χωρικής τυχαιότητας στην κατανομή παρατηρήσεων H_0 .

Για να ελεγχθεί αν είναι δυνατή η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης πραγματοποιείται η κανονικοποίηση της τιμής του δείκτη Global Moran's I με την τιμή z-score. Η τιμή αυτή αντιπροσωπεύει τη διαφορά του υπολογισμένου δείκτη με τον αναμενόμενο δείκτη, σταθμισμένο ως προς το στατιστικό σφάλμα που προκύπτει. Αυτή η τιμή είναι ενδεικτική της τυποποιημένης συνάρτησης συχνοτήτων της κανονικής κατανομής. Σε αυτή τη φάση προκαθορίζεται το επιθυμητό επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας α ή p-value, που ορίζει την περιοχή απόρριψης (Φώτης, 2009).

Ο ολικός δείκτης Moran's I υπολογίσθηκε αρχικά για τη μεταβλητή των συνολικών ατυχημάτων. Το αποτέλεσμα που προέκυψε ήταν z-score = 24,13, επομένως απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή οι παρατηρήσεις της μεταβλητής παρουσιάζουν θετική χωρική αυτοσυσχέτιση και συνεπώς, χωρικά ομαδοποιημένο πρότυπο με βεβαιότητα 99% ή επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%. (Σχήμα 4). Η ίδια διαδικασία υπολογισμού πραγματοποιήθηκε για όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές προκειμένου να γίνει βέβαιο ότι το πρότυπο που παρουσιάζουν οι μεταβλητές στην περιοχή μελέτης είναι χωρικά ομαδοποιημένο. Σε όλες τις μεταβλητές παρατηρήθηκε το ίδιο πρότυπο και εφόσον τα αποτελέσματα είναι όλα όμοια μεταξύ τους.



Σχήμα 4 Αναφορά ολικού δείκτη Moran's I για τη μεταβλητή των συνολικών ατυχημάτων

➤ Τοπικός δείκτης Moran's I

Οι τοπικοί δείκτες διακρίνουν εκείνες τις χωρικές ομάδες που έχουν υψηλές ή χαμηλές τιμές καθώς και εκείνες οι οποίες εμφανίζουν ακραίες τιμές σε σχέση με τις γειτονικές τους, δηλαδή επικεντρώνονται στη μελέτη της χωρικής αυτοσυσχέτισης σε τοπικό επίπεδο και διαχωρίζουν τα δεδομένα σε ομάδες.

Ο τοπικός δείκτης Moran's I υπολογίσθηκε για τις μεταβλητές που θεωρήθηκαν πιο σημαντικές ως προς το βαθμό συμβολής τους στο αποτέλεσμα της ανάλυσης των οδικών ατυχημάτων. Αυτές ήταν:

- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο [1]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ημέρα της εβδομάδος (Δευτέρα έως Κυριακή) [7]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ανά μήνα (Ιανουάριος έως Δεκέμβριος) [12]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ανά έτος (2011 έως 2015) [5]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και συνθήκες φωτισμού (μέρα, νύχτα, σούρουπο) [3]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και καιρικές συνθήκες (βροχή, καλοκαιρία) [2]
- Σύνολο ατυχημάτων ανά Δήμο και ανά σοβαρότητα τραυματισμού (βαρύς τραυματισμός, ελαφρύς τραυματισμός, νεκρός, άλλο) [4]

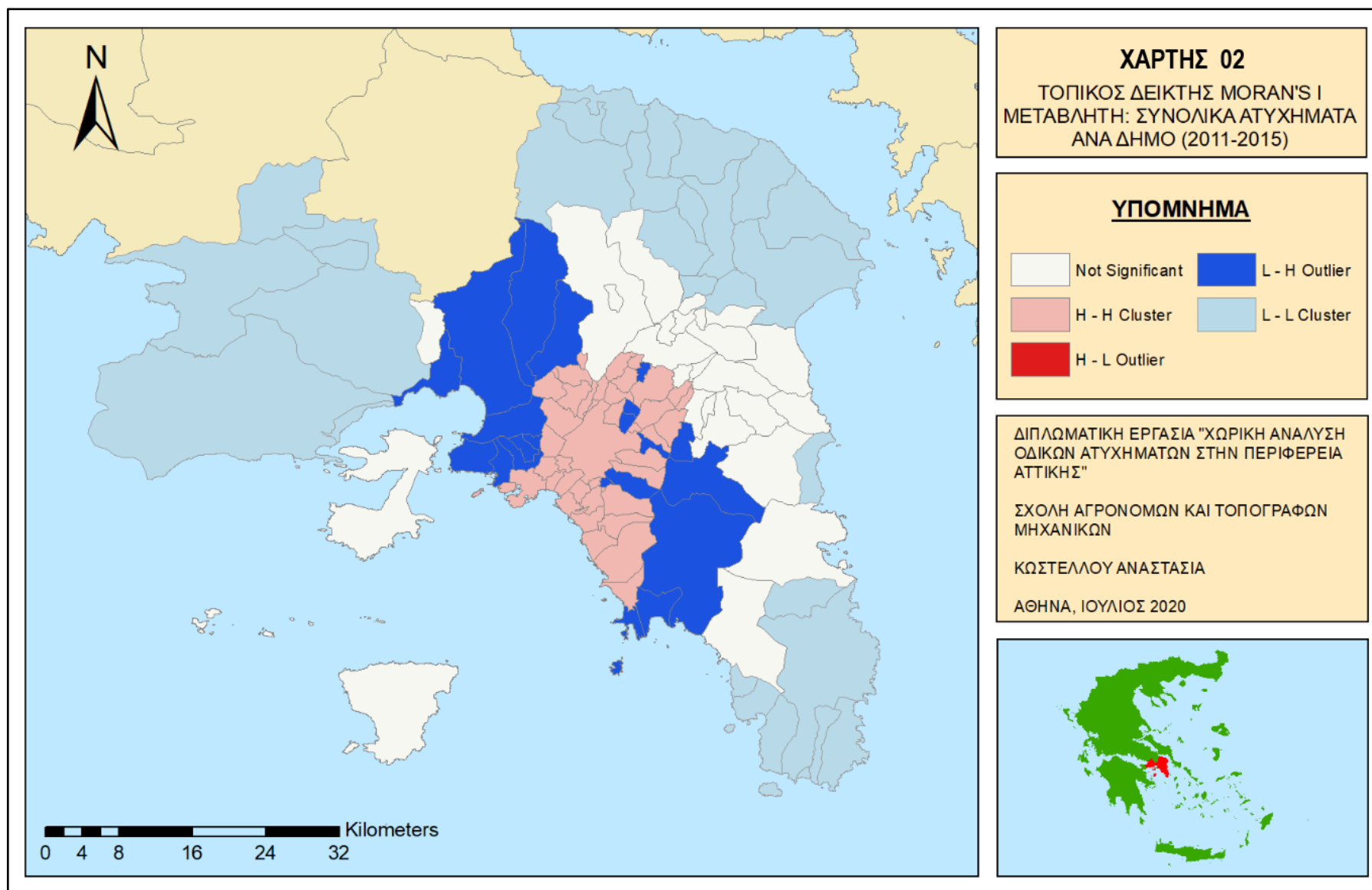
Για κάθε μία από τις παραπάνω μεταβλητές δημιουργήθηκε και ένας χάρτης στον οποίο απεικονίζεται η χωρική συσχέτιση μεταξύ των Δήμων της Περιφέρειας Αττικής.

Ο εν λόγω δείκτης μπορεί να λάβει τιμές μεγαλύτερες του +1 και μικρότερες του -1 χωρίς κανένα περιορισμό. Η θετική τιμή σημαίνει ύπαρξη συγκέντρωσης παρόμοιων τιμών σε γειτονικές περιοχές. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν το αποτέλεσμα είναι αρνητική τιμή, αυτό σημαίνει ότι στις όμορες περιοχές υπάρχει ανομοιογένεια ως προς τις τιμές. Στην περίπτωση που ο δείκτης λάβει τιμή ίση με τη μονάδα τότε παρατηρείται ότι η συγκέντρωση της μεταβλητής i είναι ίση με τη συγκέντρωση της ευρύτερης περιοχής. Το αποτέλεσμα του z-score παράγει τέσσερις ομάδες αποτελεσμάτων:

- Όταν το z-score λαμβάνει υψηλά θετική τιμή, τότε θεωρείται ότι υπάρχει θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, δηλαδή υπάρχει ομοιότητα των τιμών μεταξύ της χωρικής μονάδας και των γειτόνων της. Στην περίπτωση αυτή:
 1. αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής x_i είναι υψηλή, τότε και οι γειτονικές τιμές είναι υψηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως high-high (υψηλή τιμή με υψηλές γειτονικές τιμές) και αποτελεί τμήμα μίας χωρικής ομάδας με υψηλές τιμές (high-high cluster ή H-H cluster).
 2. αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής x_i είναι χαμηλή, τότε και οι γειτονικές τιμές είναι χαμηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως low-low (χαμηλή τιμή με χαμηλές γειτονικές τιμές) και αποτελεί τμήμα μίας χωρικής ομάδας με χαμηλές τιμές (low-low cluster ή L-L cluster).
- Αντίθετα, όταν το z-score λαμβάνει υψηλά αρνητική τιμή, τότε θεωρείται ότι υπάρχει αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση, δηλαδή υπάρχει ανομοιότητα των τιμών μεταξύ της χωρικής μονάδας και των γειτόνων της. Στην περίπτωση αυτή:
 3. αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής x_i είναι υψηλή, τότε οι γειτονικές τιμές είναι χαμηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως high-low outlier (χωρικά ακραία τιμή: υψηλή τιμή με χαμηλές γειτονικές τιμές).
 4. αν η τιμή της μελετώμενης μεταβλητής x_i είναι χαμηλή, τότε οι γειτονικές τιμές είναι υψηλές. Επομένως, η χωρική μονάδα χαρακτηρίζεται ως low-high outlier (χωρικά ακραία τιμή: χαμηλή τιμή με υψηλές γειτονικές τιμές).
- Όλες οι υπόλοιπες τιμές z-score, οδηγούν στη μη απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης και, συνεπώς, αυτές οι τιμές της μελετώμενης μεταβλητής θεωρούνται ότι κατανέμονται τυχαία στο χώρο.

Από τη μέθοδο της χωρικής αυτοσυσχέτισης προέκυψαν συνολικά 33 χάρτες, από τους οποίους απεικονίζεται ενδεικτικά ο Χάρτης 02 με μεταβλητή τα συνολικά ατυχήματα ανά Δήμο Περιφέρειας Αττικής (2011-2015). Παρατηρείται ότι οι Δήμοι που ανήκουν στην πρώτη ομάδα (*High-High Cluster*), δηλαδή αυτοί που η μεταβλητή των συνολικών ατυχημάτων λαμβάνει υψηλή τιμή και ταυτόχρονα οι γειτονικοί Δήμοι παρουσιάζουν επίσης υψηλές τιμές, είναι περίπου οι ίδιοι Δήμοι, οι οποίοι στο Χάρτη 01 εμφανίζουν και τις υψηλότερες τιμές ατυχημάτων. Επίσης, παρατηρείται ότι οι Δήμοι που ανήκουν στην ομάδα *High-High Cluster* βρίσκονται εντός του Λεκανοπεδίου Αττικής, το οποίο ορίζεται από τα όρη Αιγάλεω (Δ), Ποικίλο (Δ-ΒΔ), Πάρνηθα (Β), Πεντέλη (ΒΑ) και Υμηττό (Α). Οι Δήμοι και Δημοτικές Ενότητες που βρίσκονται εντός του Λεκανοπεδίου και ωστόσο, δεν παρουσιάζουν υψηλές τιμές, σύμφωνα με το δείκτη Moran's I, είναι οι Δήμοι Βύρωνος και Πεύκης, καθώς και οι Δημοτικές Ενότητες Υμηττού, Παπάγου, Ψυχικού και Φιλοθέης. Όπως φαίνεται και στον εν λόγω Χάρτη, δεν παρατηρούνται Δήμοι, οι οποίοι ανήκουν στην ομάδα *Low-High Outlier*, δηλαδή οι Δήμοι εντός του Λεκανοπεδίου είναι και οι μοναδικοί που παρουσιάζουν υψηλή τιμή με μεταβλητή τα συνολικά ατυχήματα.

Η ανάλυση της χωρικής αυτοσυσχέτισης, σε αντίθεση με τη διερευνητική ανάλυση, αποτελεί μία σύνθετη μέθοδο, η οποία σχετίζεται με την ύπαρξη ομοιότητας ή αλληλεξάρτησης ενός αντικείμενου με τα γειτονικά του αντικείμενα στο χώρο. Η χωρική αυτοσυσχέτιση πραγματοποιήθηκε μέσω του δείκτη Moran's I (ολικό και τοπικό). Με τη μέθοδο της χωρικής αυτοσυσχέτισης, η οποία πραγματοποιήθηκε με τον Ολικό δείκτη Moran's I, προσδιορίστηκε το πρότυπο που παρουσιάζουν οι μεταβλητές στην περιοχή μελέτης ως χωρικά ομαδοποιημένο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Τοπικού δείκτη Moran's I οι Δήμοι που παρουσιάζουν υψηλές τιμές και οι συνορεύοντες Δήμοι αυτών παρουσιάζουν επίσης υψηλές τιμές (ανήκουν στην ομάδα *High-High Cluster*) είναι εκείνοι, οι οποίοι βρίσκονται εντός του Λεκανοπεδίου Αττικής. Αυτό το συμπέρασμα παρατηρήθηκε στις περισσότερες μεταβλητές για τις οποίες εφαρμόστηκε ο Τοπικός Δείκτης.



Χάρτης 02: Τοπικός δείκτης Moran's I με μεταβλητή τα συνολικά ατυχήματα ανά Δήμο για την περίοδο 2011-2015

3.3.3. Εφαρμογή ανάλυσης ταξινόμησης

Η ανάλυση της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης, που έχει ως σκοπό την οριοθέτηση των ομοιογενών περιοχών -στην περίπτωση αυτή, Δήμων- πραγματοποιήθηκε με βάση τον αλγόριθμο K-κέντρων (K-means) με χρήση του λογισμικού Minitab. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν και στη μέθοδο της χωρικής αυτοσυσχέτισης.

Κανονικοποίηση δεδομένων

Όπως έχει αναφερθεί στην αρχή της παρούσας ενότητας, τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν ύστερα από μία κανονικοποίηση, η οποία έγινε με βάση το μήκος οδικού δικτύου κάθε Δήμου σε 10χλμ. Ωστόσο, η ομαδοποίηση με τον αλγόριθμο K-κέντρων είναι «ισοτροπική» προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου και ως εκ τούτου, τείνει να παράγει περισσότερο ή λιγότερο στρογγυλές (παρά επιμήκεις) ομάδες. Το να εφαρμόζεται ο αλγόριθμος σε μεταβλητές με μεγάλο εύρος τιμών, ισοδυναμεί με την τοποθέτηση περισσότερου βάρους σε μεταβλητές με μικρότερη διακύμανση, έτσι οι ομάδες θα τείνουν να διαχωρίζονται κατά μήκος των μεταβλητών με μεγαλύτερη διακύμανση. Επομένως, για τη μέθοδο της ταξινόμησης απαιτείται μία επιπλέον κανονικοποίηση, ώστε οι τελικές τιμές όλων των μεταβλητών (συχνότητα εμφάνισης οδικών ατυχημάτων) να είναι ισοδύναμες.

Η διαδικασία της περιφριοποίησης με τον αλγόριθμο K-Means δεν λαμβάνει υπόψη της, τουλάχιστον άμεσα, τον γεωγραφικό χώρο, συνεπώς αυτό που καθόρισε το αποτέλεσμα της ταξινόμησης ήταν η συχνότητα εμφάνισης οδικών ατυχημάτων σε κάθε μία από τις παραπάνω μεταβλητές.

Καθορισμός αριθμού τάξεων

Επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός του αριθμού των τάξεων στις οποίες θα κατηγοριοποιηθούν τελικά τα δεδομένα. Αυτό το βήμα αποτελεί μια εξαιρετικά σημαντική απόφαση, η οποία επηρεάζει την ακρίβεια της ταξινόμησης. Γενικά, όσο αυξάνεται ο αριθμός των τάξεων, τόσο μειώνεται το σφάλμα της ταξινόμησης. Πολύ βασική παράμετρο για τη συγκεκριμένη μέθοδο αποτελεί το επιθυμητό εύρος των τάξεων. Για το συγκεκριμένο πλήθος δεδομένων, τους 113 Δήμους, το επιθυμητό εύρος τάξεων επιλέχθηκε να είναι από 4 έως 7 τάξεις. Για να βρεθεί ο καταλληλότερος αριθμός τάξεων, αρχικά εκτελέστηκε ο αλγόριθμος K-Means για κάθε αριθμό τάξεων από 4 έως και 7. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω στους Πίνακες 3, 4, 5 και 6:

Πίνακας 3 Αποτελέσματα αλγορίθμου K-κέντρων με 4 τάξεις

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	4	24505,261	76,894	94,476
Cluster2	35	96751,361	50,183	91,601
Cluster3	19	102654,919	69,919	110,356
Cluster4	55	24865,817	18,478	60,470

Πίνακας 4 Αποτελέσματα αλγορίθμου K-κέντρων με 5 τάξεις

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	4	24505,261	76,894	94,476
Cluster2	27	45243,098	38,905	63,221
Cluster3	20	49188,884	48,299	63,739
Cluster4	53	18462,500	16,641	52,812
Cluster5	9	37831,306	64,134	84,607

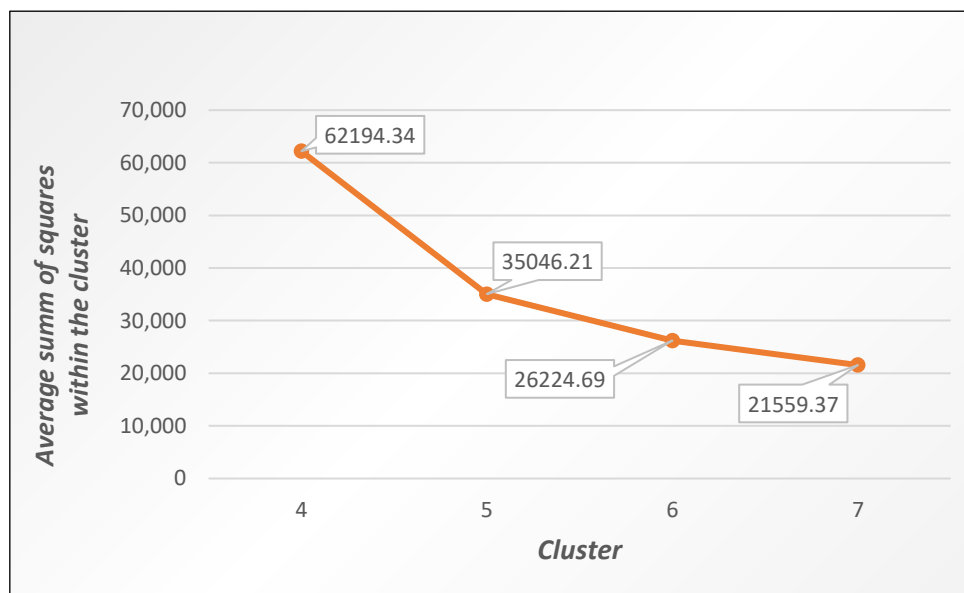
Πίνακας 5 Αποτελέσματα αλγορίθμου K-κέντρων με 6 τάξεις

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	4	24505,261	76,894	94,476
Cluster2	12	20287,436	39,807	56,945
Cluster3	11	24637,610	46,011	69,885
Cluster4	25	37101,754	36,772	61,888
Cluster5	8	32353,561	63,058	82,634
Cluster6	53	18462,500	16,641	52,812

Πίνακας 6 Αποτελέσματα αλγορίθμου K-κέντρων με 7 τάξεις

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	4	24505,261	76,894	94,476
Cluster2	12	20287,436	39,807	56,945
Cluster3	11	24637,610	46,011	69,885
Cluster4	7	5837,918	27,202	49,994
Cluster5	8	32353,561	63,058	82,634
Cluster6	18	24831,294	35,304	57,793
Cluster7	53	18462,500	16,641	52,812

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων γίνεται με βάση το μέσο όρο της στήλης “Within cluster sum of squares”, δηλαδή με βάση το μέσο όρο του αθροίσματος των τετραγώνων της κάθε τάξης. Έτσι, δημιουργείται το διάγραμμα του Σχήματος 5:



Σχήμα 5 Διάγραμμα μέσων όρων αθροίσματος τετραγώνων κάθε τάξης

Η γενική εικόνα κάθε αντίστοιχου διαγράμματος φανερώνει ότι το μέσο σφάλμα μειώνεται όσο ο αριθμός των τάξεων μεγαλώνει, δηλαδή είναι αντιστρόφως ανάλογα. Αυτό που αναζητείται κάθε φορά, είναι το τοπικό βέλτιστο στο επιθυμητό εύρος των τάξεων. Κριτήριο επιλογής του τοπικού βέλτιστου αριθμού των τάξεων αποτελεί η κλίση της καμπύλης. Σύμφωνα με το διάγραμμα, η αλλαγή της κλίσης της καμπύλης είναι μικρότερη στο σημείο καμπής των 6 τάξεων και επομένως, επιλέγεται αυτός ο αριθμός τάξεων ως ο καταλληλότερος.

Εφαρμογή αλγορίθμου

Το επόμενο βήμα είναι η λειτουργία του αλγόριθμου K-means στα διαθέσιμα δεδομένα, με αριθμό τάξεων 6. Το εξαγόμενο αποτέλεσμα του αλγορίθμου παρουσιάζεται στον Πίνακα 7, όπου φαίνεται απόσπασμα από τις τιμές των μεταβλητών και η ταξινόμηση των Δήμων στις 6 τάξεις. Σημειώνεται ότι η αρίθμηση των τάξεων στον Πίνακα 7 δεν είναι η τελική. Η ονομασία των τελικών τάξεων έγινε με βάση τις τιμές του Πίνακα 8. όπου, σύμφωνα με τους μέσους όρους των τιμών κάθε στήλης προκύπτει ότι η στήλη Cluster1 είναι εκείνη με τις υψηλότερες τιμές και ακολουθούν αντίστοιχα οι στήλες Cluster5, Cluster3, Cluster2, Cluster4 και Cluster6. Με αυτή τη σειρά λοιπόν, ονομάστηκαν οι τάξεις που φαίνονται στο υπόμνημα του Χάρτη 46, ως επιβαρύνσεις των Δήμων από οδικά ατυχήματα, με υψηλότερη επιβάρυνση να παρουσιάζουν οι Δήμοι της τάξης “ΜΕΓΙΣΤΗ” και τη χαμηλότερη οι Δήμοι της τάξης “ΕΛΑΧΙΣΤΗ”.

Πίνακας 7 Απόσπασμα αποτελέσματος ταξινόμησης

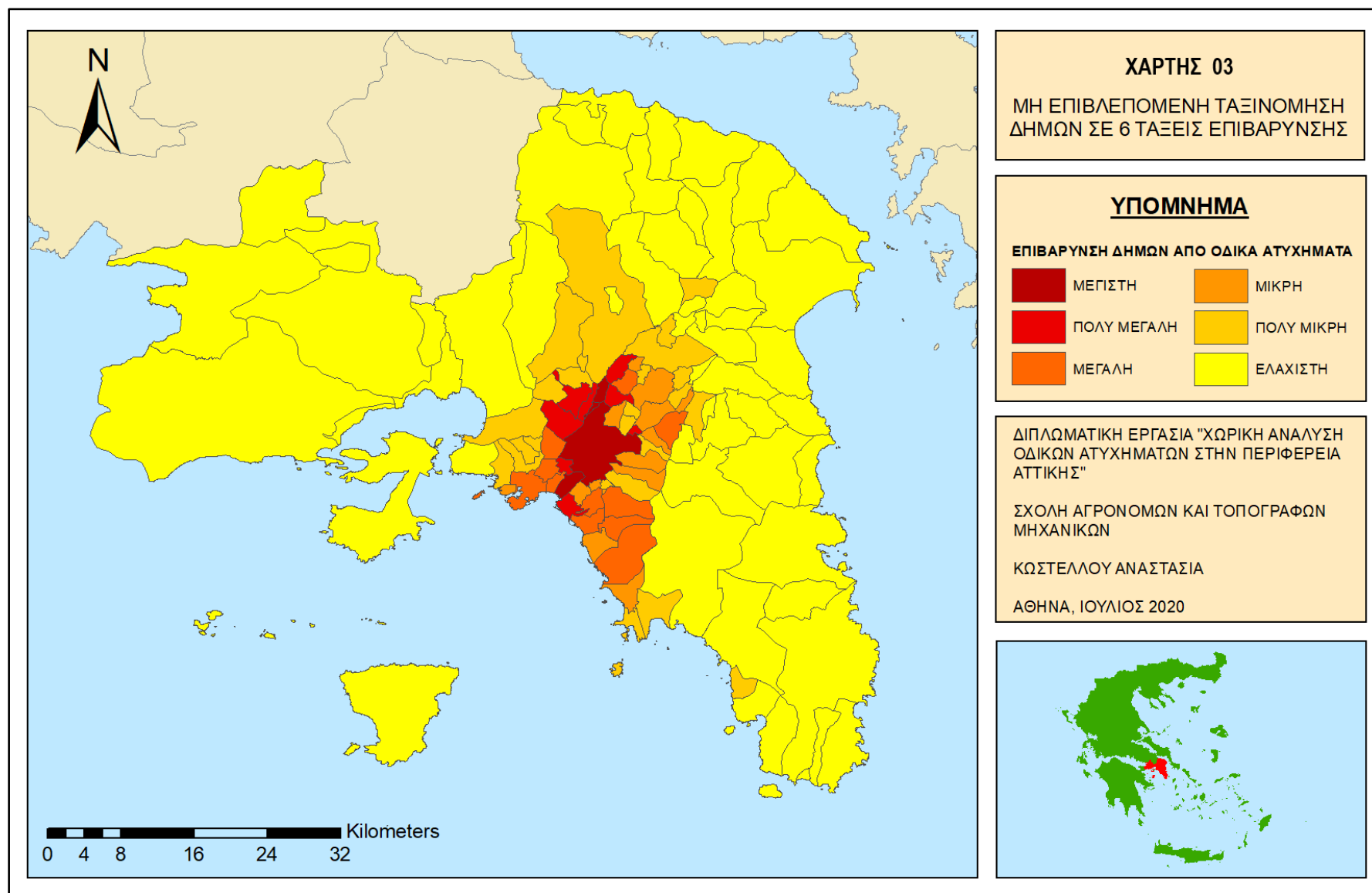
ΔΗΜΟΣ	synolo	Monday	january	year_2013	nyxta	kalokairia	nerkros	cl6
ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	30.13	31.39	23.80	21.99	29.51	30.92	23.51	2
ΒΡΙΛΗΣΣΙΩΝ	21.94	25.71	21.01	9.82	18.81	20.95	5.41	4
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	45.69	45.50	30.61	35.66	48.05	48.69	10.02	3
ΚΗΦΙΣΙΑΣ	14.91	19.37	9.00	9.59	14.25	15.48	13.65	4
ΕΚΑΛΗΣ	8.22	8.55	3.29	5.39	8.26	8.13	19.78	6

Πίνακας 8 Αρχικά αποτελέσματα αλγορίθμου K-κέντρων

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Cluster5	Cluster6
synolo	88,6540	31,8735	41,4422	17,2982	60,3553	2,8790
monday	83,0759	32,7627	40,6383	17,1247	56,3324	3,2544
thursday	88,8286	29,7686	40,4628	15,2375	56,2325	2,4250
friday	75,2980	32,2130	40,2143	13,9449	63,6752	2,7356
january	76,0819	21,7019	26,4307	12,3243	45,4616	1,5820
february	80,3141	29,5492	31,6026	16,8289	58,4650	1,9965
june	80,3805	33,2127	44,1181	20,2063	56,2347	3,0584
july	77,9565	26,4581	39,0285	15,1343	46,9492	3,7653
august	90,3790	29,9177	44,7317	17,4585	65,0504	4,8215
september	84,0566	35,1405	47,9122	18,7664	64,5038	3,3586
year_2011	93,1099	31,7625	36,4363	15,3698	60,1936	2,5956
year_2012	82,2035	29,3590	38,3356	15,2249	56,7181	2,6631
year_2013	71,7187	20,7127	28,1959	11,1474	47,0014	1,9727
mera	87,2955	32,7777	40,4609	17,1152	61,5554	2,8676
nyxta	92,9424	30,2357	42,6206	17,5608	57,5118	2,5472
broxh	68,5393	19,1114	16,7114	12,2738	52,5475	2,6826
kalokairia	88,4216	32,2047	42,4488	17,2618	60,1066	2,6952
elafria	87,7440	31,5531	40,7494	16,8858	60,3377	2,6164
nerkros	69,2162	27,0385	35,7161	17,0851	40,0554	6,4921

Το τελικό εξαγόμενο αποτέλεσμα, το οποίο περιλαμβάνει την τάξη στην οποία ανήκει ο κάθε Δήμος, μετατράπηκε σε κατάλληλη μορφή ώστε να εισαχθεί στο λογισμικό ArcGIS και να οπτικοποιηθεί. Η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων φαίνεται στο Χάρτη 03.

Σύμφωνα λοιπόν, με το Χάρτη 03 οι Δήμοι, οι οποίοι φαίνεται να αντιμετωπίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα, αναφορικά με τα οδικά ατυχήματα, είναι αυτοί των *Αθηναίων, της Καλλιθέας και της Νέας Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας*. Στον Πίνακα 9 που ακολουθεί, φαίνεται αναλυτικά σε ποιες τάξεις ταξινομήθηκαν όλοι οι Δήμοι και οι Δημοτικές Ενότητες, καθώς και τι ποσοστό επί του συνόλου περιλαμβάνει η κάθε τάξη.



Χάρτης 03: Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση των Δήμων σε 6 τάξεις επιβάρυνσης

Πίνακας 9 Αποτελέσματα ταξινόμησης 6 τάξεων

ΤΑΞΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΗΜΩΝ/Δ. ΕΝΟΤΗΤΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΔΗΜΟΙ/Δ. ΕΝΟΤΗΤΕΣ
ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ	4	3,5%	ΑΘΗΝΑΙΩΝ, ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ, ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ, ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ
ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ	8	7,1%	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ, ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ, ΝΕΟΥ ΨΥΧΙΚΟΥ, ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ, ΤΑΥΡΟΥ, ΠΑΛΑΙΟΥ ΦΑΛΗΡΟΥ, ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ, ΙΛΙΟΥ (ΝΕΩΝ ΛΙΟΣΙΩΝ)
ΜΕΓΑΛΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ	11	9,7%	ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ, ΗΛΙΟΥΠΟΛΗΣ, ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, ΓΛΥΦΑΔΑΣ, ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗΣ, ΜΟΣΧΑΤΟΥ, ΠΕΙΡΑΙΩΣ, ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ ΡΕΝΤΗ, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΛΙΜΟΥ
ΜΙΚΡΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ	12	10,6%	ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ, ΛΥΚΟΒΡΥΣΕΩΣ, ΧΟΛΑΡΓΟΥ, ΓΑΛΑΤΣΙΟΥ, ΔΑΦΝΗΣ, ΖΩΓΡΑΦΟΥ, ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ, ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ, ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ, ΝΕΑΣ ΣΜΥΡΝΗΣ, ΒΟΥΛΑΣ, ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ
ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ	25	22,1%	ΝΕΑΣ ΕΡΥΘΡΑΙΑΣ, ΠΕΥΚΗΣ, ΠΑΠΑΓΟΥ, ΜΕΛΙΣΣΙΩΝ, ΒΥΡΩΝΟΣ, ΥΜΗΤΤΟΥ, ΨΥΧΙΚΟΥ, ΦΙΛΟΘΕΗΣ, ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ, ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ, ΧΑΙΔΑΡΙΟΥ, ΓΕΡΑΚΑ, ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΩΝ, ΖΕΦΥΡΙΟΥ, ΚΑΜΑΤΕΡΟΥ, ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ, ΑΓΙΟΥ ΣΤΕΦΑΝΟΥ, ΑΧΑΡΝΩΝ, ΒΑΡΗΣ, ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ, ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΥ, ΝΙΚΑΙΑΣ, ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΣΑΡΩΝΙΔΟΣ
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ	53	47,0%	ΒΡΙΛΗΣΣΙΩΝ, ΚΗΦΙΣΙΑΣ, ΕΚΑΛΗΣ, ΝΕΑΣ ΠΕΝΤΕΛΗΣ, ΠΕΝΤΕΛΗΣ, ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΥ, ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ, ΚΑΛΑΜΟΥ, ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ, ΠΑΙΔΝΙΑΣ, ΓΛΥΚΩΝ ΝΕΡΩΝ, ΑΝΘΟΥΣΑΣ, ΠΑΛΛΗΝΗΣ, ΩΡΩΠΟΥ, ΑΥΛΩΝΟΣ, ΑΦΙΔΝΩΝ, ΒΙΛΙΩΝ, ΕΡΥΘΡΩΝ, ΟΙΝΟΗΣ, ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙΟΥ, ΜΕΓΑΡΕΩΝ, ΝΕΑΣ ΠΕΡΑΜΟΥ, ΦΥΛΗΣ, ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ, ΣΑΛΑΜΙΝΟΣ, ΑΙΓΙΝΑΣ, ΡΟΔΟΠΟΛΕΩΣ, ΣΤΑΜΑΤΑΣ, ΚΑΛΥΒΙΩΝ ΘΟΡΙΚΟΥ, ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ, ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ, ΕΛΕΥΣΙΝΟΣ, ΜΑΓΟΥΛΑΣ, ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ, ΑΝΟΙΞΕΩΣ, ΚΡΩΠΙΑΣ, ΡΑΦΗΝΑΣ, ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ, ΣΠΑΤΩΝ-ΛΟΥΤΣΑΣ, ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ, ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ, ΔΙΟΝΥΣΟΥ, ΔΡΟΣΙΑΣ, ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ, ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙΟΥ, ΜΑΛΑΚΑΣΗΣ, ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΩΡΩΠΟΥ, ΜΑΝΔΡΑΣ, ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ, ΑΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, ΚΕΡΑΤΕΑΣ, ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ, ΒΑΡΝΑΒΑ, ΚΟΥΒΑΡΑ, ΠΑΛΑΙΑΣ ΦΩΚΙΑΙΑΣ

Ένα γενικό σχόλιο για το αποτέλεσμα της ταξινόμησης είναι ότι οι Δήμοι που φαίνεται να έχουν το μεγαλύτερο πρόβλημα αναφορικά με τα οδικά ατυχήματα, είναι εκείνοι που ανήκουν στο πολεοδομικό συγκρότημα Αθηνών – Πειραιώς, το οποίο είναι η μεγαλύτερη και πιο πυκνοκατοικημένη αστική περιοχή στην Αττική και περιλαμβάνει την Αθήνα, τον Πειραιά και τα προάστιά τους. Επιπροσθέτως, εντός του Λεκανοπεδίου βρίσκονται και όλοι οι Δήμοι της δεύτερης και τρίτης σε σειρά τάξης επιβάρυνσης (πολύ μεγάλη και μεγάλη επιβάρυνση αντίστοιχα). Παρόλο που το 47% των υπό διερεύνηση Δήμων ανήκει στην τάξη, στην οποία η επιβάρυνση από οδικά ατυχήματα είναι ελάχιστη, κανένας από αυτούς δεν βρίσκεται εντός της μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας. Τέλος, παρατηρείται πως το αποτέλεσμα της μεθόδου της ταξινόμησης ταυτίζεται με τα αποτελέσματα της χωρικής αυτοσυσχέτισης και αντίστροφα.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων χωρικής ανάλυσης με στόχο τον προσδιορισμό των περιοχών της Περιφέρειας Αττικής που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα αναφορικά με τα οδικά ατυχήματα.

Χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία των Γεωπληροφοριακών Συστημάτων, η οποία θεωρείται από τους περισσότερους ερευνητές το αυτονόητο περιβάλλον διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων. Οι διευθύνσεις των ατυχημάτων που συλλέγονται, δεν είναι επαρκώς προσδιορισμένες χωρικά ώστε να υπάρχει σημειακή τοπολογία, με αποτέλεσμα το επίπεδο της χωρικής ανάλυσης να είναι πολυγωνικής μορφής, αυτό των Δήμων της Περιφέρειας Αττικής. Το επίπεδο ανάλυσης, σε συνδυασμό με τα συμπεράσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, οδήγησαν στην επιλογή των καταλληλότερων μεθόδων χωρικής ανάλυσης, οι οποίες είναι η μέθοδος της διερευνητικής ανάλυσης των δεδομένων, η μέθοδος της χωρικής αυτοσυσχέτισης και η μέθοδος της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης της χωρικής αυτοσυσχέτισης στο σύνολό τους, παρατηρείται εντυπωσιακή ταύτιση στην κατανομή των υψηλών τιμών, αφού από τις 33 μεταβλητές μόνο 2 παρουσιάζουν μεγαλύτερη διασπορά.

Μέχρι το στάδιο αυτό, η χρήση των Γεωπληροφοριακών Συστημάτων, σε όλα τα στάδια, από την εισαγωγή, τη διαχείριση, την απεικόνιση αλλά και την ανάλυση του χώρου ήταν επαρκής. Ήταν απαραίτητος ο εμπλουτισμός των αναλυτικών ικανοτήτων τους με άλλες μεθόδους, όπως η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, με τη χρήση εξωτερικού λογισμικού.

Η μεθοδολογική προσέγγιση που αναπτύχθηκε για την αντιμετώπιση του προβλήματος του προσδιορισμού των περιοχών υψηλής συγκέντρωσης ατυχημάτων, σε συνδυασμό με τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της, δηλαδή την διερευνητική ανάλυση, την ανάλυση αυτοσυσχέτισης και την μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, αποτελούν ένα υποσύνολο ενός Συστήματος Υποστήριξης Χωρικών Αποφάσεων (ΣΥΧΑ), που μπορεί να αξιοποιηθεί στην επίλυση οποιουδήποτε ανάλογου προβλήματος και συνιστά την συνεισφορά της παρούσας εργασίας. Το μεθοδολογικό αυτό πλαίσιο αξιοποιήθηκε στον προσδιορισμό των πιο επιβαρυνμένων Δήμων της Περιφέρειας Αττικής ως προς τα οδικά ατυχήματα. Η μεθοδολογική προσέγγιση κρίνεται αποδοτική στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα και των τριών μεθόδων που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, παρατηρείται ότι ανεξάρτητα από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται κάθε φορά, το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι το ίδιο, ότι δηλαδή, τα περισσότερα οδικά ατυχήματα που συμβαίνουν στην Περιφέρεια Αττικής εντοπίζονται στους Δήμους της μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας.

Όπως αναφέρθηκε, η παρούσα εργασία εστιάζει στη διερεύνηση του φαινομένου των οδικών ατυχημάτων και πώς αυτά κατανέμονται στο χώρο. Λόγω της έλλειψης λεπτομερούς χωρικής πληροφορίας, η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο Δήμου. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η αντίστοιχη έρευνα με χρήση σημειακών δεδομένων. Σε αυτή την περίπτωση η ανάλυση θα ήταν πιο λεπτομερής, αφού θα μπορούσε να γίνει εντοπισμός των προβληματικών σημείων των οδικών αξόνων της Περιφέρειας (διασταυρώσεις, νησίδες κτλ.) και να συντελέσει στη βελτίωσή τους. Επιπλέον, στην ανάλυση της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης θα μπορούσαν αντί του αλγορίθμου K-κέντρων, να χρησιμοποιηθούν αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης. Επίσης, προτείνεται η χρήση μεθόδων μαθηματικής προσημείωσης, όπως της παλινδρόμησης ή νευρωνικών δικτύων, ώστε να μοντελοποιηθούν τα αίτια που συμβάλλουν στο φαινόμενο των οδικών ατυχημάτων στη χώρα μας.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27, 93–115.
2. Boots, N., & Getis, A. (1988). *Point Pattern Analysis*
3. BUDIARTO, U. and SAIDO, A.P., 2012. Traffic accident blackspot identification and ambulance fastest route mobilization process for the city of Surakarta. *Jurnal Transportasi*, 12(3).
4. Card, S., Mackinlay, J., & Shneiderman, B. (1999). *Readings in Information Visualization*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
5. Cliff, A.D., & Ord, J.K. (1973). *Spatial autocorrelation*. London: Pion.
6. Cliff, A.D., & Ord, J.K. (1981). *Spatial processes: models and applications*. London: Pion.
7. EFFATI, M., RAJABI, M., SAMADZADEGAN, F. and SHABANI, S., 2014. A geospatial neuro-fuzzy approach for identification of hazardous zones in regional transportation corridors. *International Journal of Civil Engineering*, 12(3), pp. 289-303.
8. ERDOGAN, S., 2009. Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*, 40(5), pp. 341-351.
9. ERDOGAN, S., YILMAZ, I., BAYBURA, T. and GULLU, M., 2008. Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), pp. 174-181.
10. GETIS, A. and ORD, J.K., 1992. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), pp. 189-206.
11. Griffith, D.A. (2003). *Spatial autocorrelation and spatial filtering: gaining understanding through theory and scientific visualization*. Berlin: Springer-Verlag.
12. GUNDOGU, I.B., 2011. A new approach for GIS-supported mapping of traffic accidents, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport* 2011, Thomas Telford Ltd., pp. 87-96.
13. Johnston R., 1977, *Classification in Geography*, Geoabstracts Ltd, Norwich, UK
14. Kalogirou, S. (2003). Artificial intelligence for the modeling and control of combustion processes: a review. *Progress in Energy and Combustion Science*, 29, 515-566.
15. Kitchin, R., Tate, N., 2000 *Conducting Research in Human Geography: Theory, Methodology and Practice* (Prentice Hall, Harlow, Essex) [[Google Scholar](#)]
16. MORAN, P.A., 1948. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2), pp. 243- 251.
17. Moran's I [[wikipedia](#)]
18. Rober, N. (2000). *Multidimensional Analysis and Visualization Software for Dynamic SPECT* (M.Sc.). Otto-von-Guericke-Universitaet, Magdeburg.
19. Rogerson, P.A. (2010). *Statistical Methods for Geography* (3rd Edition). London: Sage
20. STEENBERGHEN, T., DUFAYS, T., THOMAS, I. and FLAHAUT, B., 2004. Intra-urban location and clustering of road accidents using GIS: a Belgian example. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(2), pp. 169-181.
21. TORTUM, A. and ATALAY, A., 2015. Spatial analysis of road mortality rates in Turkey, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers Transport* 168(6), Thomas Telford Ltd, pp. 532-542.
22. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2018. Global status report on road safety 2018 https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/
23. Αργιολάς Δ., 1994, Έμπειρα Συστήματα και Τηλεπισκόπηση, Διήμερο Ψηφιακή Χαρτογραφία, Φωτογραμμετρία, Τηλεπισκόπηση, Τεχνολογίες Αιχμής, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 10-11 Φεβρουαρίου 1994
24. Αντωνίου Δ., 2017, «Τροχαία ατυχήματα και υποδομές, μια εμπειρική διερεύνηση για την περίπτωση της Θεσσαλονίκης», Δια-τμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών στην οικονομική επιστήμη, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη
25. Κύρκος, Ε. 2015. Οπτική και Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Επιχειρηματική ευφυΐα και εξόρυξη δεδομένων. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Κεφάλαιο 5. Διαθέσιμο στο: [Αποθετήριο Κάλλιπος: Οπτική και Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων](#)
26. Λογισμικό Minitab 19: <https://www.minitab.com/en-us/>
27. Λογισμικό ArcGIS 10.5.1: <https://desktop.arcgis.com/en/quick-start-guides/10.5/arcgis-desktop-quick-start-guide.htm>
28. Φώτης, Γ. Ν. 2009. Ποσοτική χωρική ανάλυση. Αθήνα : Εκδόσεις Γκοβότση, 2009.

Ο Αστικός Χώρος και το Σχέδιο Πόλεως

Δρ. Κουρτίνος Χρυσόστομος*

Γεωγράφος, MSc Δημογράφος, Διδάκτωρ Πολεοδομικού και Χωροταξικού Σχεδιασμού

Τηλ: 6981026978, e-mail :c.kourtinos@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία ασχολείται με τον ρόλο που διαδραμάτισε το εγκεκριμένο Σχέδιο Πόλεως στα μεσαίου μεγέθους ελληνικά αστικά κέντρα. Πόλεις μελέτης αποτελούν τα αστικά συγκροτήματα που περιλαμβάνονται στην πρωτοβουλία του Copernicus Urban Atlas, και συγκεκριμένα: της Καβάλας, των Ιωαννίνων, της Λάρισας, του Βόλου, της Πάτρας, της Καλαμάτας και του Ηρακλείου. Η εργασία επικεντρώνεται σε τέσσερις χρονικές τομές 1945, 1975, 2006 και 2018 με σκοπό τη διαχρονική εξέταση του ρόλου του Σχεδίου Πόλεως ενώ παράλληλα επιχειρείται η διερεύνηση και ερμηνεία του ρόλου του ελληνικού θεσμικού πλαισίου του χωρικού σχεδιασμού στη διαμόρφωση της χωρικής εξέλιξης των σύγχρονων αστικών Ελληνικών κέντρων και του ευρύτερου δομημένου χώρου.

Η μεθοδολογική προσέγγιση βασίζεται σε σύγχρονες μεθόδους Χωρικής Ανάλυσης και Γεωστατιστικής, βασισμένες στην τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), της Τηλεπισκόπησης, και αντίστοιχων περιβαλλόντων ανάπτυξης, διαχείρισης και ανάλυσης γεωσυνόλων και χωρικών βάσεων δεδομένων. Μέσα από τη δημιουργία νέων και την χρήση/προσαρμογή ήδη υπαρχόντων γεωσυνόλων σε συνδυασμό με την μελέτη δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών δημιουργήθηκε ένας μεγάλος όγκος συμβατών γεωσυνόλων και χωρικών βάσεων δεδομένων, σε διαχρονική βάση, ως υλικό υποβάθρου για τις ανάγκες της έρευνας και που αφορά όλα τα παραπάνω αστικά κέντρα καθώς και το θεσμικό πλαίσιο ανάπτυξης του χώρου τους. Η ανάλυση των χωρικών δεδομένων βασίστηκε στην εκτεταμένη χρήση της τεχνολογίας των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων ενώ χρησιμοποιήθηκαν και άλλα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα που συμβάλουν / συνέβαλλαν στη διαμόρφωση του αστικού χώρου.

Η εργασία αποτελεί μέρος διδακτορικής διατριβής που εκπονήθηκε και υποστηρίχθηκε επιτυχώς στο Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Πολεοδομικός Σχεδιασμός, Αστικοποίηση, Σχέδιο Πόλεως, Αστική εξάπλωση, G.I.S.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περίοδος μεταξύ 1923-1983, πολιτικά, κοινωνικά και οικονομικά, χαρακτηρίζεται κυρίως από αστάθεια. Αυτή η κατάσταση επηρέασε και την ανάπτυξη των Ελληνικών πόλεων. Αν και η πολεοδομική νομοθεσία ήδη από το 1923 προέβλεπε τον διαχωρισμό όλης της επικράτειας σε εντός και εκτός σχεδίου περιοχές εντούτοις η εφαρμογή της απέχει παρασάγγας. Αλλεπάλληλοι νόμοι επιτρέπουν την κατά παρέκκλιση δόμηση η οποία σε συνδυασμό με τις αστικές και αγροτικές διανομές, τα τοπικά ρυμοτομικά σχέδια¹ και μια σειρά άλλων παρεμβάσεων καταστρατήγησαν τον νόμο. Έτσι η εικόνα που εμφανίζουν οι αστικές περιοχές την περίοδο αυτή είναι ένα μωσαϊκό παρεμβάσεων που φανερώνει περισσότερο σύγχυση παρά οργάνωση. Μόνο μετά το 1975 και ειδικότερα οι νόμοι 947/1979, 1337/1983 και αργότερα ο 2508/1997 έρχονται να αντικαταστήσουν τον νόμο του 1923 εισάγοντας νέες αντιλήψεις και επίπεδα σχεδιασμού με σκοπό την πληρέστερη οργάνωση του χώρου και εισάγοντας νέους θεσμούς όπως οι Οικιστικές Περιοχές (Ο.Π.), το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο (Γ.Π.Σ.) και το Ρυθμιστικό Σχέδιο (Ρ.Σ.).

¹ Ο όρος εμφανίζεται σε διαφορετικές μορφές ως Εκτός Σχεδίου Περιοχή το 1923 άρθρο 9 παράγραφος 2 η οποία τροποποιείται διαδοχικά από τα ΝΔ 4343/1929 (ΦΕΚ 345/Α/1929), ΝΔ 2892/1953 (ΦΕΚ 147/Α/1954) και αντικαθίσταται από τον Αναγκαστικό Νόμο 625/1968 (ΦΕΚ 266/Α/1968). Η έννοια καταργείται με τον νόμο 947/1979 και επανέρχεται ως Τοπικό Ρυμοτομικό Σχέδιο με τον 1337/1983.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

Για την εργασία χρησιμοποιήθηκαν μια σειρά πηγών δεδομένων οι οποίες έδωσαν την δυνατότητα δημιουργίας των χρονικών τομών 1945, 1975, 2006 και 2018. Ουσιαστικά τα δεδομένα μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες.

Τις πηγές από τις οποίες συγκεντρώθηκε το υλικό που αφορά τον θεσμοθετημένο χώρο:

- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.)
- Οργανισμός Εργατικής Κατοικίας (Ο.Ε.Κ.)
- Ηλεκτρονική Πολεοδομία (e-rododomia)
- Πολεοδομικές Υπηρεσίες Πόλεων Μελέτης
- Υπουργείο Εργασίας & Κοινωνικών Υποθέσεων. Διεύθυνση Καταπολέμησης της Φτώχειας - Τμήμα Κοινωνικών Πολιτικών Στέγασης

Και τις πηγές που αφορούν τον δομημένο χώρο:

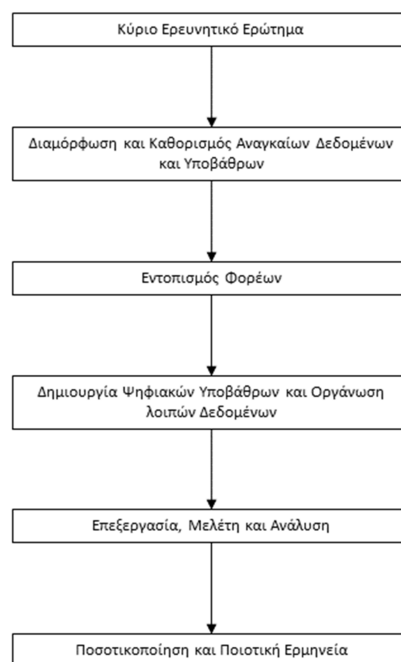
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)
- United States Geological Survey (U.S.G.S.)
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.)
- Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφηση Α.Ε.
- European Space Agency (ESA)
- European Environment Agency (EEA) (Urban Audit: Copernicus Urban Atlas)

2.2 Μεθολογία

Η ποσοτικοποίηση βασίζεται σε δύο πυλώνες, αφενός του «σχεδιασμένου» χώρου (χώρος με κανονιστικό πλαίσιο) και αφετέρου του δομημένου και της μελέτης του τρόπου που αυτοί οι δύο αναπτύσσονται και εξελίσσονται στον χώρο και τον χρόνο. Ταυτόχρονα έγινε επιλογή μελέτης και άλλων μεταβλητών όπως αυτών του πληθυσμού, των χρήσεων γης και της δόμησης. Αν και γίνεται αντιληπτό ότι τόσο ο σχεδιασμός του χώρου όσο και ο ίδιος ο χώρος δεν είναι μονοδιάστατα αλλά υπεισέρχονται σε αυτόν και άλλα θέματα όπως αυτά των ροών και της πολιτικής οικονομίας, εντούτοις αυτά τα φαινόμενα απαιτούν διαφορετική μεθοδολογία και προσέγγιση και επομένως δεν αποτελούν θέμα της συγκεκριμένης διατριβής.

Τα βασικά στάδια της έρευνας αφορούν τον καθορισμό του κύριου ερευνητικού ερωτήματος, την διαμόρφωση, τον καθορισμό των αναγκαίων δεδομένων και υποβάθρων, τον εντοπισμό των φορέων για την παροχή δεδομένων, την δημιουργία, επεξεργασία και οργάνωση των απαραίτητων ψηφιακών δεδομένων, την μελέτη των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων (Σχήμα 1).

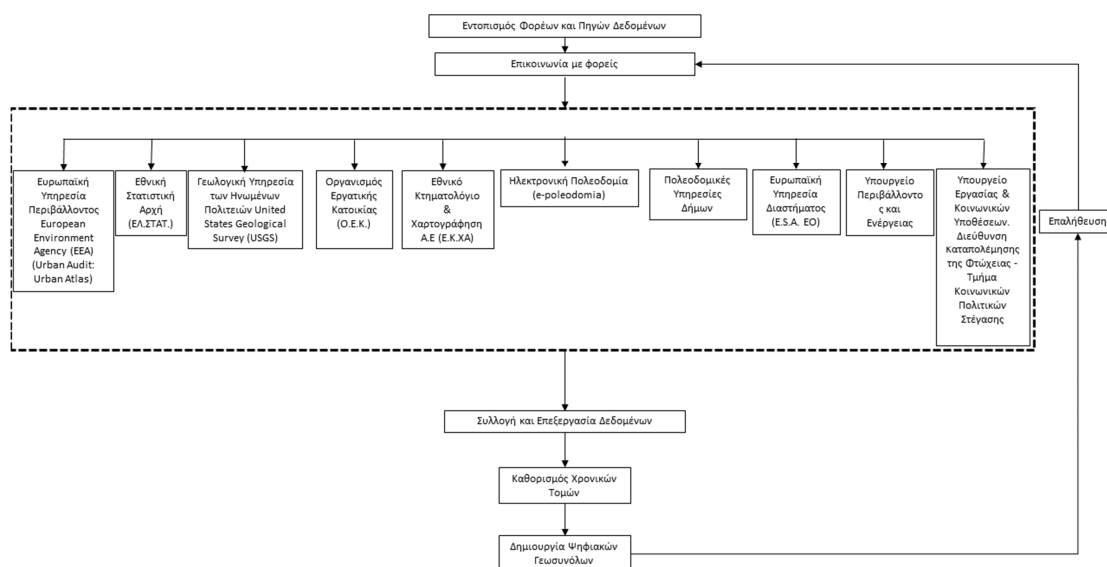
Για την μελέτη έγιναν σειρά επισκέψεων και διατηρήθηκε συνεχής επικοινωνία με τους φορείς και κυρίως με τις πολεοδομικές υπηρεσίες των Δήμων των πόλεων μελέτης. Στην συνέχεια και βάσει των δεδομένων που συλλέχθηκαν έγινε επιλογή των χρονικών τομών με βασικό κριτήριο την πληρότητα των δεδομένων και την χρονική ισοκατανομή τους. Για την δημιουργία των χρονικών τομών των ΣΧ.Π. ψηφιοποιήθηκαν οι χάρτες των διαφόρων πόλεων από το 1923 μέχρι σήμερα². Αναφορικά με τον δομημένο χώρο βασική πηγή πληροφοριών αποτελούν οι ορθοφωτογραφίες και οι δορυφορικές εικόνες οι οποίες αναλύθηκαν τόσο με ποσοτικό όσο και με ποιοτικό τρόπο για τα έτη των χρονικών τομών. Όλη αυτή η διαδικασία και κυρίως της επαλήθευσης των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν γινόταν μέσω συνεχούς επικοινωνίας με τις πολεοδομικές υπηρεσίες των πόλεων μελέτης. Τέλος δημιουργήθηκαν πλήθος χαρτών, γραφημάτων και πινάκων



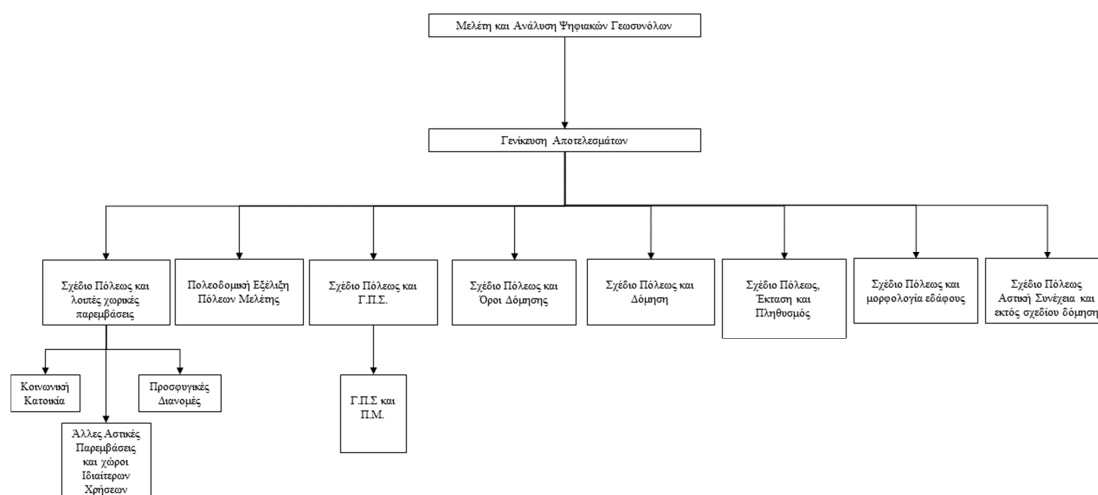
Σχήμα 1: Κύρια στάδια έρευνας

² Αναφορικά με τις σημειακές παρεμβάσεις στα ΣΧ.Π. σε γενικές γραμμές δεν λήφθηκαν υπόψιν, κυρίως γιατί δεν άλλαξαν την φιλοσοφία του θεσμικού πλαισίου και λόγω του μεγάλου αριθμού τους, εντούτοις όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο ψηφιοποιούνταν.

για την καλύτερη και πληρέστερη ανάλυση και τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων (Σχήματα 2, 3).



Σχήμα 2: Στάδιο εντοπισμού φορέων, πηγών δεδομένων και επεξεργασία τους



Σχήμα 3: Στάδιο μελέτης δεδομένων, γενίκευσης αποτελεσμάτων και δημιουργίας υποκεφαλαίων

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΓΣΠ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Το φαινόμενο της πόλης αποτελεί την πεμπτουσία του ανθρώπινου πολιτισμού η οποία επηρεάζεται από κοινωνικούς, οικονομικούς, πληθυσμιακούς, πολιτισμικούς, πολιτιστικούς και ιστορικούς παράγοντες. Ειδικότερα, παράγοντες όπως οι κοινωνικές σχέσεις, η εργασία, η δομή, οι συνήθειες και η κίνηση του πληθυσμού, το οδικό δίκτυο και η ποιότητά του, η ποιότητα και η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, οι χρήσεις γης, η χωρική κατανομή τους και οι τρόποι αλληλεπίδρασης τους και η οικονομία είναι μερικές από τις μεταβλητές μιας πολύπλοκης και σύνθετης εξίσωσης. Επομένως, η μελέτη του αστικού φαινομένου είναι πολύ πιο σύνθετη από αυτήν που πραγματεύεται η εργασία η οποία στοχεύει να συμβάλει στην μελέτη του μέσα από το πρίσμα του θεσμικού πλαισίου και του ρόλου του.

Η μελέτη του αστικού χώρου στην παρούσα περιορίζεται στο χωρικά ενώ γεωγραφικά προσπαθεί με σφαιρικό τρόπο να προσεγγίσει το φαινόμενο. Για την δημιουργία και αποτύπωση των αποτελεσμάτων μελετήθηκαν σε επίπεδο Καλλικρατικού δήμου κυρίως αναφορικά με τα όρια του θεσμοθετημένου χώρου και της δόμησης σε επιλεγμένες χρονικές τομές. Η ποσοτικοποίηση βασίζεται σε δύο πυλώνες, αφενός του «σχεδιασμένου» χώρου (χώρος με κανονιστικό πλαίσιο) και αφετέρου του δομημένου και της μελέτης του τρόπου που αυτοί οι δύο αναπτύσσονται και εξελίσσονται στον χώρο και τον χρόνο.

Η οριοθέτηση των περιοχών μελέτης αποτέλεσε μια κρίσιμη παράμετρο για την εξαγωγή έγκυρων αποτελεσμάτων. Οι διαφορετικές προσεγγίσεις από το επίσημο κράτος, τους Ευρωπαϊκούς φορείς καθώς και από την ίδια την φύση του αστικού φαινομένου καθιστούσε καίρια την αποσαφήνιση των ορίων μελέτης με σκοπό την συγκροτημένη και επιστημονικά τεκμηριωμένη προσέγγιση του φαινομένου. Τα όρια από τους διάφορους φορείς αντιμετωπίζονται εντελώς διαφορετικά γεγονός που δημιουργούσε σύγχυση στην μελέτη του προβλήματος. Όπως παρατηρεί και ο Παππάς Β. (2015) η σύγκριση των περιοχών απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς οι περιοχές δεν αναφέρονται στο ίδιο διοικητικό επίπεδο και επομένως η προσθήκη επιπρόσθετων δεδομένων εγκυμονεί κινδύνους. Το Urban Atlas ορίζει ως περιοχή μελέτης της πόλης την Λειτουργική Αστική Περιοχή ταυτίζοντάς την με τα όρια του Urban Audit δηλαδή, με διαφορετικό τρόπο από αυτόν με τον οποίο προσεγγιζόταν και προσεγγίζεται το φαινόμενο από τον επίσημο σχεδιασμό και τους φορείς του Ελληνικού κράτους. Όπως προαναφέρθηκε η προσέγγιση του φαινομένου από το Ελληνικό κράτος γίνεται με διαφορετικό τρόπο κατά περιόδους. Έτσι η έρευνα μελετά το φαινόμενο της δόμησης, καθώς και του θεσμοθετημένου χώρου σε επίπεδο Καλλικρατικού δήμου και στην συνέχεια επικεντρώνεται στον κεντρικό οικισμό τους καλύπτοντας μία έκταση μεγαλύτερη των 2.500 χμ² (Πίνακας 1).

Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας εντοπισμού του ρόλου του Σχεδίου Πόλεως σε αντιδιαστολή με την εκτός σχεδίου δόμηση δεν έγινε τυχαία καθώς ως περιοχή εντός σχεδίου νοείται η περιοχή εντός ή εκτός Γ.Π.Σ. με εγκεκριμένο: ρυμοτομικό σχέδιο ή εγκεκριμένη πολεοδομική μελέτη. Όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες αποτελούν παρεκκλίσεις του νόμου (Χριστοφίλοπουλος Γ., Δ., 2011).

Η ανάπτυξη του Σχεδίου Πόλεως στις περιοχές μελέτης επηρεάστηκε ασύμμετρα από τις διάφορες ιστορικές και κοινωνικές συγκυρίες. Η άνιση οικονομική ανάπτυξη, η κατανομή ιστορικών βαρών και το ίδιο το θεσμικό πλαίσιο και οι μεταβολές του επηρέασαν ουσιαστικά την ανάπτυξη των πόλεων και κατά συνέπεια του σχεδίου τους.

Καλλικρατικός δήμος	Έκταση σε χλμ ²
Καβαλας	356,4
Ιωαννινών	403,0
Λαρισαίων	336,4
Βόλου	385,4
Πατρέων	333,7
Καλαμάτας	441,6
Ηρακλείου	244,4
Σύνολο	2501,1

Πίνακας 1: Έκταση Καλλικρατικών δήμων μελέτης. Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ.

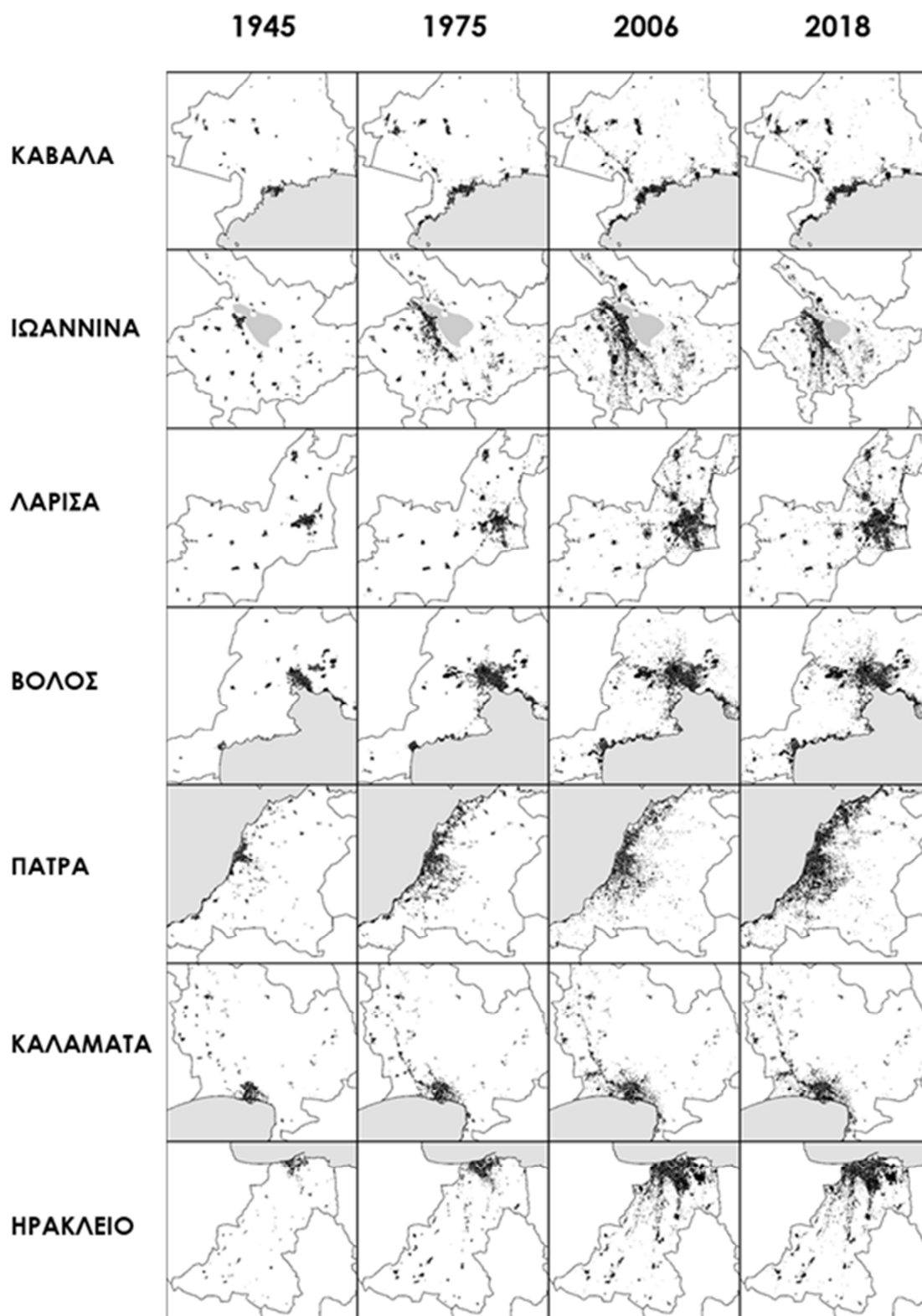
Οι Ελληνικές πόλεις, από το 1923 μέχρι και την ψήφιση αρχικά του 947/1979 και μετέπειτα του 1337/1983 και την εισαγωγή των Γ.Π.Σ, οργανώνονταν κάτω από το δίπολο εντός και εκτός σχεδίου. Εντούτοις τόσο η πολιτεία όσο και οι κοινωνικές, οικονομικές και ιστορικές συνθήκες φαίνεται να οδηγούν σε παρέκκλιση της εφαρμογής του. Οι βασικές παράμετροι οι οποίες επηρέασαν την επέκταση των Σχεδίων Πόλεως των οικισμών ειδικά την περίοδο 1923-1975 είναι η είσοδος των προσφύγων πριν και μετά το 1923 και οι διανομές κλήρων σε αυτούς για την αποκατάστασή τους. Οι επεκτάσεις επομένως γίνονται κυρίως κάτω από μια σειρά κοινωνικών και οικονομικών πιέσεων. Οι υφιστάμενοι οικισμοί πιέζονται από την εισροή πληθυσμών λόγω της μικρασιατικής καταστροφής και περιμετρικά του σχεδίου πόλεως δημιουργούνται είτε από το κράτος είτε άτυπα οικιστικά σύνολα³. Από το 1950 μέχρι και την δεκαετία του 1980 οι κρατικές παρεμβάσεις που επηρεάζουν την δομή των πόλεων περιορίζονται περισσότερο στα διάφορα στεγαστικά προγράμματα παραγωγής κοινωνικής κατοικίας (Κοτζαμάνης και Μαλούτας, 1985)^{4,5} Έτσι η ανάγκη για στέγαση του πληθυσμού, η απουσία ουσιαστικής παραγωγής

³ Οι διανομές συνοικισμών των Ε.Α.Π. και Υπουργείων Γεωργίας και Πρόνοιας λειτουργούσαν και ως ρυμοτομικά σχέδια. Στην Καβάλα οι διανομές που εντοπίστηκαν από το 1923 ως το 1995 αφορούν περίπου 8,9 χλμ² στα Ιωάννινα 5,8 χλμ² στην Λάρισα 4,5 χλμ², στο Βόλο 0,5 χλμ², στην Πάτρα 0,2 χλμ², στην Καλαμάτα 0,2 χλμ² και στο Ηράκλειο 1,6 χλμ².

⁴ Αν και η κοινωνική κατοικία είναι περιορισμένη στον Ελλαδικό χώρο εντούτοις πόλεις όπως η Πάτρα εμφανίζουν αρκετά μεγάλους αριθμούς εργατικών κατοικιών (8 συγκροτήματα 1996 κατοικιών)

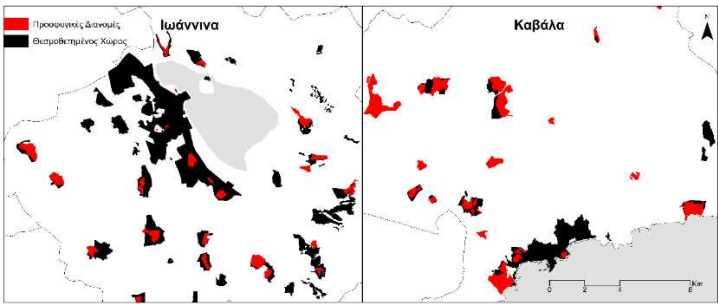
⁵ Παρατηρήθηκε διαφορά στο “λεκτικό” των Φ.Ε.Κ. των διαφόρων στεγαστικών προγραμμάτων και συγκεκριμένα στις εργατικές κατοικίες που δημιουργήθηκαν τις δεκαετίες 1950-1970 καθώς οι θέσεις τους, αν και σε απόσταση από τον κεντρικό οικισμό, ορίζονταν ως επέκτασή του γεγονότος που μετέπειτα άλλαξε. Η αλλαγή αυτή παρατηρείται σταδιακά σε εκτός σχεδίου θέση για χωροθέτηση και μετέπειτα σε Τ.Π.Σ.

κοινωνικής κατοικίας και το ίδιο το νομοθετικό πλαίσιο με τις συνεχείς τροποποιήσεις τις παρεκκλίσεις οδήγησαν στην εκτεταμένη δόμηση σε εκτός σχεδίου περιοχές. Από τον χάρτη 1 είναι εμφανές ότι στις περισσότερες πόλεις το 1945 η εκτός σχεδίου δόμηση περιορίζεται περιμετρικά των κεντρικών οικισμών η εικόνα αυτή αλλάζε άρδην από το 1975 και μετά όπου κάνει την εμφανισή της η γραμμική επέκταση του δομημένου χώρου κατά μήκος των οδικών αξόνων και των ακτογραμμών (Χάρτης 1)



Χάρτης 1: Αποτύπωση της εξέλιξης της δόμησης στον Καλλικρατικούς δήμους μελέτης για τα έτη 1945, 1975, 2006 και 2018

Σημασία δόθηκε στις κρατικές παρεμβάσεις που επηρέασαν την ανάπτυξη του αστικού χώρου ενώ ιδιαίτερο βάρος δόθηκε στην αποτύπωση των προσφυγικών διανομών των Υπουργείων Γεωργίας και Πρόνοιας και οι οποίες λειτουργούσαν ως ΣΧ.Π. και οι οποίες καταλάμβαναν έκταση 23,9χλμ².

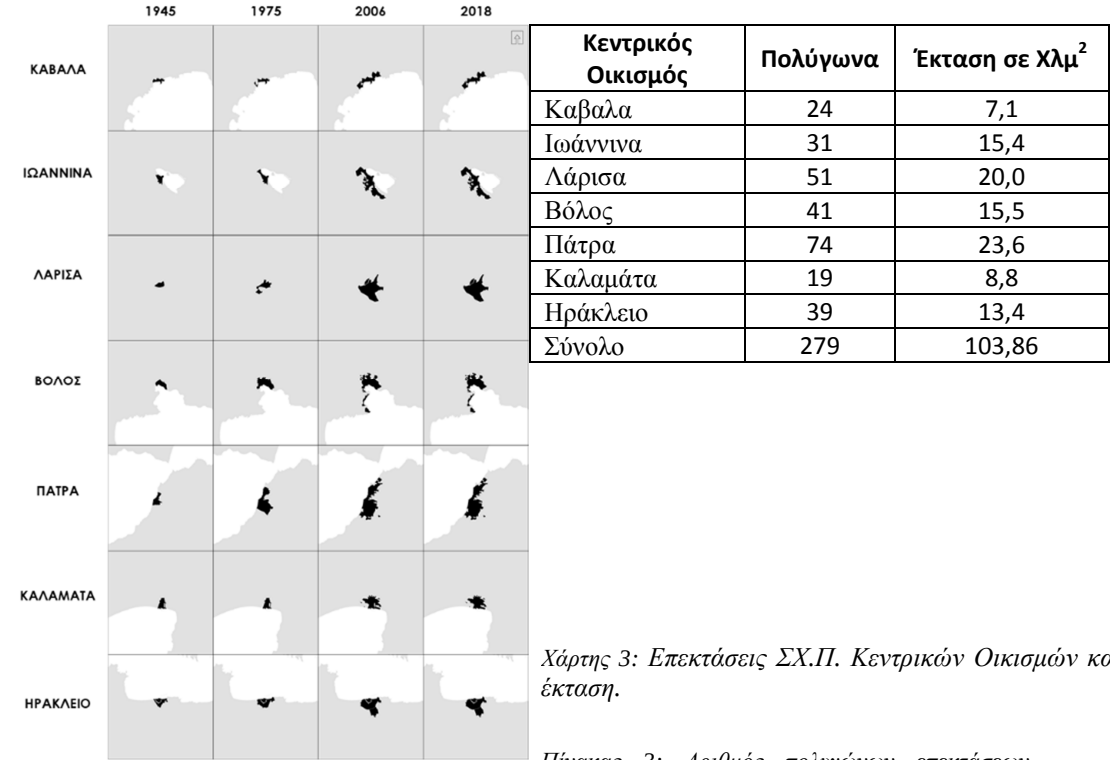


Χάρτης 2: Αποτύπωση των προσφυγικών διανομών στους δήμους της Καβάλας και των Ιωαννίνων

Προσφυγικές Διανομές		
Καλλικρατικός Δήμος	Πολύγωνα	Έκταση σε χλμ ²
Καβάλα	60	9,3
Ιωάννινα	47	5,8
Λάρισα	21	4,9
Βόλος	25	1,9
Πάτρα	9	0,2
Καλαμάτα	6	0,2
Ηράκλειο	58	1,6
Σύνολο	226	23,9

Πίνακας 2: Προσφυγικές διανομές εντός των Καλλικρατικών δήμων

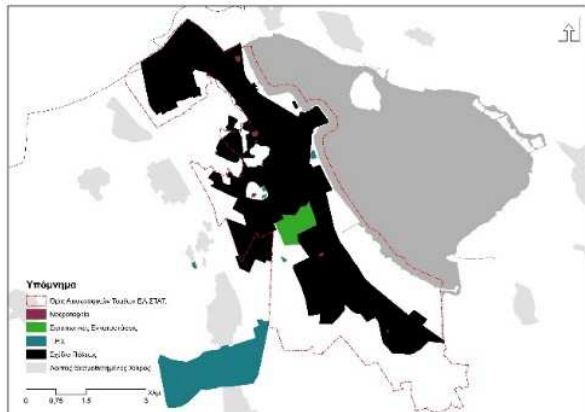
Επικεντρωνόμενοι στον κεντρικό οικισμό μελετήθηκαν η επέκταση του σχεδίου πόλεως από το 1923 μέχρι και σήμερα. Για την μελέτη δημιουργήθηκαν 279 πολύγωνα συνολικής έκτασης 104 χλμ² (Χάρτης 3 Πίνακας 3).



Χάρτης 3: Επεκτάσεις ΣΧ.Π. Κεντρικών Οικισμών και έκταση.

Πίνακας 3: Αριθμός πολυγώνων επεκτάσεων κεντρικών οικισμών και συνολική έκτασή τους

Βέβαια το ΣΧ.Π. δεν λειτουργούσε ως το μοναδικό εργαλείο ανάπτυξης του αστικού χώρου καθώς σειρά άλλων χωρικών παρεμβάσεων και χώρων ιδιαίτερων χρήσεων επιρρέαζαν, διαμόρφωναν ή και αλείωναν την εικόνα. Έτσι αποτυπώθηκαν σειρά παρεμβάσεων και δομών οι οποίες με τον έναν ή τον άλλο τρόπο οδήγησαν στην επέκταση ή στην μη ορθολογική ανάπτυξη του σχεδίου. Στις διάφορες δομές συγκαταλέγονται κυρίως Τ.Ρ.Σ, νεκροταφεία, Νοσοκομεία, Πανεπιστημιακά ιδρύματα, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, οικοδομικοί συνεταιρισμοί και κοινωνικές κατοικίες (κυρίως Εργατικές). Επίσης αποτυπώθηκαν τα όρια των οικισμών είτε αυτά αποτελούσαν επίσημες οριοθετήσεις είτε σκαριφήματα τα οποία χρησιμοποιούσαν οι πολεοδομικές υπηρεσίες (Χάρτες 4,5 και Πίνακας 4).

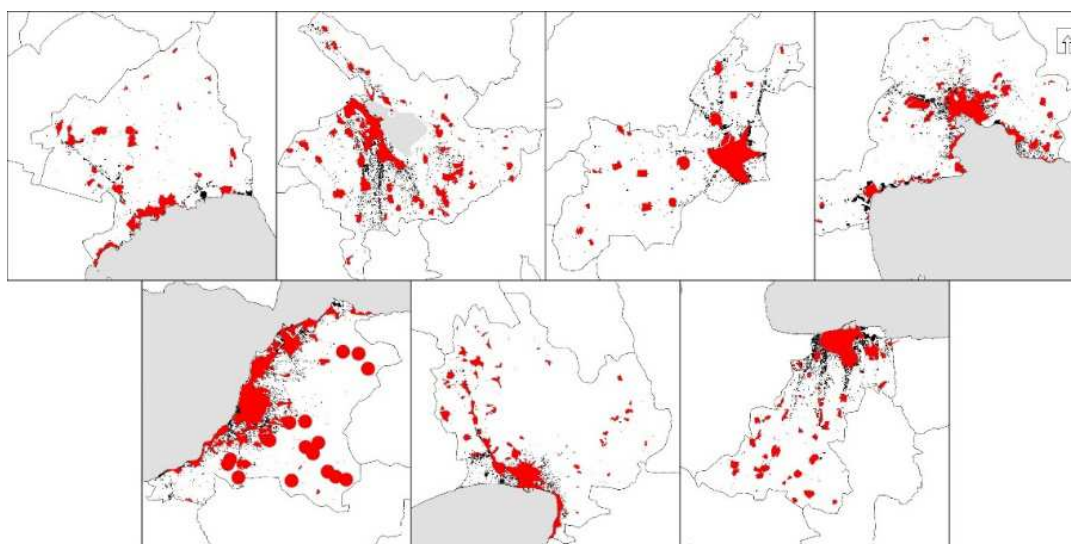


Διάφορες άλλες δομές/Παρεμβάσεις		
Πόλη	Πολύγωνα	Έκταση σε Χλμ ²
Καβάλα	20	0,7
Ιωάννινα	27	4,3
Λάρισα	34	20,4
Βόλος	36	6,3
Πάτρα	34	4,0
Καλαμάτα	27	3,4
Ηράκλειο	39	5,8
Σύνολο	217	44,9

Πίνακας 4: Διάφορες παρεμβάσεις και έκταση στον κεντρικό οικισμό των περιοχών μελέτης

Χάρτες 4,5: Σειρά Χωρικών παρεμβάσεων και χώρων ιδιαίτερων χρήσεων στο ΣΧ.Π. των Ιωαννίνων.

Συνέπεια των παραπάνω ήταν η δημιουργία της εικόνας που έχει σήμερα ο αστικός χώρος σε σχέση με τον θεσμοθετημένο (Χάρτης 6, Πίνακας 5)

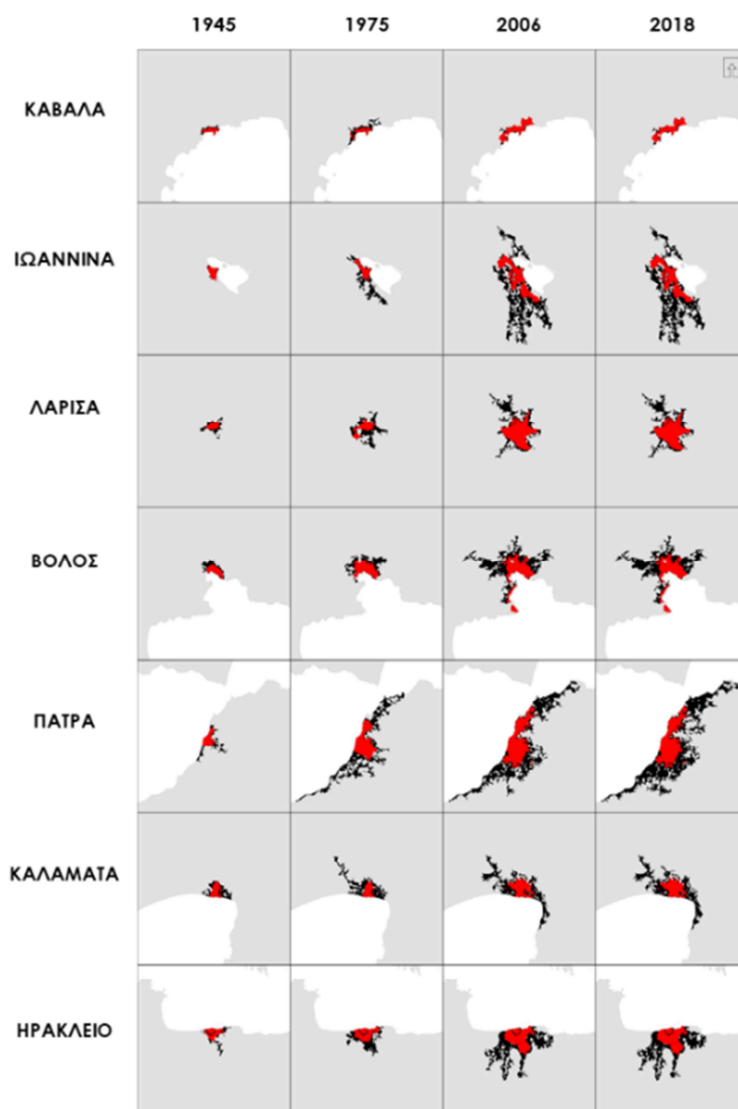


Χάρτης 6: Θεσμοθετημένος Χώρος και Δόμηση στους Καλυκρατικούς Δήμους των πόλεων μελέτης το 2018

Δήμος	Έκταση σε Χλμ ²	Έκταση θεσμοθετημένου Χώρου σε Χλμ ²	Ποσοστό
Καβαλα	356,4	24,3	7%
Ιωάννινα	403,0	43,1	11%
Λάρισα	336,4	53,2	16%
Βόλος	385,4	38,1	10%
Πάτρα	333,7	69,3	21%
Καλαμάτα	441,6	31,3	7%
Ηράκλειο	244,4	35,0	14%
Σύνολο	2501,1	294,2	12%

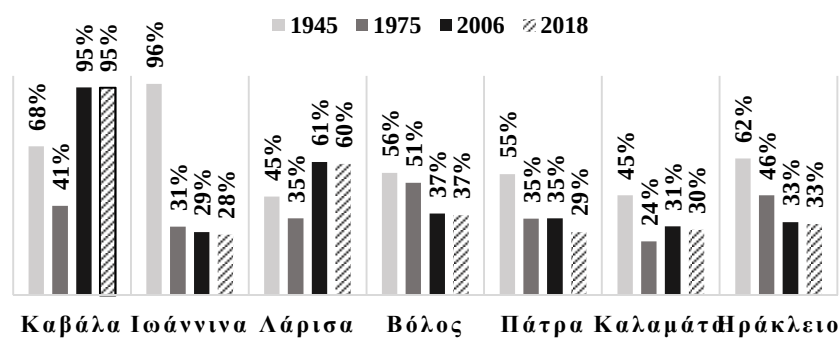
Πίνακας 5: Έκταση Καλλικρατικών Δήμων έκταση θεσμοθετημένου χώρου και ποσοστό.

Η έρευνα θέλοντας να μελετήσει και το φαινόμενο της αστικής εξάπλωσης και βασιζόμενη στον ορισμό που δίνουν επίσημοι φορείς του κράτους. Επιλέχθηκε η απόσταση των 200μ ως ελάχιστη απόσταση. Ο λόγος επιλογής αυτού είναι ο ορισμός που δίνεται από της ΕΛ.ΣΤΑΤ. για τους οικισμούς με εγκεκριμένο Σχέδιο Πόλεως σύμφωνα με τον οποίο: «Ως αυτοτελής οικισμός ορίζεται: "Ένα σύνολο οικοδομών, οι οποίες γειτονεύουν και τα κτίρια των οποίων δεν απέχουν μεταξύ τους περισσότερο από διακόσια (200) μέτρα αν δεν υπάρχει εγκεκριμένο Σχέδιο Πόλεως και μέχρι χίλια (1000) μέτρα αν υπάρχει και περιλαμβάνουν δέκα (10) τουλάχιστον κατοικίες νοικοκυριών ή μία συλλογική κατοικία ή κατοικίες νοικοκυριών και συλλογικές κατοικίες στις οποίες μπορούν να κατοικήσουν κανονικά πενήντα (50) τουλάχιστον άτομα, ανεξάρτητα αν αυτά κατοικούν όλο το έτος ή μία μόνο ορισμένη εποχή". Ως αυτοτελείς οικισμοί ορίζονται και οι μικρονησίδες, ανεξάρτητα από τις ανωτέρω προϋποθέσεις» (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2001)(Χάρτης 7, Γράφημα 1).



Χάρτης 7: Η εξέλιξη του ΣΧ.Π. των πόλεων μελέτης και η σχέση του με την Αστική εξάπλωση

Συμμετοχή του ΣΧ.Π. του Κεντρικού Οικισμού στην Αστική Εξάπλωση



Γράφημα 1: Συμμετοχή Τον ΣΧ.Π. του κεντρικού οικισμού στην αστική εξάπλωση

Από το Γράφημα 1 είναι εμφανές ότι μόνον η Καβάλα έχει καταφέρει να περιορίσει την αστική συνέχεια εντός των ορίων του ΣΧ.Π. της και αυτό κατά πάσα πιθανότητα λόγω του έντονου ανάγλυφου που εμφανίζει η περιοχή. Οι παραλιακές πόλεις εμφανίζουν χαρακτηριστικά παρόδιας και κατά μήκους της ακτογραμμής επεκτάσεις ενώ η Λάρισα και τα Ιωάννινα κυρίως κατά μήκος του οδικού δικτύου. Το Σχέδιο Πόλεως σε σχέση με την αστική συνέχεια-εξάπλωση παρατηρείται ότι δημιουργεί δύο διακριτές κατηγορίες πόλεων πόλεις οι οποίες αυξάνουν την συμμετοχή του Σχεδίου Πόλεως τους στην αστική

εξάπλωση όπως η Καβάλα και η Λάρισα και πόλεις όπου το ΣΧ.Π. υποχωρεί όπως τα Ιωάννινα, ο Βόλος, η Πάτρα, η Καλαμάτα και το Ηράκλειο. Ο υπόλοιπος χώρος εκτός Σχεδίου Πόλεως ρυθμίζεται από μια σειρά άλλων ΣΧ.Π., Τ.Ρ.Σ. και οριοθετημένων οικισμών. Έτσι η σημερινή εικόνα εμφανίζει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συγκεκριμένη εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων πληροφοριών έχει ως στόχο την μελέτη του δίπολου αστικός - θεσμοθετημένος χώρος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα πρώτα χρόνια εφαρμογής του Σχεδίου Πόλεως και μέχρι το 1975 η επέκτασή τους γίνεται κάτω από μια σειρά πληθυσμιακών και οικιστικών πιέσεων. Κύρια αιτία είναι οι κρατικές διανομές και η άτυπη εγκατάσταση πληθυσμού λόγω της μικρασιατικής καταστροφής και λιγότερο η εσκεμμένη επιλογή δόμησης εκτός σχεδίου. Σε αυτό σίγουρα συνέβαλαν και οι οικισμοί δορυφόροι οι οποίοι προυπήρχαν ή δημιουργήθηκαν εκείνη την περίοδο. Η μετέπειτα όμως έλλειψη κεντρικής οργάνωσης και ρύθμισης του αστικού χώρου εμφανίζει φαινόμενα όπως οριστικοποιήσεις προσφυγικών διανομών μέχρι και το 1993, μη οριοθετημένους οικισμούς (ακόμα μέχρι και σήμερα), παρόδια δόμηση, εκτός σχεδίου δόμηση κ.ο.κ.. Αυτή η εικόνα ουσιαστικά συνετέλεσε πρώτα στην ανάπτυξη των αστικών κέντρων και μετέπειτα στην πολεοδομική τους οργάνωση. Η εκτός σχεδίου δόμηση ήταν αυτή η οποία όριζε αρχικά την πόλη ενώ το θεσμικό πλαίσιο σχεδιασμού ερχόταν μέσω των παρεκκλίσεων να νομιμοποιήσει μία ήδη διαμορφωμένη εικόνα. Λόγος ύπαρξης αυτού του είδους εφαρμογής της διαδικασίας επέκτασης της πόλεως είναι αφενός η έλλειψη εικόνας του τι συμβαίνει εκτός σχεδίου σε συνδυασμό με την χρονοβόρα διαδικασία εκπόνησης των διαφόρων μελετών. Σήμερα με την χρήση νέων τεχνολογιών όπως αυτών των Γ.Σ.Π. και των δορυφορικών εικόνων είναι εφικτή η μελέτη, υπολογισμός και αντιμετώπιση μιας προβληματικής εικόνας που παρουσιάζουν τόσο ο εξωαστικός όσο και ο αστικός χώρος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική – Ελληνόγλωσση

1. ΕΛ.ΣΤΑΤ., (2001): «Έννοιες και ορισμοί απογραφής πληθυσμού-Κατοικιών έτους 2001» διαθέσιμο στο: [https://www.statistics.gr/documents/20181/979694/Εννοιες++Ορισμοί+Απογραφής+Πληθυσμού+και+Κατοικιών+\(+2001+\)](https://www.statistics.gr/documents/20181/979694/Εννοιες++Ορισμοί+Απογραφής+Πληθυσμού+και+Κατοικιών+(+2001+))
2. Καραμούζη Α., (1999): «Καταγραφή και Χαρτογράφηση των Προσφυγικών Οικισμών στον Ελληνικό Χώρο από το 1821 έως σήμερα. Προσέγγιση στα πλαίσια των πολιτικών εξελίξεων και της παράλληλης κρατικής δραστηριότητας», στο «Ο ξεριζωμός και η άλλη πατρίδα : Οι προσφυγολόγες στην Ελλάδα: Επιστημονικό συμπόσιο, 11 και 12 Απριλίου 1997» επιμέλεια Μαρίας Στεφανοπούλου. - Αθήνα : Σχολή Μωραΐτη. Εταιρεία Σπουδών Νεοελληνικού Πολιτισμού και Γενικής Παιδείας, (Πρακτικά Επιστημονικών Συμποσίων 9).
3. Κοτζαμάνης, Β., & Μαλούτας, Θ. (1985): «Η κρατική παρέμβαση στον τομέα της εργατικής-λαϊκής κατοικίας: οι παράγοντες διαμόρφωσης του χαρακτήρα της στη μεταπολεμική Ελλάδα». Επιθεώρηση Κοινωνικών Ερευνών, 56(56), 129-154. doi:<http://dx.doi.org/10.12681/grsr.821>.
4. Παππάς Β., (2015): «Εκδοχές ανάγνωσης και οπτικοποίησης της αστικότητας» στο Χαρτογραφίες Νου, Ψυχής και Γνώσης: αφιέρωμα στον ομότιμο καθηγητή Μύρωνα Μυρίδη.» Ζήτη.
5. Χριστοφίλοπουλος, Γ., Δ. (2011): «Τροποποίηση ρυμοτομικών σχεδίων: Εκπόνηση - έγκριση - εφαρμογή πολεοδομικών σχεδίων- Ν.Δ.17-7-1923 "περί σχεδίων πόλεων" όπως ισχύει με τους Ν.3044/2002 και 3852/2010» Αθήνα, Σάκκουλας Π. Ν

Μελέτες

1. Αρχείο Πολεοδομικής Υπηρεσίας Ιωαννίνων: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Ιωαννίνων Τελική Συνοπτική Έκθεση. Όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 58/Δ/1987.
2. Αρχείο Πολεοδομικής Υπηρεσίας Ιωαννίνων: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Ιωαννίνων Τελική Συνοπτική Έκθεση. Όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 658/Δ/1988.
3. Αρχείο Πολεοδομικής Υπηρεσίας Καλαμάτας: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Καλαμάτας 1985-1988. Τελική Συνοπτική Έκθεση.
4. Αρχείο Πολεοδομικής Υπηρεσίας Καλαμάτας: Μελέτη Γ.Π.Σ Δήμου Καλαμάτας. Στάδια Α, Β1, Β2. όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 77/ΑΑΠ/2011

5. Αρχείο Πολεοδομικής Υπηρεσίας Λάρισας: Μελέτη Γ.Π.Σ Δήμου Λάρισας. Στάδια: Α, Β1, Β2. όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 523/ΑΑΠ/2009
6. Αρχείο Πολεοδομικής Υπηρεσίας Πατρών: Μελέτη Γ.Π.Σ Δήμου Πατρών. Στάδια: Α, Β1,Β2 όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ. 358/ΑΑΠ/2011.
7. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ.: Εισήγηση προς το Κ.ΣΧΟΠ. Ν. Πατρών: Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Πάτρας (με τις διατάξεις του Ν.2730/99).
8. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Ηρακλείου-Ν. Αλικαρνασσοῦ-Γαζί. Στάδιο Γ' Φάση όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 458/Δ/1988.
9. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ: Εισήγηση προς Κ.ΣΧΟΠ Ν. Καβάλας: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Καβάλας. Όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 221/Δ/1987.
10. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ: Εισήγηση προς Κ.ΣΧΟΠ Ν. Μεσσηνίας: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Καλαμάτας. Όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 281/Δ/1986.
11. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ: Εισήγηση προς το Κ.ΣΧΟΠ Ν. Αχαΐας: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Πάτρας Όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 1061/Δ/1986.
12. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ: Εισήγηση προς το Κ.ΣΧΟΠ Ν. Λάρισας: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Λάρισας. Όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 1042/Δ/1986.
13. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ: Εισήγηση προς το Κ.ΣΧΟΠ Ν. Μαγνησίας: Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Βόλου-Ν. Ιωνίας όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 566/Δ/1985.
14. Αρχείο ΥΠ.ΕΝ: Μελέτη Τροποποίησης Εγκεκριμένου Γ.Π.Σ. Πολεοδομικού Συγκροτήματος Ηρακλείου (2003)
15. Προσωπικό Αρχείο Καθηγητή Λαλένη Κ.: Μελέτη Γ.Π.Σ Δήμου Βόλου. Στάδια Α, Β1,Β2. όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 237/ΑΑΠ/2016
16. Προσωπικό Αρχείο Καθηγητή Λαλένη Κ.: Μελέτη Γ.Π.Σ Δήμου Καβάλας. Στάδια: Α, Β1, Β2, όπως αυτό δημοσιεύτηκε με το Φ.Ε.Κ 69/ΑΑΠ/2013.

Πηγές Δεδομένων

1. Ηλεκτρονική βάση δεδομένων της Ελληνικής Εταιρίας Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης (Ε.Ε.Τ.Α.Α.).
2. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)
3. United States Geological Survey (U.S.G.S.)
4. Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.)
5. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.)
6. Οργανισμός Εργατικής Κατοικίας (Ο.Ε.Κ.)
7. Ηλεκτρονική Πολεοδομία (e-poleodomia)
8. Πολεοδομικές Υπηρεσίες Πόλεων Μελέτης
9. Υπουργείο Εργασίας & Κοινωνικών Υποθέσεων. Διεύθυνση Καταπολέμησης της Φτώχειας - Τμήμα Κοινωνικών Πολιτικών Στέγασης
10. Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφηση Α.Ε.
11. European Space Agency (ESA)
12. European Environment Agency (EEA) (Urban Audit: Urban Atlas)
13. Διαδικτυακή Εφαρμογή GIS Δήμου Ηρακλείου
14. Διαδικτυακή Εφαρμογή GIS Δήμου Πατρών
15. Διαδικτυακή Εφαρμογή GIS Δήμου Λάρισας

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΤΟΠΙΟ

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΤΗΝΟΥ

Δερδεμέζη Ευαγγελία- Θεοδώρα^{1*}, Τσιλιμίγκας Γεώργιος²

¹Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 81100, Μυτιλήνη

²Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 81100, Μυτιλήνη

*Τηλ: 2251036415 e-mail: geod17008@aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ποσοτική απόδοση και η ποιοτική ερμηνεία της επίδρασης της εξορυκτικής δραστηριότητας στο θαλάσσιο τοπίο της Τήνου. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ανάλυση ορατότητας, αποσκοπώντας στον προσδιορισμό της ορατότητας του θαλάσσιου χώρου προς τις ενεργές και μη ενεργές εξορυκτικές μονάδες οι οποίες είναι χωροθετημένες στο χερσαίο χώρο της Τήνου. Οι ενεργές εξορυκτικές μονάδες κατηγοριοποιούνται βάσει κριτηρίων που αφορούν στο μέγεθος, τις συνοδές δομές και την εγγύτητα με τη θάλασσα. Η ορατότητα προς τα μνημεία μη ενεργών εξορυκτικών μονάδων κρίνεται πως μπορεί να ενισχύσει την ανάπτυξη χρήσεων στο θαλάσσιο χώρο συμβατών με το ενδιαφέρον προς τη βιομηχανική κληρονομιά των νησιών, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο και στην ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών τουρισμού. Κατά τη χωροθέτηση νέων εξορυκτικών μονάδων ή την δημιουργία νέων συνοδών δομών, η ορατότητα και οι πιέσεις που ασκούνται, είτε στο χερσαίο είτε στο θαλάσσιο τοπίο, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, με σκοπό την αποφυγή της δημιουργίας πιέσεων, οι οποίες οδηγούν σε υποβάθμιση του εύθραυστου νησιωτικού χερσαίου και θαλάσσιου τοπίου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός, Τοπίο, Εξορυκτική Δραστηριότητα, Ανάλυση Ορατότητας, Τήνος

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ο Θαλάσσιος Χωροταξικός Σχεδιασμός

Η διαχείριση και προστασία του παράκτιου και θαλάσσιου χώρου αποτελεί πρόκληση για τον σχεδιασμό επειδή αφενός, η εντατικοποίηση των χρήσεων είναι αυξανόμενη στην πάροδο του χρόνου και αφετέρου, πρόκειται για εύθραυστα περιβάλλοντα με ανάγκη διατήρησης των φυσικών και ανθρωπογενών τους πόρων (Collie et al., 2013). Σε αυτό το πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) αναγνωρίζει την ανάγκη για ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου και συνεκτικού πλαισίου πολιτικής και υιοθετεί την Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική (ΟΘΠ) για την ΕΕ (Ε.Ε.Κ, 2007), η οποία αποσκοπεί στη βιώσιμη ανάπτυξη των θαλάσσιων και παράκτιων περιοχών και των δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται σε αυτές.

Το 2008, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο εκδίδει την Οδηγία πλαίσιο για τη Θαλάσσια Στρατηγική 2008/56/ΕΚ (Ε.Κ & Σ, 2008), η οποία σκοπό έχει να εγκαταστήσει ένα κοινό πλαίσιο για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και την αειφορία των χρήσεων που χωροθετούνται σε αυτό. Το 2013, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο εκδίδει την πρόταση οδηγίας 2013/133 για τη θέσπιση πλαισίου για το Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχεδιασμό (ΘΧΣ) και την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών (Ε.Κ & Σ, 2013). Ακολουθώντας, το 2014 εκδίδεται η Οδηγία 2014/89/ΕΕ 'Περί θεσπίσεως πλαισίου για το ΘΧΣ' (Ε.Κ & Σ, 2014), η οποία παρέχει ένα κοινό πλαίσιο αρχών και τις κοινές προτεραιότητες και απαιτήσεις για τον ΘΧΣ, αλλά τα κράτη μέλη παραμένουν αρμόδια και υπεύθυνα για τον σχεδιασμό του θαλάσσιου χώρου τους.

Η Οδηγία 2014/89/ΕΕ ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία με το Νόμο 4546/2018 (ΦΕΚ, 2018), σύμφωνα με τον οποίο, ο ΘΧΣ, στην Ελλάδα, λαμβάνει χώρα σε δύο επίπεδα: Σε εθνικό επίπεδο με τη θέσπιση Εθνικής χωρικής στρατηγικής για το θαλάσσιο χώρο και σε περιφερειακό επίπεδο με τη θέσπιση Θαλάσσιων Χωρικών Σχεδίων. Η Ελλάδα έχει υποχρέωση να προβεί στη θέσπιση των παραπάνω πλαισίων ως τις 31/03/2021. Παρά το μήκος της ακτογραμμής και τα πολυάριθμα νησιά της Ελλάδας, δεν έχει υπάρξει ως σήμερα μία ολοκληρωμένη πολιτική για το θαλάσσιο και παράκτιο χώρο, και η διαχείριση τους έγκειται σε αποσπασματικές αναφορές, οι οποίες υπάρχουν σε πληθώρα νόμων και χωρικών αναπτυξιακών και τομεακών πολιτικών και σχεδίων. Σε αυτό το πλαίσιο, αναδεικνύεται η ανάγκη για ΘΧΣ, παρόλα αυτά η ενσωμάτωση του στην εθνικό σύστημα σχεδιασμού δεν αποτελεί μία απλή υπόθεση και είναι πιθανόν να επιβαρύνει ακόμα περισσότερο την πολυφωνία που υπάρχει μεταξύ παράλληλων πλαισίων.

1.2 Το τοπίο στο ΘΧΣ

Το τοπίο δεν είναι εύκολο να ορισθεί λόγω του πολυδιάστατου χαρακτήρα του (Tress et al., 2001). Σύμφωνα με τον ορισμό της Ευρωπαϊκής Σύμβασης για το τοπίο το 2000, ως τοπίο ορίζεται: "Μία περιοχή, όπως γίνεται αντιληπτή από ανθρώπους, της οποίας ο χαρακτήρας είναι το αποτέλεσμα της δράσης και αλληλεπίδρασης των φυσικών ή/και ανθρωπίνων παραγόντων" (Council of Europe 2000). Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό και την επικρατούσα, σήμερα, αντίληψη, σημαντικό και άξιο προστασίας και διαχείρισης θεωρείται κάθε τοπίο και όχι μόνο τα ιδιαίτερης ομορφιάς τοπία. Ζητήματα διαχείρισής τίθενται για όλα τα τοπία, όπως είναι: τα αγροτικά, τα βιομηχανικά τοπία, τα τοπία της καθημερινής ζωής, ακόμα και τα τοπία που έχουν υποστεί υποβάθμιση. Στο πλαίσιο αυτό, η ένταξη του τοπίου ως διακριτή ενότητα στο σύστημα του χωρικού σχεδιασμού κρίνεται ως βασική προϋπόθεση για την προστασία και τη διαχείριση του. Η θεώρηση αυτή έχει υιοθετηθεί και αναδειχτεί στην Ευρωπαϊκή Σύμβαση για το τοπίο, η οποία αφορά στην σύνταξη ενός κοινού ευρωπαϊκού πλαισίου με στρατηγικό χαρακτήρα. Κάθε συμβαλλόμενο μέλος έχει την υποχρέωση

για θέσπιση θεσμικών εργαλείων, τα οποία θα έχουν ως στόχο την ολοκληρωμένη διαχείριση και προστασία των τοπίων.

Στην Ελλάδα, η κύρωση της Ευρωπαϊκής σύμβασης για το τοπίο έγινε το 2010 (ΦΕΚ, 2010) και αποτέλεσε το σημαντικότερο βήμα προς τη σύνταξη εθνικής πολιτικής για το τοπίο. Η εισαγωγή του τοπίου στο χωρικό σχεδιασμό, όχι ως αποσπασματικές αναφορές αλλά ως διακριτή ενότητα, επιχειρησιακά υιοθετείται για πρώτη φορά στα αναθεωρημένα Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΠΠΧΣΑΑ) και παρά τα σημαντικά οργανωτικά και μεθοδολογικά ζητήματα που εγείρονται αποτελεί μια προσπάθεια στην σωστή κατεύθυνση. Για την ολοκληρωμένη διαχείριση και προστασία του τοπίου, καίριας σημασίας είναι η εισαγωγή του σε όλα τα επίπεδα σχεδιασμού. Στο τοπικό επίπεδο, θα διασφαλίζεται η εξειδίκευση των στρατηγικών κατευθύνσεων των ΠΠΧΣΑΑ, ενώ απαραίτητη είναι η περαιτέρω αναφορά θεμάτων που αφορούν στο τοπίο και σε εθνικού επιπέδου πλαίσια και ιδιαίτερα στα ειδικά πλαίσια που αφορούν σε τομείς με έντονη επίδραση στο τοπίο.

Τα τοπία αλλάζουν καθώς το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον μεταβάλλεται. Σκοπός δεν θα πρέπει να είναι η αναχαίτιση των μετασχηματισμών, αλλά ο στρατηγικός σχεδιασμός, των διάφορων ενεργειών και δραστηριοτήτων οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε έναν τόπο, με γνώμονα τη βιώσιμη ανάπτυξη του και τη διατήρηση της πολιτιστικής του ταυτότητας (ICOMOS, 2014). Το τοπίο του παράκτιου και θαλάσσιου χώρου δέχεται, τα τελευταία χρόνια, την εντονότερη αλλαγή, λόγω της αύξησης και της εντατικοποίησης των χρήσεων που χωροθετούνται. Οι βασικοί παράγοντες που συμβάλουν στην υποβάθμισή του παράκτιου και θαλάσσιου τοπίου αφορούν: (α) στην υπέρβασή της φέρουσας ικανότητας των τοπικών χωροκοινωνικών συστημάτων από τις μεγάλες πληθυσμιακές συγκεντρώσεις (εποχιακού συνήθων χαρακτήρα) που οδηγούν σε συνεχή αύξηση της προγραμματίσιμης δόμησης, η οποία αφορά, κυρίως, παραθεριστικές κατοικίες και τουριστικά καταλύματα και σε υποδομές για την διασφάλιση της προσβασιμότητας (οδικό δίκτυο, λιμένες κλπ.), (β) στις μεγάλες επενδύσεις υποδομών εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στη χωροθέτηση εξορυκτικών εκμεταλλεύσεων και τις απαραίτητες για αυτές σύνοδες δομές και (γ) στην κλιματική αλλαγή (Hadlay, 2009; Parcerisas et al., 2012). Σε αυτό το πλαίσιο, αναδεικνύεται η ανάγκη για ενσωμάτωση του τοπίου στα χωρικά σχέδια του ΘΧΣ σε αντιστοιχία με το χερσαίο χωρικό σχεδιασμό (Tsilimigkas et al., 2020).

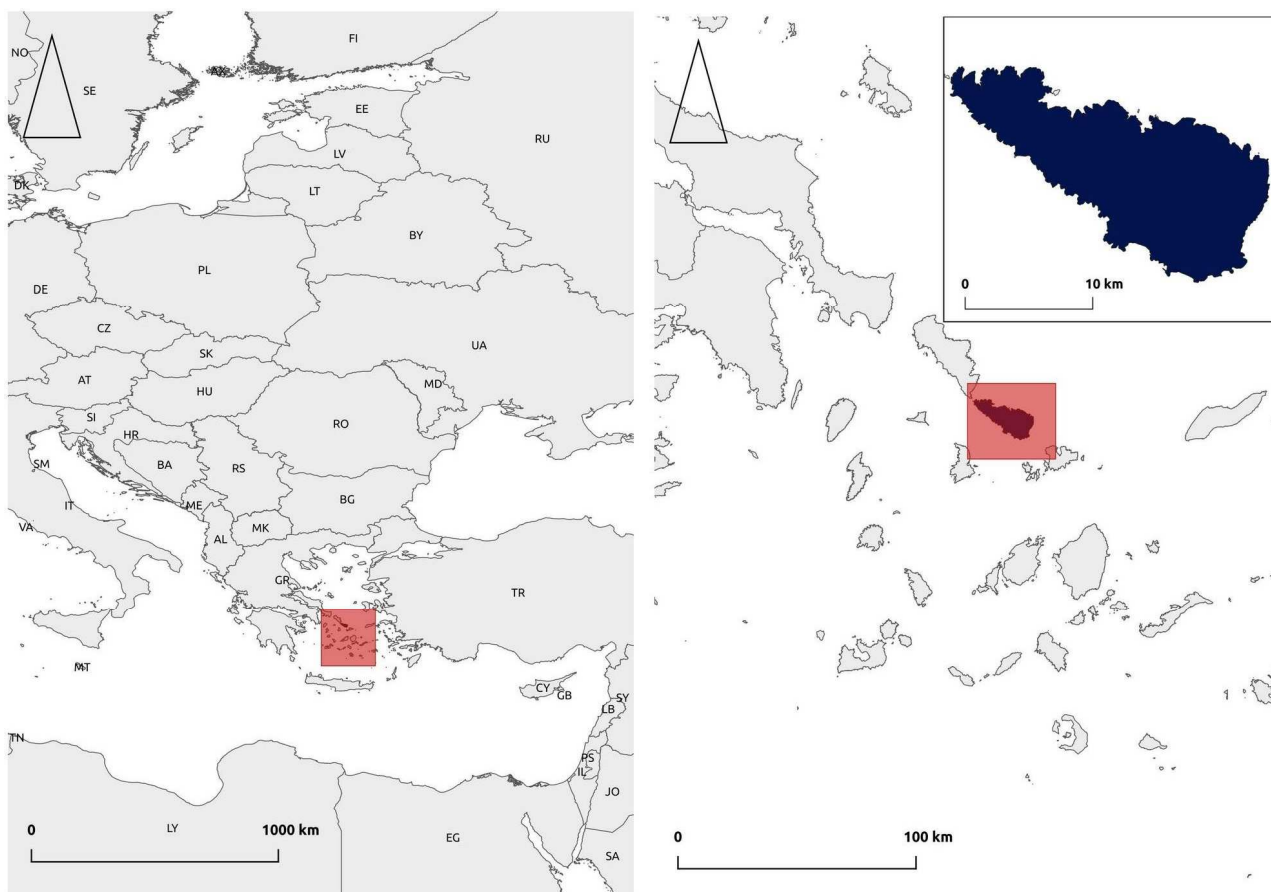
1.3 Η εξορυκτική δραστηριότητα στην Τήνο

Η εξορυκτική δραστηριότητα έχει έντονο χωρικό αποτύπωμα στο τοπίο. Το τοπίο της περιοχής αλλάζει από την εξορυκτική δραστηριότητα και τις απαραίτητες οι σύνοδες δομές. Ιδιαίτερα σε νησιωτικές περιοχές, όπου οι φυσικοί πόροι και η φέρουσα ικανότητα είναι περιορισμένοι και τα χωροκοινωνικά συστήματα είναι εύθραυστα, η χωροθέτηση εξορυκτικών μονάδων αποτελεί ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα με ιδιαίτερο χωρικό αποτύπωμα.

Η εξορυκτική έρευνα και εκμετάλλευση ξεκινά στην Ελλάδα από τα μισά του 19ου αιώνα, εντατικοποιείται από το 1860 και μετά και ρυθμίζεται στο πλαίσιο του νόμου “Περί μεταλλείων” του 1861 με διατάξεις για τα μεταλλεία, τα ορυχεία και τα λατομεία (ΦΕΚ, 1861). Τα νησιά του Αιγαίου, και ιδιαίτερα τα νησιά των Κυκλάδων, υπήρξαν εξορυκτικά κέντρα της εποχής. Σχεδόν σε όλα τα νησιά υπήρξε εξορυκτική εκμετάλλευση, η οποία, στις περισσότερες περιπτώσεις, ήταν μικρής κλίμακας και απόδοσης και δεν είχε μεγάλη διάρκεια στο χρόνο, παρόλα αυτά τα σημάδια στο τοπίο έχουν παραμείνει και αποτελούν ένα κομμάτι της βιομηχανικής κληρονομιάς της χώρας (Μπελαβίλας και Παπαστεφανάκη, 2009). Ωστόσο, σε κάποια νησιά με ιδιαίτερα καλής ποιότητας

κοιτάσματα, η εξορυκτική δραστηριότητα ήταν έντονη και σε πολλές περιπτώσεις συνεχίζεται ως και σήμερα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η Μήλος, η Νάξος, η Πάρος και η Τήνος.

Η Τήνος είναι νησί των βορειοδυτικών Κυκλάδων με έκταση 196,7 τ.χλμ. και πληθυσμό 8636 ατόμων (ΕΛΣΤΑΤ, 2011) (Χάρτης 1). Διαθέτει αξιόλογη πολιτιστική κληρονομιά και εκτεταμένο δίκτυο παραδοσιακών οικισμών, οι οποίοι είναι 37 στο σύνολό τους (ΦΕΚ 1978; ΦΕΚ 1988). Το υπέδαφος του νησιού είναι πλούσιου σε κοιτάσματα, με κυριότερο ορυκτό το μάρμαρο. Η εξόρυξη μαρμάρου στην Τήνο έχει ξεκινήσει από την αρχαιότητα, με ευρήματα κατά τη ρωμαϊκή, βυζαντινή και ενετική περίοδο. Η βιομηχανική εκμετάλλευση μαρμάρου ξεκινάει τον 19ο αιώνα, με την αυξημένη ζήτηση για κατασκευή νεοκλασικών κτηρίων, και εντείνεται αρχές του 20ου αιώνα (Μπελαβίλας και Παπαστεφανάκη, 2009). Τα λατομεία μαρμάρου της Τήνου συγκεντρώνονταν στο βόρεια τμήμα του νησιού και κυρίως σε παραθαλάσσιες θέσεις, πολλά από αυτά είναι ενεργά ως και σήμερα. Η εξόρυξη μαρμάρου έχει ενισχύσει σημαντικά την οικονομία του νησιού αλλά ταυτόχρονα αφήνει έντονο αποτύπωμα στο τοπίο της βόρειας Τήνου.



Χάρτης 1. Η θέση της Τήνου

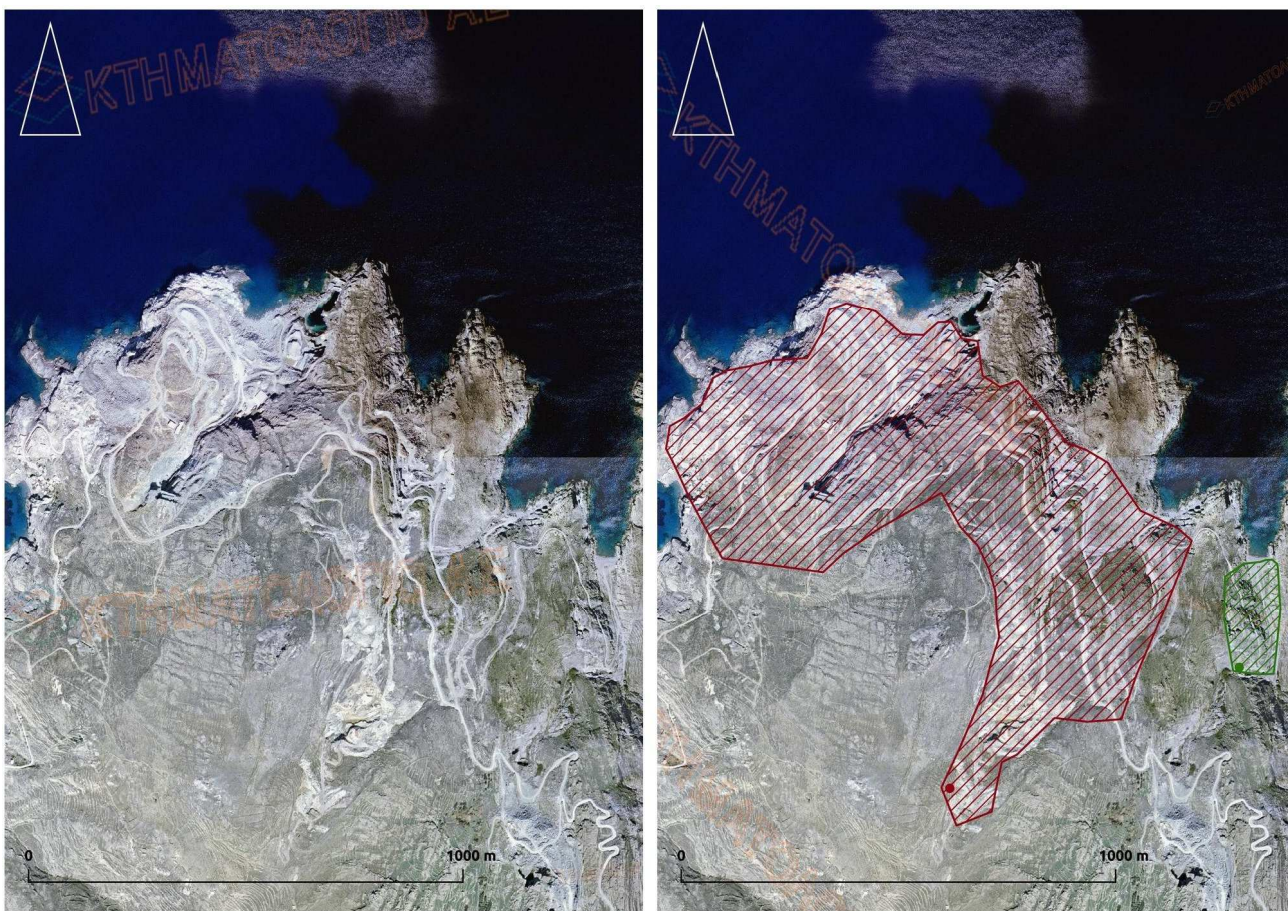
Πηγή: Ιδία εξεργασία

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ποσοτική απόδοση της επίδρασης της εξορυκτικής δραστηριότητας στο θαλάσσιο τοπίο της Τήνου. Τα γεωχωρικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι στο Ελληνικό Γεωδετικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87). Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της μεθόδου viewshed analysis είναι το European Union Digital Elevation Model version 1.1 (EU DEM v1.1) (ΕΕΑ, 2016), το οποίο έχει μέγεθος εικονοστοιχείου 25μ., πραγματοποιήθηκε η μέθοδος επαναδειγματοληψίας (resampling) για την αναγωγή του εικονοστοιχείου στα 20μ.

Τα υπό μελέτη λατομεία και οι σύνοδες δομές τους που αφορούν στις ενεργές εκμεταλλεύσεις εντοπίστηκαν βασιζόμενοι στα ανοιχτά δεδομένα της Γενικής Διεύθυνσης Ορυκτών Πρώτων Υλών της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και συμπληρώθηκαν βάσει του διαδραστικού χάρτη της πύλης της ΛΑΤΟΜΕΤ (ΥΠΕΝ 2018, 2020), ακολούθως ψηφιοποιήθηκαν σε μορφή πολύγωνων (shape file). Τα μη ενεργά λατομεία εντοπίστηκαν βάσει του βιβλίου "Ορυχεία στο Αιγαίο, Βιομηχανική αρχαιολογία στην Ελλάδα" (Μπελαβίλας και Παπαστεφανάκη, 2009) και ακολούθως ψηφιοποιήθηκαν σε μορφή πολύγωνων (shape file). Η ψηφιοποίηση έγινε σε κλίμακα 1:5000 με χάρτη αναφοράς τους ορθοφωτοχάρτες της Κτηματολόγιο Α.Ε (Ελληνικό Κτηματολόγιο, 2020) (Χάρτης 2).



Χάρτης 2. Παράδειγμα ενεργής και μη ενεργής εξορυκτικής μονάδας στην Τήνο

Πηγή: Ιδία εξεργασία

Οι υπό μελέτη ενεργές εξορυκτικές μονάδες στο νησί της Τήνου είναι πέντε και αφορούν λατομεία σχιστόλιθου και μαρμάρου. Οι υπό μελέτη μη ενεργές εξορυκτικές μονάδες και τα απομεινάρια υποδομών και κτηρίων που τις πλαισιώναν είναι δύο; το λατομείο λευκού Μαρμάρου, στη θέση Βάθη όπου σώζεται το συγκρότημα κτηρίων, σχιστηρίου, αποθήκης και γραφείων διοίκησης και το λατομείο πράσινου μαρμάρου, στη θέση Χούσουλα όπου σώζονται ερείπια από εγκαταστάσεις μεταφοράς και ισόγεια κτήρια.

2.2 Μεθοδολογία

Στην παρούσα εργασία η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ανάλυση ορατότητας, αποτελεί διαδεδομένη μέθοδο ποσοτικής απόδοσης της ορατότητας και θεωρείται κατάλληλη μέθοδος για την μελέτη της οπτικής επίδρασης της εξορυκτικής δραστηριότητας στο τοπίο (Mouflis et al., 2008; Menegaki and Kaliampakos, 2012; Mavrommatis and Menegaki, 2017). Κατά την εφαρμογή της μεθόδου είναι απαραίτητο να οριστεί το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και η θέση των παρατηρητών πάνω σε αυτό. Στο πλαίσιο της εργασίας, οι παρατηρητές μπορούν να βρίσκονται σε οποιαδήποτε θέση του θαλάσσιου χώρου, γι αυτό οι παρατηρητές με τους στόχους αντιστράφηκαν και ορίστηκαν ως παρατηρητές οι θέσεις των εξορυκτικών μονάδων και ως στόχος όλες οι θέσεις του θαλάσσιου χώρου. Οι εξορυκτικές μονάδες έχουν ψηφιοποιηθεί ως πολύγωνα, για τις ανάγκες της μεθόδου όμως, επιλέχθηκε το ψηλότερο σημείο σύμφωνα με τις ισοϋψείς του αναγλύφου. Κάποιες σημαντικές μεταβλητές που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της μεθόδου είναι το ύψος του παρατηρητή και το ύψος του στόχου, το ύψος του παρατηρητή ορίστηκε 1μ. με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται ήδη το ψηλότερο σημείο της εκάστοτε εξορυκτικής μονάδας, ενώ το ύψος του στόχου ορίστηκε 5μ. όσο το μέσο ύψος στο κατάστρωμα ενός μικρού πλοίου. Μία ακόμα σημαντική μεταβλητή αποτελεί η ακτίνα ορατότητας, σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και την ένταση του χωρικού αποτυπώματος που έχουν οι ενεργές εξορυκτικές μονάδες στο τοπίο, η ακτίνα ορατότητας ορίστηκε 8 χλμ. (Menegaki and Kaliampakos, 2012). Οι μη ενεργές εξορυκτικές μονάδες κρίθηκε πως λόγω του μεγέθους και των αλλοιώσεων που έχουν υποστεί είναι ορατά σε μικρότερη απόσταση, η ακτίνα ορατότητας ορίστηκε 5χλμ.

Οι ενεργές εξορυκτικές μονάδες κρίθηκε σκόπιμο να κατηγοριοποιηθούν βάσει κριτηρίων που επηρεάζουν την ένταση της επίδρασης τους στο τοπίο. Τα κριτήρια που λήφθηκαν υπόψη είναι: (α) το μέγεθος, σύμφωνα με το οποίο οι εξορυκτικές μονάδες διαχωρίστηκαν σε μικρές και μεγάλες βάσει του ψηφιοποιημένου πολυγώνου, (β) οι συνοδές δομές οι οποίες αφορούν στους δρόμους και τα κτήρια που εξυπηρετούν τις εξορυκτικές μονάδες και εντοπίζονται από τους ορθοφωτοχάρτες της Κτηματολόγιο Α.Ε. και (γ) η εγγύτητα με τη θάλασσα, ως παράκτιος κρίθηκε ο χώρος ως και 350μ. από την ακτογραμμή (ΦΕΚ, 2009), ο οποίος αποτελεί χώρο συγκέντρωσης πολλών διαφορεικών δραστηριοτήτων.

Στην περίπτωση που μία εξορυκτική μονάδα: (α) δεν πληρεί κανένα από τα παραπάνω κριτήρια θεωρείται πολύ ήπιας οπτικής επίδρασης στο τοπίο, (β) πληρεί ένα από τα παραπάνω κριτήρια θεωρείται ήπιας οπτικής επίδρασης στο τοπίο, (γ) πληρεί δύο από τα παραπάνω κριτήρια θεωρείται έντονης οπτικής επίδρασης στο τοπίο και (δ) πληρεί όλα τα παραπάνω κριτήρια θεωρείται πολύ έντονης οπτικής επίδρασης στο τοπίο. Στην Τήνο υπάρχει μία εξορυκτική μονάδα πολύ ήπιας επίδρασης, δύο εξορυκτικές μονάδες ήπιας επίδρασης, μία εξορυκτική μονάδα έντονης επίδρασης και μία εξορυκτική μονάδα πολύ έντονης επίδρασης. Οι μη ενεργές εξορυκτικές μονάδες εξαιρέθηκαν από την παραπάνω κατηγοριοποίηση, καθώς η επίδραση τους στο τοπίο θεωρείται θετική και αποτελούν κομμάτι της βιομηχανικής κληρονομιάς του νησιού.

Ο θαλάσσιος χώρος ορίστηκε σύμφωνα με την ακτίνα ορατότητας, δημιουργήθηκε ζώνη εγγύτητας 8 χλμ. από την ακτογραμμή της Τήνου προς τη θαλάσσια περιοχή. Η υπό μελέτη θαλάσσια περιοχή του νησιού καταλαμβάνει 725 τ.χλμ.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

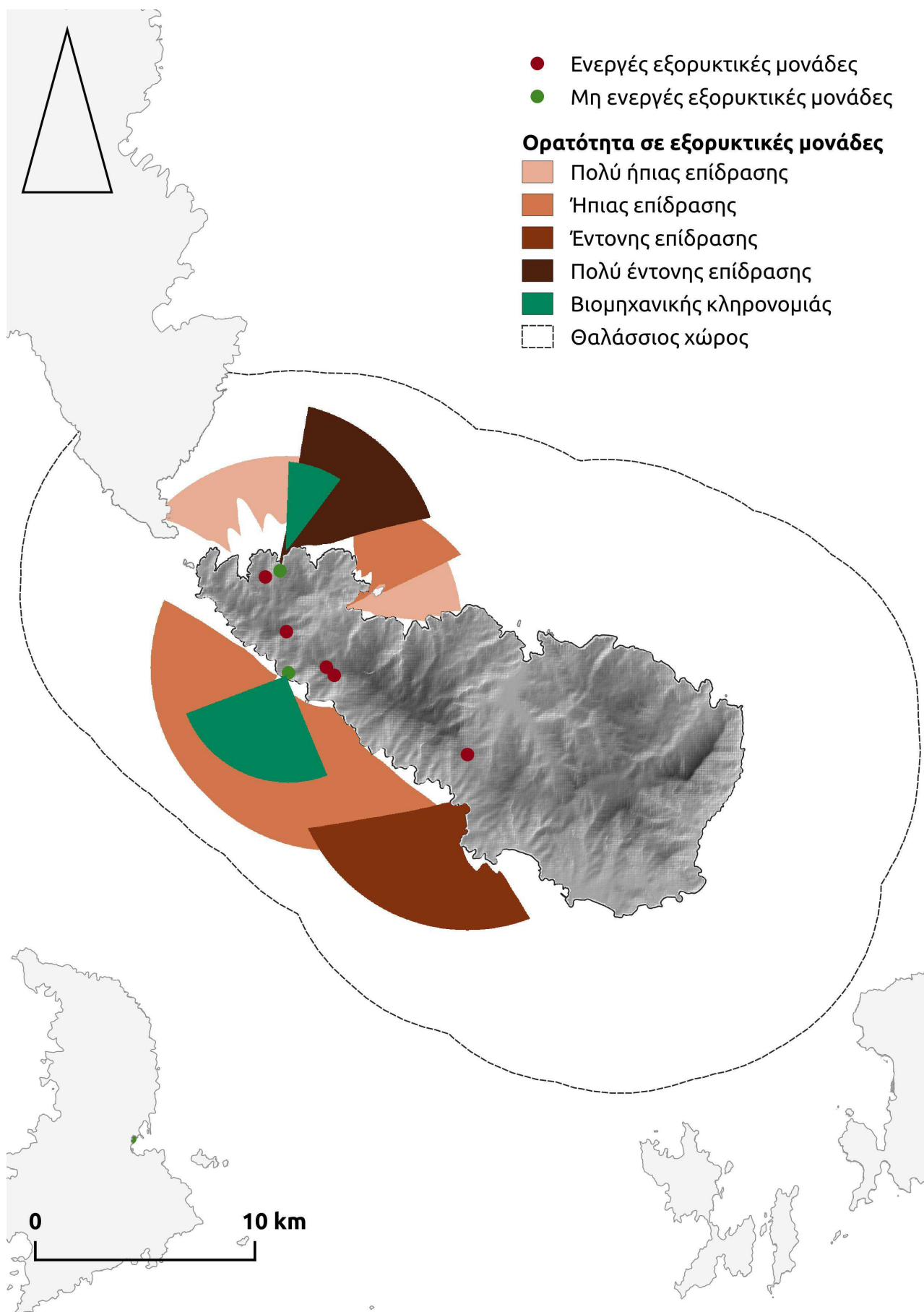
Από την εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης ορατότητας προέκυψε ο χάρτης 1, στον οποίο απεικονίζεται η οπτική επίδραση που έχουν οι εξορυκτικές μονάδες στο θαλάσσιο τοπίο της Τήνου. Ο πίνακας 1 περιέχει τα ποσοτικά αποτελέσματα, συγκεκριμένα 21,2 τ.χλμ., δηλαδή 2,9% του υπό μελέτη συνολικού θαλάσσιου χώρου έχει ορατότητα σε εξορυκτικές μονάδες πολύ ήπιας οπτικής επίδρασης. Τα 61,1 τ.χλμ., δηλαδή το 8,4% του θαλάσσιου χώρου έχει ορατότητα σε εξορυκτικές μονάδες ήπιας οπτικής επίδρασης. Τα 34,4 τ.χλμ., δηλαδή το 4,7% του θαλάσσιου χώρου έχει ορατότητα σε εξορυκτικές μονάδες έντονης οπτικής επίδρασης. Τα 21,8 τ.χλμ., δηλαδή το 3% του θαλάσσιου χώρου έχει ορατότητα σε εξορυκτικές μονάδες πολύ έντονης οπτικής επίδρασης. Τα 24,2 τ.χλμ., δηλαδή το 3,4% του θαλάσσιου χώρου έχει ορατότητα σε απομεινάρια από μη ενεργές εξορυκτικές μονάδες.

Ένα σημαντικό ποσοστό του θαλάσσιου τοπίου της Τήνου φαίνεται να επηρεάζεται από την εξορυκτική δραστηριότητα. Η οπτική επίδραση στο θαλάσσιο τοπίο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από το ΘΧΣ με σκοπό την άμβλυνση χωροθέτησης ασύμβατων χρήσεων καθώς και την ολοκληρωμένη διαχείριση και προστασία του τοπίου. Οι δομές που υπάρχουν ως σήμερα από μη ενεργές εξορυκτικές μονάδες, αν και έχουν μικρό μέγεθος και η ορατότητα σε αυτές περιορίζεται χιλιομετρικά, επηρεάζουν σημαντικό ποσοστό του θαλάσσιου χώρου του νησιού, δίνοντας τη δυνατότητα για αξιοποίηση της βιομηχανικής κληρονομιάς του νησιού ακόμα και σε δύσβατες περιοχές της χερσαίας έκτασης με περαιτέρω ανάδειξη της ιστορίας της μαρμαροτεχνίας της Τήνου.

Πίνακας 1. Οπτική επίδραση των εξορυκτικών μονάδων στο θαλάσσιο τοπίο της Τήνου

Κατηγορίες εξορυκτικών μονάδων	Θαλάσσιος Χώρος	
	τ.χλμ.	%
Πολύ ήπια οπτική επίδραση	21,2	2,9
Ήπια οπτική επίδραση	61,1	8,4
Έντονη οπτική επίδραση	34,3	4,7
Πολύ έντονη οπτική επίδραση	21,8	3
Βιομηχανική Κληρονομιά	24,2	0,4

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 3. Επίδραση της εξορυκτικής δραστηριότητας στο θαλάσσιο χώρο της Τήνου

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το τοπίο αποτελεί αφενός, κομμάτι της πολιτιστικής κληρονομιάς ενός τόπου (ICOMOS, 2008) και και αφετέρου σημαντικό αναπτυξιακό πόρο. Ιδιαίτερα για τα νησιά, τα οποία στηρίζουν πλέον την οικονομία τους στον τουρισμό, το τοπίο αποτελεί τον κύριο παράγοντα τουριστικής προσέλκυσης. Ωστόσο, οι συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις που οδηγούν στη χωροθέτηση νέων δομών και παραγωγικών δραστηριοτήτων (ΑΠΕ, εξορυκτικές μονάδες, υδατοκαλλιέργειες κ.α.) προκαλούν έντονες αλλαγές στο τοπίο, όχι μόνο στο χερσαίο αλλά και στο θαλάσσιο τοπίο (Tsilimigkas and Derdemezi, 2020). Το θαλάσσιο τοπίο είναι εξίσου σημαντικό με το χερσαίο, ιδιαίτερα στα νησιά τα οποία είναι συνυφασμένα με το θαλάσσιο χώρο και ολοένα αυξανόμενες χρήσεις χωροθετούνται ή σχετίζονται με αυτόν. Το θαλάσσιο τοπίο, δηλαδή η ορατότητα από τη στεριά προς τη θάλασσα, αλλά και το αντίστροφο, αναδεικνύουν την αλληλεπίδραση θαλάσσιου και χερσαίου χώρου (Hill et al., 2001).

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση της εξορυκτικής δραστηριότητας στο θαλάσσιο τοπίο της Τήνου. Αν και η μαρμαροτεχνία αποτελεί ένα κομμάτι της πολιτιστικής κληρονομιάς της Τήνου και η εξόρυξη πραγματοποιείται εδώ και αιώνες στο νησί, η αυξανόμενη ένταση, οι υπερμεγέθεις συνοδές δομές και οι συνεχείς νέες θέσεις εξόρυξης μπορούν να αποφέρουν μη αναστρέψιμες πιέσεις στο τοπίο του νησιού και σύγκρουση με χρήσεις όπως ο τουρισμός. Η δομές από μη ενεργές εξορυκτικές μονάδες αποτελούν κομμάτι της βιομηχανικής κληρονομιάς του νησιού αλλά και της χώρας ευρύτερα, είναι σκόπιμο να συντηρηθούν και να αναδειχθούν ώστε να αποτελέσουν πόρο για την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών τουρισμού.

Η ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση του τοπίου μπορεί να επιτευχθεί με την ένταξη του τοπίου στο χωρικό σχεδιασμό. Απαραίτητη είναι η ενσωμάτωση του σε όλα τα επίπεδα χωρικού σχεδιασμού. Ιδιαίτερα, τα Ειδικά Χωροταξικά Πλαίσια που αφορούν σε τομείς με έντονο χωρικό αποτύπωμα (ΑΠΕ, Υδατοκαλλιέργειες, Τουρισμός κ.α.) θα πρέπει οι κατευθύνσεις που δίνουν να λαμβάνουν υπόψη το τοπίο με περισσότερο συστηματικό τρόπο. Σχετικά με την εξορυκτική δραστηριότητα, αναμένεται το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις Ορυκτές Πρώτες Ύλες, το οποίο βρίσκεται σε διαδικασία εκπόνησης μελέτης, και διαπραγματεύεται μία δραστηριότητα με έντονο χωρικό αποτύπωμα, γι αυτό θα πρέπει το τοπίο, τόσο το χερσαίο όσο και το θαλάσσιο, να λαμβάνεται υπόψη στις κατευθύνσεις του.

Στην παρούσα εργασία αναδείχθηκε η ανάγκη για προστασία και διαχείριση του θαλάσσιου τοπίου, το οποίο θα πρέπει να αποτελέσει διακριτή ενότητα στα χωρικά σχέδια του ΟΧΣ. Η ανάλυση ορατότητας, η οποία αποτελεί τη μέθοδο που υιοθετήθηκε στην παρούσα μελέτη, μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για την ποσοτική απόδοση της επίδρασης δομών και δραστηριοτήτων, όπως αυτή της εξόρυξης, στο τοπίο, είτε στο χερσαίο είτε στο θαλάσσιο. Το ποσοτικό αποτέλεσμα μπορεί να αποτελέσει αντικειμενικό κριτήριο για τις κατευθύνσεις που θα δώσει ο χωρικός σχεδιασμός σχετικά με την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση του τοπίου.

Οικονομική υποστήριξη



ΕΛΙΔΕΚ
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Η Ευαγγελία Θεοδώρα Δερδεμέζη υποστηρίχθηκε για αυτή την ερευνητική εργασία από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδακτόρων» (Αριθμός Υποτροφίας: 179)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Collie, J., Adamowicz, W.L., Beck, M., Craig, B., Essington, T., Fluharty, D., Rice, J., Sanchirico, J. (2013). Marine spatial planning in practice. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 117. pp. 1- 11. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.11.010

Council of Europe. (2000). European landscape convention. Florence, 20.X.2000. ETS 176. Council of Europe, Strasbourg. Retrieved from <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/176.htm>

EEA (European Environmental Agency). (2016). European Digital Elevation Model (EU-DEM), version 1.1. EEA under the framework of the Copernicus programme

Hadlay, D. (2009). Land use and the coastal zone. *Land Use Policy*. 26. pp. 198 – 203. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.09.014

Hill, M., Briggs, J., Minto, P., Bagnall, D., Foley, K. and Williams A, 2001. Guide to best practice in seascape assessment. Countryside Council for Wales. Measure 1.3: protection of the marine and coastal environment and marine emergency Planning

ICOMOS (International Council on Monuments and Sites). (2008) Quebec Declaration on the Preservation of the Spirit of Place (Canada: ICOMOS).

ICOMOS (International Council on Monuments and Sites). (2014) The Florence Declaration on Heritage and Landscape as Human Values (Florence: ICOMOS).

Mavrommatis, E & Menegaki, M. (2017). Setting rehabilitation priorities for abandoned mines of similar characteristics according to their visual impact: The case of Milos Island, Greece. *Journal of sustainable mining*. 16 (3). pp. 104- 113. DOI: doi.org/10.1016/j.jsm.2017.10.003

Menegaki, M. M., & Kaliampakos, D. C. (2012). Evaluating mining landscape: A step forward, *Ecological Engineering*. 43. pp. 26–33. DOI:10.1016/j.ecoleng.2011.02.011

Mouflis, G., Gitas, I., Iliadou, S., & Mitri, G. (2008) Assessment of the visual impact of marble quarry expansion (1984–2000) on the landscape of Thasos island, NE Greece, *Landscape and Urban Planning*. 86(1). pp. 92–102. DOI:10.1016/j.landurbplan.2007.12.009

Parcerisas, L. Marull, J. Pino, J. Tello, E. Coll, F. Basnou, C. (2012). Land use changes, landscape ecology and their socioeconomic driving forces in the Spanish Mediterranean coast (El Maresme County, 1850–2005). *Environmental Sciences and Policy*. 23. pp. 120-132. DOI: [dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2012.08.002](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.08.002)

Tress, B., Tress, G., Decamps, H., & Hauteserre, A.-M. (2001). Bridging human and natural sciences in landscape research. *Landscape and Urban Planning*, 57(3–4), 137–141. doi:10.1016/S0169-2046(01)00199-2

Tsilimigkas G, Derdemezi E-T (2020) Spatial planning and the traditional settlements management: evidence from visibility analysis of traditional settlements in Cyclades, Greece. *Plan Pract Res* 35(1):86– 106. <https://doi.org/10.1080/02697459.2019.1687202>

Tsilimigkas, G. Rempis, N. Derdemezi E.-T. (2020). Marine Zoning and Landscape Management on Crete Island, Greece. Journal of Coastal Conservation. 24 (43). DOI: doi.org/10.1007/s11852-020-00757-5

Ε.Ε.Κ (Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων). (2007). Μία Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική για την Ευρωπαϊκή Ένωση. COM (2007). Βρυξέλες

Ε.Κ & Σ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο). (2008). Οδηγία 2008/56/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Ιουνίου 2008, περί πλαισίου κοινοτικής δράσης στο πεδίο της πολιτικής για το θαλάσσιο περιβάλλον (οδηγία-πλαίσιο για τη θαλάσσια στρατηγική). Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 164/19

Ε.Κ & Σ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο). (2013). Πρόταση οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τη θέσπιση πλαισίου για τον θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό και την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών. 2013/0074 (COD). Βρυξέλες

Ε.Κ & Σ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο). (2014). Οδηγία 2014/89/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Ιουλίου 2014 περί θεσπίσεως πλαισίου για τον θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 257/135. Βρυξέλες

Ελληνικό Κτηματολόγιο (2020). Προβολή ορθοφωτοχαρτών

ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή). (2011). Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/el/2011-census-pop-hous>

Μπελαβίλας, Ν. και Παπαστεφανάκη. Λ. (2009). Ορυχεία στο Αιγαίο, Βιομηχανική αρχαιολογία στην Ελλάδα. Αθήνα. Μέλισσα. σσ. 304

ΥΠΕΝ (Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας). (2018). Ανοιχτά Δεδομένα. Εξορυκτική δραστηριότητα 2018. Διαθέσιμο στο: <http://www.latomet.gr/ypan/StaticPage1.aspx?pagenb=16515>

ΥΠΕΝ (Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας). (2020). Πύλη LATOMET. Διαθέσιμο στο: http://www.latomet.gr/ypan/Default_GIS.aspx

ΦΕΚ (Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως).(1861). Περί μεταλλείων. ΦΕΚ 44/24.08.1861

ΦΕΚ (Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως).(1978). Περί χαρακτηρισμού ως παραδοσιακών τινών του κράτους και καθορισμού των όρων και περιορισμών δόμησης των οικοπέδων αυτών. ΦΕΚ 595/Δ/1978

ΦΕΚ (Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως). (1988). Χαρακτηρισμός οικισμών του νομού Κυκλάδων ως παραδοσιακών και καθορισμών όρων και περιορισμών δόμησης αυτών. ΦΕΚ 504/Δ/1988

ΦΕΚ (Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως). (2009β). Έγκριση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό και της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού. ΦΕΚ 1138 Β/11.6.2009

ΦΕΚ (Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως).(2010). Κύρωση της Ευρωπαϊκής Σύμβασης του Τοπίου. ΦΕΚ 30/Α/2010. Νόμος 3827/2010

ΦΕΚ (Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως). (2018). Ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία της Οδηγίας 2014/89/ΕΕ «περί θεσπίσεως πλαισίου για το θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό» και άλλες διατάξεις. ΦΕΚ 101/Α/2018. Νόμος 4546/2018

ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΒΑΘΙΑΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

*Παπακωνσταντίνου Απόστολος^{(2),(α)}, Μπάτσαρης Μάριος^{(3)(β)},
Σπονδυλίδης Σπύρος^{(3)(α)}, Μουτζούρης-Σιδηρής Ιωάννης^{(3)(α)}, Καντέρ
Αλέξης^{(4)(α)}, Αργύριος Μουστάκας^{(4)(α)}, Τοπουζέλης Κωνσταντίνος^{(1)(α)}*

⁽¹⁾ Επίκουρος Καθηγητής

⁽²⁾ Μεταδιδακτορικός Ερευνητής

⁽³⁾ Υποψήφιος Διδάκτορας

⁽⁴⁾ Ερευνητής

^(α) Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, Ελλάδα

^(β) Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, Ελλάδα

apapak@aegean.gr* , m.batsaris@aegean.gr , sspo@aegean.gr,
moutzouris@aegean.gr, akanter@aegean.gr
, amoustakas@aegean.gr, topouzelis@aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρουσία πλαστικών απορριμμάτων έχει αναγνωρισθεί ως σημαντικό πρόβλημα στην εποχή μας καθώς μπορεί να επηρεάσει δραματικά την χλωρίδα και την πανίδα ενώ δύναται να προκαλέσει σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις στις παράκτιες κοινότητες, τον τουρισμό και την αλιεία. Τα υφιστάμενα συστήματα συλλογής δεδομένων είναι περιορισμένα και αδυνατούν να απαντήσουν στη χωροχρονική μεταβολή και την δυναμική των συγκεντρώσεων τους στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτό η συνδυασμένη χρήση των Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) τεχνικές υπολογιστικής όραση και μηχανικής μάθησης δύναται να συμβάλει στην ταχύτερη χωροχρονική παρακολούθηση των πλαστικών αποκριμάτων στον παράκτιο χώρο. Βασικός στόχος της παρούσας έρευνας αποτελεί η διερεύνηση τεχνικών βαθιάς μάθησης (Deep Learning) με την χρήση Συνελικτικών Νευρωνικών Δικτύων (Convolutional Neural Network) για τον εντοπισμό και την χαρτογράφηση απορριμμάτων στο παράκτιο περιβάλλον από εικόνες ΣμηΕΑ υψηλής ανάλυσης. Πρόσθετα ακολουθούνται διαδικασίες πληθοπορισμού για την εκπαίδευση των Νευρωνικών Δικτύων, ενώ τα αποτελέσματα οπτικοποιούνται ως χάρτες πυκνότητας απορριμμάτων. Για την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης η παραλία Στόμιο της Περιφερειακής Ενότητας Χανίων στην Κρήτη. Τα αποτελέσματα της χρήσης τεχνικών βαθιάς μάθησης σε δεδομένα ΣμηΕΑ υψηλής ανάλυσης για τον εντοπισμό πλαστικών απορριμμάτων στον παράκτιο χώρο κρίνεται ικανοποιητικός, καθώς η ακρίβεια εντοπισμού τους είναι 83,96%.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ), Τεχνικές Βαθιάς Μάθησης (Deep Learning) Συνελκτικά Νευρωνικά Δίκτυα (Convolutional Neural Network), Χαρτογράφηση, Θαλάσσια Απορρίμματα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια ως ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα παγκοσμίως αναδεικνύεται αυτό των πλαστικών απορριμμάτων τα οποία βρίσκονται σε παντός τύπου υδάτινα συστήματα (θάλασσες, λίμνες ποτάμια κ.α.) (Derraik, 2002; Vikas & Dwarakish, 2015). Η παρουσία τους δύναται να επηρεάσει δραματικά την χλωρίδα και την πανίδα ενώ μπορεί να προκαλέσει σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις στις παράκτιες κοινότητες, τον τουρισμό και την αλιεία (Xanthos & Walker, 2017).

Τελευταία έχουν ξεκινήσει πρωτοβουλίες στο πλαίσιο του καθαρισμού, της ανακύκλωσης και του περιορισμού της πρόκλησης της πλαστικής ρύπανσης. Πρόσφατα, πραγματοποιήθηκε συνάντηση των G20 στη Γερμανία, στην οποία συμμετείχαν παγκόσμιοι ηγέτες και φορείς που συνδέονται με την Παγκόσμια Σύμπραξη για τα Θαλάσσια Απορρίμματα του Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον, όπου κατέληξαν σε σχέδιο δράσης για τα θαλάσσια σκουπίδια (G20, 2017). Σύμφωνα με τους στόχους αειφόρου ανάπτυξης (SDGs) που αναμένεται να χρησιμοποιήσουν τα κράτη μέλη του ΟΗΕ για να πλαισιώσουν τις ατζέντες και τις πολιτικές τους το SDG 14.1 απαιτεί σημαντική μείωση των θαλάσσιων υπολειμμάτων έως το 2025 (Chircop et al., 2018; Cicin-Sain, 2015; Parra et al., 2020). Επομένως, υπάρχει επείγουσα ανάγκη να εκτιμηθούν τα επίπεδα της ρύπανση από πλαστικά στην παράκτια ζώνη για τη μελλοντική παρακολούθηση και τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας κάθε αποκατάστασης που τίθεται σε ισχύ. Οι παραδοσιακές επιτόπιες μετρήσεις θαλάσσιων απορριμμάτων χρειάζονται σημαντικούς πόρους (οικονομικά, ανθρώπινα, χρόνο) και είναι επίσης δύσκολο να αναπαραχθούν.

Σήμερα, η καταγραφή πλαστικών απορριμμάτων στο παράκτιο περιβάλλον πραγματοποιείται με τη χρήση συμβατικών δειγματοληπτικών επιτόπιων ερευνών (Lavers et al., 2016). Τα υφιστάμενα συστήματα συλλογής δεδομένων είναι περιορισμένα και αδυνατούν να απαντήσουν σε θεμελιώδη ερωτήματα, σχετικά με τη χωροχρονική μεταβολή και την δυναμική των συγκεντρώσεων τους στο θαλάσσιο περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτό χρήση των Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) δύναται να συμβάλει στην ταχύτερη συλλογή δεδομένων υψηλότερης χωρικής ανάλυσης, με μεγαλύτερο εύρος κάλυψης και ευκολότερη επαναληψιμότητα των μετρήσεων με πιο χαμηλό κόστος (Moy et al., 2018; Parakonstantinou et al., 2017).

Ο εντοπισμός παράκτιων και θαλάσσιων απορριμμάτων με την συνδυασμένη χρήση ΣμηΕΑ ως αξιόπιστη πηγή συλλογή υψηλής πληροφορίας σε συνδυασμό με την εφαρμογή μεθόδων μηχανικής μάθησης αποτελούν πεδίο επιστημονικής μελέτης τα τελευταία χρόνια. Στις μελέτες τους οι Martin et al. και οι Goncalves et al. αξιοποιούν χαμηλού κόστους εμπορικά ΣμηΕΑ σε συνδυασμό με αλγορίθμους υπολογιστικής όρασης (αλγόριθμος Random Forest) για την ταξινόμησης και τον εντοπισμό συγκεκριμένων κατηγοριών απορριμμάτων στο παράκτιο περιβάλλον. (Goncalves et al., 2020; Martin et al., 2018). Τεχνικές βαθιάς μάθησης με τη χρήση νευρωνικών δικτύων εξετάζονται από τους Bak et al. και Kylili et al. (Bak et al., 2019; Kylili et al., 2019). Αυτοί χρησιμοποιούν την αρχιτεκτονική του VGG-16 για την χαρτογράφηση των απορριμμάτων με τη μέθοδο της ταξινόμησης εικόνων στο παράκτιο και

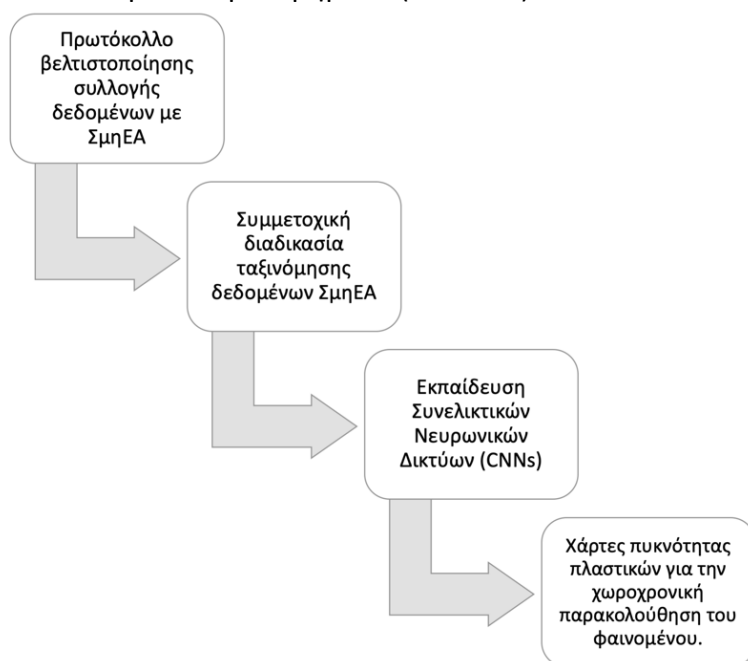
θαλάσσιο περιβάλλον αντίστοιχα. Οι Watanabe et al. και οι Chung et al. χρησιμοποίησαν τεχνικές εντοπισμού αντικειμένων (object detection) στις εικόνες με τη χρήση διαφορετικών νευρωνικών δικτύων όπως η YOLO, η Tiny YOLO, R-FCN, SSD και Faster R-CNN (Chung & Kim, 2018; Watanabe et al., 2019).

Βασική επιδίωξη της παρούσας έρευνας αποτελεί η διερεύνηση τεχνικών βαθιάς μάθησης για τον εντοπισμό και την χαρτογράφηση απορριμμάτων στο παράκτιο περιβάλλον με την χρήση δεδομένων υψηλής ανάλυσης από ΣμηΕΑ. Σε αυτή την έρευνα αξιοποιούνται τεχνικές μεταφοράς γνώσης σε 12 προ-εκπαιδευμένα νευρωνικά δίκτυα στο σετ δεδομένων ImageNet με στόχο την ταξινόμηση εικόνων σε δύο κατηγορίες, μία αυτών που περιέχουν και δεύτερη εκείνων που δεν περιέχουν απορρίμματα. Ενώ τα αποτελέσματα τους δημιουργούν γεωχωρική πληροφορία η οποία οπτικοποιείται με την μορφή χαρτών πυκνότητας πλαστικών.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στις παρακάτω παραγράφους αναλύονται διεξοδικά τα μεθοδολογικά βήματα της παρούσας εργασίας. Για την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης η παραλία Στόμιο της Περιφερειακής Ενότητας Χανίων στην Κρήτη.

Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία αποτελείται από τέσσερα διακριτά βήματα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Μεθοδολογικά βήματα προτεινόμενης μεθόδου.

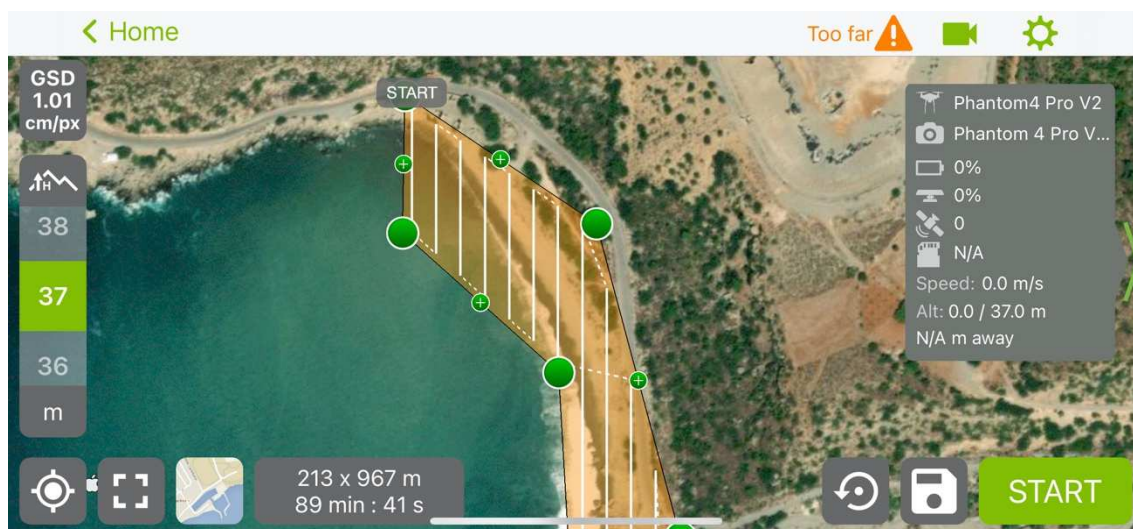
Το πρώτο αφορά τη δημιουργία ενός πρωτοκόλλου βελτιστοποίησης της συλλογής δεδομένων ΣμηΕΑ στον παράκτιο χώρο μέσω πλυθοπορισμού από μη εξειδικευμένους χρήστες ΣμηΕΑ (ιδιώτες, ΜΚΟ, Ιδρύματα, Δημόσιους Οργανισμούς κα). Το δεύτερο αναφέρεται στη χρήση ειδικής διαδικτυακής συμμετοχικής πλατφόρμας για την αναγνώριση και ταξινόμηση των εικόνων που περιέχουν πλαστικά η όχι. Τρίτο βήμα αποτελεί η Διερεύνηση Συνελκτικών Νευρωνικών Δικτύων (CNNs) για την αναγνώριση και ταξινόμηση των εικόνων με πλαστικά απορρίμματα. Ενώ τέλος, τέταρτο βήμα, αποτελεί η αυτοματοποιημένη παραγωγή χαρτών

συγκέντρωσης θαλάσσιων απορριμμάτων για την χωροχρονική παρακολούθηση του φαινομένου.

2.1. Πρωτόκολλο Συλλογής Δεδομένων

Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας αφορά τη δημιουργία ενός πρωτοκόλλου βελτιστοποίησης της συλλογής δεδομένων ΣμηΕΑ στον παράκτιο χώρο μέσω πλυθοπορισμού από μη εξειδικευμένους χρήστες ΣμηΕΑ (ιδιώτες, ΜΚΟ, Ιδρύματα, Δημόσιους Οργανισμούς κα). Σκοπός του πρωτοκόλλου αυτού είναι η καθοδήγηση μην εξειδικευμένων χρηστών ΣμηΕΑ στην συλλογή δεδομένων με την χρήση των πιο διαδομένων και εύκολα στη χρήση εμπορικά ΣμηΕΑ (πχ DJI Phantom). Η προσέγγιση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την συλλογή περισσότερων δεδομένων από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, με μεγάλη ποικιλία παρακτίων περιβαλλόντων. Έπειτα από δοκιμαστικές πτήσεις σε διαφορετικά υψόμετρα ως ιδανικό επιλέχθηκε αυτό των 18 μέτρων από την επιφάνεια απογείωσης καθώς είχε ως αποτέλεσμα χωρική ανάλυση δεδομένων 0,5 εκατοστά.

Για την υλοποίηση των πτήσεων επιλέχθηκε η χρήση της εφαρμογής Pix4Dcapture της Pix4D Εικόνα 2 λόγω της απλότητας και της φιλικότητας της εφαρμογής προς τους μη εξειδικευμένους χρήστες ΣμηΕΑ (Pix4D, 2020). Πρόσθετα σημαντικό παράγοντα για την επιλογή αυτή αποτέλεσε η συμβατότητα της εφαρμογής με τα δυο πιο διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα smartphones (iOS & Android). Με την χρήση της, ο μη εξειδικευμένος χρήστης, μπορεί να συλλέξει δεδομένα (αεροφωτογραφίες) με πλήρως αυτοματοποιημένο και φιλικό τρόπο ακολουθώντας απλά βήματα.



Εικόνα 2: Περιβάλλον χρήσης εφαρμογής Pix4Dcapture .

Βασικά στοιχεία του πρωτοκόλλου συλλογής δεδομένων είναι:

1. Υψόμετρο πτήσης 18 μέτρα από την επιφάνεια απονήωσης.
2. Αλληλοεπικάλυψη φωτογραφιών 20%.
3. Προσανατολισμός κάμερας του ΣμηΕΑ κάθετα προς την επιφάνεια της παραλίας και
4. Χαμηλή ταχύτητα πτήσης του ΣμηΕΑ (ρύθμιση slow στην εφαρμογή)

2.2. Περιοχή μελέτης και ταξινόμηση δεδομένων

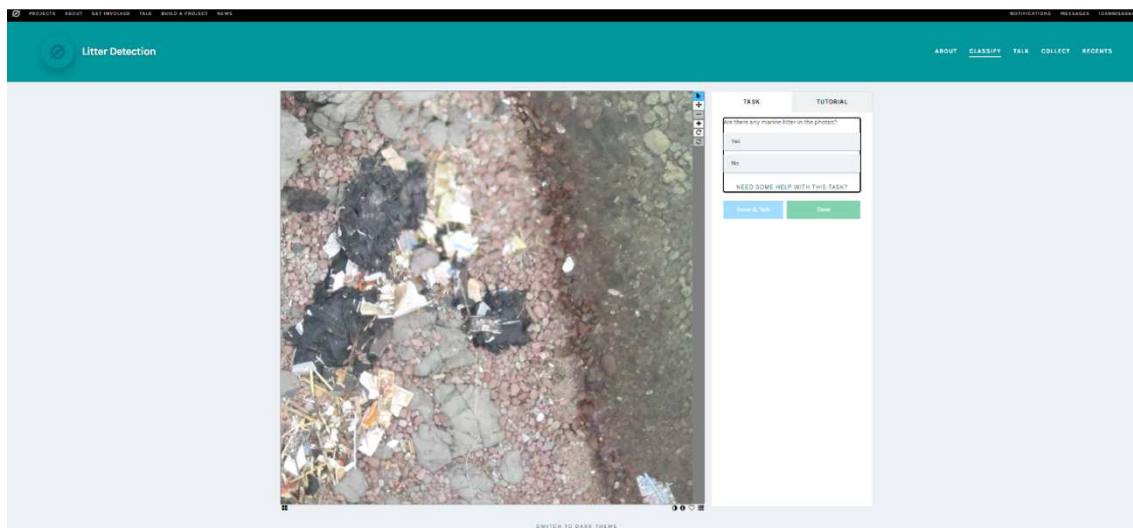
Για την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης η παραλία Στόμιο της ΠΕ Χανίων στην Κρήτης. Συνολικά ελήφθησαν 499 εικόνες με τη χρήση ΣμηΕΑ. Αυτές γεωαναφέρθηκαν στο σύστημα WGS84 ενώ στη συνέχεια τμηματοποιήθηκαν σε επιμέρους κομμάτια (tiles) 512x512 ψηφίδων. Παράδειγμα των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3) .



Εικόνα 3: Αεροφωτογραφία από την περιοχή μελέτης .

Για την τμηματοποίηση των εικόνων χρησιμοποιήθηκε κώδικας σε python, ο οποίος χρησιμοποιεί τις πληροφορίες: α) γεωγραφικό μήκος και πλάτος, β) τις διαστάσεις τις εικόνας, γ) την περιστροφή της εικόνας σε σχέση με τον πραγματικό Βορρά, δ) το αζιμούθιο της πτήσης του ΣμηΕΑ σε σχέση με τον πραγματικό Βορρά και ε) το ύψος πτήσης. Ως αποτέλεσμα της τμηματοποίησης των εικόνων 499 αρχικών αεροφωτογραφιών σε tiles δημιουργήθηκαν 11.611 νέες εικόνες (tiles) διαστάσεων 512x512 εικονοστοιχεία η καθεμιά.

Η ταξινόμηση των tiles σε αυτά που περιέχουν απορρίμματα ή όχι (litter ή no_litter) υλοποιήθηκε στη διαδικτυακή πλατφόρμα πλυθοπορισμού Zooniverse (citizen science web portal). Αποτελεί φιλική διαδικτυακή πλατφόρμα για την πραγματοποίηση ερευνάς με τη χρησιμοποίηση εθελοντών (citizen science web portal) ενώ παρέχει την δυνατότητα χρήσης της στ φορητές συσκευές (mobile app). Το Zooniverse απαιτεί την ενεργό συμμετοχή εθελοντών για την ολοκλήρωση διαδικασιών ταξινόμησης ή αναγνώρισης στοιχείων σε εικόνες επιτρέποντας την συμμετοχή τους σε ταξινομήσεις μεγάλου πλήθους εικόνων. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η διαδικασία ταξινόμησης μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας πλυθοπορισμού Zooniverse Εικόνα 4.



Εικόνα 4: Διαδικασία ταξινόμησης με την χρήση της διαδικτυακής πλατφόρμας πλυθοπορισμού Zooniverse.

Πρέπει να συμπληρωθεί ότι μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας ταξινόμησης στην πλατφόρμα Zooniverse, τα αποτελέσματα επανελέγχονται από εξειδικευμένο χρήστη για την αποφυγή λαθών ως προς τις εικόνες που κατατάχθηκαν με ή χωρίς απορρίμματα.

Η χρήση των αποτελεσμάτων της ψηφοφορίας είχε διττό στόχο. Πρώτον την δημιουργία ενός χάρτη συγκέντρωσης πλαστικών στην περιοχή μελέτης βασιζόμενος στην ανθρώπινη ταξινόμηση. Και Δεύτερον να αποτελέσουν βάση για την κατασκευή κατάλληλου σετ δεδομένων εκπαίδευσης των CNNs με σκοπό την αυτοματοποιημένη ταξινόμηση των εικόνων και την δημιουργία των αποτελεσμάτων συγκέντρωσης πλαστικών.

2.3. Εκπαίδευση Συνελικτικών Νευρωνικών Δικτύων (CNN)

Για την εκπαίδευση των CNNs αξιοποιήθηκαν τεχνικές μεταφοράς γνώσης σε 12 προ-εκπαιδευμένα, στο σετ εικόνων ImageNet της Google, δίκτυα τα οποία εκπαιδεύτηκαν εκ νέου ώστε να μπορούν να αναγνωρίζουν και να ταξινομούν τις εικόνες (tiles) σύμφωνα με το αν περιλαμβάνουν απορρίμματα ή όχι. Τα δίκτυα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα: α) VGG16, β) VGG19, γ) ResNet50, δ) ResNet101, ε) ResNet152, ζ) InceptionV3, η) Xception, θ) InceptionResNetV2, ι) MobileNet, κ) DenseNet121, λ) DenseNet169 και μ) DenseNet201. Η επιλογή τους έγινε με βασικό κριτήριο την απόδοση τους στο σετ εικόνων του ImageNet, την αρχιτεκτονική, το μέγεθος, και το βάθος των δικτύων. Η εκπαίδευση τους απαίτησε τον διαχωρισμό των δεδομένων εισόδου, tiles των εικόνων από την περιοχή μελέτης, σε: α) εικόνες εκπαίδευσης, β) εικόνες επαλήθευσης και γ) εικόνες ελέγχου. Γι' αυτό το λόγο δημιουργήθηκε σύνολο δεδομένων το οποίο αποτελούνταν από 584 εικόνες εκπαίδευσης (292 litter και 292 no_litter) και 146 εικόνες επαλήθευσης (73 litter και 73 no_litter). Ενώ το σύνολο των 10.611 εικόνων χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση ακρίβειας της ταξινόμησης.

Οι παράμετροι εκπαίδευσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: α) ρυθμός μάθησης (learning rate): 0.000001, β) μέγεθος δείγματος εκπαίδευσης (batch size) 64 εικόνες, γ) ο αριθμός εποχών (epochs) ορίστηκε σε 20 και δ) το μέγεθος των εικόνων που τροφοδοτούν τα δίκτυα ορίζεται σε 512x512 εικονοστοιχεία.

Η διαδικασία εκπαίδευσης των CNNs έλαβε χώρα στο προγραμματιστικό περιβάλλον της Python (έκδοση 3.7) με τη χρήση των βιβλιοθηκών Tensorflow 2.2.0 και Keras 2.3.1 (Abadi et al., 2016; Chollet, 2015; Martin Abadi et al., 2015). Τα αποτελέσματα των ταξινομήσεων κάθε δικτύου χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία χαρτών κατανομής απορριμμάτων ενώ αυτά συγκρίθηκαν με το αποτέλεσμα που παράχθηκε αποκλειστικά από την ανθρώπινη ταξινόμηση.

2.4. Παραγωγή Χαρτών Κατανομής Πλαστικών

Για την παραγωγή των χαρτών κατανομής των απορριμμάτων της περιοχή μελέτης, δημιουργήθηκαν δύο διανυσματικά αρχεία. Το πρώτο προερχόταν από την μετατροπή κάθε 512x512 tile σε σημειακό χωρικό διάνυσμα, χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες που ενσωματώθηκαν στο exif κάθε εικόνας από το GPS του ΣμηΕΑ. Κατά την μετατροπή αυτή όλα τα μεταδεδομένα της εικόνας μεταφέρθηκαν στο διανυσματικό αρχείο και στη συνέχεια τα σημεία διαχωρίστηκαν σε αυτά που περιείχαν και σε αυτά που δεν περιείχαν απορρίμματα. Το δεύτερο διανυσματικό αρχείο ήταν κάναβος 10x10m για την περιοχή μελέτης, το οποίο δημιουργήθηκε με βάση το πλέγμα αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα γεωχωρικά δεδομένα. Τα δύο αυτά αρχεία αποθηκεύτηκαν σε βάση δεδομένων Postgres ενώ ο τελικός χάρτης πυκνοτήτων δημιουργήθηκε δυναμικά με την χρήση της γλώσσας SQL, υπολογίζοντας των αριθμό των σημείων με απορρίμματα που βρίσκονται μέσα σε κάθε κελί εμβαδού 100 τετραγωνικών μέτρων.

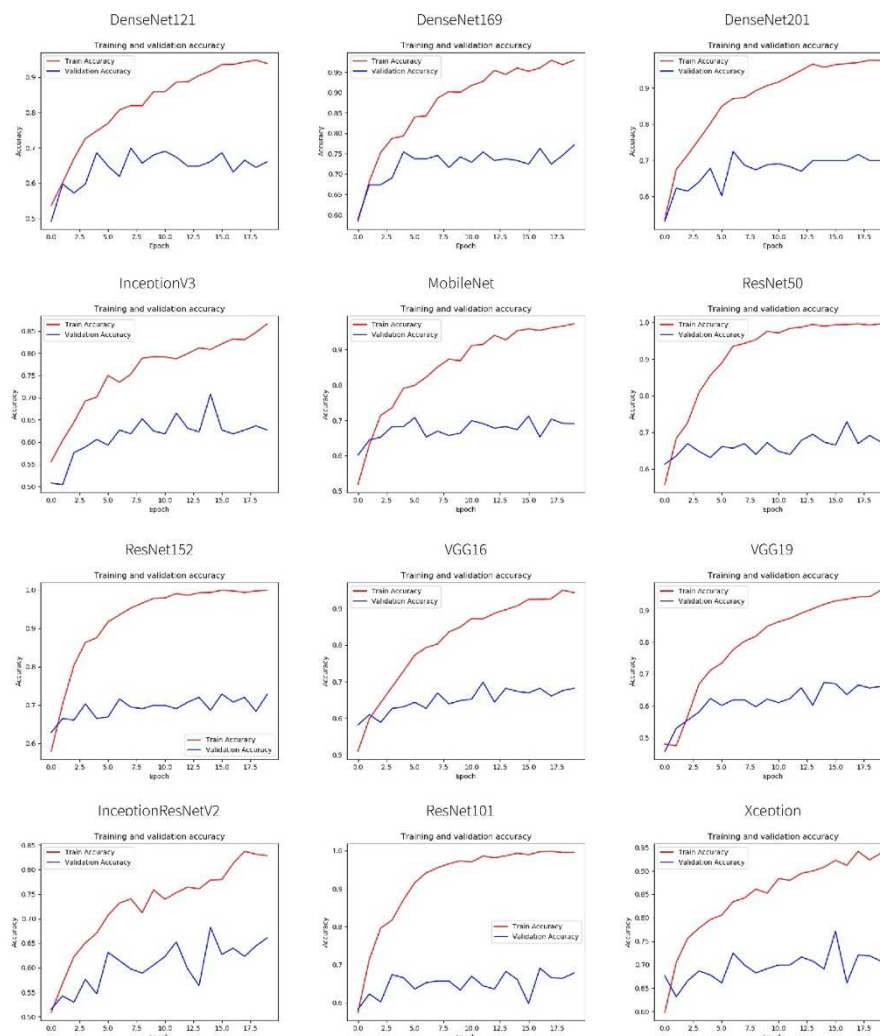
Για την δημοσίευση των δεδομένων, υλοποιήθηκε διαδικτυακή γεωχωρική υπηρεσία, με την χρήση ολοκληρωμένης χαρτογραφικής πλατφόρμας ανοικτού κώδικα (GET SDI) (Geospatial Enabling Technologies, 2020). Η υπηρεσία βασίζεται στα open source λογισμικά Geoserver και Geonetwork, που χρησιμοποιούνται για την μετατροπή χωρικών δεδομένων και μεταδομένων σε Web Mapping Services (WMS) σύμφωνα με τα πρότυπα του Open Geospatial Consortium (OGC) (Gartner & Meng, 2012; Grill & Schneider, 2009; Open Source Geospatial Foundation, 2014). Η βάση δεδομένων είναι συνδεδεμένη με τον Geoserver και όλα τα παραγόμενα δεδομένα πυκνοτήτων απορριμμάτων δημοσιεύονται αυτόματα σαν δυναμικοί χάρτες.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στη διαδικασία ταξινόμησης των εικόνων συμμετείχαν εθελοντικά 15 χρήστες οι οποίοι ήταν φοιτητές του Τμήματος Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών καθώς και μέλη της ομάδας Θαλάσσιας Τηλεπισκόπησης (MRSG). Η διαδικασία ταξινόμησης του συνόλου των εικόνων ολοκληρώθηκε μέσα σε 48 ώρες, χρονικό διάστημα πολύ μικρό για τον όγκο των δεδομένων. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας ταξινόμησης μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας πλυθοπορισμού Zoooniverse, αξιολογήθηκαν 11611 εικόνες ανάλυσης 512x512. Από αυτές 10.939 και 672 εικόνες προσδιορίστηκαν χωρίς ή με απορρίμματα αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά επαναξιολογήθηκαν (review) για την αποφυγή λαθών και το σύνολο δεδομένων ολοκληρώθηκε με 10.900 εικόνες χωρίς και 711 με απορρίμματα.

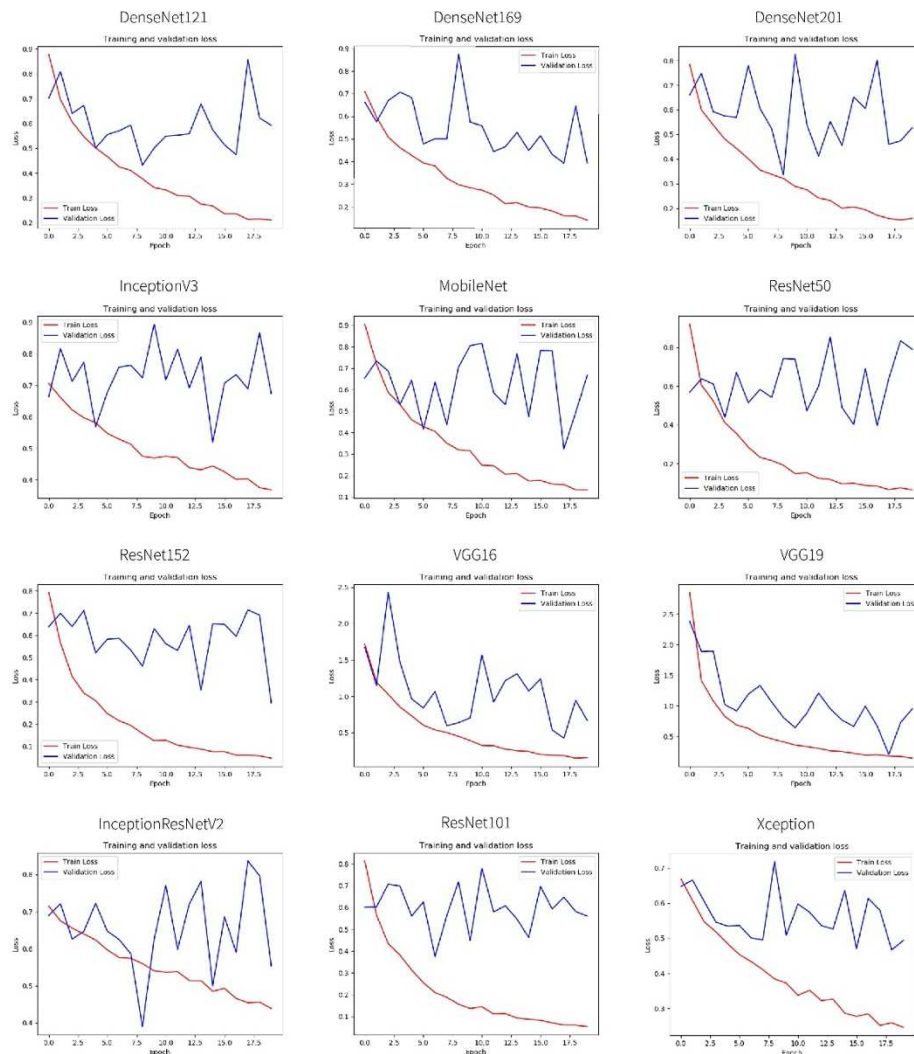
Στο επόμενο στάδιο της εκπαίδευσης των CNN's χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της μεταφοράς γνώσης (transfer learning) σε 12 προ-εκπαιδευμένα δίκτυα στο σετ εικόνων του ImageNet. Η διαδικασία της εκπαίδευσης ολοκληρώθηκε επιτυχώς με τις τιμές της ακρίβειας εκπαίδευσης και επαλήθευσης για κάθε εποχή να απεικονίζονται στην Εικόνα 5. Κατά την εκπαίδευση των δικτύων παρατηρείται ότι εκπαιδεύονται κατά πολύ καλύτερα από την ικανότητά τους να ταξινομούν επιτυχώς τις εικόνες

επικύρωσης ειδικά από την εποχή 3 και μετά. Ιδανικά, οι καμπύλες ακρίβειας της εκπαίδευσης και της επικύρωσης πρέπει να ακολουθούν παρόμοια ανοδική πορεία. Τα δίκτυα που φαίνεται να έχουν τον καλύτερο συνδυασμό ακρίβειας εκπαίδευσης και επικύρωσης είναι το InceptionResNetV2 και το Xception όπου ο μέσος όρος ακρίβειας επικύρωσης ανά εποχή προσεγγίζει το 70%.



Εικόνα 5: Τιμές ακρίβειας κατά τη διαδικασία της εκπαίδευσης και επικύρωσης για κάθε μία από τις 20 εποχές για τα 12 δίκτυα

Αντίστοιχη συμπεριφορά παρουσιάζουν και οι τιμές της απώλειας όπου παρατηρούνται σημαντικές διακυμάνσεις ανά εποχή ιδιαίτερα κατά τη διαδικασία της επικύρωσης. Οι διακυμάνσεις αυτές σημαίνουν μερική αποτυχία στην ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης της απώλειας (loss function). Ο λόγος είναι ο μικρός αριθμός εικόνων εκπαίδευσης, ο οποίος, δύναται να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα της αναπροσαρμογής των βαρών των δικτύων.



Εικόνα 6: Τιμές απώλειας κατά τη διαδικασία εκπαίδευσης και επικύρωσης για κάθε μία από τις 20 εποχές για τα 12 δίκτυα.

Στο πλαίσιο της διερεύνησης της ικανότητας γενίκευσης των δικτύων στην Εικόνα 8 παρουσιάζονται οι πίνακες σύγκρισης όπως αυτοί προκύπτουν από την σύγκριση της ταξινόμησης των εθελοντών σε σχέση με την ταξινόμηση των δικτύων.

Οι τιμές του πίνακα σύγκρισης απεικονίζονται στην Εικόνα 7 και ο υπολογισμός τους γίνεται για α) την *ακρίβεια* (precision) με την εξίσωση (1), β) την *ανάκληση* (recall) με την εξίσωση (2), γ) τον *αρμονικός μέσος* (f_1 score) με την εξίσωση (3) και δ) την *συνολική ακρίβεια* (overall accuracy) με την εξίσωση (4).

Οι παρακάτω εξισώσεις δίνουν τον τρόπο υπολογισμού των στοιχείων του πίνακα σύγκρισης, όπου TP=True Positive, TN=True Negative, FP=False Positive και FN=False Negative.

$$\text{ακρίβεια} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

$$\text{ανάκληση} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$f_1 = \frac{2 \times \text{ακρίβεια} \times \text{ανάκληση}}{\text{ακρίβεια} + \text{ανάκληση}} \quad (3)$$

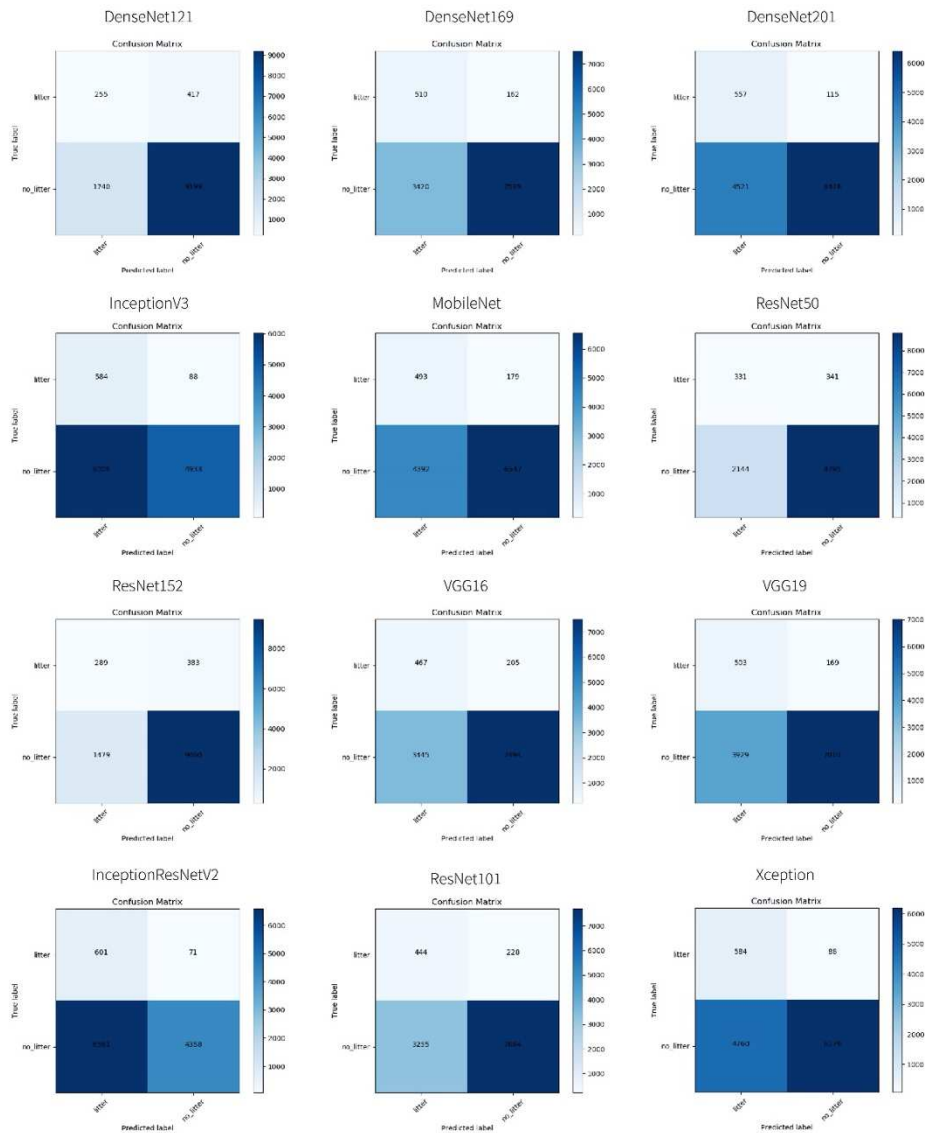
$$\text{Συν. Ακρίβεια} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FN + FP} \quad (4)$$

Είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι τα μέτρα της ακρίβειας, της ανάκλησης και του αρμονικού μέσου στην παρούσα εργασία, υπολογίζονται μόνο για την κλάση *litter*.

Actual	litter	TP	FN
	no_litter	FP	TN
		litter	no_litter
		Predicted	

Εικόνα 7: Στοιχεία πίνακα σύγχυσης.

Οι πίνακες σύγχυσης στον άξονα Υ περιέχουν τις κατηγορίες των εικόνων όπως αναγνωρίστηκαν από τους εθελοντές ενώ στο άξονα των Χ τις κατηγορίες των εικόνων όπως τις ταξινόμησαν τα δίκτυα. Ιδανικά, τα τετράγωνα πάνω αριστερά και κάτω δεξιά θα έπρεπε να έχουν κατά το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό εικόνων.



Εικόνα 8: Πίνακες σύγχυσης για τα δίκτυα που χρησιμοποιήθηκαν.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα στατιστικά μέτρα αξιολόγησης των ταξινομήσεων για κάθε δίκτυο.

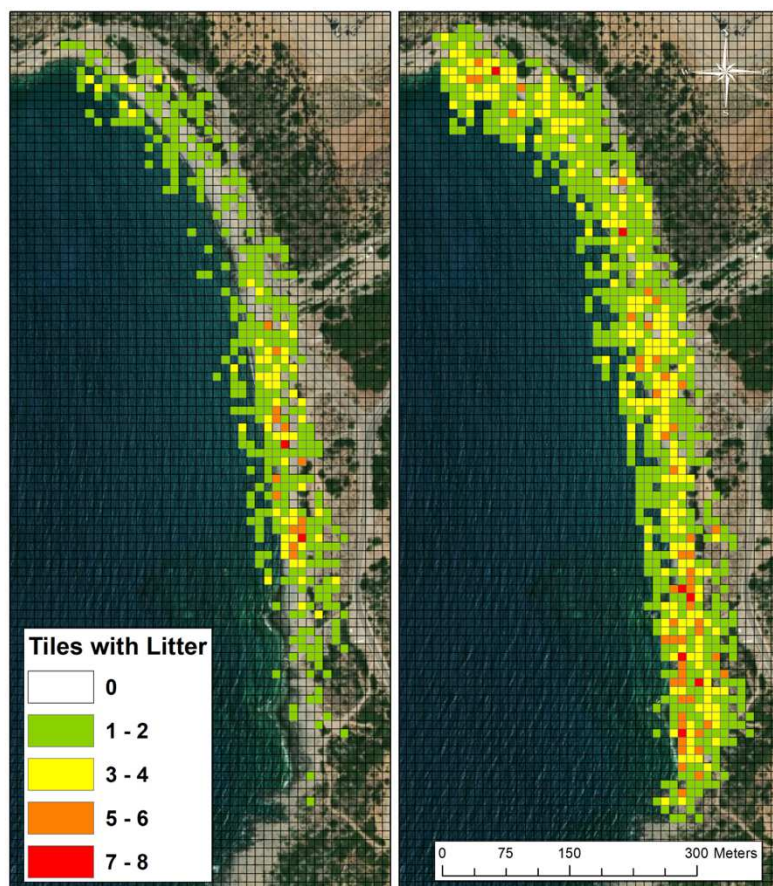
Πίνακας 1. Τιμές ακρίβειας, ανάκλησης, αρμονικού μέσου για την κλάση litter και συνολικής ακρίβειας του δικτύου

α/α	Δίκτυο	Ακρίβεια	Ανάκληση	F1	Συν. Ακρίβεια
1	VGG16	0.1194	0.6949	0.2038	0.6856
2	VGG19	0.1135	0.7485	0.1971	0.6471
3	InceptionV3	0.0886	0.8690	0.1608	0.4752
4	Xception	0.1093	0.8690	0.1941	0.5825
5	InceptionResNetV2	0.0837	0.8943	0.1530	0.4271
6	ResNet50	0.1337	0.4926	0.2104	0.7860
7	ResNet101	0.1200	0.6607	0.2032	0.7000
8	ResNet152	0.1635	0.4301	0.2369	0.8396
9	MobileNet	0.1009	0.7336	0.1774	0.6063

10	DenseNet121	0.1278	0.3795	0.1912	0.8142
11	DenseNet169	0.1298	0.7589	0.2216	0.6915
12	DenseNet201	0.1097	0.8289	0.1937	0.6007

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα των δικτύων που χρησιμοποιήθηκαν παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη ακρίβεια στην εύρεση πλαστικών απορριμμάτων έχει το δίκτυο ResNet152 ενώ την μικρότερη ακρίβεια το InceptionResNetV2 με ποσοστά 83,96% και 42,71% αντίστοιχα. Παρατηρώντας τους δείκτες της ακρίβειας, της ανάκλησης και του αρμονικού μέσου σε όλα τα δίκτυα παρατηρούμε ότι στο σύνολο τους έχουν μικρή ακρίβεια ταξινομώντας σημαντικό αριθμό εικόνων ως true positives και true negatives. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι τα δίκτυα χρειάζονται περισσότερα δεδομένα εισόδου για να μάθει και να αναγνωρίσει σωστότερα τις δύο κλάσεις δίνοντας πιο ισορροπημένα αποτελέσματα.

Στο τελευταία βήμα τα αποτελέσματα των ταξινομήσεων οπτικοποιήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα κατασκευάστηκαν χάρτες πυκνοτήτων πλαστικών απορριμμάτων για την περιοχή μελέτης Στόμιο Εικόνα 9. Από την ταξινόμηση των εικόνων με την χρήση μέσω πληθοπορισμού απεικονίζονται με τον αριστερό χάρτη πυκνοτήτων της Εικόνα 9. Ο κύριος όγκος των πλαστικών απορριμμάτων βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της ακτογραμμής με μικρές συγκεντρώσεις επίσης να εντοπίζονται στο βόρειο κομμάτι. Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης μέσω του δικτύου ResNet152 απεικονίζονται με τον δεξιό χάρτη πυκνοτήτων της Εικόνα 9. Σε αυτόν απορρίμματα εντοπίζονται σε όλο το μήκος της ακτογραμμής και κυρίως στο κεντρικό με νότιο τμήμα, καθώς και σε ένα σημείο στο βορειότερο άκρο της παραλίας.



Εικόνα 9: Χάρτες πυκνοτήτων πλαστικών απορριμμάτων για την περιοχή μελέτης Στόμιο

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία αεροφωτογραφίες πολύ υψηλής ανάλυσης συλλέχθηκαν από ΣμηΕΑ και χρησιμοποιήθηκαν σαν δεδομένα εισόδου για την εκπαίδευση αναγνώρισης πλαστικών απορριμμάτων από αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Τα αποτελέσματα της αναγνώρισης χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία χαρτών πυκνότητας πλαστικών απορριμμάτων στον παράκτιο χώρο. Για την ταξινόμηση των δεδομένων εισόδου σε κατηγορίες «πλαστικά» ή «μη πλαστικά» (litter και no_litter) χρησιμοποιήθηκε το διαδικτυακό εργαλείο Zooniverse. Με τη χρήση του η διαδικασία της ταξινόμησης υλοποιήθηκε σε σύντομο χρονικό διάστημα με την βοήθεια εθελοντών, καθιστώντας την ταξινόμηση πιο αποδοτική.

Από τα πρώτα αποτελέσματα της χρήσης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για τον εντοπισμό πλαστικών απορριμμάτων στον παράκτιο συμπεραίνουμε ότι η απόδοση τους κρίνεται ικανοποιητικός καθώς η ακρίβεια εντοπισμού είναι 83,96%. Τα αποτελέσματα εκπαίδευσης των νευρωνικών δικτύων είναι ενθαρρυντικά παρά το γεγονός ότι στην παρούσα μελέτη ο αριθμός των εικόνων εκπαίδευσης και επαλήθευσης ήταν μικρός με συνέπεια τα ερεθίσματα που λαμβάνουν τα δίκτυα για τη διαμόρφωση των βαρών να είναι λίγα. Μεγαλύτερος αριθμός εικόνων εκπαίδευσης και επαλήθευσης δύναται να βελτιώσει τα αποτελέσματα και σε συνδυασμό με τεχνικές επεξεργασίας/επαύξησης των εικόνων αναμένεται ότι η δυνατότητα γενίκευσης του δικτύου και της ακρίβειας του θα βελτιωθεί σημαντικά ξεπερνώντας το 80%.

Από την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της προτεινόμενης μεθοδολογίας με την δημιουργία χαρτών πυκνότητας πλαστικών δημιουργείται ένα νέο εργαλείο ποσοτικής παρουσίασης της κατανομής των απορριμμάτων στον παράκτιο χώρο με την χρήση αυτοματοποιημένων μεθόδων. Οι χάρτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία λήψης αποφάσεων ή και επιστημονικών μελετών συσχέτισης της συγκέντρωσης πλαστικών με ωκεανογραφικά (κυματισμός, άνεμος, γεωμορφολογία) και κοινωνικοοικονομικά φαινόμενα. Τέλος, η ενσωμάτωση και προβολή της πληροφορίας μέσα από διαδικτυακή γεωχωρική υπηρεσία κάνει ευκολότερη την πρόσβαση του κοινού και όλων των ενδιαφερόμενων φορέων καθώς και την λήψη αποφάσεων από τους αρμόδιους οργανισμούς.

Σήμερα, η καταγραφή πλαστικών απορριμμάτων στο παράκτιο περιβάλλον πραγματοποιείται με τη χρήση συμβατικών δειγματοληπτικών επιτόπιων ερευνών. Τα υφιστάμενα συστήματα συλλογής δεδομένων είναι περιορισμένα και συνεπώς δεν είναι σε θέση να απαντήσουν σε θεμελιώδεις ερωτήσεις, σχετικά με τις συγκεντρώσεις πλαστικών απορριμμάτων στη θάλασσα και τη χωρική και χρονική δυναμική τους. Σε αντίθεση η χρήση των ΣμηΕΑ επιφέρει ταχύτητα στη συλλογή γεωχωρικών δεδομένων, πολύ υψηλή χωρική ανάλυση, μεγάλο εύρος κάλυψης, δυνατότητα επανάληψης των μετρήσεων καθώς και χαμηλό κόστος. Σε συνδυασμό με την έρευνα στον τομέα της μηχανικής μάθησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία αυτοματοποιημένης διαδικασίας εντοπισμού και χαρτογράφησης πλαστικών απορριμμάτων στον παράκτιο χώρο. Ωστόσο, αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα και σημαντική πρόκληση. Τα αποτελέσματα της παρούσης έρευνας είναι ενθαρρυντικά και πιστεύουμε ότι αποτελούν ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση αυτή.

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

Η παρούσα έρευνα συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση Μεταδιδασκτόρων ερευνητών/ερευνητριών - Β΄ Κύκλος» (MIS-5033021), που υλοποιεί το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., Devin, M., Ghemawat, S., Irving, G., Isard, M., Kudlur, M., Levenberg, J., Monga, R., Moore, S., Murray, D. G., Steiner, B., Tucker, P., Vasudevan, V., Warden, P., ... Zheng, X. (2016). TensorFlow: A system for large-scale machine learning. *Proceedings of the 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation, OSDI 2016*.
- Bak, S. H., Hwang, D. H., Kim, H. M., & Yoon, H. J. (2019). Detection and monitoring of beach litter using uav image and deep neural network. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(3/W8). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W8-55-2019>
- Chircop, A., Coffen-Smout, S., & McConnell, M. L. (2018). Report of the United Nations Conference to Support the Implementation of Sustainable Development Goal 14: Conserve and Sustainably Use the Oceans, Seas and Marine Resources for Sustainable Development, 5–9 June 2017. *Ocean Yearbook Online*, 32(1). <https://doi.org/10.1163/22116001-03201028>
- Chollet, F. (2015). Keras: The Python Deep Learning library. *Keras.io*.
- Chung, A., & Kim, S. (2018). *Cloud Computed Machine Learning Based Real-Time Litter Detection using Micro-UAV Surveillance*.
- Cicin-Sain, B. (2015). Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development. *UN Chronicle*, 51(4). <https://doi.org/10.18356/8fcfd5a1-en>
- Derraik, J. G. B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- G20. (2017). *Annex to G20 Leaders Declaration: G20 Action Plan on Marine Litter* (B. and N. S. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation (ed.)).
- Gartner, G., & Meng, L. (2012). *Online Maps with APIs and WebServices* (M. P. Peterson (ed.)). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-27485-5>
- Geospatial Enabling Technologies. (2020). *GET SDI*.
- Gonçalves, G., Andriolo, U., Pinto, L., & Bessa, F. (2020). Mapping marine litter using UAS on a beach-dune system: a multidisciplinary approach. *Science of the Total Environment*, 706. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135742>
- Grill, S., & Schneider, M. (2009). Geonetwork opensource as an application for SDI and education. *GIS Ostrava 2009*.
- Kylili, K., Kyriakides, I., Artusi, A., & Hadjistassou, C. (2019). Identifying floating plastic marine debris using a deep learning approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(17), 17091–17099. <https://doi.org/10.1007/s11356-019->

- Lavers, J. L., Oppel, S., & Bond, A. L. (2016). Factors influencing the detection of beach plastic debris. *Marine Environmental Research*, 119, 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.06.009>
- Martin Abadi, Ashish Agarwal, Paul Barham, Eugene Brevdo, Zhifeng Chen, Craig Citro, Greg S. Corrado, Andy Davis, Jeffrey Dean, Matthieu Devin, Sanjay Ghemawat, Ian Goodfellow, Andrew Harp, Geoffrey Irving, Michael Isard, Jia, Y., Rafal Jozefowicz, Lukasz Kaiser, Manjunath Kudlur, ... Xiaoqiang Zheng. (2015). *{TensorFlow}: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Systems*. <https://www.tensorflow.org/>
- Martin, C., Parkes, S., Zhang, Q., Zhang, X., McCabe, M. F., & Duarte, C. M. (2018). Use of unmanned aerial vehicles for efficient beach litter monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 131(May), 662–673. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.045>
- Moy, K., Neilson, B., Chung, A., Meadows, A., Castrence, M., Ambagis, S., & Davidson, K. (2018). Mapping coastal marine debris using aerial imagery and spatial analysis. *Marine Pollution Bulletin*, 132(October 2017), 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.045>
- Open Source Geospatial Foundation. (2014). *About - GeoServer*. 2014.
- Papakonstantinou, A., Topouzelis, K., & Doukari, M. (2017). UAS close range remote sensing for mapping coastal environments. In G. Papadavid, D. G. Hadjimitsis, S. Michaelides, V. Ambrosia, K. Themistocleous, & G. Schreier (Eds.), *Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2017)* (Vol. 10444, p. 35). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2278988>
- Parra, C., Lewis, B., Ali, S. H., & Smith, S. (2020). Conserve and Sustainably Use the Oceans, Seas and Marine Resources for Sustainable Development. In *Mining, Materials, and the Sustainable Development Goals (SDGs)*. <https://doi.org/10.1201/9780367814960-14>
- Pix4D. (2020). *Pix4Dcapture*. <https://www.pix4d.com/product/pix4dcapture>
- Vikas, M., & Dwarakish, G. S. (2015). Coastal Pollution: A Review. *Aquatic Procedia*, 4(Icwrcoe), 381–388. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.051>
- Watanabe, J., Shao, Y., & Miura, N. (2019). Underwater and airborne monitoring of marine ecosystems and debris. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(04), 1. <https://doi.org/10.1117/1.jrs.13.044509>
- Xanthos, D., & Walker, T. R. (2017). International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review. *Marine Pollution Bulletin*, 118(1–2), 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.048>

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (Web-GIS) ΣΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΝΗΣΙΩΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Κούτση Διονυσία*, Στρατηγέα Αναστασία

Υποψήφια Διδάκτωρ, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό
Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, e-mail: koutsi.dionisia@gmail.com

Καθηγήτρια, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο
Πολυτεχνείο, Αθήνα, e-mail: stratige@central.ntua.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι νησιωτικές περιοχές, παρά τον ιδιαίτερα αξιόλογο, χερσαίο και ενάλιο, φυσικό και πολιτιστικό πλούτο που διαθέτουν, ιδιαίτερα στη χώρα μας, βρίσκονται συνήθως σε αναπτυξιακή υστέρηση, ενώ εμφανίζουν υψηλή εξάρτηση από τον τομέα του μαζικού τουρισμού. Η υστέρηση αυτή είναι προϊόν κυρίως των εμποδίων που εισάγει η ίδια η φύση της νησιωτικότητας, ενώ το μαζικό πρότυπο τουριστικής ανάπτυξης ασκεί σημαντικές πιέσεις σε ανθρώπινους, φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους, θέτοντας σε κίνδυνο τη μακροπρόθεσμη, βιώσιμη, ανθεκτική και διαρκή αξιοποίηση των πόρων αυτών στις εν λόγω περιοχές.

Ταυτόχρονα, οι κυρίαρχες τάσεις εξέλιξης στον τομέα του τουρισμού, με τη στροφή των προτιμήσεων των επισκεπτών προς νέα εναλλακτικά τουριστικά προϊόντα εμπειρίας, θέτουν την πολιτιστική κληρονομιά και το ίδιο το νησιωτικό τοπίο στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των κέντρων χάραξης αναπτυξιακών πολιτικών σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο. Οι τάσεις αυτές αναδεικνύουν την πολιτιστική κληρονομιά ως έναν σημαντικό **πυλώνα διαρκούς και βιώσιμης ανάπτυξης** των απομονωμένων περιοχών του νησιωτικού χώρου, που βρίσκονται σε υστέρηση. Η πολιτιστική κληρονομιά σε όλες της τις εκφάνσεις, έχοντας συνδεθεί με τα τοπικά χαρακτηριστικά, τη λαϊκή παράδοση, την ιστορική διαδρομή και τη θάλασσα, και αποτελώντας ένα αναπόσπαστο μέρος της οικονομικής, κοινωνικής και ιστορικής φυσιογνωμίας κάθε νησιωτικής περιοχής, ανοίγει ένα νέο πεδίο δράσης και αναπτυξιακής προοπτικής, που μπορεί μακροπρόθεσμα να αποφέρει σημαντικά οφέλη στις εν λόγω περιοχές. Η διαμόρφωση όμως ενός **Στρατηγικού Σχεδίου Πολιτιστικής Ανάπτυξης** των απομονωμένων νησιωτικών περιοχών εγείρει σημαντικά σχεδιαστικά ζητήματα και επιλογές σχετικά με τον τρόπο και τον βαθμό αξιοποίησης πόρων με ιδιαίτερη σημειολογία και αξία για τις τοπικές κοινωνίες. Η διαχείριση των εν λόγω ζητημάτων επιτάσσει την **ενεργό συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών** στον σχετικό σχεδιασμό, έτσι ώστε αυτός να αποτελέσει μία διαδικασία συνδιαμόρφωσης και αξιολόγησης της καταλληλότερης κάθε φορά στρατηγικής και των σχετικών πολιτικών που την υλοποιούν.

Ακόμη, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία ραγδαία ανάπτυξη στον τομέα των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και μία εκθετική αύξηση του αριθμού των χρηστών του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Το γεγονός αυτό έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένου και του σχεδιασμού για τη χάραξη πολιτικής σε όλα τα επίπεδα. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των εξελίξεων στον τομέα των ΤΠΕ και των κοινωνικών δικτύων αποτελεί η εισαγωγή νέων και η βελτίωση υπαρχόντων μεθόδων

συνεργασίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των κέντρων λήψης αποφάσεων, των σχεδιαστών και των τοπικών κοινωνιών, με την τεχνολογία σήμερα να δρα ευεργετικά στο πεδίο της ενεργοποίησης των πολιτών και των ομάδων ενδιαφερόντων (stakeholders) και της εμπλοκής τους στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων που αφορούν στη διαχείριση, μεταξύ άλλων, των **πολιτιστικών πόρων**. Πράγματι, η αξιοποίηση του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης προσφέρουν σήμερα νέες ευκαιρίες για την προσέλκυση συμμετεχόντων στο πλαίσιο συμμετοχικών σχεδιαστικών προσεγγίσεων, με πολλές εφαρμογές σε έρευνες διαφόρων ειδών, αλλά και διαδικασίες συμμετοχικού σχεδιασμού, οριοθετώντας την ανάδειξη ενός **νέου υποδείγματος** επικοινωνίας, αλληλεπίδρασης και συμπερίληψης στη διαμόρφωση πολιτικών.

Αξιοποιώντας τις σύγχρονες τάσεις εξέλιξης στον τομέα του τουρισμού, τη ραγδαία ανάπτυξη των ΤΠΕ και των εφαρμογών τους και την ανάδειξη των πολιτιστικών πόρων ως πυλώνα ανάπτυξης των απομονωμένων νησιωτικών περιοχών, η παρούσα εργασία εστιάζει στη δημιουργία ενός «διάυλου επικοινωνίας» μεταξύ των σχεδιαστών του χώρου και της τοπικής κοινωνίας για τη συν-διαμόρφωση ενός **Στρατηγικού Σχεδίου Πολιτιστικής Ανάπτυξης** μιας απομονωμένης νησιωτικής περιοχής του ελλαδικού χώρου και συγκεκριμένα της **Λέρου**. Ως «διάυλος επικοινωνίας» στο πλαίσιο της σχεδιαστικής διαδικασίας αξιοποιείται ένα Διαδικτυακό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (Web-GIS). Το νησί της Λέρου επιλέγεται ως ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα νησιού της Μεσογείου, με πλούσιο φυσικό αλλά και πολιτιστικό απόθεμα τόσο στον χερσαίο όσο και στον θαλάσσιο χώρο, που έχει μέχρι σήμερα αξιοποιηθεί αποσπασματικά, ενώ στις μέρες μας το νησί της Λέρου αποτελεί χώρο υποδοχής προσφυγικών ροών.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω της αξιοποίησης των κοινωνικών δικτύων και της δημιουργίας ενός Web-GIS, παρουσιάζονται στην τοπική κοινωνία της Λέρου οι άξονες προτεραιότητας για την αξιοποίηση των φυσικών και πολιτιστικών πόρων, καθώς και δύο εναλλακτικά σενάρια μελλοντικής πολιτιστικής ανάπτυξης, τα οποία δομούνται για την αξιοποίηση, με έναν βιώσιμο και ανθεκτικό τρόπο, του φυσικού και πολιτιστικού – χερσαίου και ενάλιου – αποθέματος του νησιού. Η αξιοποίηση του Web-GIS αποσκοπεί στην καλύτερη αντίληψη από τους συμμετέχοντες του χώρου και των προτεινόμενων παρεμβάσεων, παρέχοντας μια πιο ολοκληρωμένη και συνεκτική εικόνα της χωρικής διάρθρωσης του φυσικού και πολιτιστικού αποθέματος, της αλληλοσυσχέτισης των διαθέσιμων προς αξιοποίηση φυσικών και πολιτιστικών πόρων και των προτεινόμενων σχεδιαστικών επιλογών. Οι απόψεις της τοπικής κοινωνίας σχετικά με τους άξονες προτεραιότητας για την αξιοποίηση των φυσικών και πολιτιστικών πόρων και τα προτεινόμενα από τον σχεδιασμό εναλλακτικά σενάρια διατυπώνονται μέσα από ένα ερωτηματολόγιο που διακινείται διαδικτυακά, με τη βοήθεια των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.

Από την υλοποίηση της διαδικτυακής αυτής συμμετοχικής διαδικασίας σχεδιασμού σε μία απομονωμένη νησιωτική περιοχή αξιολογούνται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που αυτή παρουσιάζει· αναδεικνύονται ζητήματα διαθεσιμότητας, απόκτησης και οπτικοποίησης των γεωχωρικών δεδομένων, που είναι απαραίτητα για τη μετάδοση της κατάλληλης πληροφορίας προς τους συμμετέχοντες· επισημαίνεται η σημαντική συμβολή των μέσων κοινωνικής δικτύωσης για την άρση των περιορισμών της απόστασης και την ενεργό συμμετοχή· ενώ ακόμη επισημαίνονται οι περιορισμοί και τα εμπόδια που ενυπάρχουν στη χρήση τεχνολογικών μέσων στην ιδιαίτερη αυτή κατηγορία περιοχών του ελλαδικού χώρου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Χερσαία και ενάλια πολιτιστική κληρονομιά, Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Web-GIS), Συμμετοχικός σχεδιασμός, Νησιωτικές περιοχές

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Πολιτιστική Κληρονομιά (ΠΚ) τον 21ο αιώνα θεωρείται ως ένας πολύτιμος πόρος για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προκλήσεων (Stratigea and Katsoni, 2015; Pita da Costa, 2017). Η συνειδητοποίηση του εξέχοντος ρόλου και της αξίας της ΠΚ, καθώς και η σημασία της στην επίτευξη των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης, θέτει την προστασία και ανάδειξή της στο επίκεντρο των πολιτικών σε τοπικό επίπεδο. Οι προσπάθειες αυτές συνάδουν με τις πολιτικές στα διάφορα, ιεραρχικά ανώτερα, επίπεδα σχεδιασμού, ενώ βρίσκονται σε αρμονία με πολλαπλούς αναπτυξιακούς στόχους σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως η διατήρηση και προστασία της ΠΚ, η προώθηση της ειρήνης και του διαπολιτισμικού διαλόγου (Montalto et al., 2019), αλλά και η τοπική πολιτιστική ανάπτυξη και ο βιώσιμος πολιτιστικός τουρισμός, η κοινωνική συνοχή και αίσθηση του ανήκειν, η ποιότητα ζωής και ελκυστικότητα πόλεων και περιφερειών, κ.ά. (Κούτση και Στρατηγέα, 2018). Οι εν λόγω τάσεις έφεραν στο προσκήνιο νέες μορφές εναλλακτικού τουρισμού με ισχυρή σύνδεση με την ΠΚ, όπως ο τουρισμός που συνδέεται με τόπους στους οποίους έχουν συμβεί σημαντικά ιστορικά ή/και πολεμικά γεγονότα (Battlefield tourism). Η εν λόγω μορφή εναλλακτικού τουρισμού εντάσσεται στην κατηγορία του «Σκοτεινού Τουρισμού» (“Dark tourism”)· και σχετίζεται με την ανάπτυξη τουριστικής δραστηριότητας που συνδέεται στενά με ανθρώπινες απώλειες και πολεμικά γεγονότα (Kunwar & Karki, 2020). Η διαχείριση της ΠΚ για την προώθηση «Σκοτεινού Τουρισμού» σε έναν συγκεκριμένο προορισμό, ιδιαίτερα όταν αυτή εντοπίζεται στον **θαλάσσιο χώρο**, αποτελεί μία νέα πρόκληση για τους σχεδιαστές και τα κέντρα λήψης αποφάσεων όσον αφορά την προστασία / διατήρηση της ενάλιας πολιτιστικής κληρονομιάς (ΕΠΚ) για πολιτιστικούς, ψυχαγωγικούς, εκπαιδευτικούς σκοπούς (Koutsis & Stratigea, 2019), και την ομαλή συνύπαρξη της δραστηριότητας αυτής με άλλες δραστηριότητες στον θαλάσσιο χώρο. Στην παρούσα εργασία το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην ανάπτυξη τουριστικής δραστηριότητας που σχετίζεται με θαλάσσια πεδία μάχης (αξιοποίηση ενάλιας πολιτιστικής κληρονομιάς) και την ολοκλήρωση αυτής με στοιχεία της χερσαίας ΠΚ για τη δημιουργία ενός **ελκυστικού και ολοκληρωμένου χερσαίου και ενάλιου αφηγήματος** (Κούτση και Στρατηγέα, 2018).

Η ΕΠΚ, που αποτελεί το επίκεντρο της σχεδιαστικής προσπάθειας στο πλαίσιο αυτό, μπορεί να αναφέρεται σε απομεινάρια οικισμών και πολιτισμών, που βρίσκονται στον πυθμένα των θαλασσών, όπως τοποθεσίες αρχαιολογικού ενδιαφέροντος ή βυθισμένος πολεμικός εξοπλισμός, αρχαία λιμάνια και ναυάγια πλοίων ή αεροπλάνων, τα οποία απαριθμούν μέχρι σήμερα συνολικά σε 3 εκατομμύρια παγκοσμίως (Bennett, 2016). Η ύπαρξή τους παρέχει σημαντικές πληροφορίες του ιστορικού παρελθόντος, όπως για παράδειγμα η ΕΠΚ που συνδέεται με τον Α΄ ή Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο (ΠΠ), που μαρτυρεί καθοριστικές κρίσιμες στιγμές και «σκηνές» (sceneries) της ευρωπαϊκής ιστορίας.

Ένα ηχηρό παράδειγμα περιοχών, που παρουσιάζουν μεγάλο δυναμικό ως τουριστικοί προορισμοί τέτοιου είδους, είναι πολλές **νησιωτικές περιοχές της**

Μεσογείου, οι οποίες παρά τον φυσικό και πολιτιστικό τους πλούτο θεωρούνται ως μειονεκτικές, και απομονωμένες περιοχές (Koutsis and Stratigea, 2019; Koutsis and Stratigea, 2020). Αυτό οφείλεται σε μια σειρά από δυσκολίες, που συνοψίζονται εν συντομία με τον όρο «νησιωτικότητα» (Σπιλάνης, 2012) και αφορούν κυρίως (Stratigea et al., 2017): τη γεωγραφική θέση των νησιών και την φυσική απομόνωσή τους από τον κεντρικό ηπειρωτικό κορμό μιας χώρας, τον περιορισμένο χώρο που διαθέτουν και κατ' επέκταση το σημαντικό έλλειμα πόρων προς αξιοποίηση· τον μειωμένο πληθυσμό και τη σύνθεση αυτού (κυρίως ηλικιωμένοι και άτομα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου), κ.ά.

Ο νησιωτικός χαρακτήρας, ωστόσο, μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως συγκριτικό πλεονέκτημα των απομονωμένων αυτών περιοχών, διευρύνοντας την ελκυστικότητά τους ως ποιοτικών, αυθεντικών και πολιτιστικών τουριστικών προορισμών, με τους επισκέπτες να αποζητούν σε αυτούς τη φυγή από τα αστικά περιβάλλοντα και την απόκτηση νέων ποιοτικών εμπειριών. Ιδιαίτερα κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση και αξιοποίηση της κληρονομιάς αυτής, αλλά και στον σχεδιασμό του χώρου, διαδραματίζουν οι ραγδαίες εξελίξεις σε νέα τεχνολογικά εργαλεία διαχείρισης και οπτικοποίησης της χωρικής πληροφορίας, αλλά και συμμετοχής των πολιτών. Τα εργαλεία αυτά διαμορφώνουν μια νέα πραγματικότητα για τις διαδικασίες και προσεγγίσεις του σχεδιασμού, ενώ αίρουν σε σημαντικό βαθμό τους γεωγραφικούς περιορισμούς που τίθενται από τη νησιωτικότητα και αφορούν τη συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών σε σχεδιαστικές προσπάθειες που τους αφορούν άμεσα.

Στην παρούσα εργασία, η οποία αποσκοπεί στη διατύπωση μιας στρατηγικής για την ανάπτυξης απομονωμένων νησιωτικών περιοχών με γνώμονα την (Ε)ΠΚ, τα παραπάνω εργαλεία αξιοποιούνται για την εμπλοκή της τοπικής κοινωνίας σε ένα προχωρημένο στάδιο του σχεδιασμού, μέσω της αξιοποίησης των κοινωνικών δικτύων και της δημιουργίας ενός Διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (Web-GIS). Η επιλογή αυτή στηρίζεται στην ευρεία και διαρκώς αυξανόμενη χρήση του διαδικτύου ως αναπόσπαστου μέρους της καθημερινής ζωής εκατομμυρίων ανθρώπων σε όλο τον πλανήτη, καλύπτοντας τομείς όπως η εργασία, η ενημέρωση, η ψυχαγωγία και κυρίως η επικοινωνία. Η όλο και αυξανόμενη χρήση του διαδικτύου έχει καταστήσει τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ως το κύριο κανάλι επικοινωνίας ατόμων διαφόρων ηλικιών, ανεξαρτήτως γεωγραφικής θέσης και απόστασης, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη ισχυρών δικτυώσεων μεταξύ κοινωνικών ομάδων με διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που όμως έχουν πρόσβαση σε μια ενιαία βάση. Ακόμη, η αξιοποίηση του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης συνιστά σήμερα μία νέα ευκαιρία για την προσέλκυση συμμετεχόντων στο πλαίσιο συμμετοχικών σχεδιαστικών προσεγγίσεων, με πολλές εφαρμογές σε έρευνες και διαδικασίες συμμετοχικού σχεδιασμού σε διάφορα πεδία ενδιαφέροντος, αναδεικνύοντας έτσι ένα νέο υπόδειγμα επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης, στο οποίο καίριο ρόλο διαδραματίζουν η συμμετοχική προσέγγιση και η αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφόρησης και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) (Στρατηγέα, 2015).

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στη σχεδιαστική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τη χρήση των κοινωνικών δικτύων για την αλληλεπίδραση με την τοπική κοινωνία της Λέρου, ως περιοχής εφαρμογής, στο πλαίσιο της ανάπτυξης ενός στρατηγικού σχεδίου αξιοποίησης της ΕΠΚ. Ακόμη, γίνεται αναφορά στα οφέλη και τις αδυναμίες που προκύπτουν από την υλοποίηση μιας διαδικτυακής συμμετοχικής προσέγγισης με την τοπική κοινωνία μέσω ενός Web-GIS και της χρήσης των κοινωνικών δικτύων.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τη διαμόρφωση και οριστικοποίηση ενός στρατηγικού σχεδίου ανάπτυξης απομονωμένων νησιωτικών περιοχών με γνώμονα την (Ε)ΠΚ και με περιοχή μελέτης το νησί της Λέρου, που εντοπίζεται στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, ακολουθήθηκε μία μεθοδολογική προσέγγιση η οποία περιλαμβάνει τα κάτωθι έξι βήματα (Κούτση, 2018; Koutsi and Stratigea, 2019):

• **Βήμα 1:** Καθορισμός του στόχου και των αξόνων προτεραιότητας του σχεδίου. Ο στόχος του επιδιωκόμενου σχεδίου αφορά την άρση της απομόνωσης μεμονωμένων μικρών ή μεσαίων νησιών της Μεσογείου, όπως αυτό της Λέρου, μέσω της σκιαγράφησης χωρικά καθορισμένων «μονοπατιών» πολιτιστικής κληρονομιάς. Η σκιαγράφηση αυτή βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ολοκληρωμένη διαχείριση της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς του Β' ΠΠ, που εντοπίζεται στο νησί της Λέρου. Επιπλέον, σε αυτό το βήμα περιγράφονται οι άξονες προτεραιότητας που αντιστοιχούν στις προκλήσεις της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης με σκοπό την επίτευξη του επιδιωκόμενου στόχου. Τους άξονες αυτούς προτεραιότητας θα κληθούν να ιεραρχήσουν στη συνέχεια οι συμμετέχοντες στη συμμετοχική διαδικασία. Οι 8 προς ιεράρχηση άξονες προτεραιότητας είναι οι εξής:

- Ανάδειξη της τοπικής πολιτιστικής ταυτότητας - Πυλώνας ανάπτυξης και κοινωνικής συνοχής
- Διασύνδεση πόρων χερσαίου και ενάλιου πολιτιστικού περιβάλλοντος
- Διασύνδεση φυσικών και πολιτιστικών πόρων
- Δημιουργία εναλλακτικών τουριστικών προϊόντων εμπειρίας
- Αξιοποίηση ΤΠΕ για την προώθηση και προβολή των πολιτιστικών πόρων
- Δημιουργία αλυσίδας αξίας - Τοπική επιχειρηματικότητα – Δικτύωση
- Ευαισθητοποίηση και ενημέρωση τοπικού πληθυσμού σχετικά με το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον
- Ισόρροπη ανάπτυξη του νησιού

Βήμα 2: Διερεύνηση του εξωτερικού περιβάλλοντος λήψης αποφάσεων, σκιαγραφώντας τις τρέχουσες τάσεις και πολιτικές σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, με έμφαση στο περιβάλλον λήψης αποφάσεων και τις κατευθύνσεις πολιτικής σχετικά με τον πολιτιστικό και τουριστικό τομέα, τη θαλάσσια πολιτική, το πλαίσιο προστασίας της χερσαίας και ενάλιας ΠΚ κ.λπ.

Βήμα 3: Μελέτη του εσωτερικού περιβάλλοντος, με εμβάθυνση και χαρτογραφική αποτύπωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης και έμφαση στους φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους, το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, τις διαθέσιμες υποδομές κ.λπ. Η καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης συμβάλλει στην κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων της περιοχής μελέτης ως προς το κοινωνικοοικονομικό και πολιτιστικό περιβάλλον, η οποία με τη σειρά της θα συμβάλλει στη διαμόρφωση αναπτυξιακών κατευθύνσεων και πολιτιστικών διαδρομών, που θα συμπεριληφθούν στο τελικό σχέδιο.

Βήμα 4: Δόμηση εναλλακτικών μελλοντικών σεναρίων ανάπτυξης με γνώμονα την (Ε)ΠΚ. Σε αυτό το βήμα πραγματοποιείται η διαμόρφωση δύο διακριτών, εναλλακτικών σεναρίων ανάπτυξης, τα οποία στηρίζονται στα δεδομένα των βημάτων 2 και 3. Η σχετική άσκηση σχεδιασμού σεναρίων με στόχο τη βιώσιμη αξιοποίηση της (Ε)ΠΚ στην περιοχή μελέτης δίνει έμφαση στην ολοκληρωμένη θεώρηση και

διαχείριση των χερσαίων και θαλάσσιων στοιχείων της ΠΚ. Τα δύο προτεινόμενα σενάρια που αφορούν την περιοχή της Λέρου μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Το **Σενάριο Α'** εστιάζει στην εξωστρέφεια της περιοχής και την ανάδειξη της ταυτότητάς της με πυρήνα τα απομεινάρια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Το είδος του εναλλακτικού θεματικού τουριστικού προτύπου που προωθεί είναι το battlefield / dark tourism, ενώ το χωρικό πρότυπο που αναπτύσσεται έχει έναν αποκεντρωτικό χαρακτήρα.
- Το **Σενάριο Β'** στοχεύει στην ολοκληρωμένη και ισόρροπη ανάπτυξη του νησιού, αξιοποιώντας πολιτιστικούς πόρους που μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη διάφορων μορφών εναλλακτικού τουρισμού, όπως θρησκευτικός τουρισμός, φυσιολατρικός τουρισμός, αρχιτεκτονικός τουρισμός, συνεδριακός τουρισμός, καταδυτικός τουρισμός κ.ά., ενώ το χωρικό πρότυπο που αναπτύσσεται είναι συγκεντρωτικό.

Βήμα 5: Συμμετοχή πολιτών στην αξιολόγηση σεναρίων και αξόνων προτεραιότητας για την υλοποίησή τους μέσω διαδικτύου. Στοχεύει στη διαδικτυακή συμμετοχή της τοπικής κοινότητας σε αυτό το βήμα του σχεδιασμού, ώστε να αξιολογήσει και να επιλέξει ένα από τα δύο προτεινόμενα σενάρια, αλλά και να επιλέξει και να ιεραρχήσει τους σχετικούς άξονες προτεραιότητας για την εφαρμογή του σχεδίου. Το βήμα αυτό πραγματοποιείται μέσα από τη διαμόρφωση ενός Διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (Web-GIS), την οπτικοποίηση των σεναρίων και του περιεχομένου τους, ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο προς τους συμμετέχοντες και τη διάχυσή του μέσω κοινωνικών δικτύων. Συμβάλλει δε στον σχεδιασμό των επιλογών και τη συμμετοχή της τοπικής κοινότητας στην αξιολόγηση των σχεδιαστικών επιλογών.

Βήμα 6: Ανάπτυξη στρατηγικού σχεδίου ολοκληρωμένης διαχείρισης της (Ε)ΠΚ. Αποτελεί το τελικό προϊόν της συμμετοχικής σχεδιαστικής προσέγγισης, που βασίζεται στο προτιμώμενο σενάριο και τους επιλεγόμενους άξονες προτεραιότητας σύμφωνα με τις επιλογές της τοπικής κοινωνίας της Λέρου. Στο τελικό σχέδιο, οι άξονες προτεραιότητας αναλύονται σε κατευθύνσεις και μέτρα πολιτικής, αλλά και εξειδικευμένα μέτρα, εξυπηρετώντας καλύτερα τον καθορισμένο στόχο.

Στην παρούσα εργασία θα αναπτυχθεί εκτενώς το βήμα 5, παρουσιάζοντας τον τρόπο με τον οποίο δομήθηκε η διαδικτυακή πλατφόρμα συμμετοχικού σχεδιασμού, τα αποτελέσματα από τη διαδικασία αυτή, αλλά και έναν σχολιασμό αναφορικά με την αποτελεσματικότητά του για την ενεργοποίηση πολιτών απομονωμένων νησιωτικών περιοχών.

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η Λέρος, αν και αποτελεί μέρος του νησιωτικού συγκροτήματος της Νοτιοανατολικής Περιφέρειας Αιγαίου, κυρίαρχη οικονομική δραστηριότητα της οποίας είναι ο μαζικός τουρισμός, δεν έχει λάβει την αντίστοιχη φήμη και δημοσιότητα που διαθέτουν γειτονικά νησιά όπως η Κως ή η Ρόδος. Αντίθετα, με την πάροδο του χρόνου, ιστορικά και κοινωνικά γεγονότα έχουν καταστήσει τη Λέρο τόπο απομόνωσης και εγκατάλειψης, μια ταυτότητα που χαρακτηρίζει το νησί ακόμη και σήμερα.

Η εικόνα αυτή άρχισε να διαμορφώνεται ήδη από το πρώτο μισό του 19ου αιώνα έως την περίοδο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου (1912-1943), όπου το νησί παρέμεινε υπό ιταλική κατοχή. Το νησί μετατράπηκε από τους Ιταλούς σε μια βαριά οχυρωμένη αεροναυτική βάση για την εξυπηρέτηση της ιταλικής κυριαρχίας στη Μεσόγειο. Η

βάση αυτή, είχε καταλυτική επίδραση στη χωρική οργάνωση και την ανάπτυξη του νησιού, στο οποίο κατασκευάστηκαν οχυρώσεις, τοποθεσίες πυροβόλων όπλων και άλλες στρατιωτικές εγκαταστάσεις, πολλές από τις οποίες είναι προσβάσιμες ακόμη και σήμερα, αποτελώντας ένα εξαιρετικό σύνολο ιστορικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος τόσο στον χερσαίο όσο και στον θαλάσσιο χώρο (Κωστόπουλος, 2005). Στην πιο πρόσφατη ιστορία του, δηλαδή στο δεύτερο μισό του 19ου αιώνα, το νησί της Λέρου έχει χαρακτηριστεί ως «αποθήκη ψυχών», κυρίως λόγω της λειτουργίας της ψυχοαποικίας της Λέρου για τη φιλοξενία ψυχικά ασθενών την περίοδο (1957-1992). Ακόμη αποτέλεσε τόπο εξορίας για αντιφρονούντες κατά την περίοδο της ελληνικής δικτατορίας (1967-1974) και μονάδα για τη φιλοξενία μέρους του σημερινού κύματος προσφύγων (2016-σήμερα). Αυτά τα γεγονότα έχουν τραυματίσει σημαντικά την εικόνα του νησιού, επηρεάζοντας αρνητικά, μεταξύ άλλων, τις αναπτυξιακές προοπτικές και την ταυτότητά του ως αξιόλογου τουριστικού προορισμού, όπως συμβαίνει στην περίπτωση πολλών νησιών των Δωδεκανήσων. Επίσης έχουν επηρεάσει την τοπική οικονομία, με μεγάλο ποσοστό της τοπικής απασχόλησης να δραστηριοποιείται στον τριτογενή τομέα (67% το 2011) και πιο συγκεκριμένα στον τομέα της υγείας χωρίς να έχουν λάβει την αντίστοιχη εκπαίδευση, ενώ ο πρωτογενής και δευτερογενής τομείς υστερούν (5% και 12%, αντίστοιχα). Η ανεργία το 2011 είναι αρκετά υψηλή (16%), ενώ ο μόνιμος πληθυσμός τον ίδιο χρόνο μετράει για 7.917 κατοίκους (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2011).

Γίνεται αντιληπτό ότι η ανάγκη για στροφή προς ένα νέο αναπτυξιακό πρότυπο, με επίκεντρο την πολιτιστική ανάπτυξη του νησιού είναι σημαντική, με τη στροφή αυτή να αποτελεί το μέσο αποιδρυματοποίησης και αλλαγής της κρατούσας μέχρι σήμερα εικόνας του νησιού, μετατρέποντας αυτό σε έναν τόπο «ζωντανής αφήγησης» ιστορικών γεγονότων που αποτελούν μέρος της σύγχρονης κοινωνικής και πολιτικής ιστορίας της χώρας αλλά και της Ευρώπης γενικότερα.

4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ ΓΣΠ (Web-GIS), ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με σκοπό τη διεξαγωγή της συμμετοχικής διαδικασίας για την αξιολόγηση των προτεινόμενων σεναρίων ολοκληρωμένης πολιτιστικής ανάπτυξης για το νησί της Λέρου, διαμορφώνεται ένα Διαδικτυακό Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Web-GIS). Η δυνατότητα οπτικοποίησης του προτεινόμενου σχεδίου (περιεχόμενο και χωρική διάρθρωση εναλλακτικών σεναρίων) συμβάλει στην εξοικείωση των συμμετεχόντων με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις και τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρουν, δρώντας θετικά προς την πληρέστερη κατανόηση του σχεδίου από τους ενδιαφερόμενους. Επίσης, η χρήση του Web-GIS βοηθά τους σχεδιαστές και τα κέντρα λήψης αποφάσεων, αλλά και τους πολίτες, να απαντήσουν ερωτήματα και να εμβαθύνουν στη χωρική διάσταση των προβλημάτων και των προτεινόμενων λύσεων-παρεμβάσεων, επικοινωνώντας αυτά με τρόπο που είναι απτός και εύκολα κατανοητός (Στρατηγέα, 2015).

Η **πλατφόρμα Web-GIS** υλοποιήθηκε μέσω της εφαρμογής «**Story Maps**» της **ESRI** και περιλαμβάνει την παρουσίαση των δύο προτεινόμενων σεναρίων για την πολιτιστική ανάπτυξη του νησιού της Λέρου. Στόχος της προώθησής της είναι αφενός η διάδοση της πληροφορίας και αφετέρου η ιεράρχηση των εναλλακτικών σεναρίων (επιλογή επικρατέστερου) και των αξόνων προτεραιότητας. Τα παραπάνω θα οδηγήσουν στην **διαμόρφωση του τελικού προτεινόμενου Στρατηγικού Σχεδίου Πολιτιστικής Ανάπτυξης**, ενσωματώνοντας τα σχόλια και τις απόψεις της τοπικής κοινωνίας και

οδηγώντας σε ένα τελικό σχεδιαστικό αποτέλεσμα που βρίσκεται σε αρμονία με τα οράματα και τις προσδοκίες της.

Για τη διαμόρφωση του Στρατηγικού Σχεδίου Πολιτιστικής Ανάπτυξης της Λέρου, αφού καταγράφηκε, μελετήθηκε και ψηφιοποιήθηκε το σύνολο των στοιχείων εκείνων που είναι σκόπιμο να απεικονιστούν χαρτογραφικά, δημιουργήθηκαν δύο διακριτά **αφηγήματα**, τα οποία αποτυπώνονται σε δύο εναλλακτικά αναπτυξιακά σενάρια. Οι χάρτες που τα συνοδεύουν περιλαμβάνουν στοιχεία όπως το υπάρχον οδικό δίκτυο, θέσεις/ονόματα οικισμών και υψόμετρο των υψηλότερων κορυφών, τα οποία ήταν διαθέσιμα από το υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε ως επιλογή μέσω της εφαρμογής, ενώ απαιτήθηκε η ψηφιοποίηση των στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς τόσο του χερσαίου όσο και του ενάλιου χώρου. Οι πληροφορίες αντλήθηκαν από ιστοσελίδες που αναφέρονται στην πολιτιστική κληρονομιά του νησιού και την αντιστοίχισή τους με τις διαθέσιμες συντεταγμένες ή ύστερα από εντοπισμό των αντίστοιχων θέσεων μέσω google maps. Το ζήτημα της απόκτησης των θέσεων, ιδίως των στοιχείων που αφορούσαν την ενάλια πολιτιστική κληρονομιά, δεν ήταν σε όλες τις περιπτώσεις μια εύκολη υπόθεση. Η Λέρος διαθέτει 14 ναυάγια, τα οποία είναι επισκέψιμα, αλλά κανένα από αυτά δεν βρίσκεται υπό καθεστώς προστασίας και δεν υπάρχει καταγεγραμμένο σε κάποιο επίσημο μητρώο. Η ακριβής ή προσεγγιστική θέση του στοιχείου δόθηκε μέσω των ιστοσελίδων τοπικών καταδυτικών σχολών που δραστηριοποιούνται στην περιοχή, καθώς και μέσω διεθνών βάσεων δεδομένων, όπως το www.wrecksite.eu.

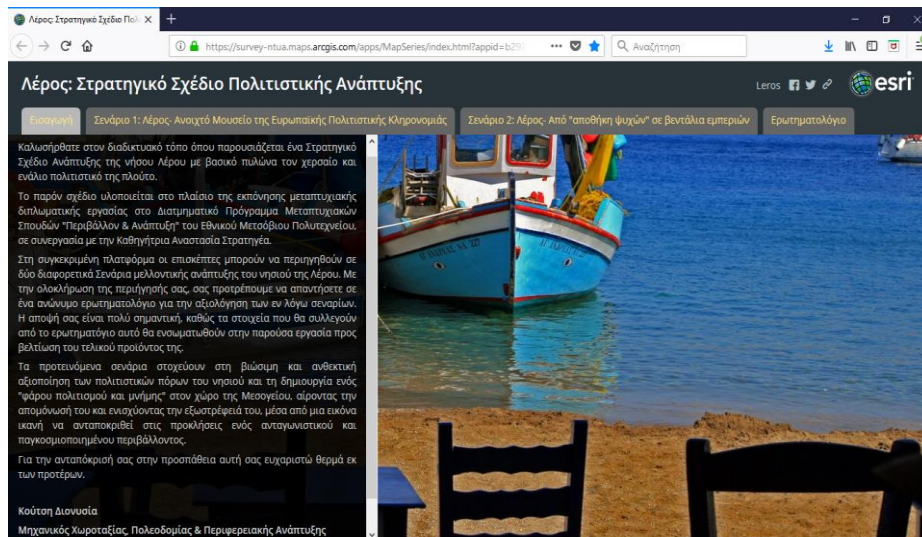
Για την περιήγηση στις πολιτιστικές διαδρομές που απεικονίζονται τόσο στο Σενάριο Α' όσο και στο Σενάριο Β' πραγματοποιείται **ανάλυση δικτύου**, αξιοποιώντας το υφιστάμενο οδικό δίκτυο της περιοχής. Η χρήση αυτής της δυνατότητας παρέχει επιπλέον πληροφορίες στον χρήστη, όπως το μήκος του τμήματος της γραμμής (διαδρομής) που έχει επιλέξει και ο απαιτούμενος χρόνος σε λεπτά για την κάλυψή του (η απόσταση υπολογίζεται με τη χρήση οχήματος) (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Απόσταση και χρόνος που απαιτείται για την περιήγηση στις προτεινόμενες διαδρομές του Σεναρίου Β'

Διαδρομή	Απόσταση (σε km)	Χρόνος (σε λεπτά)
Διαδρομή 1Α	3	7
Διαδρομή 1Β	20	45
Διαδρομή 2Α	12,22	26
Διαδρομή 2Β	3,23	7
Διαδρομή 3	42,4	102
Διαδρομή 4	20,5	46
Σύνολο	101,35	233

Πηγή: <https://goo.gl/tM1Nny>

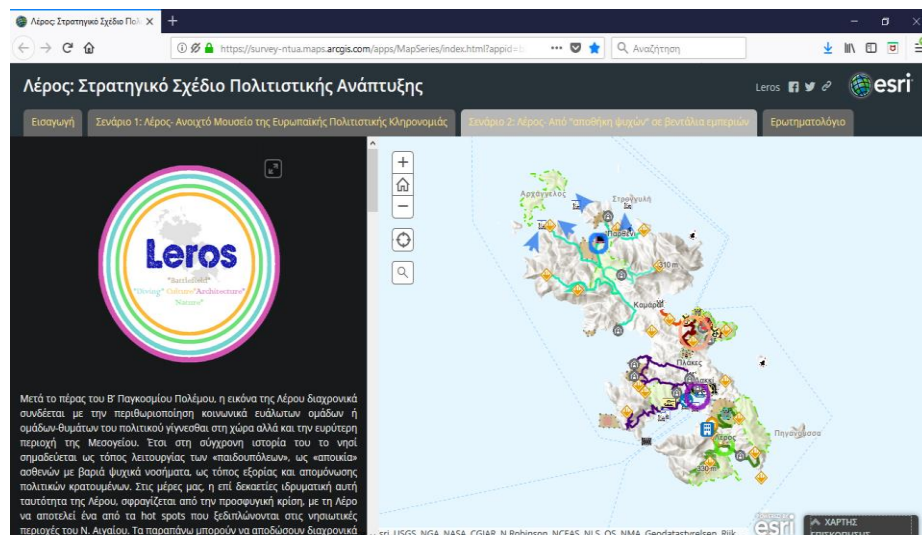
Το διαδικτυακό περιβάλλον, που διαμορφώνεται σε μορφή καρτελών, περιλαμβάνει αρχικά ένα εισαγωγικό κείμενο, με αναφορά στον σκοπό του σχεδίου και οδηγίες προς τον ενδιαφερόμενο για τον τρόπο πλοήγησης στον ιστότοπο (Εικόνα 1), μία καρτέλα για κάθε σενάριο (Εικόνα 2 για σενάριο Β') και τέλος ένα ερωτηματολόγιο προς απάντηση από τους χρήστες.



Εικόνα 1: Εισαγωγική σελίδα διαδικτυακής πλατφόρμας WebGIS για τη διατύπωση Στρατηγικού Σχεδίου Πολιτιστικής Ανάπτυξης της Λέρου, <https://goo.gl/tM1Nny>

Στις καρτέλες παρουσίασης των σεναρίων περιλαμβάνεται στην αριστερή στήλη σύντομη περιγραφή του σεναρίου και υπόμνημα με την επεξήγηση των στοιχείων, που περιλαμβάνει, ενώ δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να:

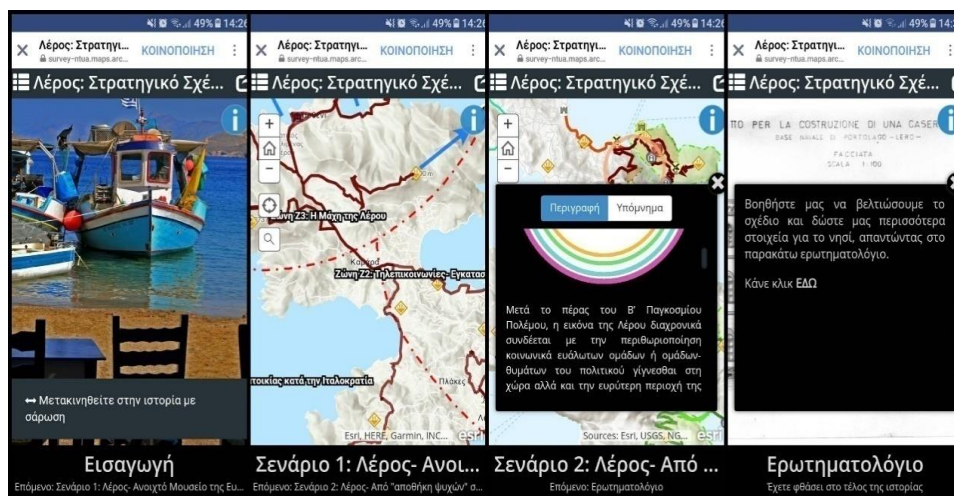
- ρυθμίσει την εστίαση στο επιθυμητό επίπεδο ή την περιοχή ενδιαφέροντός του (Zoom in - Zoom out),
- περιηγηθεί, εστιάζοντας πάνω στα σημεία των πολιτιστικών στοιχείων, ώστε να δει πληροφορίες σχετικά με αυτά, και
- κάνει χρήση υπηρεσιών εντοπισμού θέσης, σε περίπτωση που θέλει να περιηγηθεί στις πολιτιστικές διαδρομές στο πεδίο.



Εικόνα 2. Επεξήγηση και οπτικοποίηση Σεναρίου Β', <https://goo.gl/tM1Nny>

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο της παρούσας εφαρμογής είναι η προσαρμοστικότητα που παρουσιάζει σε περιβάλλον έξυπνων κινητών τηλεφώνων (Εικόνα 3), δημιουργώντας ένα εύχρηστο περιβάλλον. Η παρούσα εργασία αξιοποίησε τη δυνατότητα αυτή, με σκοπό την ευρύτερη διάχυση της πληροφορίας και τη διεύρυνση των ομάδων των εμπλεκόμενων από την τοπική κοινωνία στη συμμετοχική

διαδικασία. Στο περιβάλλον αυτό, καθίσταται ευκολότερη η χρήση της υπηρεσίας εντοπισμού θέσης.



Εικόνα 3. Προσαρμογή της εφαρμογής WebGIS σε περιβάλλον κινητού τηλεφώνου

Προκειμένου να κοινοποιηθεί στην κοινότητα της Λέρου αυτή η ερευνητική προσπάθεια και να προσελκύσει μέλη της τοπικής κοινωνίας να συμμετάσχουν στην συμμετοχική αυτή διαδικασία, πραγματοποιήθηκε μια σειρά από δράσεις προώθησης. Αυτές περιλάμβαναν στοχευμένη επικοινωνία της εφαρμογής Web-GIS σε πολιτιστικούς συλλόγους, εκπροσώπους των τοπικών ΜΜΕ, σχολές καταδύσεων, ταξιδιωτικά γραφεία, κ.ά. Πραγματοποιήθηκε επίσης στοχευμένη εκστρατεία προώθησης στο Facebook (<https://www.facebook.com/LerosCulture>), επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον στο κοινό που πληρούσε τις ακόλουθες προϋποθέσεις: κάτοικοι της Λέρου ή με καταγωγή από το νησί, άτομα που ανήκουν στις ηλικιακές ομάδες 18-65+, καθώς και άτομα με ενδιαφέρον για τον Β' ΠΠ, τις καταδύσεις, τη Λέρο, τον πολιτιστικό τουρισμό, τα ναυάγια, τον τουρισμό, τα νησιά του Αιγαίου ή τον εναλλακτικό τουρισμό.

Το διαδικτυακό ερωτηματολόγιο ήταν διαθέσιμο για τρεις μήνες (Ιούνιος έως Αύγουστος 2018), ενώ η στοχευμένη καμπάνια μέσω Facebook πραγματοποιήθηκε για το χρονικό διάστημα 17 Ιουνίου - 17 Αυγούστου 2018 προσελκύοντας 799 αλληλεπιδράσεις / επισημάνσεις "μου αρέσει" και 8038 προβολές. Από την αλληλεπίδραση αυτή συγκεντρώθηκαν 204 ερωτηματολόγια, αριθμός που κρίθηκε ικανοποιητικός από την ερευνητική ομάδα, λαμβάνοντας υπόψη το προφίλ του πληθυσμού της περιοχής μελέτης (εκπαιδευτικές και επικοινωνιακές δεξιότητες, καθώς και εμπειρία σε σχετικές προσπάθειες ηλεκτρονικής συμμετοχής).

Το προφίλ των συμμετεχόντων διαμορφώνεται ως εξής: είναι ισορροπημένο ως προς το φύλο με ένα μικρό προβάδισμα του γυναικείου πληθυσμού (54%), η πλειοψηφία εμπίπτει στις ηλικιακές ομάδες 18-35 (52%) και 36-50 (30%), δηλαδή ομάδες που παρουσιάζουν μεγαλύτερη εξοικείωση και δεξιότητες για τον χειρισμό εφαρμογών Διαδικτύου και μέσων κοινωνικής δικτύωσης· τα άτομα που ενεπλάκησαν είχαν υψηλό (57% κατέχουν διδακτορικό, μεταπτυχιακό ή πανεπιστημιακό πτυχίο) ή μεσαίο μορφωτικό προφίλ (το 42% είναι απόφοιτοι γενικού ή τεχνικού λυκείου), ενώ το 11% των ερωτηθέντων ήταν άνεργοι και το 9,8% φοιτητές πανεπιστημίου.

Όσον αφορά το κύριο μέρος του ερωτηματολογίου, αυτό μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

- Σε κλίμακα που κυμαίνεται από 1 (εντελώς ανεκμετάλλευτο) έως 5 (πλήρως αξιοποιημένο), το 22%, το 38% και το 32% των απαντήσεων των ερωτηθέντων εμπίπτουν στα ποσοστά 1, 2 και 3 αντίστοιχα, δηλαδή ένα μεγάλο μέρος των συμμετεχόντων θεωρούν την (Ε)ΠΚ του νησιού ως μη αξιοποιημένη.
- Οι ερωτηθέντες συνειδητοποιούν τη μοναδικότητα του νησιού της Λέρου όσον αφορά την ΕΠΚ του Β' ΠΠ και ειδικά την ενάλια και τον ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει για τη βιώσιμη μελλοντική ανάπτυξη της περιοχής.
- Η πλειονότητα φαίνεται να συγκλίνει στην ανάγκη υιοθέτησης ενός πιο συστηματικού και ολοκληρωμένου πολιτιστικού σχεδιασμού και διαχείρισης της (Ε)ΠΚ για την επίτευξη μιας μακροπρόθεσμης προοπτικής ανάπτυξης με βιώσιμο και ανθεκτικό τρόπο.
- Για την πολιτιστική ανάπτυξη του νησιού δόθηκε προτεραιότητα σε τρεις άξονες προτεραιότητας, συγκεκριμένα «Ανάδειξη της τοπικής πολιτιστικής ταυτότητας - Πυλώνας ανάπτυξης και κοινωνικής συνοχής», «Δημιουργία εναλλακτικών τουριστικών προϊόντων εμπειρίας» και «Ισόρροπη ανάπτυξη του νησιού». Αυτή η επιλογή αντικατοπτρίζει την προθυμία της τοπικής κοινότητας να απομακρυνθεί από το υφιστάμενο μαζικό τουριστικό πρότυπο αξιοποίησης των πολιτιστικών πόρων, με στόχο την προστασία της (Ε)ΠΚ και τον σεβασμό της φέρουσας ικανότητας του νησιού, διατηρώντας αναλλοίωτη την τοπική ταυτότητα, τις κοινωνικές αξίες και παραδόσεις της περιοχής μελέτης και προχωρώντας προς ένα περισσότερο βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης.
- Προς μια τέτοια εξέλιξη, οι ερωτηθέντες εκτιμούν την αφήγηση που παρουσιάζεται από το Σενάριο Β' ως πιο κατάλληλη (64%), αναδεικνύοντας την αξία που αποδίδει η τοπική κοινότητα στα γεγονότα του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και τα απομεινάρια τους, την ιστορία της Λέρου στο παρελθόν και στο παρόν, και τελικά στο μέλλον, σε περίπτωση που αυτό το σχέδιο εφαρμοστεί επιτυχώς.
- Τέλος, μεγάλης σημασίας, αν και μικρού αριθμού (9 απαντήσεις), είναι απαντήσεις στην ανοιχτή ερώτηση, όπου ζητούνται προτάσεις σχετικά με τον τρόπο βελτίωσης των προτεινόμενων σεναρίων. Όλοι ήταν πολύ ενθουσιώδεις και αντέδρασαν θετικά σε αυτήν την έρευνα, προσθέτοντας αξία μέσω πρόσθετου πολιτιστικού περιεχομένου, πηγών πληροφόρησης, προσωπικών ιστοριών και ανησυχιών, κ.ά. Οι αντιδράσεις αυτές αποκαλύπτουν το πάθος των ανθρώπων για την ιστορία, την ταυτότητα και τις αξίες τους, καθώς και την ανησυχία τους για τη διατήρηση αυτών για τις μελλοντικές γενιές.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου αντικειμένου μελέτης της παρούσας εργασίας, που εστιάζει σε θέματα **ολοκληρωμένης διαχείρισης της ενάλιας και χερσαίας πολιτιστικής κληρονομιάς σε ένα νησιωτικό περιβάλλον**, η **Συμμετοχική Διαδικασία** μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά:

- στην **κατανόηση της αξίας των πολιτιστικών πόρων** για την τοπική κοινωνία, η οποία είναι και ο κύριος αποδέκτης του προτεινόμενου σχεδίου,
- στη **συλλογή πληροφοριών** με σκοπό τη βελτίωση του παρόντος σχεδίου είτε μέσα από τις προσωπικές εμπειρίες των κατοίκων είτε μέσα από την επισήμανση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν,

- στην αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης και στον **εντοπισμό των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων** της περιοχής μελέτης, που θα αποτελέσουν και τη βάση ενός σχεδίου πολιτιστικής ανάπτυξης,
- στην ανάπτυξη **αισθήματος εμπιστοσύνης** μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων, και
- στην υιοθέτηση πολιτικών που αρμόζουν περισσότερο στις **ανάγκες και προσδοκίες** των εμπλεκόμενων φορέων (Στρατηγέα, 2015), εξασφαλίζοντας έτσι την επιτυχή εφαρμογή του προϊόντος του σχεδιασμού.

Σήμερα είναι διαθέσιμο ένα ευρύ φάσμα εναλλακτικών για την επιλογή της πλέον κατάλληλης διαδικτυακής πλατφόρμας, μέσα από την οποία επιδιώκεται η παρουσίαση του προϊόντος του σχεδιασμού, ενώ δίνεται η δυνατότητα μεταφοράς της συμμετοχικής διαδικασίας (αλληλεπίδραση ομάδας μελέτης και αποδεκτών του σχεδιασμού) στον χώρο του διαδικτύου. Στην παρούσα εργασία επιλέγεται η υλοποίηση ενός **Διαδικτυακού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών** (Web-GIS), με σκοπό την αποτελεσματικότερη επικοινωνία της χωρικής διάστασης και των χαρακτηριστικών των επιλογών του σχεδιασμού (εναλλακτικά σενάρια που προτείνονται), καθώς και των αξόνων προτεραιότητας (υποστόχοι ή άξονες παρέμβασης για την επιδίωξη του στόχου). Η πολυπλοκότητα που πολλές φορές παρουσιάζουν τέτοιου είδους εφαρμογές αποτελεί έναν ισχυρό περιοριστικό παράγοντα, ιδίως όταν το κοινό στο οποίο στοχεύει η έρευνα δεν διαθέτει τις ανάλογες ψηφιακές δεξιότητες, π.χ. ηλικιωμένοι ή άτομα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου (Paradopolou και Stratigea 2014, Στρατηγέα 2015, Panagiotopoulou, et al., 2018). Ακόμη, φραγμό για την εφαρμογή τους αποτελεί το γεγονός ότι η διείσδυση της τεχνολογίας σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, ιδίως σε απομονωμένες νησιωτικές περιοχές, είναι συνήθως ιδιαίτερα χαμηλή. Ο αποκλεισμός λοιπόν συγκεκριμένων ηλικιακών ομάδων και των απόψεων που αυτές μπορεί να εκπροσωπούν αποτελεί το σημαντικότερο μειονέκτημα της διαδικτυακής προσέγγισης στην εμπλοκή των πολιτών στον συμμετοχικό σχεδιασμό. Στην περίπτωση της Λέρου, παρόλο που η ανταπόκριση δεν ήταν πολυπληθής και ενδεχομένως πλήρως αντιπροσωπευτική των διαφορετικών κοινωνικών ομάδων, υπήρξε ενδιαφέρον ενημέρωσης σχετικά με τους διαθέσιμους πόρους της περιοχής και του τρόπου με τον οποίο μπορούν να αναδειχθούν, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις οι συμμετέχοντες προχώρησαν σε κατάθεση ακόμη και προτάσεων υλοποίησης του σχεδίου. Το τελευταίο αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα της συμμετοχικής προσέγγισης, καθώς μπορεί να τροφοδοτήσει τη διαμόρφωση πολιτικών που συνάδουν με τις τοπικές ιδιαιτερότητες της κοινωνίας, για την οποία υλοποιείται ο σχεδιασμός.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αναφερθεί ακόμη ότι για την υλοποίηση σχεδίων που συμπεριλαμβάνουν στοιχεία τόσο της χερσαίας όσο και της ενάλιας πολιτιστικής κληρονομιάς ένα κρίσιμο ζήτημα αποτελεί η απόκτηση δεδομένων και ιδίως χωρικών δεδομένων, τα οποία ιδίως στην Ελλάδα παραμένουν μέχρι σήμερα σε σημαντικό βαθμό μη καταγεγραμμένα, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις η ακριβής θέση στοιχείων της ΕΠΚ δεν είναι γνωστή (Koutsi and Stratigea, 2020). Πολλές δε φορές, ακόμη και όταν η θέση ενός στοιχείου είναι γνωστή, δεν δημοσιεύεται για λόγους προστασίας, καθώς δεν είναι λίγα τα περιστατικά βανδαλισμού της πολιτιστικής κληρονομιάς. Για την αναζήτηση της ακριβούς θέσης της ΕΠΚ, ο ρόλος της τοπικής κοινωνίας είναι κομβικός, καθώς σημαντική πληροφορία μπορεί να προέλθει από την εμπειρική γνώση τοπικών κοινωνικών και επαγγελματικών ομάδων. Η αξία της συμβολής των τοπικών κοινωνιών στο επίπεδο αυτό καταδεικνύεται από το παράδειγμα της Λέρου, όπου σε αρκετές περιπτώσεις η απόκτηση της ακριβούς θέσης

ορισμένων στοιχείων της ΕΠΚ αντλήθηκε από καταδυτικές σχολές που δραστηριοποιούνται στην περιοχή.

Για την υλοποίηση της συμμετοχικής αυτής διαδικασίας ήταν ιδιαίτερα κομβικής σημασίας η χρήση της τεχνολογίας και των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η αξιοποίηση των κοινωνικών δικτύων. Στα πλεονεκτήματα της χρήσης του διαδικτύου συμπεριλαμβάνεται το χαμηλό κόστος, η δυνατότητα στοχευμένης προώθησης, η εύκολη και αποτελεσματική επικοινωνία των σχεδιαστών και των κέντρων λήψης αποφάσεων από τη μια πλευρά και των τοπικών κοινωνιών από την άλλη, καθώς και η δυνατότητα πραγματοποίησης διαλόγου μεταξύ ατόμων με κοινά ενδιαφέροντα. Η σημασία της αξιοποίησης του διαδικτύου ενισχύεται αν αναλογιστεί κανείς τη φύση της περιοχής μελέτης – νησιωτική περιοχή – και τις δυσκολίες πρόσβασης του πληθυσμού σε πληροφορία και διαδικασίες συμμετοχής. Η αξιοποίηση τεχνολογικών μέσων άρει σε σημαντικό βαθμό τους περιορισμούς που θέτει η νησιωτικότητα, δημιουργώντας έναν ισχυρό δίαυλο επικοινωνίας με την τοπική κοινωνία του νησιού. Κύρια προϊόντα της διαδικασίας αυτής είναι ο εμπλουτισμός των καταγεγραμμένων πολιτιστικών πόρων, η αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης, ο βαθμός και ο τρόπος αξιοποίησης της πολιτιστικής κληρονομιάς μέχρι σήμερα, η επιλογή του πλέον κατάλληλου σεναρίου για την ολοκληρωμένη πολιτιστική ανάπτυξη του νησιού, καθώς και ο εμπλουτισμός της διαδικασίας σχεδιασμού με στοιχεία που έχουν τυχόν παραληφθεί ή δεν είναι γνωστά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Κούτση Δ., Στρατηγέα Α., (2018). Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική και Διαχείριση της Ενάλιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Στο: Δέφνερ, Α., Σκάγιαννης, Π., Ψαθά, Ε. (Επ.) *3ο Εθνικό Συνέδριο Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης*, σελ. 565-577. Βόλος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Κούτση, Δ., (2018). Ολοκληρωμένη Διαχείριση Χερσαίων και Ενάλιων Πολιτιστικών Πόρων ως Πυλώνες Ανάπτυξης Απομονωμένων Νησιωτικών Περιοχών. Μεταπτυχιακή Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κωστόπουλος, Δ., (2005), *Τουριστικός Οδηγός της Λέρου*, Αθήνα, Εκδόσεις Τούμπης.

Σπιλάνης, Γ., (2012), *Η Ανάπτυξη των Νησιών-Ευρωπαϊκά Νησιά και Πολιτική Συνοχή*, Αθήνα, Εκδόσεις Gutenberg.

Στρατηγέα, Α. (2015), *Θεωρία και Μέθοδοι Συμμετοχικού Σχεδιασμού*, Αθήνα, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα, Πρόγραμμα Κάλλιππος. Διαθέσιμο στο <http://repository.kallipos.gr/handle/11419/5428> (ηλεκτρονικό βιβλίο), τελευταία πρόσβαση 20/10/2020.

Ξένη Βιβλιογραφία

Bennett, J., (2016). Less Than 1 percent of the world's shipwrecks have been explored. popular mechanics. Διαθέσιμο στο <https://www.popularmechanics.com/science/a19000/less-than-one-percent-worlds-shipwrecks-explored/> last accessed 2020/1/5, τελευταία πρόσβαση 23/10/2020.

Koutsis D., Stratigea, A., (2020). Leveraging Underwater Cultural Heritage (UCH) Potential for Smart and Sustainable Development in Mediterranean Islands. In: the 20th 2020 International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA-2020), Cagliari, Italy, July 1-4 2020.

Koutsis, D., Stratigea, A., (2019). Unburying hidden land and maritime cultural potential of small islands in the Mediterranean for tracking heritage-led local development paths. *Heritage* 2(1), 938-966.

Kunwar, R. R., & Karki, N., (2020). A Study of Dark (Disaster) Tourism in Reconstructed Bapark, Nepal. *The Gaze: Journal of Tourism and Hospitality*, 11(1), 140-180.

Montalto, V., Tacao Moura, C., Panella, F., Alberti, V., Becker, W., Saisana, M., (2019), *The cultural and creative cities monitor*, Luxemburg, Publications Office of the European Union.

Panagiotopoulou, M., Somarakis, G., & Stratigea, A. (2018). Smartening up Participatory Cultural Tourism Planning in Historical City Centers. *Journal of Urban Technology*, 1-24.

Papadopoulou, Ch. A.; Stratigea, A. Traditional vs. Web-based Participatory Tools in Support of Spatial Planning in 'Lagging-behind' Peripheral Regions. In Socio-economic sustainability, Regional Development and Spatial Planning: European and International Dimensions and Perspectives, Proceedings of the International Conference of the Department of Geography and University of the Aegean, Mytilene, Greece, 4 – 7 July 2014; Korres, G., Kourliouros E., Tsobanoglou, G., Kokkinou, A., Eds.; Department of Sociology - University of the Aegean, International Sociological Association: Mytilene, Greece, 2014; pp. 164-170.

Pita da Costa, D., (2017), *Mapping of cultural heritage actions in European union policies programmes and activities*, Brussels, European Commission.

Stratigea, A., & Katsoni, V., (2015), A strategic policy scenario analysis framework for the sustainable tourist development of peripheral small island areas—the case of Lefkada-Greece Island. *European Journal of Futures Research*, 3(1), 5.

Stratigea, A.; Leka, A.; Nicolaidis, Ch., (2017). Small and Medium-sized Cities and Island Communities in the Mediterranean: Coping with Sustainability Challenges in the Smart City Context. In: Stratigea, A., Kyriakides, E., Nicolaidis, Ch., (Eds.) *Smart Cities in the Mediterranean - Coping with Sustainability Objectives in Small and Medium-sized Cities and Island Communities*, Berlin, 3-29.

Διαδικτυακοί Τόποι

Story maps by Esri: <https://goo.gl/tM1Nny>

Απογραφή Πληθυσμού - Κατοικιών, ΕΛ.ΣΤΑΤ. (2011). Διαθέσιμο στο <https://www.statistics.gr/2011-census-pop-hous>, τελευταία πρόσβαση 23/10/2020.

Διεθνής Βάση Δεδομένων – Wreck.eu. Διαθέσιμο στο <https://www.wrecksite.eu/>, τελευταία πρόσβαση 14/10/2020.

Ιστοσελίδα κοινοποίησης Web-GIS μέσω facebook:
<https://www.facebook.com/LerosCulture>

**Έξυπνο διεπιστημονικό σύστημα υποστήριξης της παρακολούθησης
παράκτιας ζώνης με μεικτή υποδομή: αστική - βιομηχανική – κρίσιμες
υποδομές, με χρήση διαλειτουργικών τεχνολογιών
-EPIPELAGIC (T7ΔΚΙ-00160) -**

**Αλεξάνδρα Κώστα^{a*}, Δήμητρα Κίτσιου^b, Νίκος Γραμμαλίδης^c, Χρήστος
Κοντόπουλος^a, Παναγιώτης Σμυρλής^c, Zhenhong Li^d, Peng Li^d, Βασιλική
Χαραλαμποπούλου^a, Li Guangxue^d, Qiao Lulu^d, Ding Dong^d**

^aGEOSYSTEMS HELLAS A.E., Γκινοςάτη 88Α,14452, Μεταμόρφωση, Αθήνα, Ελλάδα, mail@geosystems-hellas.gr, (+30) 210 2846144-145

^bΤμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλασσίων Βιοεπιστημών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 81100 Μυτιλήνη, Λέσβος, Ελλάδα, dkit@aegean.gr, (+30) 22510 36819

^c Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης, 57001 Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, ngramm@iti.gr, (+30) 2310 464160

^dInstitute of Estuarine and Coastal Zone, College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao, China, Zhenhong.Li@newcastle.ac.uk, pengli@ouc.edu.cn, (+86) 532 66782542

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ερευνητικό έργο EPIPELAGIC επικεντρώνεται στην παρακολούθηση των παράκτιων περιοχών και εμπίπτει στην ενότητα «Περιβάλλον - Μετριασμός και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και στις φυσικές καταστροφές» της στρατηγικής έρευνας και τεχνολογίας για την έξυπνη εξειδίκευση (RIS3). Ο κύριος στόχος του είναι να συμβάλει στον "μετριασμό και στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και τις φυσικές καταστροφές" μέσω της συνδυασμένης χρήσης τεχνολογιών κινεζικών δορυφόρων (οπτικών, SAR, γεωδαιτικών/ GPS-GNSS) με ευρωπαϊκά δορυφορικά δεδομένα και βοηθητικά δεδομένα καθώς και των αξιόπιστων αποτελεσμάτων που προέρχονται από τον συγκερασμό μεγάλων δεδομένων (Big Data) και από τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Τα παράκτια, θαλάσσια και ποτάμια οικοσυστήματα ωφελούν την κοινωνία με διάφορους τρόπους, παρέχοντας ένα φάσμα «υπηρεσιών οικοσυστήματος» και ενεργώντας ως ενδιάμεσος χώρος μεταξύ της θάλασσας και της γης. Η διατήρηση και η κατάλληλη διαχείριση αυτών των οικοσυστημάτων μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο παράκτιων πλημμυρών, διάβρωσης, υποβάθμισης και καθίζησης. Το έργο θα παρακολουθεί την υποβάθμιση του εδάφους, τη διάβρωση, τις παράκτιες πλημμύρες και την υποβάθμιση των παράκτιων αστικών/περιαστικών και αμιγώς βιομηχανικών περιοχών με μικτή χρήση γης και πληθυσμό όλων των ηλικιών και επαγγελματιών, συμβάλλοντας έτσι στην άμβλυνση του κινδύνου και στις νέες πολιτικές σχεδιασμού έναντι της κλιματικής αλλαγής. Οι προτεινόμενες ολοκληρωμένες λύσεις παρακολούθησης θα παρέχουν πολύτιμες γνώσεις, μεθοδολογίες και σύγχρονες τεχνικές για τη διερεύνηση των σχετικών φυσικών μηχανισμών και θα προσφέρουν ένα καινοτόμο εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για την εξυπηρέτηση της κοινωνίας. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική του συστήματος αποτελείται από τη συλλογή δεδομένων και την προεπεξεργασία τους, ένα σύστημα μηχανικής μάθησης, που θα εκτελείται και μέσω Web Process Service (WPS), καθώς και ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support Service, DSS). Η υλοποίηση θα μπορεί να αξιοποιήσει μελλοντικά πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους. Το EPIPELAGIC περιλαμβάνει διαδικασίες για τη συλλογή δεδομένων που απαιτούνται για την αξιολόγηση της θαλάσσιας παρακολούθησης και της παρακολούθησης των

ακτών, για την ανταλλαγή πληροφοριών με μεθοδολογίες και εργαλεία διαχείρισης της παράκτιας ζώνης και για την εκτίμηση των δεδομένων από διάφορες πηγές (βοηθητικά δεδομένα), όπως περιβαλλοντικά, κοινωνικοοικονομικά και συνεισφορές από Κοινότητες Πρακτικής που θα αναπτυχθούν για την υποστήριξη των σχετικών δράσεων. Οι ερευνητικές δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν θα παράσχουν διαρκή υποστήριξη στον τοπικό πολιτισμό, την κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον και στις δύο χώρες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Παρακολούθηση ακτών, κλιματική αλλαγή, συνδυασμός δεδομένων, Κοινότητες Πρακτικής, πλατφόρμα EPIPELAGIC

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι παράκτιες και παραποτάμιες ζώνες είναι ο σύνδεσμος μεταξύ της ξηράς και της θάλασσας και αποτελούν μοναδικές περιοχές, με εξαιρετική βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα. Είναι πολύτιμες τόσο από περιβαλλοντική, κοινωνική όσο και οικονομική άποψη. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή όπως και πολύ άλλοι πολιτικοί και περιβαλλοντικοί οργανισμοί έχουν εκδώσει σειρά οδηγιών και πρακτικών πάνω στη προστασία των περιοχών αυτών. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις ζώνες αυτές με κίνδυνο ακόμη και τον αφανισμό τους.

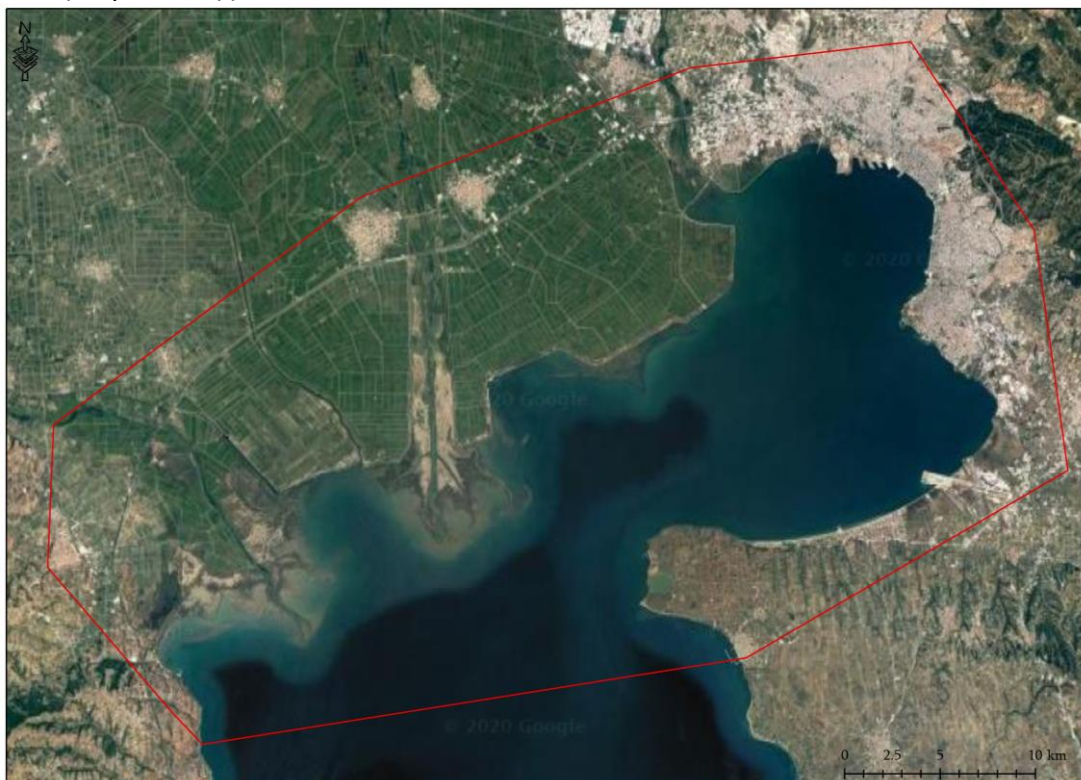
Υπό αυτό το πρίσμα, το EPIPELAGIC αποτελεί ένα έργο με κύριο αντικείμενο και στόχο την παρακολούθηση των παράκτιων και παραποτάμιων ζωνών και οικοσυστημάτων για την ανθεκτικότητα και την προσαρμογή τους στην κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της. Συγκεκριμένα, το EPIPELAGIC αποτελεί ένα έργο (κωδικός έργου: T7ΔΚΙ-00160) που ανήκει στο επιχειρησιακό πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και καινοτομία», Συνεργασία Ελλάδας- Κίνας στα πλαίσια της Ενότητας «Περιβάλλον - Μετριασμός και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και στις φυσικές καταστροφές» της στρατηγικής έρευνας και τεχνολογίας για την έξυπνη εξειδίκευση (RIS3). Στο EPIPELAGIC συμμετέχουν ακαδημαϊκοί φορείς και εταιρείες που προέρχονται και από τις δύο χώρες, προωθώντας έτσι την συνεργασία και την ανταλλαγή γνώσεων και τεχνολογιών μεταξύ τους. Το έργο θα χρησιμοποιήσει πλήθος δεδομένων, από διαφορετικές πηγές προέλευσης, δορυφορικά και βοηθητικά δεδομένα και θα δημιουργηθεί μια on-line πλατφόρμα η οποία θα χρησιμοποιηθεί από τους τελικούς χρήστες για έγκαιρη λήψη αποφάσεων απέναντι στους κινδύνους καθώς και τη λήψη μέτρων για την προσαρμογή και ανθεκτικότητα των περιοχών στην κλιματική αλλαγή. Οι παράκτιες πλημμύρες, η διάβρωση, η υποβάθμιση, η καθίζηση και οι μεταβολές των ακτών λόγω της κλιματικής αλλαγής είναι κάποιους από τους κινδύνους που θα εξεταστούν στο EPIPELAGIC.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης που έχει επιλεγεί για την Ελλάδα και τα χαρακτηριστικά της. Επίσης, αναφέρονται τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο, η χρονική περίοδος που έχει επιλεγεί να γίνει η ανάλυση καθώς και οι διάφορες παράμετροι που έχουν καθοριστεί. Στην επόμενη ενότητα, περιγράφεται η μεθοδολογία και η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος του έργου καθώς και η πλατφόρμα που θα δημιουργηθεί. Τέλος, αναφέρονται τα αναμενόμενα αποτελέσματα που θα έχει το EPIPELAGIC σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό τομέα.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.1 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης απεικονίζεται στην Εικόνα 1 και αντιστοιχεί σε εμβαδό 762 km². Αφορά στην παράκτια περιοχή του Θερμαϊκού Κόλπου και περιλαμβάνει μέρος της πόλης της Θεσσαλονίκης και το Εθνικό Πάρκο Δέλτα Αξιού (Εθνικό Πάρκο Αξιού - Λουδία - Αλιάκμονα). Το εν λόγω πάρκο είναι υψηλής οικολογικής σημασίας και η προστασία του έχει ενταχθεί στη Σύμβαση Ραμσάρ ως Υγροτόπου Διεθνούς Σημασίας και στο δίκτυο περιοχών Natura 2000. Επίσης, έχει περιληφθεί στις σημαντικές περιοχές για τα πουλιά IBA (Important Bird Areas). Η περιοχή επιλέχθηκε να μελετηθεί στο πλαίσιο του ERIPELAGIC διότι είναι μία παράκτια περιοχή κοντά σε δέλτα ποταμών και συνδυάζει ποικίλες χρήσεις γης (αστική, βιομηχανική, εμπορική ζώνη) και πληθώρα οικονομικών δραστηριοτήτων, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις είναι συγκρουόμενες με την προστασία του περιβάλλοντος και έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κατά συνέπεια, αποτελεί βέλτιστη επιλογή για την μελέτη περίπτωσης στο πλαίσιο του ERIPELAGIC.



Εικόνα 1. Περιοχή μελέτης – η περιοχή που οριοθετείται από το κόκκινο πολύγωνο.

2.2 Δεδομένα

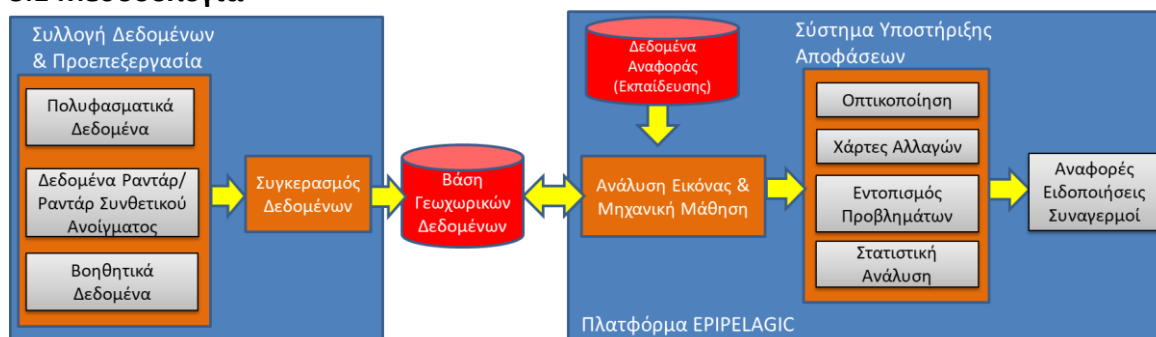
Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά και συμπληρωματικά στο πλαίσιο του ERIPELAGIC αφορούν σε δορυφορικά δεδομένα, βοηθητικά (auxiliary) δεδομένα, ορθοφωτογραφίες και δεδομένα πεδίου. Τα δορυφορικά δεδομένα περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων χρονοσειρές Landsat5-TM, MODIS, ERS 1/2, Sentinel 1, Sentinel 2A. Δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης Planet (δεδομένα για το έτος 2020) και δευτερογενή δεδομένα χρήσης/κάλυψης γης GlobeLand30 (έτη 2000/2010/2020). Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη της μεταβολής της ακτογραμμής, της παράκτιας διάβρωσης, της μεταβολής των χρήσεων γης και της διασποράς υλικών από τα ποτάμια στη γειτονική θαλάσσια περιοχή. Η

χρονική περίοδος μελέτης καθορίστηκε από το 1990 έως το 2015 με χρήση δεδομένων Landsat5-TM και ERS 1/2 ανά 4 χρόνια και από το 2015 έως το 2020 με χρήση δεδομένων Sentinel 1, Sentinel2A και MODIS ανά 1 χρόνο. Σε συνεργασία με τους Κινέζους εταίρους, θα διερευνηθεί η δυνατότητα ανάκτησης επιπλέον δορυφορικών δεδομένων από κινέζικους δορυφόρους τα οποία θα χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά με τα παραπάνω. Τα βοηθητικά δεδομένα αφορούν σε αναλογικούς και ψηφιακούς χάρτες της περιοχής μελέτης, όπως για παράδειγμα γεωλογικούς, γεωμορφολογικούς και τοπογραφικούς χάρτες, χάρτες αποτύπωσης της ακτογραμμής σε διάφορες κλίμακες, δορυφορικά συστήματα Galileo/ EGNOS, GaoFen-1/2/3 και Beidou. Επίσης θα αξιοποιηθούν δεδομένα και υποδομές που έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες μελέτες/ ερευνητικά προγράμματα (π.χ. πρόγραμμα INDES MUSA) και υπάρχουσες ψηφιακές βάσεις δεδομένων της περιοχής μελέτης που μπορούν να συνδυαστούν με τα δορυφορικά δεδομένα. Συγκεκριμένα, η υποδομή που θα χρησιμοποιηθεί στο EPIPELAGIC θα αποτελείται από σταθμούς βάσης GPS-GNSS οι οποίοι θα αναβαθμιστούν στην τεχνολογία Beidou και παλιρροιογράφους. Επιπρόσθετα, θα χρησιμοποιηθούν οι βάσεις δεδομένων CORINE και GlobeLand30 για τη μελέτη της διαχρονικής μεταβολής των χρήσεων γης και ορθοφωτογραφίες (έτη 1975 και 2007) για σύγκριση με τα δορυφορικά δεδομένα όσον αφορά στη μεταβολή της ακτογραμμής στην περιοχή μελέτης.

Όσον αφορά στα δεδομένα πεδίου, θα λάβουν χώρα επιτόπιες μετρήσεις στην περιοχή μελέτης με στόχο (α) την μέτρηση της μετατόπισης τουλάχιστον 15 σημείων στο έδαφος της περιοχής μελέτης με στόχο την καταγραφής της εδαφικής κίνησης, με ακρίβεια μικρότερη του ενός εκατοστού, με χρήση ήδη υπάρχοντος συστήματος GNSS-GPS που είναι ήδη εγκαταστημένο και θα αναβαθμιστεί στα πλαίσια του έργου (β) την ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων από τον ήδη εγκατεστημένο παλιρροιογράφο και (γ) την επαλήθευση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την προ-επεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων όσον αφορά στη μεταβολή των χρήσεων γης και της ακτογραμμής.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ EPIPELAGIC

3.1 Μεθοδολογία



Εικόνα 2. Βασική Μεθοδολογία και αρχιτεκτονική του EPIPELAGIC

Η βασική μεθοδολογία και αρχιτεκτονική του συστήματος EPIPELAGIC απεικονίζεται στην Εικόνα 2 και αποτελείται από δύο βασικά υποσυστήματα: Το σύστημα συλλογής δεδομένων και επεξεργασίας και την βασική πλατφόρμα, που περιλαμβάνει την μονάδα μηχανικής μάθησης και το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων. Τα υποσυστήματα αυτά περιγράφονται αναλυτικότερα στις επόμενες υπο-ενότητες.

3.2 Συλλογή δεδομένων και προεπεξεργασία

Οι σύγχρονες προσεγγίσεις για την παρατήρηση της γης (Earth observation) και την τηλεπισκόπηση (Remote sensing) μέσω δορυφορικών δεδομένων χρησιμοποιούν συνδυασμό δεδομένων από διαφορετικά αισθητήρια και πολλαπλές χρονικές στιγμές για την καλύτερη εξαγωγή πληροφορίας η οποία να είναι χρήσιμη στην υποστήριξη αποφάσεων (Karlan et al. 2018). Πιο συγκεκριμένα, η βασική ιδέα του έργου είναι η ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης βασισμένων σε συγκερασμό δεδομένων από οπτικά ή πολυφασματικά δεδομένα, δεδομένα ραντάρ (πχ. Ραντάρ Συνθετικού Ανοίγματος, SAR) ή/και προαιρετικά άλλα βοηθητικά δεδομένα.

Στα πλαίσια του έργου έχει αναπτυχθεί μια ακολουθία βημάτων (γράφος) προεπεξεργασίας για το συγκερασμό δεδομένων από διάφορους πολυφασματικούς δορυφόρους καθώς και δορυφόρους ραντάρ σε ένα τελικό σύνολο δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση μοντέλων βαθιάς μηχανικής μάθησης ή συμβατικών μεθόδων (πχ. δέντρα αποφάσεων, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, κα). Ο στόχος είναι η εκτίμηση/ διάκριση της επικάλυψης και της χρήσης γης με κατηγοριοποίηση από τα παραπάνω δεδομένα. Για τη δημιουργία του συνόλου δεδομένων, εκτελείται προεπεξεργασία που περιλαμβάνει διάφορα στάδια για κάθε πηγή (πχ. διορθώσεις και μετασχηματισμοί), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο καλύτερος δυνατός συνδυασμός της πληροφορίας που παρέχει κάθε πηγή. Για τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SNAP (Zuhlike, 2015) του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος.

Ενδεικτικά, για τα πολυφασματικά δεδομένα του δορυφόρου Sentinel 2 (προϊόν επιπέδου 2A) η διαδικασία περιλαμβάνει την περικοπή των συνιστωσών εισόδου στα όρια της περιοχής ενδιαφέροντος και την επαναδειγματοληψία σε ανάλυση εικονοστοιχείου 10 X 10 μέτρα. Η διαδικασία αυτή απαιτείται επειδή τα κανάλια εισόδου διατίθενται σε διαφορετικές αναλύσεις (10, 20 ή 60 μέτρα) και υλοποιείται με την χρήση της διγραμμικής παρεμβολής.

Αντίστοιχα, για τα δεδομένα Sentinel 1, στη βιβλιογραφία συστήνεται μια ακολουθία διορθώσεων και μετασχηματισμών για την προετοιμασία για σύντηξη (Filipponi, 2019). Αρχικά και εδώ γίνεται περικοπή της εικόνας στα όρια της περιοχής ενδιαφέροντος. Κατόπιν, μεταφορτώνονται και εφαρμόζονται στα δεδομένα ενημερωμένες πληροφορίες τροχιάς του δορυφόρου (orbit state vectors). Η πληροφορία αυτή θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια από επόμενα βήματα επεξεργασίας για τη βελτίωση της ποιότητας του αποτελέσματος. Ακολουθεί η αφαίρεση του θερμικού θορύβου. Η διόρθωση αυτή αφορά το φιλτράρισμα προσθετικού θορύβου στο σήμα, για βελτίωση του αποτελέσματος ιδιαίτερα σε σημεία με χαμηλή αντανάκλαση. Στη συνέχεια, γίνεται διόρθωση για θόρυβο που παρουσιάζεται κυρίως στα άκρα της εικόνας (border noise removal). Η ενέργεια αυτή αφαιρεί χαμηλής ισχύος θόρυβο και μη έγκυρα δεδομένα στα άκρα της εικόνας. Κατόπιν, γίνεται βαθμονόμηση του σήματος (calibration), όπου εξάγονται οι τιμές του συντελεστή αντανάκλασης σ_0 (backscatter coefficient). Στο παραγόμενο σήμα, εφαρμόζεται ένα ακόμα φιλτράρισμα, που αφαιρεί το θόρυβο τύπου “στίγματος” (speckle filtering). Στη συνέχεια, ακολουθεί γεωμετρική διόρθωση (terrain correction), η οποία διορθώνει γεωμετρικές αποκλίσεις των τιμών των εικονοστοιχείων στις ακριβείς θέσεις τους στην εικόνα.

Στο τελευταίο στάδιο, οι παραπάνω δύο επιμέρους ροές προ-επεξεργασίας συντίθενται σε ένα τελικό προϊόν, ως μία στοίβα καναλιών με τις επεξεργασμένες τιμές των εικονοστοιχείων. Το αποτέλεσμα αυτής της σύντηξης αυτής είναι μία τελική

εικόνα με 15 διαφορετικά κανάλια: 13 από το Sentinel-2, δηλαδή 12 βασικά κανάλια και το παράγωγο προϊόν SCM (Scene Classification Map) και 2 από το Sentinel-1 που θα αποθηκεύεται με μια Βάση Γεωχωρικών δεδομένων. Όσον αφορά τα δεδομένα αναφοράς (Ground Truth) για την εκπαίδευση, θα αξιοποιηθούν μετρήσεις πεδίου αλλά και αξιόπιστα ελεύθερα δεδομένα υψηλής ανάλυσης. Σχετικά προϊόντα για τρεις διαφορετικές χρονολογίες (2000, 2010 και 2020) διατίθενται από το Εθνικό Κέντρο Γεωπληροφορικής της Κίνας (National Geomatics Center of China), στην ανάλυση των 30 μέτρων (Chen, 2015), (GlobeLand30).

3.2 Βασική Πλατφόρμα EPIPELAGIC (Μηχανική μάθηση και Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων)

Η βασική πλατφόρμα του EPIPELAGIC περιλαμβάνει ένα σύστημα μηχανικής μάθησης που μπορεί να υλοποιηθεί σαν Υπηρεσία Διαδικτυακής Επεξεργασίας (Web Processing Service, WPS), και ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS) τα οποία θα αναλύουν συνεχώς τα διαθέσιμα δεδομένα, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες στους χρήστες και ενεργοποιώντας συναγερμούς όποτε αυτό απαιτείται. Η πλατφόρμα EPIPELAGIC θα σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να αξιοποιήσει μελλοντικά πλατφόρμες νέφους (cloud storage/computing) ή κατανεμημένα υπολογιστικά συστήματα πλέγματος (grid computing) για τη διευκόλυνση της μοντελοποίησης, την ενίσχυση των δυνατοτήτων αποθήκευσης και την παροχή γρήγορων και ακριβών αποτελεσμάτων.

Οι βασικές υπομονάδες της πλατφόρμας περιγράφονται παρακάτω:

A) Το σύστημα μηχανικής μάθησης επεξεργάζεται τα διαθέσιμα δεδομένα εισόδου (πολυφασματικά δορυφορικά δεδομένα, δεδομένα ραντάρ και ραντάρ συνθετικού διαφράγματος (Synthetic Aperture Radar, SAR) και άλλα βοηθητικά δεδομένα, όπως επιτόπιες μετρήσεις, τα οποία έχουν προηγουμένως αποθηκευτεί σε μια βάση δεδομένων GIS. Το σύστημα θα εξαγάγει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την παρακολούθηση της θάλασσας και της ακτογραμμής, την αλλαγή χρήσεων γης, την υποβάθμιση και διάβρωση του εδάφους καθώς και άλλους κινδύνους. Οι πληροφορίες αυτές αναμένεται να διευκολύνουν την διάγνωση πιθανών προβλημάτων και να οδηγήσουν στην εξαγωγή πολύτιμης γνώσης που θα συνεισφέρει στην πιο αποτελεσματική και διαχρονική διαχείριση των παράκτιων ζωνών αναφορικά με την κλιματική αλλαγή. Τα παραπάνω αποτελέσματα θα αποθηκεύονται στην ίδια βάση δεδομένων GIS, ενώ στην ίδια βάση θα περιλαμβάνονται τα δεδομένα αναφοράς που θα χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης. Ειδικότερα όσον αφορά τα δεδομένα κάλυψης/χρήσης γης, στα πλαίσια του έργου θα χρησιμοποιηθούν σύγχρονες μέθοδοι εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης, όπως ο αλγόριθμος Random Forest και τα Δίκτυα Βαθιάς Μάθησης, όπως το δίκτυο U-Net για σημασιολογική κατάτμηση πολυδιάστατων δεδομένων (Ronneberger, 2015). Ακόμη, θα αξιολογηθεί η συνεισφορά των επιμέρους χαρακτηριστικών (καναλιών της εικόνας) κατά τη διαδικασία εκπαίδευσης, με σύγχρονες μεθόδους εκτίμησης σημαντικότητας χαρακτηριστικών (Feature Importance), με σκοπό τη βελτίωση του παραγόμενου μοντέλου (πχ. Pflugmacher et al., 2014, Lundberg, 2017). Ας σημειωθεί ότι η μελέτη της κάλυψης/χρήσης γης συμπεριλαμβάνει και την διαπίστωση ύπαρξης νερού σε κάποια περιοχή, επομένως τα αποτελέσματά της μπορούν να αξιοποιηθούν και για την μελέτη της ακτογραμμής και των διαχρονικών αλλαγών σε αυτήν. Επίσης, αναφορικά με τον κίνδυνο της υποβάθμισης του εδάφους και τη μελέτη της διάβρωσης του, θα χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά στοιχεία από μετρήσεις πεδίου με

χρήση GPS-GNSS και εφαρμογή της μεθόδου συμβολομετρίας (Interferometry). Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί διαφορές μορφές της τεχνικής αυτής, που στηρίζονται σε παραλλαγές της βασικής επεξεργασίας των δεδομένων SAR, με στόχο τη μελέτη μεταβολών στο ανάγλυφο της γήινης επιφάνειας, είτε αυτές οφείλονται σε φυσικά είτε σε ανθρωπογενή αίτια, μέσα από το πρίσμα του προσδιορισμού της τρίτης διάστασης, αυτής του υψομέτρου. Συγκεκριμένα, η συμβολομετρία που βασίζεται σε δεδομένα ραντάρ συνθετικού διαφράγματος (SAR) είναι μία τεχνική που ανιχνεύει τις μεταβολές του εδάφους και τις μετατοπίσεις του (καθίζηση, διάβρωση εδάφους) μεταξύ δύο εικόνων οι οποίες απεικονίζουν την ίδια περιοχή σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. (Rosen et al. 2000) Οι τεχνικές συμβολομετρίας και διαφορικής συμβολομετρίας (InSAR, DinSAR) επιτρέπουν ακόμη και την ανίχνευση πολύ μικρών μεταβολών της τάξης των μερικών χιλιοστών με τη χρήση του συνθετικού συμβολομετρικού γραφήματος (Interferogram) ενώ αποτελούν τις πλέον κατάλληλες τεχνικές για τέτοιου είδους ανίχνευσης μεταβολών. (Colesanti, C., Wasowski, J., 2006.)

Β) ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS) το οποίο θα συνυπολογίζει βοηθητικές πληροφορίες από διάφορες πηγές, όπως περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά δεδομένα, προκειμένου να προτείνει κατάλληλες ενέργειες για τον μετριασμό των κινδύνων, καθώς και για την ενεργοποίηση συναγερμών στους χρήστες, όποτε αυτό απαιτείται. Θα γίνει προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι «εξηγήσιμης τεχνητής νοημοσύνης» (Explainable Artificial Intelligence) που, σε συνδυασμό με πολλαπλές δυνατότητες οπτικοποίησης των διαθέσιμων πληροφοριών καθώς και των προτάσεων του συστήματος DSS, θα παρέχουν στους χρήστες μια σαφή εικόνα και δικαιολόγηση των διαθέσιμων επιλογών, έτσι ώστε να τους διευκολύνουν στην επιλογή της καλύτερης δυνατής απόφασης/λύσης για τα διαπιστωμένα προβλήματα.

Η χρήση τεχνικών πληθοπορισμού (Crowdsourcing) και η δημιουργία συγκεκριμένων Κοινοτήτων Πρακτικής παράλληλα με την ανάπτυξη και τη συντήρηση της βάσης δεδομένων GIS, θα οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση των συγκεκριμένων αναγκών των χρηστών που θα μπορούν να καλυφθούν με την χρήση και επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων. Επιπλέον, η ενεργή συμμετοχή των χρηστών θα συνεισφέρει στον καλύτερο ορισμό των απαιτήσεων για τη βελτίωση των υπάρχουσών μεθόδων και λογισμικού που ήδη χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος, των αλλαγών στην ακτογραμμή και των επιπτώσεων από την κλιματική αλλαγή.

Τελικά, η έρευνα στοχεύει στη δημιουργία μιας καινοτόμου συμμετοχικής πλατφόρμας για τη συλλογή και επεξεργασία περιβαλλοντικών και επιστημονικών δεδομένων που θα οδηγήσει σε αξιόπιστη μοντελοποίηση δεδομένων η οποία θα περιλαμβάνει: α) την σχεδίαση και ανάπτυξη νέων αλγορίθμων ερμηνείας γεωχωρικών δεδομένων, όπως στατιστικές μέθοδοι για το φιλτράρισμα του θορύβου, μέθοδοι αντικειμενοστραφούς ανάλυσης εικόνας (Object-based Image Analysis, OBIA) και τεχνικές μηχανικής μάθησης (π.χ. σημασιολογική κατάτμηση εικόνων με τη χρήση συνελικτικών νευρωνικών δικτύων, όπως η μέθοδος U-NET) που θα εκπαιδεύονται με αξιόπιστα δεδομένα αναφοράς, β) την υποστήριξη εφαρμογών πληθοπορισμού για έξυπνα κινητά τηλέφωνα ή tablet με στόχο την επαλήθευση του συστήματος και την λήψη χρήσιμων δεδομένων αναφοράς.

4. ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το EPIPELAGIC αποτελεί ένα έργο το οποίο θα προτείνει λύσεις και προτάσεις για το μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες περιοχές καθώς και την προσαρμογή τους χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο πλήθος δεδομένων, όπως ο συνδυασμός των ευρωπαϊκών και κινεζικών δορυφόρων με άλλα βοηθητικά δεδομένα. Οι Κοινότητες Πρακτικής που θα δημιουργηθούν στα πλαίσια του έργου, από την Ελλάδα και την Κίνα, θα εμπλουτίσουν το φάσμα δεδομένων με σκοπό να δημιουργηθούν επιτυχημένα εργαλεία για τους τελικούς χρήστες. Η παρακολούθηση των παράκτιων, θαλάσσιων και ποτάμιων οικοσυστημάτων σε σχέση με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις, αποτελεί ένα ζήτημα μεγάλης κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής σημασίας. Η πλατφόρμα που θα σχεδιαστεί στο EPIPELAGIC, με την on-line παρακολούθηση και εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα προαναφερθέντα οικοσυστήματα, θα έχει μεγάλο αντίκτυπο σε οικονομικές προκλήσεις που σχετίζονται με τις προτεραιότητες των επενδυτών και των επενδυτικών τραπεζών, των ασφαλιστικών εταιρειών καθώς και με την αξία των ίδιων των ακινήτων. Όσον αφορά την κοινωνική διάσταση του προβλήματος που σχετίζεται με την ασφάλεια των πολιτών, μέσω του EPIPELAGIC θα δοθεί η δυνατότητα να υποστηριχθεί ένας καλύτερος και πιο βιώσιμος σχεδιασμός των περιοχών σε τοπική κλίμακα (χωροθέτηση έργων προστασίας, έργων ανάπτυξης κτλ.), οδηγώντας στην πιο ασφαλή διαβίωση των πολιτών σε παράκτιες περιοχές. Από περιβαλλοντικής πλευράς, μέσω του έργου θα υλοποιηθεί μία ανάλυση επικινδυνότητας, εντοπίζοντας την τρωτότητα των περιοχών σχετικά με κινδύνους όπως η διάβρωση των ακτών, η διάβρωση του εδάφους, οι πλημμύρες κ.α. με σκοπό την βιώσιμη διαχείριση και γρήγορη αντιμετώπιση τους. Το EPIPELAGIC θα υποστηρίξει την αποτελεσματική και ταχύτερη ανάλυση και διαχείριση κινδύνων με τη χρήση μοντέλων υψηλής ανάλυσης και επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας, έτσι ώστε να παρέχει μια γρήγορη και αξιόπιστη «Λύση ως Υπηρεσία» (Solution as a Service, SolaaS). Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, να αυξάνεται ο διαθέσιμος χρόνος για το συντονισμό και την οργάνωση των μέτρων έκτακτης ανάγκης. Όλες οι προειδοποιήσεις συναγερμού θα απευθύνονται στους τελικούς χρήστες (υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων, δημοτικές αρχές και σχετικά υπουργεία, βιομηχανικές και ασφαλιστικές εταιρείες κτλ.) για καλύτερη συνεργασία και συντονισμό. Τέλος, το EPIPELAGIC θα υποστηρίξει την ανάπτυξη νέων ερευνητικών δραστηριοτήτων και καινοτόμων εργαλείων σχετικά με την ανίχνευση αλλαγών και την προσαρμογή των παράκτιων και παραποτάμιων περιοχών στην κλιματική αλλαγή. Παράλληλα, θα ενισχύσει τη συνεργασία μεταξύ του ακαδημαϊκού και βιομηχανικού τομέα, όπως επίσης και τη διακρατική συνεργασία μεταξύ Ελλάδας και Κίνας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή βασίστηκε σε μέρος των διαδικασιών και εργασιών που υλοποιούνται στο πλαίσιο του έργου “Εξυπνο διεπιστημονικό σύστημα υποστήριξης της παρακολούθησης παράκτιας ζώνης με μεικτή υποδομή : αστική - βιομηχανική – κρίσιμες υποδομές, με χρήση διαλειτουργικών τεχνολογιών (EPIPELAGIC), που συν-χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή ένωση και Ελληνικά εθνικά κονδύλια μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία» στην προκήρυξη “Διμερής και Πολυμερής E&T Συνεργασία Ελλάδας – Κίνας” (κωδικός ανάπτυξης: T7ΔΚΙ-00160).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kaplan, Gordana, and Ugur Avdan. "SENTINEL-1 AND SENTINEL-2 DATA FUSION FOR WETLANDS MAPPING: BALIKDAMI, TURKEY." *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences* 42.3 (2018).
2. Filippini, Federico. "Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow." *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*. Vol. 18. No. 1. 2019.
3. Pflugmacher, Dirk, et al. "Using Landsat-derived disturbance and recovery history and lidar to map forest biomass dynamics." *Remote Sensing of Environment* 151 (2014): 124-137.
4. Lundberg, S. M., & Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 4765-4774).
5. Zuhlke, M., Fomferra, N., Brockmann, C., Peters, M., Veci, L., Malik, J., & Regner, P. (2015). SNAP (sentinel application platform) and the ESA sentinel 3 toolbox. *ESASP*, 734, 21.
6. Ronneberger, Olaf, Philipp Fischer, and Thomas Brox. "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation." *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention*. Springer, Cham, 2015.
7. Chen, J., Chen, J., Liao, A.; Cao, X.; Chen, L.; Chen, X.; He, C.; Han, G.; Peng, S.; Lu, M.; et al. Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2015, 103, 7–27.
8. GlobeLand30 Data Platform. Available online: <http://www.globallandcover.com> (accessed on 19 October 2020).
9. Rosen PA, Hensley S, Joughin IR, Li FK, Madsen SN, Rodriguez E, Goldstein RM (2000) Synthetic aperture radar interferometry. *Proc IEEE* 88(3):333–382
10. Colesanti, C., Wasowski, J., 2006. Investigating landslides with space-borne Synthetic Aperture Radar (SAR) interferometry. *Eng. Geol.* 88 (3), 173–199.

Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Χαρτογραφικής Αξιοποίησης Γεωχωρικής Πληροφορίας

Καββάδας Ιωάννης ^{*1} και Τσούλος Λύσανδρος ²

¹Προϊστάμενος Μονάδας Εσωτερικού Ελέγχου

Ελληνικό Κτηματολόγιο

Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, MSc, Υποψήφιος Διδάκτωρ ΕΜΠ

Μεσογείων 288, Χολαργός,

²Ομότιμος Καθηγητής

Εργαστήριο Χαρτογραφίας, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ

Ηρώων Πολυτεχνείου, Ζωγράφου.

Λέξεις Κλειδιά: Τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:25.000, Εθνικό Κτηματολόγιο, οδηγία INSPIRE, διεθνή πρότυπα ISO, διασφάλιση ποιότητας.

Τα γεωχωρικά δεδομένα ορίζονται ως «οποιαδήποτε δεδομένα αφορούν άμεσα ή έμμεσα σε συγκεκριμένη τοποθεσία ή γεωγραφική περιοχή» (ν. 3882/2010). Αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία δεδομένων με χαρακτηριστικά που εκτός της χωρικής τους διάστασης, μεταβάλλονται και στον χρόνο. Η διαδικασία κατά την οποία αποσπάται από τον πραγματικό κόσμο ο «μικρόκοσμος της εφαρμογής», αφορά στη μοντελοποίηση του πραγματικού κόσμου σε μια ιδεατή μορφή που καθορίζεται από τη θέση, το θέμα και τον χρόνο και εμπλέκει τη μοντελοποίηση των οντοτήτων, των σχέσεων μεταξύ τους και των γνωρισμάτων τους, με στόχο αυτές να αναπαρασταθούν με σαφήνεια και να καταστούν κατανοητές.

Η δομή της γεωχωρικής πληροφορίας περιγράφεται από το μοντέλο δεδομένων και η διαδικασία μοντελοποίησής της περιλαμβάνει μια πεπερασμένη ομάδα από δείκτες που περιγράφονται στο εννοιολογικό μοντέλο και στις προδιαγραφές αναπαράστασης της πληροφορίας. Οι δείκτες αυτοί επειδή σχετίζονται με την ανθρώπινη εμπλοκή και με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην συλλογή, επεξεργασία και απόδοση των γεωχωρικών δεδομένων, αποτελούν πηγή σφαλμάτων για τα δεδομένα αυτά.

Για την βέλτιστη αξιοποίηση των δεδομένων είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός μέτρου για την ποιότητά τους που προσδιορίζει πόσο καλά αυτά αναπαριστούν τον «μικρόκοσμο της εφαρμογής». Οι αποκλίσεις μεταξύ πραγματικότητας του «μικρόκοσμου της εφαρμογής» και της αναπαράστασής του στα γεωχωρικά δεδομένα και κατ' επέκταση στον χάρτη, κρίνεται απαραίτητο να εκτιμηθούν με την υιοθέτηση συγκεκριμένων παραμέτρων ποιότητας και την εκτίμηση των αποκλίσεων σε ποσοτικοποιημένες τιμές. Η ποσοτικοποίηση της πληροφορίας ποιότητας, προσφέρει στον παραγωγό των γεωχωρικών δεδομένων τη βεβαιότητα ότι τα δεδομένα καλύπτουν τις απαιτήσεις των προδιαγραφών και στον χρήστη τη δυνατότητα να εκτιμήσει εάν και κατά πόσον τα δεδομένα καλύπτουν τις ανάγκες του.

Για την εκτίμηση και τεκμηρίωση της ποιότητας των γεωχωρικών δεδομένων, η ερευνητική κοινότητα και πολλοί οργανισμοί, έχουν συντάξει και δημοσιεύσει ποικίλα πρότυπα και διαδικασίες. Τα κυριότερα πρότυπα που χρησιμοποιούνται διεθνώς είναι η σειρά προτύπων ISO 19000 που εξειδικεύεται σε θέματα γεωχωρικών δεδομένων και δίνει κατευθυντήριες οδηγίες για τη διαχείριση της ποιότητάς τους. Ειδικότερα, το ISO 19157:2013 παρέχει ένα πλαίσιο από κατευθυντήριες οδηγίες για την εκτίμηση της ποιότητας των γεωχωρικών δεδομένων και την τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησής τους που βασίζεται σε προκαθορισμένες παραμέτρους με δυνατότητα ποσοτικοποιημένης καταγραφής της ποιότητας. Για την βέλτιστη διαχείριση της ποιότητας, προτείνεται η χρήση Μοντέλου Ποιότητας που βασίζεται στο ISO 19157:2103. Το μοντέλο ποιότητας διατυπώνει την προδιαγραφή των απαιτήσεων ποιότητας σε επίπεδο οντότητας, ανιχνεύει τις πηγές πιθανών

σφαλμάτων που επηρεάζουν την ποιότητα των δεδομένων και προσδιορίζει τις μετρήσεις που απαιτούνται για τη διασφάλιση της.

Η εργασία προτείνει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον διαχείρισης και αξιοποίησης της γεωχωρικής πληροφορίας που επιμερίζεται α) στη διατύπωση μιας ολοκληρωμένης πρότασης για την παραγωγή και ενημέρωση του τοπογραφικού χάρτη κλίμακας 1:25.000 της χώρας, με βασική γεωχωρική πληροφορία εισόδου, την πληροφορία που συλλέγεται στο πλαίσιο της σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου και β) στη διερεύνηση του ρόλου της ποιότητας των δεδομένων και της συμβολή της στην αξιοπιστία τους σε όλα τα στάδια της παραγωγής, από την ενσωμάτωσή τους στη γεωβάση δεδομένων, μέχρι τη δημιουργία του τελικού προϊόντος.

Στο πλαίσιο της εργασίας:

1. Συντάσσεται το σύστημα κωδικοποίησης οντοτήτων/ιδιοτήτων των χαρακτηριστικών (FACS) της υπό τροφοδότηση γεωβάσης δεδομένων και του τελικού χάρτη. Το FACS που συντάχθηκε για τη γεωβάση δεδομένων, είναι σε πλήρη συμμόρφωση με τις τεχνικές προδιαγραφές της οδηγίας INSPIRE.
2. Προτείνονται δύο μοντέλα ποιότητας (ΜΠ) που βασίζονται στα διεθνή πρότυπα ISO. Τα ΜΠ θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση και ποσοτικοποίηση της ποιότητας α) της γεωβάσης δεδομένων και β) του παραγόμενου χάρτη καθώς και οποιασδήποτε μελλοντικής επικαιροποίησης του. Περιλαμβάνουν τις απαιτούμενες παραμέτρους ποιότητας καθώς και τις μεθόδους αξιολόγησής τους για τον ποσοτικό προσδιορισμό των μετρήσεων ποιότητας. Η πληροφορία ποιότητας τεκμηριώνεται μέσω μεταδεδομένων ποιότητας με βάση τις απαιτήσεις του ISO 19157:2013.
3. Αναπτύσσεται μια ολοκληρωμένη αυτόνομη εφαρμογή λογισμικού για την παραγωγή και μελλοντική ενημέρωση του τοπογραφικού χάρτη κλίμακας 1:25.000. Η εφαρμογή αναπτύσσεται σε περιβάλλον Microsoft Visual Studio αποτελεί τη βασική πλατφόρμα διαχείρισης της εφαρμογής και χρησιμοποιείται στην υλοποίηση της διεπαφής της με τον χρήστη ενώ ο βασικός κώδικας αναπτύσσεται σε γλώσσα προγραμματισμού Python.

Περιλαμβάνει:

- 3.1. αυτοματοποιημένη ενσωμάτωση στη γεωβάση, της γεωχωρικής πληροφορίας του Εθνικού Κτηματολογίου,
- 3.2. αυτοματοποιημένη ή/και ημι-αυτοματοποιημένη ενσωμάτωση στη γεωβάση, πληροφορίας που προέρχεται από άλλες πηγές,
- 3.3. εφαρμογή των παραμέτρων του μοντέλου ποιότητας αξιολόγησης της γεωβάσης, απόκτηση ποσοτικοποιημένης πληροφορίας ποιότητας και παραγωγή μεταδεδομένων ποιότητας,
- 3.4. παραγωγή δεδομένων και μεταδεδομένων σε συμμόρφωση με την οδηγία INSPIRE,
- 3.5. αυτοματοποιημένη μετάπτωση της γεωβάσης των οντοτήτων στη γεωβάση του τελικού χάρτη,
- 3.6. γενίκευση της πληροφορίας, ιεράρχηση των χαρακτηριστικών και γραφική απόδοσή τους σε ολοκληρωμένο χάρτη,
- 3.7. εφαρμογή των παραμέτρων του μοντέλου ποιότητας του χάρτη, απόκτηση ποσοτικοποιημένης πληροφορίας ποιότητας και παραγωγή μεταδεδομένων ποιότητας.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Αποστολάκη Στεφανία^{1*}, Ρήγα Εύη², Καρατζέτζου Άννα³, Πιτιλάκης Κυριαζής⁴

¹ Πολ. Μηχανικός, M.Sc., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

² Δρ. Πολ. Μηχανικός, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

³ Δρ. Πολ. Μηχανικός, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

⁴ Ομότιμος Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

Τηλ: 2310994209, e-mail: stephania.apostolaki@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εκτίμηση της αναμενόμενης σεισμικής τρωτότητας και διακινδύνευσης είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς παρέχει στην Πολιτεία τις απαραίτητες πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων σχετικών με τον περιορισμό των δυσμενών συνεπειών ενός καταστροφικού σεισμού. Στην εργασία αυτή προτείνεται μια μεθοδολογία εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης πόλεων, η οποία συνίσταται κατά βάση από τρία επιμέρους βήματα, i) τον καθορισμό της σεισμικής επικινδυνότητας, ii) το μοντέλο έκθεσης για τα υπό διακινδύνευση στοιχεία και iii) το μοντέλο της σεισμικής τρωτότητας. Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο (κτιριακό απόθεμα όλης της Ελλάδας) και σε επίπεδο πόλης (κτιριακό απόθεμα Αθήνας και Θεσσαλονίκης). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην εποπτική απεικόνιση τόσο των δεδομένων εισαγωγής όσο και των αποτελεσμάτων μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Σεισμική διακινδύνευση, σεισμική επικινδυνότητα, τρωτότητα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκτίμηση της αναμενόμενης σεισμικής διακινδύνευσης είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς παρέχει στην πολιτεία τις απαραίτητες πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων σχετικών με τον περιορισμό των δυσμενών συνεπειών ενός καταστροφικού σεισμού. Ιδιαίτερα σε επίπεδο πόλεως, η εκτίμηση του σεισμικού κινδύνου είναι ζωτικής σημασίας, καθώς σε μια πυκνοκατοικημένη περιοχή η εκτίμηση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων έχει δυνητικό ενδιαφέρον για τον ασφαλιστικό κλάδο, για τον προγραμματισμό αποτελεσματικών δράσεων για τον μετριασμό και την ετοιμότητα έναντι του σεισμικού κινδύνου, για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων προς αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και τη διαχείριση καταστροφών και τελικά για τη βελτιστοποίηση των στρατηγικών ανάκαμψης (Smerzini and Pitilakis, 2018).

Στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος H2020 EU SERA project (<http://www.sera-eu.org/en/home/>), έγινε μια προσπάθεια να αναπτυχθεί ένα ενιαίο μοντέλο σεισμικής επικινδυνότητας και διακινδύνευσης για όλη την Ευρώπη (Crowley et al., 2018).

Η παρούσα εργασία έχει ως βασικό στόχο να τονίσει, να αναδείξει και να προτείνει τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην εκτίμηση της σεισμικής

διακινδύνευσης σε μεγάλη κλίμακα (εθνικό επίπεδο και επίπεδο πόλεως) μέσω εφαρμογής της μεθοδολογίας του SERA στην Ελλάδα. Για την χαρτογράφηση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS (ESRI, 2011) της εταιρίας Environmental Systems Research Institute (Esri), τα ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα λήφθηκαν μέσω της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (<https://www.statistics.gr/digital-cartographical-data>), ενώ ως γεωγραφικό και προβολικό σύστημα συντεταγμένων ορίστηκε το GGRS87/Greek Grid.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Τα κύρια στοιχεία που απαρτίζουν το προτεινόμενο μοντέλο σεισμικής διακινδύνευσης για την εκτίμηση της τρωτότητας και των οικονομικών και κοινωνικών απωλειών, είναι (i) το μοντέλο έκθεσης των υπό διακινδύνευση στοιχείων, (ii) η σεισμική επικινδυνότητα και (iii) το μοντέλο τρωτότητας. Ως περιοχές μελέτης για την εφαρμογή του μοντέλου της σεισμικής διακινδύνευσης επιλέχθηκαν η Ελλάδα, η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη (Εικόνα 1). Η Ελλάδα μελετήθηκε σε επίπεδο Καλλικρατικών Δήμων, ενώ η Αθήνα σε επίπεδο Δημοτικών/Τοπικών Κοινοτήτων και η Θεσσαλονίκη σε επίπεδο Απογραφικών Τομέων. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού OpenQuake – engine που έχει αναπτυχθεί από το Global Earthquake Model Foundation (GEM) και είναι διαθέσιμο στο <https://github.com/gem/oq-engine> (Pagani et al., 2014 και Silva et al., 2014).

2.1 Μοντέλο έκθεσης

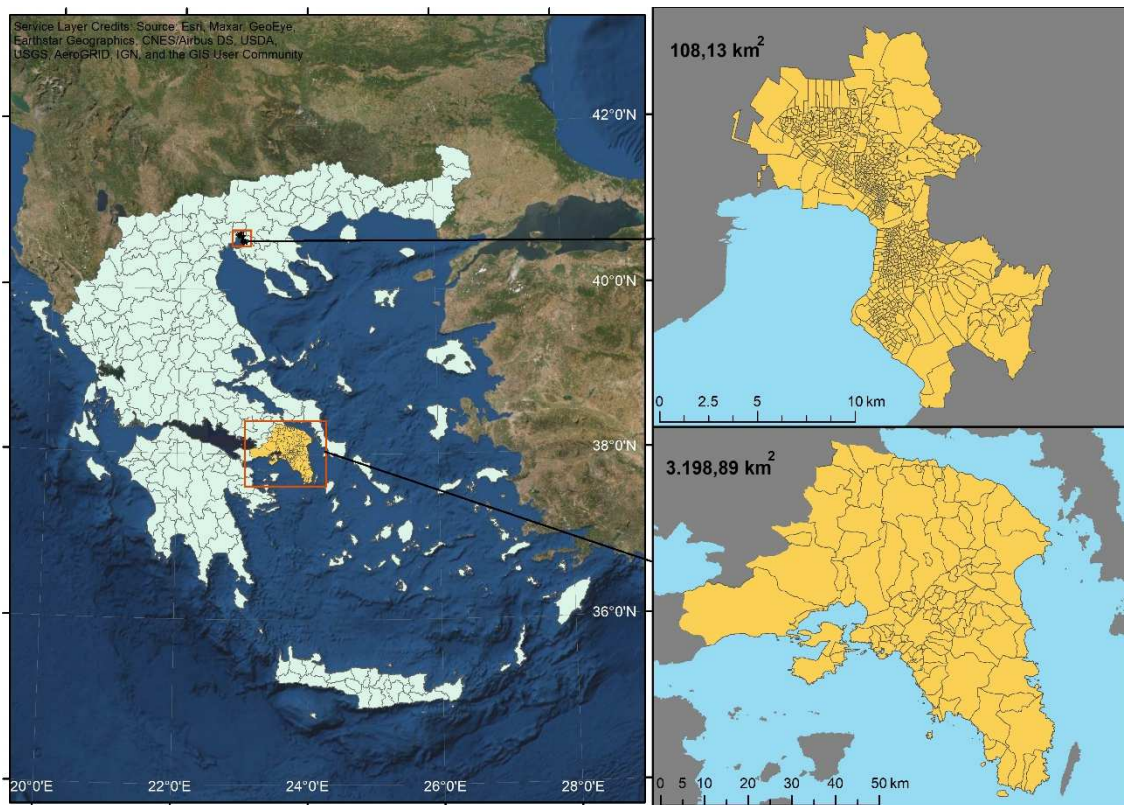
Το μοντέλο έκθεσης των υπό διακινδύνευση στοιχείων βασίστηκε στην απογραφή κτιρίων του 2011 της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (Hellenic Statistical Authority, 2011) και περιλαμβάνει τα κτίρια με αποκλειστική ή κύρια χρήση κατοικία, που αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία των κτιρίων. Τα κτίρια κατοικιών κατατάχθηκαν σε τυπολογίες σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης του Global Earthquake Model (GEM) (Brzev et al. 2013) με βάση τέσσερα χαρακτηριστικά κατασκευής τους: το κύριο υλικό κατασκευής, το σύστημα παραλαβής οριζοντίων δυνάμεων, το ύψος τους και την κατηγορία πλαστιμότητάς τους, η οποία για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας λήφθηκε ως συνάρτηση της χρονικής περιόδου κατασκευής και συνεπώς του επιπέδου του εκάστοτε ισχύοντος αντισεισμικού σχεδιασμού (Πίνακας 1). Για το σύστημα παραλαβής οριζοντίων δυνάμεων δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα από την απογραφή κτιρίων, και ως εκ τούτου έγιναν υποθέσεις βασισμένες στο SERA European Building Exposure Workshop questionnaire (<https://sites.google.com/eucentre.it/sera-exposure-workshop/questionnaire>). Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή του αριθμού των κτιρίων στις περιοχές μελέτης. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται η κατανομή των κτιρίων ανάλογα με την χρήση τους και τον αριθμό των ορόφων πάνω από τη στάθμη του εδάφους, καθώς επίσης και οι ποσοστιαίες κατανομές ανάλογα με το κύριο υλικό κατασκευής και τη χρονική περίοδο κατασκευής τους.

Η χωρική κατανομή των κτιρίων με κύρια ή αποκλειστική χρήση κατοικία, που αποτελούν το μοντέλο έκθεσης των υπό διακινδύνευση στοιχείων στις υπό μελέτη περιοχές, παρουσιάζεται στην Εικόνα 4, Στην Εικόνα 5 παρουσιάζονται οι ποσοστιαίες κατανομές του συνόλου των υπό διακινδύνευση στοιχείων - δηλαδή των κατοικιών - της Ελλάδας ανάλογα το κύριο υλικό κατασκευής τους και το σύστημα παραλαβής οριζοντίων δυνάμεων, την κατηγορία πλαστιμότητας και το ύψος τους.

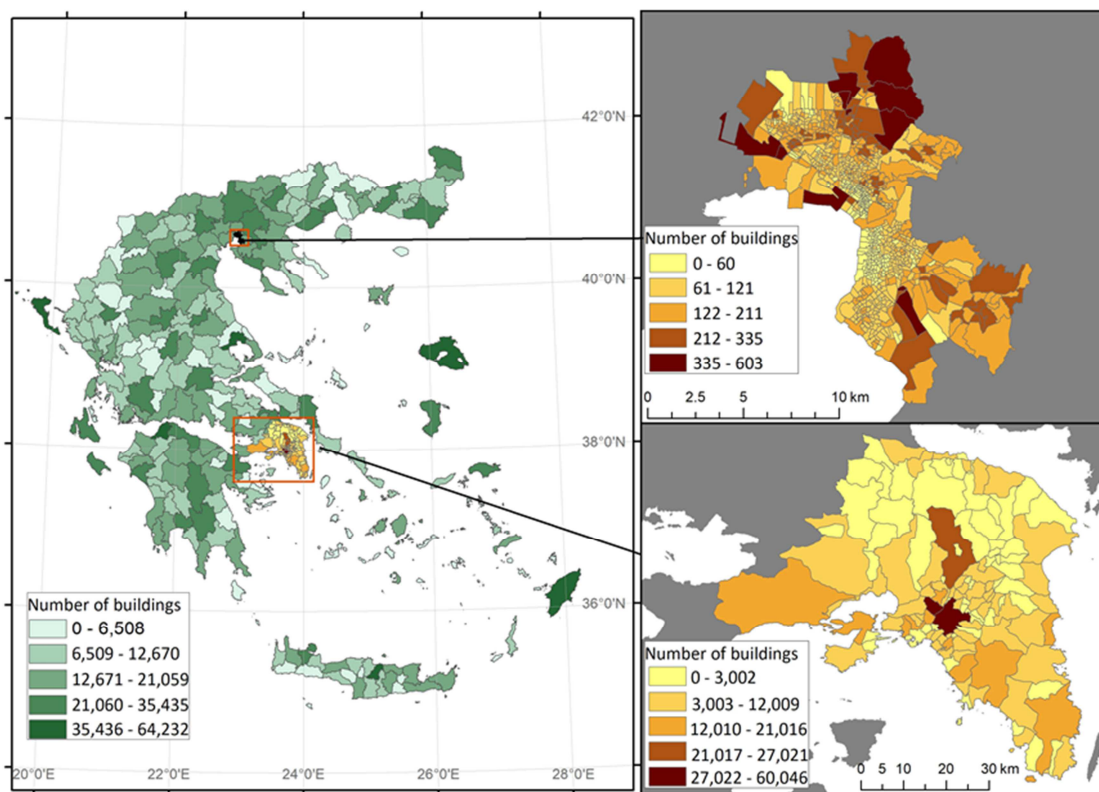
Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι πιο συχνές τυπολογίες για τα μοντέλα των τριών περιοχών μελέτης.

Πίνακας 1. Τιμές χαρακτηριστικών κατασκευής του *GEM Building Taxonomy* που χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή των κτιρίων κατοικιών

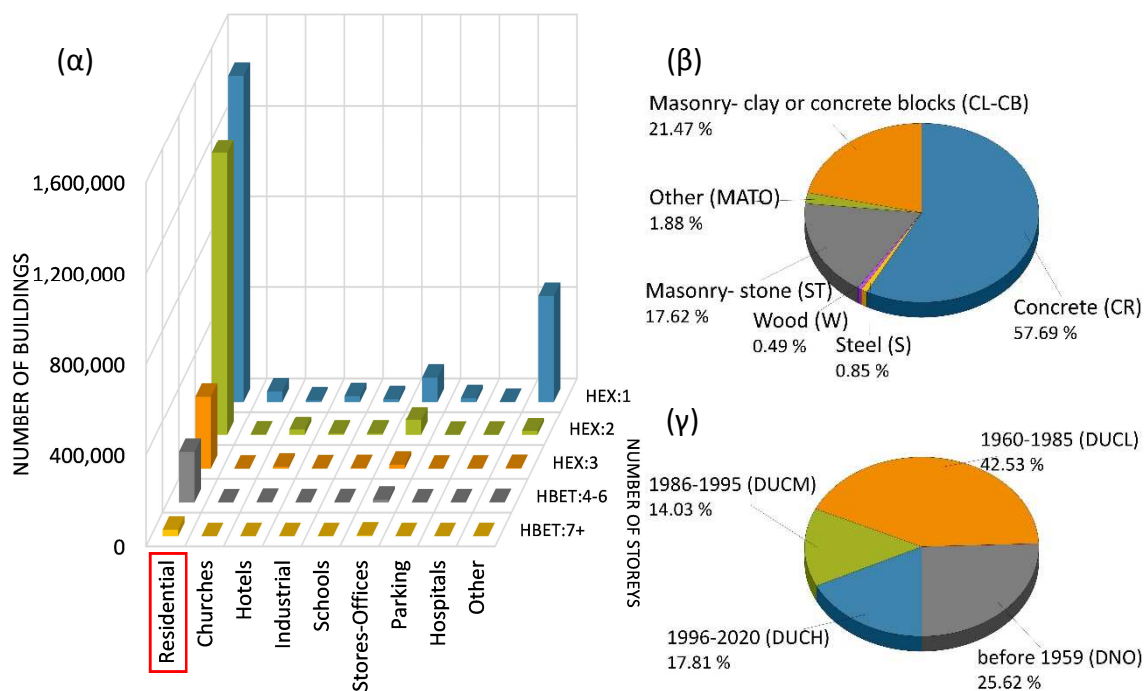
Attribute	Element code	Level 1 value	Element code	Level 2 value
MATERIAL	CR	Concrete, reinforced	PC	Precast concrete
	MUR	Masonry, unreinforced	CL99	Fired clay unit, unknown type
	MR	Masonry, reinforced	ST99	Stone, unknown technology
	MCF	Masonry, confined	ADO	Adobe blocks
	MATO	Material, other	CB	Concrete blocks, unknown type
	W	Wood		
	S	Steel		
Lateral load-resisting system (llrs)	LWAL	Wall	DNO	Non-ductile (Period of construction: before 1959)
	LDUAL	Dual frame-wall	DUL	Ductile, low (Period of construction: 1960-1985)
	LFM	Moment frame	DUM	Ductile, medium (Period of construction: 1986-1995)
	LFINF	Infilled frame	DUH	Ductile, high (Period of construction: 1996-present)
Height	H	Number of storeys above ground	HBET	Range of number of storeys above ground
			HEX	Exact number of storeys above ground
	SOS	Soft Storey Buildings		



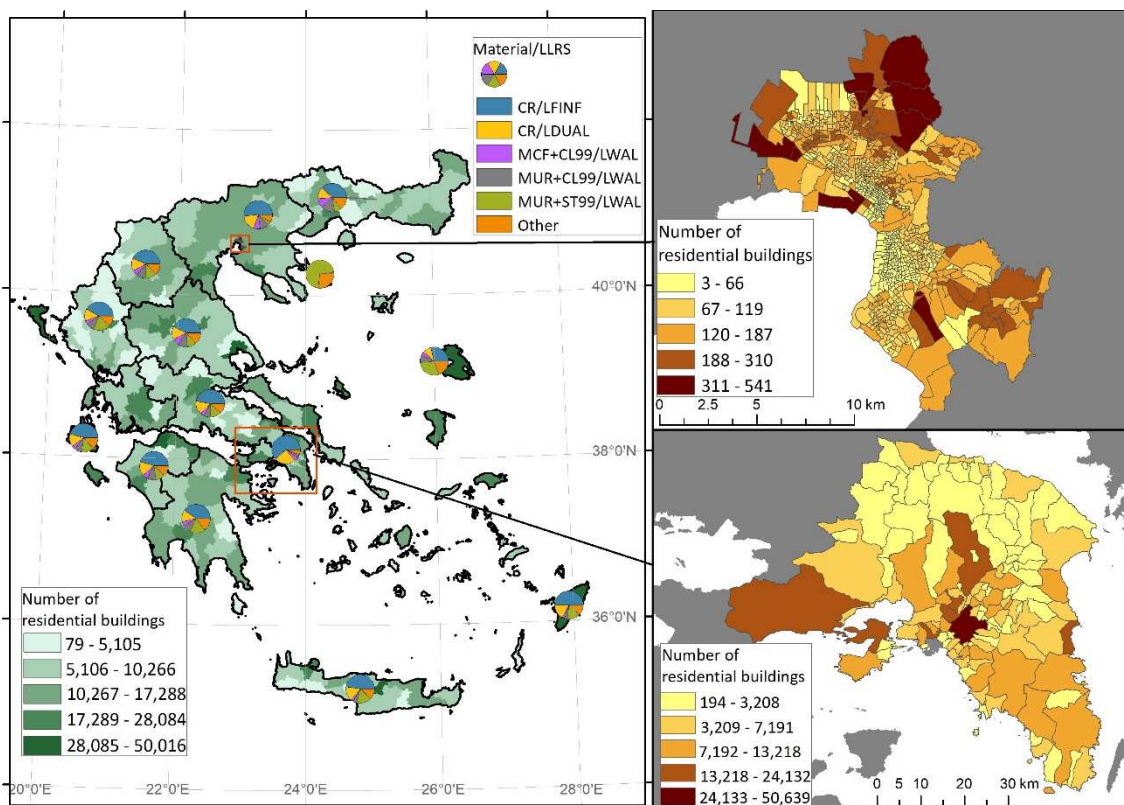
Εικόνα 1. Περιοχές μελέτης: Καλλικρατικοί Δήμοι Ελλάδας (αριστερά), απογραφικοί τομείς της Θεσσαλονίκης (επάνω δεξιά), Δημοτικές- Τοπικές Κοινότητες στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (κάτω δεξιά).



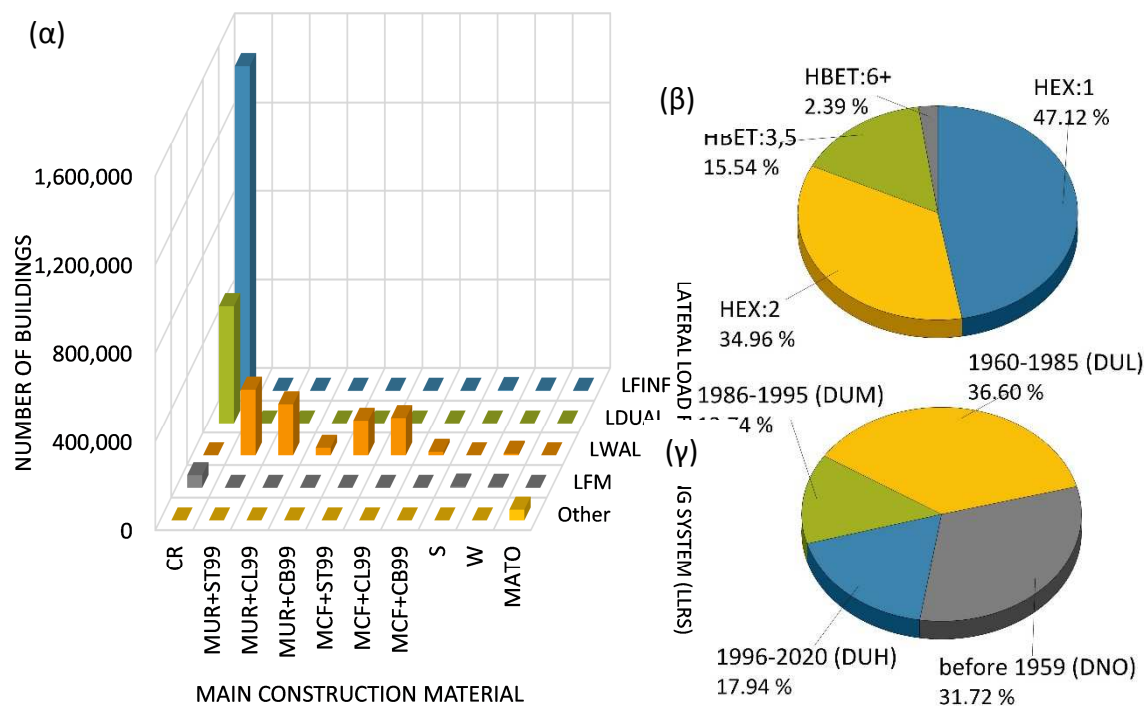
Εικόνα 2. Χωρική κατανομή του αριθμού των κτιρίων στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά).



Εικόνα 3. Κατανομή του αριθμού των κτιρίων για το σύνολο της χώρας ανάλογα με: (α) την χρήση τους και τον αριθμό των ορόφων πάνω από τη στάθμη του εδάφους, (β) το κύριο υλικό κατασκευής και (γ) τη χρονική περίοδο κατασκευής και το επίπεδο πλαστιμότητας.



Εικόνα 4. Χωρική κατανομή των κτιρίων με κύρια ή αποκλειστική χρήση κατοικία και ποσοστιαία κατανομή με βάση την κατηγορία κτιρίου στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά).



Εικόνα 5. Κατανομή του αριθμού των κτιρίων με χρήση κατοικία για το σύνολο της χώρας ανάλογα με: (α) το κύριο υλικό κατασκευής και το σύστημα παραλαβής οριζοντίων δυνάμεων, (β) τον αριθμό των ορόφων πάνω από τη στάθμη του εδάφους και (γ) τη χρονική περίοδο κατασκευής και το επίπεδο πλαστιμότητας.

Πίνακας 2. Συχνότερες τυπολογίες κτιρίων για τις περιοχές μελέτης

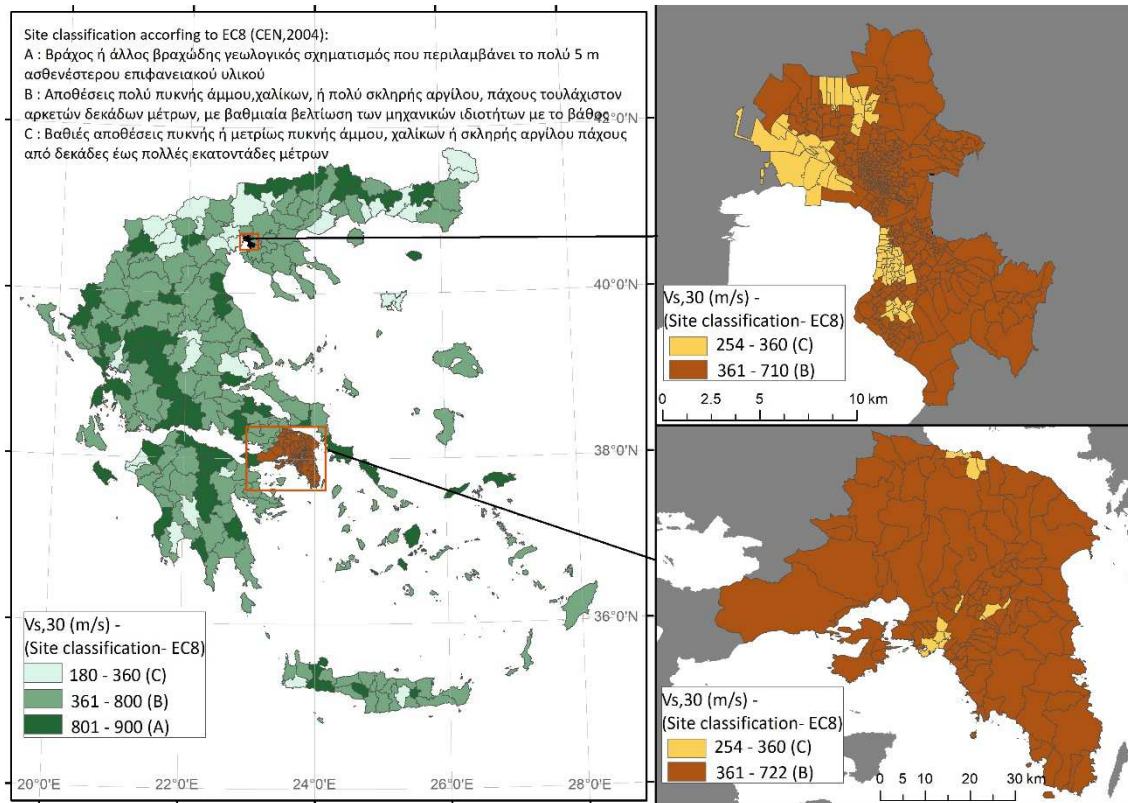
Greece		Thessaloniki		Athens	
GEM Taxonomy	Number	GEM Taxonomy	Number	GEM Taxonomy	Number
CR/LFINF+DUL/HEX:1	268,595	CR/LFINF+DUL/HEBET:3,5	12,742	CR/LFINF+DUL/HEBET:3,5	67,376
CR/LFINF+DUL/HEX:2	228,569	CR/LFINF+DUH/HEBET:3,5	5,722	CR/LFINF+DUL/HEX:1	52,235
MUR+CL99/LWAL+DNO/HEX:1	185,897	CR/LDUAL+DUL/HEBET:3,5	4,922	CR/LFINF+DUL/HEX:2	47,000
MUR+ST99/LWAL+DNO/HEX:1	174,508	CR/LFINF+DUL/HEX:2	4,030	MUR+CL99/LWAL+DNO/HEX:1	27,761
CR/LFINF+DUL/HEBET:3,5	143,516	CR/LFINF+DUM/HEBET:3,5	3,822	CR/LDUAL+DUL/HEBET:3,5	25,923
CR/LFINF+DUH/HEX:2	135,070	CR/LFINF+DUL/HEBET:6+	3,473	CR/LFINF+DUH/HEBET:3,5	22,664
MUR+ST99/LWAL+DNO/HEX:2	117,688	CR/LFINF+DUL/HEX:1	2,824	CR/LFINF+DUM/HEBET:3,5	22,090
CR/LFINF+DUM/HEX:2	95,724	CR/LFINF+DUH/HEBET:6+	2,420	CR/LDUAL+DUL/HEX:1	20,616
CR/LFINF+DUM/HEX:1	94,337	CR/LFINF+DUH/HEX:2	2,114	CR/LFINF+DUM/HEX:1	20,358
CR/LDUAL+DUL/HEX:1	93,661	CR/LDUAL+DUH/HEBET:3,5	2,038	CR/LFINF+DUH/HEX:2	19,962
Other	1,493,113	Other	31,295	Other	308,902

2.2 Σεισμική επικινδυνότητα

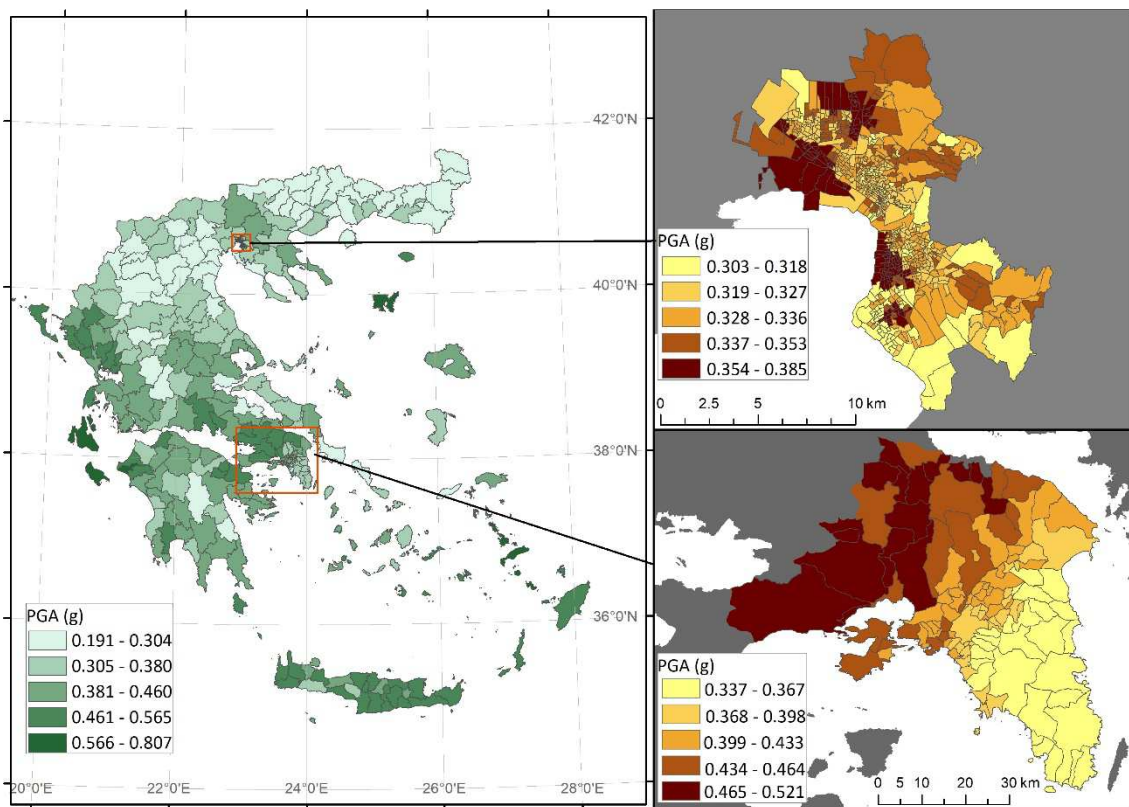
Η σεισμική επικινδυνότητα, δηλαδή η πιθανότητα να συμβεί ένας σεισμός συγκεκριμένης έντασης, σε δεδομένη περιοχή και χρονικό διάστημα, προέκυψε από πιθανοτικές αναλύσεις τύπου “stochastic event-based” με χρήση του λογικού δέντρου του European Seismic Hazard Model ESHM13 (Giardini et al., 2013; Woessner et al., 2015) για δύο σεισμικά σενάρια με περίοδο επαναφοράς 475 και 975 έτη. Η επιρροή των τοπικών εδαφικών συνθηκών λήφθηκε υπόψη στις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το παγκόσμιο μοντέλο χωρικής κατανομής της μέσης ταχύτητας διατμητικών κυμάτων στα ανώτερα 30 m ($V_{s,30}$) του USGS. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της $V_{s,30}$ σύμφωνα με το παγκόσμιο μοντέλο του USGS για τις περιοχές μελέτης, καθώς επίσης και η κατηγοριοποίηση του

εδάφους σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό αντισεισμικό κανονισμό Ευρωκώδικα 8 (CEN,2004).

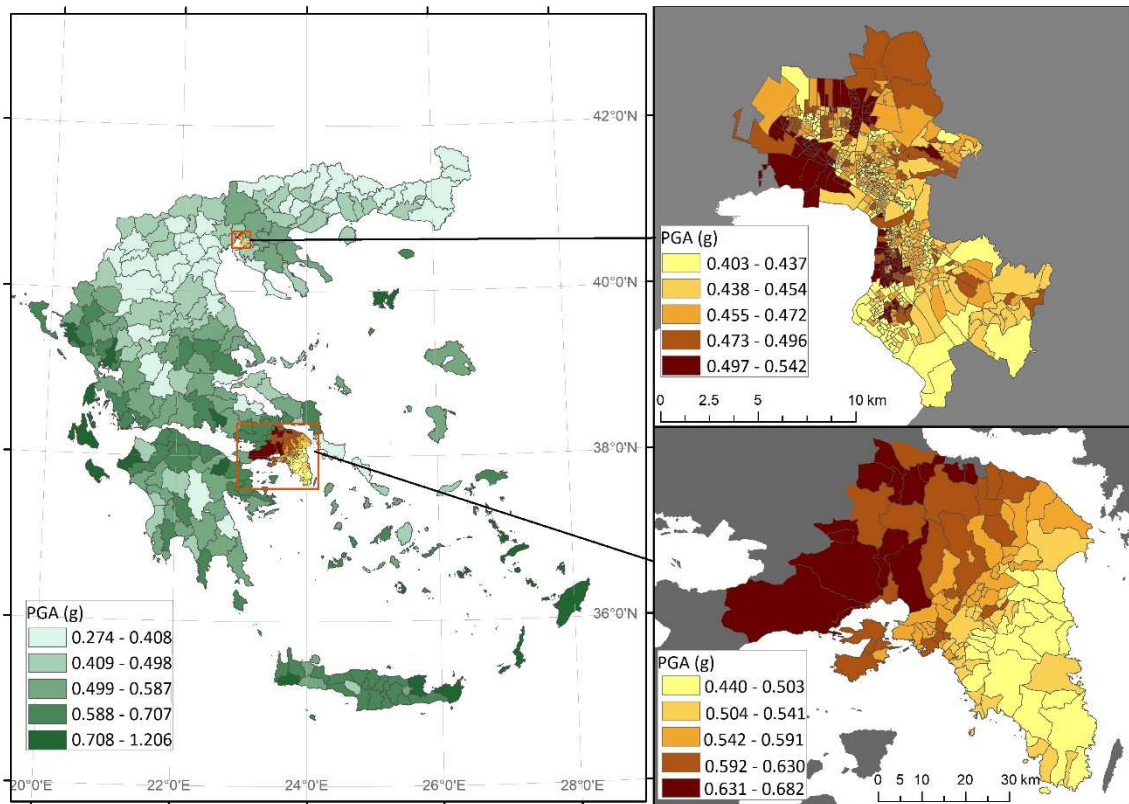
Τα αποτελέσματα από τις “stochastic event-based” αναλύσεις παρουσιάζονται στις Εικόνες 7 και 8 σε όρους μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης (PGA) για πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 έτη και 5% στα 50 έτη (περίοδος επαναφοράς 475 και 975 έτη αντίστοιχα).



Εικόνα 6. Χωρική κατανομή της μέσης ταχύτητας διατμητικών κυμάτων μέχρι βάθους 30 m από την επιφάνεια του εδάφους $V_{s,30}$ (m/s) στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά), και κατηγοριοποίηση του εδάφους σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8 (CEN,2004)



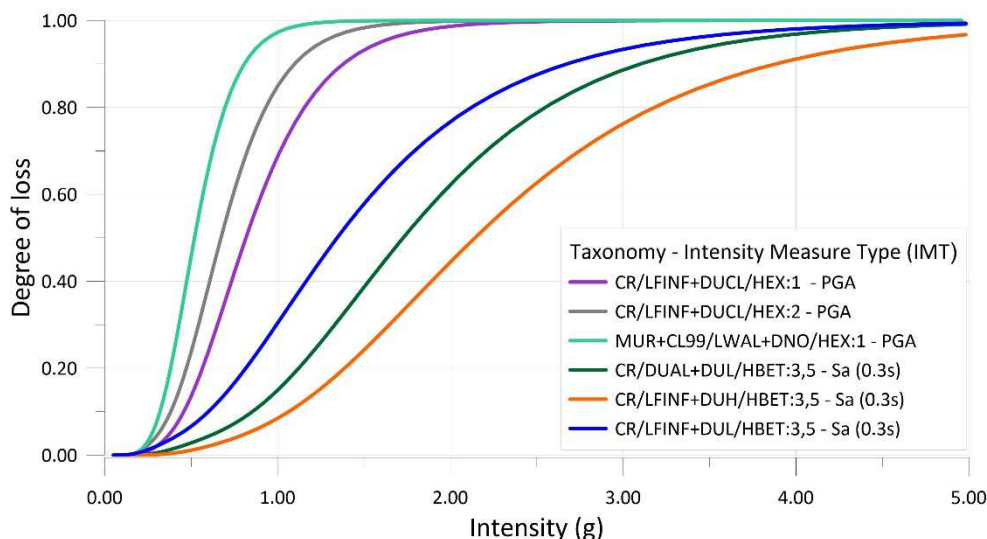
Εικόνα 7. Χωρική κατανομή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης PGA (g) για περίοδο επαναφοράς 475 έτη στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά).



Εικόνα 8. Χωρική κατανομή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης PGA (g) για περίοδο επαναφοράς 975 έτη στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά).

2.3 Σεισμική τρωτότητα

Για το μοντέλο τρωτότητας, δηλαδή του αναμενόμενου βαθμού ζημιών και απωλειών υλικών και άυλων αγαθών σε μια συγκεκριμένη θέση ή περιοχή, υιοθετήθηκαν οι καμπύλες σεισμικής τρωτότητας του GEM (Martins and Silva, 2018), οι οποίες βασίζονται σε μη-γραμμικές δυναμικές αναλύσεις ισοδύναμων μονοβάθμιων ταλαντωτών, αντιπροσωπευτικών για την κάθε τυπολογία κτιρίου που εξετάζεται (Εικόνα 9).



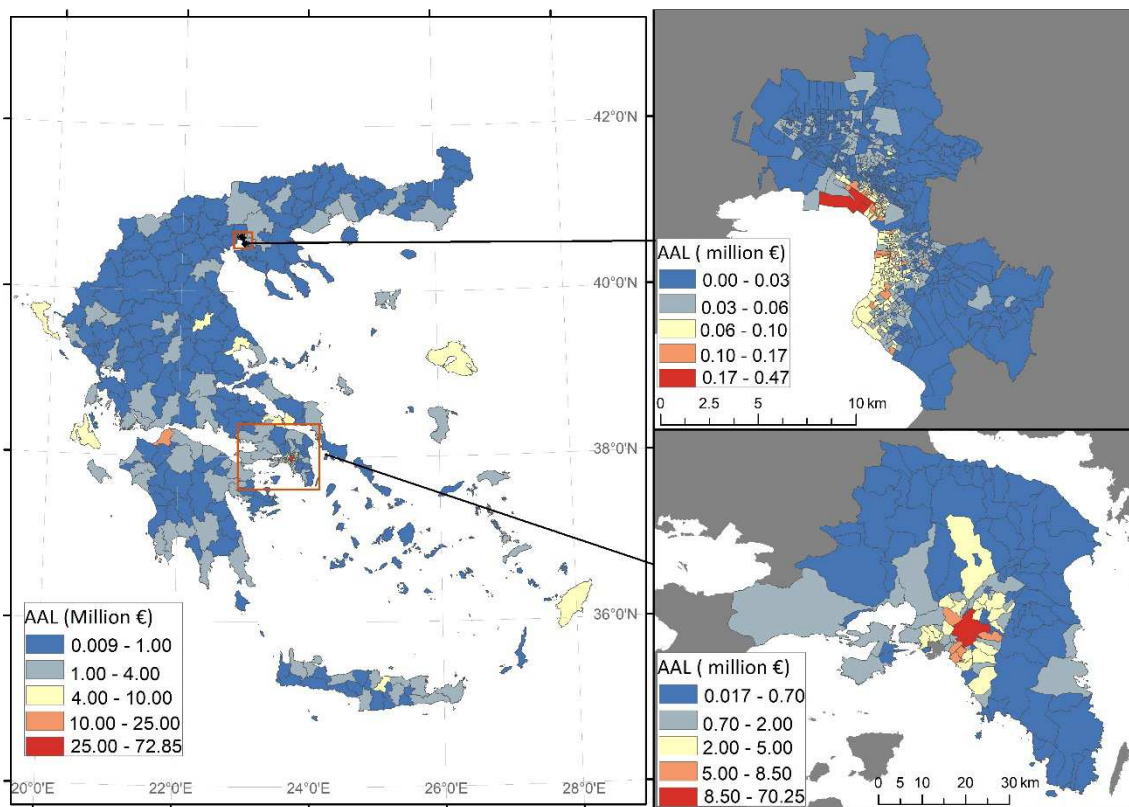
Εικόνα 9. Ενδεικτικές καμπύλες σεισμικής τρωτότητας του GEM (Martins and Silva, 2018)

3. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ

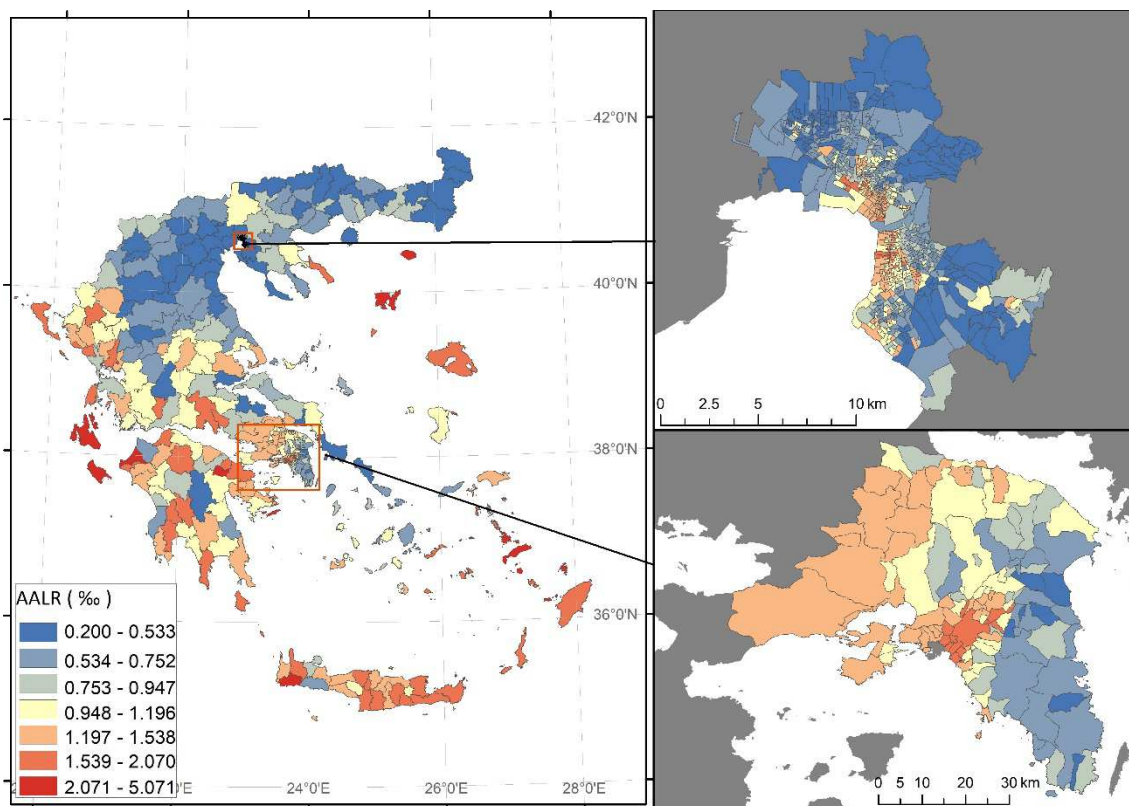
Η δυνατότητα του μοντέλου για την εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης σε μεγάλη κλίμακα αναδεικνύεται μέσω της παρουσίασης των εκτιμώμενων οικονομικών απωλειών για ολόκληρη την ελληνική επικράτεια.

Στην Εικόνα 10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της χωρικής ανάλυσης της σεισμικής διακινδύνευσης σε όρους μέσου ετήσιου κόστους επισκευής (Average Annual Losses – AAL). Ο αντίστοιχος λόγος μέσου ετήσιου κόστους (Average Annual Loss Ratio – AALR) ορίζεται ως ο λόγος του μέσου ετήσιου κόστους επισκευής προς το κόστος επανακατασκευής των κτιρίων. Η χωρική κατανομή του παρουσιάζεται στην Εικόνα 11. Το μεγαλύτερο μέσο ετήσιο κόστος εμφανίζεται, όπως είναι λογικό, στον Δήμο Αθηναίων ο οποίος συγκεντρώνει και τον μεγαλύτερο αριθμό κτιρίων σε σχέση με τους υπόλοιπους Δήμους της χώρας. Εντούτοις, η μεγαλύτερη τιμή του λόγου του μέσου ετήσιου κόστους εμφανίζεται σε άλλους Δήμους, όπως της Λήμνου, της Κεφαλονιάς, της Ιθάκης, της Σαμοθράκης, της Ζακύνθου κ.ο.κ., λόγω της αυξημένης σεισμικής επικινδυνότητας αυτών των περιοχών.

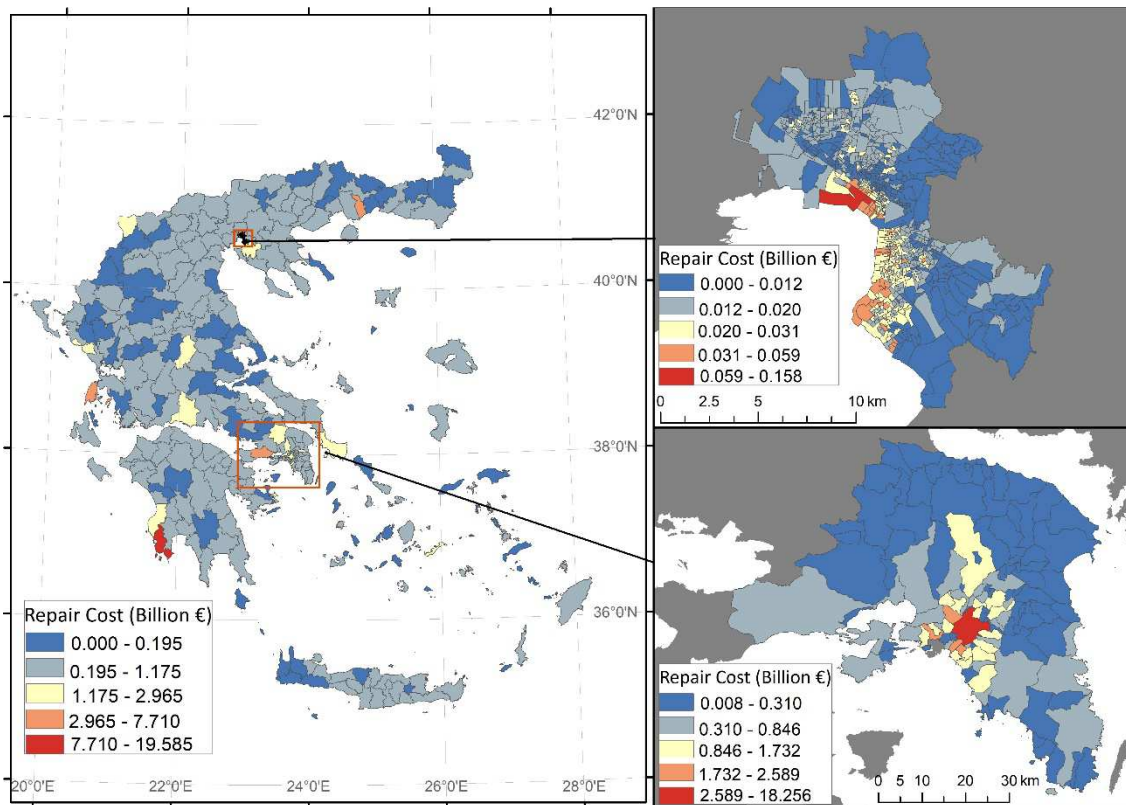
Στον χάρτη της Εικόνας 12 παρουσιάζονται τα κόστη επισκευής των κτιρίων που αντιστοιχούν σε πιθανότητα υπέρβασης 0,5% σε ένα έτος (δηλαδή σε περίοδο επαναφοράς 200 έτη). Τα μεγαλύτερα κόστη επισκευής εντοπίζονται στους Δήμους Αθηναίων, Πύλου- Νέστορος, Μεγάρων, Λευκάδας, Φιλοθέης- Ψυχικού κ.ο.κ. ++ Συνολικό κόστος για ολη την Ελλάδα



Εικόνα 10. Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου κόστους στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά).



Εικόνα 11. Χωρική κατανομή του λόγου του μέσου ετήσιου κόστους προς το κόστος επανακατασκευής των κτιρίων στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά).



Εικόνα 12. Χωρική κατανομή του κόστος επισκευής που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 200 ετών στην Ελλάδα (αριστερά), στη Θεσσαλονίκη (επάνω δεξιά) και στην Αθήνα (κάτω δεξιά)

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν σαν κύριο εργαλείο για την οπτική απεικόνιση κάθε στοιχείου που απαρτίζει το μοντέλο σεισμικής διακινδύνευσης που εφαρμόστηκε για την Ελλάδα, καθώς και των αποτελεσμάτων της εφαρμογής του μοντέλου σε εθνικό επίπεδο και στις πόλεις της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης. Η διευκόλυνση που παρέχει η χαρτογράφησή τους μέσω Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών στην ανάλυση και την ερμηνεία του υπό μελέτη φαινομένου είναι σημαντική. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε σε αυτή την μελέτη μπορεί να συμβάλει στις προσπάθειες για την αύξηση της ανθεκτικότητας των πόλεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Brzev, S., Scawthorn, C., Charleson, A.W., Allen, L., Greene, M., Jaiswal, K., and Silva V., 2013. GEM Building Taxonomy Version 2.0, GEM Technical Report 2013-02 V1.0.0, 188 pp., GEM Foundation, Pavia, Italy, doi: 10.13117/GEM.EXP-MOD.TR2013.02.

CEN. (2004), Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, European Standard EN 1998-1:2004". Brussels, Belgium: European Committee for Standardisation.

Crowley, H., D. Rodrigues, V. Silva, V. Despotaki, X. Romão, J.M. Castro, S. Akkar, U. Hancilar, K. Pitilakis, D. Pitilakis, M. Belvaux, S. Wiemer, L. Danciu A.A. Correia, O.S Bursi, M. Wenzel. 2018. Towards a uniform earthquake risk model for Europe.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Giardini, D., Woessner, J., Danciu, L., Crowley, H., Cotton, F., Grünthal, G., ... Rovida, A. (2013), "Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE): Online Data Resource. <https://doi.org/10.12686/SED-00000001-SHARE>

Hellenic Statistical Authority. 2011 Population - Housing and Buildings Census

Martins, L. and Silva, V. (2018) A Global database of vulnerability models for seismic risk assessment , in 16ECEE - 16th European Conference on Earthquake Engineering, 18-21 June 2018, Thessaloniki, Greece.

Pagani, M., Monelli, D., Weatherill, G., Danciu, L., Crowley, H., Silva, V., Henshaw, P., Butler, L., Nastasi, M., Panzeri, L., Simionato, M. and Vigano, D., 2014 "OpenQuake Engine: An open hazard (and risk) software for the Global Earthquake Model," Seismological Research Letters, 85(3):692-702.

Silva V., H. Crowley, K. Jaiswal, A.B. Acevedo, M. Pittore, M. Journey 2018 Developing a global earthquake risk model. 16th European Conference on Earthquake Engineering, 18-21 June 2018, Thessaloniki, Greece.

Silva, V., Crowley, H., Pagani, M., Monelli, D., Pinho, R. 2014 Development of the OpenQuake engine, the Global Earthquake Model's open-source software for seismic risk assessment. Natural Hazards, 72(3):1409-1427.

Smerzini C., Pitilakis K. 2018 Seismic risk assessment at urban scale from 3D physics-based numerical modeling: the case of Thessaloniki. Bulletin of Earthquake Engineering. <https://doi.org/10.1007/s10518-017-0287-3>

Woessner, J., Laurentiu, D., Giardini, D., Crowley, H., Cotton, F., Grünthal, G., Valensise, G., Arvidsson, R., Basili, R., Demircioglu, M.B., Hiemer, S., Meletti, C., Musson, R.G., Rovida, A.N., Sesetyan, K., Stucchi, M. and the SHARE Consortium (2015), "The 2013 European Seismic Hazard Model: key components and results". Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 13, No. 12, pp. 3553–3596.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ERMIS-F

Βαϊτίης Μιχαήλ^{1,*}, Καραβοκυρός Γιώργος², Κατσούρας Δημήτρης³,
Κουκουρουβλή Νικολέττα¹, Κοψαχείλης Βασίλης¹, Λύκου Αρχοντία²,
Πανταζής Χρίστος^{1,2}, Χατζηλάκος Θανάσης³

¹ Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας
Λόφος Πανεπιστημίου, 811 00 Μυτιλήνη

² Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνειούπολη, Ακρωτήρι, 731 00 Χανιά

³ Ινστιτούτο Κύπρου
Κωνσταντίνου Καβάφη 20, 2121 Αγλαντζιά, Κύπρος

*Τηλ: 22510-36433, Fax: 22510-36409, e-mail: vaitis@aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η κλιματική αλλαγή και η υπέρμετρη δόμηση έχει εντείνει το πρόβλημα των πλημμυρών, κυρίως των ξαφνικών πλημμυρών. Οι καταστροφές που προέρχονται από πλημμύρες αποτέλεσαν το 43% περίπου του συνολικού αριθμού καταστροφών κατά το χρονικό διάστημα 1995-2015. Με στόχο την παροχή πληροφόρησης και γνώσης για θέματα πλημμυρικού κινδύνου, την υποστήριξη Αρχών και επαγγελματιών στη λήψη αποφάσεων, την ευαισθητοποίηση και ενεργοποίηση πολιτών και οργανώσεων στην πρόληψη και καταγραφή περιστατικών πλημμύρας, καθώς και την έγκαιρη προειδοποίηση κινδύνου πλημμύρας για συγκεκριμένες πιλοτικές περιοχές, η Πράξη ERMIS-F ανέπτυξε μια Πρότυπη Δημόσια Υποστηριζόμενη Υπηρεσία για τον πλημμυρικό κίνδυνο στην Ελλάδα και την Κύπρο.

Στο παρόν άρθρο περιγράφεται το ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα που παρέχει την Υπηρεσία ERMIS-F. Το σύστημα ενσωματώνει σύγχρονες τεχνολογικές προσεγγίσεις, όπως τα γεωχωρικά δεδομένα και τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, τις βάσεις γνώσης, τα μοντέλα πρόβλεψης, την εθελοντική πληροφορία και τα κοινωνικά δίκτυα. Παρουσιάζονται συνοπτικά οι συνιστώσες του συστήματος, οι τεχνολογικές και οργανωτικές προσεγγίσεις, τα συμπεράσματα από τη μέχρι τώρα λειτουργία του, καθώς και οι δυνατότητες επέκτασής του στο μέλλον.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Βάση γνώσης, Γεωπύλη, Κοινωνικό δίκτυο, Πληθοπορισμός, Πλημμύρες, Σύστημα Έγκαιρης Προειδοποίησης

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια οι φυσικοί κίνδυνοι και η εκτίμηση της επικινδυνότητας από αυτούς, αποτελούν σημαντικό θέμα μελέτης και σχεδιασμού για φυσικούς και κοινωνικούς επιστήμονες, επαγγελματίες, μηχανικούς, τοπικές αυτοδιοικήσεις και φορείς σε πολλές περιοχές του κόσμου (Aleotti και Chowdhury, 1999). Οι πλημμύρες ειδικότερα, αποτελούν τον συχνότερο κίνδυνο με ποσοστό 42%, σύμφωνα με έρευνα

του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για την περίοδο 1995-2015 (UNISDR, 2017), έχοντας επηρεάσει 2,3 δισ. ανθρώπων (χωρίς να περιλαμβάνονται οι θάνατοι, που ανέρχονται σε 157.000). Η κλιματική αλλαγή και η υπέρμετρη δόμηση στις όχθες ποταμών και ρεμάτων συγκαταλέγονται στα αίτια της αύξησης των πλημμυρών, κυρίως των ξαφνικών πλημμυρών (flash floods) που εκδηλώνονται με ελάχιστη ή χωρίς προειδοποίηση (Al-Sabhan κ.ά., 2003; Guhathakurta κ.ά., 2011).

Η Οδηγία 2007/60/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU, 2007) έχει θεσπίσει ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, με στόχο τη μείωση των αρνητικών συνεπειών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες που συνδέονται με τις πλημμύρες. Στο πλαίσιο αυτό, οι κρατικές υπηρεσίες και οι φορείς της περιφερειακής και τοπικής αυτοδιοίκησης τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Κύπρο, εκπονούν σχέδια, εφαρμόζουν πολιτικές και υλοποιούν έργα για την πρόληψη, αντιμετώπιση και αποκατάσταση των πλημμυρών.

Με στόχο την παροχή πληροφόρησης και γνώσης για θέματα πλημμυρικού κινδύνου, την υποστήριξη Αρχών και επαγγελματιών στη λήψη αποφάσεων και την εφαρμογή της Οδηγίας για τις πλημμύρες, την ευαισθητοποίηση και ενεργοποίηση πολιτών και οργανώσεων στην πρόληψη και καταγραφή περιστατικών πλημμύρας, την εκπαίδευση, καθώς και την έγκαιρη προειδοποίηση κινδύνου πλημμύρας για συγκεκριμένες πιλοτικές περιοχές, η Πράξη ERMIS-F ανέπτυξε μια Πρότυπη Δημόσια Υποστηριζόμενη Υπηρεσία για τον πλημμυρικό κίνδυνο στην Ελλάδα και την Κύπρο. Η «Διαδικτυακή Υπηρεσία Περιβαλλοντικών Κινδύνων – Πλημμύρες» (Environmental Risk Management and Information Service – Floods), όπως είναι ο πλήρης της τίτλος, είναι ανοικτή προς το κοινό και τους φορείς με ελεύθερη πρόσβαση μέσω του διαδικτύου χωρίς την απαίτηση εγκατάστασης λογισμικού, υποστηρίζεται από κατάλληλο προσωπικό και συγκεντρώνει σε ένα ενιαίο περιβάλλον ένα σύνολο εφαρμογών και πληροφοριών σχετιζόμενων με τις πλημμύρες, που συνήθως βρίσκονται διάσπαρτες σε διάφορους κόμβους ή υπηρεσίες.

Συνεργαζόμενοι φορείς της Πράξης ERMIS-F, που είναι ενταγμένη στο Πρόγραμμα Interreg V-A Ελλάδα-Κύπρος 2014-2020, είναι το Ινστιτούτο Κύπρου, το Συμβούλιο Αποχετεύσεων Λεμεσού-Αμαθούντας, το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, η Διεύθυνση Υδάτων Βορείου Αιγαίου, το Πολυτεχνείο Κρήτης και ο Δήμος Χανίων.

Στο παρόν άρθρο περιγράφεται το ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα που παρέχει την Υπηρεσία ERMIS-F. Το σύστημα ενσωματώνει σύγχρονες τεχνολογικές προσεγγίσεις, όπως τα γεωχωρικά δεδομένα και τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, τις βάσεις γνώσης, τα μοντέλα πρόβλεψης, την εθελοντική πληροφορία και τα κοινωνικά δίκτυα. Είναι βασισμένο σε ανοικτό λογισμικό/λογισμικό ανοικτού κώδικα, είναι διαθέσιμο σε δύο γλώσσες (ελληνικά, αγγλικά) και αποτελείται από επιμέρους υποσυστήματα και εφαρμογές (συνιστώσες), που λειτουργούν τόσο αυτόνομα όσο και δια-λειτουργικά μεταξύ τους.

Η ενότητα 2 παρουσιάζει την ανάλυση απαιτήσεων και τον σχεδιασμό του συστήματος, η ενότητα 3 περιγράφει τις συνιστώσες του, ενώ στην ενότητα 4

συνοψίζονται τα συμπεράσματα από την μέχρι τώρα λειτουργία του, καθώς και οι δυνατότητες επέκτασής του στο μέλλον.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Ανάλυση απαιτήσεων

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται οι βασικές απαιτήσεις του συστήματος, κυρίως από την πλευρά των τελικών χρηστών του.

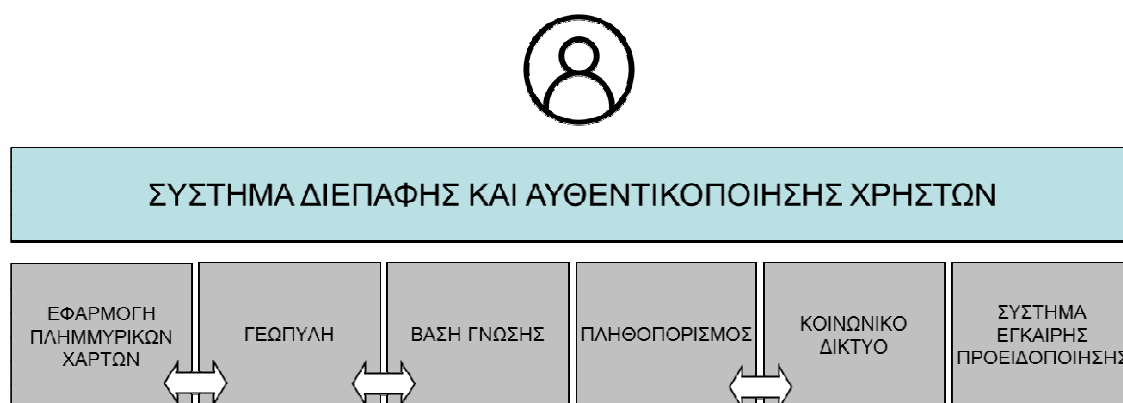
- Στόχος της Υπηρεσίας ERMIS-F είναι να εξυπηρετήσει τις ανάγκες διαφορετικών κατηγοριών χρηστών που σχετίζονται με τις πλημμύρες: κρατικοί φορείς και φορείς της αυτοδιοίκησης, υπηρεσίες πολιτικής προστασίας/πολιτικής άμυνας, επαγγελματίες/μηχανικοί, περιβαλλοντικές και άλλες οργανώσεις και τέλος πολίτες/ιδιώτες. Οι λειτουργίες του συστήματος πρέπει να παρέχονται με το κατάλληλο περιβάλλον επικοινωνίας και τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης και επεξεργασίας δεδομένων για κάθε κατηγορία χρηστών.
- Οι πλημμυρικοί χάρτες, όπως οι χάρτες πλημμυρικής επικινδυνότητας ή οι χάρτες κινδύνου πλημμύρας, αποτελούν απαραίτητο μέσο για την ενημέρωση για τον πλημμυρικό κίνδυνο και προϋπόθεση για την εκπόνηση σχεδίων προστασίας. Το σύστημα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης και τεκμηρίωσης έτοιμων συνόλων γεωχωρικών δεδομένων, λειτουργίες χαρτογραφικής πλοήγησης αλλά και τη δυνατότητα χαρτογραφικής σύνθεσης για εξειδικευμένους χρήστες (δημόσιοι φορείς, επαγγελματίες).
- Κατά την εκπόνηση τεχνικών μελετών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η πρόσβαση σε δομημένες πληροφορίες που αφορούν τις πλημμύρες, όπως σχετική νομοθεσία, παλαιότερα πλημμυρικά γεγονότα, περιγραφές αντιπλημμυρικών μέτρων, μελέτες περιπτώσεων αντιπλημμυρικών έργων κ.λπ. Το σύστημα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης και διασύνδεσης πληροφοριών αυτού του είδους.
- Η εθελοντική πληροφορία έχει ιδιαίτερη σημασία για την πρόληψη, αντιμετώπιση και αποκατάσταση πλημμυρικών περιστατικών (Douninet κ.ά., 2018). Για παράδειγμα, γεω-αναφερμένες φωτογραφίες φραγμένων αποχετευτικών φρεατίων, ή καταγραφές του ύψους στάθμης του νερού μετά από πλημμύρες, βοηθούν στην ενεργοποίηση των δημοσίων φορέων για προληπτικά μέτρα ή στον υπολογισμό του κόστους των αποζημιώσεων. Το σύστημα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα στους ενεργούς πολίτες να χρησιμοποιούν τις κινητές τους συσκευές για την καταγραφή αναφορών πλημμυρικού κινδύνου.
- Τα κοινωνικά δίκτυα αποτελούν πλέον έναν συνηθισμένο τρόπο επικοινωνίας και οργάνωσης ομάδων μεταξύ των πολιτών, αλλά και μέσο ενημέρωσης, εκπαίδευσης και ατομικής έκφρασης. Το σύστημα πρέπει να αξιοποιήσει την σύγχρονη αυτή τάση για την ενημέρωση τοπικών φορέων και πολιτών σε θέματα που αφορούν τις πλημμύρες, αλλά και για την παροχή μηχανισμών οργάνωσης και επικοινωνίας σε περιβαλλοντικές οργανώσεις.

- Η πρόβλεψη των πλημμυρών είναι ένα σύνθετο επιστημονικό και τεχνικό ζήτημα, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ρεμάτων όπου παρουσιάζονται ξαφνικές πλημμύρες. Η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο για τη στάθμη του νερού από αισθητήρες, ή η πρόβλεψη στάθμης σε μελλοντικό χρόνο από συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, είναι χρήσιμες πληροφορίες που πρέπει να αξιολογούνται από τις υπηρεσίες πολιτικής προστασίας (Su-Myung κ.ά., 2016). Το σύστημα θα πρέπει να ενσωματώνει τέτοιου είδους πληροφορίες για τις περιοχές που είναι διαθέσιμες.

2.2 Σχεδιασμός του συστήματος

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται οι βασικές σχεδιαστικές επιλογές, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των χρηστών και να είναι αποτελεσματική η μελλοντική διανομή και επέκταση του συστήματος.

Η κύρια σχεδιαστική προσέγγιση που επιλέχθηκε είναι η αρθρωτή (modular) αρχιτεκτονική, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 1. Το σύστημα αποτελείται από διάφορες συνιστώσες (υποσυστήματα και εφαρμογές), που η κάθε μία είναι υπεύθυνη για την εκτέλεση συγκεκριμένης λειτουργικότητας, αλλά με δυνατότητα διαλειτουργικότητας με άλλες.



Σχήμα 1: Αρθρωτή αρχιτεκτονική του συστήματος

Το σύστημα διεπαφής και αυθεντικοποίησης χρηστών παρέχει πρόσβαση με ενιαίο τρόπο σε όλες τις υπόλοιπες συνιστώσες του συστήματος και διατηρεί τα δικαιώματα κάθε χρήστη για κάθε συνιστώσα σε ειδικό κατάλογο (τεχνολογία LDAP). Επίσης υλοποιεί μηχανισμό μοναδικής σύνδεσης (Single Sign On), ώστε να ελέγχεται η πρόσβαση του χρήστη μία μόνο φορά για τη συνιστώσα που επέλεξε πρώτη, αλλά να αποκτά τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης και για τις υπόλοιπες συνιστώσες. Κάθε χρήστης εντάσσεται σε ένα επίπεδο δικαιωμάτων κάθε συνιστώσας, ενώ τα επίπεδα δικαιωμάτων είναι ιεραρχικά δομημένα και παρέχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένες λειτουργίες. Τα επίπεδα δικαιωμάτων που έχουν υλοποιηθεί είναι: εγγεγραμμένος χρήστης, εξουσιοδοτημένος, διαχειριστής. Πολλές συνιστώσες παρέχουν λειτουργικότητα και για μη εγγεγραμμένους χρήστες (επισκέπτες), για τους οποίους δεν απαιτείται αυθεντικοποίηση.

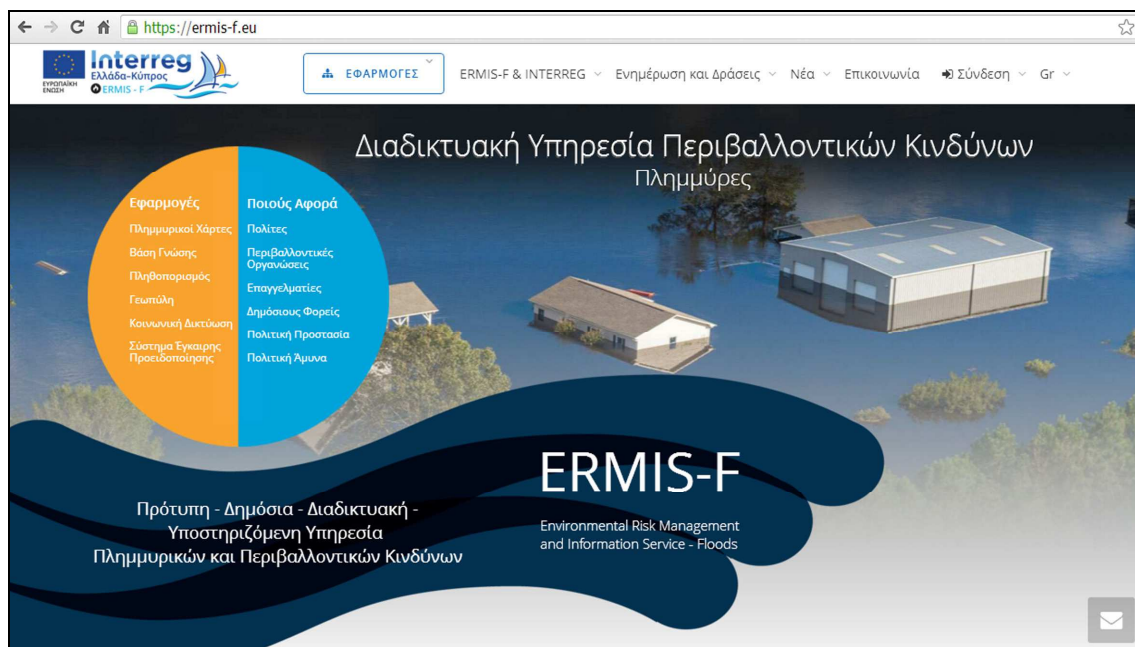
Η αρθρωτή αρχιτεκτονική επιτρέπει την κατανεμημένη λειτουργία του συστήματος, όπου κάθε συνιστώσα μπορεί να είναι εγκατεστημένη σε διαφορετικό εξυπηρετητή,

ενώ παράλληλα επιτρέπει τη διανομή/εγκατάσταση του συστήματος με υποσύνολο των συνιστωσών του, ανάλογα με τις ανάγκες του ενδιαφερόμενου φορέα.

Η μεθοδολογία υλοποίησης που επιλέχθηκε ακολουθεί τις αρχές της ευέλικτης ανάπτυξης (Agile System Development) (Beck κ.ά, 2001). Η ευέλικτη ανάπτυξη συστημάτων περιλαμβάνει σύντομους κύκλους ανάλυσης αναγκών, σχεδίασης, υλοποίησης και δοκιμών του λογισμικού. Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης αναπτύχθηκαν πέντε εκδόσεις του συστήματος, ενώ μεταξύ των εκδόσεων πραγματοποιήθηκαν πολυάριθμες συναντήσεις με δυνητικούς χρήστες με σκοπό την λεπτομερή καταγραφή απαιτήσεων και την αξιολόγηση της ευχρηστίας του.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά οι συνιστώσες του συστήματος, που είναι διαθέσιμες από το μενού ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ της κεντρικής ιστοσελίδας της Πράξης στη διεύθυνση ermis-f.eu (εικόνα 1).



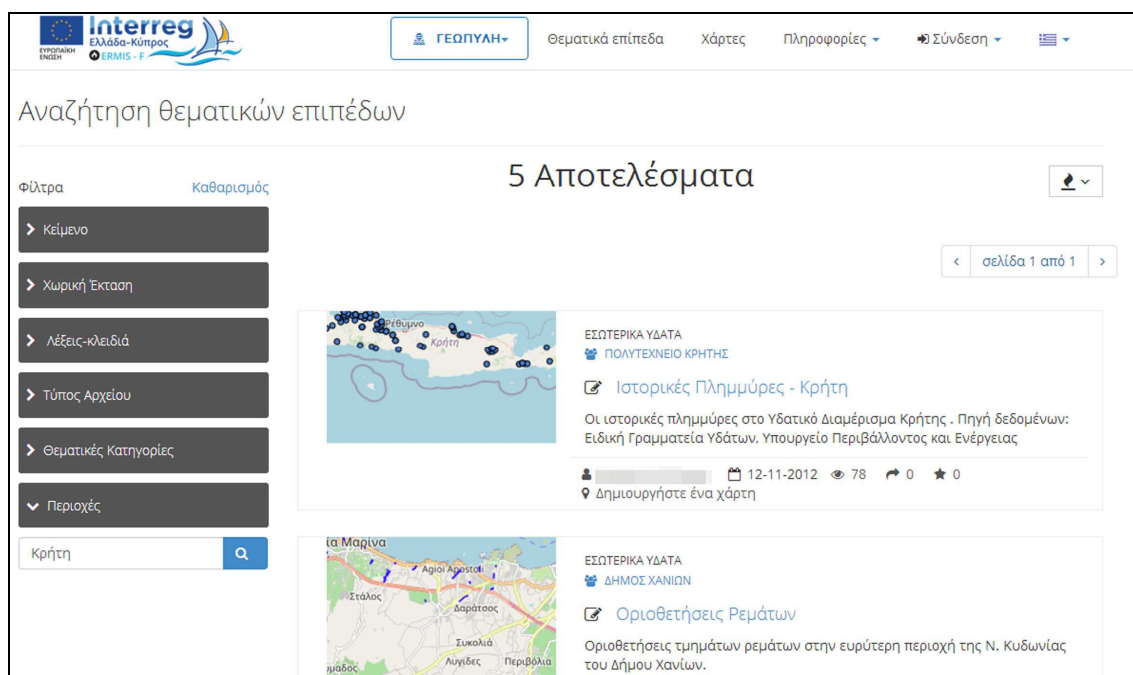
Εικόνα 1: Η κεντρική ιστοσελίδα της Πράξης ERMIS-F

3.1 Γεωπύλη

Η Γεωπύλη αποτελεί το αποθετήριο των γεω-χωρικών δεδομένων και των μεταδεδομένων τους. Απευθύνεται κυρίως σε χρήστες Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, όπως επαγγελματίες/μηχανικοί και στελέχη δημόσιων οργανισμών, που αναζητούν πρόσβαση σε τεκμηριωμένα σύνολα γεω-χωρικών δεδομένων, τα οποία αφορούν άμεσα ή έμμεσα τον πλημμυρικό κίνδυνο. Είναι βασισμένη στο λογισμικό ανοικτού κώδικα Geonode¹ και υποστηρίζει τα πρότυπα διαμοιρασμού και τεκμηρίωσης γεω-χωρικής πληροφορίας (OGC Services, ISO 19115 Metadata Standard, κ.ά.). Στη Γεωπύλη διατηρούνται θεματικά επίπεδα (layers) και χάρτες (συνθέσεις θεματικών επιπέδων - maps), όπως χάρτες πλημμυρικής επικινδυνότητας, ιστορικές

¹ <http://geonode.org/>

πλημμύρες, ζώνες δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας, όμβριες καμπύλες, κλιματικές παράμετροι, χάρτες από μοντέλα κλιματικής αλλαγής, λεκάνες απορροής, υδρογραφικό δίκτυο, οριοθετημένα ρέματα, κ.ά.). Προσφέρει λειτουργίες αναζήτησης, απεικόνισης, διαχείρισης, επεξεργασίας, μεταφόρτωσης και εκτύπωσης θεματικών επιπέδων και χαρτών. Διαθέτει σύστημα webGIS για χαρτογραφική πλοήγηση και περιβάλλον σύνθεσης θεματικών επιπέδων για τη δημιουργία χαρτών. Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται η αναζήτηση θεματικών επιπέδων με τη χρήση φίλτρων, όπως ελεύθερο κείμενο, χωρική έκταση (bounding box), λέξεις-κλειδιά, τύπος αρχείου, θεματικές κατηγορίες (κατά ISO 19115), περιοχή. Στην εικόνα 3 παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες ενός θεματικού επιπέδου και οι δυνατότητες επιπλέον λειτουργιών (εμφάνιση μεταδεδομένων, μεταφόρτωση επιπέδου ή των μεταδεδομένων του, δημιουργία χάρτη, κ.ά.).

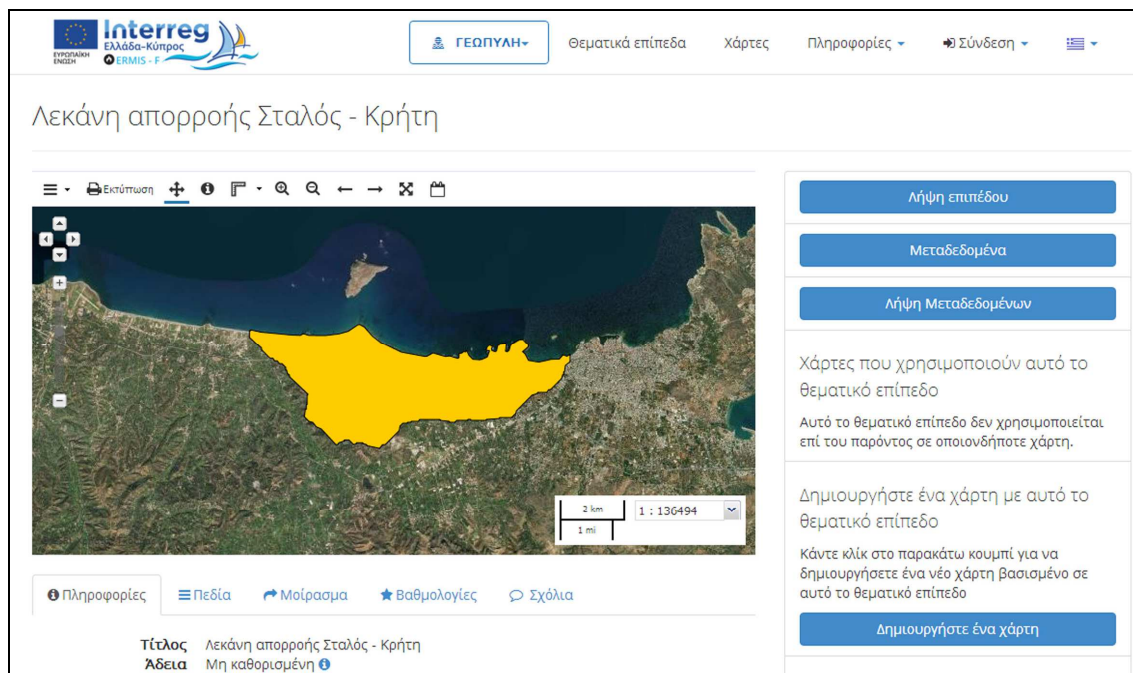


Εικόνα 2: Αναζήτηση θεματικών επιπέδων με τη χρήση φίλτρων

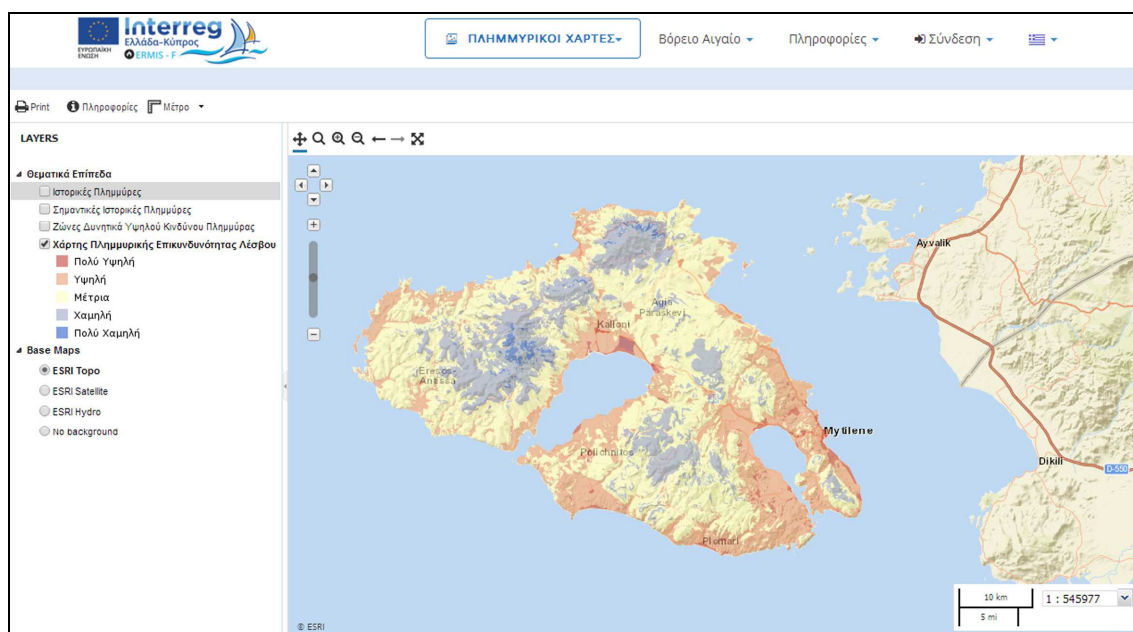
3.2 Εφαρμογή πλημμυρικών χαρτών

Η εφαρμογή πλημμυρικών χαρτών παρέχει άμεση πρόσβαση στο ευρύ κοινό σε επιλεγμένα θεματικά επίπεδα και χάρτες, χωρίς να απαιτούνται οι διαδικασίες αναζήτησης της Γεωπύλης. Περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, χάρτες πλημμυρικής επικινδυνότητας μεγάλης κλίμακας για τις περιοχές μελέτης της Πράξης (Χανιά, Λέσβος, Κύπρος), που έχουν παραχθεί από τις αντίστοιχες επιστημονικές ομάδες. Προσφέρει βασικές λειτουργίες χαρτογραφικής πλοήγησης και ενεργοποίησης θεματικών επιπέδων (εικόνα 4). Η εφαρμογή αλληλεπιδρά με την Γεωπύλη διαφανώς προς τον χρήστη για την άντληση των θεματικών επιπέδων και βασίζεται στην εφαρμογή διαδικτυακής χαρτογράφησης GeoExplorer².

² <https://github.com/GeoNode/geoeexplorer>



Εικόνα 3: Παρουσίαση θεματικού επιπέδου



Εικόνα 4: Εφαρμογή πλημμυρικών χαρτών

3.3 Βάση γνώσης πλημμυρικού κινδύνου

Η Βάση Γνώσης (ΒΓ) είναι μια διαδικτυακή γνωσιακή βάση δεδομένων, ανοιχτή προς και προσβάσιμη από κάθε ενδιαφερόμενο που επιθυμεί να πληροφορηθεί σε πολλαπλά επίπεδα σχετικά με τον κίνδυνο της πλημμύρας. Συγκεκριμένα, παρέχει δομημένες και διασυνδεδεμένες πληροφορίες, όπως: (α) Θεσμικές ρυθμίσεις και νομοθετήματα, (β) τεκμηριωμένα περιστατικά πλημμυρών, (γ) αντιπλημμυρικά μέτρα και παρεμβάσεις, (δ) μελέτες περιπτώσεων αντιμετώπισης πλημμυρικού κινδύνου, (ε) στοιχεία επικοινωνίας φορέων, καθώς και (στ) εργαλεία λογισμικού για την υποστήριξη εκπόνησης μελετών διαχείρισης πλημμυρικού κινδύνου. Η ΒΓ αποτελεί

μία πρωτότυπη εφαρμογή, εξειδικευμένη στις απαιτήσεις της ολοκληρωμένης πληροφόρησης σχετικά με τον πλημμυρικό κίνδυνο και έχει αναπτυχθεί σε περιβάλλον Python/Django. Προσφέρει λειτουργίες απλής και σύνθετης αναζήτησης, προβολής, διαχείρισης, επεξεργασίας και διασύνδεσης του περιεχομένου της. Στην εικόνα 5 προβάλλεται η τεκμηρίωση μίας μελέτης περίπτωσης αντιμετώπισης πλημμυρικού κινδύνου και η διασύνδεση της με το σχετικό αντιπλημμυρικό μέτρο. Αντίστοιχες διασυνδέσεις επιτρέπονται μεταξύ νομοθετημάτων και αντιπλημμυρικών μέτρων, και μεταξύ αντιπλημμυρικών μέτρων και μελετών περιπτώσεων. Τα περιστατικά πλημμύρας και οι μελέτες περιπτώσεων συνοδεύονται από γεωχωρική πληροφορία που δηλώνει τη θέση του συμβάντος και προβάλλεται ως σημείο στον χάρτη (εικόνα 5). Οι πληροφορίες της ΒΓ με γεωγραφική συνιστώσα διατίθενται και ως γεωχωρικές υπηρεσίες ιστού (web map services) και ενσωματώνονται με τη μορφή θεματικών επίπεδων στην Γεωπύλη.

Μελέτη περίπτωσης: ΠΔΣΚΠ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ: C10 π. Αραδίππος, Κύπρος

Περιγραφή του έργου ή της μελέτης περίπτωσης

Αποκατάσταση και βελτίωση υδραυλικών χαρακτηριστικών π. Αραδίππου (κλάδος C01) από Χ.Θ. 7+800-Χ.Θ. 2+900 (μήκος 4,9km). Θα εξεταστούν τοπικές παρεμβάσεις στις όχθες (απαιτούμενες ανυψώσεις) και κατά τόπους διαμόρφωση της κοίτης με δυνατότητα βελτίωσης της φυσικής ανόχθης, με στόχο την ικανοποιητική παροχέτευση της πλημμύρας 20ετίας. Έλεγχος διευθετημένου τμήματος π. Αραδίππου (από Χ.Θ. 2+900 έως εκβολή) και μελέτη απαιτούμενων τοπικών παρεμβάσεων για την αύξηση της παραγωγικότητάς του, με στόχο την ικανοποιητική παροχέτευση της πλημμύρας 20ετίας (απομόνωση ανοικτών τμημάτων κοίτης διερεύνηση δυνατότητας κατασκευής δικτύου ανοχύρωτος από Χ.Θ. 2+900-2+200, διερεύνηση δυνατότητας ανύψωσης τοιχείων απομόνωσης κοίτης στο τμήμα από Χ.Θ. 0+200-0+500, κλπ).

Κόστος υλοποίησης

Εκτιμώμενο οικονομικό κόστος για την εφαρμογή των μέτρων, που δίνεται ως εύρος κόστους:

- 10.000-100.000 €

Αντιπλημμυρικό μέτρο

Ποια αντιπλημμυρικά μέτρα έχουν εφαρμοστεί; Μπορούν να καθοριστούν πολλαπλά μέτρα.

- Land use plan / spatial planning

Στόχος της Διαχείρισης Πλημμυρικού Κινδύνου

Γενικοί στόχοι της διαχείρισης του πλημμυρικού κινδύνου:

- Μείωση της πιθανότητας πλημμύρας

Τίτλος

ΠΔΣΚΠ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ: C10 π. Αραδίππος, Κύπρος

Κωδικός

PRO-CY_14

Σημείο αναφοράς

SRID=4326, POINT (33.63943481444826 34.94827629108477)

Εκτιμώμενο κόστος εφαρμογής

22000

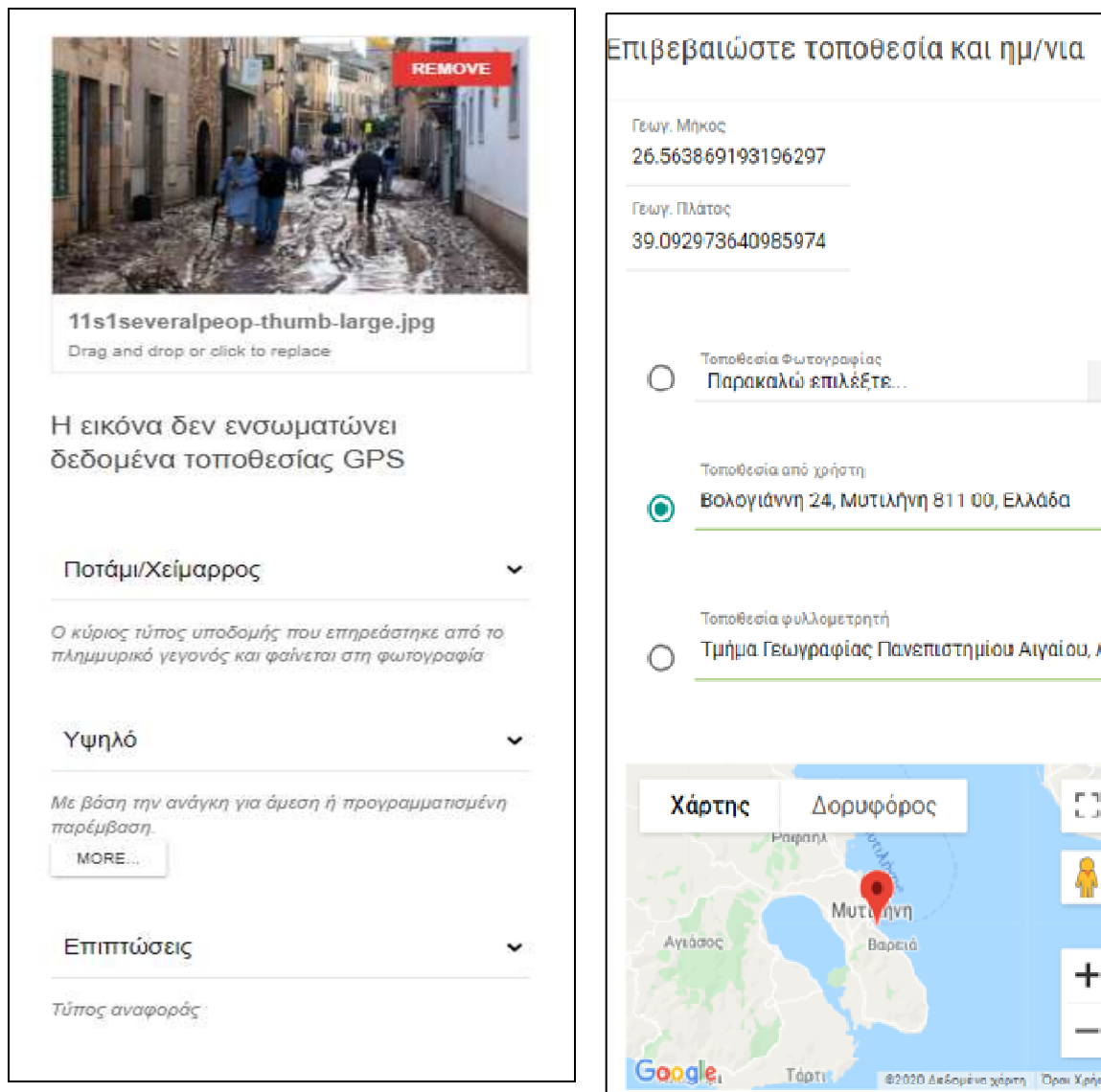
✓ Μεταβιβασίμη μεθοδολογία

Εικόνα 5: Παρουσίαση μελέτης περίπτωσης από τη Βάση Γνώσης

3.4 Εφαρμογή πληθοπορισμού

Η εφαρμογή πληθοπορισμού (crowdsourcing) δίνει τη δυνατότητα σε ενεργούς πολίτες να καταγράψουν και να αποστείλουν μέσω φορητής συσκευής (smartphone, tablet) προβλήματα υποδομών (π.χ. φραγμένα φρεάτια), περιστατικά πλημμυρών ή ζημιές που έχουν προκληθεί. Τα καταγεγραμμένα συμβάντα μπορούν να ληφθούν υπόψη για την ενημέρωση φορέων και την πρόληψη από μελλοντικές καταστροφές. Η εφαρμογή πληθοπορισμού έχει αναπτυχθεί στο περιβάλλον Python/Django και λειτουργεί σε φορητές συσκευές και σε προσωπικούς υπολογιστές. Στην εικόνα 6 εμφανίζεται η οθόνη προσθήκης συμβάντος μέσω κινητού τηλεφώνου (smartphone), όπου ο χρήστης αρχικά εισάγει μία φωτογραφία, συμπληρωματικές πληροφορίες

(τύπος υποδομής, επίπεδο σοβαρότητας, τύπος αναφοράς, τίτλος και περιγραφή) και στην συνέχεια ορίζει την ακριβή τοποθεσία και την ημερομηνία του συμβάντος. Σε περίπτωση που η φωτογραφία είναι γεωαναφερμένη η τοποθεσία συμπληρώνεται αυτόματα. Στην εικόνα 7 εμφανίζονται τα καταγεγραμμένα περιστατικά στον χάρτη και σε μορφή λίστας. Οι χρήστες μπορούν να φιλτράρουν τα αποτελέσματα βάσει τοποθεσίας (και απόστασης από αυτή), επιπέδου σοβαρότητας, τύπου αναφοράς και ημερομηνίας, ή να επιλέξουν ένα περιστατικό για να προβάλλουν περισσότερες πληροφορίες.



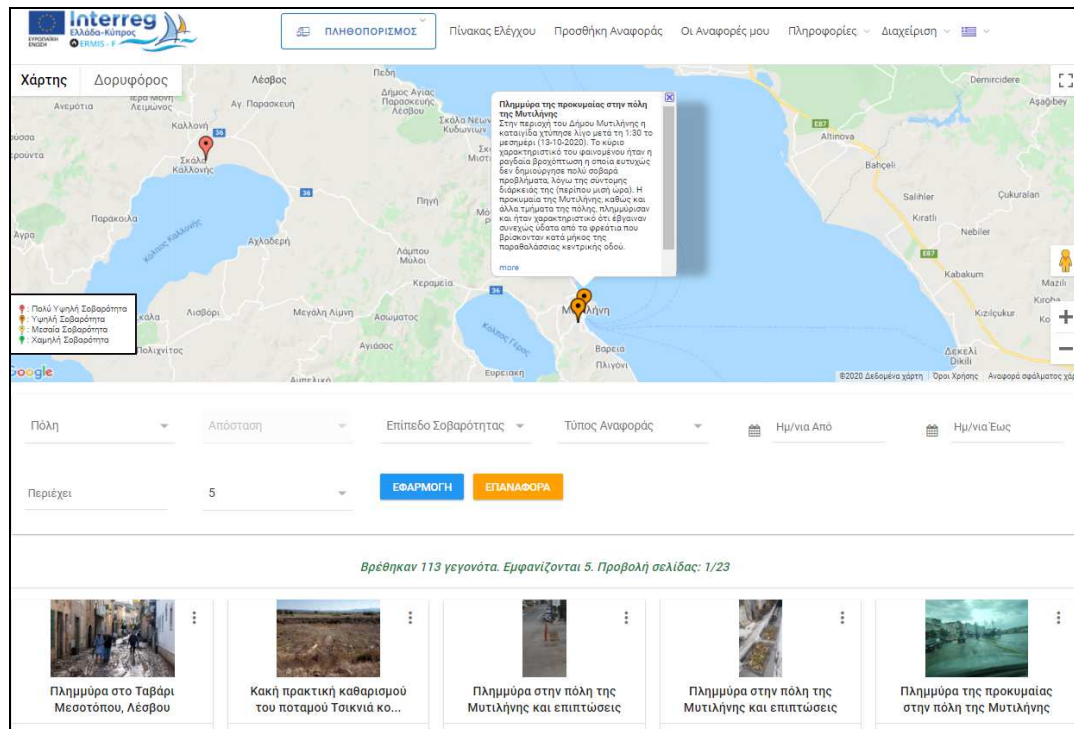
Εικόνα 6: Προσθήκη συμβάντος μέσω εφαρμογής κινητού.

Αριστερά: Περιγραφή συμβάντος. Δεξιά: Ορισμός θέσης και ημ/νίας συμβάντος

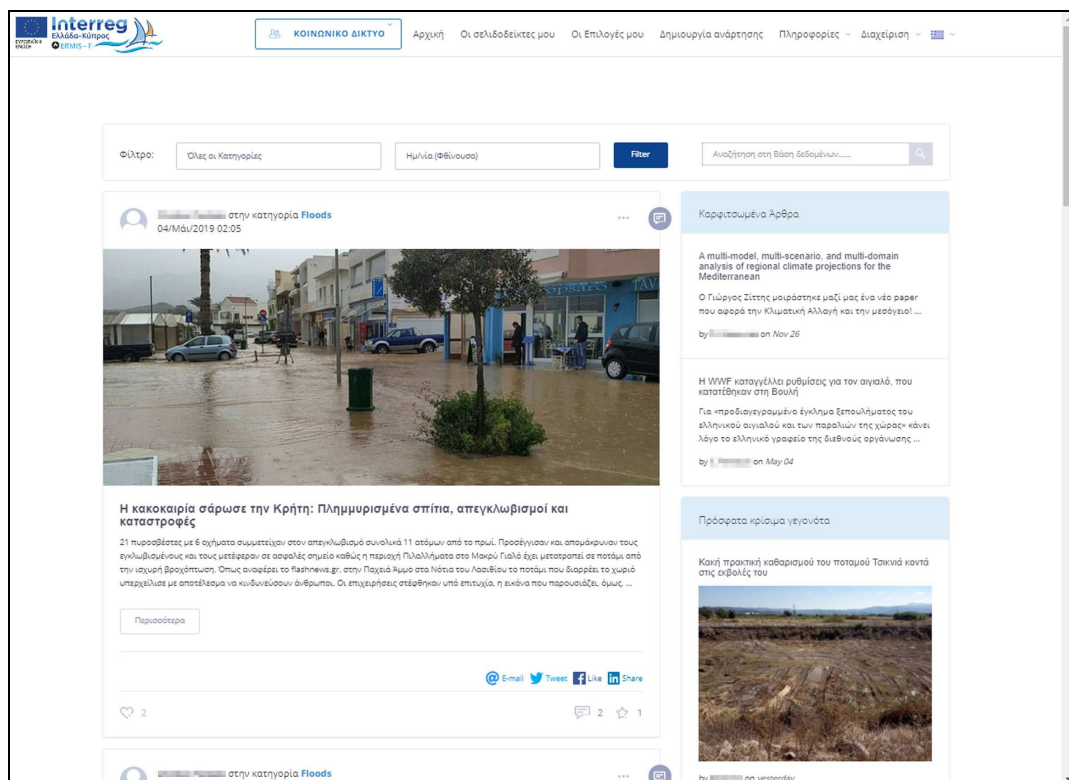
3.5 Κοινωνικό δίκτυο

Το κοινωνικό δίκτυο (εικόνα 8) αποτελεί μέσο πληροφόρησης, διαλόγου και εκπαίδευσης για φορείς και πολίτες και έχει στόχο τη δημιουργία δεσμών, την ανταλλαγή γνώσης και την άμεση ενημέρωση για θέματα που αφορούν τον πλημμυρικό κίνδυνο. Υποστηρίζει τη δημιουργία και προβολή αναρτήσεων που αφορούν σχόλια, φωτογραφίες, αναφορές σε δημοσιεύματα στον Τύπο ή σε επιστημονικά περιοδικά κλπ. Αναπτύχθηκε στο περιβάλλον Python/Django και

επικοινωνεί διαφανώς με την εφαρμογή πληθοπορισμού για την αυτόματη προβολή καταγεγραμμένων συμβάντων. Προσφέρει λειτουργίες φιλτραρίσματος των αναρτήσεων και κοινοποίησης σε άλλες εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης (facebook, twitter και linkedin).



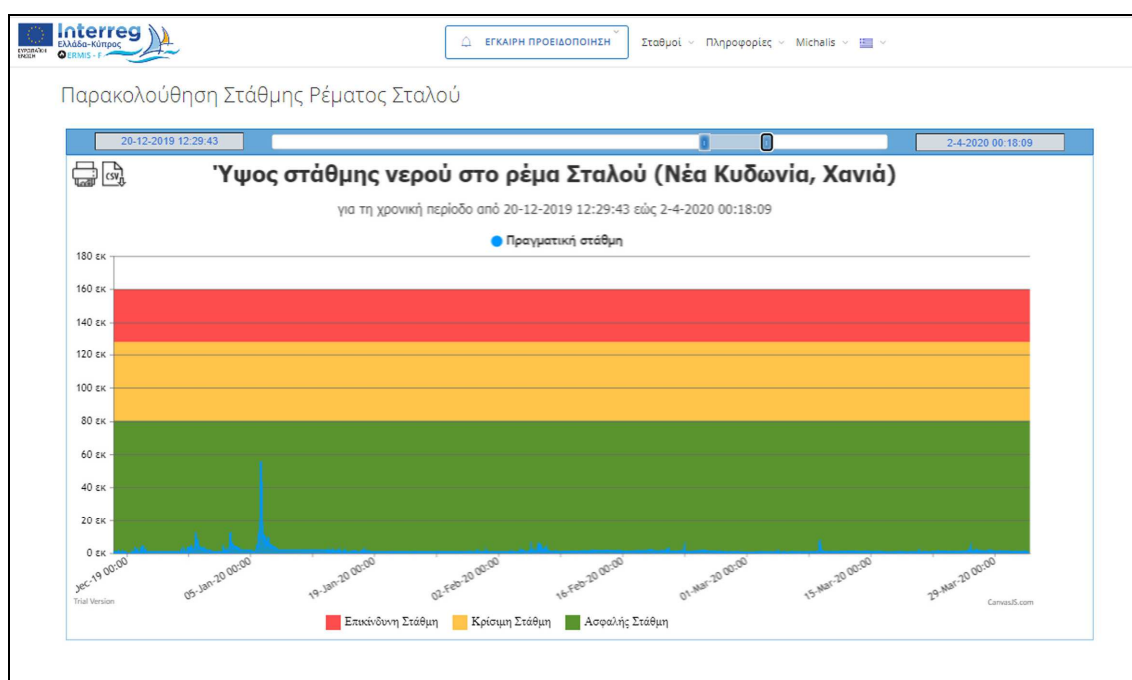
Εικόνα 7: Προβολή και αναζήτηση συμβάντων σε οθόνη προσωπικού υπολογιστή



Εικόνα 8: Αρχική σελίδα εφαρμογής κοινωνικής δικτύωσης

3.6 Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης

Τέλος, λειτουργεί πιλοτικό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης, που αξιοποιώντας μετεωρολογικά και υδρολογικά δεδομένα στοχεύει στην πρόβλεψη πλημμυρικού κινδύνου σε προκαθορισμένες περιοχές μελέτης (ρέματα στην Καλλονή Λέσβου και Νέα Κυδωνία Χανίων). Έχει αναπτυχθεί σε Python/Django. Η εφαρμογή απευθύνεται σε αρμόδιους φορείς και εξειδικευμένους χρήστες που ενημερώνονται μέσω αυτοματοποιημένου μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου όταν η τιμή πρόβλεψης της στάθμης νερού του ρέματος ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο όριο. Επιπλέον, περιλαμβάνει γραφικό περιβάλλον για την προβολή σε διάγραμμα του ιστορικού του ύψους στάθμης νερού στα προκαθορισμένα ρέματα, όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την περίοδο αναφοράς (εικόνα 9).



Εικόνα 9: Προβολή διαγράμματος ύψους στάθμης νερού στο ρέμα Σταλού από 20-12-2019 έως 2-4-2020

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η δημόσια λειτουργία του συστήματος ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2020. Από τότε μέχρι σήμερα διοργανώθηκαν μια σειρά από συναντήσεις, ημερίδες και σεμινάρια (δια ζώσης, με τηλεδιάσκεψη ή υβριδικά) με στόχο την παρουσίαση και διάχυση του συστήματος σε ομάδες εστιασμένου κοινού σε όλες τις περιοχές της Πράξης (Χανιά, Λέσβος, Κύπρος), όπως στελέχη πολιτικής προστασίας/άμυνας, στελέχη δημόσιων φορέων ή της αυτοδιοίκησης, μηχανικοί/γεω-τεχνικοί, πυροσβέστες, κ.ά. Η ανάδραση ήταν ιδιαίτερα θετική όσο αφορά την επίτευξη των στόχων της Πράξης. Η παροχή πληροφοριών, γνώσεων και εφαρμογών που σχετίζονται με τον πλημμυρικό κίνδυνο από ένα ολοκληρωμένο σύστημα με ενιαίο περιβάλλον αλληλεπίδρασης και κοινό κατάλογο χρηστών αποτελεί και την κύρια καινοτομία του εγχειρήματος.

Για να επιτευχθεί το αποτέλεσμα αυτό συνέβαλλαν καθοριστικά δύο παράμετροι: η επιλογή κοινής τεχνολογικής πλατφόρμας από όλες τις ομάδες προγραμματιστών που

ανέπτυξαν τις συνιστώσες του συστήματος και η συχνή τους αλληλεπίδραση μέσω τηλεδιασκέψεων τόσο μεταξύ τους, όσο και με τις υπόλοιπες ομάδες της Πράξης. Επιλέχθηκε η πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού Python/Django κι έτσι έγινε δυνατή η χρήση κοινών βιβλιοθηκών και η ανάπτυξη προτύπων (templates) για εύκολη ενσωμάτωση σε όλες τις συνιστώσες.

Μελλοντικοί μας στόχοι είναι η περαιτέρω ανάπτυξη και επέκταση του συστήματος, είτε καλύπτοντας νέες γεωγραφικές περιοχές, είτε ενσωματώνοντας και άλλους περιβαλλοντικούς κινδύνους (όπως σεισμούς, δασικές πυρκαγιές, κλπ).

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

Η Πράξη «Διαδικτυακή Υπηρεσία Περιβαλλοντικών Κινδύνων – ERMIS-F» είναι ενταγμένη στο Πρόγραμμα Συνεργασίας Interreg V-A Ελλάδα-Κύπρος 2014-2020, στον Άξονα «Βελτίωση της από κοινού διαχείρισης κινδύνων από φυσικές, τεχνολογικές και ανθρωπιστικές καταστροφές», που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης) και από Εθνικούς πόρους της Ελλάδας και της Κύπρου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aleotti, P., Chowdhury, R., 1999, Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives, *Bull. Eng. Geol. Environ.*, 58, 21–44.

Al-Sabhan, W., Mulligan, M., Blackburn, G. A., 2003. Areal-time hydrological model for flood prediction using GIS and WWW, *Comput. Environ. Urban Syst.*, 27, 9–32.

Beck, K., Beedle, M. et al., 2001, *Manifesto for Agile Software Development*, διαθέσιμο: <https://agilemanifesto.org/iso/el/manifesto.html>

Douvinet, J., Kouadio, J., Bonnet, E., Gensel, J., 2018, Crowdsourcing and Crisis-Mapping in the Event of Floods: Tools and Challenges, in Vinet, F. (ed.) *Floods, Volume 2- Risk Management*, Elsevier, 209-223.

EU, 2007, Οδηγία 2007/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2007 για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, *Επίσης Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, 6.11.2017, L. 288/27.

Guhathakurta, P., Sreejith, O. P., Menon, P. A., 2011, Impact of climate change on extreme rainfall events and flood risk in India, *J. Earth Syst. Sci.*, 120, 359–373.

Su-Myung, Gang, Hyeoung-Wook, Choi, Do-Ryeong Kim, Yun-Jae, Choung, 2016, A Study on the Construction of the Unity 3D Engine Based on the WebGIS System for the Hydrological and Water Hazard Information Display, 12th International Conference on Hydroinformatics - HIC 2016, *Procedia Engineering*, 154, 138–145.

UNISDR, 2017, *The Human Cost of Weather Related Disasters 1995-2015*, διαθέσιμο: https://www.unisdr.org/files/46796_cop21weatherdisastersreport2015.pdf

GIS ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΠΑΙΘΡΟΥ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΣΤΟ ArcGIS Online

Φλούδα Ελένη

ΠΕ Περιβαλλοντολόγος – Χαρτογράφος, Msc Περιβαλλοντική Πολιτική & Διαχείριση,
Msc Γεωπληροφορική

Στέλεχος ΒΠ2 ΕΥΔ ΕΠ ΥΜΕΠΕΡΑΑ

Τηλ: 6945446586, e-mail : elenaflooda@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή, παρουσιάζεται μία πιλοτική διαδικτυακή εφαρμογή που υλοποιήθηκε μέσω της πλατφόρμας της ArcGis Online, με στόχο την καταγραφή, επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων που συλλέγονται μετά από φυσικές καταστροφές σε πραγματικό χρόνο. Η συλλογή των δεδομένων στο πεδίο επιτυγχάνεται με τη χρήση κινητών συσκευών. Τα δεδομένα αποστέλλονται και αποθηκεύονται σε μία online γεωχωρική βάση και είναι άμεσα διαθέσιμα για επεξεργασία. Το σύνολο της διαδικασίας αυτοψίας, αποτυπώνεται σε πραγματικό χρόνο στον επιτελικό διαδραστικό χάρτη του κέντρου ελέγχου, ο οποίος ενημερώνεται με κάθε νέα εγγραφή.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

ArcGis Online, φυσικές καταστροφές, βάσεις δεδομένων, Collector, Dashboard

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά από μια φυσική καταστροφή, κινητοποιείται ο μηχανισμός πολιτικής προστασίας σε διάφορα επίπεδα. Σε πρώτο επιτελικό χρόνο, κρίσιμα ερωτήματα πρέπει να απαντηθούν όπως: *Ποια είναι η πληγείσα γεωγραφική περιοχή; Τι είναι αυτό που έχει πληγεί; Ποιο είναι το μέγεθος της καταστροφής; Ποιους αφορά;* Σε δεύτερο χρόνο, ακολουθούν διοικητικές πράξεις οι οποίες πρέπει να υλοποιηθούν, όπως παροχή αποζημιώσεων, έκδοση οικοδομικών αδειών αποκατάστασης κλπ.

Το υφιστάμενο μοντέλο απόκρισης σε φυσικές καταστροφές, στηρίζεται στην καταγραφή των βλαβών με τη διενέργεια Πρωτοβάθμιου Ελέγχου. Κατά τη διαδικασία αυτή, κλιμάκια μηχανικών επισκέπτονται την πληγείσα περιοχή, διενεργούν αυτοψίες και συμπληρώνουν προτυποποιημένα Δελτία Ελέγχου. Η συγκέντρωση της συλλεχθείσας πληροφορίας γίνεται μετά τη λήξη των αυτοψιών, όπου υλοποιείται μια πρώτη προσπάθεια αποδελτίωσής της, έτσι ώστε τα δεδομένα να καταστούν επεξεργάσιμα και να παραχθούν τα πρώτα αποτελέσματα. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι, μεσολαβεί ένα μεγάλο διάστημα «νεκρού» χρόνου, κατά τον οποίο το κέντρο λήψης αποφάσεων δεν έχει εικόνα της πραγματικής κατάστασης. Σε μεταγενέστερο χρόνο, διενεργείται ο Δευτεροβάθμιος Έλεγχος, ακολουθώντας περίπου τα ίδια στάδια με τον Πρωτοβάθμιο. Στόχος του είναι, κατόπιν ενδελεχούς έρευνας, να επικυρωθούν τα αποτελέσματα του πρώτου ελέγχου, ώστε να εκκινήσουν διοικητικές πράξεις που ακολουθούν.

Σύμφωνα με τη διαδικασία που περιεγράφηκε, εντοπίζονται δυσλειτουργίες οι οποίες αφορούν κυρίως στο χρόνο απόκρισης του συστήματος με ότι αυτό συνεπάγεται, σε λάθη κατά τη συμπλήρωση των δελτίων ή και απώλεια δεδομένων, στην αδυναμία γεωχωρικού εντοπισμού των στοιχείων που ελέγχθηκαν, στην αδυναμία αποτύπωσης των δεδομένων σε χάρτη, στην αδυναμία συσχετισμού των δεδομένων με άλλες πληροφορίες και στη δυσκολία επαλήθευσης στοιχείων κατά την έκδοση διοικητικών πράξεων.

Σκοπό της εφαρμογής αποτελεί σε πρώτο χρόνο η υποβοήθηση τόσο των κλιμακίων ελέγχου, όσο και του εκάστοτε κέντρου στη λήψη αποφάσεων, ενώ σε δεύτερο χρόνο η απλοποίηση και η επιτάχυνση των διαδικασιών αποζημίωσης των πληγέντων.

2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

2.1 Απαιτήσεις

Σε συνεργασία με την αρμόδια Διεύθυνση Αποκατάστασης Επιπτώσεων Φυσικών Καταστροφών (ΔΑΕΦΚ) του Υπουργείου Υποδομών & Μεταφορών, η οποία επιτελεί ένα δύσκολο και σημαντικό έργο με αρτιότητα αλλά και μεγάλες δυσκολίες, έγινε μια προσπάθεια δημιουργίας μια πιλοτικής διαδικτυακής εφαρμογής, η οποία θα ικανοποιεί τις εξής απαιτήσεις: α) συλλογή δεδομένων στο πεδίο μέσω συσκευών κινητής τηλεφωνίας ή tablets (Collector), β) ανάθεση εργασιών, διαχείριση και υποβοήθηση των κλιμακίων πεδίου από το κέντρο ελέγχου (Work Force), γ) δυνατότητες online αποθήκευσης και άμεσης επεξεργασίας των δεδομένων με την παραγωγή στατιστικών αποτελεσμάτων και τη δημιουργία χωρικών ή μη ερωτημάτων στη βάση δεδομένων (ArcGis Online) και ε) δημιουργία επιτελικού διαδραστικού χάρτη (Dashboard) για τη διάχυση της πληροφορίας σε επιλεγμένους χρήστες ή στο ευρύ κοινό.

Στην εικόνα 1, παρουσιάζεται η ιεραρχική δομή της Διεύθυνσης, οι ρόλοι και οι αρμοδιότητες των μελών της, ενώ αποτυπώνεται ο τρόπος με τον οποίο αυτό το σχήμα θα μπορούσε να υλοποιηθεί από την πλατφόρμα του Arc Gis Online.



Εικόνα 1, Προτεινόμενο πιλοτικό μοντέλο, πηγή : προσωπικό αρχείο

2.2 Σχεδιασμός Γεωχωρικής Βάσης Δεδομένων

Η κεντρική δομή της γεωχωρικής βάσης δεδομένων που αναπτύχθηκε, βασίστηκε στο πρωτόκολλο που εφαρμόζει η ΔΑΕΦΚ, κατά τον Πρωτοβάθμιο Έλεγχο κτιριακών υποδομών μετά από ένα καταστροφικό γεγονός. Ενδεικτικά, το δελτίο αυτό περιλαμβάνει στοιχεία που αφορούν : Α) τη θέση του ακινήτου, Β) τα στοιχεία του φερόμενου ιδιοκτήτη – διαχειριστή, Γ) τη περιγραφή του κτιρίου, Δ) την εκτίμηση καταλληλότητας κτιρίου, Ε) τα προτεινόμενα μέτρα ασφάλειας, ΣΤ) τους συντάξαντες, Ζ) τα συνημμένα (φωτογραφίες, τυχόν έγγραφα κλπ.) που συνοδεύουν την κάθε εγγραφή.

Ο σχεδιασμός της γεωχωρικής βάσης, αποτελεί ουσιαστικά την «καρδιά» του συστήματος. Ορίζονται η δομή και οι τύποι δεδομένων που αυτή θα φιλοξενεί. Για τη διευκόλυνση του χρήστη στο πεδίο και την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων κατά τη συλλογή δεδομένων, έγινε χρήση, όπου ήταν αυτό εφικτό, προκαθορισμένων τιμών σε πεδία. Επίσης ορίστηκαν κανόνες που αφορούν την απαίτηση ή μη συμπλήρωσης κάποιων πεδίων, εμφανίζοντας αντίστοιχο μήνυμα στο χρήστη. Παράδειγμα κανόνα: *«δεν μπορεί να αποσταλεί δελτίο στη κεντρική βάση εάν δεν συμπληρωθεί υποχρεωτικά το πεδίο της καταλληλότητας του κτιρίου»*.

Μετά την ολοκλήρωση του σχεδιασμού και τη θέσπιση κανόνων, ρυθμίζονται και οι λοιπές βοηθητικές ενέργειες για τα κλιμάκια ελέγχου. Παράδειγμα, επιλογή χαρτογραφικών συμβόλων, χαρτογραφικού υποβάθρου, επιλογή πρόσθετων επιπέδων πληροφοριών που μπορούν να συνοδεύουν τη γεωχωρική βάση δεδομένων, δυνατότητα λειτουργίας του συστήματος offline με το σχεδιασμό της περιοχής επέμβασης κλπ.

2.3 Collector

Όταν ολοκληρωθεί το στάδιο του σχεδιασμού, δημοσιοποιείται η γεωχωρική βάση ως web service και αναρτάται στη πλατφόρμα του ArcGis Online. Πλέον η βάση είναι προσπελάσιμη από την εφαρμογή Collector, που εγκαθίσταται στην κινητή συσκευή του χρήστη και είναι έτοιμη να δεχθεί εγγραφές. Η εισαγωγή ενός σημείου γίνεται μέσω gprs ή χειρωνακτικά μέσω υπόδειξης στο ψηφιακό υπόβαθρο χάρτη. Μόλις η εγγραφή από το χρήστη ολοκληρωθεί, αυτή αποστέλλεται μαζί με τυχόν συνημμένα (φωτογραφίες, αρχεία) σε πραγματικό χρόνο στην online γεωχωρική βάση, η οποία ενημερώνεται - ανανεώνεται. Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι άμεσα διαθέσιμα τόσο από τη πλευρά των χρηστών (κλιμάκια ελέγχου) όσο και από το κέντρο ελέγχου, ενώ δίνεται η δυνατότητα ιχνηλάτησης αλλαγών.

2.4 Work Force

Μέσω της εφαρμογής Work Force, γίνεται η διαχείριση των κλιμακίων ελέγχου που συμμετέχουν στην αυτοψία με την εφαρμογή Collector. Πιο συγκεκριμένα, δίνεται η δυνατότητα ανάθεσης εργασιών αλλά και δεδομένων με ιεράρχηση προτεραιοτήτων, καθώς και ανάθεση εργασιών με γεωγραφικό προσδιορισμό και πλοήγησης του κλιμακίου ελέγχου στο σημείο μέσω της εφαρμογής Navigator. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης αναφορών προόδου και δημιουργία διαγραμμάτων και χαρτών με την εξέλιξη των εργασιών, καθώς και παρακολούθηση τρέχουσας θέσης κλιμακίου. Να σημειωθεί ότι οι αναθέσεις με γεωγραφικό προσδιορισμό και η τρέχουσα θέση του κλιμακίου είναι γεωχωρικά δεδομένα και μπορούν να αποτυπωθούν σε χάρτη.

2.5 Dashboard

Η εφαρμογή Dashboard είναι στην ουσία ένας επιτελικός πίνακας για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο γεγονότων ή δραστηριοτήτων που μεταβάλλονται στο χρόνο. Συνδυάζει σε μια διαδραστική οθόνη πολλές πηγές δεδομένων καθοριστικής σημασίας για το project. Από τα χρήσιμα στοιχεία της εφαρμογής αυτής είναι ότι, τα δεδομένα παρουσιάζονται δυναμικά, επανυπολογίζονται και ακολουθούν την κάθε μεταβολή της κλίμακας του χάρτη (zoom in, zoom out, pan).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Για τις ανάγκες της εφαρμογής, έγινε μια προσομοίωση δεδομένων της καταστροφικής πυρκαγιάς στο Μάτι τον Ιούλιο του 2018.

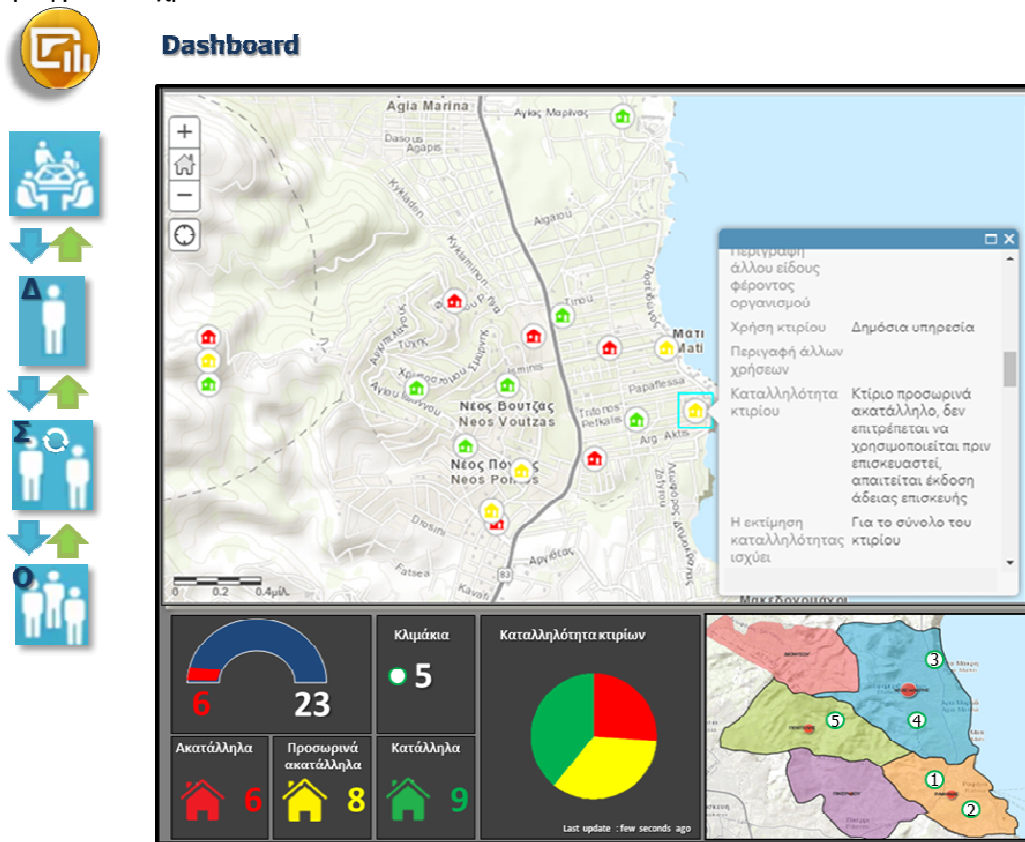
Στην Εικόνα 2, στο αριστερό τμήμα παρουσιάζεται το περιβάλλον του χρήστη στο πεδίο κατά τη καταγραφή σημείων με τη χρήση της εφαρμογής Collector, ενώ στο δεξί τμήμα, το περιβάλλον του χρήστη στο γραφείο με τη χρήση της πλατφόρμας ArcGIS Online. Η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων από το πεδίο στη online βάση, εξαρτάται από το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, ο χρόνος είναι περίπου ίδιος με την αποστολή ενός sms ή e-mail (ανάλογα και με το μέγεθος των συνημμένων).



Εικόνα 2 Στιγμιότυπα από την εφαρμογή Collector και από την πλατφόρμα του ArcGIS Online, πηγή: προσωπικό αρχείο

Στην Εικόνα 3, παρουσιάζεται στιγμιότυπο από τον επιτελικό πίνακα της εφαρμογής. Σε αυτόν αποτυπώνονται όλα τα κρίσιμα δεδομένα που χρειάζεται το κέντρο λήψης αποφάσεων. Τα δεδομένα αυτά μεταβάλλονται δυναμικά στο χρόνο. Στον κεντρικό χάρτη αποτυπώνονται με χρωματική διαβάθμιση, ανάλογα με την καταλληλότητα, τα κτίρια που έχουν ελεγχθεί. Στο αριστερό και κάτω τμήμα, αποτυπώνονται κάποιοι κρίσιμοι δείκτες, όπως το πλήθος των κτιρίων που έχουν κριθεί ακατάλληλα στο σύνολο των ελεγμένων, το πλήθος των κλιμακίων ελέγχου που συμμετέχουν στην αυτοψία, στατιστικά στοιχεία κλπ. Στο δεξί κάτω τμήμα, αποτυπώνονται στο μικρό χάρτη αναφοράς, οι τρέχουσες θέσεις των κλιμακίων ελέγχου καθώς και τα στατιστικά

στοιχεία των Δήμων ανάλογα με τα περιστατικά που έχουν ελεγχθεί. Όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες ανανεώνονται με την εισαγωγή νέας εγγραφής από το κλιμάκιο, μεταφέροντας την κρίσιμη πληροφορία στο κέντρο λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 3 Στιγμιότυπο του Επιτελικού Πίνακα της πλατφόρμα του ArcGIS Online, πηγή: προσωπικό αρχείο

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κλιμάκια ελέγχου μέσω της ανάθεσης εργασιών, γνωρίζουν πού πρέπει να πάνε και τι ακριβώς πρέπει να κάνουν, εφόσον μαζί με την αποστολή της θέσης της αυτοψίας (προαιρετική επιλογή) αποστέλλεται και το δελτίο που πρέπει να συμπληρωθεί. Εν δυνάμει, η ΔΑΕΦΚ, θα μπορούσε να δημιουργήσει διάφορα πρότυπα δελτία ελέγχου, τα οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ανά περίπτωση. Παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες πεδίου να προσπελάσουν οποιαδήποτε πληροφορία τους είναι χρήσιμη. Ως παράδειγμα, έχουν τη δυνατότητα να βλέπουν εάν ένα κτίριο έχει ήδη ελεγχθεί από άλλο συνεργείο, ή θα μπορούσαν να προσπελάσουν τα αποτελέσματα ενός προηγούμενου ελέγχου, ή να βλέπουν πχ. τα δασικά όρια, ή ακόμα και να συνδεθούν πχ. με την πλατφόρμα του κτηματολογίου ή της ταυτότητας κτιρίων (όταν θα είναι διαθέσιμη) και να αντλούν χρήσιμες πληροφορίες για τη διεξαγωγή του ελέγχου τους. Έχουν επίσης τη δυνατότητα, να επικοινωνήσουν άμεσα με το κέντρο ελέγχου και την ομάδα που τους υποστηρίζει, για να ζητήσουν πχ. να αναρτηθούν στη βάση περεταίρω πληροφορίες που κρίνουν εκείνη τη στιγμή ότι χρειάζονται.

Από την άλλη πλευρά, το κέντρο ελέγχου και λήψης αποφάσεων, έχει την πλήρη εικόνα της κατάστασης από την πρώτη εγγραφή και παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη και καταγραφή της αυτοψίας, έχοντας τη δυνατότητα αφενός να

κατευθύνει τα κλιμάκια ελέγχου, αφετέρου να παράξει άμεσα χάρτες και πληροφορίες που μπορεί να διαμοιραστεί. Επιπροσθέτως, σε δεύτερο χρόνο, όλες οι διοικητικές διαδικασίες που ακολουθούν, μπορούν να υλοποιηθούν και να επαληθευτούν πιο εύκολα και γρήγορα.

Εν κατακλείδι, η πιλοτική αυτή εφαρμογή, παρέχει επιτελικά εργαλεία, συμβάλλοντας θετικά στο χρόνο αλλά και στον τρόπο απόκρισης του εκάστοτε κέντρου λήψης αποφάσεων στη διαχείριση καταστάσεων κρίσης. Δοκιμάστηκε πιλοτικά, σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης, στην καταγραφή του μετασεισμικού ελέγχου κτιριακών σχολικών υποδομών και νοσοκομειακών μονάδων στη Λέσβο το 2017 από την ΚΤΥΠ Α.Ε., με πραγματικά δεδομένα, δίνοντας πολύ καλά αποτελέσματα. Στη συνέχεια, η εφαρμογή εξελίχθηκε σε συνεργασία με τη ΔΑΕΦΚ με υλοποίηση προσομοίωσης των δεδομένων από την πυρκαγιά στο Μάτι το 2018, όπου έτυχε πολύ θετικής αποδοχής. Αν και επιχειρησιακά η εφαρμογή είναι ολοκληρωμένη, μέχρι την αντικατάσταση της υφιστάμενης διαδικασίας, θα χρειαστούν ακόμα κάποιοι έλεγχοι πεδίου και βελτιώσεις του συστήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ - ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Απογραφικό Δελτίο Δομικής Τρωτότητας και εγχειρίδιο ορθής συμπλήρωσης, ΚΤΥΠ Α.Ε., 2017

Δελτίο Πρωτοβάθμιου Ελέγχου και εγχειρίδιο ορθής συμπλήρωσης, ΔΑΕΦΚ Υπ. Υποδομών & Μεταφορών, 2018

Εγχειρίδιο Collector: <https://doc.arcgis.com/en/collector-classic/> (προσπέλαση 11/10/2020)

Εγχειρίδιο Work Force: <https://doc.arcgis.com/en/workforce/faqs/faqs-general.htm> (προσπέλαση 11/10/2020)

Εγχειρίδιο Dashboard: <https://doc.arcgis.com/en/dashboards/get-started/create-a-dashboard.htm> (προσπέλαση 11/10/2020)

Εγχειρίδιο ArcGis Online: <https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-arcgis-online/> (προσπέλαση 11/10/2020)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ LCZ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Αδαμοπούλου Λαμπρινή*, Καρατζάς Κων/νος

Ερευνητική Ομάδα Περιβαλλοντικής Πληροφορικής, Τμήμα Μηχανολόγων
Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Τηλ: 2310994176, e-mail : lambriniadam@gmail.com, kkara@auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή παρουσιάζει την εφαρμογή της μεθόδου WUDAPT (World Urban Database Portal Tools), στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης (ΕΠΘ), η οποία βασίζεται στο σύστημα κατηγοριοποίησης χρήσεων γης Local Climate Zones (LCZ) των Stewart & Oke (2012). Η μέθοδος WUDAPT έχει ως στόχο τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων διαθέσιμης και προσβάσιμης σε όλους, όπου θα συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με τη μορφή και τις λειτουργίες των πόλεων σε όλη την υφήλιο. Αυτό θα καταστεί δυνατό αρχικά, μέσω της ταξινόμησης των πόλεων σύμφωνα με το σύστημα LCZ, βήμα που αποτελεί το πρώτο επίπεδο της μεθόδου – επίπεδο L0 το οποίο εφαρμόζεται στην παρούσα εργασία. Για τη βελτίωση της ταξινόμησης χρησιμοποιούνται συμβατικά εργαλεία εύκολα στη χρήση. Σε αυτά ανήκουν το Google Street View, η 3D προβολή της περιοχής μελέτης μέσω της πλατφόρμας Google Earth και ένα διανυσματικό αρχείο που περιέχει στατιστικά δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ σχετικά με τους ορόφους των κτιρίων. Επιπλέον, πάντα με γνώμονα τη βελτίωση της αποτύπωσης επιλέχθηκαν δύο διαφορετικά πλήθη δέντρων κατά την εφαρμογή του αλγορίθμου Random Forest. Η τελική ταξινόμηση αποτελεί μια ικανοποιητική αντιπροσώπευση της δεδομένης κατάστασης σύμφωνα με την εικόνα που χρησιμοποιήθηκε ως υπόδειγμα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

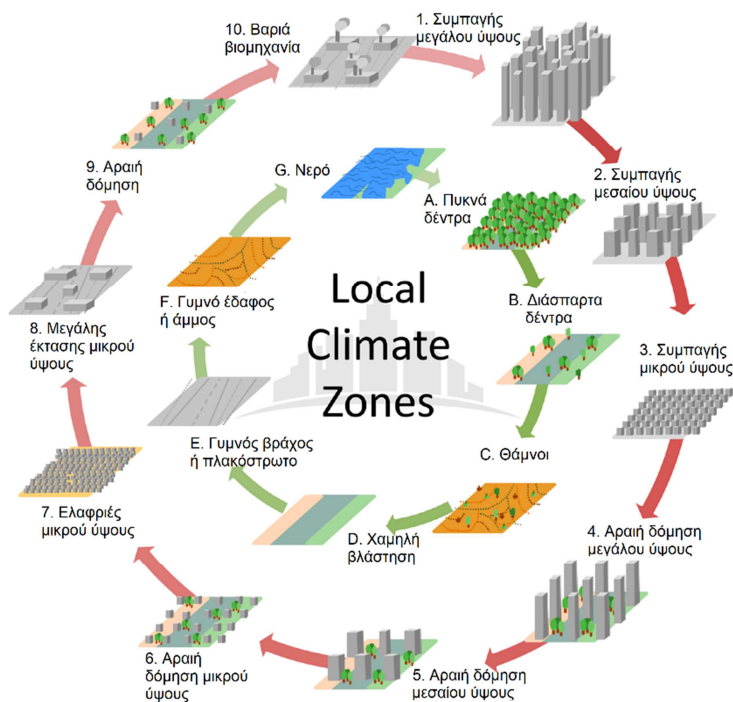
WUDAPT, Local Climate Zones, Urban Climate, Urban Planning

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πόλεις της υφήλιου καταλαμβάνουν σχεδόν το 3 τοις εκατό της έκτασης της γης ενώ φιλοξενούν το μισό ποσοστό της ανθρωπότητας (3.5 δισεκατομμύρια). Παρ' όλα αυτά οι εκπομπές αέριων ρύπων από τη χρήση ενέργειας στις αστικές περιοχές κυμαίνονται ανάμεσα σε 60-80 τοις εκατό ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αγγίζουν το 75 τοις εκατό (United Nations, 2020). Αν και καταλαμβάνουν μικρό μέρος της γης, οι πόλεις αποτελούν ήδη έναν παράγοντα μεταβολής του κλίματος, σε τοπική κλίμακα τουλάχιστον. Επομένως, ο βαθμός με τον οποίο εξελίσσεται η αστικοποίηση επιφέρει αλλαγές στο περιβάλλον επηρεάζοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων ενώ επιπλέον αναμένεται να μεταβληθούν οι χρήσεις γης, το κλίμα της περιοχής και τα παρακείμενα οικοσυστήματα.

Το κλίμα μιας πόλης ανήκει στην αστική κλίμακα, επομένως λαμβάνονται υπόψη διεργασίες που συμβαίνουν σε περιοχές έκτασης $1\text{m}^2\text{-}1\text{km}^2$ (Θεοδωρίδου, 2016). Η έντονη αστικοποίηση σε συνδυασμό με την αύξηση της συχνότητας εμφάνισης και της έντασης των ακραίων καιρικών φαινομένων που οφείλονται στην κλιματική μεταβλητότητα έχει αναγάγει την ανάγκη για γνώση της μορφής και των λειτουργιών αστικών περιοχών σε προαπαιτούμενο στοιχείο για ποικίλες εφαρμογές. Αυτή η ανάγκη επομένως, έχει ωθήσει τους ερευνητές στην αναζήτηση μέσων και μεθόδων παγκοσμίως εφαρμοζόμενων, που να έχουν πρακτική εφαρμογή σε επίπεδο πόλης με πολλούς ερευνητές να έχουν επιχειρήσει την εφαρμογή τους σε επίπεδο περιφέρειας (Cai et al., 2016, Wang et al., 2017) και ηπείρου (Demuzere et al., 2019).

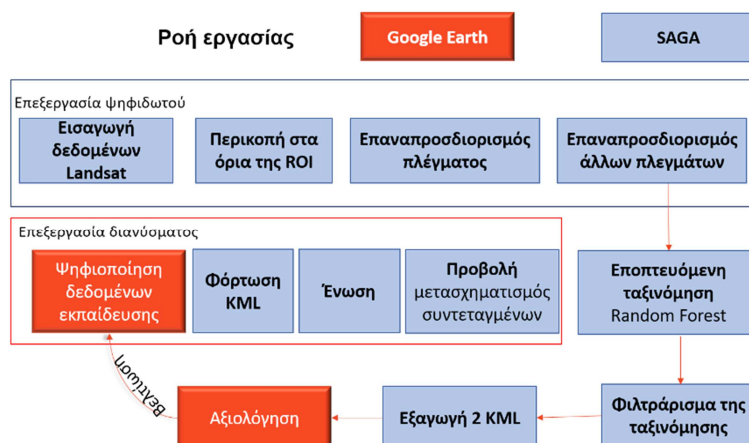
Ένα από τα εγχειρήματα που υλοποιήθηκαν με στόχο την διεύρυνση της γνώσης για τις τοπικές κλιματικές ζώνες αφορά το πρόγραμμα WUDAPT. Αναπτύχθηκε με βάση το σύστημα κατηγοριοποίησης χρήσεων γης Local Climate Zones (Σχήμα 1) των Stewart & Oke (2012) και αποτελείται από τρία επίπεδα. Η ακρίβεια πληροφοριών που παρέχεται αυξάνεται ανά επίπεδο, ξεκινώντας από το επίπεδο L0 όπου παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης σύμφωνα με το σύστημα LCZ μέσω του οποίου σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί ένα εύρος παραμέτρων αστικού θόλου (Urban Canopy Parameters, UCPs).



Σχήμα 1. Διάγραμμα Τοπικών Κλιματικών ζωνών των Stewart & Oke (2012) όπως παρουσιάζεται από τους Bechtel et al. (2019).

Η δημιουργία της ταξινόμησης, για την οποία δεν απαιτείται ύπαρξη επιστημονικού υποβάθρου, βασίζεται σε συμβατικά εργαλεία προσβάσιμα και διαθέσιμα σε όλους αλλά και σε μεθόδους τηλεπισκόπησης, ώστε να μπορεί να περιγραφεί επαρκώς και σε μικρό χρονικό διάστημα η μορφή της περιοχής μελέτης και να αποκτηθεί παράλληλα μια εικόνα για τις λειτουργίες αυτής (Mills et al., 2015, Ren et al., 2017). Για την απόκτηση των πρωτογενών δεδομένων χρησιμοποιείται η πλατφόρμα Google Earth στην οποία γίνεται η δειγματοληψία με τη δημιουργία πολυγώνων που αντιστοιχούν στην εκάστοτε κλιματική ζώνη του συστήματος, μέσα σε ένα πλαίσιο

εμβαδού περίπου 2500 τετραγωνικών χιλιομέτρων (ROI, Region of Interest) τα οποία αντιστοιχούν στις περιοχές εκπαίδευσης (Training Areas, TAs) του αλγορίθμου. Η ταξινόμηση παράγεται μέσω του γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών SAGA GIS όπου εισάγονται εικόνες Landsat της περιοχής μελέτης οι οποίες κόβονται στα όρια της ROI και μετασχηματίζονται σε ανάλυση εικονοστοιχείων 100 μέτρων. Έπειτα χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Random Forest¹ για την επίτευξη της ταξινόμησης η οποία εξάγεται σε δύο kml αρχεία όπου στο ένα εφαρμόζεται φίλτρο πλειοψηφίας (majority filter). Στη συνέχεια η ταξινόμηση αξιολογείται χειροκίνητα (manually) και βελτιώνεται με την προσθήκη περιοχών εκπαίδευσης στα δείγματα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Διάγραμμα ροής διεργασιών για τη δημιουργία της ταξινόμησης Πηγή: Bechtel et al (2019.)

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

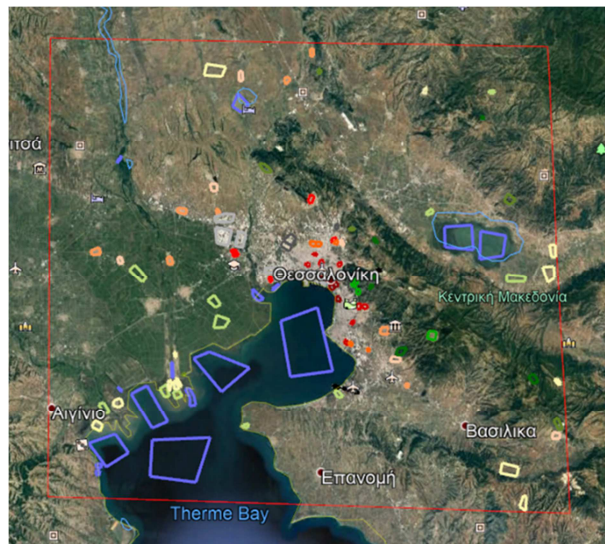
Τα δεδομένα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, πρωτογενή και δευτερογενή. Τα πρωτογενή αποτελούν τα πολύγωνα της δειγματοληψίας και το πολύγωνο της ROI ενώ τα δευτερογενή αποτελούν η εικόνα Landsat OLI 8, το Google Street View, η 3D προβολή και το διανυσματικό αρχείο της ΕΛΣΤΑΤ που αφορά το πλήθος ορόφων ανά κτίριο ανά τετράγωνο για το δήμο Θεσσαλονίκης. Ο συνδυασμός αυτών των δεδομένων και η εφαρμογή τους στο αντίστοιχο βήμα όπου απαιτούνται υποστηρίζει την ολοκλήρωση και βελτίωση της ταξινόμησης.

2.2 Μεθοδολογία

Πρώτο βήμα της μεθόδου αποτέλεσε η σχεδίαση της ROI με διαστάσεις τουλάχιστον 50 χιλιομέτρων. Επιπλέον η απόσταση των ορίων της ROI από τα όρια της πόλης έπρεπε να είναι τουλάχιστον 20 χιλιόμετρα. Στη συνέχεια ξεκίνησε η διαδικασία της δειγματοληψίας για κάθε ζώνη σύμφωνα με το αρχείο προτύπων που παρέχεται από

¹ Πρόκειται για αλγόριθμο υπολογιστικής νοημοσύνης που ανήκει στην κατηγορία των δέντρων απόφασης και με βασικό χαρακτηριστικό του ότι εμπλέκει ένα σύνολο δένδρων, το καθένα από τα οποία εκπαιδεύεται σε ένα τυχαίο υποσύνολο του διαθέσιμου συνόλου δεδομένων εκπαίδευσης, και η τελική “απόφαση”, δηλ. κατηγοριοποίηση, προκύπτει από τον “συμψηφισμό” (ensembling) της κατηγοριοποίησης που παράγει το κάθε δέντρο ξεχωριστά, από όπου και προκύπτει ο όρος forest. Breiman L (2001). "Random Forests". Machine Learning. 45 (1): 5–32. [doi:10.1023/A:1010933404324](https://doi.org/10.1023/A:1010933404324)

το WUDAPT και αφορά την απεικόνιση του κάθε διανύσματος (χρώμα και πάχος γραμμής) στο οποίο αποθηκεύονται τα δείγματα της εκάστοτε ζώνης. Ακόμη, σύμφωνα με τις οδηγίες, το ελάχιστο πλήθος των δειγμάτων ορίζεται στα 5 ανά ζώνη ενώ το ελάχιστο πλάτος και εμβαδόν ορίζονται στα 200 μ. και 1 χλμ² αντίστοιχα (Εικόνα 1). Επιπλέον, δίνεται έμφαση στην καθαρότητα των σχημάτων, δηλαδή το εκάστοτε δείγμα να μην αποτελείται από πολύπλοκες πλευρές ούτε να ακολουθεί κατ' ανάγκη την ακριβή μορφή μιας περιοχής καθώς η πολυπλοκότητα του σχήματος δεν ωφελεί την ταξινόμηση. Ως οδηγός για την αντιστοίχιση και την επιλογή των δειγμάτων για την εκάστοτε ζώνη χρησιμοποιήθηκε το ένθετο φυλλάδιο δεδομένων για τις Τοπικές Κλιματικές Ζώνες (Supplement Datasheet for Local Climate Zones, Stewart and Oke, 2012). Σε αυτό παρέχονται πληροφορίες σχετικά με το εύρος των τιμών των παραμέτρων αστικού θόλου που χαρακτηρίζουν την κάθε ζώνη όπως και φωτογραφίες από διαφορετικές οπτικές γωνίες που αντιπροσωπεύουν τη δόμηση σε κάθε ζώνη.



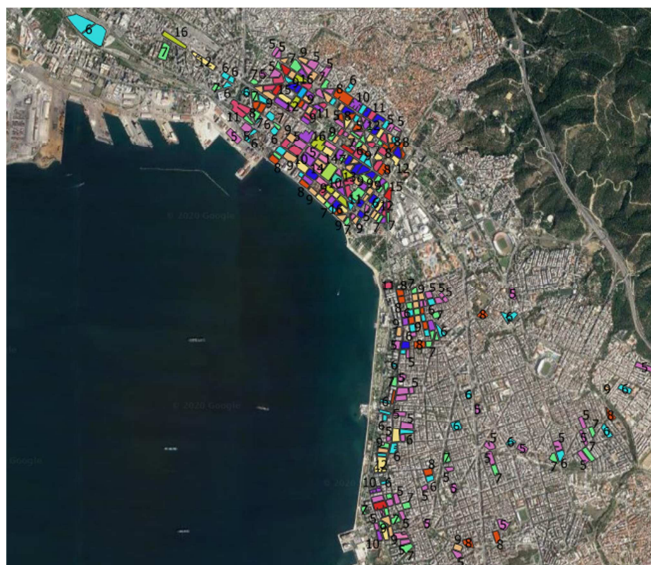
Εικόνα 1. Δείγματα εντός της ROI στην πλατφόρμα Google Earth.

Για την αναγνώριση των ζωνών στις περιοχές εκπαίδευσης που αποτελούν τα δείγματα, χρησιμοποιήθηκαν, κυρίως οι δυνατότητες της πλατφόρμας Google Earth. Όπου ήταν δυνατό και κυρίως για τις δομημένες περιοχές και τις περιοχές όπου υπάρχει ψηλή βλάστηση (θαμνώδεις εκτάσεις, δέντρα) χρησιμοποιήθηκαν η δυνατότητα 3D προβολής και η προβολή μέσω του Street View αντίστοιχα. Ιδιαίτερα για την αναγνώριση και ανάθεση ζωνών μέσα στην πόλη της Θεσσαλονίκης χρησιμοποιήθηκε εκτενώς η δυνατότητα προβολής των κτιρίων σε τρεις διαστάσεις, με την υποστηρικτική χρήση του εργαλείου «χάρακας». Αυτό το εργαλείο παρέχει τη δυνατότητα μέτρησης του ύψους των κτιρίων ενώ βρισκόμαστε σε τρισδιάστατη προβολή, βάσει του οποίου γινόταν διαχωρισμός των ζωνών σύμφωνα με το μέγιστο πλήθος των κτιρίων που ανήκουν σε κάποια ζώνη, καθώς η δόμηση της πόλης είναι ως επί το πλείστον ανομοιογενής.

Ένα εξίσου χρήσιμο εργαλείο, ιδιαίτερα για δομημένες περιοχές όπου η τρισδιάστατη προβολή δεν είναι διαθέσιμη καθώς και για περιοχές όπου κυριαρχεί ψηλή βλάστηση και κρίθηκαν κατάλληλες για δειγματοληψία αποτέλεσε το Google Street View.

Προσπαθώντας τα δείγματα να αποτελούνται από ένα όσο το δυνατόν πληρέστερο και πλέον αντιπροσωπευτικό σύνολο φασματικών υπογραφών για κάθε ζώνη, λήφθηκαν δείγματα από διάφορες περιοχές και εκτός της πόλης της Θεσσαλονίκης. Όταν η αναγνώριση των ζωνών δεν ήταν δυνατή μόνο από την παρατήρηση της δορυφορικής εικόνας στην πλατφόρμα, χρησιμοποιήθηκε το Street View. Επομένως γινόταν παρατήρηση της περιοχής και καταγραφή της επικρατούσας μορφής δόμησης (π.χ. κτίρια έως τρεις ορόφους με πυκνή δόμηση) ή της κυρίαρχης βλάστησης και έπειτα αποφαιζόταν το τμήμα της περιοχής απ' όπου θα ληφθεί το δείγμα και σε ποια ζώνη θα ανατεθεί. Επιπλέον, για περιοχές όπου χρησιμοποιείται φίλτρο θολότητας χρησιμοποιήθηκε η δυνατότητα διαχρονικής προβολής.

Ως βοήθημα για την εύρεση πιθανών δειγμάτων που αντιπροσωπεύουν τη ζώνη LCZ 1 (πυκνή δόμηση με ψηλά κτίρια) χρησιμοποιήθηκε ένα επιπλέον εργαλείο το οποίο αποτελεί το διανυσματικό αρχείο που είναι διαθέσιμα μέσω της Πύλης Δεδομένων Διακινδύνευσης Δήμου Θεσσαλονίκης (<http://riskdata.thessaloniki.gr/>) και παρουσιάζει το πλήθος των ορόφων κάθε κτιρίου σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Αυτό ήταν απαραίτητο καθώς πολλά κτίρια με λιγότερους από 9 ορόφους ξεπερνούν το ανώτατο όριο ύψους των 25 μέτρων της LCZ 2 λόγω ύπαρξης καταστημάτων ή πυλωτής στο ισόγειο ή πρόσθετων κατασκευών στο πάνω μέρος των κτιρίων όπως δώματα. Επομένως, λήφθηκε η απόφαση ανάθεσης ζωνών προς το δυσμενέστερο (από πλευράς κλιματικής) σενάριο, δηλαδή την LCZ 1 σε αυτή την περίπτωση. Το συγκεκριμένο αρχείο εισήχθη ως επίπεδο στο ΓΣΠ QGIS (<https://qgis.org>) όπου πραγματοποιήθηκε ερώτημα ώστε να παρουσιάζονται μονάχα τα τετράγωνα όπου το πλήθος των κτιρίων με περισσότερους από 6 ορόφους ήταν μεγαλύτερο και ίσο με 5, ενώ για την ευκολότερη παρουσίαση της πληροφορίας χρησιμοποιήθηκαν ετικέτες όπου εμφανιζόταν το πλήθος των κτιρίων σε κάθε τετράγωνο. Στη συνέχεια πίσω από αυτό το επίπεδο προστέθηκε ο χάρτης Google Earth ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός των οικοδομικών τετραγώνων διευκολύνοντας την περεταίρω διερεύνηση του κάθε οικοδομικού τετραγώνου για την αντιπροσωπευτικότητά του ως δείγμα περιοχής εκπαίδευσης (Εικόνα 2). Εφόσον η δειγματοληψία ολοκληρώθηκε το αρχείο προτύπων όπου περιέχονται τα δείγματα εξήχθη και αποθηκεύτηκε ως kml αρχείο.



Εικόνα 2. Παρουσίαση οικοδομικών τετραγώνων όπου το πλήθος των κτιρίων με περισσότερους από 6 ορόφους είναι μεγαλύτερο και ίσο με 5.

Έπειτα από την ολοκλήρωση της συλλογής των δειγμάτων ξεκίνησε η διαδικασία ταξινόμησης για την οποία χρησιμοποιήθηκε το ΓΣΠ SAGA (<http://www.saga-gis.org/>). Αρχικά, χρειάστηκε η επιλογή και μεταφόρτωση της κατάλληλης δορυφορικής εικόνας του Landsat OLI 8. Επιλέχθηκε η εικόνα που ταυτίζεται με την τελευταία διαθέσιμη ημερομηνία στην πλατφόρμα Google Earth για την περιοχή μελέτης (7 Σεπτεμβρίου 2017). Στη συνέχεια, τα πρώτα βήματα αφορούσαν τον καθορισμό των εικόνων (φασματικών ζωνών) στα όρια της ROI και έπειτα το μετασχηματισμό τους στα 100 μέτρα ανάλυσης. Στη συνέχεια για την ταξινόμηση αυτή καθαυτή εφαρμόστηκε το ενσωματωμένο εργαλείο «Local Climate Zones Classification» στο οποίο εισάγονται οι εικόνες Landsat, επιλέγονται τα είδη εξόδου και προστίθεται το kml αρχείο των TAs που έχουν ληφθεί κατά τη δειγματοληψία.

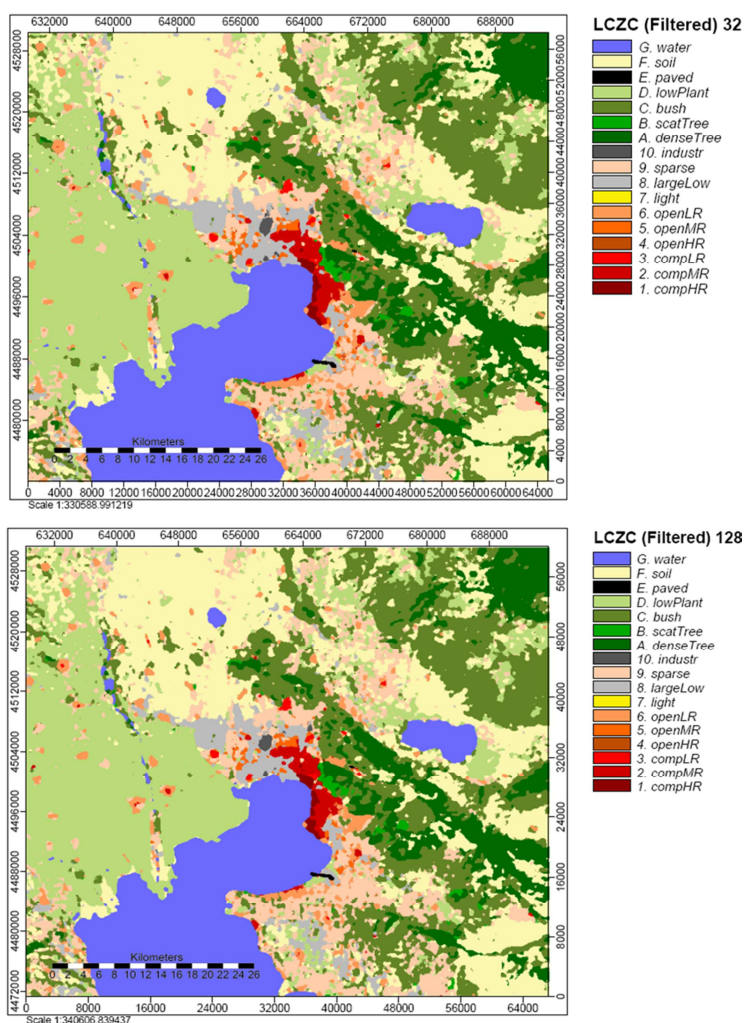
Πιο αναλυτικά, αρχικά έγινε επαναπροσδιορισμός των πλεγμάτων (grids) ταυτόχρονα με την περικοπή (cut) των εικόνων στα όρια του πολυγώνου της ROI, ενώ παράλληλα μετασχηματίστηκαν τα εικονοστοιχεία (resampling) της εικόνας Landsat σε ανάλυση 100 μέτρων. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το ενσωματωμένο εργαλείο του SAGA για την ταξινόμηση των Τοπικών Κλιματικών Ζωνών με τη χρήση του αλγορίθμου Random Forest. Σε αυτό εισάγονται οι φασματικές ζώνες (bands) της εικόνας Landsat (εκτός της BQA καθώς δεν περιέχει χρήσιμη φασματική πληροφορία), το αρχείο kml των πολυγώνων δειγματοληψίας που αντιπροσωπεύουν την κάθε ζώνη καθώς και το αρχείο txt το οποίο περιέχει την πληροφορία για την τελική απεικόνιση της ταξινόμησης και το αντίστοιχο υπόμνημα. Η ταξινόμηση εξήχθη σε δύο διαφορετικά αρχεία. Στο πρώτο αρχείο παρουσιάζεται η βασική ταξινόμηση όπου έχει γίνει ανάθεση ζώνης σε κάθε εικονοστοιχείο. Στο δεύτερο αρχείο εφαρμόστηκε, εντός της διεργασίας ταξινόμησης, φίλτρο πλειοψηφίας όπου η ανάθεση ζώνης κάθε εικονοστοιχείου εξαρτάται από τη ζώνη που έχει ανατεθεί στα περισσότερα εικονοστοιχεία γύρω του. Επιπλέον για το φίλτρο πλειοψηφίας ορίζεται και η ακτίνα επιρροής όπου το 1 αντιστοιχεί στη βασική ταξινόμηση ενώ το 3 είναι το προκαθορισμένο το οποίο και επιλέχθηκε. Γενικότερα όσο αυξάνει το μέγεθος της ακτίνας τόσο πιο ομοιόμορφη ταξινόμηση παράγεται. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικός (manual) έλεγχος της αποτύπωσης της ταξινόμησης εισάγοντας το φιλτραρισμένο αρχείο kml είτε στην πλατφόρμα Google Earth είτε στο ΓΣΠ QGIS ως επίπεδο πάνω από το χάρτη της Google Earth, όπως έγινε και με το διανυσματικό αρχείο των κτιρίων, όπου και ρυθμίστηκε η αδιαφάνεια του επιπέδου. Εφόσον παρατηρήθηκαν κάποιες αστοχίες λήφθηκαν περαιτέρω δείγματα και επαναλήφθηκε η ταξινόμηση. Όσον αφορά τη βέλτιστη ταξινόμηση σύμφωνα με το πλήθος των δέντρων που χρησιμοποιούνται από τον αλγόριθμο Random Forest, οι Bechtel et al. (2015) αποφάνθηκαν πως αυτή παράγεται με πλήθος 128 δέντρων σε αντίθεση με τα 32 που είναι το προκαθορισμένο και προτείνεται από το πρόγραμμα WUDAPT. Επομένως, δημιουργήθηκαν δύο ταξινομήσεις, μία με την προεπιλογή των 32 δέντρων και μία με τη βέλτιστη των 128, όπου για κάθε μία εξήχθη ένα αρχείο με τη βασική ταξινόμηση και ένα αρχείο με την εφαρμογή του φίλτρου.

Για την παρουσίαση της ταξινόμησης εκτός από τους εξαχθέντες χάρτες έγινε εξαγωγή και των αντίστοιχων ιστογραμμάτων των ταξινομήσεων με την εφαρμογή του

φίλτρου, όπου φαίνεται η έκταση που λαμβάνει κάθε ζώνη ανά εικονοστοιχείο. Επιπλέον, για τη διερεύνηση των αποτελεσμάτων, εξήχθη πίνακας σύγχυσης για τις δύο ταξινομήσεις όπου παρουσιάζονται οι μεταθέσεις ζωνών που έγιναν από την 1^η στη 2^η ταξινόμηση. Για την πιο κατανοητή και ουσιαστική παρουσίαση των μεταθέσεων εξήχθη ένα ιστόγραμμα και ένα πίνακας όπου παρουσιάζονται απευθείας οι μεταθέσεις που έγιναν. Σύμφωνα με αυτό τον πίνακα επιλέχθηκαν οι πιο εξέχουσες μεταθέσεις και όσες θεωρήθηκαν σημαντικότερες ώστε να παρουσιαστούν τελικά στο ιστόγραμμα και να αποτυπωθούν σε χάρτη. Ο χάρτης παρουσιάζεται ως χρωματιστά εικονοστοιχεία αντίστοιχων χρωμάτων με αυτά του ιστογράμματος αποτυπωμένα επάνω από την εικόνα της φασματικής ζώνης L9 (υπέρυθορο μικροκυμάτων).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε αυτή την εργασία επιχειρήθηκε η εφαρμογή της μεθοδολογίας που προτείνεται από το πρόγραμμα WUDAPT για την αποτύπωση της ταξινόμησης των χρήσεων γης σύμφωνα με το σύστημα LCZ των Stewart & Oke (2012) που αντιστοιχεί στο επίπεδο L0 του προγράμματος. Εφαρμόστηκαν ποικίλα εργαλεία για την βελτίωση της ταξινόμησης τα οποία είναι προσβάσιμα και διαθέσιμα σε όλους ενώ επιπλέον είναι

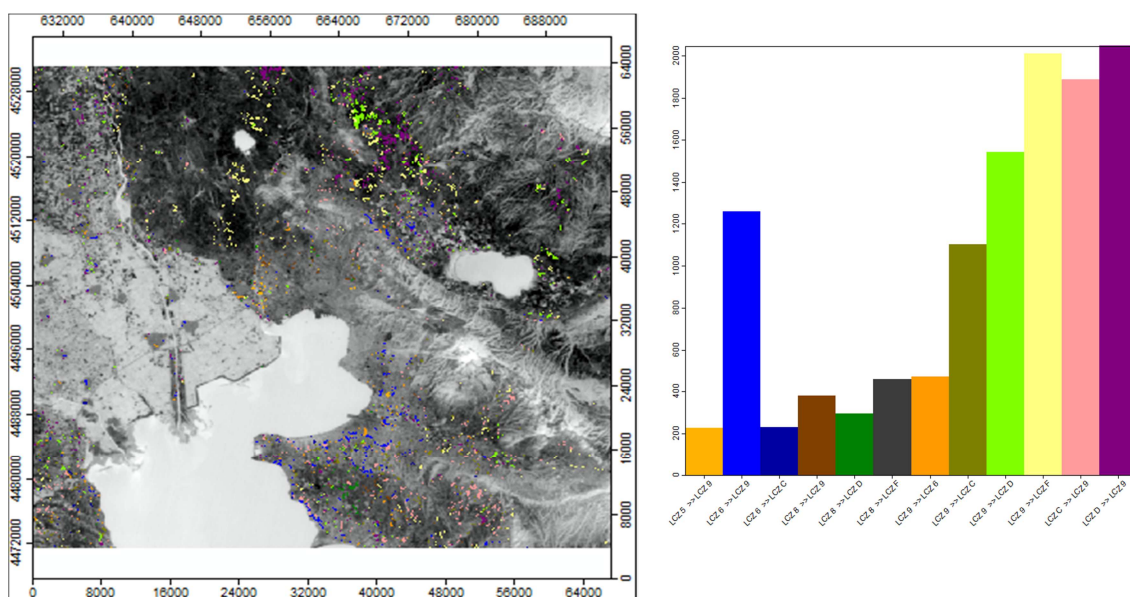


εύκολα διαχειρίσιμα και ερμηνεύσιμα ως συμβατικά εργαλεία. Αυτό το γεγονός υποστηρίζει εν μέρει την πρόθεση του προγράμματος WUDAPT για διευρυμένη συμμετοχή ατόμων που ενδιαφέρονται να υποστηρίξουν την εξέλιξη και διεύρυνση

του. Αρχικά, παρουσιάζονται η πρώτη ταξινόμηση έπειτα από την ολοκλήρωση της διαδικασίας δειγματοληψίας με τη χρήση της προεπιλογής πλήθους δέντρων του αλγορίθμου, δηλαδή 32 και η βελτιωμένη με τη χρήση 128 δέντρων (Εικόνα 3).

Εικόνα 3. Ταξινόμηση της περιοχή μελέτης με εφαρμογή 32 (πάνω) και 128 δέντρων (κάτω) στον αλγόριθμο τυχαίου δάσους.

Οι διαφορές δεν είναι πολύ προφανείς καθώς αφορούν κυρίως τον καθορισμό των ορίων ανάμεσα στις μεταβατικές περιοχές δύο ζωνών. Οι μεταθέσεις που επιλέχθηκαν να αντιπροσωπευτούν και παρουσιάζονται στην Εικόνα 4, αφορούν τις εντονότερες και πιο ενδιαφέρουσες διαφορές που προέκυψαν. Οι δύο πιο έντονες μεταθέσεις που παρατηρούνται στις αστικές κατηγορίες αφορούν τις ζώνες LCZ 6 και LCZ 9 οι οποίες αντιπροσωπεύουν την αραιή κυρίως χαμηλή δόμηση, όσον αφορά την περιοχή μελέτης. Ιδιαίτερα τα εικονοστοιχεία που μετατέθηκαν από την LCZ 6 στην LCZ 9 εντοπίζονται κυρίως στην ευρύτερη περιοχή Επανομής – Μηχανιώνας. Γενικότερα οι περισσότερες μεταθέσεις σχετίζονται με τη ζώνη LCZ 9, και τις αλλαγές από και προς αυτή. Επιπλέον, οι ζώνες οι οποίες έχουν μετατεθεί περιέχουν ένα ποσοστό βλάστησης ή αποτελούνται εξ' ολοκλήρου από βλάστηση.



Εικόνα 4. Αποτύπωση σε χάρτη των πιο έντονων μεταθέσεων ζώνης ανάμεσα στις ταξινομήσεις με 32 και με 128 δέντρα (αριστερά) και το αντίστοιχο ιστόγραμμα (δεξιά).

Συνολικά και σύμφωνα με τον παράλληλο έλεγχο μέσω των δορυφορικών εικόνων η τελική ταξινόμηση φαίνεται να πλησιάζει σε ικανοποιητικό βαθμό την επικρατούσα κατάσταση κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας που είναι αντίστοιχη με την ημερομηνία τη χρησιμοποιούμενης εικόνας Landsat. Η εντονότερη διαφοροποίηση και εσφαλμένη ταξινόμηση παρατηρήθηκε ανάμεσα στις ζώνες που περιέχουν πράσινο και τείνουν να γειτνιάζουν (LCZ 8, LCZ 9, LCZ D) ή σε περιοχές όπου η LCZ 8 επικρατεί σε μεγαλύτερο βαθμό και κατά αυτό τον τρόπο η φιλτραρισμένη ταξινόμηση τείνει να την ευνοεί υποεκτιμώντας τις παρακείμενες αστικές κατοικήσιμες περιοχές.

Επισημαίνεται εδώ ότι προέκυψε μια διαφωνία σε σχέση με την παρουσίαση της ζώνης LCZ 8 στο πρότυπο που δίνεται από το σύστημα κατηγοριοποίησης και την επικρατούσα κατάσταση. Συγκεκριμένα η ζώνη περιγράφεται ως μια περιοχή με μεγάλα κτίρια χαμηλού ύψους όπου υπάρχει ελάχιστη έως καθόλου βλάστηση και πλακόστρωτη επιφάνεια. Αντίθετα, στην περιοχή μελέτης αυτά τα κτίρια περιστοιχίζονται ως επί το πλείστον από χαμηλή βλάστηση (γρασίδι) και θάμνους ή αειθαλή δέντρα. Επομένως αποτελούν μια αστική ζώνη με αρκετό πράσινο.

Όσον αφορά τις αστικές ζώνες αυτές καθαυτές και την πόλη της Θεσσαλονίκης, παρατηρήθηκε πως υπάρχει μια τάση γενίκευσης καθώς η πόλη είναι άναρχα δομημένη ιδιαίτερα το κέντρο αυτής. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να «χαθούν» ορισμένες μικρές περιοχές όπως τα Λαδάδικα, στα οποία ανατέθηκε η ζώνη LCZ 1. Εν αντιθέσει η περιοχή των Κάστρων ευνοήθηκε από τη συνεχή δόμηση και τελικά αναγνωρίστηκε από τον αλγόριθμο ως LCZ 3 η οποία αντιστοιχεί και στην περιοχή των Λαδάδικων.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Τα εν λόγω εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή της ταξινόμησης αποδείχθηκαν αρκετά χρήσιμα ώστε να μπορεί να παραχθεί ένα ικανοποιητικά αντιπροσωπευτικό αποτέλεσμα.
2. Η χρήση των επιπλέον δέντρων στον αλγόριθμο Random Forest ωφελεί την αναγνώριση ορισμένων ζωνών και λειτουργεί εις βάρος άλλων σε συνδυασμό με την εφαρμογή του φίλτρου πλειοψηφίας.
3. Για πιο αντιπροσωπευτική περιγραφή των χρήσεων γης, το προτεινόμενο από το πρόγραμμα WUDAPT μέγεθος ανάλυσης θεωρείται ακατάλληλο για την περιοχή μελέτης. Αυτό διότι η πολυμορφία και η πολυπλοκότητα της δόμησης μέσα στην πόλη δεν επιτρέπουν την αναγνώριση των μοτίβων που τη χαρακτηρίζουν και τελικά των διαφορετικών τοπικών κλιματικών ζωνών που επικρατούν σε αυτή ιδιαίτερα για παλιές γειτονιές ή γενικά περιοχές όπου χαμηλότερα κτίρια περιστοιχίζονται από κτίρια της LCZ 1, όπως αυτή αντιπροσωπεύεται στην παρούσα ταξινόμηση. Γι' αυτό το λόγο προτείνεται η εφαρμογή της διαδικασίας με ζωρική ανάλυση 30 μέτρων.
4. Ο συνολικός έλεγχος της αντιπροσωπευτικότητας της ταξινόμησης είναι αρκετά δύσκολος για ορισμένες περιοχές καθώς δεν υπάρχει πάντα η δυνατότητα επαλήθευσης του αποτελέσματος μέσω μεθόδων τηλεπισκόπησης ή χρήσης των εν λόγω εργαλείων ενώ επιπλέον δεν θεωρείται θεμιτός ο επιτόπου έλεγχος καθώς αποτελεί χρονοβόρο διαδικασία. Σε αυτή την περίπτωση κρίνεται θεμιτή η συνδρομή περισσότερων ατόμων που να γνωρίζουν επιμέρους τμήματα της περιοχής μελέτης ώστε να βελτιστοποιηθούν τα δείγματα. Επιπλέον, χρήσιμη κρίνεται και η εφαρμογή πιο εξειδικευμένων βοηθημάτων, όπως η εφαρμογή χρωματικών σύνθετων και δεικτών (π.χ. NDVI & Enhanced Vegetation Index) για την ευκολότερη και γρηγορότερη αναγνώριση των εκάστοτε ζωνών μέσω της ενίσχυσης της φασματικής υπογραφής τους (Bechtel et al., 2015).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Bechtel, B., Alexander, P.J., Böhner, J., Ching, J., Conrad, O., Feddema, J., Mills, G., See, L., Stewart, I. (2015). Mapping local climate zones for a Worldwide Database of

the form and Function of Cities. *ISPRS Int. J. Geo-Informat*, 4, 199–219.
<https://doi.org/10.3390/ijgi4010199>

Bechtel, B., Alexander, P. J., Beck, C., Böhner, J., Brousse, O., Ching, J., Demuzere, M., Fonte, C., Gál, T., Hidalgo, J., Hoffmann, P., Middel, A., Mills, G., Ren, C., See, L., Sismanidis, P., Verdonck, M.-L., Xu, G., & Xu, Y. (2019). Generating WUDAPT Level 0 data – Current status of production and evaluation. *Urban Climate*, 27, 24–45.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.10.001>

Cai, M., Ren, C., Xu, Y., Dai, W., & Wang, X. M. (2016). Local Climate Zone Study for Sustainable Megacities Development by Using Improved WUDAPT Methodology – A Case Study in Guangzhou. *Procedia Environmental Sciences*, 36, 82–89.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.09.017>

Demuzere, M., Bechtel, B., Middel, A., & Mills, G. (2019). Mapping Europe into local climate zones. *PloS One*, 14(4).

Θεοδωρίδου, Ι., (2016). Το κλίμα και ο ρόλος του στη σύνθεση Μακροκλίμα, μικροκλίμα, κλιματικές ζώνες. Πανεπιστήμιο Πατρών: «Αειφορικός σχεδιασμός»
<https://docplayer.gr/60530303-To-klima-kai-o-rolos-toy-sti-synthesi-makroklima-mikroklima-klimatikes-zones.html> [προσπελάστηκε 25 Σεπτεμβρίου 2020]

Stewart, I.D., Oke, T.R. (2012). Local climate zones for Urban Temperature Studies. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 93, 1879–1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>

United Nations Sustainable Goal 11 Sustainable Cities and Communities, 2020. Sustainable Cities: Why They Matter
https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2019/07/11_Why-It-Matters-2020.pdf [προσπελάστηκε 25 Σεπτεμβρίου 2020]

ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ, ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΝΗΣΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

Γιώβος Ρήγας.^{1*}, Αντονίτσεβα Ραφαέλα - Κορνηλία.²

¹Γεωγράφος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου. ΠΜΣ «Γεωπληροφορική και Χωρική Ανάλυση», Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ερευνητική Μονάδα ΓΠΣ, Ιερά Οδός 75, Τ.Κ. 11855, Αθήνα

²Γεωγράφος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου. ΔΠΜΣ «Γεωπληροφορική» ΣΑΤΜ, ΕΜΠ. ECHMES Ltd, Παπαδιαμαντοπούλου 4, Τ.Κ. 11528, Αθήνα

Τηλ: 6945511186, email: akis.gv@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αστικοποίηση αποτελεί φαινόμενο που εντείνεται τα τελευταία χρόνια με τη σχετική έρευνα να προβλέπει αύξηση του πληθυσμού των πόλεων παγκοσμίως έως και το 2050. Παράλληλα η κλιματική αλλαγή και κατ' επέκταση η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας επηρεάζουν τις συνθήκες διαβίωσης ιδιαίτερα στις πόλεις. Τα παραπάνω αναμένεται να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στον αστικό ιστό τα επόμενα χρόνια.

Η Αττική είναι η μεγαλύτερη μητροπολιτική περιοχή της Ελλάδας παρουσιάζει έντονη αστικοποίηση και παράλληλα συγκεντρώνει πλήθος δραστηριοτήτων και διαφορετικών χρήσεων και καλύψεων γης. Η αστικοποίηση που σημειώνεται στην Αττική σε συνδυασμό με τα παραπάνω συμβάλουν στην εμφάνιση αστικών θερμονησίδων (Urban Heat Island Effect)

Το Urban Heat Island Effect αναφέρεται στην θερμοκρασία μίας αστικής περιοχής η οποία είναι μεγαλύτερη από αυτή των περιοχών που την περιβάλλουν έως και 5 βαθμούς Κελσίου. Το φαινόμενο αυτό επηρεάζει άμεσα την ποιότητα διαβίωσης των κατοίκων στον αστικό χώρο και έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και το μικροκλίμα της περιοχής.

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι μεταβολές των θερμονησίδων στην Αττική, και η αλληλεπίδραση τους με τα χαρακτηριστικά του αστικού περιβάλλοντος όπως το αστικό πράσινο και οι δομημένες επιφάνειες. Για τον σκοπό αυτό υπολογίστηκαν οι δείκτες Normalized Difference Vegetation Index και Normalized Difference Build-up Index προκειμένου να εξετασθεί το φυσικό και δομημένο περιβάλλον σε σχέση με την επιφανειακή θερμοκρασία. Οι δύο αυτοί δείκτες εμφανίζουν συσχέτιση, αρνητική και θετική με την θερμοκρασία στο αστικό περιβάλλον αντίστοιχα.

Ειδικότερα μελετώνται τα έτη 1990 και 2019 και οι διαφορές που σημειώνονται. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τους δορυφόρους Landsat 5 TM και

Landsat 8 OLI/TIRS. Έπειτα από ραδιομετρική και ατμοσφαιρική διόρθωση στις θερμικές μπάντες, εξήχθησαν η θερμοκρασία επιφάνειας σε βαθμούς της κλίμακας Κέλβιν και ακολούθησε μετατροπή σε βαθμούς Κελσίου για τα δύο έτη στον αστικό ιστό της Αττικής. Τονίζεται ότι η μελέτη περιορίζεται μόνο στον αστικό ιστό για να εντοπιστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι θερμονησίδες και οι διαφορές στην θερμοκρασία στις επί μέρους περιοχές της Αττικής.

Ο έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας του Urban Heat Island Effect πραγματοποιήθηκε με Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*). Εξετάστηκαν οι μεταβολές για τα έτη 1990 και 2019. Οι αστικές θερμονησίδες που υπήρχαν το 1990 στις βόρειες και ανατολικές αστικές περιοχές δεν εντοπίζονται το 2019. Επίσης στις περιοχές που χωροθετούνται από το ύψος του Βοτανικού μέχρι τον Πειραιά το φαινόμενο γίνεται εντονότερο το 2019 και σε μεγαλύτερη έκταση σε σχέση με το 1990. Τέλος Heat Island Effect εντοπίζεται και δυτικά αυτών των περιοχών για το 2019. Οι μεταβολές αυτές είναι ένα δείγμα για την ποιότητα ζωής της κάθε περιοχής. Οι περιοχές στα βόρεια και ανατολικά φαίνεται πως καταπολέμησαν το φαινόμενο γεγονός που οφείλεται στην αύξηση του αστικού πρασίνου σύμφωνα με τον δείκτη NDVI. Με τον τρόπο αυτό τεκμηριώνεται η σημαντικότητα του πρασίνου για την καταπολέμηση του φαινομένου.

Η εργασία αυτή εστιάζει στην σχέση του δομημένου περιβάλλοντος με το φαινόμενο αστικών θερμονησίδων και κατ' επέκταση την κλιματική αλλαγή και υπογραμμίζει την ανάγκη για ένα πολεοδομικό και βιοκλιματικό σχεδιασμό που θα θεραπεύει αυτά τα ζητήματα και θα μεριμνά για το τοπικό μικροκλίμα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Αστικές θερμονησίδες, Αστικός ιστός, Μικροκλίμα, Τηλεπισκόπηση, Πολεοδομικός Σχεδιασμός

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αστικοποίηση εντείνεται με τον πληθυσμό στα αστικά κέντρα να παρουσιάζει διαχρονική αύξηση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η δομημένη επιφάνεια να κυριαρχεί στο χώρο και το αστικό πράσινο να είναι περιορισμένο. Αυτοί οι δύο παράγοντες είναι οι κυριότεροι για την εμφάνιση των αστικών θερμονησίδων. Οι αστικές δομές παγιδεύουν την θερμότητα, είτε αυτή προέρχεται από τον ήλιο, είτε από ανθρωπογενείς διαδικασίες. Η έλλειψη χώρων πρασίνου καθώς και τα αέρια του θερμοκηπίου που βρίσκονται στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας, στον αστικό ιστό συμβάλουν επίσης στο φαινόμενο (F.Pacheco-Torgal, 2015). Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία περιοχών με υψηλότερη θερμοκρασία από τις περιοχές που τις περικλείουν. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αστική θερμονησίδα (Urban Heat Island) και έχει χαρακτηριστικές επιπτώσεις στις συνθήκες διαβίωσης μέσα στην πόλη (NASA, 2002).

Συγκεκριμένα όπως αναφέρουν οι Marko Freddy Mudede et al.(2020), Soydan et al.(2020) και Keyvan Ezimand et al. (2020), οι εμφάνιση των αστικών θερμονησίδων σχετίζεται με αστικό πράσινο, καθώς και με το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από

τεχνητά υλικά. Στην πάροδο του χρόνου οι καλύψεις και οι χρήσεις γης στο εσωτερικό του αστικού ιστού παρουσιάζουν αλλαγές και μαζί με αυτές μεταβάλλονται οι αστικές θερμονησίδες.

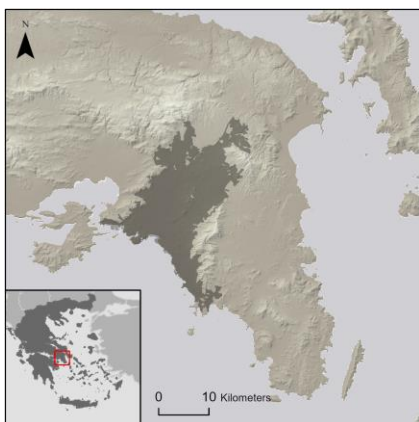
Σκοπός αυτής της μελέτης είναι η ανάλυση των μεταβολών των θερμονησίδων στην μητροπολιτική περιοχή της Αττικής για τα έτη 1990 και 2019. Ειδικότερα εντοπίζονται οι περιοχές που αντιμετωπίζουν το φαινόμενο σήμερα και ποιες το καταπολέμησαν είτε με συνειδητές είτε και όχι δράσεις για την ενίσχυση του αστικού πρασίνου. Η μελέτη αποσκοπεί επίσης στην κατανόηση της λειτουργία των αστικών θερμονησίδων και στην αντιμετώπισή τους με σκοπό την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των πόλεων και την πρόληψη για την κλιματική αλλαγή.

Στους περιορισμούς αυτής της εργασίας συγκαταλέγονται η μη ύπαρξη μετεωρολογικών δεδομένων στην απαιτούμενη πυκνότητα που χρειάζεται για να οριοθετηθούν οι αστικές θερμονησίδες με καλύτερη ακρίβεια. Επίσης η χωρική διακριτική ικανότητα των δορυφόρων που χρησιμοποιήθηκαν είναι 120 και 100 μέτρα το οποίο είναι κατασταλτικός παράγοντας για την εύρεση μικρότερων αστικών θερμονησίδων.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Περιοχή μελέτης

Η Αθήνα (Χάρτης 1) είναι πρωτεύουσα της χώρας και χωροθετείται στο λεκανοπέδιο της Αττικής. Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 (ΕΛΣΤΑΤ, 2011) η περιφέρεια Αττικής έχει πληθυσμό 3.828.434, αποτελώντας την πολυπληθέστερη περιφέρεια του Ελληνικού κράτους.



Χάρτης 1. Περιοχή μελέτης,
Μητροπολιτική περιοχή Αθήνας

Το λεκανοπέδιο της Αττικής περιβάλλεται δυο κύριους ορεινούς όγκους, την Πάρνηθα και τον Υμηττό, ενώ στα δυτικά βρίσκονται δύο μικρότεροι σχηματισμοί, το Όρος Αιγάλεω και το Ποικίλο Όρος.

Το κλίμα της περιοχής μελέτης όπως αναφέρει η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ, 2016) κατατάσσεται στην κλιματική κατηγορία CSa σύμφωνα με την ταξινόμηση των Köppen – Geiger με παρατεταμένα ζεστά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, υγρούς χειμώνες.

2.2 Δεδομένα

Για την συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν εικόνες Landsat 5 TM (Path: 183, Row: 34) και Landsat 8 OLI/TIR (Path: 183, Row: 34) (Χάρτης 2). Ο δορυφόρος Landsat 5 εκτοξεύθηκε στις 1 Μαρτίου 1984 και έφερε δύο αισθητήρες α) Multispectral Scanner

(MSS) και β) Thematic Mapper (TM). Προσφέρει έξι μπάντες στο ορατό και στο υπέρυθρο με χωρική διακριτική ικανότητα 30 μέτρων και μία μπάντα στο θερμικό υπέρυθρο με ανάλυση 120 μέτρα (USGS, Landsat Missions Landsat 5, 1984).

Ο δορυφόρος Landsat 8 εκτοξεύθηκε στις 11 Φεβρουαρίου 2013 και φέρει τους δέκτες Operational Land Imager (OLI) και Thermal Infrared Sensor (TIRS). Προσφέρει 11 κανάλια, με τα οκτώ να βρίσκονται στο φάσμα του ορατού και του υπέρυθρου και με ανάλυση 30 μέτρων (USGS, Landsat Missions Landsat 8, 2013). Το παγχρωματικό (0.50 - 0.68 μm) έχει ανάλυση 15 μέτρων και τα δύο θερμικά κανάλια έχουν ανάλυση 100 μέτρων. Η εικόνα Landsat 5 έχει ημερομηνία λήψης 21/8/1990 και η εικόνα του Landsat 8 21/8/2019.



Χάρτης 2. Κάλυψη Landsat Path:183, Row:34
Πηγή: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

2.3 Μεθοδολογία

2.3.1 Ραδιομετρική διόρθωση

Η ραδιομετρική διόρθωση είναι απαραίτητη διαδικασία για να απαλειφθούν η να ελαττωθούν οι ασυμβατότητες μεταξύ διαφορετικών δορυφορικών δεκτών καθώς και οι διαφορετικές ατμοσφαιρικές επιδράσεις (Μερτίκας, 2009). Στις περιπτώσεις όπου συγκρίνονται διαφορετικές δορυφορικές εικόνες επιβάλλεται η ραδιομετρική διόρθωση των εικόνων για να είναι αποδεκτό το αποτέλεσμα.

Το πρώτο στάδιο επεξεργασίας των εικόνων ήταν η μετατροπή των ψηφιακών αριθμών (DN) σε τιμές ακτινοβολίας που φτάνει στον δέκτη. Η μετατροπή των DN σε τιμές ακτινοβολίας του δέχεται ο δέκτης (radiance) επιτυγχάνεται με τον τύπο:

$$L_{\lambda} = M_L * DN + A_L$$

(USGS, Landsat Missions Using the USGS Landsat Level-1 Data Product)

Όπου:

L_{λ} = Φασματική ακτινοβολία που φτάνει στον δέκτη (Watts/($\text{m}^2 * \text{srad} * \mu\text{m}$))

M_L = Πολλαπλασιαστικός παράγοντας για κάθε μπάντα

A_L = Πρόσθετος παράγοντας για κάθε μπάντα

Έπειτα ακολουθεί η μετατροπή της ακτινοβολίας που δέχεται ο δορυφορικός δέκτης σε τιμές ανακλώμενης ακτινοβολίας από την επιφάνεια που εξετάζουμε. Για την εξάλειψη των επιδράσεων της ατμόσφαιρας επιλέχθηκε η διαδικασία του Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes (Gerald W. Felde et al., 2003).

Για τις μπάντες του θερμικού υπέρυθρου ακολουθείται διαφορετική διαδικασία για να μετατραπεί η φασματική ακτινοβολία που φτάνει στον δέκτη σε θερμοκρασία επιφάνειας. Για την μετατροπή των εικόνων του Landsat 5 TM και του Landsat 8 OLI/TIRS σε επιφανειακή θερμοκρασία χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$T = K2 / \ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)$$

(Gyanesh et al., 2003)

Όπου:

T : Θερμοκρασία σε βαθμούς K

K2 : Βαθμονομημένη σταθερά 2 σε K

K1 : Βαθμονομημένη σταθερά 1 σε W/(m².sr. μm)

Lλ : Φασματική ακτινοβολία στον αισθητήρα

Οι σταθερές στον τύπο είναι ξεχωριστές για κάθε δορυφορικό δέκτη, όπως αναφέρεται στον Πίνακα 1 για τον Landsat 5 TM (Gyanesh et al., 2009) και τον Landsat 8 OLI/TIRS (Tianyu Li et al., 2018).

Πίνακας 1. Συντελεστές βαθμονόμησης των τιμών θερμοκρασίας φωτεινότητας των Landsat 5 και 8.

Coefficient	K₁	K₂
Unit	(w/m ² -sr-μm)	Kelvin
Landsat 5	607.76	1260.56
Landsat 8	774.8853	1321.0789

2.3.2 Δείκτης βλάστησης και κάλυψης εδάφους

Το πράσινο στο εσωτερικό του αστικού ιστού βοηθά στην καταπολέμηση του φαινομένου των αστικών θερμονησίδων, ενώ αντίθετα οι τεχνητές επιφάνειες που σφραγίζουν το έδαφος και δεν αφήνουν την βλάστηση να αναπτυχθεί εντείνουν την εμφάνιση των θερμονησίδων και συμβάλουν στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής (Soydan, 2020; Tsilimigkas G. et al., 2014).

Για την εξέταση της σχέσης της βλάστησης με τις αστικές θερμονησίδες επιλέχθηκε ο δείκτης Normalized Difference Vegetation Index (Rouse et al., 1973). Όπως αναφέρει ο Zhiyuan Yang (2020) ο NDVI εμφανίζει σημαντική επίδραση στην εμφάνιση των αστικών θερμονησίδων δρώντας κατασταλτικά στην αύξηση της θερμοκρασίας στο αστικό περιβάλλον. Ο δείκτης NDVI χρησιμοποιεί την διαφορά στην ανάκλαση της βλάστησης στο κόκκινο και στο κοντινό υπέρυθρο. Το εύρος τιμών είναι -1 με 1, όπου αρνητικές τιμές έχουν οι υγρές επιφάνειες, κοντά στο 0 με ελαφρώς θετικές είναι οι επιφάνειες που δεν καλύπτονται από βλάστηση και η βλάστηση τιμές κοντά στο 1. Ο δείκτης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Για την συσχέτιση του δομημένου περιβάλλοντος με τις αστικές θερμονησίδες χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Normalized Difference Built-up Index (Zha Y. et al., 2003) όπως εφαρμόστηκε από τους (Keyvan Ezimand, et al. 2020). Ο δείκτης NDBI χρησιμοποιεί την ίδια φόρμουλα με τον NDVI, καθώς εκμεταλλεύεται την διαφορά στην ανακλαστικότητα της δομημένης επιφάνειας στο κοντινό υπέρυθρο και στο μέσο υπέρυθρο. Ο τύπος υπολογισμού του δείκτη είναι ο εξής:

$$NDBI = (SWIR - NIR)/(SWIR + NIR)$$

2.3.3 Hot spot analysis

Τα αποτελέσματα της επιφανειακής θερμοκρασίας αποτυπώνουν στον χώρο τις αστικές θερμονησίδες. Για την στατιστική επιβεβαίωση των θερμονησίδων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος hot spot analysis με τον δείκτη Getis-Ord G_i^* (Getis A, 1992), όπως εφαρμόστηκε από τους (Mengmeng Hu et al., 2020). Οι βαθμολογίες z αντιπροσωπεύουν χαρακτηριστικά με υψηλές ή χαμηλές τιμές που χωρίζονται χωρικά. Η ανάλυση αυτή χρησιμοποιείται για την εξερεύνηση των γειτονικών χαρακτηριστικών και υπολογίζεται από τον τύπο:

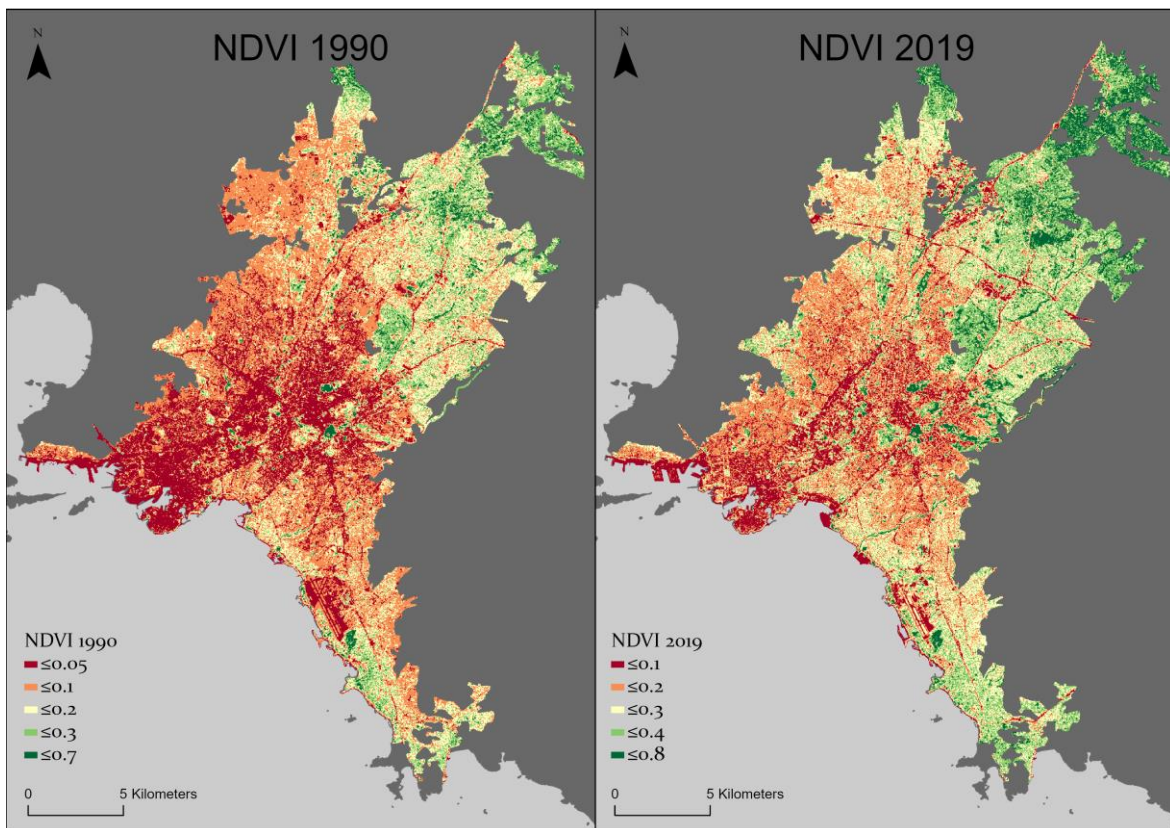
$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{ij}}{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{x})^2} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{ij})^2}{n-1}}}$$

όπου x_i και x_j είναι τιμές για τα χαρακτηριστικά i και j , και w_{ij} είναι το χωρικό βάρος μεταξύ των χαρακτηριστικών i και j . Επιπλέον n είναι ο αριθμός των χαρακτηριστικών στο σύνολο δεδομένων. Σε αυτή την μελέτη για να υπολογιστεί ο δείκτης G στις τιμές της θερμοκρασίας της επιφάνειας δημιουργήθηκε ένα σετ σημείων σε κανάβο $100m^2$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

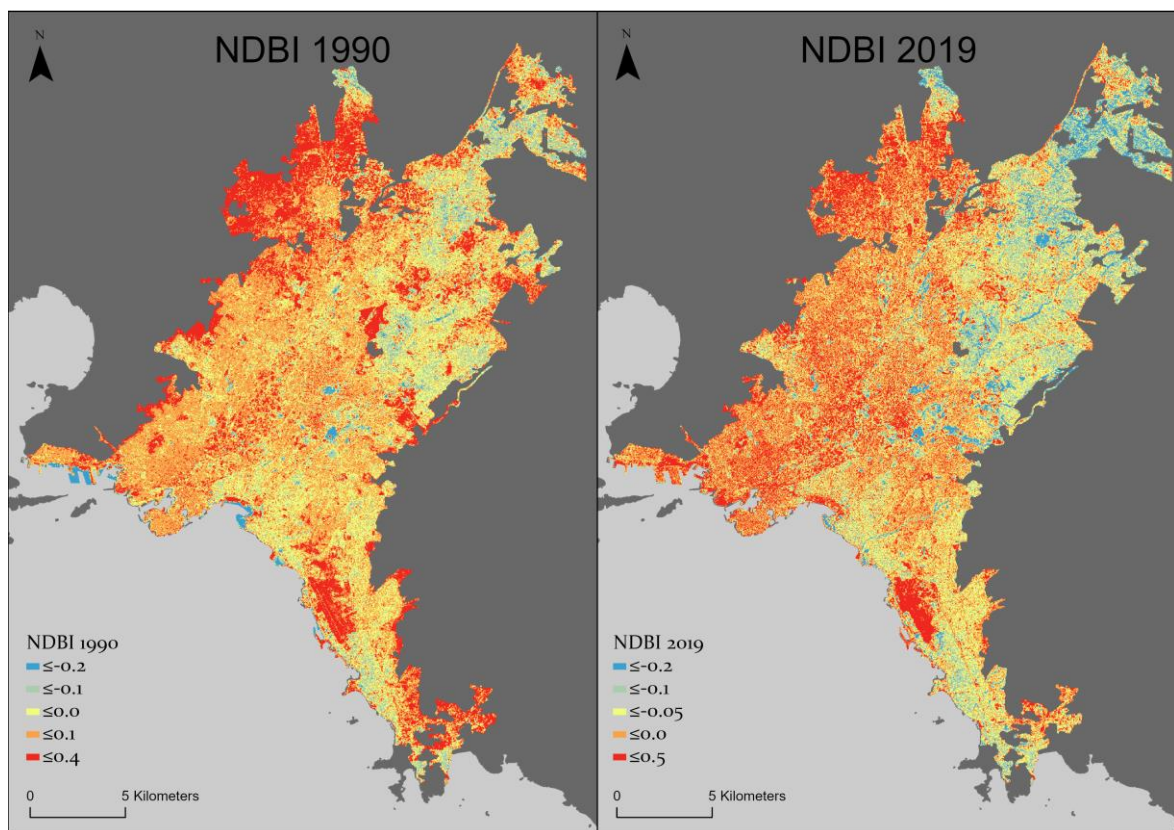
3.1 Αποτελέσματα NDVI, NDBI και θερμοκρασία επιφάνειας

Στον Χάρτη 3 απεικονίζεται ο δείκτης βλάστησης NDVI για τα δύο έτη που μελετώνται στην εργασία. Οι τιμές του δείκτη είναι υψηλότερες το 2019 σε σχέση με το 1990 επίσης παρατηρείται ότι υπάρχουν περισσότερες περιοχές εντός του αστικού ιστού όπου υπάρχει αστικό πράσινο το 2019 σε σχέση με το 1990. Αναλυτικότερα στα βορειοανατολικά η ποσότητα της βλάστησης αυξάνεται. Στα κεντρικά το 2019 παρατηρείται η διάσπαση της συνέχειας του αστικού ιστού από εστίες αστικού πρασίνου σε σχέση με το 1990. Για την χαρτογραφική απεικόνιση όλων των χαρτών και την οριοθέτηση των κλάσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των φυσικών ορίων (Jenks, 1967).



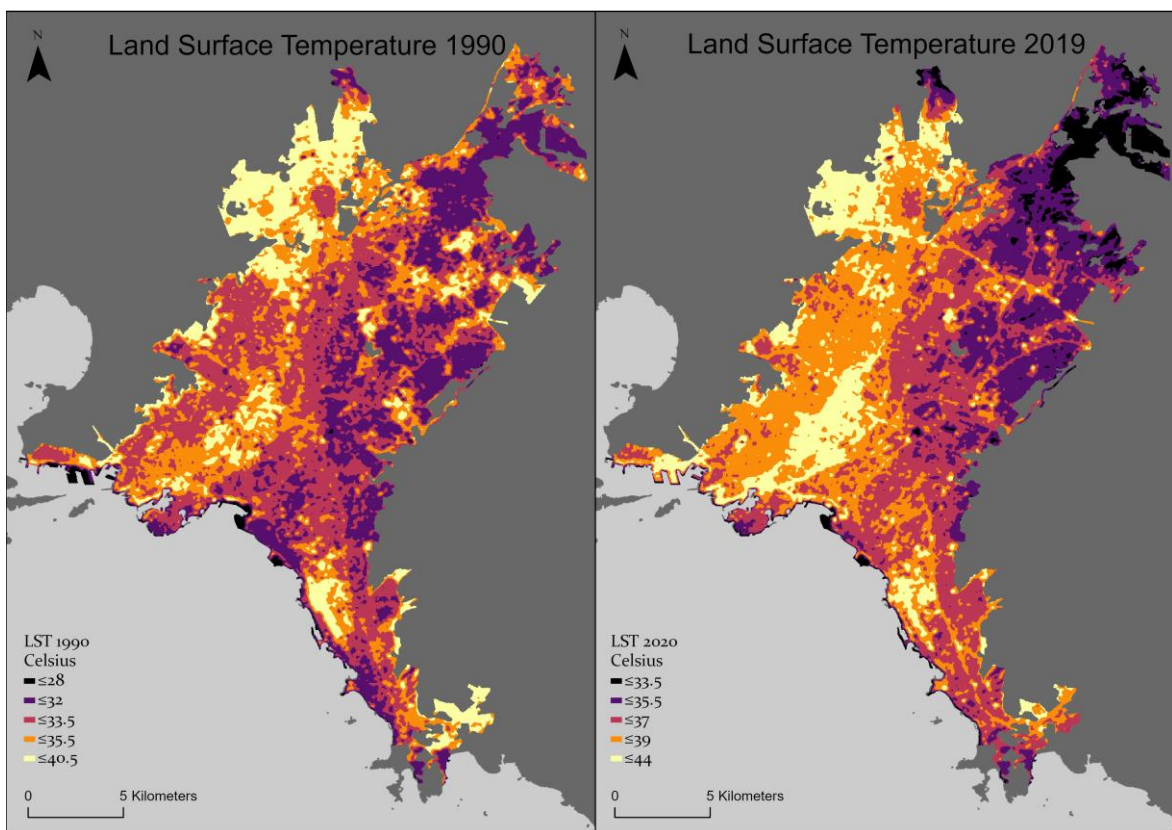
Χάρτης 3. Δείκτης βλάστησης NDVI για τα έτη 1990 και 2019

Για την αποτύπωση του δομημένου περιβάλλοντος, καθώς συσχετίζεται κατά μεγάλο ποσοστό με την εμφάνιση αστικών θερμνησίδων (Keyvan Ezimand et al., 2020), χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Normalized Difference Built-up Index. Στον Χάρτη 4 απεικονίζεται η κάλυψη του εδάφους από ανθρωπογενής επιφάνειες. Οι χαμηλές τιμές αντιπροσωπεύουν την βλάστηση και πιο συγκεκριμένα το αστικό πράσινο, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές τις περιοχές οι οποίες έχουν μεγάλο ποσοστό από τεχνητή επιφάνεια. Το 2019 συγκριτικά με το 1990 στα βορειοανατολικά μειώνονται ενώ στα δυτικά και η κάλυψη του εδάφους από αυτές γίνεται εντονότερη.



Χάρτης 4. Δείκτης NDBI για τα έτη 1990 και 2019

Η επιφανειακή θερμοκρασία (Land Surface Temperature) όπως έχει υπολογιστεί σε βαθμούς Κελσίου, εμφανίζει παρόμοιο εύρος κατά τα δύο έτη. Οι διαφορές που εντοπίζονται εντός του αστικού ιστού είναι μεγαλύτερες των 10 βαθμών Κελσίου μεταξύ των θερμότερων και δροσερότερων περιοχών. Με την κατηγοριοποίηση των φυσικών ορίων είναι αποτυπώνεται καλύτερα η διαφορά των περιοχών στην θερμοκρασία (Χάρτης 5) και έτσι γίνονται ευκολότερα αντιληπτές οι περιοχές που εμφανίζονται οι αστικές θερμονησίδες.



Χάρτης 5. Θερμοκρασία επιφάνειας σε βαθμούς Κελσίου για τα έτη 1990 και 2019

3.2 Συσχέτιση των δεικτών με την επιφανειακή θερμοκρασία

Η συσχέτιση των δύο δεικτών με την θερμοκρασία της επιφάνειας (Soydan, 2020) εμφανίζει σημαντικά αποτελέσματα. Για το 1990 (Πίνακας 2) ισχυρή θετική γραμμική συσχέτιση εμφανίζει ο δείκτης NDBI με την θερμοκρασία επιφάνειας. Μικρή αρνητική συσχέτιση εμφανίζει ο δείκτης NDVI με την θερμοκρασία, ενώ οι δύο δείκτες συσχετίζονται αρνητικά κατά 0,51.

Πίνακας 2. Συσχέτιση δεικτών NDVI και NDBI με θερμοκρασία επιφάνειας για το έτος 1990

CORRELATION MATRIX 1990			
	LST	NDVI	NDBI
LST	1.00	-0.22	0.64
NDVI	-0.22	1.00	-0.51
NDBI	0.64	-0.51	1.00

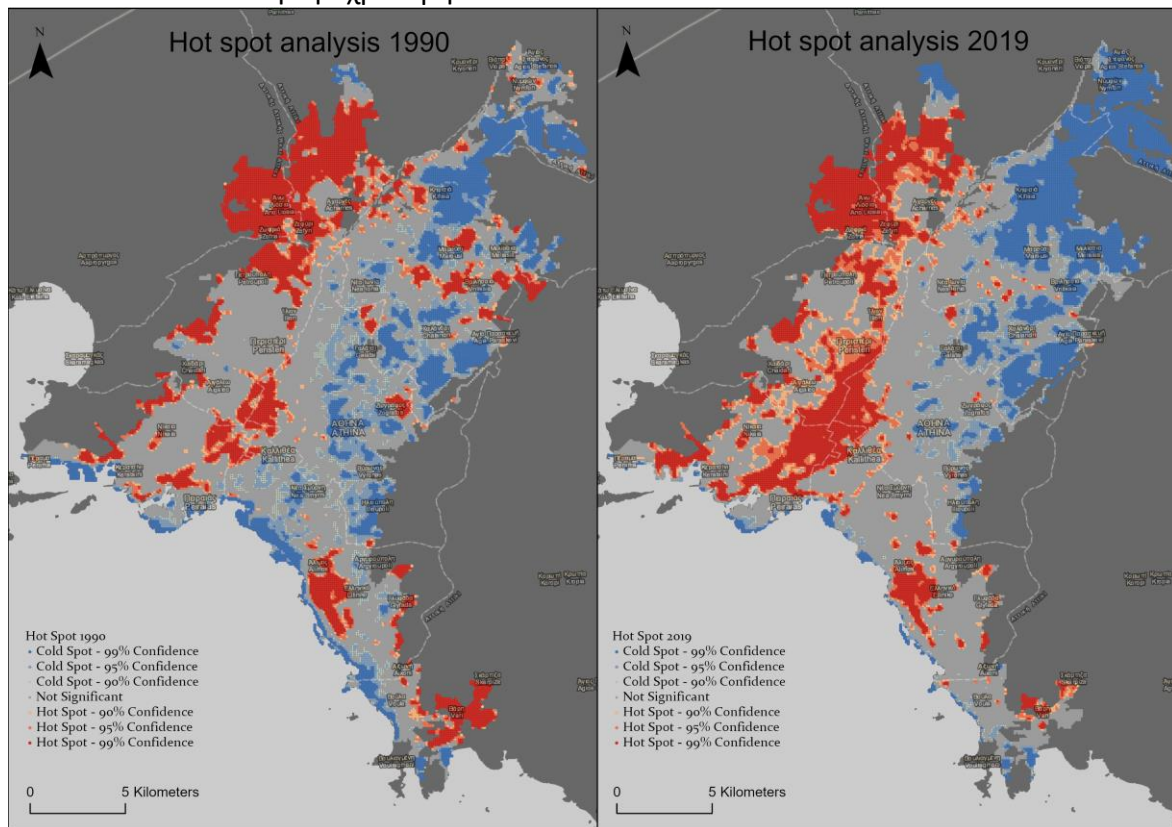
Για το έτος 2019 (Πίνακας 3) τα αποτελέσματα της συσχέτισης των δεικτών με την θερμοκρασία επιφάνειας είναι παρόμοια με αυτά του 1990. Η αρνητική συσχέτιση του NDVI με την θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το 1990, ενώ η συσχέτιση του NDBI με την θερμοκρασία είναι στα ίδια επίπεδα ελαφρώς χαμηλότερη. Επιπλέον οι δύο δείκτες εμφανίζουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους.

Πίνακας 3. Συσχέτιση δεικτών NDVI και NDBI με θερμοκρασία επιφάνειας για το έτος 2019

CORRELATION MATRIX 2019			
	LST	NDVI	NDBI
LST	1.00	-0.44	0.57
NDVI	-0.44	1.00	-0.74
NDBI	0.57	-0.74	1.00

3.3 Hot spot analysis και μεταβολές

Για να επιβεβαιωθεί η εμφάνιση αστικών θερμονησίδων εφαρμόστηκε η μέθοδος της hot spot analysis. Στον Χάρτη 6 αποτυπώνονται τα hot spots της θερμοκρασίας της επιφάνειας και κατά σύμπέρασμα οι αστικές θερμονησίδες. Κατά κύριο λόγο φαίνεται η μητροπολιτική περιοχή της Αττικής να χωρίζεται σε δύο ζώνες. Στα δυτικά την θερμότερη και στα ανατολικά την ψυχρότερη.



Χάρτης 6. Hot spot analysis για την θερμοκρασία επιφάνειας για τα έτη 1990 και 2019

Το 1990 στην δυτική ζώνη το φαινόμενο είναι έντονο βόρεια, στο Καματερό και στα Άνω Λιόσια. Αστικές θερμονησίδες εμφανίζονται διάσπαρτες (Χαϊδάρι, Πειραιάς, Νίκαια), ενώ η ζώνη Καλλιθέα μέχρι βόρεια του Βοτανικού. Στα ανατολικά αστικές θερμονησίδες εμφανίζονται στο Γουδί, στην περιοχή που βρίσκεται το αεροδρόμιο του Ελληνικού,

βόρεια του Γαλασίου. Επίσης στα βορειοανατολικά οι περιοχές βόρεια του Μαρουσίου και ανατολικά των Βριλησίων εμφανίζουν αστικές θερμονησίδες.

Το φαινόμενο των αστικών θερμονησίδων το 2019 εμφανίζει σημαντικές αλλαγές σε δύο κατευθύνσεις. Στα ανατολικά δεν εμφανίζεται το φαινόμενο πέρα από την περιοχή του πρώην αεροδρομίου του Ελληνικού. Επιπλέον οι αστικές θερμονησίδες που υπήρχαν στα Βριλήσσια και στο Μαρούσι έχουν κατά μεγάλο ποσοστό εξαλειφθεί πέρα από την περιοχή βόρεια του Γαλασίου όπου υπάρχει ακόμα. Στα δυτικά το φαινόμενο εντείνεται. Πλέον η ζώνη από Πειραιά και βορειοανατολικά μέχρι το Μπουρνάζι αποτελεί μία ενιαία θερμονησίδα. Τέλος η κατάσταση στις περιοχές Καματερό και Άνω Λιόσια παραμένει αμετάβλητη.

3.4 Η ανάγκη για εφαρμογή χωρικού σχεδιασμού

Οι υψηλές θερμοκρασίες που διαπιστώνονται μπορούν να αποδοθούν στη θερμική ικανότητα των κτιρίων και στις ιδιότητες των αστικών επιφανειών ενώ εξίσου σημαντική είναι και η ηλικία του κτιρίου. Ειδικότερα τα παλαιά κτίρια χαρακτηρίζονται από κακή ενεργειακή απόδοση, κακές συνθήκες θερμότητας στο εσωτερικό και μεγάλη απελευθέρωση ενέργειας στον εξωτερικό χώρο. (Mavrakou et al., 2018; Cartalis et al., 2016)

Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την έλλειψη πρασίνου οδηγούν σε υψηλές θερμοκρασίες ειδικότερα τους καλοκαιρινούς μήνες με αποτέλεσμα να υπάρχουν επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Παράλληλα οι σημαντικά είναι τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι φυσικές καταστροφές που μπορούν να επωμιστούν αυτές οι περιοχές. (Mavrakou et al., 2018)

Ο χωρικός σχεδιασμός ειδικότερα του τοπικού επιπέδου στην Ελλάδα θα πρέπει να αναγνωρίσει τα παραπάνω ζητήματα και να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις της κλιματικής αλλαγής, προκειμένου μεταξύ άλλων να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα των πόλεων. Σημαντικό ρόλο μπορεί να επέχει επίσης και ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός μέσω της χρήσης κατάλληλων υλικών και τεχνολογιών με στόχο το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων. (Mavrakou et al., 2018)

Στη παρούσα εργασία διαπιστώνεται η αλληλεπίδραση και η συσχέτιση της αστικοποίησης, του δομημένου περιβάλλοντος και του τοπικού μικροκλίματος, ενώ σε μελλοντική έρευνα θα μπορούσαν να μελετηθούν και άλλες συνιστώσες για την μελέτη και αξιολόγηση του θερμικού περιβάλλοντος σε αστικό επίπεδο. (Cartalis et al., 2016)

Η ικανότητα της τηλεπισκόπησης για την αποτύπωση της επιφανειακής θερμοκρασίας βοηθά στην αναγνώριση των αστικών θερμονησίδων, οι οποίες προκαλούν αύξηση στην ενεργειακή κατανάλωση και επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία. Ειδικότερα αναδεικνύεται η σημαντικότητα των τηλεπισκοπικών δεδομένων για την υποστήριξη ανάλογων μελετών και ιδιαίτερα δεδομένων με ελεύθερη πρόσβαση όπως αυτά που

χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη από το δορυφόρο Landsat 5 TM – 8 OLI/TIRS. (Polydoros et al., 2018)

Τα παραπάνω αποτελέσματα αλλά και η μεθοδολογία που ακολουθείται σε αυτή την εργασία μπορούν να αξιοποιηθούν για την λήψη αποφάσεων και τη διαμόρφωση πολιτικών και σχεδίων με στόχο την προσαρμογή των πόλεων στην κλιματική αλλαγή

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία έγινε η προσπάθεια της αποτύπωσης του φαινομένου των αστικών θερμονησίδων με τηλεπισκοπικές μεθόδους εκμεταλλευόμενοι το θερμικό υπέρυθρο. Η μελέτη επικεντρώθηκε στην μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας και στην εξέταση της εξέλιξής των αστικών θερμονησίδων κατά τα έτη 1990 και 2019. Το φαινόμενο αυτό χρήζει αντιμετώπισης και χωρικού σχεδιασμού καθώς επηρεάζει αρνητικά την υγεία των κατοίκων και καθιστά την πόλη ευάλωτη στις θερμές περιόδους του χρόνου (Ronald C. Estoque et al., 2020).

Η ανάλυση των δεδομένων εστίασε στον εντοπισμό των αστικών θερμονησίδων και στην σχέση αυτών με το αστικό περιβάλλον. Με τον Normalized difference vegetation index αποτυπώθηκαν οι χώροι αστικού πρασίνου και με τον δείκτη Normalized Difference Built-Up Index οι ανθρωπογενής επιφάνειες. Η συσχέτιση αυτών με την θερμοκρασία χρησιμοποιήθηκε για την επιβεβαίωση της εξάρτησης αυτής από τις δύο παραπάνω μεταβλητές. Με την hot spot analysis επισημάνθηκε η στατιστική σημαντικότητα των αποτελεσμάτων και σχολιάστηκαν οι αστικές θερμονησίδες και οι μεταβολές τους στον χώρο και τον χρόνο.

Η μεγέθυνση του φαινομένου το 2019 στα δυτικά, στην ζώνη Πειραιά – Μπουρνάζι οφείλεται στην παρουσία συνεχούς δομημένου περιβάλλοντος και στην έλλειψη αστικού πρασίνου (Mengmeng et al., 2020). Η συγκεκριμένη ζώνη έχει την τάση υποβάθμισης καθώς το πρόβλημα της αστικής θερμονησίδας εντείνεται.

Επιπλέον ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες είναι η ενεργειακή ανάγκη των περιοχών για τη καταπολέμηση της ζέστης από τους κατοίκους και τους εργαζόμενους σε αυτές τις περιοχές (Yukihiro Kikegawa et al., 2006). Η ανάγκη της περιοχής για ενέργεια επιβαρύνει το σύστημα κατά τις θερμότερες ώρες την περίοδο του καλοκαιριού και η αύξηση αυτή της κατανάλωσης επηρεάζει αρνητικά το περιβάλλον.

Τα θερμά επεισόδια (καύσωνες) κατά τους καλοκαιρινούς μήνες εμφανίζονται όλο και συχνότερα επιβαρύνοντας το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων και όσων βρίσκονται εντός του αστικού ιστού. Οι λύσεις οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν είναι η εκτεταμένη δημιουργία χώρων πρασίνου και η εφαρμογή στις κατασκευές, εντός του αστικού ιστού, υλικών τα οποία βοηθούν στην καταπολέμηση του φαινομένου των αστικών θερμονησίδων (M.E.Hulley, 2012). Σε μία περίοδο κομβική όπου η κλιματική αλλαγή είναι παρόν είναι επιτακτική ανάγκη για σωστό σχεδιασμό έτσι ώστε τα μεγάλα αστικά συγκροτήματα όπως αυτό της Αττικής να εγγυώνται μία καλή ποιότητα ζωής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anastasios Polydoros, T. M. (2018). Quantifying the Trends in Land Surface Temperature and Surface Urban Heat Island Intensity in Mediterranean Cities in View of Smart Urbanization. *Urban Science*.
- B. R Johnson, S. J. (1998, May). In-Scene Atmospheric Compensation: Application to SEBASS Data Collected at the ARM Site.
- Cartalis C., S. M. (2016). Assessing the interlinks between urbanization, the built environment and the thermal environment in view of smart and sustainable urban development: a demonstration application for Athens. *International Journal of Earth and Environmental Sciences*.
- F.Pacheco-Torgal. (2015). Introduction to eco-efficient materials to mitigate building cooling needs. Στο *Eco-Efficient Materials for Mitigating Building Cooling Needs* (σσ. 1-9). Guimarães: Design, Properties and Applications.
- Gerald W. Felde, G. P.-G. (2003). Analysis of Hyperion Data with the FLAASH Atmospheric Correction Algorithm. *Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery IX*. (σσ. 21-25). Orlando: SPIE Aerosense Conference.
- Getis A, O. J. (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis*, 189-206.
- Gyanesh Chander, B. L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 893-903.
- Gyanesh Chander, B. M. (2003). Revised Landsat 5 TM Radiometric Calibration Procedures and. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*.
- Jenks, G. F. (1967). The Data Model Concept in Statistical Mapping. *International Yearbook of Cartography*, 186–190.
- Keyvan Ezimand, M. C. (2020). Spatiotemporal analysis of land surface temperature using multi-temporal and multi-sensor image fusion techniques. *Sustainable Cities and Society*.
- M.E.Hulley. (2012). The urban heat island effect: causes and potential solutions. Στο *Metropolitan Sustainability* (σσ. 79-98). Woodhead Publishing Series in Energy.
- Marko Freddy Mudede, S. W. (2020). Monitoring the urban environment quality in the city of Johannesburg using remote sensing data. *Journal of African Earth Sciences*.
- Mavrakou T., P. A. (2018). Recognition of Thermal Hot and Cold Spots in Urban Areas in Support of Mitigation Plans to Counteract Overheating: Application for Athens. *Climate*.

- Mengmeng Hu, Y. i. (2020). Surface temperature variations and their relationships with land cover in the Pearl River Delta. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Mengmeng Hu, Y. W. (2020). Surface temperature variations and their relationships with land. *Environmental Science and Pollution Research*.
- NASA. (2002). *Earth Observatory*. Ανάκτηση 10 1, 2020, από [earthobservatory.nasa.gov](https://earthobservatory.nasa.gov/images/47704/urban-heat-islands):
<https://earthobservatory.nasa.gov/images/47704/urban-heat-islands>
- Ronald C. Estoque, M. O. (2020). Heat health risk assessment in Philippine cities using remotely sensed data and social-ecological indicators. *Nature Communications*.
- Rouse, J. J., Haas, R., Schell, J., & Deering, D. (1973). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. *Prog. Rep. RSC 1978-1* , 93.
- Soydan, O. (2020, December). Effects of landscape composition and patterns on land surface temperature: Urban heat island case study for Nigde, Turkey. *Urban Climate*.
- Tianyu Li, Q. M. (2018). A mixture emissivity analysis method for urban land surface temperature retrieval from Landsat 8 data. *Landscape and Urban Planning*, 63-71.
- Tsilimigkas G., T. K. (2014). Built-up area expansion assessment via soil Sealing Pattern Evaluation: Evidence from the North & South Aegean islands. *Socio-Economic Sustainability, Regional Development and Spatial Planning: European and International Dimensions & Perspectives*. Mytilene, Lesvos, Greece.
- USGS. (1984). *Landsat Missions Landsat 5*. Ανάκτηση 9 15, 2020, από https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-5?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con
- USGS. (2013). *Landsat Missions Landsat 8*. Ανάκτηση 9 15, 2020, από https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con
- USGS. (n.d.). *Landsat Missions Using the USGS Landsat Level-1 Data Product*. Ανάκτηση 9 20, 2020, από <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product>
- Yukihiro Kikegawa, Y. G. (2006). Impacts of city-block-scale countermeasures against urban heat-island phenomena upon a building's energy-consumption for air-conditioning. *Applied Energy*, 649-668.
- Zha Y., G. J. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 583-594.

Zhiyuan Yang, C. W. (2020, September 15). Using Landsat 8 data to compare percent impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of urban heat island effects in Connecticut, USA. *Environmental Earth Sciences*.

ΕΛΣΤΑΤ. (2011). *www.statistics.gr*. Ανάκτηση 10 7, 2020, από <https://www.statistics.gr/2011-census-pop-hous>

ΕΜΥ. (2016). *Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας 1971-2000*. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.

Μερτίκας, Σ. (2009). *Τηλεπισκόπηση και Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας*. Αθήνα: Εκδόσεις ΊΩΝ.

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΦΥΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Λουκά Παναγιώτα¹, Μαριάνος Νικόλαος¹, Μίχος Κωνσταντίνος¹

1 Neuropublic AE, Μεθώνης 6, 18545 Πειραιάς

Τηλ: 2104101010, Fax: 2104101013

e-mail : {p_louka, n_marianos, k_michos} @neuropublic.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ευφυής Γεωργία αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης καλλιεργειών που αξιοποιεί τις σύγχρονες τεχνολογίες και επιστημονική γνώση και βασίζεται στην ζωνοποίηση των γεωργικών εκτάσεων και την αντίστοιχη προσαρμογή των εφαρμοζόμενων καλλιεργητικών εργασιών ανά ζώνη. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο διαχωρισμός εδαφοκλιματικών ζωνών που έχει πραγματοποιηθεί στους αγροτικούς συνεταιρισμούς Μεσολογγίου και Καινούργιου Τριχωνίδας στον νομό Αιτωλοακαρνανίας, στα πλαίσια του προγράμματος SmartOliveGrove, που αφορά την εφαρμογή ευφυούς γεωργίας στην καλλιέργεια της ελιάς. Για τον καθορισμό των εδαφοκλιματικών ζωνών των πιλοτικών περιοχών αξιοποιήθηκαν εδαφικά δεδομένα που περιλαμβάνουν ορθοφωτοχάρτες της Διεύθυνσης Τοπογραφικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας και εδαφολογικές αναλύσεις, ενώ τα κλιματικά δεδομένα προέρχονται από δύο διαδικτυακές πηγές ελεύθερης πρόσβασης την Climatic Research Unit (CRU) και την Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas (CHELSA). Έπειτα από επεξεργασία των ανωτέρω δεδομένων, προέκυψαν οι εδαφικές και οι κλιματικές ζώνες των περιοχών ενδιαφέροντος. Από την υπέρθεση τους, έπειτα και από την προσθήκη στην ανάλυση των χαρτογραφικών δεδομένων CORINE Land Cover, καθορίστηκαν οι εδαφοκλιματικές ζώνες. Με βάση την ζωνοποίηση των περιοχών ενδιαφέροντος σχεδιάστηκε το δίκτυο τηλεμετρικών σταθμών από το οποίο τροφοδοτούνται τα εξειδικευμένα μοντέλα άρδευσης και φυτοπροστασίας της πλατφόρμας του SmartOliveGrove. Στην συγκεκριμένη εργασία, παρουσιάστηκε μία μεθοδολογία για τον διαχωρισμό μίας περιοχής σε ζώνες ανάλογα με τα εδαφικά και κλιματικά χαρακτηριστικά της, βάσει ενός εύρους δεδομένων που περιλαμβάνουν παρατηρήσεις πεδίου, αποτελεσμάτων αναλύσεων και δορυφορικά δεδομένα και μέσω αξιοποίησης των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα, η τηλεπισκόπηση και οι νέες τεχνολογίες γενικότερα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ευφυής Γεωργία, εδαφοκλιματική ζώνη, τηλεμετρικός σταθμός, μοντέλο άρδευσης, μοντέλο φυτοπροστασίας

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

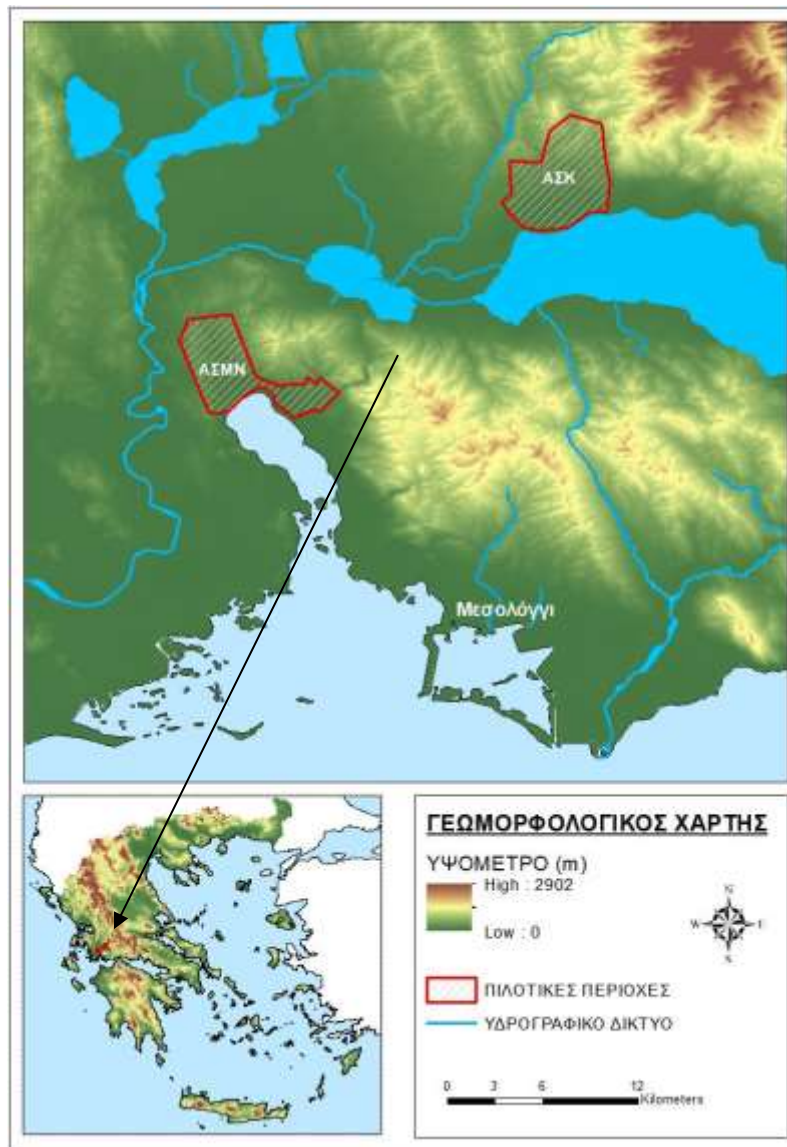
Η Ευφυής Γεωργία αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης καλλιεργειών που αξιοποιεί τις σύγχρονες τεχνολογίες και την επιστημονική γνώση, ώστε να βελτιστοποιείται η αγροτική παραγωγή και η χρήση εισροών, με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση του γεωργικού εισοδήματος. Η ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων ευφυούς γεωργίας βασίζεται στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων που μας παρέχουν οι νέες τεχνολογίες, τα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα, τα δορυφορικά δεδομένα και οι τεχνικές τηλεπισκόπησης.

Προϋπόθεση της επιτυχούς εφαρμογής ευφυούς γεωργίας είναι η ζωνοποίηση των γεωργικών εκτάσεων ανάλογα με τα εδαφικά και κλιματικά χαρακτηριστικά τους ώστε να προσαρμόζονται ανάλογα οι καλλιεργητικές εργασίες (Van Wart et al., 2013; Φουντάς & Γέμτος, 2015). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο διαχωρισμός εδαφοκλιματικών ζωνών που έχει πραγματοποιηθεί στους αγροτικούς συνεταιρισμούς Μεσολογγίου - Ναυπακτίας και Καινούργιου Τριχωνίδας στον νομό Αιτωλοακαρνανίας, στα πλαίσια του προγράμματος SmartOliveGrove, που αφορά την εφαρμογή ευφυούς γεωργίας στην καλλιέργεια της ελιάς. Το έργο στοχεύει στην ανάπτυξη μίας λειτουργικής πλατφόρμας αξιοποίησης επιστημονικών προγνωστικών μοντέλων άρδευσης και φυτοπροστασίας. Τα μοντέλα τροφοδοτούνται από ένα εύρος δεδομένων που περιλαμβάνουν στοιχεία από εδαφοκλιματικούς σταθμούς, δορυφορικά δεδομένα Sentinel-2 και επιτόπιες καταγραφές των γεωπόνων και των παραγωγών.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

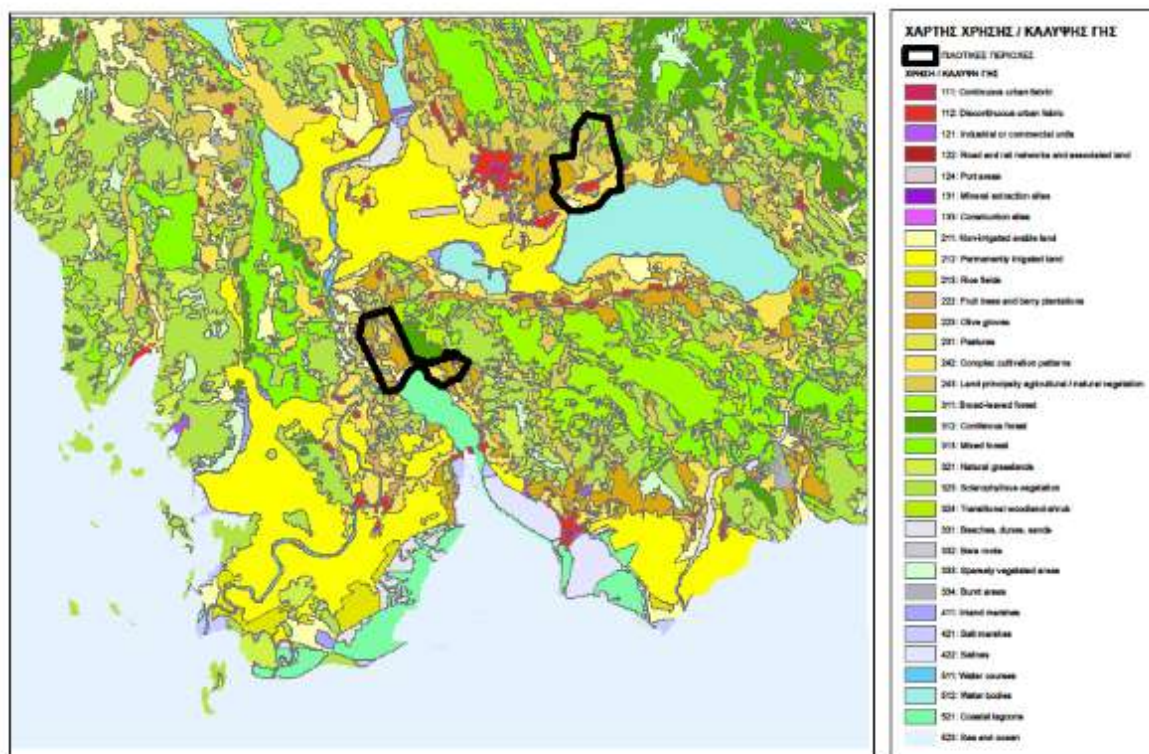
2.1 Γενικά στοιχεία πιλοτικών περιοχών

Οι περιοχές που έχουν επιλεγεί ως πιλοτικές και συμμετέχουν στο έργο ευφυούς γεωργίας SmartOliveGrove περιλαμβάνουν τους Αγροτικούς Συνεταιρισμούς (ΑΣ) Μεσολογγίου - Ναυπακτίας και Καινούργιου Τριχωνίδας, στον νομό Αιτωλοακαρνανίας. Στην ευρύτερη περιοχή των ΑΣ, παρατηρείται ένα γεωμορφολογικό τοπίο με έντονες διαφοροποιήσεις και χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες που επηρεάζονται έντονα από τη λίμνη Τριχωνίδα και τη θάλασσα, καθώς και από τους ορεινούς όγκους της ευρύτερης περιοχής (Εικόνα 1).

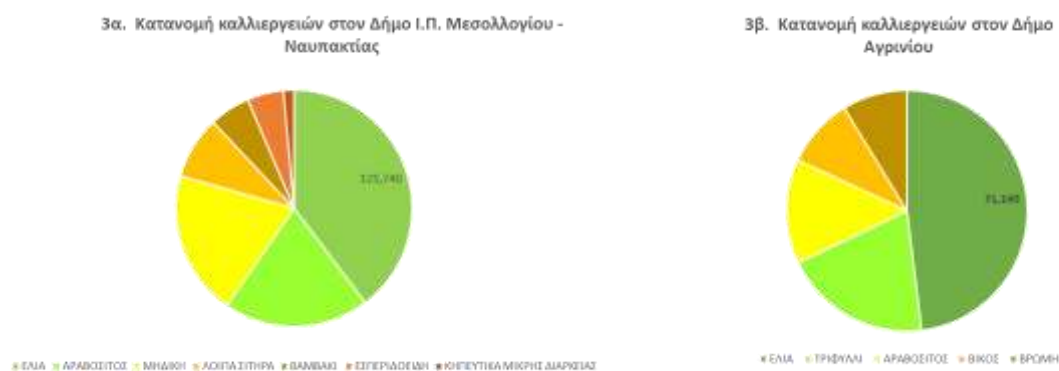


Εικόνα 1. Χάρτης προσδιορισμού θέσης πιλοτικών περιοχών - Γεωμορφολογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η κατανομή των χρήσεων γης στην ευρύτερη περιοχή των πιλοτικών περιοχών, όπου φαίνεται ο δεσπόζων ρόλος που έχει η ελαιοκαλλιέργεια, που αποτελεί και το αντικείμενο του έργου SmartOliveGrove. Η επικράτηση της καλλιέργειας της ελιάς στους δήμους που υπάγονται οι αγροτικοί συνεταιρισμοί επιβεβαιώνεται και από τα στοιχεία καλλιεργητικού πλάνου της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας (ΠΔΕ, 2015) όπως παρουσιάζεται στα διαγράμματα των Εικόνων 3α και 3β.



Εικόνα 2. Χάρτης χρήσης γης της ευρύτερης περιοχής.



Εικόνα 3. Κατανομή καλλιεργούμενων εκτάσεων (σε στρέμματα) στους Δήμους **α)** Ι.Π. Μεσολογγίου – Ναυπακτίας και **β)** Αγρινίου.

2.2 Δεδομένα

Τα δεδομένα που αξιοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας και την εκτίμηση των εδαφοκλιματικών ζωνών του έργου SmartOliveGrove περιλαμβάνουν εδαφικά και κλιματολογικά στοιχεία για τις περιοχές που μελετήθηκαν και περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Δεδομένα παρούσας εργασίας.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ	ΠΗΓΗ
Ορθοφωτοχάρτες	Εξωτερικά χαρακτηριστικά εδάφους	Ιστοσελίδα Τοπογραφικής Διεύθυνσης Υπουργείου Γεωργίας (http://geoportal.topographiki.gr/topo_html/)
Εδαφολογικές αναλύσεις	Φυσικοχημικές ιδιότητες εδάφους	Επιτόπιες μετρήσεις / εδαφοληψίες
Μετεωρολογικά δεδομένα	Βροχόπτωση Συχνότητα υγρών ημερών Θερμοκρασία Ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας Σχετική υγρασία Διάρκεια ηλιοφάνειας Συχνότητα παγετού στο έδαφος Ταχύτητα του ανέμου (έτη 1983 – 2013)	Ιστοσελίδα Climatic Research Unit (CRU) http://www.cru.uea.ac.uk/
Μετεωρολογικά δεδομένα	μηνιαία μέση τιμή θερμοκρασίας μηνιαία μέση τιμή βροχόπτωσης (έτη 1983-2013)	Ιστοσελίδα Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas (CHELSA) (https://chelsa-climate.org/)
CORINE Land Cover	Κατανομή κάλυψης / χρήσης γης – Διαχωρισμός περιοχών γεωργικών καλλιεργειών	Ιστοσελίδα COPERNICUS https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018

2.1.1 Εδαφικά δεδομένα

Για την παραγωγή των εδαφικών ζωνών των περιοχών που μελετήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά δεδομένα σε συνδυασμό με δεδομένα πεδίου.

Πιο συγκεκριμένα, έγινε επεξεργασία σε ορθοφωτοχάρτες, οι οποίοι παρέχονται σε ψηφιακή μορφή από την διαδικτυακή γεωπύλη της Τοπογραφικής Διεύθυνσης του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και έχουν κλίμακα 1:30.000.

Επίσης, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες παρατηρήσεις, όπου μετρήθηκαν με λήψη εδαφικών δειγμάτων οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (π.χ. μηχανική σύσταση, pH, μητρικό πέτρωμα, οργανική ύλη, νιτρικά κτλ).

2.1.2 Κλιματικά δεδομένα

Τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν τις παραμέτρους που καθορίζουν το κλίμα που επικρατεί σε μία περιοχή. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας (WMO, 2018), η χρονική περίοδος υπολογισμού των μέσων τιμών οι οποίες καθορίζουν το κλίμα (κλιματικοί μέσοι όροι) ισούται με τριάντα έτη. Οπότε, για τον καθορισμό των κλιματικών ζωνών για την παρούσα μελέτη, ελήφθησαν υπόψιν μετεωρολογικά δεδομένα σε βάθος τριακονταετίας.

Τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από δύο πηγές: την Climatic Research Unit (CRU) και την Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas (CHELSA).

Στην ιστοσελίδα της CRU είναι διαθέσιμα τα δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών που προέρχονται από το πρόγραμμα σύγκλισης δεδομένων της CRU και εκτείνονται από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 μέχρι σήμερα (Hulme, 1994; Jones, 1994; Jones et al. 1999). Τα συγκεκριμένα κλιματικά στοιχεία έχουν χωρική ανάλυση 0,5° (γεωγραφικό πλάτος / μήκος) και περιλαμβάνουν τις παρακάτω κατηγορίες.

1. Βροχόπτωση
2. Συχνότητα υγρών ημερών
3. Θερμοκρασία
4. Ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας
5. Σχετική υγρασία
6. Διάρκεια ηλιοφάνειας
7. Συχνότητα παγετού στο έδαφος
8. Ταχύτητα του ανέμου

Στην ιστοσελίδα της CHELSA περιλαμβάνεται ένα σύνολο κλιματικών δεδομένων για την επιφάνεια της γης που παρέχονται από το Ελβετικό Ομοσπονδιακό Ερευνητικό Ινστιτούτο Δασών, Χιονιού και Τοπίου WSL (Karger et al., 2012). Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων έχει αναπτυχθεί μέσω της συνεργασίας του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου του Αμβούργου, του Πανεπιστημίου της Ζυρίχης και του Πανεπιστημίου του Göttingen. Περιλαμβάνει γεωχωρικά δεδομένα με πληροφορία μηνιαίας μέσης τιμής θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για την περίοδο 1979-2013 με χωρική ανάλυση 1 χιλιόμετρο.

2.1.3 Λοιπά δεδομένα

Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα κάλυψης και χρήσης γης τα οποία χρησίμευσαν στην οριοθέτηση των περιοχών όπου υπάρχουν γεωργικές καλλιέργειες καθώς αυτές αποτελούν το αντικείμενο μελέτης του έργου το οποίο παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία.

2.3 Μεθοδολογία

2.3.1 Μεθοδολογικό πλαίσιο

Με βάση τα δεδομένα αναφοράς που περιεγράφηκαν παραπάνω, σχεδιάστηκε η μεθοδολογία οριοθέτησης των εδαφοκλιματικών ζωνών των περιοχών ενδιαφέροντος, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα Ροής της Εικόνας 4.



Εικόνα 4. Διάγραμμα ροής σταδίων της μεθοδολογίας.

2.3.2 Οριοθέτηση εδαφικών ζωνών

Οι εδαφικές ζώνες είναι περιοχές καλλιεργήσιμης γης οι οποίες έχουν παρόμοια εδαφικά χαρακτηριστικά, π.χ. μηχανική σύσταση, και μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτές παρόμοιες καλλιεργητικές πρακτικές. Η παραλλακτικότητα των εδαφικών παραμέτρων όπως η μηχανική σύσταση / τύπος εδάφους, το pH, η οργανική ουσία, κ.α., επηρεάζουν τη γεωργική παραγωγή. Με τον διαχωρισμό του αγρού σε μικρότερα ομοιογενή κομμάτια (ζώνες διαχείρισης) επιτυγχάνεται πιο αποτελεσματική διαχείριση του εδάφους (Φουντάς & Γέμπος, 2015). Οι εδαφικές ζώνες μιας περιοχής εντοπίζονται μέσα από τη χρήση πολλαπλών επιπέδων πληροφορίας που σχετίζονται με τις φυσικές ιδιότητες και τον τύπο του εδάφους (Συλλαίος & Μπίλας, 2007).

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται η οριοθέτηση των εδαφικών ζωνών που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου SmartOliveGrove μέσω της συνδυαστικής αξιοποίησης ορθοφωτοχαρτών (φωτοερμηνεία) και επιτόπιων δειγματοληψιών, όπου μετρήθηκαν οι φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (π.χ. μηχανική σύσταση, pH, μητρικό πέτρωμα, οργανική ύλη, νιτρικά κτλ).

Η εργασία της φωτοερμηνείας των ορθοφωτοχαρτών υλοποιήθηκε μέσω της φυσιολογικής μεθόδου, η οποία χρησιμοποιείται για την οριοθέτηση εδαφικών ζωνών, με βάση τα εξωτερικά χαρακτηριστικά των εδαφών. Η φυσιολογική μέθοδος βασίζεται στην ύπαρξη στενής συσχέτισης μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών χαρακτηριστικών των εδαφών. Οι παράγοντες που επιδρούν στο σχηματισμό των φυσιολογικών μονάδων ή τύπων (κλίμα, διάβρωση, κλίση, βλάστηση, κ.λπ.), επιδρούν και στο σχηματισμό και στην εξέλιξη των εδαφών (Συλλαίος & Μπίλας, 2007).

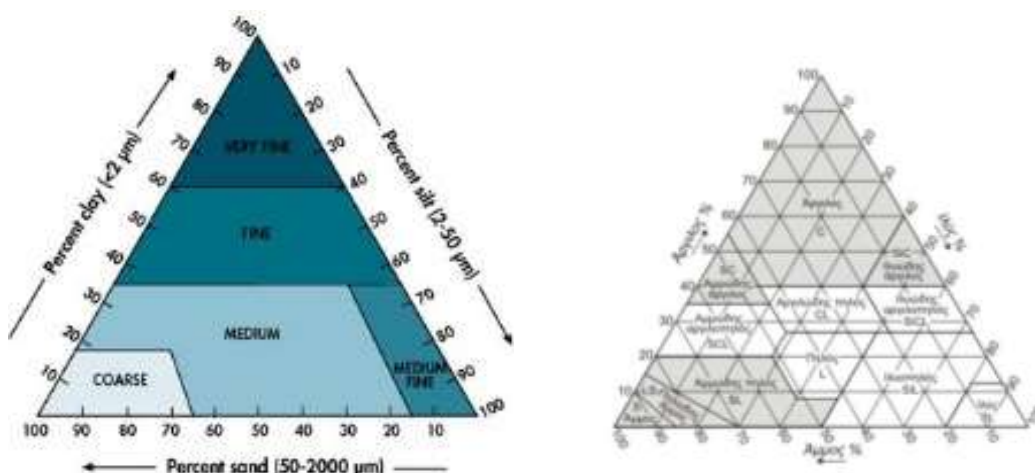
Σε συνέχεια της ζωνοποίησης που πραγματοποιήθηκε με βάση τα εξωτερικά εδαφικά χαρακτηριστικά του εδάφους, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες παρατηρήσεις που αφορούσαν τις φυσιολογικές διεργασίες που σχετίζονται με τον σχηματισμό των φυσιολογικών μονάδων. Σαν αποτέλεσμα καθορίστηκαν οι εδαφικές ζώνες των υπό μελέτη περιοχών, καθώς και τα επιμέρους χαρακτηριστικά της κάθε ζώνης.

Η βασικότερη παράμετρος των εδαφικών ζωνών που σχετίζεται με την βέλτιστη παρακολούθηση των καλλιεργειών είναι η μηχανική σύσταση του εδάφους. Ως εκ τούτου, πραγματοποιήθηκε ομαδοποίηση των εδαφικών ζωνών με βάση τη μηχανική

σύσταση τους (ποσοστά Άμμου, Ιλύς, Αργίλου), όπως αυτή περιγράφεται από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των ηνωμένων Εθνών (FAO, 1997). Το σύστημα αυτό έχει υιοθετηθεί και από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Πιο συγκεκριμένα με βάση το τρίγωνο μηχανικής σύστασης, προκύπτουν οι παρακάτω 5 βασικές κατηγορίες, μετά από συνένωση υπό κατηγοριών, όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 5.

- Χονδρόκοκκο (Coarse)
- Μετρίως Χονδρόκοκκο (Medium)
- Μετρίως Λεπτόκοκκο (Medium Fine)
- Λεπτόκοκκο (Fine)
- Πολύ Λεπτόκοκκο (Very Fine)



Εικόνα 5. Κατηγορίες Εδαφών με βάση τη μηχανική σύσταση κατά το σύστημα FAO.

Σαν τελικό αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας, προέκυψαν οι εδαφικές ζώνες των πιλοτικών περιοχών, οι οποίες είναι διανυσματικού τύπου δεδομένα (πολύγωνα) με προβολή στο σύστημα συντεταγμένων του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς 1987 ή ΕΓΣΑ'87. Επιπροσθέτως, στη γεωμετρική πληροφορία του κάθε πολύγωνου υπάρχει και ο πίνακας ιδιοτήτων (attribute table) με τις προαναφερθείσες φυσικοχημικές ιδιότητες.

2.3.3 Οριοθέτηση Κλιματικών ζωνών

Αντίστοιχα με τις εδαφικές ζώνες, οι κλιματικές ζώνες είναι περιοχές που χαρακτηρίζονται από κοινά χαρακτηριστικά, όσον αφορά τις κλιματικές τους παραμέτρους. Οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψιν κατά τον καθορισμό των κλιματικών ζωνών του έργου SmartOliveGrove και που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία έχουν άμεση συσχέτιση με την παρακολούθηση και μοντελοποίηση των καλλιεργειών.

Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε συνδυασμός των δεδομένων που προήλθαν από τις πηγές που αναφέρονται στον Πίνακα 1 και παράχθηκε ένα νέο σύνολο δεδομένων που οδήγησε στην δημιουργία κλιματικών ζωνών.

Το αρχείο που προέκυψε είναι ένα αρχείο κανάβου, χωρικής ανάλυσης 1 χιλιομέτρου, με συντεταγμένες στο σύστημα ΕΓΣΑ'87 που περιέχει τα ακόλουθα επίπεδα πληροφορίας:

1. Βροχόπτωση
2. Συχνότητα υγρών ημερών
3. Θερμοκρασία
4. Ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας
5. Σχετική υγρασία
6. Διάρκεια ηλιοφάνειας
7. Συχνότητα παγετού στο έδαφος
8. Ταχύτητα του ανέμου.

Για κάθε μία από τις παραπάνω παραμέτρους εκτιμήθηκε ο μέσος όρος ανά μηνά για δεδομένα που εκτείνονται σε μία τριακονταετία.

Στη συνέχεια, οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων ομαδοποιήθηκαν με χρήση της μεθόδου μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης ISODATA, η οποία είναι μία επαναληπτική αυτο-οργανωτική τεχνική ανάλυσης δεδομένων (Bezdek, 1980). Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση εικόνας ή στη συγκεκριμένη περίπτωση των κλιματικών δεδομένων (μία εικόνα όπου τα κανάλια αντιστοιχούν στις κλιματικές παραμέτρους) είναι μια μέθοδος στην οποία ο αλγόριθμος ερμηνείας εικόνας διαχωρίζει έναν μεγάλο αριθμό των άγνωστων εικονοστοιχείων σε μια εικόνα με βάση τις τιμές των καναλιών (κλιματικές παράμετροι) σε κατηγορίες ή ομάδες χωρίς κατεύθυνση από τον αναλυτή (Του & Gonzalez, 1974).

Το κάθε εικονοστοιχείο από το σύνολο των κλιματικών δεδομένων, μπορεί να αναπαρασταθεί σε έναν N-διάστατο χώρο, όπου N είναι ο αριθμός των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται. Στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ίσος με 8. Σε αυτόν τον χώρο, τα σημεία που βρίσκονται πιο «κοντά» μεταξύ τους (όχι χωρικά, αλλά στον N-διάστατο χώρο) ανήκουν στην ίδια κλάση/ζώνη. Ο αλγόριθμος αυτός εφαρμόστηκε στο σύνολο των δεδομένων και παρήγαγε τις κλιματικές ζώνες των περιοχών ενδιαφέροντος.

2.3.4 Corine

Τα δεδομένα Corine αξιοποιήθηκαν για τον καθορισμό των γεωργικών περιοχών στις περιοχές ενδιαφέροντος. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η παρακάτω.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η επαναπροβολή των δεδομένων στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ'87 από το αρχικό σύστημα αναφοράς WGS'84. Στη συνέχεια, έγινε διανυσματοποίηση των δεδομένων, μετατροπή τους από την αρχική διανυσματική μορφή σε διανυσματικού τύπου αρχεία. Η μετατροπή αυτή έγινε με βάση τις κατηγορίες του Corine, δηλαδή το κάθε πολύγωνο που παρήχθηκε αποτελείται από τα εικονοστοιχεία που έχουν τις ίδιες τιμές (οπότε ανήκουν στην ίδια θεματική κατηγορία). Για την παραγωγή του επιπέδου πληροφορίας που χρησιμοποιήθηκε στην μεθοδολογία ζωνοποίησης, η διανυσματοποίηση έγινε μόνο στις ακόλουθες κατηγορίες συμπεριλαμβανομένων και των υποκατηγοριών τους, καθώς αυτές αφορούν σε καλλιεργήσιμη γη

- Αρόσιμη γη
- Μόνιμες καλλιέργειες
- Λιβάδια
- Ετερογενείς γεωργικές περιοχές

Τέλος έγινε διάλυση των ιδιοτήτων (attributes) των πολυγώνων και συνένωση των πολυγώνων με όμορα όρια, ώστε να παραχθούν ένα αρχείο με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις στις περιοχές ενδιαφέροντος.

2.2.4 Παραγωγή εδαφοκλιματικών ζωνών

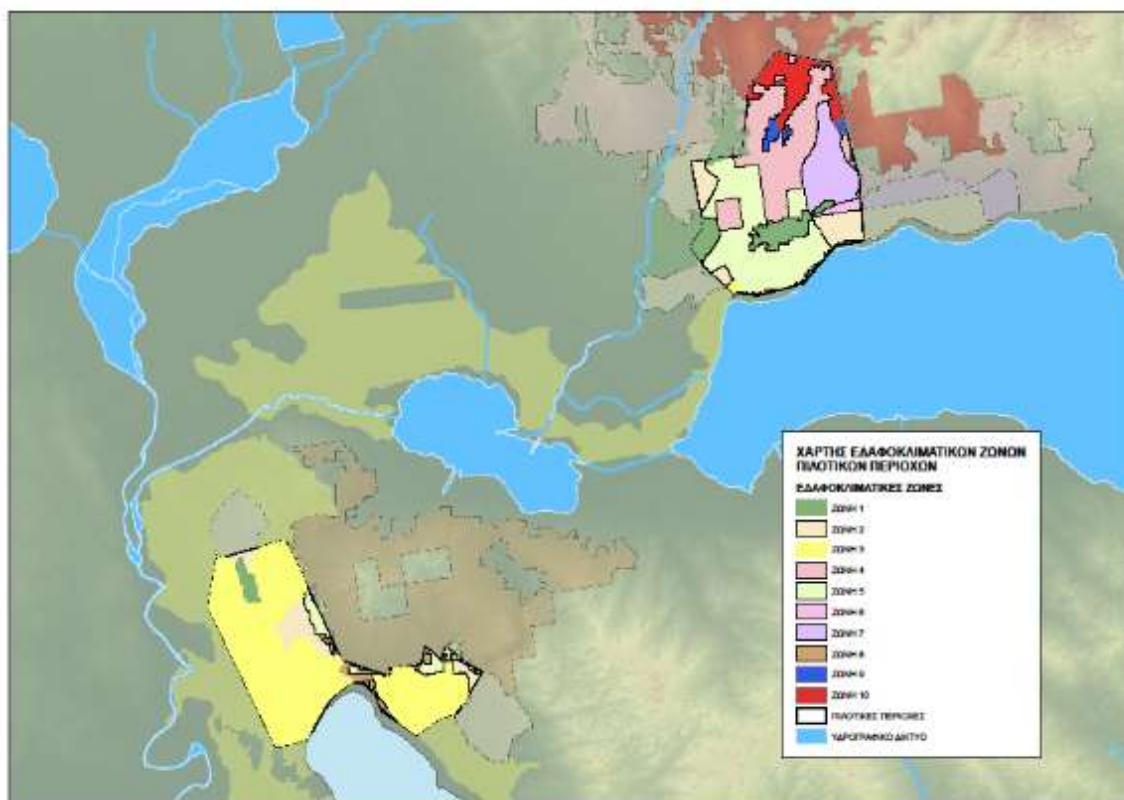
Οι εδαφοκλιματικές ζώνες ορίστηκαν από την τομή / υπέρθεση των εδαφικών και κλιματικών ζωνών, έπειτα και από την προσθήκη στην ανάλυση των χαρτογραφικών δεδομένων CORINE Land Cover.

Από την υπέρθεση και τον συμψηφισμό των παραπάνω πληροφοριών που αφορούν στις εδαφικές και κλιματικές ζώνες, προέκυψαν τελικά οι εδαφοκλιματικές ζώνες των πιλοτικών περιοχών του έργου, έπειτα και από την προσθήκη στην ανάλυση των χαρτογραφικών δεδομένων CORINE ώστε να οριοθετηθούν οι περιοχές καλλιεργούμενων εκτάσεων.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

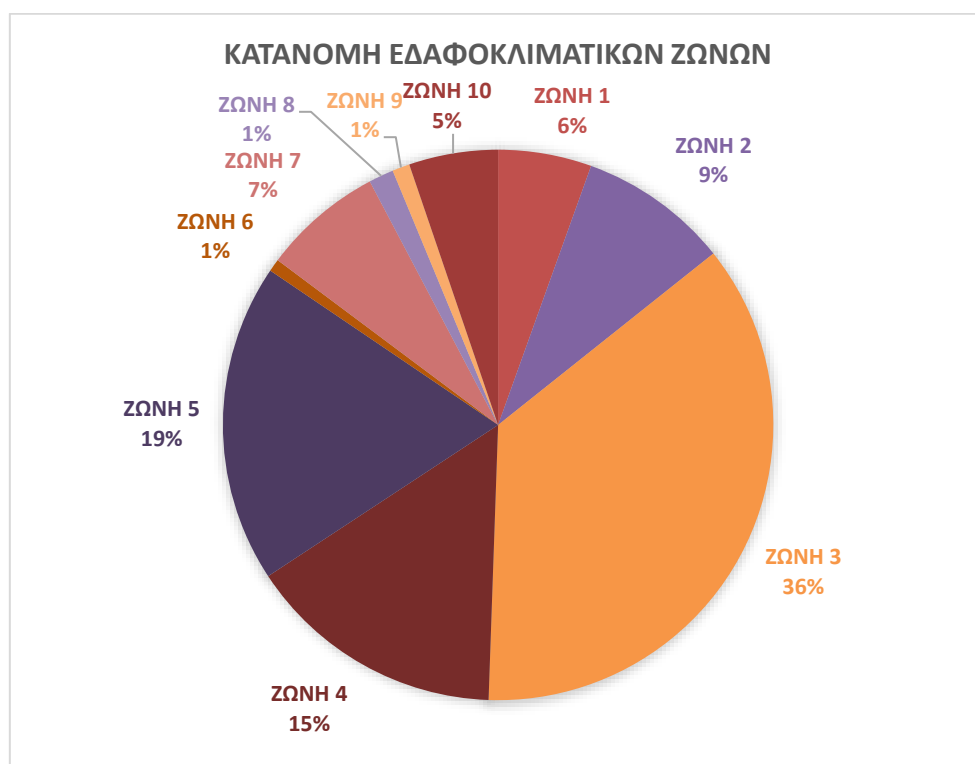
Ακολουθώντας την μεθοδολογία που περιεγράφηκε παραπάνω, καθορίστηκαν οι εδαφοκλιματικές ζώνες των πιλοτικών περιοχών των δύο αγροτικών συνεταιρισμών που συμμετέχουν στο έργο SmartOliveGrove (Εικόνες 6-8).

Στον χάρτη που παρουσιάζεται στην Εικόνα 6, διακρίνεται η εδαφοκλιματική ζωνοποίηση των καλλιεργούμενων περιοχών που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή των πιλοτικών περιοχών του προγράμματος. Με πιο έντονο χρωματισμό παρουσιάζονται οι δέκα εδαφοκλιματικές ζώνες που καθορίστηκαν στις περιοχές ενδιαφέροντος.



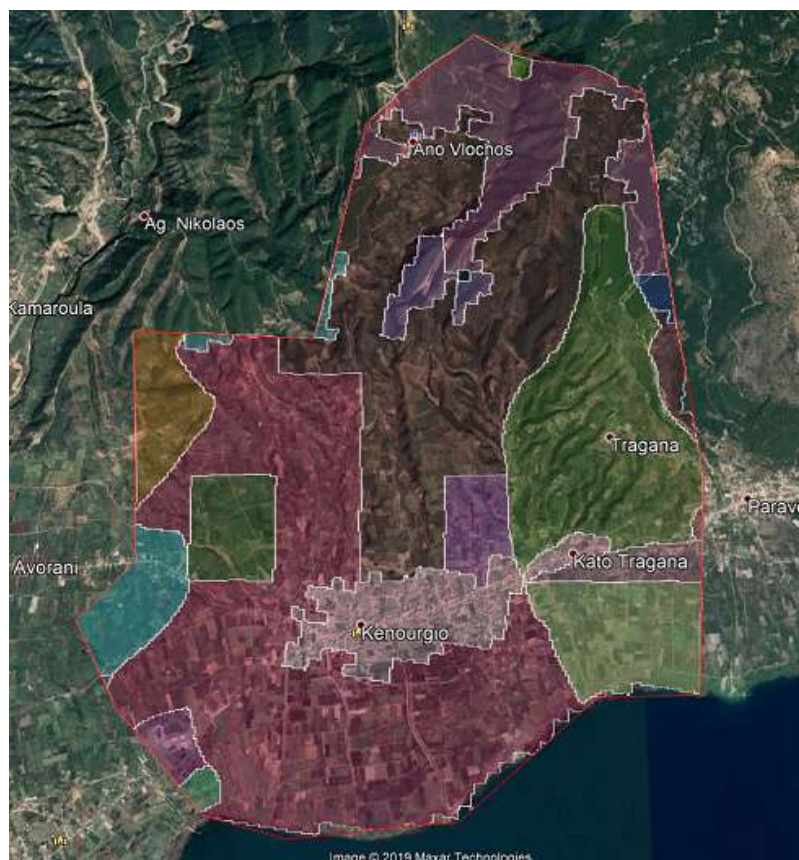
Εικόνα 6. Εδαφοκλιματικές ζώνες πιλοτικών περιοχών και της ευρύτερης περιοχής τους.

Η κατανομή των διαφορετικών ζωνών στο σύνολο της έκτασης των δύο πιλοτικών περιοχών παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



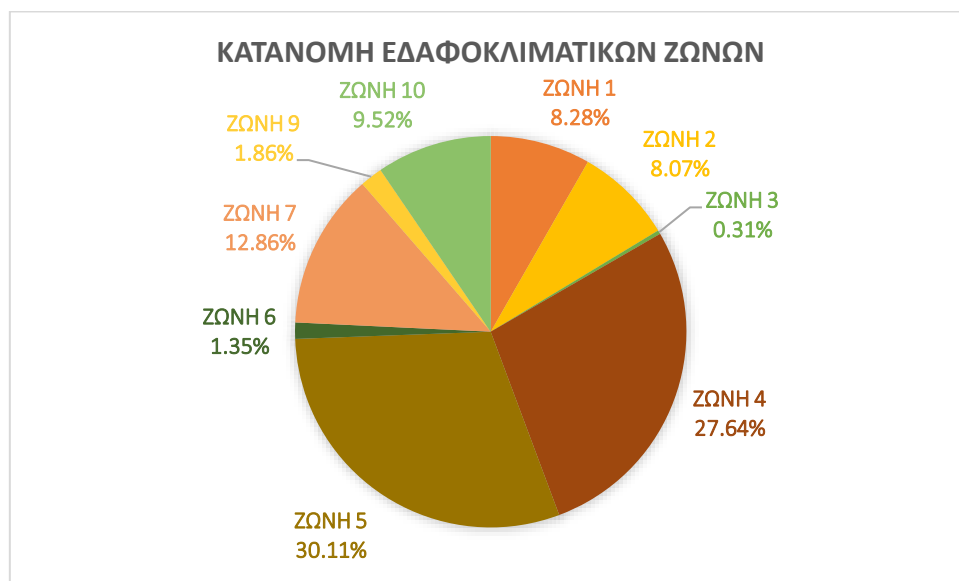
Εικόνα 7. Κατανομή των εδαφοκλιματικών ζωνών στο σύνολο της έκτασης των πιλοτικών περιοχών.

Σύμφωνα με την εδαφοκλιματική ζωνοποίηση του ΑΣ Καινούργιου (Εικόνα 8), στην περιοχή διακρίνουμε 6 κύριες εδαφοκλιματικές ζώνες, με έκταση που κυμαίνεται από 2.084 έως 7.773 στρέμματα, και 3 ζώνες πολύ μικρής έκτασης.



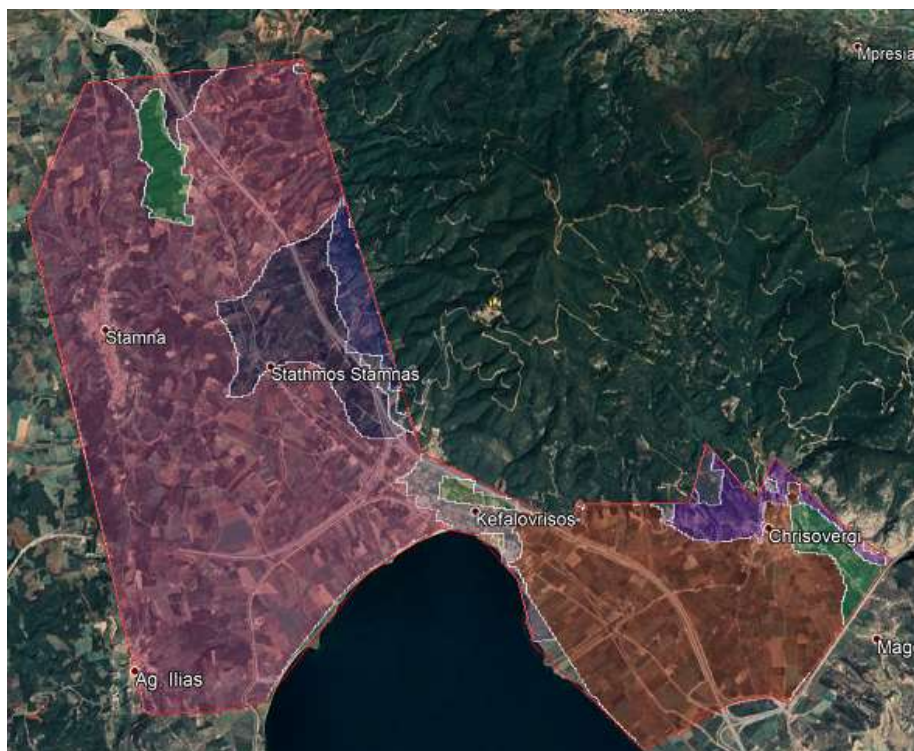
Εικόνα 8. Εδαφοκλιματικός διαχωρισμός της περιοχής του ΑΣ Καινούργιου του νομού Αιτωλοακαρνανίας όπου διακρίνονται οι 6 κύριες εδαφοκλιματικές διαφορετικές ζώνες που αναγνωρίστηκαν στην περιοχή.

Η κατανομή της έκτασης των διαφορετικών ζωνών παρουσιάζεται στο διάγραμμα της Εικόνας 9.



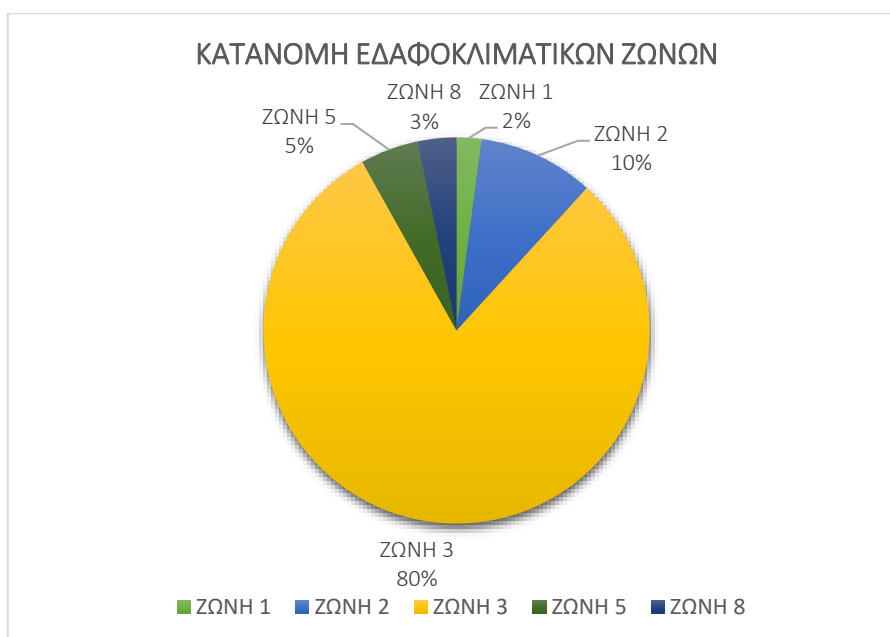
Εικόνα 9. Κατανομή των εδαφοκλιματικών ζωνών στον ΑΣ Καινούργιου.

Στην Εικόνα 10 παρουσιάζεται η ζωνοποίηση της περιοχής του ΑΣ Μεσολογγίου – Ναυπακτίας σύμφωνα με την οποία έχουν καθοριστεί 5 εδαφολογικές ζώνες.



Εικόνα 10. Εδαφοκλιματικός διαχωρισμός του ΑΣ Μεσολογγίου – Ναυπακτίας του νομού Αιτωλοακαρνανίας όπου διακρίνονται οι 5 διαφορετικές ζώνες που αναγνωρίστηκαν στην περιοχή.

Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω χάρτη, υπάρχει μία εδαφοκλιματική ζώνη που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης της περιοχής ενδιαφέροντος (έκτασης 16.95 στρ.) και 4 μικρότερης έκτασης εδαφοκλιματικές ζώνες, η επιφάνεια των οποίων κυμαίνεται από 441 έως 2.054 στρέμματα. Η κατανομή της έκτασης των ζωνών παρουσιάζεται στο διάγραμμα της Εικόνας 11.

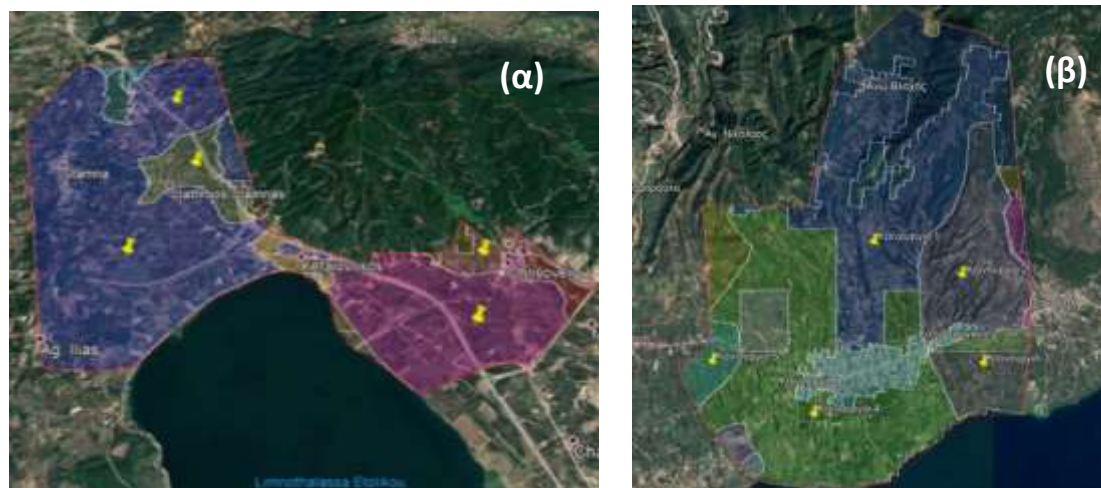


Εικόνα 11. Κατανομή των εδαφοκλιματικών ζωνών στον ΑΣ Μεσολογγίου-Ναυπακτίας.

Από τα τελικά αποτελέσματα της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε στα πλαίσια του προγράμματος SmartOliveGrove και που παρουσιάστηκε στην παρούσα εργασία, είναι προφανής η διαφοροποίηση των εδαφικών και κλιματικών συνθηκών που μπορεί να διακριθεί ακόμα και σε μικρής έκτασης περιοχές. Αυτή η πληροφορία είναι πολύτιμη για την προσαρμογή των καλλιεργητικών εργασιών ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της κάθε ζώνης. Έτσι επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση του ύψους της γεωργικής παραγωγής αλλά και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση του γεωργικού εισοδήματος. Επίσης, μέσω του εξορθολογισμού των εφαρμογών άρδευσης, λίπανσης και φυτοπροστασίας εξασφαλίζεται η μείωση του οικολογικού αποτυπώματος των καλλιεργειών.

Με βάση την ζωνοποίηση των περιοχών ενδιαφέροντος σχεδιάστηκε το δίκτυο τηλεμετρικών σταθμών από το οποίο τροφοδοτούνται τα εξειδικευμένα μοντέλα άρδευσης και φυτοπροστασίας της πλατφόρμας του SmartOliveGrove. Πιο συγκεκριμένα, με βάση τις εδαφοκλιματικές ζώνες καθορίστηκε ο αριθμός και η κατανομή των τηλεμετρικών σταθμών σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια, αλλά και επισημάνθηκαν τα ακριβή σημεία τοποθέτησης των σταθμών. Τα κριτήρια που λήφθηκαν υπόψιν είναι η επίτευξη της κάλυψης τουλάχιστον του 60% της παραγόμενης αξίας του προϊόντος, η αντιπροσώπευση των κυρίαρχων εδαφοκλιματικών ζωνών, γεωφυσικοί παράγοντες, όπως υψόμετρο, τοπογραφία, αλλά και η βλάστηση και οι καλλιέργειες της περιοχής και, τέλος, η δυνατότητα καλής συνεργασίας με τους παραγωγούς των αγρών (Andrade et al., 2018).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, σχεδιάστηκε το δίκτυο εγκατάστασης των τηλεμετρικών σταθμών για τους δύο αγροτικούς συνεταιρισμούς που συμμετέχουν στο έργο SmartOliveGrove, το οποίο αποτελείται από 5 σταθμούς σε κάθε συνεταιρισμό (Εικόνες 12α και 12β).



Εικόνα 12. Εδαφοκλιματικός διαχωρισμός των περιοχών των αγροτικών συνεταιρισμών (α) Μεσολογίου-Ναυπακτίας και (β) Καινούργιου Τριγωνίδας στο νομό Αιτωλοακαρνανίας, όπου φαίνονται τα σημεία εγκατάστασης των τηλεμετρικών σταθμών.

Τα δεδομένα των τηλεμετρικών σταθμών τροφοδοτούν τα μοντέλα άρδευσης και φυτοπροστασίας που έχουν ενσωματωθεί στην λειτουργική πλατφόρμα ευφυούς γεωργίας καλλιέργειας ελιάς, στα πλαίσια του έργου SmartOliveGrove.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εδαφοκλιματική ζωνοποίηση αποτελεί ένα στάδιο καθοριστικό για την επιτυχημένη εφαρμογή της ευφυούς γεωργίας στην καλλιέργεια ελιάς, αλλά και σε όλες τις γεωργικές καλλιέργειες. Στην συγκεκριμένη εργασία, παρουσιάστηκε μία μεθοδολογία για τον διαχωρισμό μίας περιοχής ενδιαφέροντος σε ζώνες ανάλογα με τα εδαφικά και κλιματικά χαρακτηριστικά της, βάσει ενός εύρους δεδομένων που περιλαμβάνουν παρατηρήσεις πεδίου, αποτελεσμάτων αναλύσεων και δορυφορικά δεδομένα και μέσω αξιοποίησης των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα, η τηλεπισκόπηση και οι νέες τεχνολογίες γενικότερα.

Με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι σημαντικό να τονιστεί η διαφοροποίηση που προέκυψε όσον αφορά τα επιμέρους χαρακτηριστικά των εδαφικών και κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στις περιοχές ενδιαφέροντος. Αυτή η πληροφόρηση αποτελεί κριτήριο προσαρμογής των καλλιεργητικών εργασιών που θα πραγματοποιηθούν ανά περιοχή. Σαν αποτέλεσμα θα επιτευχθεί η βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας των εφαρμοζόμενων καλλιεργητικών πρακτικών και θα εξορθολογιστούν οι εφαρμογές άρδευσης, λίπανσης και φυτοπροστασίας. Αυτό θα οδηγήσει στην αύξηση του γεωργικού εισοδήματος συγχρόνως με την μείωση του οικολογικού αποτυπώματος των γεωργικών καλλιεργειών.

Ευχαριστίες

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης «Ενίσχυση Σχεδίων Έρευνας Ανάπτυξης και Καινοτομίας στον Τομέα Προτεραιότητας της RIS3 Αγροδιατροφή» και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Δυτικής Ελλάδας 2014-2020 (Κωδικός Έργου: ΔΕΡ6-0021056).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andrade, J.A., Silva, T.G., Trindade, H.M. & Nabais, C., 2018. Implementing a network of weather and agrometeorological stations: a case study in Timor Leste. *Finisterra*, 53(108), pp.53-70.
- Bezdek, J.C., 1980. A convergence theorem for the fuzzy ISODATA clustering algorithms. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, (1), pp.1-8.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 1997. Soil Map of the World. ISRIC, Wageningen.
- Hulme, M., 1994. Validation of large-scale precipitation fields in General Circulation Models pp.387-406 in, *Global precipitations and climate change* (eds.) Desbois, M. and Desalmand, F., NATO ASI Series, Springer- Verlag, Berlin, 466pp
- Jones, P.D., 1994: Hemispheric surface air temperature variations: a reanalysis and an update to 1993. *J. Climate* **7**, 1794-1802.
- Jones, P.D., New, M., Parker, D.E., Martin, S. and Rigor, I.G., 1999: Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews Geophysics* **37**, 173-199.
- Karger, D.N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E., Linder, H.P. and Kessler, M., 2017. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific data*, **4**, p.170122.
- Tou, J.T. and Gonzalez, R.C., 1974. ISODATA Algorithm in Pattern Classification by Distance Functions. *Pattern Recognition Principles*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, pp.97-104.
- Van Wart, J., van Bussel, L.G., Wolf, J., Licker, R., Grassini, P., Nelson, A., Boogaard, H., Gerber, J., Mueller, N.D., Claessens, L. & van Ittersum, M.K., 2013. Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. *Field crops research*, **143**, pp.44-55.
- World Meteorological Organization (WMO), 2018. *Guide to Climatological Practices*, Switzerland. (WMO, No. 100).
- Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας (ΠΔΕ), Επιχειρησιακός Σχεδιασμός Πρωτογενή Τομέα, 2015. (πηγή: www.pde.gov.gr/gr/enimerosi/epixeirisiakos-sxediasmos-protogeni-tomea/item/1326-kalliergitiko-plano-perifereias-dytikis-elladas.html).
- Συλλαίος, Ν., Μπίλας, Γ, Καραπέτσας, Ν., 2007. Χαρτογράφηση Γεωργικών Εδαφών με τη Χρήση Σύγχρονων Μεθόδων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και Τηλεπισκόπησης. Θεσσαλονίκη.
- Φουντάς, Σ., & Γέμτος, Θ., 2015. Γεωργία ακριβείας. Εκδόσεις Κάλλιπος.

ΓΕΩΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Λούγκος – Πανταζόπουλος Νέστωρ*, Τασσόπουλος Δημήτριος, Πριοβόλου Αναστασία,
Καλύβας Διονύσιος

Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΕΜΓΠΣ), Τμήμα Αξιοποίησης
Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
email: lougkos.nestor@gmail.com

Λέξεις κλειδιά: WebGIS; Open-source software; GeoNode; Γεωργία

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η χρήση της πλατφόρμας GeoNode στον κλάδο της αμπελουργίας. Το GeoNode είναι ένα διαδικτυακό σύστημα διαχείρισης γεωχωρικών δεδομένων ανοικτού κώδικα το οποίο εδώ χρησιμοποιήθηκε με σκοπό τη διάθεση μιας διαδικτυακής εφαρμογής που θα παρέχει πρόσβαση σε γεωχωρικά δεδομένα σε αμπελουργούς, συνεταιρισμούς, οινοποιεία και ερευνητές. Τα γεωχωρικά δεδομένα συλλέγονται σε πρώτη φάση από ερευνητές, στη συνέχεια επεξεργάζονται για να έρθουν σε κατάλληλη μορφή και τέλος μεταφορτώνονται στην πλατφόρμα ως θεματικά επίπεδα για την προβολή τους μέσα από χάρτες. Η πλατφόρμα αυτή στοχεύει στο να λειτουργήσει ως ένα περιβάλλον μέσα από το οποίο άνθρωποι μη εξοικειωμένοι με τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα θα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε χωροχρονική πληροφορία σε απλοποιημένη μορφή. Η παρουσίαση αυτών των πληροφοριών έχει ως στόχο να υποβοηθήσει τους παραγωγούς στην λήψη αποφάσεων για τη βέλτιστη διαχείριση της καλλιέργειάς τους. Όσον αφορά τα οινοποιεία, καθώς και τους αμπελο-οινοικούς συνεταιρισμούς ο στόχος είναι να τους δώσει τη δυνατότητα να έχουν μια ευρεία εικόνα για την τρέχουσα κατάσταση των αμπελώνων που τους αφορούν. Από την πλευρά των ερευνητών σκοπός είναι η ευκολία πρόσβασης στα δεδομένα για την άμεση λήψη και ανάλυσή τους και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων από αυτά.

Η αρχιτεκτονική του GeoNode χωρίζεται σε τρία επίπεδα. Στο χαμηλότερο επίπεδο βρίσκεται η Χωρική Βάση Δεδομένων (Spatial Database) από την οποία αντλούνται τα χωρικά δεδομένα, στη συγκεκριμένη εφαρμογή ως Χωρική Βάση Δεδομένων χρησιμοποιείται η PostGIS. Η Χωρική Βάση Δεδομένων επικοινωνεί με το επίπεδο του Εξυπηρετητή της Εφαρμογής (Application Server) μέσω του JDBC (Java Database Connectivity). Στη συγκεκριμένη περίπτωση το JDBC λειτουργεί ως ο συνδετικός κρίκος μεταξύ της Βάσης Δεδομένων και του GeoServer. Ο GeoServer μπορεί να μεταφέρει τα χωρικά δεδομένα μέσω του πρωτοκόλλου HTTP (Hypertext Transfer Protocol) είτε απευθείας στο φυλλομετρητή (browser) του χρήστη, είτε στο εργαλείο GeoWebCache το οποίο διατηρεί στη μνήμη τα αρχεία των τετραγωνιδίων των χαρτών. Στο φυλλομετρητή (browser) του χρήστη προβάλλεται το γραφικό περιβάλλον του GeoNode. Για την προβολή των χωρικών δεδομένων στο φυλλομετρητή χρησιμοποιείται η βιβλιοθήκη OpenLayers. Τα OpenLayers είναι μια βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα αναπτυγμένη στη γλώσσα προγραμματισμού JavaScript και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εφαρμογών ιστού που υποστηρίζουν την προβολή δυναμικών χαρτών.

Η περιοχή μελέτης και συλλογής δεδομένων βρίσκεται στη Νεμέα και συγκεκριμένα περιλαμβάνει εκτάσεις που βρίσκονται στην αμπελουργική ζώνη των οίνων ΠΟΠ (ΟΠΑΠ) Νεμέα. Οι κατηγορίες των δεδομένων που καταχωρούνται είναι οι εξής: 1) Εδαφολογικά, 2) Τοπογραφικά, 3) Κλιματικά, 4) Δορυφορικά, 5) Δεικτών Βλάστησης, 6) Καλλιεργητικά και 7) Χρήσεων Γης. Στα εδαφολογικά δεδομένα καταχωρούνται οι ιδιότητες των Χαρτογραφικών

Εδαφικών Μονάδων (ΧΕΜ). Τα τοπογραφικά θεματικά επίπεδα αποτελούνται από: 1. Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων (DEM – Digital Elevation Model), 2. Προσανατολισμός (Aspect), 3. Σκίαση του ανάγλυφου (Hillshade) και 4. Κλίση Εδάφους (Slope). Στα κλιματικά δεδομένα καταχωρούνται οι ιδιότητες όπως καταγράφονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς που έχουν εγκατασταθεί στην περιοχή. Πιο συγκεκριμένα καταγράφονται οι εξής ιδιότητες: 1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}\text{C}$), 2. Βροχόπτωση (mm), 3. Σχετική Υγρασία (%), 4. Ταχύτητα ανέμου (m/s), 5. Ταχύτητα ριπής ανέμου (m/s), 6. Ηλιακή ακτινοβολία (W/m^2), 7. Σημείο Δρόσου ($^{\circ}\text{C}$) και 8. Εξατμισοδιαπνοή – ET (mm). Στα δορυφορικά δεδομένα ανήκουν εικόνες από το δορυφόρο WorldView-2. Στους δείκτες βλάστησης ανήκουν θεματικά επίπεδα με τους δείκτες NDVI και GNDVI. Στα καλλιεργητικά δεδομένα ανήκουν οι πληροφορίες που καταγράφονται σε δομημένη μορφή στις παρακάτω κατηγορίες: 1. Άρδευση, 2. Ασθένειες, 3. Καλλιεργητικές Εργασίες, 4. Κλάδεμα, 5. Λίπανση, 6. Μηχανική Ζιζανιοκτονία, 7. Φαινολογικά Στάδια, 8. Χημική Ζιζανιοκτονία και 9. Ωρίμανση – Παραγωγή. Τέλος, στις χρήσεις γης καταχωρείται ένα θεματικό επίπεδο στο οποίο περιέχονται τα αγροτεμάχια της Νεμέας στα οποία καλλιεργείται η ποικιλία Αγιωργίτικο, το οποίο προκύπτει με βάση τις δηλώσεις των παραγωγών στο σύστημα του ΟΣΔΕ (Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου).

ΓΕΩΧΩΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΑΜΠΕΛΩΝΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

**Πηνελόπη Μαυροπούλη, Κωνσταντίνα Μόσχου, Κατσίκης Ιωάννης, Διονύσιος
Καλύβας***

Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΕΜΓΠΣ), Τμήμα
Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

*kalivas@aua.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η άμπελος αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα φυτά πολυετούς καλλιέργειας και τα προϊόντα της έχουν διαχρονική αξία, με ευρεία κατανάλωση σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην Ελλάδα, κομβικό ρόλο παίζει η συμμετοχή του κρασιού στην οικονομική δραστηριότητα, όπως και η συμβολή του στο πολιτισμικό γίνεσθαι της χώρας. Σκοπός της ευρύτερης μελέτης, είναι η μέσω GIS και τηλεπισκόπησης παρακολούθηση και η χωρική μελέτη της συμπεριφοράς δεικτών βλάστησης στην αμπελουργική ζώνη του ΟΠΑΠ Νεμέας, καθώς και η διερεύνηση πιθανής επίδρασης εδαφολογικών ιδιοτήτων σε αυτούς. Για τη συλλογή των τηλεσκοπικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε μη επανδρωμένο αεροσκάφος (UAV Matrice 100, DJI™) εξοπλισμένο με τον πολυφασματικό αισθητήρα Parrot Sequoia, ο οποίος διαθέτει τέσσερα μονοφασματικά κανάλια (πράσινο, ερυθρό, red edge, εγγύς υπέρυθρο). Τα κανάλια αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των δεικτών βλάστησης Normalized Vegetation Index (NDVI), Green Normalized Vegetation Index (GNDVI), Normalized Difference Red Edge Index (NDRE) και 2-band Enhanced Vegetation Index (EVI2).

Κατά την περίοδο ωρίμανσης-συλλογής τον Σεπτέμβριο 2019, σε 31 αμπελοτεμάχια έγινε μία λήψη πολυφασματικών εικόνων (για κάθε ένα αμπελώνα). Με φωτογραμμετρική επεξεργασία (Pix4D Mapper) δημιουργήθηκαν ορθομωσαϊκά για κάθε κανάλι ξεχωριστά, χάρτες δεικτών βλάστησης σε περιβάλλον ArcGIS. Διερευνήθηκε η χωρική κατανομή των δεικτών βλάστησης, ενώ έγινε συσχέτιση με εδαφολογικά δεδομένα.

Οι δείκτες φάνηκε να ακολουθούν την ωρίμανση με σχετική ομοιομορφία σε όλο το μήκος της ζώνης, ενώ ορισμένες εδαφολογικές ιδιότητες έδειξαν να επιδρούν στους δείκτες NDVI και GNDVI.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Δείκτες Βλάστησης, UAV, Αμπέλι, Έδαφος

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στον χώρο της γεωργίας προσέφερε μεγάλη βοήθεια στον κλάδο. Διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο ως κινητήριο εργαλείο στη μέτρηση της χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας των παραμέτρων της παραγωγής και του εδάφους, οδηγώντας στη δυνατότητα ανάπτυξης συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας. Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών και της πληροφορικής τα τελευταία έτη δημιούργησαν τη δυνατότητα εφαρμογών διαφοροποιημένων επεμβάσεων μέσα στο ίδιο το αγροτεμάχιο με στόχο τη βελτιστοποίηση της παραγωγής. Η βελτίωση της ακρίβειας των συστημάτων γεωγραφικού εντοπισμού (GPS: Global Positioning System) και η ανάπτυξη των αισθητήρων μέτρησης της παραγωγής καλλιεργειών που προσαρμόζονται στις μηχανές συγκομιδής, έδωσε τη δυνατότητα χαρτογράφησης της παραγωγής (Φουντάς & Γέμτος, 2015). Τα στοιχεία αυτά αποτελούν τη βάση για την παραγωγή χαρτών που εμφανίζουν τη χωρική κατανομή της παραγωγής με τη χρήση λογισμικού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS). Όσον αφορά στην παρακολούθηση και καταγραφή της γεωργικής παραγωγής, σημαντικό ρόλο παίζει η τηλεπισκόπηση (remote sensing-RS). Τα «Συστήματα μη επανδρωμένων εναέριων μέσων (drones-UAV)» αποτελούν επίσης έναν πολύ σημαντικό κλάδο της γεωργίας ακριβείας, παρέχοντας όγκο τηλεπισκοπικών δεδομένων με μεγάλη ταχύτητα, ακρίβεια, ευκολία, αξιοπιστία και χωρική ευκρίνεια από αισθητήρες-κάμερες που φέρουν. Η παράλληλη χρήση GIS και RS έχει εξελίξει τη μελέτη αγρονομικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Αξιοσημείωτη είναι η διαχρονική αξία της αμπέλου και των προϊόντων της σε παγκόσμιο επίπεδο ενώ σε εθνικό επίπεδο διόλου αμελητέα είναι η συμβολή της Νεμέας στην οινοπαραγωγή. Η σημασία του κρασιού στην οικονομική δραστηριότητα της χώρας, καθιστά αναγκαία τη σύμπραξη των νέων τεχνολογικών μέσων με τις γεωπονικές εξελίξεις.

Σκοπός της μελέτης, είναι η μέσω GIS και τηλεπισκόπησης παρακολούθηση και χωρική μελέτη της συμπεριφοράς δεικτών βλάστησης, όπως οι Normalized Vegetation Index (NDVI), Green Normalized Vegetation Index (GNDVI), Normalized Difference Red Edge Index (NDRE) και 2-band Enhanced Vegetation Index (EVI2), στην αμπελουργική ζώνη του ΟΠΑΠ Νεμέας, καθώς και η διερεύνηση πιθανής επίδρασης εδαφολογικών ιδιοτήτων σε αυτούς. Ο NDVI υπολογίζεται από μια μαθηματική σχέση που συνδυάζει το εγγύς υπέρυθρο και το κόκκινο φάσμα, ο GNDVI το πράσινο και το εγγύς υπέρυθρο, ο NDRE το εγγύς υπέρυθρο και το Red Edge και ο EVI2 το εγγύς υπέρυθρο και του κόκκινου.

Ο δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης NDVI, (Normalized Difference Vegetation Index) δημιουργήθηκε με στόχο τον διαχωρισμό της βλάστησης από τη φωτεινότητα του εδάφους χρησιμοποιώντας αρχικά δορυφορικά δεδομένα Landsat MSS. Αποτελεί τον πλέον δημοφιλή σε εφαρμογή δείκτη σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς έχει μεγάλη χρησιμότητα στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος.

Ο κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης στο πράσινο φάσμα GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index) αποτελεί μία παραλλαγή του δείκτη βλάστησης NDVI, χρησιμοποιώντας το πράσινο φάσμα αντί του κόκκινου.

Ο NDRE είναι ένας δείκτης ευαίσθητος, στην περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη, πόσο πράσινο φαίνεται ένα φύλλο, στην παραλλακτικότητα της φυλλικής επιφάνειας και στις επιδράσεις του εδαφικού υποβάθρου. Το έδαφος έχει συνήθως τις χαμηλότερες τιμές, τα μη υγιή φυτά έχουν ενδιάμεσες τιμές και τα υγιή φυτά έχουν τις υψηλότερες τιμές.

Για να κατανοηθεί η φύση του δείκτη βλάστησης EVI2, θα πρέπει πρώτα να γίνει κατανοητή η σημασία του EVI. Ο δείκτης EVI αποτελεί μια τροποποίηση του NDVI και δημιουργήθηκε για να δώσει βελτιωμένα αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας την ανάκλαση του πιο ευαίσθητου ατμοσφαιρικά μπλε διαύλου. Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα της εφαρμογής του EVI είναι ότι χρειάζεται για τον υπολογισμό του, τη φασματική ζώνη του μπλε, η οποία δεν είναι πάντα διαθέσιμη σε όλα τα δορυφορικά δεδομένα, όπως και στη συγκεκριμένη περίπτωση (Ποϊραζίδης, 2016). Γι' αυτό το λόγο έχει αναπτυχθεί μια έκδοση του EVI, που για τον υπολογισμό της χρειάζεται μόνο τα κανάλια του κόκκινου (Red) και του εγγύς υπέρυθρου (NIR).

Η Νεμέα περίφημη από την αρχαιότητα για το κρασί της ονομαζόταν Φλιάσιον Πεδίο, προς τιμήν της πόλης της αρχαίας Φλειούντας που ήταν συγκεκριμένα γνωστή για τον φλιάσιο οίνο της κοιλάδας του Φλιούντος. Σήμερα, αποτελεί την μεγαλύτερη αμπελουργική ζώνη παραγωγής ερυθρών οίνων ΟΠΑΠ (Οίνοι Ονομασίας Προελεύσεως Ανωτέρας Ποιότητας) στην Ελλάδα. Η Νεμέα εμφανίζει μεγάλη ετερογένεια εδαφικών και κλιματικών συνθηκών λόγω της μεγάλης έκτασής της (ΕΔΟΑΟ, 2018; Ιατρίδου, 2018; Δήμος Νεμέας, 2020; Τσακίρης, 2009).

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

Στη συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκαν, την περίοδο του τρύγου τρεις πτήσεις σε διάρκεια ενός μηνός (Σεπτέμβριος 2019), σε όλη την περιοχή της ζώνης Νεμέας. Οι πτήσεις έλαβαν χώρα στις 8, 22 και 28 Σεπτέμβρη, αντίστοιχα σε κάθε μία από τις τρεις υποζώνες που διακρίθηκε η περιοχή, ακολουθώντας την περίοδο της ωρίμανσης και του τρύγου. Ο τρύγος διαρκεί περίπου 20-30 ημέρες, επειδή η ζώνη είναι πολύ μεγάλη σε έκταση (300 τ.χλμ.) με σημαντικές εδαφοτοποκλιματικές διαφορές που προκαλούν σημαντικές διαφορές στο χρόνο ωρίμανσης. Ο αριθμός των αμπελοτεμαχίων τα οποία μελετήθηκαν ήταν 31 και από κάθε αμπελοτεμάχιο πάρθηκε μία λήψη φασματικών εικόνων.

Για τη συλλογή των δεδομένων τηλεπισκόπησης χρησιμοποιήθηκε το τετρακόπτερο UAV Matrice 100 της DJI™ μαζί με τον πολυφασματικό αισθητήρα Parrot Sequoia. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας διαθέτει 4 μονοφασματικά κανάλια ανάλυσης 1,2 MP.

- Πράσινο (550nm $\pm$ 40nm)
- Ερυθρό (660nm $\pm$ 40nm)
- Red Edge (735nm $\pm$ 10nm)
- NIR (790nm $\pm$ 40nm)

Τέλος διαθέτει ενσωματωμένο GPS και αισθητήρα φωτεινότητας (illumination sensor).

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται, δημιουργήθηκαν στα πλαίσια Ερευνητικού Έργου με τίτλο “Χωροχρονικό Παρατηρητήριο Οινικού & Αμπελουργικού Δυναμικού ΟΠΑΠ ΝΕΜΕΑΣ” (nemeaopap.aua.gr) και είναι:

A. Το πλεγματικό αρχείο Digital Elevation Model (DEM) και

B. Εδαφολογικά δεδομένα (από την εδαφολογική μελέτη της ζώνης Νεμέας) και συγκεκριμένα τα ανθρακικά άλατα, το βάθος εδάφους, η κοκκομετρική σύσταση σε βάθος 0-25 εκ., η κοκκομετρική σύσταση σε βάθος 25-75 εκ., η κοκκομετρική σύσταση σε βάθος 75-150 εκ., η επιφανειακή διάβρωση, η κλίση εδάφους, το μητρικό υλικό, η ταξινομική ομάδα εδαφών και η υδρομορφία (κατάσταση συνθηκών στράγγισης).

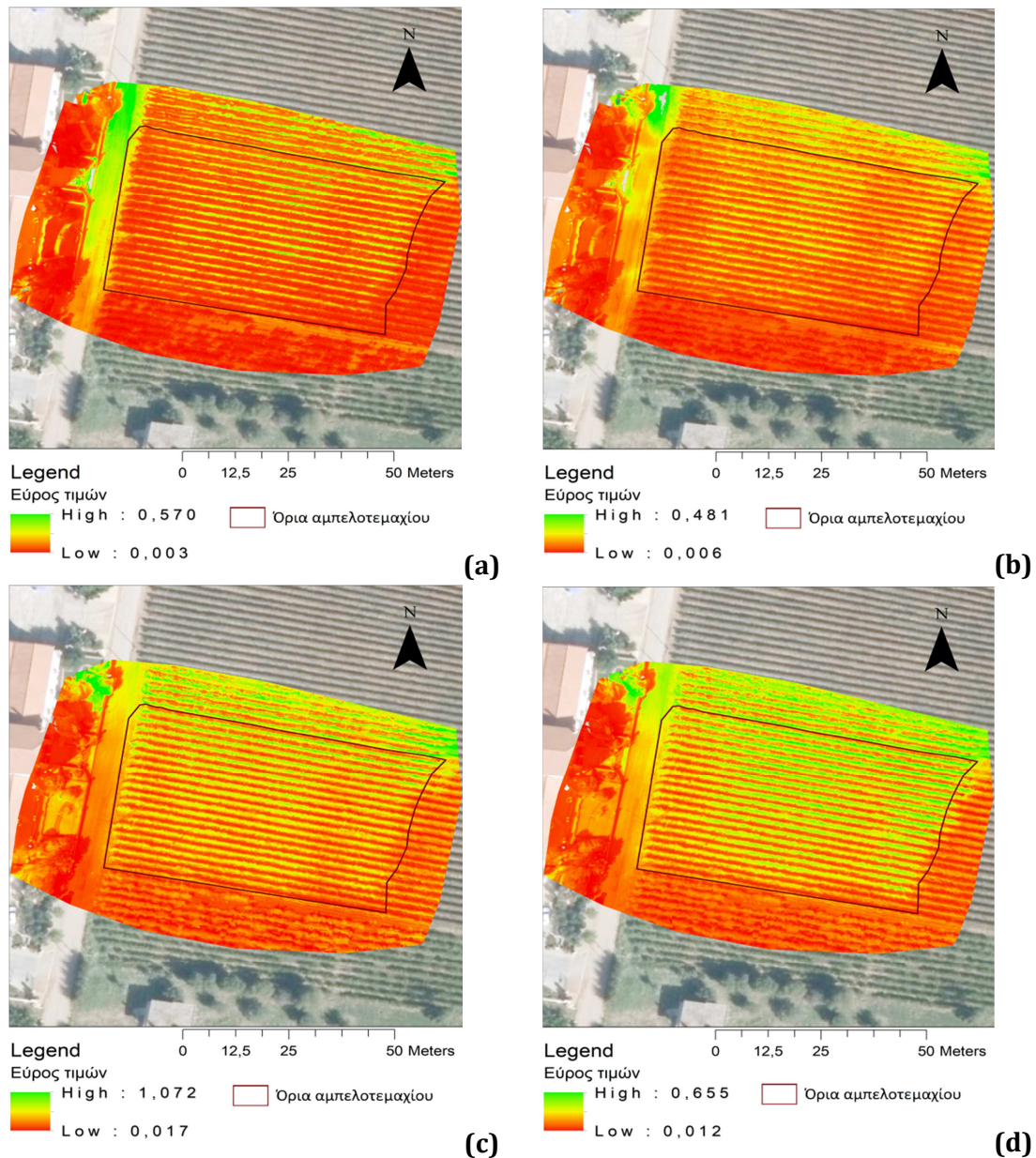
2.2 Μεθοδολογία

Αρχικά, δημιουργήθηκε διανυσματικό αρχείο με τα όρια των αμπελοτεμαχίων, μέσω του Editor του ArcGIS, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια για την εξαγωγή των δεικτών βλάστησης. Η χάραξη των ορίων περιόρισε τα αμπελοτεμάχια σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μειωθούν τα σφάλματα λόγω παρεμβολής του εδάφους, που πιθανόν να προέκυπταν κατά τον υπολογισμό των δεικτών. Η οριοθέτηση έγινε με χρήση ορθομωσαϊκών RGB του έκαστου αμπελοτεμαχίου, που προέκυψαν από το περιβάλλον του Pix4D Mapper, και στη συνέχεια εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν σε περιβάλλον ArcGIS.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε το πλεγματικό αρχείο για το υψόμετρο (DEM) της ζώνης μελέτης, το οποίο αξιοποιήθηκε για την χωρική ανάλυση των δεικτών. Ο υπολογισμός των δεικτών προέκυψε από την χρήση συγκεκριμένων εξισώσεων για τον κάθε δείκτη, όπως προαναφέρθηκε. Με εισαγωγή των πολυφασματικών εικόνων στο Raster Calculator του ArcToolbox, πραγματοποιήθηκαν ως Map Algebra εξισώσεις εκείνες των δεικτών βλάστησης. Για την εξαγωγή των χαρτών χωρικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε σαν υπόβαθρο το πλεγματικό αρχείο DEM. Ενώ παράλληλα με την εντολή του Zonal Statistics as Table, εξήχθησαν τα μονομεταβλητά στατιστικά για τον κάθε δείκτη. Τέλος, εφαρμόστηκαν μοντέλα συσχέτισης των εδαφολογικών δεδομένων με τα στατιστικά δεδομένα των δεικτών βλάστησης, στο στατιστικό πακέτο IBM SPSS.

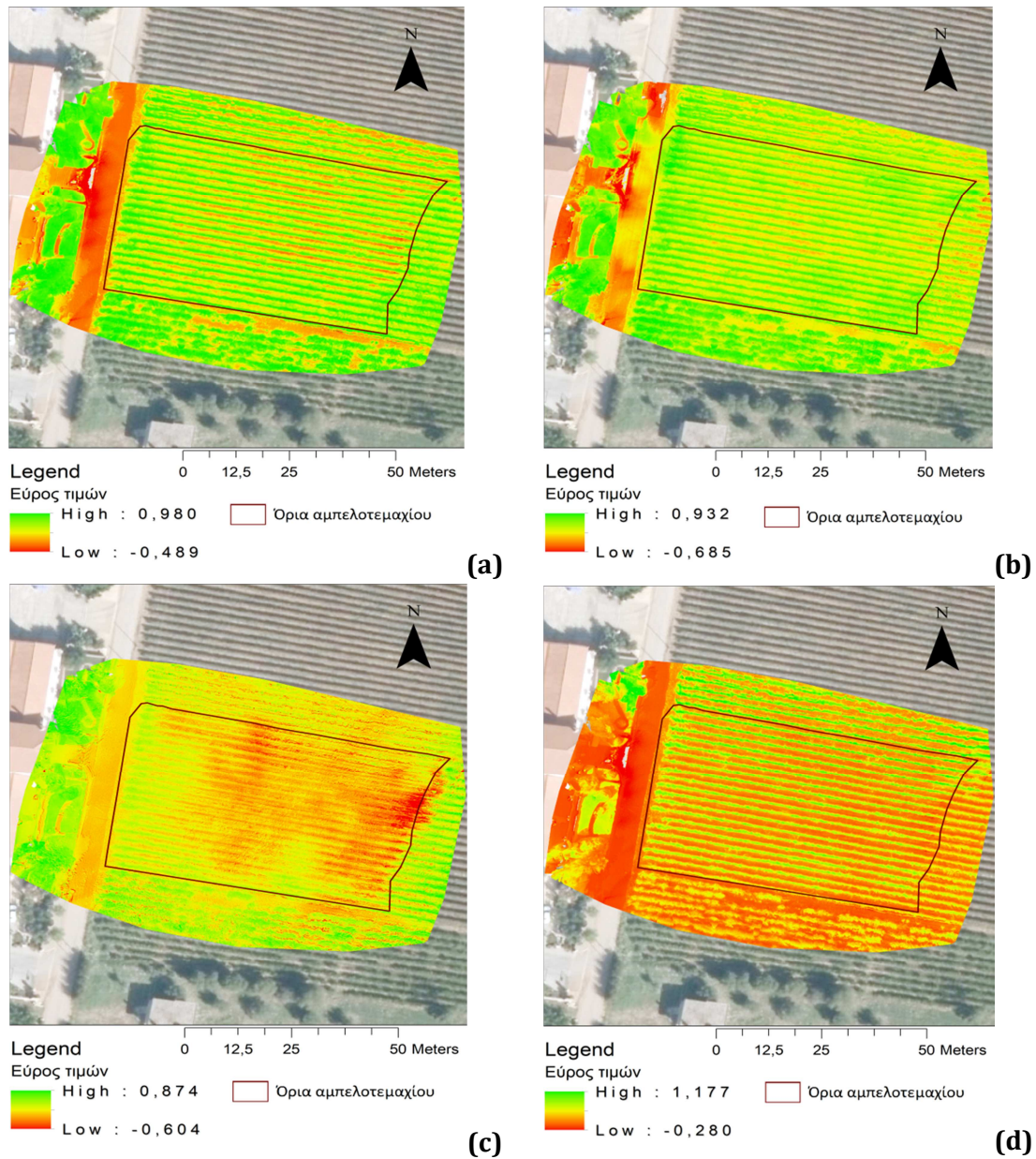
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΓΠΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στην Εικόνα 3.1 παρουσιάζονται τα ορθομωσαϊκά που προέκυψαν από την επεξεργασία των τεσσάρων φασμάτων των εικόνων που ελήφθησαν, μετά από επεξεργασία στο λογισμικό Pix4D Mapper.



Εικόνα 3.1 Ορθομωσαϊκό Red band **(a)**, Ορθομωσαϊκό Green band **(b)**, Ορθομωσαϊκό NIR band **(c)**, Ορθομωσαϊκό RedEdge band **(d)**.

Αντίστοιχα, στην Εικόνα 3.2 παρατίθενται τα πλεγματικά αρχεία, τα οποία απεικονίζουν και την συμπεριφορά του δείκτη στο αγροτεμάχιο.



Εικόνα 3.2 Δείκτης NDVI 08/09/2019 **(a)**, Δείκτης GNDVI 08/09/2019 **(b)**, Δείκτης NDRE 08/09/2019 **(c)**, Δείκτης EVI2 08/09/2019 **(d)**.

Τα μονομεταβλητά στατιστικά δεδομένα, τα οποία υπολογίστηκαν για τους δείκτες, για όλα τα αγροτεμάχια των τριών ημερομηνιών πτήσεων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Συγκεκριμένα, εμφανίζονται τα στοιχεία που προέκυψαν για τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές, το εύρος τιμών, μέσο όρο και την τυπική απόκλιση, τόσο για κάθε αμπελοτεμάχιο ξεχωριστά, όσο και για το σύνολο των αμπελοτεμαχίων ανά ημερομηνία.

Ημερομηνία Πτήσης	Αριθμός Αμπελοτεμαχίου	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
08/09/2019	1	-0,155	0,940	1,095	0,560	0,195
	2	-0,619	0,985	1,604	0,451	0,225
	3	-0,179	0,953	1,132	0,583	0,177
	4	-0,340	0,907	1,247	0,476	0,136
	5	-0,196	0,885	1,081	0,488	0,173
	6	-0,149	0,905	1,054	0,514	0,189
	7	-0,090	0,834	0,924	0,494	0,169
	8	-0,075	0,902	0,976	0,507	0,231
	9	-0,103	0,881	0,983	0,516	0,206
	10	-0,114	0,884	0,998	0,485	0,187
	11	-0,314	0,876	1,190	0,428	0,224
	12	-0,028	0,896	0,924	0,513	0,206
	13	0,046	0,865	0,819	0,485	0,201
	14	-0,066	0,858	0,923	0,460	0,200
22/09/2019	15	0,055	0,928	0,873	0,647	0,194
	16	-0,062	0,937	1,000	0,699	0,162
	17	-0,112	0,936	1,048	0,480	0,246
	18	-0,370	0,963	1,333	0,440	0,224
	19	0,040	0,909	0,868	0,519	0,236
	20	-0,384	0,919	1,303	0,559	0,216
	21	-0,485	0,903	1,387	0,464	0,230
	22	-0,175	0,946	1,121	0,568	0,204
29/09/2019	23	-0,272	0,903	1,176	0,455	0,230
	24	0,018	0,868	0,849	0,513	0,157
	25	0,129	0,917	0,788	0,613	0,202
	26	0,015	0,919	0,903	0,497	0,257
	27	-0,208	0,873	1,081	0,370	0,238
	28	0,042	0,903	0,862	0,537	0,187
	29	-0,047	0,883	0,930	0,467	0,213
	30	-0,211	0,904	1,115	0,512	0,219
	31	-0,130	0,934	1,064	0,497	0,213

(a)

Ημερομηνία Πτήσης	Αριθμός Αμπελοτεμαχίου	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
08/09/2019	1	0,035	0,913	0,878	0,520	0,123
	2	-0,690	0,974	1,664	0,471	0,125
	3	-0,518	0,934	1,453	0,521	0,117
	4	-0,315	0,834	1,149	0,438	0,100
	5	-0,279	0,882	1,161	0,452	0,124
	6	-0,388	0,876	1,264	0,490	0,169
	7	0,021	0,809	0,789	0,520	0,119
	8	-0,009	0,841	0,850	0,514	0,141
	9	-0,030	0,818	0,849	0,511	0,120
	10	-0,172	0,854	1,025	0,488	0,138
	11	0,072	0,808	0,736	0,444	0,142
	12	-0,162	0,894	1,057	0,531	0,154
	13	-0,002	0,815	0,817	0,512	0,136
	14	0,131	0,846	0,716	0,517	0,091
22/09/2019	15	0,157	0,849	0,692	0,571	0,140
	16	0,151	0,874	0,723	0,631	0,102
	17	-0,267	0,903	1,171	0,508	0,147
	18	-0,323	0,879	1,202	0,475	0,130
	19	-0,267	0,903	1,171	0,508	0,147
	20	-0,337	0,869	1,206	0,543	0,132
	21	-0,208	0,863	1,071	0,469	0,169
	22	-0,214	0,936	1,149	0,525	0,156
29/09/2019	23	-0,159	0,884	1,043	0,471	0,146
	24	-0,200	0,856	1,055	0,511	0,125
	25	0,071	0,808	0,737	0,526	0,138
	26	0,012	0,839	0,827	0,411	0,203
	27	-0,104	0,814	0,918	0,386	0,164
	28	0,096	0,841	0,746	0,548	0,100
	29	0,095	0,802	0,707	0,498	0,109
	30	-0,058	0,821	0,879	0,452	0,151
	31	-0,221	0,924	1,145	0,463	0,165

(b)

Ημερομηνία Πτήσης	Αριθμός Αμπελοτεμαχίου	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
08/09/2019	1	-0,700	0,728	1,427	0,099	0,090
	2	-0,786	0,932	1,717	0,104	0,060
	3	-0,650	0,876	1,526	0,189	0,091
	4	-0,633	0,909	1,542	0,105	0,148
	5	-0,467	0,781	1,249	0,130	0,061
	6	-0,354	0,489	0,843	0,140	0,080
	7	-0,256	0,677	0,933	0,130	0,061
	8	-0,482	0,753	1,234	0,118	0,083
	9	-0,627	0,676	1,303	0,145	0,076
	10	-0,333	0,631	0,965	0,160	0,064
	11	-0,269	0,622	0,891	0,143	0,075
	12	-0,322	0,616	0,939	0,143	0,063
	13	-0,294	0,647	0,941	0,118	0,055
22/09/2019	14	-0,533	0,705	1,238	0,166	0,138
	15	-0,421	0,692	1,113	0,188	0,088
	16	-0,509	0,719	1,228	0,146	0,090
	17	-0,683	0,831	1,515	0,119	0,088
	18	-0,359	0,578	0,937	0,146	0,087
	19	-0,457	0,659	1,117	0,145	0,084
	20	-0,507	0,796	1,303	0,144	0,080
	21	-0,506	0,785	1,290	0,142	0,093
29/09/2019	22	-0,532	0,489	1,020	0,066	0,073
	23	-0,553	0,753	1,306	0,060	0,112
	24	-0,265	0,478	0,743	0,125	0,057
	25	-0,280	0,665	0,945	0,138	0,081
	26	-0,362	0,540	0,902	0,099	0,062
	27	-0,464	0,636	1,100	0,135	0,079
	28	-0,353	0,337	0,690	0,048	0,082
	29	-0,564	0,753	1,317	0,094	0,067
	30	-0,703	0,693	1,396	0,056	0,128

(c)

Ημερομηνία Πτήσης	Αριθμός Αμπελοτεμαχίου	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
08/09/2019	1	-0,103	1,033	1,136	0,299	0,179
	2	-0,238	1,007	1,245	0,264	0,189
	3	-0,077	1,105	1,182	0,298	0,204
	4	-0,191	1,035	1,226	0,344	0,126
	5	-0,106	0,868	0,974	0,263	0,120
	6	-0,076	0,903	0,979	0,275	0,159
	7	-0,051	0,767	0,819	0,312	0,112
	8	-0,026	0,885	0,911	0,314	0,165
	9	-0,068	0,877	0,945	0,278	0,172
	10	-0,074	1,016	1,090	0,320	0,160
	11	-0,130	0,887	1,017	0,281	0,167
	12	-0,014	0,952	0,966	0,392	0,162
	13	0,024	0,837	0,813	0,318	0,147
	14	-0,041	0,843	0,885	0,280	0,145
22/09/2019	15	0,025	1,030	1,005	0,306	0,221
	16	-0,032	1,072	1,104	0,373	0,199
	17	-0,018	0,896	0,914	0,243	0,182
	18	-0,174	0,992	1,166	0,283	0,167
	19	0,016	0,837	0,822	0,275	0,156
	20	-0,165	0,933	1,098	0,321	0,172
	21	-0,337	1,059	1,396	0,307	0,180
	22	-0,109	1,304	1,413	0,394	0,200
29/09/2019	23	-0,110	0,847	0,957	0,293	0,178
	24	0,009	0,903	0,895	0,317	0,157
	25	0,070	0,845	0,774	0,364	0,179
	26	0,004	0,977	0,972	0,309	0,218
	27	-0,120	0,871	0,991	0,245	0,173
	28	0,012	0,833	0,821	0,250	0,170
	29	-0,019	0,701	0,720	0,245	0,169
	30	-0,113	1,190	1,303	0,358	0,204
	31	-0,097	1,064	1,161	0,315	0,186

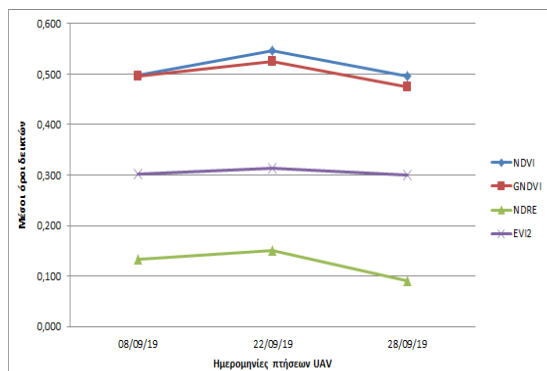
(d)

NDVI	Ημερομηνία πτήσης	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
	08/09/2019	-0,170	0,898	1,068	0,497	0,194
	22/09/2019	-0,187	0,930	1,117	0,547	0,214
	29/09/2019	-0,074	0,900	0,974	0,496	0,213
GNDVI	Ημερομηνία πτήσης	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
	08/09/2019	-0,165	0,864	1,029	0,495	0,128
	22/09/2019	-0,139	0,876	1,015	0,525	0,140
	29/09/2019	-0,052	0,843	0,895	0,474	0,145
NDRE	Ημερομηνία πτήσης	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
	08/09/2019	-0,475	0,718	1,193	0,133	0,078
	22/09/2019	-0,497	0,721	1,218	0,150	0,093
	29/09/2019	-0,453	0,594	1,047	0,091	0,082
EVI2	Ημερομηνία πτήσης	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
	08/09/2019	-0,084	0,930	1,013	0,303	0,158
	22/09/2019	-0,099	1,015	1,115	0,313	0,185
	29/09/2019	-0,040	0,914	0,955	0,300	0,181

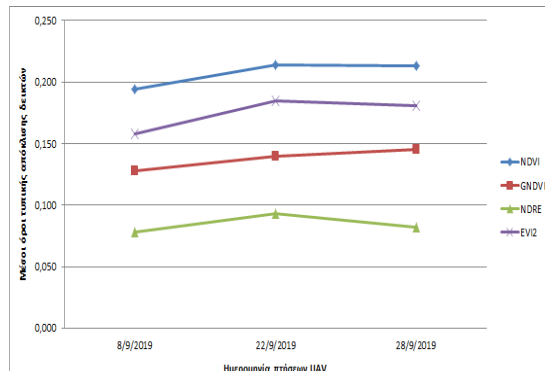
(e)

Πίνακας 3.1 Μονομεταβλητά στατιστικά δεδομένα δείκτη NDVI **(a)**, Μονομεταβλητά στατιστικά δεδομένα δείκτη GNDVI **(b)**, Μονομεταβλητά στατιστικά δεδομένα δείκτη NDRE **(c)**, Μονομεταβλητά στατιστικά δεδομένα δείκτη EVI2 **(d)**, Μέσοι όροι μονομεταβλητών ανά ημερομηνία πτήσεως **(e)**.

Ακολουθώς δημιουργήθηκαν διαγράμματα με τα μονομεταβλητά δεδομένα των δεικτών. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν η συμπεριφορά της μέσης τιμής, και της τυπικής απόκλισης κάθε δείκτη σε καθεμία από τις τρεις ημερομηνίες πτήσης, όπως παρατίθενται στο Σχήμα 3.1.



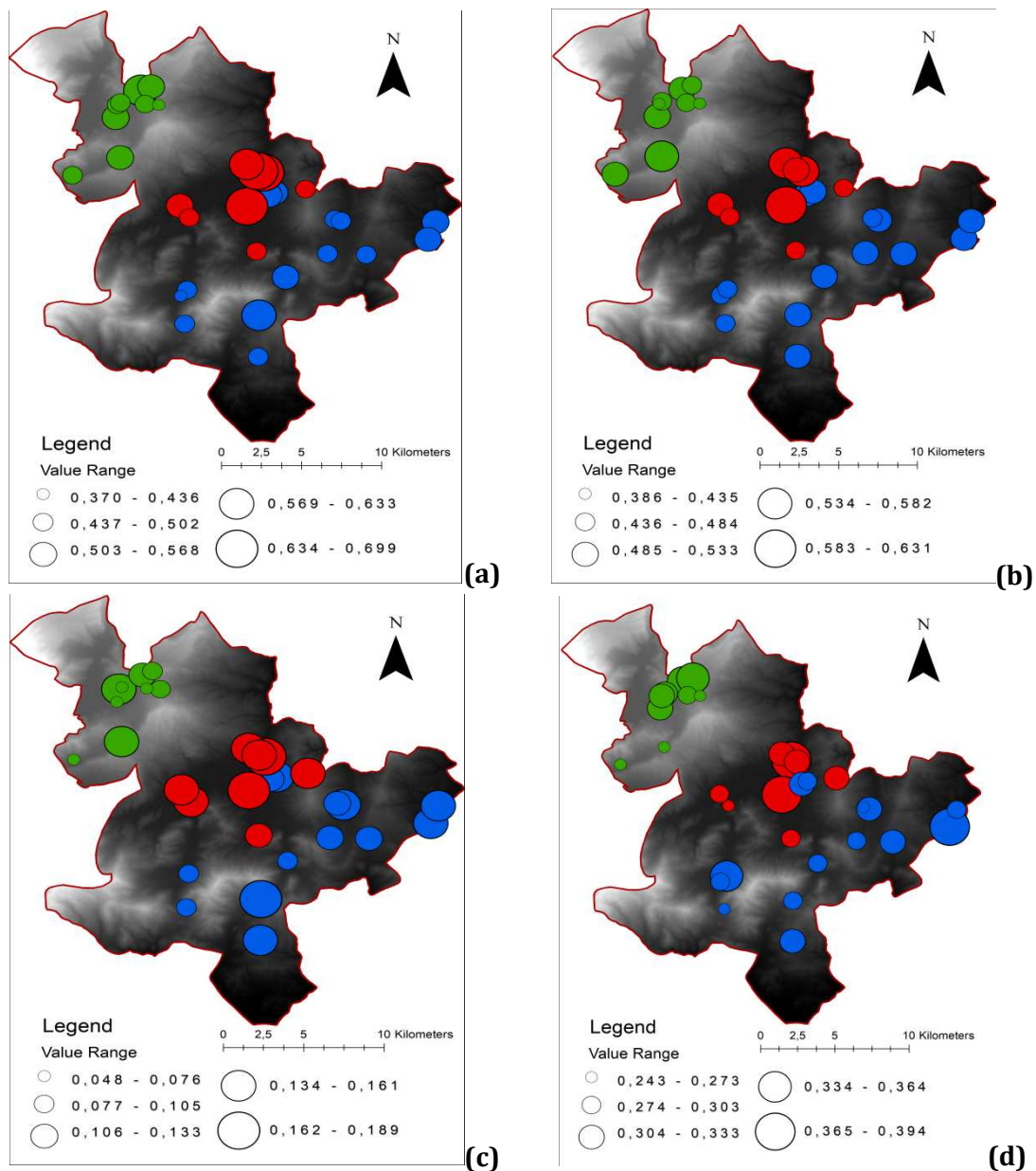
(a)



(b)

Σχήμα 3.1 Μέσοι όροι δεικτών των βλάστησης, συναρτήσει του χρόνου μελέτης, 08/09/2019 (14 αμπελοτεμάχια), 22/09/2019 (8 αμπελοτεμάχια), 28/09/2019 (9 αμπελοτεμάχια) **(a)**, Μέσοι όροι τυπικής απόκλισης των δεικτών βλάστησης, συναρτήσει του χρόνου μελέτης, 08/09/2019 (14 αμπελοτεμάχια), 22/09/2019 (8 αμπελοτεμάχια), 28/09/2019 (9 αμπελοτεμάχια) **(b)**.

Όσον αφορά στη χωρική ανάλυση των τεσσάρων δεικτών, με χρήση του πλεγματικού αρχείου DEM της περιοχής ως υπόβαθρο, πραγματοποιήθηκε δημιουργία θεματικών χαρτών, οι οποίοι απεικονίζουν την χωρική κατανομή των δεικτών στην περιοχή μελέτης. Στην Εικόνα 3.3. παρουσιάζονται τα επιμέρους αποτελέσματα.



Εικόνα 3.3 Χάρτης χωρικής κατανομής NDVI **(a)**, Χάρτης χωρικής κατανομής GNDVI **(b)**, Χάρτης χωρικής κατανομής NDRE **(c)**, Χάρτης χωρικής κατανομής EVI2 **(d)**.

- 08/09/2019
- 22/09/2019
- 28/09/2019

Όσον αφορά στη χωρική ανάλυση και διακύμανση των δεικτών, προέκυψε ότι όλοι οι δείκτες εμφάνισαν τις μέγιστες τιμές τους στην κεντρική υποζώνη, της γενικότερης περιοχής μελέτης, ενώ σημείωσαν τα ελάχιστα τους στη βορειότερη ζώνη, την τελευταία ημερομηνία των πτήσεων. Γενικότερα, οι τιμές των μέσων όρων των NDVI, GNDVI και EVI2 δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποζωνών της περιοχής μελέτης, ενώ ο NDRE πρόβαλλε κάποιες αποκλίσεις τόσο μεταξύ των τριών υποζωνών, όσο και εντός κάθε υποζώνης.

Ως προς τις εδαφολογικές ιδιότητες της περιοχής: βάθος εδάφους, μητρικό υλικό, και η υδρομορφία της περιοχής δεν εντοπίστηκε κάποια επιρροή στη συμπεριφορά των δεικτών. Ωστόσο, ο έλεγχος των μέσων όρων των δεικτών μεταξύ των τεσσάρων κατηγοριών επιφανειακής διάβρωσης (One-way Anova) στις οποίες ανήκουν τα αμπελοτεμάχια που μελετήθηκαν, υπέδειξε την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής επίδρασης στους δείκτες NDVI [$F(3,20)= 3,458$ και $p= 0,036$] και GNDVI [$F(3,20)= 4,835$ και $p= 0,011$]. Σημαντική επίσης επίδραση είχε και η ταξινομική ομάδα των εδαφών τόσο για τον NDVI [$F(3,25)= 3,215$ και $p= 0,040$] όσο και για τον GNDVI [$F(3,25)= 3,068$ και $p= 0,046$]. Ο GNDVI, ακόμη, φάνηκε να επηρεάζεται κι από την κλίση του εδάφους [$F(4,24)= 6,257$ και $p= 0,001$], συμπεριφορά που πιθανόν υποδεικνύει μεγαλύτερη ικανότητα ανάπτυξης της αμπέλου σε μικρότερες κλίσεις. Αντίθετα, ο NDRE και ο EVI2 φαίνεται να μην επηρεάζονται από κάποια από τις εδαφικές ιδιότητες που εξετάστηκαν.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο σύνολο τους, οι μέσοι όροι για έκαστο δείκτη μεταξύ των υποζωνών, ήταν παραπλήσιοι και δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Χαμηλές τιμές που εμφάνισαν και οι τέσσερις δείκτες στη βορειότερη ζώνη πιθανόν να οφείλεται στην ιδιομορφία της ευρύτερης περιοχής, η οποία παρουσιάζει έντονη διαφοροποίηση στα εδαφοτοποκλιματικά της χαρακτηριστικά. Οι δείκτες φάνηκε να καταγράφουν την ωρίμανση με ομοιογενή τρόπο, παρόλο που οι πτήσεις έγιναν σε διαφορετικό χρόνο.

Οι εδαφολογικές ιδιότητες, οι οποίες εξετάστηκαν, δεν φάνηκαν να επηρεάζουν σημαντικά το σύνολο των δεικτών. Ωστόσο, η ύπαρξη επίδρασης της επιφανειακής διάβρωσης και της ταξινομικής ομάδας των εδαφών στους δείκτες NDVI και GNDVI και της κλίσης εδάφους στον GNDVI θα μπορούσε να οφείλεται στην άμεση σύνδεση των ιδιοτήτων αυτών με την γονιμότητα και κατά συνέπεια την ευρωστία της βλάστησης της αμπέλου, η οποία καταγράφεται από τους δείκτες. Η ευαισθησία των δύο δεικτών στην παρουσία και εντοπισμό της βλάστησης αντανακλάται στα παραπάνω αποτελέσματα.

Μελλοντικά, θα ήταν ωφέλιμη η χρήση διαφορετικού εξοπλισμού, άλλες κάμερες με περισσότερα φάσματα, για την εξαγωγή περισσότερων δεικτών βλάστησης, ώστε να γίνουν επιπλέον συσχετίσεις με παρόμοιες ή και διαφορετικές εδαφολογικές ιδιότητες. Η διεξαγωγή ενός μοτίβου συμπεριφοράς των δεικτών, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός σε ζώνες με πολυποίκιλα χαρακτηριστικά, όπως και στην παρούσα περιοχή μελέτης, για την αναγνώριση τόσο των αναγκών της ζώνης όσο και της ίδιας της αμπέλου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δήμος Νεμέας. (2020). *Οίνος*. Retrieved from <http://www.nemea.gr/oinos>

ΕΔΟΑΟ. (2018). ΠΟΠ Νεμέα. Retrieved from http://www.newwinesofgreece.com/lista_oionon_pop/el_pop_nemea.html

Ιατρίδου, Ε. (2018). *Νεμέα: Δρόμοι κρασιού και ιστορίας*. Retrieved from <http://www.greek-crossroads.gr>

Καλύβας, Δ. (2003). *Εδαφολογία*. Εκδόσεις Ίων.

Καρτέρης, Μ. (2004). *Τηλεπισκόπηση περιβάλλοντος*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Κατσίκης, Ι. (2020). *Τηλεπισκοπικά δεδομένα από πλατφόρμα UAV και χωρική ανάλυση για την παρακολούθηση και αξιολόγηση πειραματικών τεμαχίων καλλιέργειας κριθαριού*. Μεταπτυχιακή

Λαλάκης, Γ. (2019). *Έξυπνοι αισθητήρες για την παρακολούθηση υπαίθριων καλλιεργειών*, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕΙ Κρήτης

Τσακίρης, Α. (2009). *Ελληνική Οινογνωσία*. Αθήνα. Εκδόσεις Ψύχαλος.

Φουντάς, Σ., Γέμτος, Θ. (2015). *Γεωργία ακριθείας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11419/2670>

Συλλογή και ανάλυση χωρικών τροχιών GPS/GNSS: Το παράδειγμα της Θεσσαλονίκης

ΖΩΓΡΑΦΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ
ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2020
ΤΗΛ.: (+30) 6957432001, E-mail: georgios.zografos07@gmail.com



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο “Συλλογή και ανάλυση χωρικών τροχιών GPS/GNSS: Το παράδειγμα της Θεσσαλονίκης” παρουσιάζεται αρχικά το θεωρητικό υπόβαθρο των τεχνολογιών παρακολούθησης και των υπηρεσιών βάσει τοποθεσίας και πραγματοποιείται η σύνδεση τους με τον χωρικό σχεδιασμό. Γίνεται μια επισκόπηση των συστημάτων εντοπισμού θέσης, των λειτουργικών τμημάτων του GPS/GNSS, των τύπων εξωτερικών δεκτών που χρησιμοποιούνται στην έρευνα και την σύνδεση αυτών με τον χωρικό σχεδιασμό και την χαρτογραφία. Στη συνέχεια, αναλύονται τα δεδομένα χωρικών τροχιών (spatial trajectories) και οι διαδικασίες παραγωγής τους. Ακόμη, αναφέρονται τα ζητήματα ηθικής, απορρήτου και προστασίας των προσωπικών δεδομένων και δεδομένων τοποθεσίας. Επίσης, παρουσιάζονται παραδείγματα εφαρμογών ανάλυσης των χωρικών τροχιών σε πόλεις του εξωτερικού. Τέλος, πραγματοποιείται ανάλυση της περιοχής μελέτης και παρουσιάζονται τα στάδια επεξεργασίας των χωρικών δεδομένων και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των χαρτογραφικών υποβάθρων. Μέσα από αυτήν την εργασία γίνεται προσπάθεια για την ανάλυση, κατανόηση και παρουσίαση των δυνατοτήτων που προκύπτουν από την τεχνολογία GPS/GNSS και συγχρόνως την ανάδειξη και κατανόηση για την υιοθέτηση της στις διαδικασίες σχεδιασμού.

ABSTRACT

In the framework of the present thesis titled "Collection and analysis of spatial trajectories GPS / GNSS: The example of the city of Thessaloniki" initially presents the theoretical background of tracking technologies and location-based services and their connection to spatial planning. In addition, there is an overview of global location systems, GPS/GNSS operating departments, the types of external receivers used in research and their connection to spatial planning and cartography. Then, the spatial trajectories and their production processes are analyzed. The issues of ethics, confidentiality and protection of personal data and location data are also mentioned. Also, examples of spatial analysis applications in cities abroad are presented. Finally, an analysis of the study area is performed and the stages of processing spatial data and the tools used to produce cartographic backgrounds are presented. Through this work, an effort is made to analyze, understand and present the possibilities that arise from GPS/GNSS technology and at the same time to highlight and understand it for their adoption in spatial processes.

Λέξεις-φράσεις κλειδιά: tracking technologies, τεχνολογίες παρακολούθησης, παγκόσμια δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης, GPS/GNSS, spatial planning, χωρικός σχεδιασμός, χωρικές τροχιές, spatial trajectories

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ανάθεση εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο “Ανάλυση των μοτίβων κινητικότητας μέσω χωρικών τροχιών GPS: Το παράδειγμα της Θεσσαλονίκης”, εκπονήθηκε από τον Ζωγράφο Γεώργιο, προπτυχιακό φοιτητή στο τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης της Πολυτεχνικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.), κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019-2020. Την επίβλεψη της διπλωματικής εργασίας έχει αναλάβει ο κ. Στυλιανίδης Ευστράτιος, Αντιπρύτανης Έρευνας και Δια Βίου Εκπαίδευσης και Αναπληρωτής Καθηγητής Α.Π.Θ..

1.2 Σκοπός –αντικείμενο και μεθοδολογίας της Διπλωματικής Εργασίας

Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν δημιουργήσει μια σειρά εξεζητημένων και άμεσα διαθέσιμων ψηφιακών τεχνολογιών παρακολούθησης, από τα οποία το πιο γνωστό είναι το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS/GNSS). Ωστόσο, οι ερευνητές που μελετούν τον αστικό και εξωαστικό χώρο δεν έχουν αξιοποιήσει πλήρως τα πλεονεκτήματα αυτών των τεχνολογικών συστημάτων. Οι τεχνολογίες παρακολούθησης είναι σε θέση να παρέχουν χωρικά και χρονικά δεδομένα υψηλής ανάλυσης που θα μπορούν ενδεχομένως να βοηθήσουν, να εξειδικεύσουν, να αυξήσουν και να προωθήσουν την έρευνα σε διάφορους τομείς της επιστήμης του χώρου. Ενώ η εφαρμογή των τεχνολογιών παρακολούθησης αναπτύχθηκε ουσιαστικά στις κοινωνικές επιστήμες και τις επιστήμες των μεταφορών κατά την τελευταία δεκαετία, δεν κατάφερε να αξιοποιηθεί στον επιστημονικό τομέα του πολεοδομικού και του χωροταξικού σχεδιασμού. Παρόλο, που το ενδιαφέρον για την πραγματική χρήση, ιδίως, του δημόσιου χώρου είναι κυρίαρχο από τη γέννηση του επαγγέλματος του πολεοδομικού σχεδιασμού, η πραγματική χρήση των μεθόδων που το μελετούν παρέμεινε περιορισμένη. Η χρήση νέων τεχνολογιών παρακολούθησης μπορεί να επηρεάσει τη διαδικασία του χωρικού σχεδιασμού και το είδος των χωρικών παρεμβάσεων που αναμένονται μελλοντικά.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην ανάλυση, μελέτη, κατανόηση και παρουσίαση των δυνατοτήτων που προκύπτουν από τις τεχνολογίες παρακολούθησης και συγχρόνως στην ανάδειξη αυτών των καινοτόμων τεχνολογιών για την υιοθέτηση τους στις διαδικασίες σχεδιασμού. Είναι ορθό να αναθεωρήσουμε, να εισαγάγουμε και να εφαρμόσουμε τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών για τη διεύρυνση της δυναμικής, της αξιοπιστίας και της διαφάνειας του σχεδιασμού και την εξαγωγή και την σύνθεση νέων συμπερασμάτων στις πολεοδομικές και χωροταξικές διαδικασίες. Μέχρι στιγμής, η έρευνα σχετικά με τις χώρο-χρονικές δραστηριότητες (time-spaced activities) που χρησιμοποιούν τεχνολογίες παρακολούθησης, όπως το σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS/GNSS) περιορίστηκε σε μεγάλο βαθμό στις μελέτες μεταφορών και συγκεκριμένα στις μελέτες που εντοπίζουν τις διαδρομές των μηχανοκίνητων οχημάτων. Ανάλογες μελέτες που επικεντρώνονται στις χωρικές δραστηριότητες των πεζών είναι σπανιότερες. Μία πιθανή εξήγηση για την κατάσταση αυτή είναι ότι η συλλογή δεδομένων από τους πεζούς με αυτό τον τρόπο είναι πιο περίπλοκη από ό, τι για τα μηχανοκίνητα οχήματα. Ενώ για ένα αυτοκίνητο το προηγμένο σύστημα παρακολούθησης είναι απλώς ένα ακόμη εξάρτημα που δεν θα επηρεάσει τη φύση των δεδομένων που συλλέγονται, στην περίπτωση των πεζών το σύστημα παρακολούθησης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο διακριτικό και παθητικό, ώστε να μην επηρεαστεί ο φυσιολογικός τρόπος συμπεριφοράς του ατόμου. Αυτές οι απαιτήσεις ήταν δύσκολο να επιτευχθούν μέχρι πρόσφατα όταν άρχισαν να εμφανίζονται στην αγορά μικροί, ελαφριοί και εξαιρετικά ευαίσθητοι δέκτες με μεγάλους χρόνους λειτουργίας.

Μέσω της εργασίας επιδιώκεται να εξεταστούν κάποια βασικά ερωτήματα όπως:

1. Ποια είναι η αξία του GPS/GNSS ως «τεχνολογία παρακολούθησης» που μετρά τις δραστηριότητες των ανθρώπων, τόσο σε περιφερειακή κλίμακα όσο και σε τοπική κλίμακα.
2. Ποια είναι η συμβολή του GPS/GNSS στις παραδοσιακές μεθόδους χωρικού σχεδιασμού.

3. Ποια είναι η απόδοση του GPS/GNSS ως οργάνου ερευνητικής τεχνικής στα πλαίσια του χωρικού σχεδιασμού.
4. Με ποιον τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν συσκευές GPS/GNSS στην ανάλυση και διαχείριση γεωγραφικών περιοχών και χωρικών ενοτήτων.

1.3 Σύνδεση των τεχνολογιών παρακολούθησης με τον χωρικό σχεδιασμό

Τα τελευταία χρόνια, η ταχεία ανάπτυξη και διαθεσιμότητα μικρών, φτηνών και αξιόπιστων συσκευών παρακολούθησης έχει οδηγήσει σε ανοδική τάση τις έρευνες που χρησιμοποιούν τέτοιες τεχνολογίες. Οι συσκευές GPS προσφέρουν στους ερευνητές, την ευκαιρία για συνεχή και εντατική συλλογή δεδομένων υψηλής ανάλυσης, που δεν ήταν ποτέ δυνατή στο παρελθόν για το χωρικό σχεδιασμό. Η ικανότητα συλλογής χώρο-χρονικών (time-space data) δεδομένων με υψηλές αναλύσεις για μεγάλες χρονικές περιόδους, δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας νέων προοπτικών έρευνας και δημιουργεί ευκαιρίες για τη διατύπωση νέων ερευνητικών ερωτημάτων, που δεν θα μπορούσαν να αποδοθούν προηγουμένως. Θα μπορούσαν οι πιθανές επιπτώσεις των τεχνολογιών παρακολούθησης στη χωρική επιστήμη να συγκριθούν με τον αντίκτυπο της εισαγωγής ψηφιακών πλατφόρμων υψηλής ανάλυσης σε άλλες επιστήμες, όπως η μαγνητική τομογραφία στην ιατρική, το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο στη χημεία και τη βιολογία, τον δορυφόρο στην τηλεπισκόπηση.

Οι τεχνολογίες παρακολούθησης θα μπορούσαν να κάνουν πολλά για να διευκολύνουν και μάλιστα να βελτιώσουν την έρευνα στον χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό. Πρώτον, αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να παρακολουθούν τα ζητήματα χρονικά και χωρικά για μεγάλες περιόδους παθητικά, μειώνοντας τα εμπόδια στο ελάχιστο. Δεύτερον, παρέχουν στους ερευνητές μια πολύ πιο ακριβή βάση δεδομένων και επιπλέον μια βάση δεδομένων που χαρακτηρίζεται από έναν εξαιρετικά υψηλό βαθμό χωρικής ανάλυσης. Αυτά τα τεχνικά πλεονεκτήματα θα μπορούσαν με τη σειρά τους να χρησιμεύσουν για να προωθήσουν και να ανοίξουν νέες, προηγουμένως ανέφικτες, ευκαιρίες έρευνας στην επιστήμη του χώρου. Οι προηγμένες μέθοδοι συλλογής δεδομένων παρακολούθησης θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της κατανόησης της χωροθέτησης των εμπορικών καταστημάτων ή τη μέτρηση και αξιολόγηση της ζωτικότητας των κέντρων των πόλεων. Θα μπορούσαν επίσης να αξιοποιηθούν για την έρευνα του φαινομένου της αστικής διάχυσης στις διάφορες μορφές του, την ολοκληρωμένη κατανόηση του αντίκτυπου των επισκεπτών στις πόλεις αλλά και την εξέταση της συμπεριφοράς των κινήσεων και γενικότερα της χρήσης της πόλης ως σύνολο, από τους επισκέπτες και τους κατοίκους της.

Ο χωρικός σχεδιασμός, ειδικά όταν επικεντρώνεται στα κέντρα των πόλεων, μπορεί να επωφεληθεί σε μεγάλο βαθμό από τα μέσα ψηφιακής παρακολούθησης, με μεθόδους για την ανίχνευση των διαδρομών σε μεγάλες χρονικές κλίμακες με ακρίβεια και συνέπεια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι επιχειρηματικές, εμπορικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες των περισσότερων πόλεων είναι σε μεγάλο βαθμό συγκεντρωμένες στο κέντρο της πόλης, το οποίο διακρίνεται έτσι από τα υψηλά επίπεδα κίνησης. Αυτό ισχύει ακόμη και στις πιο ανεπτυγμένες αστικές οικονομίες, στις οποίες παρατηρείται μια μετάβαση της επιχειρηματικής δραστηριότητας προς την περιφέρεια τα τελευταία χρόνια. Ωστόσο, το κέντρο της πόλης παραμένει στο επίκεντρο την κοινωνικής, οικονομικής, διοικητικής και πολιτιστικής ζωής (Haklay, κ.ά., 2001).

Παρόλο, που οι τεχνολογίες αυτές έχουν τεράστια αξία και δυναμική ως εργαλεία συλλογής χωρικών δεδομένων, είναι εμφανές ότι υπάρχουν αρκετά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν από τους ερευνητές, προτού μπορέσουν να αξιοποιηθούν πλήρως και αποτελεσματικά. Πρώτον, υπάρχει ένα υλικοτεχνικό πρόβλημα που αφορά τις δυσκολίες που σχετίζονται με τη διανομή και τη συλλογή των συσκευών παρακολούθησης κατά τη διάρκεια των ερευνών. Το δεύτερο ζήτημα είναι κυρίως ηθικό και αφορά συγκεκριμένα τον τρόπο με τον οποίο οι συσκευές αυτές μπορούν να επηρεάσουν και να διεισδύσουν στην ιδιωτική ζωή των ατόμων. Πράγματι, οι τεχνολογίες εντοπισμού εγείρουν σοβαρές ανησυχίες σχετικά με παραβιάσεις της ιδιωτικής ζωής και προωθούν πρακτικές της «κοινωνίας της επιτήρησης» (Lyon, 2001), καθώς και δυνατότητες καλύτερης παρακολούθησης του «ψηφιακού ατόμου» (Curry, 2000). Αυτό δεν είναι ένα νέο ζήτημα, καθώς

ακόμα και σήμερα οι εμπορικές εταιρείες κινητής τηλεφωνίας μπορούν να εντοπίσουν τη θέση των χρηστών κινητών τηλεφώνων (Foroohar, 2003) και συχνά χρησιμοποιούν αυτή τη γνώση για να “βομβαρδίσουν” τους πελάτες με ανεπιθύμητες πληροφορίες σχετικά με τις υπηρεσίες και τα γεγονότα που βρίσκονται κοντά (Curry, 2000, Fisher και Dobson, 2003).

2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ GPS/GNSS ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2.1 Μεθοδολογική προσέγγιση

Για την ανάλυση των χωρικών τροχιών που προέρχονται από συσκευές GPS/GNSS γίνεται χρήση επιμέρους λογισμικών και εφαρμογών και διακρίνονται διαφορετικά στάδια επεξεργασίας ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται τα δεδομένα.

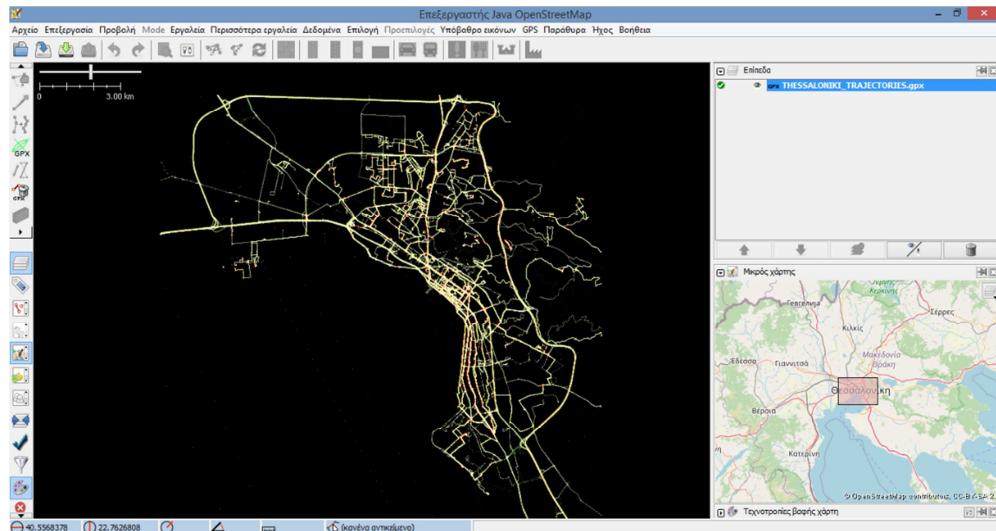
- A. Σε πρώτο στάδιο γίνεται οριστικοποίηση της περιοχής μελέτης μέσω του εντοπισμού και της αποτύπωσης της σε περιβάλλον Γ.Σ.Π.. Σκοπός είναι να συλλεχθούν οι συντεταγμένες, που οριοθετούν την περιοχή μελέτης και οι κατάλληλες χωρικές πληροφορίες (διοικητικά όρια, χρήσεις γης, οδικό δίκτυο, σημεία ενδιαφέροντος) για την υφιστάμενη κατάσταση, που θα βοηθήσουν στην μετέπειτα ανάλυση. Προκειμένου να δοθεί έμφαση στην ανάλυση των δεδομένων και να εξαχθούν καλύτερα αποτελέσματα, συλλέχθηκαν στοιχεία για το ΠΣΘ και τον Δήμο Θεσσαλονίκης.
- B. Ακολουθεί, η συλλογή και αποθήκευση των δεδομένων θέσης σε αρχεία καταγραφής, τα οποία μπορούν να διαβαστούν και να εισχωρήσουν χαρτογραφικά σε κατάλληλα λογισμικά και εφαρμογές.
- C. Στη συνέχεια, γίνεται η επεξεργασία τους σε Η/Υ με την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ), για την παραγωγή και αρχική οπτικοποίηση των δεδομένων με την επιθυμητή γεωχωρική πληροφορία (καλυπτόμενη διαδρομή, διανυθείσα απόσταση, τοποθεσίες που επισκέφτηκαν).
- D. Τέλος, χρησιμοποιούνται εργαλεία επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων για την οπτικοποίηση και ανάλυση αυτών, με σκοπό την άντληση και εξαγωγή χρήσιμων χωρικών πληροφοριών.

2.2 Συλλογή δεδομένων

Προκειμένου να συλλεχθούν χρήσιμα χωρικά δεδομένα, τα οποία μπορούν να διαβαστούν και να εισχωρήσουν χαρτογραφικά στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα του OpenStreetMap (OSM). Υπάρχουν πάνω από 3,6 δισεκατομμύρια δεδομένα και 1,3 δισεκατομμύρια ετικέτες στη βάση δεδομένων του OSM. Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων του OSM η οποία αποτελεί μια από τις παγκοσμίως μεγαλύτερες και πλουσιότερες βάσεις δεδομένων GPS/GNSS. Ο κύριος λόγος αφορά ζητούμενα απορρήτου, ηθικής και προστασίας των δεδομένων τοποθεσίας όπου αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Συγκεκριμένα, το OSM δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να συλλέξει δεδομένα χωρικών τροχιών GPS/GNSS, τα οποία είναι δημόσια διαθέσιμα προς τους ενδιαφερόμενους.

Εξαιτίας του μεγάλου όγκου των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε επιπλέον το JOSM (Java OpenStreetMap) ένα λογισμικό GIS για την επεξεργασία των γεωγραφικών δεδομένων του OpenStreetMap σε γλώσσα προγραμματισμού Java. Συνολικά, για την περιοχή της Θεσσαλονίκης έγινε λήψη 630.000 σημείων GPS/GNSS. Από τα σημεία αυτά έγινε εξαγωγή 163 χωρικών τροχιών με συνολικό μήκος 2.671,4 χιλιομέτρων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω στην εικόνα 39 και χαρτογραφικά σε περιβάλλον GIS στην εικόνα 41. Για την συλλογή, χρήση, επεξεργασία και οπτικοποίηση των δεδομένων λήφθηκαν υπόψη οι όροι και οι προϋποθέσεις σύμφωνα με το Open Database License (ODbL) (<https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>).

ΕΙΚΟΝΑ 1: Συλλογή και οπτικοποίηση των χωρικών τροχιών σε περιβάλλον JOSM, Πηγή: Ιδία επεξεργασία



2.3 Επεξεργασία και οπτικοποίηση δεδομένων

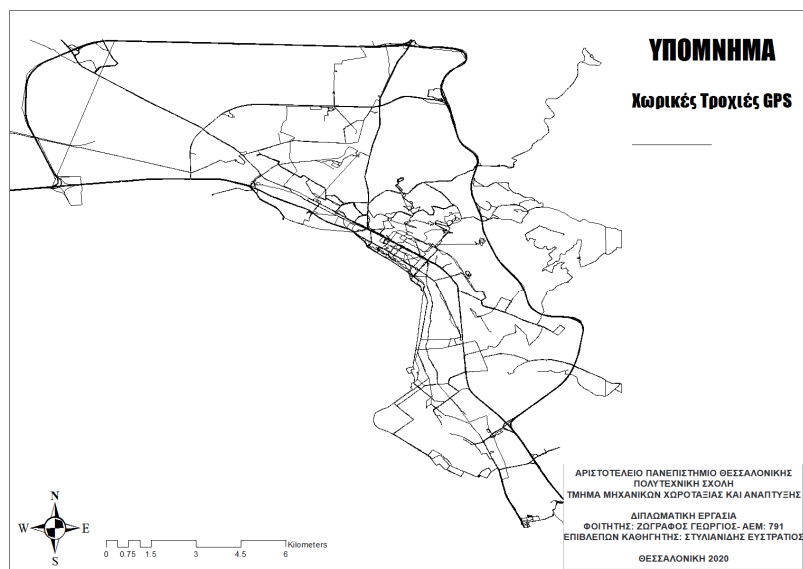
Για να εισχωρήσουν και να επεξεργαστούν οι χωρικές τροχιές σε περιβάλλον GIS, χρησιμοποιήθηκε το Google Earth το οποίο δέχεται δεδομένα σε μορφή .GPX. Το .GPX είναι αρχείο δεδομένων GPS/GNSS, το οποίο αποτελεί ανοικτό πρότυπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ελεύθερα από προγράμματα GPS/GNSS. Περιέχει δεδομένα θέσης γεωγραφικού μήκους και γεωγραφικού πλάτους, που μπορεί να περιλαμβάνουν σημεία, διαδρομές και τροχιές. Τα αρχεία .GPX αποθηκεύονται σε μορφή .XML, το οποίο επιτρέπει την εισαγωγή και ανάγνωση των δεδομένων GPS/GNSS από πολλαπλά προγράμματα και υπηρεσίες.



ΕΙΚΟΝΑ 2: Οπτικοποίηση των χωρικών τροχιών GPS/GNSS σε μορφή .kml στο Google Earth, Πηγή: (Ιδία επεξεργασία)

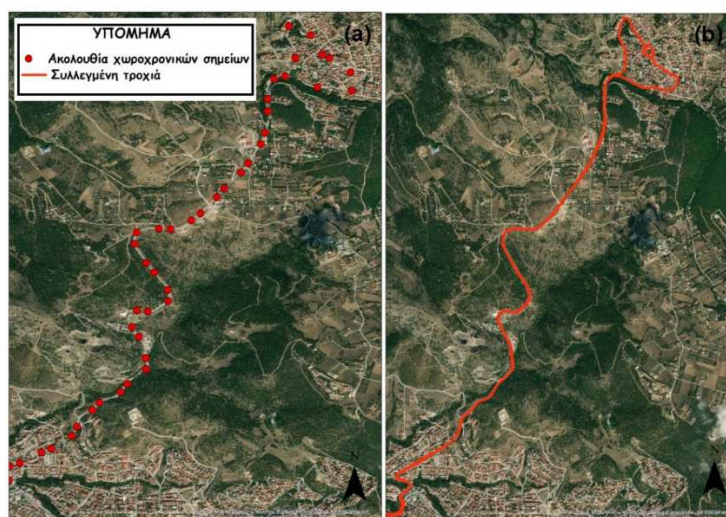
Μέσα από το Google Earth μετατράπηκαν τα δεδομένα .GPX σε μορφή .KML που είναι μια μορφή αρχείων για την αποθήκευση γεωγραφικών δεδομένων. Για την μετατροπή τους σε αρχείο .SHP, ώστε να γίνει η οπτικοποίηση στο ArcGIS, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο KML to Layer (Conversion) από την εργαλειοθήκη του ArcGIS: Toolboxes → System Toolboxes → Conversion Tools → KML to Layer. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στην εικόνα 3.

Στην εικόνα 3 καταγράφεται το σύνολο των χωρικών τροχιών που συλλέχθηκαν από δεδομένα GPS/GNSS για το Πολεοδομικό Συγκρότημα και τον Δήμο Θεσσαλονίκης. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο μια χωρική τροχιά είναι ένα ίχνος που παράγεται από ένα κινούμενο α-



ΕΙΚΟΝΑ 3: Οπτικοποίηση χωρικών τροχιών GPS στο ArcMap, Πηγή: (Ιδία επεξεργασία)

ντικείμενο γεωγραφικά, συνήθως αντιπροσωπεύεται από μια σειρά χρονολογικά διατεταγμένων σημείων, όπου κάθε σημείο αποτελείται από ένα σύνολο γεωγραφικών συντεταγμένων και ένα χρονικό σημάδι. Για γίνει καλύτερα αντιληπτό στην παρακάτω εικόνα απομονώθηκε ένα δείγμα από τα διαθέσιμα δεδομένα.



ΕΙΚΟΝΑ 1: Αποτύπωση μεμονωμένης χωρικής τροχιάς GPS/GNSS, Πηγή: (Ιδία επεξεργασία)

Η εισαγωγή των δεδομένων στο Arc Map δίνει την πρόσβαση σε αναλυτικότερες πληροφορίες για το σύνολο των χωρικών τροχιών. Συγκεκριμένα το attribute table περιέχει τις παρακάτω πληροφορίες.

- **FID:** το αναγνωριστικό στοιχείο των σημείων στον πίνακα
- **Shape:** ο γεωμετρικός τύπος του αντικειμένου

- **Name:** το όνομα ως περιγραφικό στοιχείο
- **Begin:** το χρονικό σημάδι αρχής της κίνησης
- **End:** το χρονικό σημάδι τέλους της κίνησης
- **Long (longitude):** το γεωγραφικό μήκος των σημείων
- **Lat (latitude):** το γεωγραφικό πλάτος των σημείων

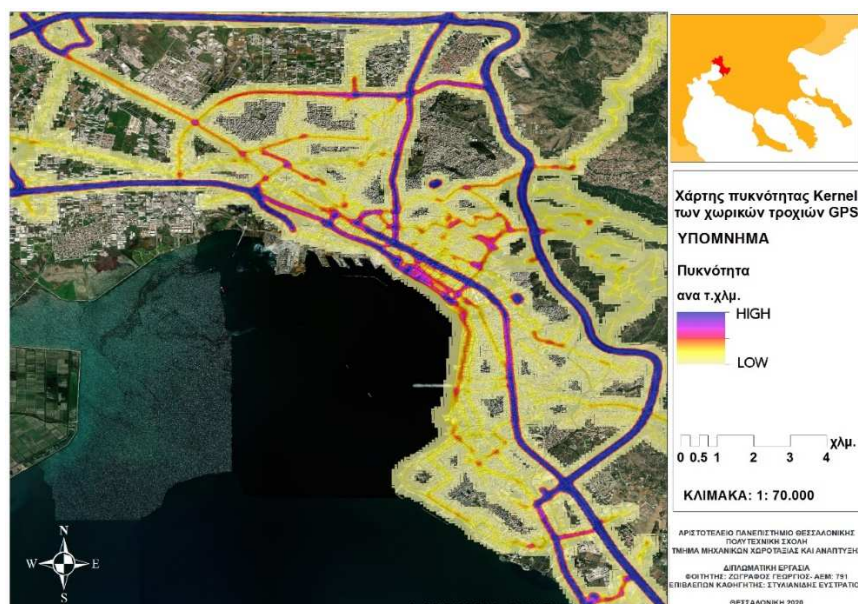
2.4 Ανάλυση δεδομένων

Προκειμένου η εξέταση και η ανάλυση να πραγματοποιηθούν ορθολογικά ώστε να εξαχθούν αποτελέσματα και να εντοπιστούν χωρικά μοτίβα, είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθεί σε δυο κλίμακες. Πρώτα, εξετάζονται οι χωρικές τροχιές GPS/GNSS που καλύπτουν σχεδόν ολόκληρο το Πολεοδομικό Συγκρότημα Θεσσαλονίκης και στη συνέχεια τα δεδομένα αναλύονται σε επίπεδο Δήμου. Ο λόγος προκύπτει από το γεγονός ότι η διακριτική ικανότητα για τον εντοπισμό της χωρικής μεταβλητότητας, είναι διαφορετική όταν αλλάζει η κλίμακα του χάρτη. Στην συγκεκριμένη εργασία τα δεδομένα δεν είναι δυναμικά, ωστόσο διαφοροποιείται η ιεράρχηση και η κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου και ο σκοπός, η συχνότητα, η ένταση και γενικότερα το χωρικό αποτύπωμα των μετακινήσεων σε κάθε χωρικό επίπεδο. Γενικότερα, η ανάλυση εφαρμόζεται σε διάφορες ακτίνες που αντιπροσωπεύουν διαφορετικές κλίμακες στις οποίες λειτουργεί η πόλη.

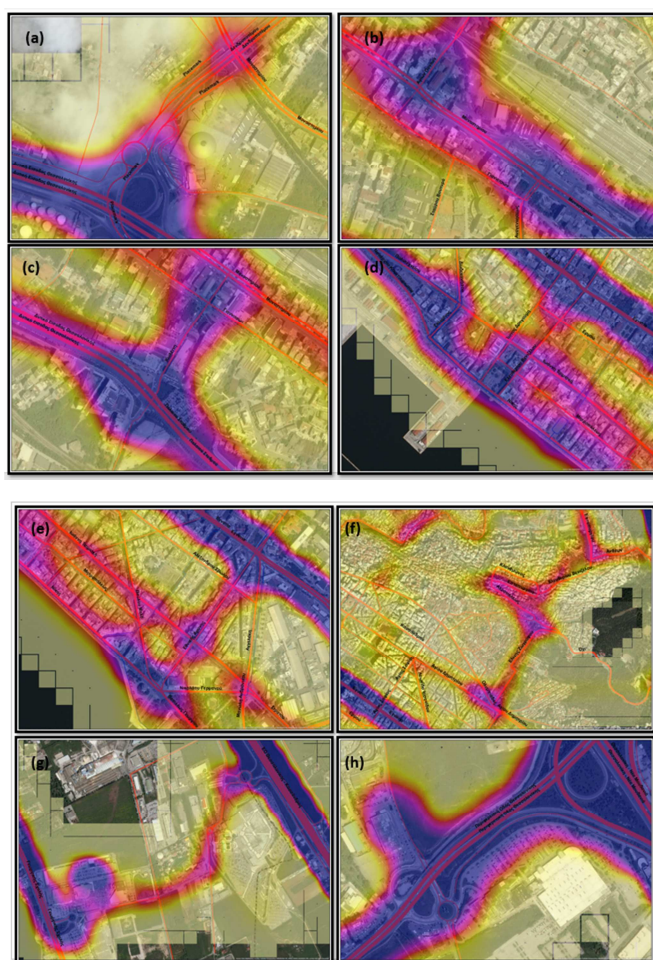
Για την ανάλυση και την εξαγωγή αποτελεσμάτων για τον χωρικό αποτύπωμα των μετακινήσεων από δεδομένα GPS/GNSS επιλέχθηκε το εργαλείο Kernel Density (Μέθοδος Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα) από την εργαλειοθήκη του Spatial Analyst στο ArcMap. Με την χρήση της τεχνικής χωρικής παρεμβολής υπολογίζεται μια τιμή ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε σημειακό ή γραμμικό δεδομένο. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι ένα σύνολο δεδομένων raster. Η επιλογή του μεγέθους κελιού και η ακτίνα που υπολογίστηκαν επιλέχθηκαν με βάση το εκάστοτε χωρικό επίπεδο.

Η χρήση της Μεθόδου Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα (Kernel Density) συλλαμβάνει την πραγματική ουσία του χώρου εστιάζοντας σε ολόκληρη την επιφάνεια και όχι μεμονωμένα στο κάθε μέρος της. Πρόκειται για την δημιουργία επιφανειών που αναπαριστούν τις περιοχές στις οποίες κινούνται οι πολίτες. Έτσι, αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την παρούσα εργασία. Για όλα τα δεδομένα ορίστηκε σύστημα συντεταγμένων και επιλέχθηκε το προβολικό σύστημα Greek Grid που αφορά το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ'87).

Η εξέταση των χωρικών τροχιών στο Πολεοδομικό Συγκρότημα Θεσσαλονίκης καλύπτει σχεδόν το σύνολο της επιφάνειας της κατά μήκος του οδικού δικτύου. Η ακτίνα εφαρμογής της μεθόδου επέρχεται στα 200 m και το μέγεθος κελιού στα 65x65 m. Τα αποτελέσματα από την εκτέλεση του εργαλείου εμφανίζονται στην εικόνα 5.



ΕΙΚΟΝΑ 5: Χάρτης πυκνότητας Kernel των χωρικών τροχιών GPS/GNSS στο ΠΣΘ, Πηγή: (Ιδία επεξεργασία)

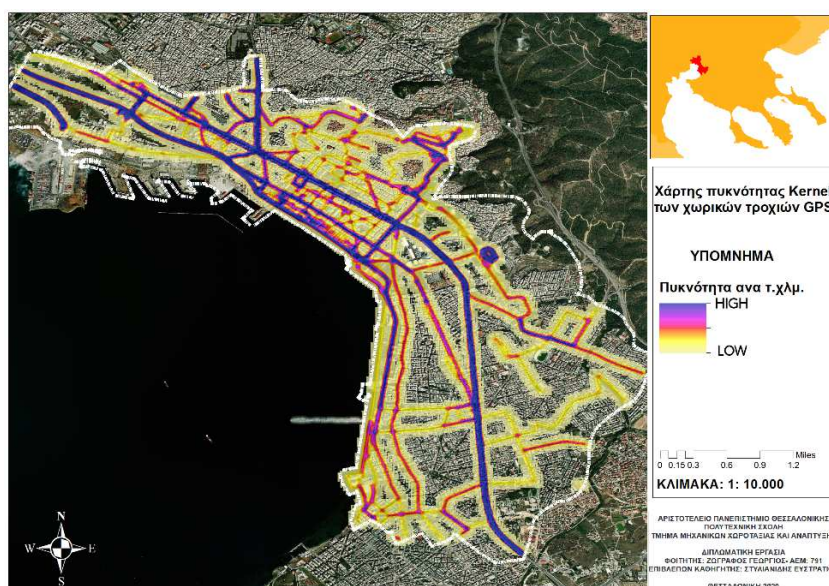


ΕΙΚΟΝΑ 62: Απεικόνιση πυρήνων υψηλών συγκεντρώσεων χωρικών τροχιών στο ΠΣΘ, (α) υπεραστικός σταθμός Κ.Τ.Ε.Λ. Μακεδονίας, (β) Νέος Σιδηροδρομικός Σταθμός (επιβατική πύλη), (γ) εμπορικό κέντρο One Salonica και άλλα εμπορικά καταστήματα, (δ) πλατεία Αριστοτέλους και περιοχή των Λαδάδικων, (ε) Λευκός Πύργος, Δ.Ε.Θ. και Καμάρα, (φ) Άνω Πόλη και Επταπύργιο, (γ) Εμπορικό κέντρο Mediterranean Cosmos, ΙΚΕΑ, (h) Εμπορικό κέντρο Μακεδονία

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η ανάλυση των χωρικών τροχιών εκτός από το ΠΣΘ, εφαρμόζεται και για τον Δήμο Θεσσαλονίκης. Η ακτίνα εφαρμογής της μεθόδου σε αυτή την περίπτωση επέρχεται στα 50 m και το μέγεθος κελιού στα 27x27 m. Τα αποτελέσματα από την εκτέλεση του εργαλείου εμφανίζονται στην εικόνα 8.

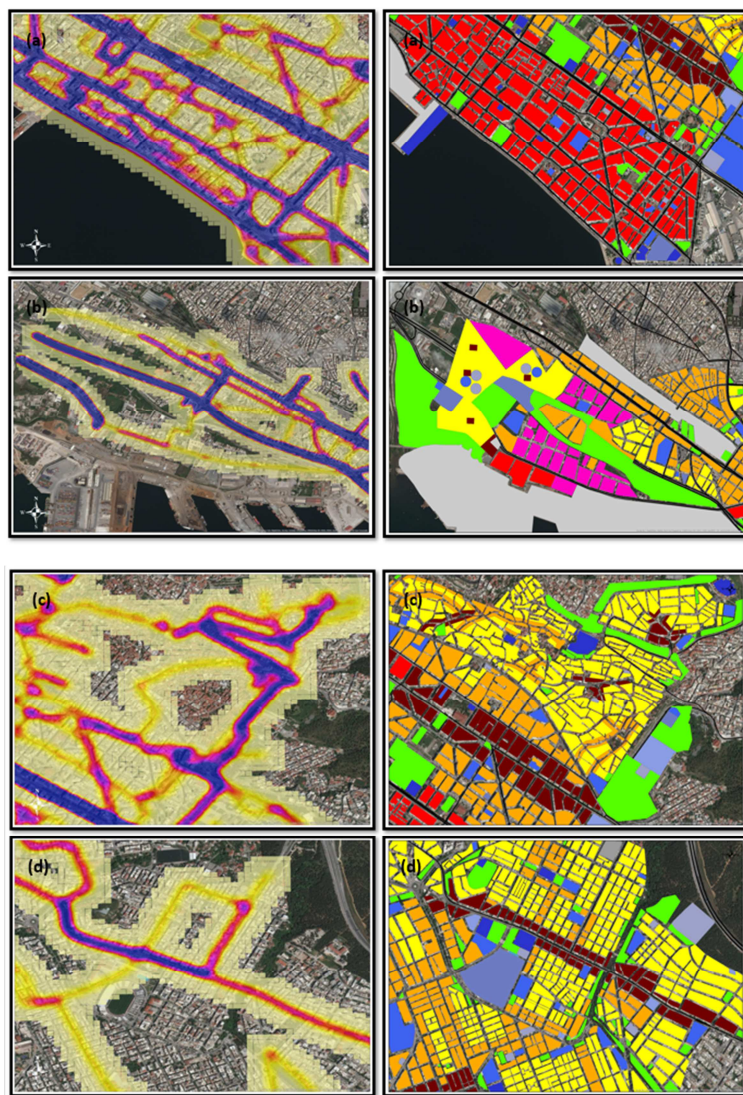


ΕΙΚΟΝΑ 3: Οπτικοποίηση χωρικών τροχιών GPS/GNSS για τον Δήμο Θεσσαλονίκης, Πηγή: (Ιδία επεξεργασία)



ΕΙΚΟΝΑ 8: Χάρτης πυκνότητας Kernel των χωρικών τροχιών GPS/GNSS στον Δήμο Θεσσαλονίκης, Πηγή: (Ιδία επεξεργασία)

Όπως αναφέρθηκε, η αλλαγή στην κλίμακα του χάρτη επομένως και στην ανάλυση, αποφέρει διαφορές στα αποτελέσματα και τα χωρικά μοτίβα για το σύνολο των δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο αποκαλύπτονται πτυχές των δεδομένων που προηγουμένως πιθανώς να ήταν αδύνατο να εντοπιστούν. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης σε μεγαλύτερη κλίμακα (Δήμου Θεσσαλονίκης) εμφανίζονται στην εικόνα 8.



ΕΙΚΟΝΑ 4: Απεικόνιση πυρήνων υψηλών συγκεντρώσεων χωρικών τροχιών στον Δήμο Θεσσαλονίκης, (α) ιστορικό κέντρο, (β) 8^η Δημοτική Κοινότητα (c) άνω πόλη (d) Οδός Λαμπράκη

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια, η ταχεία πρόοδος στις τεχνολογίες που βασίζονται στο GPS/GNSS ενισχύει την ανάπτυξη νέων μεθόδων χωρικής έρευνας. Το GPS/GNSS έχει πλεονεκτήματα σε σύγκριση με παραδοσιακές μεθόδους έρευνας, καθώς επιτρέπει την ακριβή και συνεχή παραγωγή χωρικά πλούσιων δεδομένων. Η αξία του GPS/GNSS ως εργαλείο έρευνας είναι ενδιαφέρουσα να εξεταστεί, καθώς προσθέτει γνώσεις σχετικά με την χρήση του χώρου και διευρύνει τις δυνατότητες των παραδοσιακών ερευνών στα πλαίσια του χωρικού σχεδιασμού. Στην παρούσα διπλωματική εργασία με τη συλλογή, οπτικοποίηση και ανάλυση των τροχιών (διαδρομών), που πραγματοποιούνται στον Δήμο και το Πολεοδομικό Συγκρότημα Θεσσαλονίκης, εφαρμόζονται οι δυνατότητες των τεχνολογιών αυτών για την υιοθέτηση τους στις χωροταξικές και πολεοδομικές διαδικασίες. Τα νέα δεδομένα που παράγονται και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτά, προσθέτουν μια νέα βάση για την πρόβλεψη και προβολή των μελλοντικών αστικών εξελίξεων. Σε γενικές γραμμές, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το GPS/GNSS αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιήσιμο μέσο για τη συλλογή χωροχρονικών δεδομένων σε διαφορετικές κλίμακες, ωστόσο η χρήση της τεχνολογίας και η ανάπτυξη συσκευών GPS/GNSS εξακολουθούν να αποτελούν σημαντικές προκλήσεις για μελλοντική έρευνα.

Παρόλο, που η τεχνολογία αυτή έχει τεράστια αξία και δυναμική στον χωρικό σχεδιασμό και στις πολιτικές λήψης αποφάσεων, είναι ορατό ότι εγείρονται αρκετά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν, ώστε να αξιοποιηθούν πλήρως και αποτελεσματικά. Το κυριότερο ζήτημα είναι ηθικό και αφορά τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επηρεάσουν και να διεισδύσουν στην ιδιωτική

ζωή των ατόμων. Είναι γεγονός ότι εγείρονται σοβαρές ανησυχίες σχετικά με παραβιάσεις της ιδιωτικότητας των πολιτών και ιδιαίτερα της δυνατότητας πολλαπλής συλλογής, επεξεργασίας και διασταύρωσης προσωπικών δεδομένων. Ο έλεγχος των πληροφοριών θέσης αποτελεί κεντρικό ζήτημα για την ιδιωτικότητα της τοποθεσίας, για το σκοπό αυτό αναπτύσσονται νέες τεχνικές για την προστασία τους.

Οι μέθοδοι που εξετάστηκαν δεν αντικαθιστούν σε καμία περίπτωση παραδοσιακές μεθόδους ανάλυσης και ερμηνείας του χώρου αλλά μπορούν παράλληλα και συνδυαστικά να εξελίσσουν και να ενισχύσουν την επιστήμη που μελετά τον χώρο ολιστικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Ahas, R. και Mark, U. (2005). *Location-based services - New challenges for planning and public administration?* 37 (6), σσ. 547-561.
- Baloglu, S. (2001). Image variations of Turkey by familiarity index: informational and experiential dimensions, *Tourism Management*, 22(2), σσ. 127-133.
- Basiri, A., Amirian, P. και Mooney, P. (2016). *Using Crowdsourced Trajectories for Automated OSM Data Entry Approach*.
- Beresford, A. R. και Stajano, F. (2003). Location privacy in pervasive computing. *IEEE Pervasive Computing*, 2 (1): σσ. 46-55.
- Boerwinkel, H. W. J. (1995). Management of recreation and tourist behaviour at different spatial levels, στο Ashworth G. J. και Dietvorst A. G. J. (Eds.), *Tourism and spatial transformations—Implications for policy and planning*, σσ. 241-263.
- Castro, P. S., Zhang, D. και Li, S. (2012). Urban traffic modelling and prediction using large scale taxi GPS traces. *Proceedings of the 10th International Conference on Pervasive Computing (Pervasive'12)*, σσ. 57-72.
- Chen, L. (2005). *Robust and fast similarity search for moving object trajectories*.
- Chen, Z., Shen, H. T., Zhou, X., Zheng, Y. και Xie, X. (2010). *Searching trajectories by locations- An efficiency study*.
- Chow, C. Y. και Mokbel, M. F. (2011). Privacy of Spatial Trajectories, στο Zheng, Y. και Zhou, X., (Eds.), *Computing with Spatial Trajectories*, Berlin, Germany, σσ. 109-138.
- Curry, M. R. (2000). The power to be silent: testimony, identity and the place of place. *Historical Geography* 28, σσ. 13-24.
- Deng, K., Xie, K., Zheng, K. και Zhou, X. (2011). Trajectory Indexing and Retrieval, στο Zheng, Y. και Zhou, X. (Eds.), *Computing with Spatial Trajectories*, Berlin, Germany, σσ. 35-60.
- De Bois, P. (1998). *STOA-Method for Urban Design and Analysis, preliminary version*.
- De Bois, P. (1998). *STOA-Method for Urban Design and Analysis*, preliminary version, Delft University of Technology: Delft, the Netherlands.
- De Bois, P., Buurmans, K. και De Josselin de Jong, F. (2007). *Parks and Plazas in Apeldoorn*, Research report, Municipality of Apeldoorn, the Netherlands.
- De Bois, P. και Haan, R. (2009). *GPS experiment in Almere*.
- Djukanic, G. M. και Richton, R. E. (2001). Geolocation and assisted GPS. *Computer* 34 (2), σσ. 123-25.
- Dunne, G., Buckley, J. και Flanagan, S. (2010). Towards an understanding of international city break travel. *International Journal of Tourism Research*, 12(5), σσ. 409-417.
- Edwards, D. και Griffin, T. (2013). Understanding tourists' spatial behaviour: GPS tracking as an aid to sustainable destination management, *Journal of Sustainable Tourism*, 21(4), σσ. 580-595.
- Edwards, D., Griffin, T. και Hayllar, B. (2008). Urban tourism precincts: An overview of key themes and issues, στο Hayllar, B., Griffin, T. και Edwards, D., (Eds.), *City spaces, tourist places: Urban tourism precincts*, σσ. 95-105.
- Elliott, D., Kaplan, C. και Hegarty, J. (2006). *Understanding GPS Principles and Applications Second Edition*.
- El-Rabbany, A. (2002). *Introduction to GPS: The Global Positioning System*.
- Fisher, P. και Dobson, J. (2003). Who knows where you are, and who should, in the era of mobile geography, *Geography*, 88(4), σσ. 331-337.
- Foroohar, R. (2003). *The all-seeing eyes; new mobile phones can find almost everything, including you*.
- Frentzas, E., Gratsias, K., Pelekis, N. και Theodoridis, Y. (2007). Algorithms for nearest neighbor search on moving object trajectories. *Geoinformatica* 11(2), σσ. 159-193.
- Gladstone, D. L. και Fainstein, S. S. (2001). Tourism in US global cities: A comparison of New York and Los Angeles. *Journal of Urban Affairs*, 23(1), σσ. 23-40.
- Goodchild, M. F. (2009). Neogeography and the nature of geographic expertise. *Journal of Location Based Services*, 3 (2), σσ. 82-96.
- Goodchild, M. F., Fu, P. και Rich, P. (2007). Sharing geographic information: an assessment of the geospatial one-stop. *Annals of the Association of American Geographers*, 97 (2), σσ. 249-265.
- Goodchild, M. F. και Glennon, J. A. (2010). *Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier*.
- Haklay, M. O'sullivan, D. και Thurstain-Goodwin, M. (2001). So go downtown: simulating pedestrian movement in town centers. *Environment and Planning B* 28(3), σσ. 343-359.
- HKTb (2009a). A Statistical Review of Hong Kong 2008 (Hong Kong: Hong Kong Tourism Board).
- HKTb (2009b). Visitor Profile Report 2008 (Hong Kong: Hong Kong Tourism Board).
- HKTb (2010). Visitor Arrival Statistics – Dec 2009 (Hong Kong: Hong Kong Tourism Board).
- Hoofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. και Collins, J. (1994). *Global Positioning System: Theory and Practice*, New York: Springer-Verlag.
- Huang, H. Gartner, G. Krisp, J. M. Raubal, M. και Van de Weghe, N. (2018). *Location based services: ongoing evolution and research agenda*.
- Jianga B. και Yao, B. (2006). *Location-based services and GIS in perspective*.
- Kaplan, E. (1990). *Understanding GPS: Principles and Applications*, Norwood, MA: Artech House.
- Kemperman, A. D. A. M., Joh, C. και Timmermans, H. (2003). Comparing first time and repeat visitors activity patterns, *Tourism Analysis*, 8(2), σσ. 159-164.

- Kido, H., Yanagisawa, Y. και Satoh, T. (2005). *An anonymous communication technique using dummies for location-based services*. In: 2nd IEEE International Conference on Pervasive Services (ICPS). Santorini, Greece: IEEE.
- Koepfel, I. (2000). *What are location services? From a GIS perspective*, ESRI white paper.
- Krumm, J. (2007). *Inference attacks on location tracks*. Toronto, Canada: IEEE.
- Lee, W. C. και Krumm, J. (2011). Trajectory processing, στο Zheng, Y. AND Zhou, X. (Eds.), *Computing with Spatial Trajectories*, Berlin, Germany, σσ. 1–31.
- Lehto, X. Y., Kim, D. Y. και Morrison, A. M. (2006). The effect of prior destination experience on online information search behavior, *Tourism and Hospitality Research*, 6(2), σσ. 160–178.
- Lin, M. και Hsu, W. J. (2013). *Mining GPS data for mobility patterns: A survey*, *Pervasive and Mobile Computing Volume 12*, σσ. 1-16.
- Lyon, D. (2001). *Surveillance Society: Monitoring everyday life*. Buckingham, Open University Press.
- Maratnia, N. και de By, R. (2004). Spatio-Temporal Compression Techniques for Moving Point Objects. *International Conference on Extending Database Technology (EDBT)*, σσ. 765–782.
- Martino, M., Britter, R., Outram, C., Zacharias, C., Biderman, A. και Andratti, C. (2010). *Senseable City*. In *Digital Urban Modelling and Simulation*.
- McKercher, B. και Lau, G. (2008). Movement patterns of tourists within a destination, *Tourism Geographies*, 10(3), σσ. 355–374.
- McKercher, B. και Lew, A. (2004). A Tourist flows and the spatial distribution of tourists, στο Lew, A. A., Hall, C. M. AND Williams A. M. (Eds.), *A Companion of Tourism*. Oxford: Blackwell, σσ. 36–48.
- Millonig, A. και Gartner, G. (2008). Shadowing - Tracking - Interviewing: How to Explore Human Spatio-Temporal Behaviour Patterns, στο Gottfried, B. και Aghajan, H., (Eds.), *Technical Report 48: Workshop on Behaviour Monitoring and Interpretation*, Kaiserslautern, σσ. 1-15.
- Millonig, A. και Gartner, G. (2007). *Monitoring Pedestrian Spatio-Temporal Behaviour*.
- O'Connor, A., Zerger, A. και Itami, B. (2005). Geo-temporal tracking and analysis of tourist movement, *Mathematics and Computers in Simulation*, σσ. 35–150.
- Oppermann, M. (1998). Destination threshold potential and the law of repeat visitation, *Journal of Travel Research*, 37(2), σσ. 131–137.
- Pei, J., Hua, M., Tao, Y. και Lin, X. (2008). *Query answering techniques on uncertain and probabilistic data: tutorial summary*.
- Raper, J., Gartner, G., Karimi, H. και Rizos, C. (2007a). A Critical Evaluation of Location Based Services and Their Potential. *Journal of Location Based Services* 1(1), σσ. 5–45.
- Reddy, M. J., D. και Kumar, D. N. (2015). *Elitist-Mutated Multi-Objective Particle Swarm Optimization for Engineering Design*.
- Schilit, B. N., Hong, J.I. και Gruteser, M. (2003). Wireless location privacy protection. *IEEE Computer*, 36(12): σσ. 135–137.
- Serr, K., Windholz, T. και Weber, K. (2006). Comparing GPS Receivers: A Field Study, στο
- Langley, R. B. (1991). *The Orbits of GPS Satellites*, σσ. 50-53.
- Shang, S., Deng, K. και Xie, K. (2010). *Best point detour query in road networks*.
- Shiode, N., Li, C., Batty, M., Longley, P. και Maguire, D. (2004). *The impact and penetration of location-based services*.
- Shoval, N. και Isaacson, M. (2006). The application of tracking technologies to the study of pedestrian spatial behavior, *The Professional Geographer* 58(2), σσ. 172-183.
- Sui, D. Z. (2004). Tobler's first law of geography: a big idea for a small world? *Annals of the Association of American Geographers*, 94 (2), σσ. 269-277.
- Sweeney, L. (2002). K-anonymity: A model for protecting privacy. *International Journal on Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems* 10(5), σσ. 557–570.
- Tourism Research Australia. (2012a). International visitors in Australia, quarterly results of the international visitor survey.
- Tourism Research Australia. (2012b). Travel by Australians, quarterly results of the national visitor survey.
- Turner, A. (2006). *Introduction to neogeography*.
- Van Der Spek, S. (2009). *Mapping Pedestrian Movement: Using Tracking Technologies in Koblenz*.
- Van Der Spek, S. (2008). Tracking Technologies: An Overview. *Urbanism on track, Application of tracking technologies on urbanism* 3, σσ. 23-31.
- Van Der Spek, S., Van Schaick, J., De Bois, P. και De Haan, R. (2009). *Sensing Human Activity: GPS Tracking*.
- Van Der Hoeven, F. D., Van Der Spek, S. C., Van Schaick, J. και Smit, M. G. J. (2008). *Urbanism on track, Application of tracking technologies on urbanism*. Netherlands.
- Van Schaick, J. (2010). *Future Scenarios for the Relation between Advanced Tracking Research and Urban Design and Planning*.
- Wang, D. (2004). Tourist behavior and repeat visitation to Hong Kong, *Tourism Geographies*, 6(1), σσ. 99–118.
- Zhang, D., Li, N., Zhou, Z. H., Chen, C., Sun, L. και Li, S. (2011b). iBAT: Detecting anomalous taxi trajectories from GPS traces. *Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Computing*, σσ. 99–108.
- Zhao, Y. (1997). *Vehicle location and navigation systems*. Norwood, MA: Artech House.
- Zheng, Y. και Zhou, X. (2011). *Computing with Spatial Trajectories*.

Ελληνική

- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ). (2011)
Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2016/679 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 27ης Απριλίου 2016.
- Παπαγιαννάκης Α., (2015). Σχεδιασμός χρήσεων γης και μεταφορών, στο Συλλογικό έργο, (Eds.), *Χώρου Ζητήματα: θεωρίες και μεθοδολογίες για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη*, σσ. 119-156
- Φωτίου, Α. και Πικριδάς, Χ. (2012). GPS και γεωδαιτικές εφαρμογές, 2^η έκδοση.

Ιστότοποι

- <https://celebrating200years.noaa.gov/>
<https://www.space.com/>
<https://www.gps.gov/>
<https://www.clearvertical.co.uk/>
<https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>.
<https://www.uber.com>
<https://labs.mapbox.com>
<https://www.openstreetmap.org>
<https://www.statistics.gr/>

ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΣ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Φρέντζος Ηλίας^{1*}, Τουρνάς Ελευθέριος², Σκαρλάτος Δημήτριος²

¹ Geonoesis Ltd, Δοσιθέου 7, 1071, Λευκωσία, Κύπρος, efrentzo@geonoesis.com

² Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Γεωπληροφορικής, Αρχ. Κυπριανού 30, 3036, Λεμεσός, Κύπρος, (eleftherios.tournas, dimitrios.skarlatos)@cut.ac.cy

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση ενός συστήματος κινητής χαρτογράφησης (Mobile Mapping System - MMS) χαμηλού κόστους με την ολοκλήρωση δεδομένων πλοήγησης από GPS / INS και στερεοσκοπικών εικόνων που λαμβάνονται κατά μήκος των διαδρομών ενός κινούμενου οχήματος. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια πλακέτα GPS/GNSS διπλής συχνότητας σε συνδυασμό με μια μονάδα INS χαμηλού κόστους και δύο κάμερες όρασης που συλλέγουν δεδομένα έγχρωμων εικόνων κατά μήκος ενός δρόμου. Τα δεδομένα πλοήγησης και οι αντίστοιχες εικόνες συγχρονίζονται σωστά ώστε να υπολογίζεται η θέση της κάθε στερεοσκοπικής εικόνας που έχει καταγράφεται από το σύστημα. Με αυτόν τον τρόπο, οι απόλυτες γεωγραφικές συντεταγμένες των pixel των αντικειμένων που εμφανίζονται στα αντίστοιχα καρέ μπορούν να εξαχθούν χρησιμοποιώντας τυπικές φωτογραμμετρικές μεθόδους. Πριν από τη λειτουργία του συστήματος εφαρμόζονται αρκετά βήματα βαθμονόμησης: βαθμονόμηση κάμερας, σχετικός προσανατολισμός μεταξύ των καμερών και προσδιορισμός των γωνιών στροφής και της μετάθεσης μεταξύ των πλαισίων αναφοράς του οχήματος και των καμερών, διαδικασίες που διευκολύνονται από ένα κατάλληλο εργαλείο λογισμικού που έχει αναπτυχθεί για αυτό το σκοπό. Άλλα εργαλεία λογισμικού που έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια του παρόντος συστήματος υποστηρίζουν τόσο την υποβοήθηση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων στο πεδίο, όσο και την ταχύτατη ψηφιοποίηση στο γραφείο, όπου, υποστηρίζεται η εύκολη – μονοσκοπική – σκόπευση και εξαγωγή συντεταγμένων αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας τεχνικές συσχέτισης εικόνας στο κάθε ζεύγος εικόνων. Αρκετά πειράματα έχουν πραγματοποιηθεί για την πιστοποίηση και τον έλεγχο της ακρίβειας και της αποτελεσματικότητας του συστήματος. Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων προκύπτει ότι το σύστημα είναι αποτελεσματικό για τη συλλογή παρόδιων χωρικών δεδομένων, όπως όρια δρόμων, φανάρια, πινακίδες, στύλοι φωτισμού κ.λπ., πιο γρήγορα, με μεγαλύτερη ακρίβεια, και λιγότερο δαπανηρά σε σχέση με υπάρχουσες μεθόδους. Η απόλυτη ακρίβεια θέσης που λαμβάνεται είναι πάντα καλύτερη από 0,5 μέτρο, ενώ ποικίλει ανάλογα με τη διαθεσιμότητα, την ποιότητα του σήματος GPS και την απόσταση του αντικειμένου από τις κάμερες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Σύστημα κινητής χαρτογράφησης, χαμηλό κόστος, φωτογραμμετρία, GIS

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συντήρηση και παρακολούθηση ενός οδικού δικτύου απαιτεί ακριβή χωρικά δεδομένα τα οποία πρέπει να επικαιροποιούνται σε τακτική βάση. Η συλλογή τέτοιων πληροφοριών είναι χρονοβόρα εργασία που συνεπάγεται σημαντικό κόστος. Για τη μείωση του χρόνου και του κόστους που συνεπάγεται η συλλογή τέτοιων δεδομένων, χρησιμοποιούνται συχνά Συστήματα Κινητής Χαρτογράφησης (Mobile Mapping Systems - MMS) εξοπλισμένα με κάμερες και σαρωτές λέιζερ. Από την άλλη Οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των φωτογραφικών μηχανών, των δεκτών GNSS / GPS και των INS, των υπολογιστών και των αλγορίθμων για την τρισδιάστατη ανακατασκευή αντικειμένων από εικόνες, αύξησαν το ενδιαφέρον για MMS χαμηλού κόστους. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το πρωτότυπο ενός τέτοιου MMS, που αποτελείται από τρία υποσυστήματα: δύο κάμερες μηχανικής όρασης (υποσύστημα απεικόνισης), ένα δέκτη GNSS διπλής συχνότητας ικανό να παρέχει λύσεις RTK και μια συσκευή INS (υποσύστημα εντοπισμού θέσης), και έναν απλό φορητό υπολογιστή υπολογιστής με εξειδικευμένο λογισμικό (υποσύστημα εγγραφής), συγχρονισμένα κατάλληλα για την απόκτηση στερεοσκοπικών εικόνων με γεωαναφορά.

Σε γενικές γραμμές, το προτεινόμενο στην παρούσα εργασία MMS χαμηλού κόστους, αποτελείται από τρία υποσυστήματα: α) το υποσύστημα απεικόνισης, δηλαδή κάμερες μηχανικής όρασης υψηλής τεχνολογίας, β) το υποσύστημα εντοπισμού θέσης που αποτελείται από χαμηλού κόστους πλακέτες RTK GPS / GNSS και INS, συνοδευόμενες από τις κεραίες τους, και γ) το υποσύστημα καταγραφής δεδομένων που αποτελείται από έναν τυπικό φορητό υπολογιστή μαζί με το λογισμικό που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό. Η παρούσα εργασία βασίζεται επάνω στην Frentzos et al, 2020 την οποία ενημερώνει και επεκτείνει.

1.1 Σύντομη περιγραφή

Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα απεικόνισης αποτελείται από δύο κάμερες μηχανικής όρασης FLIR Blackfly, που σχηματίζουν μία στερεοσκοπική κάμερα (stereo rig). Οι κάμερες τοποθετούνται σε ένα σταθερό πλαίσιο αλουμινίου με τέτοιο τρόπο ώστε οι οπτικοί τους άξονες να είναι περίπου παράλληλοι και σταθεροί. Η βάση του στερεοσκοπικού συστήματος είναι περίπου 65 cm. Οι κάμερες συνδέονται στο φορητό υπολογιστή μέσω θύρας USB 3.0 και οι εικόνες που λαμβάνονται αποθηκεύονται σε μορφή βίντεο. Η λήψη κάθε εικόνας ενεργοποιείται εξωτερικά από ένα παλμό (pulse per second – PPS) που δημιουργείται από τον δέκτη GPS, ο οποίος μπορεί να παράγεται και αρκετές φορές το δευτερόλεπτο. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η τέλεια ταυτόχρονη λήψη των καρέ των δύο καμερών και ο ακριβής συγχρονισμός τους με το χρόνο GPS έως την ακρίβεια των νανοδευτερολέπτων.

Το υποσύστημα πλοήγησης - εντοπισμού θέσης αποτελείται από έναν δέκτη GPS/GNSS χαμηλού κόστους, ένα INS και την αντίστοιχη κεραία. Ο δέκτης GPS/GNSS τροφοδοτείται επίσης με διορθώσεις δεδομένων RTCM κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συλλογής παρέχοντας έτσι λύσεις σε πραγματικό χρόνο προς το υποσύστημα εγγραφής. Τα πρωτογενή δεδομένα του GPS / GNSS καταγράφονται επίσης προκειμένου να παρέχουν λύσεις μετεπεξεργασίας, χρησιμοποιώντας διάφορες βιβλιοθήκες ανοιχτού κώδικα (π.χ. RTK Lib). Για τη βελτίωση της συχνότητας των θέσεων εγγραφής χρησιμοποιείται μια επιπλέον πλακέτα GNSS/INS που βελτιώνει τη συχνότητα των θέσεων εγγραφής μέχρι και σε 100 Hz. Η ολοκληρωμένη λύση πλοήγησης, που παρέχεται από όλα τα παραπάνω υποσυστήματα,

περιλαμβάνει τη θέση καθώς και τον προσανατολισμό του οχήματος (X, Y, Z, Roll, Pitch, Yaw).

Τέλος, το υποσύστημα καταγραφής δεδομένων υλοποιείται σένα τυπικό φορητό υπολογιστή με ένα λογισμικό που έχει αναπτυχθεί για το σκοπό αυτό. Αυτό το λογισμικό έχει τη δυνατότητα ροής NMEA και ακατέργαστων δεδομένων από τον δέκτη GNSS, μεταδίδει διορθώσεις RTCM σε αυτόν, και επιπλέον λαμβάνει δεδομένα πλοήγησης από το INS και δεδομένα εικόνων από το υποσύστημα λήψης εικόνων. Ταυτόχρονα, εμφανίζει όλα τα συγκεντρωμένα δεδομένα (εικόνες και θέση σε χάρτη) στον τελικό χρήστη, με ασύγχρονο τρόπο, για να βοηθήσει στη διαχείριση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων και να διευκολύνει την πλοήγηση του οχήματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ελεύθερα διαθέσιμοι διαδικτυακοί χάρτες με σκοπό την εμφάνιση της τρέχουσας και της προηγούμενης θέσης του οχήματος, ενώ είναι επίσης εφικτή η συμπερίληψη επιπλέον διαθέσιμων διανυσματικών ή ψηφιδωτών δεδομένων.

Η βαθμονόμηση του MMS μας επιτυγχάνεται με μια διαδικασία τριών βημάτων: ξεχωριστή βαθμονόμηση κάθε κάμερας (εσωτερικός προσανατολισμός), βαθμονόμηση της στερεοσκοπικής κάμερας (σχετικός προσανατολισμός) και εκτίμηση της σχέσης μεταξύ του πλαισίου αναφοράς της στερεοσκοπικής κάμερας και της ολοκληρωμένης λύσης του υποσυστήματος πλοήγησης GPS/GNSS/INS (εξωτερικός προσανατολισμός). Ο εσωτερικός και ο σχετικός προσανατολισμός πραγματοποιούνται σε εργαστηριακές συνθήκες λαμβάνοντας φωτογραφίες ενός κανονικού κανάβου από διαφορετικές γωνίες, χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη OpenCV, ενώ ο εξωτερικός προσανατολισμός παρέχεται από ένα αρχικό βήμα οπισθοτομίας με παράλληλη λειτουργία του υποσυστήματος παροχής θέσης. Μετά τη βαθμονόμηση του συστήματος είναι δυνατόν να υπολογιστούν οι συντεταγμένες ενός σημείου που είναι ορατό και σε δύο εικόνες του στερεοσκοπικού ζεύγους στο γεωγραφικό σύστημα αναφοράς, καθώς και σε σημεία που είναι ορατά σε διαδοχικές, εικόνες, κατάλληλης γεωμετρίας.

Πολλά στοιχεία λογισμικού (software components) περιλαμβάνονται στο πρωτότυπο. Εκτός από το λογισμικό συλλογής δεδομένων που εμφανίζει δεδομένα συλλογής και πλοήγησης σε πραγματικό χρόνο, έχουμε αναπτύξει εργαλεία βαθμονόμησης, καθώς και λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση μετρήσεων και την αποθήκευση των δεδομένων που συλλέγονται από τον χρήστη. Αυτά τα στοιχεία λογισμικού βασίζονται κυρίως σε βιβλιοθήκες ανοιχτού κώδικα όπως η OpenCV για τη βαθμονόμηση κάμερας και τη φωτογραμμετρική επεξεργασία, και η FFmpeg για τον χειρισμό δεδομένων βίντεο.

2 ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Τις δύο τελευταίες δεκαετίες αρκετά ερευνητικά MMS έχουν αναπτυχθεί. Σήμερα υπάρχουν ήδη εμπορικά συστήματα υψηλού επιπέδου, τα οποία αναπτύχθηκαν από γνωστές εταιρείες του τομέα (Riegl, Arplanix, Topcon κ.λπ.). Τα MMS χρησιμοποιούνται κυρίως για την εξαγωγή λεπτομερών δεδομένων 3D σε υψηλή ανάλυση και ακρίβεια σε διάφορους τομείς, όπως ο πολεοδομικός σχεδιασμός, η μοντελοποίηση κτιρίων 3D, η πολιτιστική κληρονομιά, η επαυξημένη πραγματικότητα, οι μεταφορές και η δασοκομία (Byungyun Y., 2019). Στον τομέα της παρακολούθησης οδικού δικτύου, το σύγχρονα MMS παρέχουν υψηλής ποιότητας πληροφορίες με σημαντική ταχύτητα και βελτιωμένη μοντελοποίηση αντικειμένων. Ωστόσο, αυτά τα

συστήματα είναι αρκετά ακριβά, ενώ είναι συνήθως περίπλοκα ως προς την εγκατάσταση και το χειρισμό τους.

Τα τελευταία χρόνια, με την πρόοδο της τεχνολογίας και των υπολογιστών, έχουν προταθεί αρκετά φθηνότερα και ευκολότερα στη χρήση συστήματα. Αυτά τα MMS βασίζονται συνήθως σε βιντεοκάμερες και χαμηλού κόστους πλακέτες GPS μίας συχνότητας που διατίθενται από την U-Blox από το 2009. Ωστόσο, στα περισσότερα από αυτά η ακρίβεια θέσης περιορίζεται από το GPS μίας συχνότητας. Από την άλλη, κατά το 2019, η U-Blox κυκλοφόρησε ένα νέο τσιπ GNSS διπλής συχνότητας στην αγορά, ικανό να παρέχει ακρίβεια επιπέδου εκατοστών με κόστος 150 € (U-Blox, 2020), ενώ τα αντίστοιχα πακέτα / κιτ ανάπτυξης στην αγορά που βασίζονται σε αυτό το τσιπ δεν υπερβαίνουν τα 300 €. Πρόκειται για μια σημαντική τεχνολογική βελτίωση που ενσωματώνεται στο υπό παρουσίαση σύστημα, προκειμένου να παρέχει υψηλή ακρίβεια θέσης χωρίς τη χρήση ακριβού γεωδαιτικού GPS.

3 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα κύρια συστατικά του ανεπτυγμένου συστήματος είναι ένα σύστημα λήψης εικόνων με δύο κάμερες υψηλής ανάλυσης, ένα σύστημα πλοήγησης GPS / INS για την άμεση γεωαναφορά των εικόνων και ένα υποσύστημα καταγραφής δεδομένων για αποθήκευση και μετά-επεξεργασία. Οι λεπτομέρειες των επιλεγμένων στοιχείων και της αντίστοιχης εφαρμογής δίνονται στις ακόλουθες ενότητες

3.1 Υποσύστημα Εικόνας

Το υποσύστημα λήψης εικόνων του MMS μας αποτελείται από δύο κάμερες Blackfly S USB3 που διατίθενται από τη FLIR (<https://www.flir.com>). Οι κάμερες Blackfly S αξιοποιούν τους πιο προηγμένους αισθητήρες της βιομηχανίας σε πολύ μικρό μέγεθος και ισχυρά εργαλεία λογισμικού που επιτρέπουν την λήψη εικόνων υψηλής ανάλυσης και διευκολύνουν την ανάπτυξη εφαρμογών. Αυτά περιλαμβάνουν τόσο τον αυτόματο όσο και τον ακριβή μη αυτόματο έλεγχο της λήψης εικόνας και της προεπεξεργασίας της στην κάμερα. Το επιλεγμένο μοντέλο Blackfly S έχει τις ακόλουθες τεχνικές προδιαγραφές:

			
MODEL: BFS-U3-50S5C-C: 5.0 MP, 35 FPS, SONY IMX264, COLOR			
Frame Rate	35 FPS	Sensor Format	2/3"
Lens Mount	C-mount	ADC	12-bit
Pixel Size	3.45 μm	Megapixels	5.0 MP
Resolution	2448 $\times$ 2048 pixels	Readout Method	Global shutter
Sensor Type	CMOS	Sensor Name	Sony IMX264
		Interface	USB 3.1 Gen 1

Οι δύο κάμερες είναι τοποθετημένες σε σταθερή απόσταση για να σχηματίσουν μια στεροσκοπική κάμερα, ικανή να συλλάβει εικόνες με μεγαλύτερη του 80%

αλληλεπικάλυψη κατά μήκος της τροχιάς του οχήματος. Λαμβάνοντας ως παράδειγμα ένα όχημα που κινείται σε αστική περιοχή με ταχύτητα 80 km/h και το μέγιστο ρυθμό καρέ της κάμερας, μπορούν να ληφθούν αποτελεσματικά στερεοσκοπικές εικόνες σε διάστημα 0,64 μέτρων χρησιμοποιώντας αυτόν τον εξοπλισμό.

Η λήψη εικόνων που αποκτήθηκαν «ταυτόχρονα» και από τις δύο κάμερες, είναι υψίστης σημασίας για το σύστημά μας. Διαφορετικά, θα παρατηρηθούν σημαντικά σφάλματα θέσης στις μετρήσεις συντεταγμένων. Αυτά τα σφάλματα αυξάνονται με την ταχύτητα του οχήματος και πρέπει να ελαχιστοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο. Στον ορισμό μας «η ίδια ώρα» είναι ότι οι κάμερες πρέπει να αρχίσουν να εκθέτουν κάθε εικόνα μέσα σε μικροδευτερόλεπτα η μία από την άλλη. Μια προσέγγιση για την επίτευξη μιας τέτοιας συγχρονισμένης λήψης, είναι η χρήση της π.χ. αριστερής κάμερα ως «πρωτεύουσας»: οι δύο κάμερες συνδέονται με κατάλληλο καλώδιο GPIO που στέλνει ένα παλμό από την πρωτεύουσα στη δευτερεύουσα κάμερα για να λαμβάνει ταυτόχρονα εικόνες. Από την άλλη πλευρά, ενώ αυτή η προσέγγιση είναι αποτελεσματική σε συνθήκες εργαστηρίου, θα πρέπει να αναθεωρηθεί όταν ενσωματωθεί στο υποσύστημα εντοπισμού θέσης, ακολουθώντας τη μεθοδολογία που παρέχεται στις παρακάτω ενότητες.

3.2 Υποσύστημα εντοπισμού θέσης

Οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των δεκτών και των τσιπ GNSS, μας κατεύθυναν προς την χρήση μίας πλακέτας RTK χαμηλού κόστους, έναντι των περισσότερων εμπορικών δεκτών GNSS / GPS που κοστίζουν ακόμη αρκετές χιλιάδες ευρώ. Έτσι, επιλέξαμε τον επεξεργαστή της U-blox F9P ενσωματωμένο σε μια πλακέτα Sparkfun GPS-RTK2. Πρόκειται για μια προσιτή λύση, καθώς το κόστος της δεν υπερβαίνει τα 300 €. Χρησιμοποιήσαμε επίσης μια κεραία ικανή να λαμβάνει σήματα L1 / L2 από GPS, GLONASS και Galileo L5. Το κύριο πλεονέκτημα της πλακέτας GPS-RTK2 είναι ότι μπορεί να δεχτεί μηνύματα RTCM και έτσι να επιτύχει σταθερές (fixed) κινηματικές λύσεις με ακρίβεια 0,01 m + 1 ppm CEP οριζόντια και 0,01 m +1 ppm CEP κατακόρυφα, και επίσης έναν τυπικό χρόνο σύγκλισης, στη λειτουργία RTK, λιγότερο από 10 δευτερόλεπτα. Χρησιμοποιήσαμε επίσης την συσκευή INS XSENS MTI-7-DK που παρέχει δεδομένα στροφών με RMS 0,5° Roll / pitch (στατικό - δυναμικό) και 1,5° Yaw (δυναμικό).

Έχουμε αναπτύξει περαιτέρω ένα στοιχείο λογισμικού (software component) που επικοινωνεί απευθείας με την πλακέτα GPS-RTK2 μέσω μιας διεπαφής (σειριακή θύρα) που χρησιμεύει τόσο ως δέκτης όσο και ως πάροχος δεδομένων. Το αναπτυγμένο στοιχείο λογισμικού εκτελεί τις ακόλουθες εργασίες:

- Διαμόρφωση της συσκευής: Το λογισμικό διαμορφώνει αρχικά τη συσκευή ώστε να λαμβάνει μηνύματα RTCM3 και να μεταδίδει τις αντίστοιχες λύσεις (προτάσεις NMEA), καθώς και τα πρωτογενή δεδομένα μέτρησης και πλοήγησης GNSS.
- Λήψη και ανάλυση δεδομένων NMEA: Η χρησιμοποιούμενη πλακέτα μεταδίδει δεδομένα θέσης πίσω στο λογισμικό μας σύμφωνα με τις προδιαγραφές NMEA. Επομένως, αναπτύξαμε ένα στοιχείο που αναλύει τις αντίστοιχες προτάσεις και τις μετατρέπει σε πληροφορίες που εμφανίζονται στην αντίστοιχη διεπαφή χρήστη.
- Αποστολή διορθώσεων RTCM: Οι διορθώσεις RTCM συλλέγονται από παρόχους NTRIP (CYPOS, ATLAS, URANUS, HEPOS κ.λπ.) και μεταδίδονται στον παραλήπτη.

Έχουμε δοκιμάσει την προσέγγισή μας και βρήκαμε ότι ο χρόνος που απαιτείται για παροχή fixed λύσης κυμαίνεται από 20 δευτερόλεπτα έως 1 λεπτό υπό συνήθεις συνθήκες και διατηρείται υπό καλές συνθήκες (ατμοσφαιρικές συνθήκες, μήκος βάσης, κεραία GNSS, συνθήκες πολλαπλών διαδρομών, δορυφορική ορατότητα και γεωμετρία σύμφωνα και με το δελτίο δεδομένων του προϊόντος).

Τέλος, έχουμε αναπτύξει ένα στοιχείο λογισμικού που επικοινωνεί με το INS MTI-7, χρησιμοποιώντας το παρεχόμενο kit ανάπτυξης λογισμικού (SDK).

4 ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η βαθμονόμηση είναι η διαδικασία προσδιορισμού του εσωτερικού, σχετικού και εξωτερικού προσανατολισμού του υποσυστήματος εικόνων, καθώς και η διόρθωση του σφάλματος ευθυγράμμισης μεταξύ των καμερών και του υποσυστήματος εντοπισμού (GPS / GNSS / INS), η οποία περιλαμβάνει στοιχεία μετάθεσης και στροφής μεταξύ των καμερών και του γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς.

4.1 Βαθμονόμηση κάμερας

Η βαθμονόμηση κάμερας είναι ένα απαραίτητο βήμα στις εργασίες τρισδιάστατης μηχανικής όρασης για την εξαγωγή μετρικών πληροφοριών από δισδιάστατες εικόνες. Η διαδικασία βαθμονόμησης της κάμερας περιλαμβάνει την εκτίμηση πολλών παραμέτρων:

- η εσωτερική γεωμετρία κάθε κάμερας (εσωτερικός προσανατολισμός)
- τη σχετική θέση μεταξύ των δύο καμερών (σχετικός προσανατολισμός)

Ο εσωτερικός προσανατολισμός είναι ένα μέρος της βαθμονόμησης της κάμερας όπου προσδιορίζονται οι μετρήσεις που σχετίζονται με την κάμερα, όπως το οπτικό κέντρο και το εστιακό βάθος (OpenCV, 2019). Περιλαμβάνει επίσης την εύρεση της κλίμακας, και των διαστροφών του φακού. Ο εσωτερικός προσανατολισμός πραγματοποιείται σε εργαστηριακές συνθήκες λαμβάνοντας φωτογραφίες από ένα κανονικό κάρναβο από διαφορετικές γωνίες (Εικόνα 1).

Το μοντέλο κάμερας που έχει υιοθετηθεί είναι αυτό της προβολής σημείου (pinhole) (**Error! Unknown switch argument.**). Σε αυτό το μοντέλο κάθε εικόνα δημιουργείται προβάλλοντας τα τρισδιάστατα σημεία στο επίπεδο της εικόνας χρησιμοποιώντας τον προβολικό μετασχηματισμό:

$$sM m' = A[R|t]' \quad (1)$$

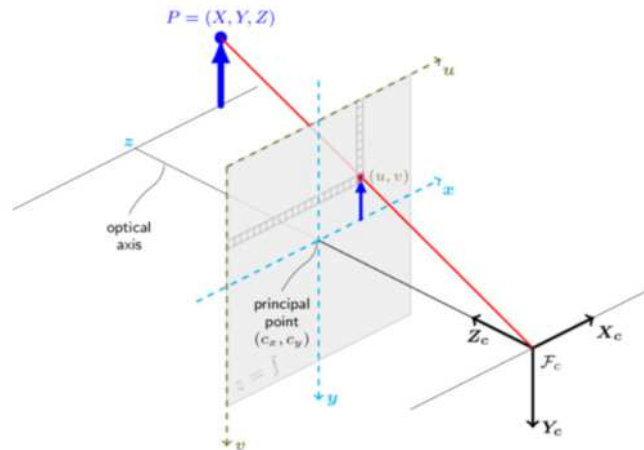
ή

$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13}t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23}t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33}t_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

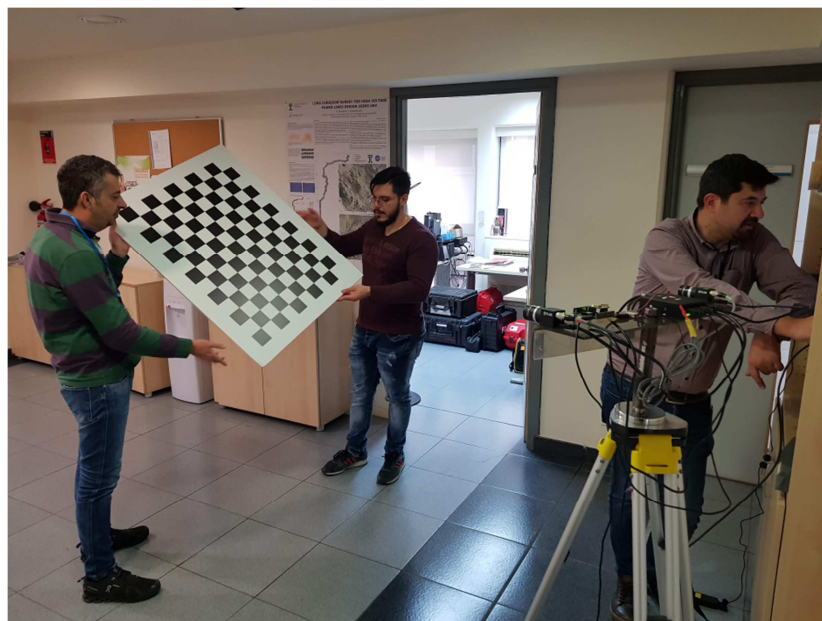
όπου:

- (X, Y, Z) : Οι συντεταγμένες σε μέτρα ενός 3D σημείου στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς
- (u, v) : Οι συντεταγμένες του προβαλλόμενου σημείου στο σύστημα της εικόνας σε pixels
- A : ο πίνακας της κάμερας που αποτελείται από έναν πίνακα στροφής και ένα διάνυσμα μετάθεσης

- (c_x, c_y) : το πρωτεύων σημείο της κάμερας που είναι συνήθως το κέντρο της εικόνας.
- f_x, f_y : η εστιακή απόσταση σε pixels



Εικόνα 1: Μοντέλο κάμερας (OpenCV online documentation)_



Εικόνα 2: Σκακιέρα και διαδικασία βαθμονόμησης

Ο σχετικός προσανατολισμός (OpenCV, 2019) περιλαμβάνει την εκτίμηση του μετασχηματισμού μεταξύ δύο καμερών, ήτοι της σχετικής μετάθεσης και στροφής μεταξύ τους. Έτσι, εφόσον η σχετική θέση και ο προσανατολισμός των δύο καμερών μένουν σταθερά, γνωρίζοντας την στροφή R και τη μετάθεση T ενός αντικειμένου σε σχέση με την πρώτη $(R1, T1)$ και τη δεύτερη $(R2, T2)$ κάμερα, τότε αυτές οι εικόνες συσχετίζονται μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι, δεδομένου ενός προσανατολισμού $(R1, T1)$, θα πρέπει να είναι δυνατό να υπολογιστεί ο προσανατολισμός $(R2, T2)$ εάν είναι γνωστή η θέση και ο προσανατολισμός της δεύτερης κάμερας σε σχέση με την πρώτη κάμερα. Αυτό ακριβώς κάνει ο σχετικός προσανατολισμός. Υπολογίζει τα (R, T) έτσι ώστε:

$$R2 = R * R1 \quad (3)$$

$$T2 = R * T1 + T \quad (4)$$

Ο εσωτερικός προσανατολισμός και οι παράμετροι σχετικού προσανατολισμού υπολογίζονται σε ένα βήμα χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη OpenCV. Για τη βαθμονόμηση, χρησιμοποιούνται πολλές εικόνες μίας σκακιέρας με σταθερό μέγεθος, της οποίας τα γωνιακά σημεία ανιχνεύονται αυτόματα σε κάθε εικόνα (Εικόνα 2: *Σκακιέρα και διαδικασία βαθμονόμησης*). Αυτά τα γωνιακά σημεία στην εικόνα αντιστοιχούν σε κάποιο σημείο 3D στο πραγματικό κόσμο, το οποίο είναι εύκολο να υπολογιστεί, καθώς η σκακιέρα έχει μια πολύ καλά καθορισμένη γεωμετρία. Αυτές τα ζεύγη σημείων είναι τα δεδομένα εισόδου στην OpenCV για την εκτίμηση των παραμέτρων βαθμονόμησης.

4.2 Διόρθωση σφάλματος ευθυγράμμισης

Δεδομένου ότι το σύστημα συλλογής δεδομένων αποτελείται από δύο ξεχωριστά υποσυστήματα, κάμερες και συσκευές GPS / INS, αυτά καταγράφουν τιμές στο ξεχωριστό σύστημα συντεταγμένων τους (σύστημα εικόνων / γεωδαιτικό σύστημα). Μόλις τα υποσυστήματα αυτά ολοκληρωθούν, θα πρέπει να βαθμονομηθούν προτού χρησιμοποιηθούν για συλλογή δεδομένων. Υπό αυτήν την οπτική, η βαθμονόμηση είναι ο υπολογισμός του σφάλματος ευθυγράμμισης μεταξύ διαφορετικών αισθητήρων που ανήκουν στο ίδιο σύστημα (Mostafa, 2001). Γενικά, το σφάλμα ευθυγράμμισης περιλαμβάνει στοιχεία μετάθεσης και στροφής μεταξύ του υποσυστήματος λήψης εικόνων και του υποσυστήματος πλοήγησης (GPS / INS).

Προκειμένου να προσδιοριστούν οι τιμές μετάθεσης και στροφής που απαιτούνται για τη μετατροπή των δεδομένων από το σύστημα αναφοράς των εικόνων στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς, είναι σημαντικό να προσδιοριστεί η σχέση μεταξύ των φυσικών θέσεων των καμερών και του GPS / GNSS / INS. Αυτό επιτυγχάνεται με μια αρχική οπισθοτομία σε ένα μικρό πεδίο ελέγχου με προσημασμένα σημεία στόχους, συλλέγοντας ταυτόχρονα μετρήσεις που παρέχονται από το INS και το GPS/GNSS. Με αυτό τον τρόπο συλλέγονται στοιχεία των εξωτερικών προσανατολισμών: των δύο υποσυστημάτων, και υπολογίζεται η διαφορά τους, η οποία στη συνέχεια «προστίθεται» σε κάθε μία από τις θέσεις / στροφές που καταγράφονται κατά την επιχειρησιακή λειτουργία του συστήματος.

4.3 Συγχρονισμός

Ο συγχρονισμός μεταξύ των υποσυστημάτων παροχής θέσης και λήψης εικόνων είναι καθοριστικής σημασίας για το MMS, καθώς η μικρή χρονική διαφορά μεταξύ τους μπορεί να οδηγήσει σε σφάλμα στις υπολογισμένες θέσεις της τάξης των αρκετών μέτρων. Για παράδειγμα, μια ταχύτητα π.χ., 80 km / h, μεταφράζεται σε περίπου 22,2 m / sec, και ένα σφάλμα στο συγχρονισμό π.χ. 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου οδηγεί σε 1 m μόνο από αυτήν την πηγή.

Από την άλλη, οι υπάρχουσες πλακέτες GPS / GNSS, όπως (U-blox, 2020) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διευκόλυνση της επίλυσης τέτοιου είδους προβλημάτων. Συγκεκριμένα, μια τέτοια πλακέτα μπορεί να μεταδώσει έναν παλμό ανά όσον χρόνο απαιτείται, ο οποίος δημιουργείται από τον δέκτη GPS και χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό άλλων συσκευών με το χρόνο του GPS.

Συγκεκριμένα, ο παλμός ανά δευτερόλεπτο (PPS ή 1PPS) είναι ένα ηλεκτρικό σήμα με πλάτος μικρότερο από ένα δευτερόλεπτο και μια απότομη άνοδο ή απότομη πτώση

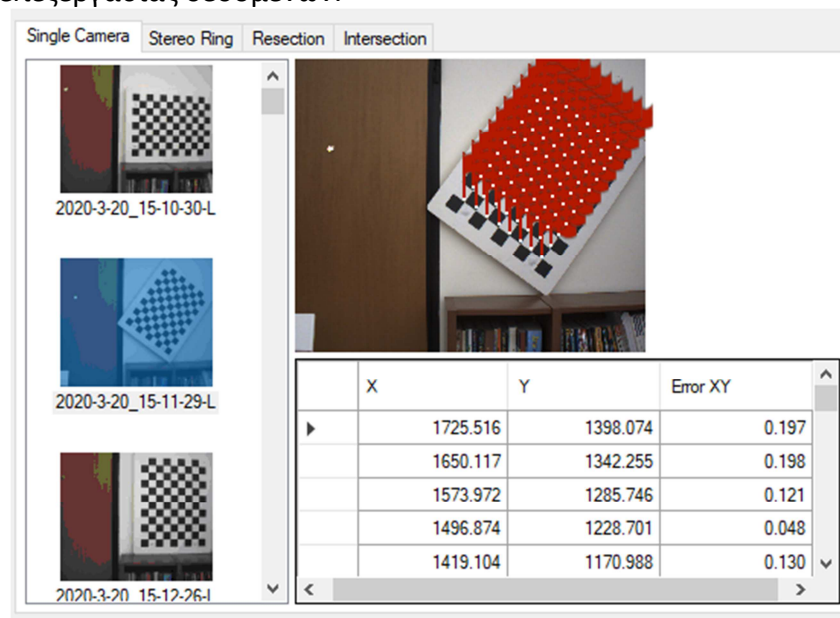
του άκρου που επαναλαμβάνεται με ακρίβεια μία φορά ανά δευτερόλεπτο και χρησιμοποιείται σε π.χ. ρολόγια ακριβείας. Τα σήματα PPS έχουν ακρίβεια που κυμαίνεται από 12 picoseconds έως μερικά microseconds ανά δευτερόλεπτο, ή 2,0 nanoseconds έως μερικά milliseconds την ημέρα με βάση την ανάλυση και την ακρίβεια της συσκευής που παράγει το σήμα.

Στην περίπτωση μας, το σήμα PPS που μεταδίδεται από την πλακέτα GPS RTK2 από την αντίστοιχη διεπαφή PPS, μπορεί να συλληφθεί από το υποσύστημα λήψης εικόνων για και να τους δώσει έναυσμα για τη λήψη εικόνων. Συγκεκριμένα, οι χρησιμοποιούμενες κάμερες παρέχουν μια διασύνδεση GPIO που μπορεί να τις συνδέσει με το σήμα PPS που παρέχεται από το GPS, ώστε να το χρησιμοποιεί για να δώσει το έναυσμα (trigger) για τη λήψη φωτογραφιών. Χρησιμοποιούμε αυτήν τη διεπαφή για να συνδέσουμε το ίδιο σήμα PPS και στις δύο κάμερες με ένα μόνο φυσικό καλώδιο που διακλαδίζεται και στις δύο κάμερες. Ως εκ τούτου, το σύστημα παρέχει συγχρονισμένη λήψη εικόνων και από τις δύο κάμερες, η οποία συγχρονίζεται επίσης με το σήμα PPS που παρέχει τον χρόνο GPS.

Έχουμε δοκιμάσει εκτενώς την προσέγγισή μας και έχουμε ανακαλύψει ότι λειτουργεί απρόσκοπτα παρέχοντας ακριβές συγχρονισμό μεταξύ GPS και εικόνων και σωστή χρονική σήμανση της κάθε εικόνας που συλλέγεται, με ακρίβεια καλύτερη από 1 millisecond.

5 ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Διάφορα στοιχεία λογισμικού (components) έχουν αναπτυχθεί για την υποστήριξη του συστήματός μας. Στις ακόλουθες ενότητες, παρουσιάζονται τα τρία βασικά εργαλεία, ήτοι, το εργαλείο βαθμονόμησης, το εργαλείο συλλογής δεδομένων και το λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων.

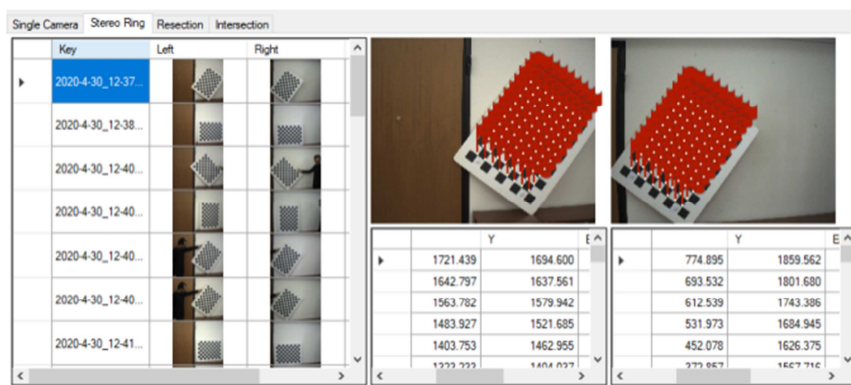


Εικόνα 3: Υπόδειγμα οθόνης βαθμονόμησης μεμονωμένης κάμερας

5.1 Εργαλείο βαθμονόμησης

Το εργαλείο βαθμονόμησης μπορεί να υλοποιήσει όλες τις εργασίες βαθμονόμησης, δηλαδή εσωτερικό και σχετικό προσανατολισμό, διόρθωση σφάλματος ευθυγράμμισης (μέσω οπισθοτομίας) και βασικές εργασίες δοκιμών μέσω φωτογραμμετρικής εμπροσθοτομίας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ένα τυπικό μοτίβο σκακιέρας και φωτογραφίζεται υπό διάφορες θέσεις / γωνίες. Το εργαλείο

αρχικά αναγνωρίζει αυτόματα τα σημεία της σκακιέρας και όλες οι θέσεις εμφανίζονται στον χρήστη, έτσι ώστε να είναι σε θέση να επιθεωρεί ή / και να διορθώνει ή / και να αποκλείει τα αυτόματα αναγνωρισμένα σημεία. Στη συνέχεια εκτελείται η διαδικασία βαθμονόμησης και εμφανίζονται στον χρήστη τα αντίστοιχα υπολειπόμενα σφάλματα (σε pixel) για κάθε παρατήρηση και συνολικά. Τέλος, το αποτέλεσμα της διαδικασίας αποθηκεύεται στο υπολογιστή. Ένα στιγμιότυπο οθόνης αυτής της διαδικασίας εμφανίζεται στην ακόλουθη Εικόνα 3 σχετικά με την εργασία εσωτερικού προσανατολισμού και στην Εικόνα 4 σχετικά με την εργασία σχετικού προσανατολισμού. Συστήνεται η βαθμονόμηση πριν από κάθε συλλογή δεδομένων, ειδικά εάν μεσολαβήσει πολλές μέρες από την τελευταία χρήση του.



Εικόνα 4: Υπόδειγμα οθόνης βαθμονόμησης στερεοσκοπικής σύνθεσης

5.2 Λογισμικό συλλογής δεδομένων

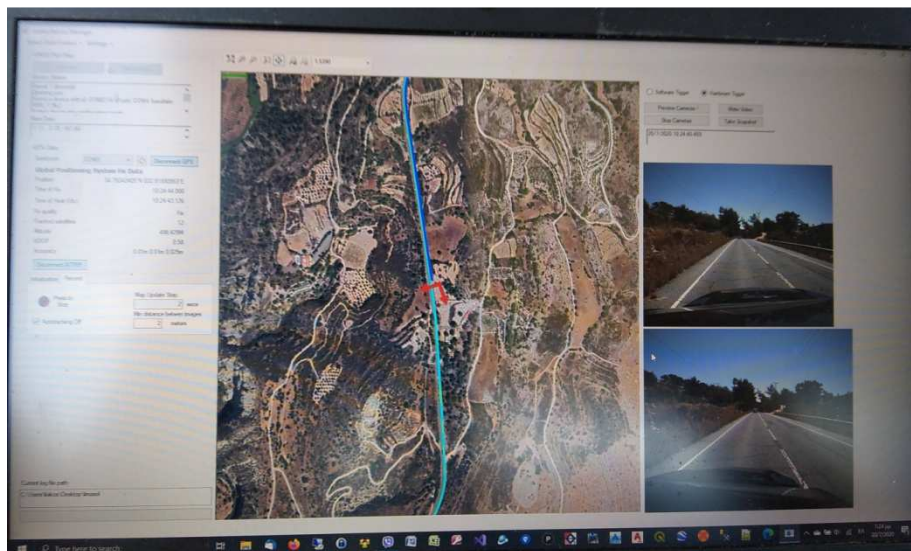
Το λογισμικό συλλογής δεδομένων χρησιμοποιεί όλα τα παραπάνω εξαρτήματα συνδεδεμένα σε φορητό υπολογιστή με Windows και ασύρματη σύνδεση στο Διαδίκτυο. Το λογισμικό διασφαλίζει το συγχρονισμό μεταξύ όλων των συνδεδεμένων μονάδων, δηλαδή των πλακετών GPS-RTK2, MTi-7 INS / GNSS και των καμερών μηχανικής όρασης, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία που περιγράφεται στις προηγούμενες ενότητες της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, δεδομένης της τρέχουσας θέσης των αισθητήρων, το λογισμικό μας είναι σε θέση να εμφανίζει τη θέση του συστήματος στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς, καθώς και όλη τη μέχρι τώρα καταγεγραμμένη πορεία του αντίστοιχου οχήματος. Το λογισμικό εμφανίζει επίσης διαδοχικά καρέ των δεδομένων βίντεο που συγκεντρώνονται, ώστε να δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα να ελέγχει εάν όλα τα στοιχεία λειτουργούν κανονικά. Συνοψίζοντας, στο περιβάλλον του λογισμικού εμφανίζονται οι ακόλουθες ενδείξεις:

- Κατάσταση GPS (fixed / float / autonomous / λήψη δεδομένων NTRIP / χρονική σήμανση)
- Κατάσταση σύνδεσης MTi-7 (σύνδεση / χρονική σήμανση)
- Κατάσταση κάμερας (τα συγκεντρωμένα καρέ εμφανίζονται κάθε, π.χ. 5 δευτερόλεπτα)

Όσον αφορά τον χάρτη που χρησιμοποιείται υπόβαθρο, το λογισμικό μπορεί να εμφανίσει χάρτες ράστερ, καθώς και διαδικτυακούς χάρτες με πλακίδια XYZ, όπως Esri Maps, OpenStreetMap κ.λπ. Ως εκ τούτου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε διάφορα υπόβαθρα κατάλληλα για τις ανάγκες του. Το λογισμικό υποστηρίζει επίσης διάφορα συστήματα προβολής για τα δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των WGS84, UTM, LTM, ΕΓΣΑ'87 κ.λπ. Από την άλλη πλευρά,

όλα τα δεδομένα που συλλέγονται αποθηκεύονται στο φάκελο δεδομένων της εφαρμογής στο υποκείμενο σύστημα στο οποίο συλλέγονται δεδομένα, δηλαδή το WGS84 .



Εικόνα 5: Παράδειγμα οθόνης λογισμικού συλλογής δεδομένων

Όλες οι λήψεις δεδομένων πραγματοποιούνται με ασύγχρονο τρόπο, έτσι ώστε το κύριο στοιχείο διεπαφής να ανανεώνεται τακτικά, ενώ ο χρήστης δεν αντιμετωπίζει καθυστερήσεις στις εργασίες που ζητούνται, δηλαδή ζουμ - μετακίνηση του χάρτη κ.λπ. Ένα παράδειγμα οθόνης του περιβάλλοντος εργασίας χρήστη που βοηθά στη συλλογή βίντεο η διαδικασία εμφανίζεται στην Εικόνα 5.

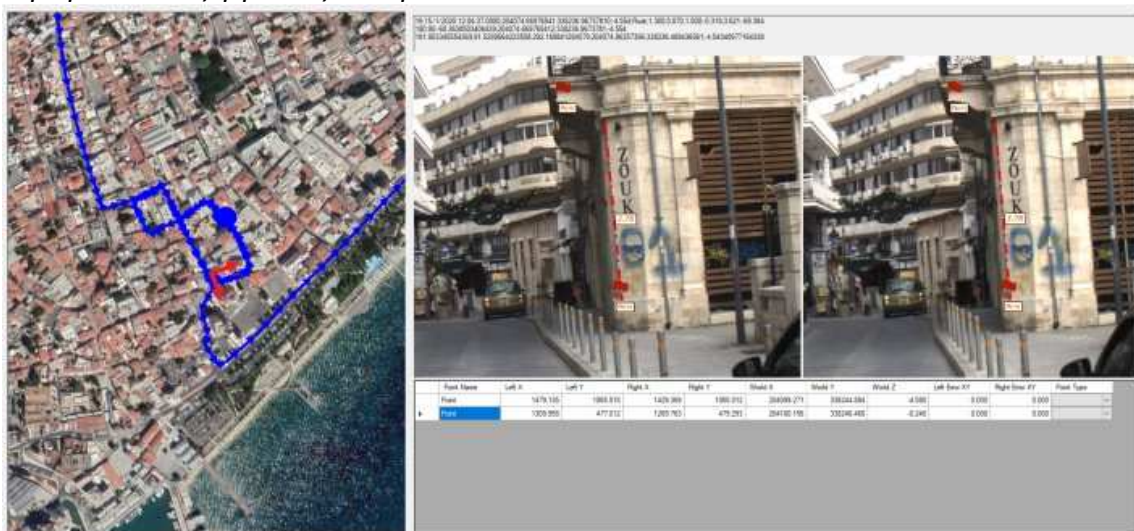
Ταυτόχρονα υπό ανάπτυξη βρίσκεται ένας αλγόριθμος πλοήγησης ο οποίος παρέχει βέλτιστες διαδρομές για την πλήρη διάσχιση ενός μέρους του οδικού δικτύου: δεδομένου του γράφου του οδικού δικτύου που επιθυμούμε να καλύψουμε, και της τρέχουσας θέσης του συστήματος συλλογής, ο αλγόριθμος καθορίζει την βέλτιστη διαδρομή για τη πλήρη διάσχιση ενός τμήματος του οδικού δικτύου, έτσι ώστε το σύστημα κινητής χαρτογράφησης να συλλέξει δεδομένα σε όλη την περιοχή μελέτης με το βέλτιστο δυνατό τρόπο. Αν και η πλοήγηση σε ένα οδικό δίκτυο είναι μία συνηθισμένη λειτουργία για τα περισσότερα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και για κινητές συσκευές με ενσωματωμένο GPS, η λειτουργικότητα που απαιτείται από την εφαρμογή μας δεν καλύπτεται από τέτοια εμπορικά συστήματα, ειδικά για κάλυψη πυκνού οδικού δικτύου πόλης. Πιο συγκεκριμένα, οι συνηθισμένοι αλγόριθμοι πλοήγησης παρέχουν βέλτιστες διαδρομές από ένα σημείο εκκίνησης προς ένα σημείο προορισμού. Από την άλλη, η λειτουργία που παρέχεται με το σύστημά μας έχει σαν στόχο την *πλήρη διάσχιση* ενός τμήματος του οδικού δικτύου. Ο αλγόριθμος που υποστηρίζει αυτή τη λειτουργικότητα βασίζεται σε μία υλοποίηση της λύσης του προβλήματος του κινέζου πωλητή (Chinese Salesman Problem), διαιρώντας το οδικό δίκτυο σε υποτμήματα που θα καλυφθούν στο αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα, και παρέχει δυναμικά προσαρμοζόμενη λύση η οποία υποστηρίζει τις ενδεχόμενες αλλαγές που κάνει το όχημα κατά την κίνησή του

Έχουμε δοκιμάσει την απόδοση του λογισμικού μας σε διάφορες διαμορφώσεις. Μεταξύ των τριών διαδικασιών συλλογής προφανώς η πιο απαιτητική όσον αφορά τη χρήση της CPU, τη μνήμη RAM και την αποθήκευση, είναι η διαδικασία που καταγράφει δεδομένα εικόνων με τη μορφή αρχείων βίντεο. Έχουμε διαπιστώσει ότι ένας αρκετά παλιός φορητός υπολογιστής i7-4510U @ 2GHz, με τουλάχιστον τρεις

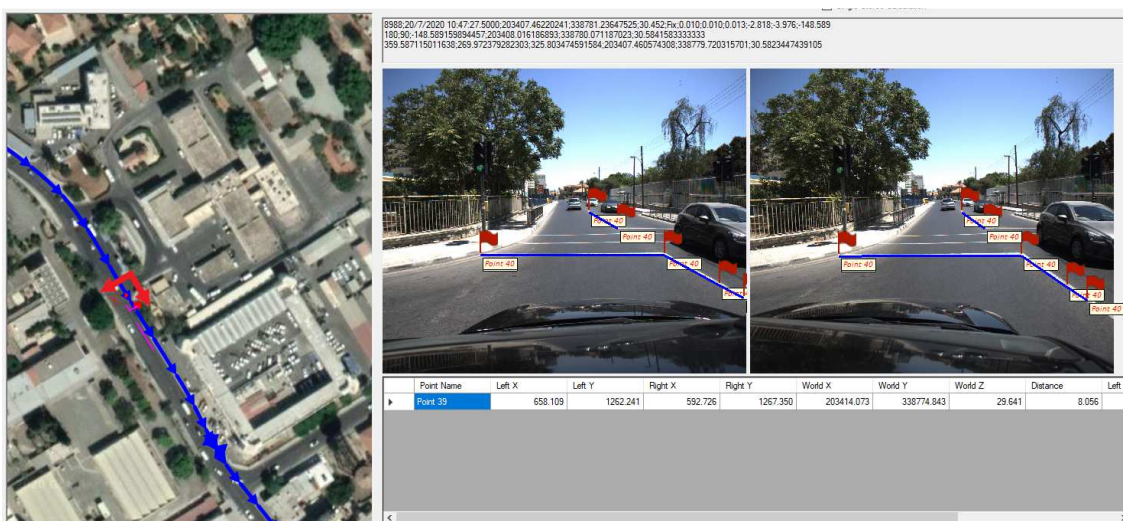
ενσωματωμένες διασυνδέσεις USB, είναι ικανός να εξυπηρετεί την εφαρμογή μας και να λειτουργεί ομαλά κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας συλλογής δεδομένων αρκετών ωρών.

5.3 Λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων

Επίσης αναπτύχθηκε λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων ικανό να εκτελεί βασικές λειτουργίες συλλογής δεδομένων, όπως ο υπολογισμός της θέσης τρισδιάστατου αντικειμένου, μέτρηση αποστάσεων, ψηφιοποίηση γραμμών και πολυγώνων κ.λπ., ενώ ταυτόχρονα προβάλλει την τρέχουσα θέση του συστήματος και των ψηφιοποιημένων αντικειμένων σε χάρτη. Διάφορα υπόβαθρα μπορούν να επιλεγθούν από μια ποικιλία διαδικτυακών χαρτών (πλακίδια XYZ) και άλλων πηγών διανυσματικών δεδομένων ή / και ράστερ, που εμφανίζονται στο σύστημα αναφοράς προτίμησης του χρήστη. Ένα παράδειγμα στιγμιότυπου οθόνης του λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων βρίσκεται παρακάτω στην Εικόνα 6: *Παράδειγμα οθόνης λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων και Εικόνα 7.*



Εικόνα 6: Παράδειγμα οθόνης λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων

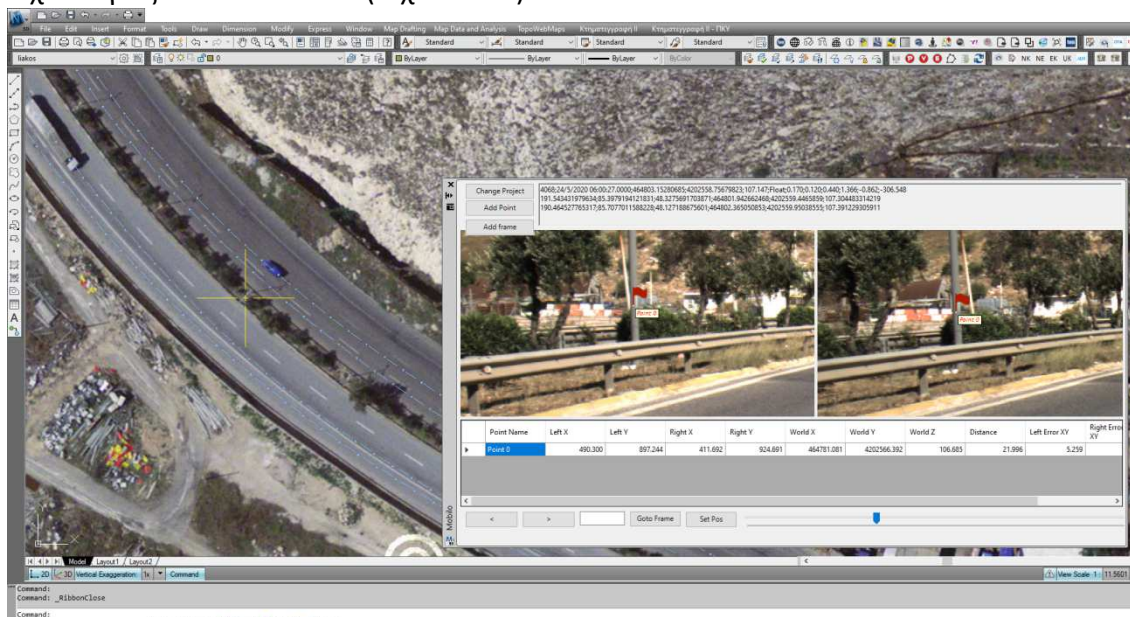


Εικόνα 7: Παράδειγμα οθόνης λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων

Όλες οι λειτουργίες του χρήστη εκτελούνται μονοσκοπικά στη μία από τις δύο εικόνες, ενώ στο παρασκήνιο πραγματοποιείται αυτόματη συσχέτιση μεταξύ της εικόνας που

χρησιμοποιείται και του ζεύγους της. Ως εκ τούτου, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει την εικόνα της προτίμησής του (αριστερά ή δεξιά) για τη μέτρηση σημείων, ή / και διαστάσεων ή την ψηφιοποίηση γραμμών και πολυγώνων. Σε περίπτωση αποτυχίας του αλγορίθμου αντιστοίχισης, ο χρήστης ενημερώνεται ώστε να τοποθετήσει χειροκίνητα το σημείο στην άλλη εικόνα ή / και να διορθώσει την αποτυχημένη συσχέτιση. Η αυτόματη συσχέτιση χρησιμοποιείται επίσης για λειτουργίες ζουμ / panning εντός των εικόνων προκειμένου να εμφανιστεί ταυτόχρονα το ίδιο τμήμα εικόνας και στα δύο καρέ, έτσι ώστε ο χρήστης / ψηφιοποιητής να βιώνει ένα πολύ ελκυστικό περιβάλλον εργασίας χρήστη που απαιτεί ψηφιοποίηση αντικειμένων σε μία μόνο εικόνα.

Επιπλέον, ένας επεξεργαστής περιγραφικών δεδομένων (attribute editor) έχει ενσωματωθεί για να διευκολύνει την εξαγωγή δεδομένων GIS με τη μορφή διανυσματικών δεδομένων με περιγραφικά χαρακτηριστικά και εικόνες με γεωαναφορά. Τα δεδομένα που συλλέγονται αποθηκεύονται στα αρχεία του συστήματος, ενώ στη συνέχεια μπορούν να εξαχθούν σε shapfile ή άλλες μορφές διανυσματικών δεδομένων. Όλο το περιβάλλον διεπαφής έχει δομηθεί με αρθρωτό (modular) τρόπο με τεχνολογίες Microsoft .NET, ώστε διαφορετικά τμήματά του να είναι εύκολο να ολοκληρωθούν μέσα από άλλα συστήματα. Για παράδειγμα, το περιβάλλον διεπαφής μπορεί να λειτουργήσει μέσα από το Autocad Map (Εικόνα 8) χρησιμοποιώντας ακριβώς τα ίδια αρχεία έργου, γεγονός που μπορεί να διευκολύνει τον χρήστη στην εργασία του. Τέλος, με λίγες προσαρμογές το περιβάλλον διεπαφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε άλλο λογισμικό υποστηρίζει τις τεχνολογίες Microsoft .NET (π.χ. ArcGIS).



Εικόνα 8: Παράδειγμα οθόνης λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων στο Autocad Map

5.4 Πειράματα

Για να ελεγχθεί η ποιότητα των λύσεων που παρέχει το σύστημά μας, αρχικά προσδιορίστηκε ο εσωτερικός χώρος της κάθε κάμερας και ο σχετικός προσανατολισμός της στερεοσκοπικής κάμερας. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας βαθμονόμησης συνοψίζονται παρακάτω (Πίνακας 1). Τα αντίστοιχα αποτελέσματα βαθμονόμησης δείχνουν ότι η ακρίβεια είναι τυπική των αντίστοιχων φωτογραμμετρικών διεργασιών (δηλ. 0,5 pixel για εσωτερικό και 1 pixel για σχετική).

Επομένως, μπορούμε να υποθέσουμε ότι τόσο ο εξοπλισμός και οι μεθοδολογίες που ακολουθούν είναι κατάλληλες και αποτελέσματα εντός των αναμενόμενων ορίων.

	Εσωτερικός		Σχετικός*
	αριστερή κάμερα	δεξιά κάμερα	
Πλήθος εικόνων	95	103	47
Πλήθος παρατηρήσεων	8360	9060	4136
Υπολειπόμενα σφάλματα (pixel)	0.504	0.524	0.94

*ζεύγη εικόνων

Πίνακας 1: Αποτελέσματα εσωτερικού και σχετικού προσανατολισμού

Επιπλέον, μετρήθηκαν δύο επιμήκη πεδία ελέγχου με φυσικούς στόχους χρησιμοποιώντας RTK GPS / GNSS σε δύο αστικές οδούς, με μήκος αρκετών εκατοντάδων μέτρων, και συνολικά 40 σημεία ελέγχου. Το σύστημα αρχικοποιήθηκε στο επάνω μέρος του αυτοκινήτου και στη συνέχεια πραγματοποίησε τουλάχιστον δύο διελεύσεις σε καθένα από τα πεδία ελέγχου ακολουθώντας την ίδια κατεύθυνση. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε επεξεργασία από τον ίδιο χρήστη ο οποίος σκόπευσε τα προκαθορισμένα σημεία, για να συγκριθούν οι υπολογισμένες συντεταγμένες τους με αυτές του πεδίου ελέγχου. Όλα τα σκοπευθέντα σημεία ήταν σε απόσταση από τις κάμερες μικρότερη των 20 μέτρων. Αυτή είναι μια λογική υπόθεση δεδομένου ότι διαδοχικά ζεύγη εικόνων δεν αναμένεται να απέχουν μεταξύ τους περισσότερο από 22 m, ακόμη και σε ταχύτητα εργασίας 80 km/h και ρυθμό καρέ 1 δευτερόλεπτο. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης μεταξύ σημείων ελέγχου και των υπολογισμένων συντεταγμένων συνοψίζονται παρακάτω (Πίνακας 2).

	XY (m)	Z (m)	Διαστάσεις (%)
Μέσο σφάλμα	0.38	0.30	10.9
Τυπική απόκλιση	0.26	0.33	4.8

Πίνακας 2: Υπολειπόμενα σφάλματα μετρήσεων

Όπως είναι σαφές από το παραπάνω πίνακα, το σφάλμα στον προσδιορισμό της θέσης είναι μικρότερο από 0.5 m οριζοντιογραφικά και υψομετρικά. Επιπλέον, το οριζοντιογραφικό σφάλμα συγκεντρώνεται κυρίως κατά μήκος του άξονα κίνησης του οχήματος (παράλληλα με τον άξονα της κάμερας), με το μέγιστο σφάλμα κατά μήκος του άξονα X στερεοσκοπικής κάμερας να μην υπερβαίνει τα 0,30 m στη χειρότερη περίπτωση. Αυτό είναι ένα αναμενόμενο αποτέλεσμα, δεδομένου ότι η φωτογραμμετρία υποφέρει από σφάλματα σε υπολογισμό βάθους και η σχετικά μικρή βάση του συστήματος δεν μπορεί να υποστηρίξει καλύτερα αποτελέσματα.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται ένα σύστημα κινητής χαρτογράφησης χαμηλού κόστους (MMS) όπου το κόστος των τμημάτων που το αποτελούν, χωρίς εμπορικό κέρδος και κόστος ανάπτυξης εργαλείων, είναι λιγότερο των 3.000 €. Το σύστημά βαθμονομείται μέσω λογισμικού ανοιχτού κώδικα (OpenCV) το οποίο έχει ενσωματωθεί σε μία φιλική διεπαφή χρήστη. Έχουν αναπτυχθεί διάφορα στοιχεία λογισμικού για να διευκολύνουν και να επιταχύνουν τις διαδικασίες βαθμονόμησης,

συλλογής δεδομένων και εξαγωγής πληροφορίας από αυτά. Η εύκολη εξαγωγή συντεταγμένων αντικειμένων υποστηρίζεται μονοσκοπικά, όπου οι συντεταγμένες του σημείου που σκοπεύεται στη συζευγμένη εικόνα λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας τεχνικές αυτόματης συσχέτισης. Πραγματοποιήθηκαν αρκετά πειράματα για την πιστοποίηση και τον έλεγχο της ακρίβειας και της αποτελεσματικότητας του συστήματος. Από τα επιτευχθέντα αποτελέσματα, το ανεπτυγμένο σύστημα είναι αποτελεσματικό για τη συλλογή και τοποθέτηση χωρικών παρόδων αντικειμένων, όπως όρια δρόμου, φανάρια, οδικές πινακίδες, στύλους φωτισμού κ.λπ., γρήγορα και με μικρό κόστος. Η απόλυτη ακρίβεια θέσης που λαμβάνεται είναι μικρότερη από 0,5 μέτρα, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα του σήματος GPS.

Προς το παρόν εργαζόμαστε στη διαδικασία βελτίωσης των συλλεχθέντων δεδομένων ακρίβειας ακολουθώντας πολλαπλές εμπροσθοτομίες (απέναντι και κατά μήκος των στερεοσκοπικών εικόνων), αυξάνοντας τη σταθερότητα της βάσης, βελτιώνοντας τη βαθμονόμηση του συστήματος και, ενδεχομένως, αντικαθιστώντας το INS με φωτογραμμετρικές τεχνικές που ορίζουν οριζόντια επίπεδα σε πολλά καρέ. Η μελλοντική εργασία περιλαμβάνει επίσης τη βελτίωση της διεπαφής χρήστη, συμπεριλαμβανομένης της ενσωμάτωσης των δυνατοτήτων αυτόματης αναγνώρισης σηματοδότησης κίνησης κ.λπ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία υποστηρίζεται από το πρόγραμμα MOBILO ENTERPRISES/0916 του Ιδρύματος Έρευνας και Καινοτομίας Κύπρου, κάτω από το συμβόλαιο ENTERPRISES/0916/0055

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Frentzos E., Tournas E., Skarlatos D., 2020, *Developing an Image Based Low-Cost Mobile Mapping System For GIS Data Acquisition*, ISPRS-ASCHIVES-XLIII-B1-2020-235-2020

Byungyun Y., 2019. *Developing a Mobile Mapping System for 3D GIS and Smart City Planning*.

U-Blox, 2020. ZED-F9P module, F9 high precision GNSS module, Documentation and resources. <https://www.u-blox.com/en/product/zed-f9p-module>, accessed (16 Oct 2020).

Mostafa, M.M.R., 2001. *Boresight calibration of integrated inertial/camera systems. In Proceedings of the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation (KIS 2001), Banff, AB, Canada, 5–8 June 2001*.

OpenCV software library, 2020. [Online]. Available: [1] <https://opencv.org/>. (16 Oct 2020).

FFmpeg Developers, 2016. ffmpeg tool (Version be1d324) [Online]. Available: <http://ffmpeg.org/> (9 Oct 2020)

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ 3D ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ, ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ GIS ΚΑΙ WEB APPLICATIONS.

Λιάμης Θεόδωρος

Μηχανικός Πληροφορικής MSc
Υποψήφιος Διδάκτωρ του Τμήματος Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης
(ΤΟΠΑ) Παντείου Πανεπιστημίου

e-mail : th.liamis@panteion.gr, liamis@yahoo.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η επιστημονική έρευνα εστιάζει όλο και περισσότερο προς την τρίτη διάσταση (3D), κυρίως σε χώρους έρευνας που άπτονται των γεωγραφικών πληροφοριών, την απεικόνιση φυσικών φαινομένων και της πολύπλοκης αστικής πραγματικότητας. Αναμφίβολα καθοριστικό ρόλο σ' αυτή τη νέα τάση έχει διαδραματίσει η τεχνολογική ανάπτυξη και η εξοικείωση όλο και μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού με συσκευές και εφαρμογές που αποσκοπούν στην αξιοποίηση των νέων δυνατοτήτων της ψηφιακής εποχής. Η τρισδιάστατη (3D) αναπαράσταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων εξασφαλίζει ευκολία, προσαρμογή και ταχύτητα. Στον χώρο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφορικής (ΓΣΠ-GIS) έχει ενταθεί η ερευνητική προσπάθεια για τη δημιουργία τρισδιάστατων (3D) μοντέλων πόλεων. Δομικό στοιχείο των υλοποιήσεων αυτών είναι τα δεδομένα που θα ορίσουν τα αντικείμενα και θα περιγράψουν τις συσχετίσεις μεταξύ τους. Η έλλειψη δεδομένων καθιστά ανενεργή την έρευνα σε ένα χώρο που τα εργαλεία περιγραφής και ανάπτυξης της τρίτης διάστασης έχουν εξελιχθεί και παρουσιάζουν έναν αξιοσημείωτο πλουραλισμό. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων δημιουργίας και συλλογής μεγάλης κλίμακας δεδομένων (datasets) από δυναμικούς διαδικτυακούς χάρτες όπως το OpenStreetMap (OSM), προκειμένου να αξιοποιηθούν στην τρισδιάστατη (3D) μοντελοποίηση αστικού χώρου από εφαρμογές ΓΣΠ (GIS) και την οπτικοποίηση τους από διαδικτυακές εφαρμογές (web applications). Επιπροσθέτως, στόχος της παρούσης είναι να καταστεί δυνατή η καταγραφή και μοντελοποίηση της διαδικασίας προκειμένου να διερευνηθούν οι δυνατότητες επέκτασης και οι αδυναμίες του εγχειρήματος. Επιχειρείται μια τρισδιάστατη (3D) μοντελοποίηση με διαθέσιμα δεδομένα από το OSM και προσαρμογή τους για τις ανάγκες της μελέτης. Τέλος αξιολογείται το εγχείρημα και διερευνώνται οι δυνατότητες επέκτασης και εφαρμογής του.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

OSM, Qgis, Datasets, Elevation, 3D Urban reality, High extraction

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρόοδος που έχει συντελεστεί όσο αναφορά την τρισδιάστατη (3D) αναπαράσταση του αστικού περιβάλλοντος είναι αξιοσημείωτη. Τα τρισδιάστατα (3D) μοντέλα πόλεων μπορούν να παραχθούν με μια ποικιλία τεχνικών και προσεγγίσεων (Toth & Józskó, 2016). Τα τρισδιάστατα μοντέλα πόλης απαιτούν περισσότερη εργασία και συνεπάγονται

μειωμένο βαθμό αυτοματισμού (Jokela, 2016). Κοινός τόπος των αναπαραστάσεων είναι η ύπαρξη των κατάλληλων δεδομένων προκειμένου οι εφαρμογές οπτικοποίησης να εξάγουν τα μοντέλα. Τα κατάλληλα δεδομένα για αυτού του είδους αναπαράστασης είναι δυσεύρετα, και η πρόσβαση σ' αυτά είναι περιορισμένη. Όσο αναφορά την δημιουργία ή την συλλογή τους απαιτείται εξειδικευμένος εξοπλισμός (Tack, Buyuksalih, & Goossens, 2012; Nex & Remondino, 2013; Colomina & Molina, 2014; Boehm, et al., 2016). Η πλειοψηφία των ερευνητών εργάζονται με σύνολα δεδομένων (datasets) που παρέχουν οργανισμοί και εταιρίες με περιορισμούς πρόσβασης ή με δεδομένα που συλλέγουν μόνοι τους, αλλά στερούνται ευρύτητας (Elberink & Vosselman, 2009). Ο χώρος μελέτης των εκτεταμένων προσομοιώσεων και κυρίως των εκτάκτων γεγονότων που βασίζονται σε χωρική ανάλυση τρισδιάστατων (3D) μοντέλων είναι περιορισμένος εξαιτίας της έλλειψης διαθέσιμων δεδομένων που θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις μοντελοποίησης (Biljecki, Heuvelink, Ledoux, & Stoter, 2017). Ενώ τα δισδιάστατα (2D) ίχνη είναι πλέον ευρέως διαθέσιμα ως ανοιχτά δεδομένα από κυβερνήσεις, ιδρύματα και εθελοντικές ομάδες γεωπληροφορικής (Hecht, Gotthard, Buchroithner, & Gotthard, 2015; Hartmann, Meinel, Hecht, & Behnisch, 2016; Agugiario, 2016), τα τρισδιάστατα (3D) δεδομένων παραμένουν ακριβά και η απόκτηση τους ιδιαίτερα χρονοβόρα (Valls, Garcia-Almirall, Ernest, & David, 2014).

Φιλοδοξία της παρούσας έρευνας είναι η μοντελοποίηση της διαδικασίας τρισδιάστατης (3D) απεικόνισης εκτεταμένης περιοχής αστικού περιβάλλοντος (Jokela, 2016) και την ενσωμάτωση σ' αυτή χωρικής πληροφορίας με δυνατότητες οπτικοποίησης από εφαρμογές GIS και Web Applications (Zhang, Han, Zhang, & Zhang, 2014).

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

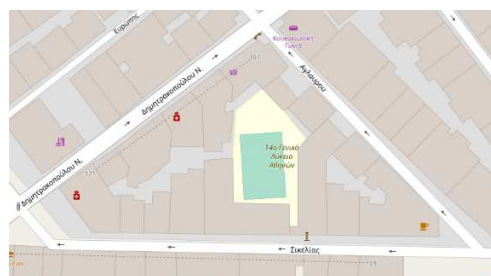
Η υλοποίηση του εγχειρήματος επιτεύχθηκε χωρίς την ύπαρξη εξειδικευμένων δεδομένων (αεροφωτογραφίες, σάρωση LiDAR, πολεοδομικούς-τοπογραφικούς χάρτες, CAD σχέδια κλπ.). Η εξαγωγή των δεδομένων έγινε αποκλειστικά από τους χάρτες του OSM με χρήση του QuickOSM. Για την κανονικοποίηση των δεδομένων επιλέχθηκαν προσεγγιστικές μεθοδολογίες. Σαν περιοχή μελέτης επιλέχτηκε το Κουκάκι, μια περιοχή με κύριο χαρακτηριστικό τις πολυώροφες πολυκατοικίες και την πυκνή δόμηση. Το Κουκάκι έχει βρεθεί στο επίκεντρο των αλλαγών που έχουν επιφέρει οι πλατφόρμες βραχυχρόνιας μίσθωσης. Αξιοσημείωτο είναι η μεγάλη διακύμανση στις τιμές αλλά και αλλαγή χρήσης ακινήτων και μετασκευής κτηρίων γραφείων σε ενοικιαζόμενα διαμερίσματα. Κατά συνέπεια υπήρχε πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων που θα μπορούσε να εισαχθεί σαν χωρική πληροφορία στο μοντέλο μας.

2.2 Μεθοδολογία

Προκειμένου να καταστεί όσο το δυνατόν ευκολότερη η πρόσβαση από ερευνητές στην υπό μοντελοποίηση διαδικασία επιλέχθηκε η λύση των εφαρμογών ανοιχτού κώδικα (open source). Για την ακρίβεια χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες του OSM και σαν εφαρμογή ΓΣΠ (GIS) το Qgis 3.4. Όσο αναφορά το Qgis εγκαταστάθηκαν τα πρόσθετα στοιχεία QuickOSM για την λήψη διανυσματικών δεδομένων από το OSM και το Qgis2threejs για την μετατροπή των δισδιάστατων (2D) επιφανειών σε τρισδιάστατα (3D) με την απαραίτητη στατιστική πληροφορία που είχαμε εισάγει στο μοντέλο. Το πρόσθετο Qgis2threejs χρησιμοποιήθηκε και για την εξαγωγή του υπό μελέτη μοντέλου σε διαδραστική μορφή κατάλληλη για θέαση

και προσομοίωση από περιβάλλον φυλλομετρητή (browser)¹. Τέλος για την προβολή του αποτελέσματος από web browsers εγκαταστάθηκε τοπικά ο Apache HTTP Server 2.4.4 .

Δομικό στοιχείο της μοντελοποίησης είναι τα δισδιάστατα (2D) ίχνη κτιρίων - footprints (Hecht, Kunze, & Hahmann, 2013; Fan, Zipf, & Neis, 2014) τα οποία αντιστοιχούν σε επίπεδο λεπτομέρειας LOD0 (Εικόνα 1). Πρόκειται για απεικόνιση του μοντέλου του εδάφους σε 2,5 διαστάσεις. Αφορά το χαμηλότερο μοντέλο αναγλύφου, πάνω στο οποίο μπορεί να προσαρμοστεί ένας χάρτης ή μια αεροφωτογραφία και με το επίπεδο αυτό απεικονίζεται ένα τοπίο. Αυτού του είδους η πληροφορία υπάρχει σε όλους τους διαθέσιμους διαδραστικούς διαδικτυακούς χάρτες, OpenStreetMap, Google Earth, Bing (Εικόνα 2). Στην εξέλιξη της διαδικασίας τα διαθέσιμα μοντέλα θα αναβαθμιστούν σε επίπεδο λεπτομέρειας LOD1. Δηλαδή θα αναπαρίστανται σαν πρίσματα με επίπεδες στέγες, χωρίς δομή σε αυτές. Αυτό το επίπεδο λεπτομέρειας χρησιμοποιείται συνήθως για την απεικόνιση μίας πόλης (Perez, Kämpf, & Scartezzini, 2013; Wróżyński, Sojka, & Pyszny, 2016).



Εικόνα 2: Ίχνη κτιρίων LOD0 (πηγή: OpenStreetMap)

Το πρώτο βήμα υλοποίησης είναι η εξεύρεση και λήψη διαθέσιμων δισδιάστατων (2D) ιχνών κτιρίων με το πρόσθετο QuickOSM του Qgis. Το πλεονέκτημα της χρήσης του συγκεκριμένου εργαλείου είναι η πληθώρα των επιλέξιμων στοιχείων λήψης (κτίρια, δρόμοι, βλάστηση, χρήσης γης κλπ.) σε διαφορετικά επίπεδα (layers) είτε σαν αρχείο XML είτε με απευθείας λήψη από το OSM API. Επιτρέπει επίσης την επεξεργασία των δεδομένων και τη μεταφόρτωση τους στο OSM. Αφού γίνει η λήψη των επιλεγόμενων δεδομένων, εισάγονται εντός του Qgis προκειμένου να δημιουργηθούν τα επίπεδα (layers) με τα αντίστοιχα διανυσματικά στοιχεία. Στην περίπτωση που δεν είναι εφικτή η λήψη σε διανυσματική μορφή κάποιων στοιχείων η εφαρμογές GIS μας δίνουν την δυνατότητα να ψηφιοποιήσουμε το ίχνος και να δημιουργήσουμε το αντίστοιχο πολύγωνο. Η διαδικασία μετατροπής του επιφανειακού αντικειμένου σε διανυσματική μορφή πραγματοποιείται καθορίζοντας τις θέσεις των σημείων που αποτελούν τις κορυφές ενός πολυγώνου (Graser, Mandel, Bruy, & Me, 2017).

Αν επιχειρήσουμε να χρησιμοποιήσουμε κάποιες από τις ειδικές επεκτάσεις (extensions) των εφαρμογών GIS για να κάνουμε απευθείας λήψη τρισδιάστατων (3D) μοντέλων κτιρίων από τους διαθέσιμους ηλεκτρονικούς χάρτες, θα διαπιστώσουμε ότι μόνο ένα μικρό μέρος των χαρτών αυτών υποστηρίζουν τρισδιάστατη (3D) απεικόνιση και την λήψη της. Επιπλέον υπάρχουν περιορισμοί όσο αναφορά την έκταση των δεδομένων λήψης που επιχειρούμε. Ακόμα και οι εμπορικές εφαρμογές στην πραγματικότητα κάνουν λήψη των ίδιων δεδομένων με τους ίδιους σχεδόν περιορισμούς. Εν αντιθέσει η πρόσβαση σε δισδιάστατα (2D) διανυσματικά δεδομένα είναι ελεύθερη. Κάνοντας λήψη των δεδομένων της περιοχής που θέλουμε σε δισδιάστατα (2D) διανυσματικά πολύγωνα αυτά εμπεριέχουν την απαραίτητη γεωγραφική πληροφορία για να εισαχθούν και να προβληθούν στα συστήματα GIS (Εικόνα 3).

¹ Με την ίδια διαδικασία μπορεί να εξαχθεί και για φορητές (mobile) συσκευές.



Εικόνα 3: Η περιοχή του Κουκακίου με 2D διανυσματικά πολύγωνα, με υπόβαθρο και χωρίς υπόβαθρο χάρτη (Qgis)

Στην συνέχεια επιχειρείται η ανύψωση των πολυγώνων, στο κατάλληλο ύψος που θα αντιπροσωπεύει το πραγματικό ύψος των κτιρίων . Η επιλογή της ανύψωσης μετατρέπει τα δισδιάστατα (2D) μοντέλα (LOD0) σε τρισδιάστατα (3D) ογκομετρικά μοντέλα (LOD1). Η διαδικασία εύρεσης του ύψους επιχειρείται με δύο τρόπους: εντοπισμός αριθμού ορόφων κτιρίου και χρήση τοπικών κανονισμών (Kumar, Vojinovic, & Arya, 2013).

2.2.1 Χρήση αριθμού ορόφων

Στα δεδομένα που κάνουμε λήψη (κυρίως από το OSM) υπάρχουν διάφορες πρόσθετες πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί με εθελοντική πρωτοβουλία χρηστών² (Basiouka, Potsiou, & Bakogiannis, 2015) . Οι πληροφορίες, όπως διεύθυνση, είδος χρήσης, όροφοι, κατάσταση κτιρίου κλπ. συμπεριλαμβάνονται στους πίνακες χαρακτηριστικών (Εικόνα 4).

full_id	osm_id	osm_type	addr_city	addr_count	addr_house	addr_postc	addr_stree	building	building_l	▼ condition	addr_h
11 w264923000	264923000	way	Αθήνα		3	11742	Πορθενώνος	apartments	5	good	
12 w264923007	264923007	way	Αθήνα		6	11742	Ερεχθίου	apartments	5	good	
13 w264923313	264923313	way	Αθήνα		3-5-7	11742	Ρεντη Θ.	apartments	4	good	
14 w264923575	264923575	way	Αθήνα		12	11742	Ερεχθίου	apartments	4	good	
15 w264923576	264923576	way	Αθήνα		10	11742	Ερεχθίου	apartments	4	good	
16 w264923577	264923577	way	Αθήνα		8	11742	Ερεχθίου	apartments	4	good	
17 w274618703	274618703	way	Αθήνα		3	11742	Τσάμη Καρατά...	apartments	4	good	

Εικόνα 4: Διαθέσιμες πληροφορίες ληφθέντων δεδομένων (πηγή: OpenStreetMap)

Ζητούμενο είναι η συμπλήρωση των ελλিপών στοιχείων που έχουμε λάβει από το OSM με τον αριθμό ορόφων των κτιρίων. Στην συνέχεια θα μετατρέψουμε τον αριθμό των ορόφων (Α.Ο.) σε ύψος κτιρίου (Υ.Κ.).

Μια συνήθης πρακτική προσδιορισμού ύψους κτιρίου (Υ.Κ.) στην διεθνή βιβλιογραφία είναι η παραδοχή ύψους ορόφου (ΥΟ) σε 2.8-3.5 μέτρα (Coors, Hünlich, & On, 2009; Varga & Bašić, 2015; Sugihara & Shen, 2016; Biljecki, 2017). Για τα ελληνικά δεδομένα υπολογίζοντας και την τοιχοποιία τα 3 μέτρα είναι αρκούντως αντιπροσωπευτικά. Πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό ορόφων (Α.Ο.) με 3 μέτρα έχουμε κατά προσέγγιση του ύψους του κτιρίου (Υ.Κ.).

$$(1) \quad \text{Υ.Κ.} = \text{Α.Ο.} \times 3 \text{ μέτρα}$$

Αν δεν υπάρχει η διαθέσιμη πληροφορία για τον αριθμό των ορόφων μπορούμε να την υπολογίσουμε προσεγγιστικά χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή όπως το Street View. Επιλέγοντας να πλοηγηθούμε εντός των δυναμικών διαδικτυακών χαρτών μπορούμε να καταγράψουμε τον αριθμό των ορόφων των πολυκατοικιών από τις διαθέσιμες φωτογραφίες. Επιστρέφοντας στο προηγούμενο βήμα (1) μπορούμε να έχουμε το ύψος κτιρίων.

² Οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες έχουν εισβάλει σε πολλές εφαρμογές παγκοσμίως (VGI- Volunteered Geographic Information).

2.2.2 Χρήση τοπικών κανονισμών

Η προαναφερθείσα διαδικασία είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα όταν καλούμαστε να καλύψουμε εκτεταμένη περιοχή. Σ' αυτή την περίπτωση μπορούμε να καταφύγουμε σε χρήση τοπικών κανονισμών δόμησης. Γνωρίζοντας τον μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος δόμησης (Μ.Ε.Υ.) έχουμε το ύψος των κτιρίων ή αν η βάση μας περιέχει είδη για κάποια κτίρια τον αριθμό των ορόφων (Α.Ο.) διαιρούμε το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος (Μ.Ε.Υ.) με τα 3 μέτρα προκειμένου να προσδιορίσουμε τον αριθμό ορόφων (Α.Ο.) και να ενημερώσουμε την βάση δεδομένων. Δουλεύοντας με τους τοπικού πολεοδομικούς κανόνες είμαστε σε θέση να δημιουργήσουμε ένα τρισδιάστατο (3D) αστικό περιβάλλον από οικοπέδα, διαδικασία ιδιαίτερα χρήσιμη στην δημιουργία προσομοιώσεων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι γνωρίζοντας τους συντελεστές δόμησης (Σ.Δ.) μπορούμε να προσδιορίσουμε τις κατασκευές σε επίπεδο λεπτομέρειας LOD1. Προσδιορίζουμε το εμβαδό του οικοπέδου (Ε.Ο.) ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία:

- i. Αξιοποίηση του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table), χρησιμοποιώντας το εργαλείο "Open field calculator"
- ii. Δημιουργία στον πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) ενός επιπλέον πεδίου για τον υπολογισμό του εμβαδού και αξιοποίηση του "Field calculator".
- iii. Υπολογισμός επιφανείας του πολυγώνου, που αντιστοιχεί στο εμβαδό του οικοπέδου (Ε.Ο.) μέσω του "Expressions" και της επιλογής "\$area". Το αποτέλεσμα για κάθε πολύγωνο εισάγεται στο πεδίο area που δημιουργήσαμε νωρίτερα.

Με τον συντελεστή κάλυψης (Σ.Κ.) και δόμησης (Σ.Δ.) προσδιορίζουμε, α) το ίχνος της κάλυψης (ΙΚ) του οικοπέδου αλλά προσεγγιστικά και το εμβαδό των ορόφων (Ε.ΟΡ.), β) τα δομήσιμα τετραγωνικά (ΔΤ),

$$(2) \quad \Sigma.Κ. \times Ε.Ο. = Ι.Κ. \approx Ε.ΟΡ.$$

$$(3) \quad \Delta.Τ. = Ε.Ο. \times \Sigma.Δ.$$

Στην συνέχεια μπορούμε να προσδιορίσουμε τον αριθμό των ορόφων (Α.Ο.)

$$(4) \quad \Delta.Τ. \div Ε.ΟΡ. \approx Α.Ο.$$

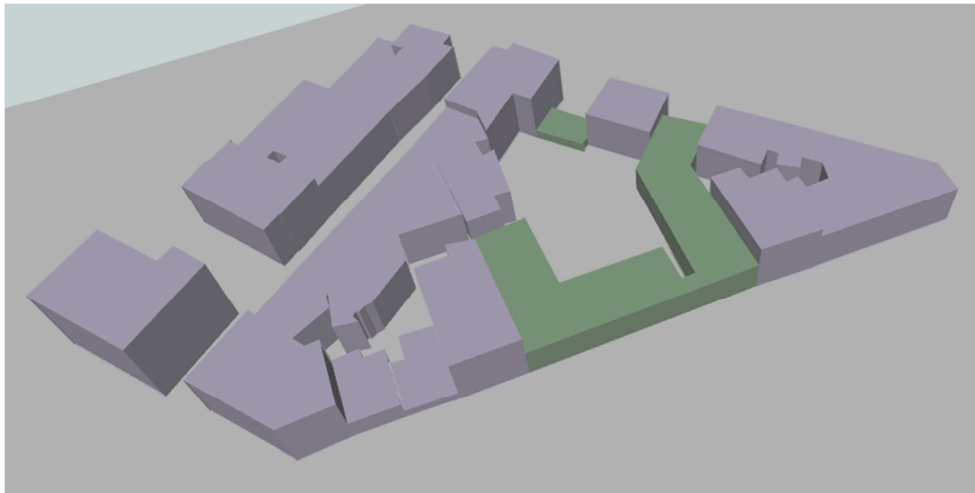
και επιβεβαιώνουμε τους υπολογισμούς με το πίνακα μέγιστου επιτρεπόμενου ύψος κτιρίων της περιοχής ενδιαφέροντος (Πίνακας 1).

Συντελεστής δόμησης(ΣΔ)	Ύψος
έως 0,4	10,75μ.
έως 0,8	14,00μ.
έως 1,2	17,25μ.
έως 1,6	19,50μ.
έως 2,0	22,75μ.
έως 2,4	26,00μ.
2,4 και άνω	ΣΔ*10μ. με μέγιστο ύψος 32,00μ.

Πίνακας 1: Μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος κτιρίου συναρτήσει του συντελεστή δόμησης της περιοχής
(Πηγή: Νέος Οικοδομικός Κανονισμός, <http://www.opengov.gr/minenv>)

Έχοντας αποτυπώσει την περιοχή μελέτης σε δισδιάστατα (2D) διανυσματικά πολύγωνα τα "εξωθούμε"³ κατ' ύψος με βάση την πληροφορία που έχουμε (αριθμός ορόφων ή ύψος κτιρίου). Η ολοκλήρωση της διαδικασίας ανύψωσης μας παρουσιάζει εντός της εφαρμογής Qgis μία τρισδιάστατη (3D) απεικόνιση της περιοχής μελέτης (Εικόνα 5). Η απεικόνιση θα μπορούσε να αφορά οτιδήποτε έχουμε εισάγει με διανυσματική μορφή εντός της εφαρμογής, κτίρια, δρόμους, χρήση γης κλπ.

³ Η λειτουργία ανύψωσης είναι διαθέσιμη σε όλα τα εργαλεία ΓΣΠ (GIS).



Εικόνα 5: 3D απεικόνιση κτιρίων γειτονιάς στο Κουκάκι μετά την ανύψωση κατ' ύψος από 2D.

Για να είναι εφικτή η οπτικοποίηση και ανάλυση του αποτελέσματος (μέσω προσομοίωσης) θα πρέπει να εξαχθεί το μοντέλο σε κατάλληλη μορφή για το εκάστοτε εργαλείο. Στην περίπτωση μας επιλέξαμε να οπτικοποιηθεί το αποτέλεσμα για χρήση μέσω του περιβάλλοντος ενός web browser. Έχοντας εγκαταστήσει το πρόσθετο “Qgis2threejs” μπορούμε να επιλέξουμε τα στοιχεία και τα χαρακτηριστικά που θέλουμε να εξάγουμε:

- α. Τα επίπεδα (layers) που περιέχουν τα τρισδιάστατα (3D) μοντέλα (καταστήματα, μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία κλπ.).
- β. Το χάρτη υποβάθρου.
- γ. Την χωρική ανάλυση που έχουμε εισάγει στους πίνακες (κατοικίες διαθέσιμες προς ενοικίαση ή πώληση, παλαιότητα κτισμάτων, ενεργειακές απώλειες, διαμερίσματα διαθέσιμα για Airbnb κλπ.).

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία παραμετροποίησης του αρχείου εξόδου δηλώνουμε την επιθυμητή χρήση (web browser για την περίπτωση μελέτης μας). Κατασκευάζουμε με την βοήθεια του Qgis2threejs το περιεχόμενο html για προβολή μέσω οποιουδήποτε φυλλομετρητή (Εικόνα 6).

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta charset="UTF-8">
<title>index</title>
<meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no, minimum-scale=1.0, maximum-scale=1.0">
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="./Qgis2threejs.css">
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="./mobile.css">
<script defer src="./fontawesome/solid.min.js"></script>
<script defer src="./fontawesome/fontawesome.min.js"></script>
<script src="./threejs/three.min.js"></script>
<script src="./threejs/OrbitControls.js"></script>
<script src="./threejs/DeviceOrientationControls.js"></script>
<script src="./proj4js/proj4.js"></script>
<script src="./Qgis2threejs.js"></script>
<script src="./mobile.js"></script>
</head>
<body>

<video id="video" autoplay></video>
<div id="view">
  <div id="labels"></div>
  <div id="northarrow"></div>
</div>
```

Εικόνα 6: Απόσπασμα από τον html κώδικα

Για να μπορέσουμε όμως να προβάλλουμε την ιστοσελίδα μας με το διαδραστικό τρισδιάστατο (3D) μοντέλο θα πρέπει να γίνει μεταφόρτωση (uploading) των αρχείων σε

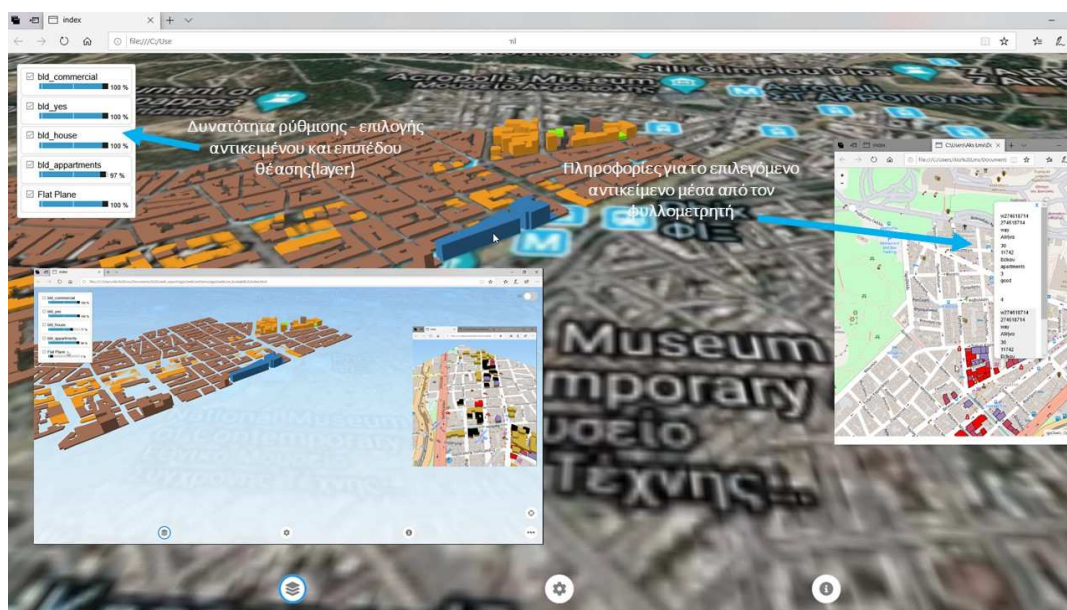
κάποιον web server ή να εγκαταστήσουμε κάποιον server τοπικά στον υπολογιστή μας⁴. Επιλέχθηκε η εγκατάσταση του Apache HTTP Server 2.4.4 προκειμένου να μπορέσει ο φυλλομετρητής να προβάλει το περιεχόμενο της ιστοσελίδας που δημιουργήσαμε. Η εγκατάσταση του Apache Server παρουσιάζει δυσκολίες για κάποιον που δεν έχει τεχνικές γνώσεις, μία λύση είναι η εγκατάσταση ενός πακέτου λογισμικού που συμπεριλαμβάνει όλη την παραμετροποίηση για την δημιουργία τοπικού server όπως το XAMPP ή του WAMP.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η διασωλήνωση (pipeline) των εργασιών της μοντελοποίησης παρουσιάζεται στην *Εικόνα 7*. Αναμφίβολα, κρίσιμο τμήμα του όλου εγχειρήματος θα χαρακτηρίζαμε την δημιουργία και κανονικοποίηση του σετ δεδομένων (dataset). Πάνω σ' αυτό στηρίζεται όλη η υλοποίηση. Στην συνέχεια τα δεδομένα εισάγονται στο Qgis, μετατρέπονται σε τρισδιάστατα (3D) αντικείμενα, ενσωματώνουμε χωρική πληροφορία και την αναπαριστούμε μέσω της τρισδιάστατης (3D) απεικόνισης. Τέλος με την βοήθεια των προσθέτων δημιουργούμε και εξάγουμε το αποτέλεσμα για οπτικοποίηση από οποιοδήποτε φυλλομετρητή-web browser (*Εικόνα 8*).



Εικόνα 7: Η Διασωλήνωση (pipeline) των εργασιών



Εικόνα 8: Το διαδραστικό 3D μοντέλο μέσα από browser.

⁴ <http://localhost/foldername/index.html>

3.1 Εφαρμογές

Όπως αναφέρθηκε στην Εισαγωγή της παρούσης, τα δεδομένα για τρισδιάστατη (3D) μοντελοποίηση και αναπαράσταση αστικού χώρου είναι δυσεύρετα. Κατά συνέπεια η ύπαρξη ενός εναλλακτικού μοντέλου δημιουργίας συνόλων δεδομένων (datasets) θα διευκόλυνε την έρευνα σε πεδία που απαιτούσαν εκτεταμένη προσομοίωση χωρικής ανάλυσης τρισδιάστατων (3D) μοντέλων σε αστικό χώρο. Για παράδειγμα θα ήταν εφικτή:

- i. Η προσομοίωση με χρήση τρισδιάστατων (3D) μοντέλων, της φωτιάς και της καταστροφής στο Μάτι Αττικής.
- ii. Ο υπολογισμός και η οπτικοποίηση του αστικού ιστού με χρήση του διαθέσιμου Συντελεστή Δόμησης στον Δήμο Αθηναίων.
- iii. Η καταγραφή της μελλοντικής ηχορύπανσης στον αστικό ιστό που θα δημιουργηθεί στην υπό ανέγερση περιοχή του Ελληνικού.

Ερευνητές, ιδρύματα ή μικρές ανεξάρτητες εταιρίες θα μπορούσαν να μελετήσουν και να αναπτύξουν εφαρμογές για τομείς που αφορούν:

- α. Σχεδιασμό αστικού χώρου.
- β. Εμπορική δραστηριότητα της πόλης.
- γ. Πρόληψη και αντιμετώπιση καταστροφών.
- δ. Προμήθεια ενέργειας και ενεργειακό σχεδιασμό.
- ε. Διαχείριση εκδηλώσεων.
- στ. Περιβαλλοντική διαχείριση.
- ζ. Αγορά ακινήτων.
- η. Μεταφορές και Πλοήγηση.
- θ. Διαχείριση κυκλοφορίας.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε μια σχεδόν αυτοματοποιημένη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων (datasets) από το OSM. Δημιουργήθηκαν δισδιάστατα (2D) διανυσματικά πολύγωνα και με την ανύψωση τους, αποτέλεσαν την βάση δημιουργίας ενός τρισδιάστατου (3D) αστικού χώρου με δυνατότητες ενσωμάτωσης χωρικής ανάλυσης. Η “προσεγγιστική” φύση των δεδομένων ουδόλως εμποδίζει τον στόχο της μελέτης. Αυτό οφείλετε στο γεγονός ότι σκοπός δεν είναι η πιστή αναπαράσταση τρισδιάστατων (3D) μοντέλων κτιρίων, άλλωστε το επίπεδο λεπτομέρειας είναι τέτοιο που δεν την προϋποθέτει (LOD1). Κάνοντας μια δειγματοληπτική έρευνα σε κτίρια της περιοχής η μέθοδος που προτείνετε με την παρούσα για τον υπολογισμό του ύψους των κτιρίων εμπεριείχε σφάλμα της τάξης του $\pm 1,5$ μέτρου. Κύριος λόγος του σφάλματος ήταν οι αλλαγές προδιαγραφών με το πέρασμα των χρόνων στις υψομετρικές απαιτήσεις των κατοικιών (τα παλαιότερα κτίσματα έχουν μεγαλύτερο ύψος ορόφου) αλλά και οι “παρεμβάσεις” στις οικοδομικές προδιαγραφές. Το αποτέλεσμα δεν απέχει πολύ από τις προτάσεις του CityGML για μοντέλα LOD1 και τις ανάγκες αναλύσεων GIS. Έρευνες στον διεθνή χώρο έχουν επιτύχει μέσο σφάλμα στο $\pm 0,8$ μέτρα με συνδυασμό αεροφωτογραφιών και σάρωση LiDAR (Biljecki, Level of detail in 3D city models, 2017).

Στην διεθνή βιβλιογραφία μερίδα ερευνών χαρακτηρίζει τις προσεγγιστικές μεθόδους μετατροπής μοντέλων LOD0 σε LOD1 ως ανορθόδοξες και ανακριβείς, μάλιστα οι Over, Schilling, Neubauer & Zipf (2010) αναφέρουν ότι “ο υπολογισμός των υψών του κτιρίου χρησιμοποιώντας μόνο τον αριθμό των ορόφων δεν είναι μια αξιόπιστη μέθοδος”. Στην πραγματικότητα όμως και οι “ορθόδοξοι” μέθοδοι συλλογής παρουσιάζουν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Σε αρκετές προσεγγίσεις η σάρωση με laser από αεροσκάφος και η

δημιουργία point cloud 3D μοντέλων παρουσίαζε σφάλματα αρκετών μέτρων (Hamilton & Morgan , 2010; Varga & Bašić, 2015). Η τάση αξιοποίησης δεδομένων από δυναμικούς διαδικτυακούς χάρτες παρουσιάζει μία αξιοπρόσεκτη δυναμική και μάλιστα λαμβάνουν χώρα έρευνες που αποσκοπούν στη τρισδιάστατη (3D) αναπαράσταση των εσωτερικών χώρων (κατόψεων ορόφων) των κτιρίων (Wang & Zipf, 2017).

Όσο αναφορά την ακρίβεια των μετρήσεων, διαπιστώθηκε ότι στα πυκνοκατοικημένα σημεία της περιοχής μελέτης, η ακρίβεια υπολογισμού του ύψους κτιρίων είναι μεγάλη, δεδομένου ότι γίνεται η μέγιστη αξιοποίηση του συντελεστή ύψους. Παρακολουθώντας τα ερευνητικά αποτελέσματα σε βάθος χρόνου παρατηρείται μια αξιοσημείωτη, κλιμακούμενη αναστροφή της πρότερης διστακτικότητας αξιοποίησης δεδομένων από μη συμβατικές μεθόδους συλλογής. Κυρίαρχο ρόλο σ' αυτή την αλλαγή έχει διαδραματίσει η τεχνολογική εξέλιξη και η βελτίωση των μεθοδολογιών. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε χρήζει τεχνικών βελτιώσεων, και για την επίτευξη μεγάλης ακρίβειας θα πρέπει να διερευνηθεί μελλοντικά η δυνατότητα χρήσης τεχνολογιών μηχανικής μάθησης και εκπαίδευσης των συστημάτων.

Η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ήταν επιθυμητό να υλοποιηθεί με όσο το δυνατό απλούστερες μεθόδους ώστε να μην απαιτούνται γνώσεις ανάπτυξης εφαρμογών διαδικτύου. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν τα ενσωματωμένα εργαλεία της εφαρμογής Qgis. Το αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό αλλά παρουσιάστηκαν διάφορες ασυμβατότητες έως ότου επιτευχθεί. Οι ασυμβατότητες αυτές οφείλονταν στις διαφορετικές εκδόσεις των προσθέτων της εφαρμογής Qgis και των φυλλομετρητών. Κρίθηκε απαραίτητη η προσφυγή στο κείμενο τεκμηρίωσης των προσθέτων για να γίνουν οι απαραίτητες παραμετροποιήσεις.

Αν και ένας από τους στόχους ήταν η απλοποίηση των διαδικασιών η όλη διαδικασία παραμένει αρκετά σύνθετη. Μερικοί από τους λόγους είναι:

- α. Η εμπλοκή πολλών εφαρμογών.
- β. Οι βασικές λειτουργίες των συστημάτων GIS (ισχύει και για τις εμπορικές εφαρμογές) βασίζεται στην λειτουργία προσθέτων.
- γ. Η διαλειτουργικότητα των εφαρμογών είναι προβληματική.
- δ. Οι συνεχείς αναβαθμίσεις επηρεάζουν την σταθερότητα των συστημάτων και την διαλειτουργικότητα.
- ε. Τα εργαλεία δεν είναι φιλικά στον χρήστη.
- στ. Οι διαδικασίες εξαρτώνται από απροσδιόριστους παράγοντες.

Για να θεωρηθεί ολοκληρωμένη η παρούσα μελέτη θα πρέπει να γίνει δοκιμή στο πεδίο με χρήση εφαρμογών που θα αξιοποιούν την υπο εξέταση υλοποίηση. Κάτι τέτοιο δεν κατέστη δυνατό αλλά σχεδιάζεται να αξιολογηθεί κατά αυτό τον τρόπο στην υπό εξέλιξη διδακτορική διατριβή του γράφοντος με την αξιοποίηση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agugiaro, G. (2016). Energy planning tools and CityGML-based 3D virtual city models: experiences from Trento (Italy). *Applied Geomatics*(41–56), σσ. 41-56.
- Basiouka, S., Potsiou, C., & Bakogiannis, E. (2015). OpenStreetMap for cadastral purposes: An application using VGI for official processes in urban areas. *Survey Review*(47).
- Biljecki, F. (2017). *Level of detail in 3D city models*. Delft, Nederland: Delft University of Technology, PhD Thesis.
- Biljecki, F., Heuvelink, G., Ledoux, H., & Stoter, J. (2017). The effect of acquisition error and level of detail on the accuracy of spatial analyses. *Cartography and Geographic Information Science*, σσ. 156-176.
- Boehm, J., Brédif, M., Gierlinger, T., Krämer, M., Lindenbergh, R. C., Oberste-Dommes, F., . . . Liu, K. (2016). The IQmulus urban showcase: automatic tree classification and identification in huge mobile mapping point clouds. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*.
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*(92), σσ. 79-97.
- Coors, V., Hünlich, K., & On, G. (2009). Constraint- based Generation and Visualization of 3D City Models. 3D. *3D Geo-Information Sciences*, σσ. 365–378.
- Elberink, S., & Vosselman, G. (2009). Building Reconstruction by Target Based Graph Matching on Incomplete Laser Data: Analysis and Limitations. *MDPI Open Access Publishing*.
- Fan, H., Zipf, A., & Neis, P. (2014). Fan H, Zipf A, Fu Q, Neis P (2014): Quality assessment for building footprints data on OpenStreetMap. *International Journal of Geographical Information Science*(28(4)), σσ. 700–719.
- Graser, A., Mandel, A., Bruy, A., & Me, B. (2017). *QGIS : becoming a QGIS power user : master data management, visualization, and spatial analysis techniques in QGIS and become a GIS power user*. Birmingham, UK: Packt Publishing.
- Hamilton, S., & Morgan , A. (2010). Integrating lidar, GIS and hedonic price modeling to measure amenity values in urban beach residential property markets. *Computers, Environment and Urban Systems*(34(2)), σσ. 133–141.
- Hartmann, A., Meinel, G., Hecht, R., & Behnisch, M. (2016). Hartmann A, Meinel G, Hecht R, Behnisch M (2016): A Workflow for Automatic Quantification of Structure and Dynamic of the German Building Stock Using Official Spatial Data. IS- PRS. *International Journal of Geo-Information*(5(8)), σ. 142.
- Hecht, R., Gotthard, M., Buchroithner, M., & Gotthard, M. (2015). Hecht R, Meinel G, Buchroithner M (2015): Automatic identification of building types based on topographic databases – a comparison of different data sources. *International Journal of Cartography*(1(1)), σσ. 18–31.
- Hecht, R., Kunze, C., & Hahmann, S. (2013). Measuring Completeness of Building Footprints in OpenStreetMap over Space and Time. *ISPRS International Journal of GeoInformation*(2(4)), σσ. 1066–1091.

- Jokela, J. (2016). CityGML building model production from airborne laser scanning. Master's thesis, Aalto University, Finland.
- Kumar, S., Vojinovic, Z., & Arya, D. (2013). Sathish Kumar D, Arya DS, Vojinovic Z (2013): Modeling of urban growth dynamics and its impact on surface runoff characteristics. *Computers, Environment and Urban Systems*(41), σσ. 124–135.
- Nex, F., & Remondino, F. (2013). UAV for 3D mapping applications: A review. *Applied Geomatics*(6(1)), σσ. 1-15.
- Over, M., Schilling, A., Neubauer, S., & Zipf, A. (2010). Generating webbased 3D City Models from OpenStreetMap: The current situation in Germany. *Computers, Environment and Urban Systems*(34(6)), σσ. 496–507.
- Perez, D., Kämpf, J., & Scartezzini, J.-L. (2013). Urban Area Energy Flow Microsimulation for Planning Support: a Calibration and Verification Study. *International Journal On Advances in Systems and Measurements*(6(3&4)), σσ. 260–271.
- Sugihara, K., & Shen, Z. (2016). Automatic generation of 3D house models with solar photovoltaic generation for smart city. *3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)*, (σσ. 1-7). Muscat, Oman.
- Tack, F., Buyuksalih, G., & Goossens, R. (2012). 3D building reconstruction based on given ground plan information and surface models extracted from spaceborne imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*(67), σσ. 52–64.
- Toth, C., & Józków, G. (2016). Remote sensing platforms and sensors: A survey. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, σσ. 22–36.
- Valls, F., Garcia-Almirall, P., Ernest, R., & David, F. (2014). Dalmau F, Garcia-Almirall P, Domínguez E, Escudero D (2014): From Raw Data to Meaningful Information: A Representational Approach to Cadastral Databases in Relation to Urban Planning. *Future Internet*(6(4)), σσ. 612–639.
- Varga, M., & Bašić, T. (2015). Accuracy validation and comparison of global digital elevation models over Croatia. *International Journal of Remote Sensing*(36(1)), σσ. 170–189.
- Varga, M., & Bašić, T. (2016). Urban Skylines: Building Heights and Shapes as Measures of City Size. Working paper, Santa Fe Institute.
- Wang, Z., & Zipf, A. (2017). Using OpenStreetMap data to generate building model with their inner structures for 3D maps. *ISPRS Geospatial Week 2017, 18–22 September 2017, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Wuhan, China.
- Wróżyński, R., Sojka, M., & Pyszny, K. (2016). The application of GIS and 3D graphic software to visual impact assessment of wind turbines. *Renewable Energy*(96), σσ. 625–635.
- Zhang, L., Han, C., Zhang, L., & Zhang, X. (2014). Web-based visualization of large 3D urban building models. *International Journal of Digital Earth*(7(1)), σσ. 53–67.

3D WebGIS για την ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιων κτιρίων

Σκαρλάτος Ευστάθιος¹, Καλογιάννη Ευτυχία², Καλογήρου Χριστίνα³, Τολίδης Κωνσταντίνος⁴

¹ Διπλ. Μεταλ/γος Μηχανικός, MSc Γεωπληροφορική, 11521, Αθήνα,

² Διπλ. Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, MSc, Υποψήφια Διδάκτορας TUDelft, Ντελφτ

³ Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός, MSc, Innos Consulting, 45221 Ιωάννινα

⁴ Διπλ. Μηχανικός Περιβάλλοντος, MSc, Chief Project Officer, Innos Consulting, 45221 Ιωάννινα

Λέξεις κλειδιά: τρισδιάστατη μοντελοποίηση κτιρίων, 3D WebGIS, ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων, διεθνή πρότυπα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού και η έντονη αστικοποίηση έχουν οδηγήσει στην πολλαπλή χρήση του χώρου μέσα στο πολυδιάστατο αστικό περιβάλλον και στη δημιουργία πολυεπίπεδων και πολύπλοκων δομών. Η νέα αυτή πραγματικότητα στην αξιοποίηση της γης είναι δύσκολο, πλέον, να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά από τα υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης γης, τα οποία αναπτύχθηκαν στη βάση της δισδιάστατης απεικόνισης και εγγραφής των δικαιωμάτων και των ακινήτων. Αυτό έχει δημιουργήσει έντονο ενδιαφέρον, στη διεθνή κοινότητα, για τη διαχείριση της ακίνητης περιουσίας, σε επίπεδο τρισδιάστατης καταγραφής, μοντελοποίησης, οργάνωσης και απεικόνισης μέσω συστημάτων 3D Κτηματολογίου (3D Land Administration Systems), 3D μοντέλων πόλεων (3D City Models) και 3D Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (3D GIS).

Προκειμένου να δημιουργηθούν οι εν λόγω τρισδιάστατες εφαρμογές, η 3D μοντελοποίηση σε επίπεδο κτιρίου αποτελεί το πρώτο και αναγκαίο βήμα. Μέσω της ανάλυσης των χαρακτηριστικών ενός κτιρίου, όπως είναι η μορφολογία, η τοιχοποιία, οι απαιτήσεις σε ενέργεια, το είδος της ενέργειας που καταναλώνει, κτλ., παρέχονται πληροφορίες για την προσομοίωση του ενεργειακού προφίλ του κτιρίου, τη χωρική του αναπαράσταση, αλλά και τη δυναμική του συμπεριφορά σε βάθος χρόνου.

Σήμερα, ολοένα και περισσότερο, παρατηρείται ιδιαίτερο ενδιαφέρον στο πλαίσιο διαχείρισης των πόλεων και της γης, για τις καταναλώσεις ενέργειας στον κτιριακό τομέα, καθώς και η διαχείρισή τους. Για το λόγο αυτό, τόσο σε διεθνές, όσο και σε επίπεδο χωρών, θεσπίζονται κανονισμοί και αναπτύσσονται μηχανισμοί και κατευθύνσεις για τη μοντελοποίηση και τη διαχείριση πληροφοριών που αφορούν στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων και κατ' επέκταση των πόλεων. Σε αυτή την κατεύθυνση, τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται τρισδιάστατα μοντέλα πόλεων εμπλουτισμένα με ενεργειακές πληροφορίες σε επίπεδο Δήμων/ Περιφερειών και χωρών.

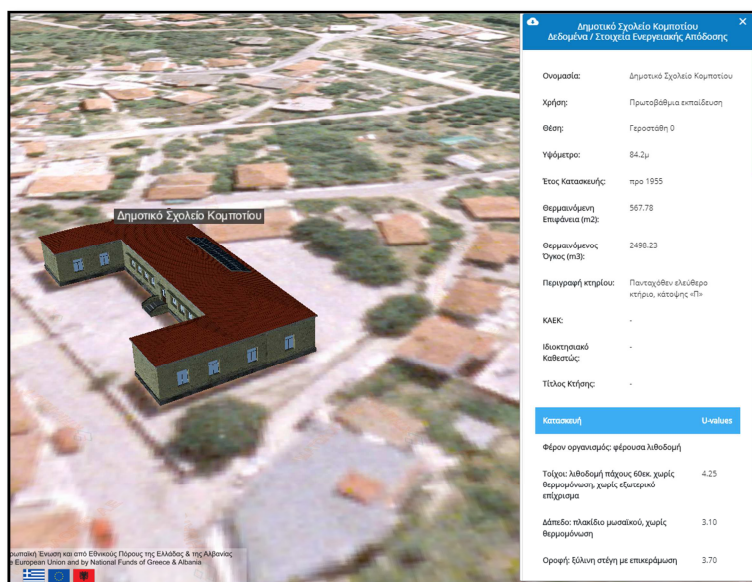
Στο πλαίσιο του Έργου “2014 - 2020 INTERREG IPA CBC Greece - Albania GREAT SUN - GREEce and Albania Towards SUsustainability” υλοποιήθηκε ένα Διαδικτυακό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (3D WebGIS) και φιλοξενεί κτιριακά δεδομένα για τους Δήμους Νικολάου Σκουφά, και Ζηρού της Περιφέρειας Ηπείρου, ενώ αναμένεται να φιλοξενήσει δεδομένα και από το Δήμο Αυλώνα Αλβανίας. Το «GREAT SUN-3DEnCad» αποτελεί μία καινοτόμα πλατφόρμα τρισδιάστατης διαχείρισης και οπτικοποίησης δεδομένων ανοικτού κώδικα. Το εν λόγω 3D Web GIS παρέχει

εργαλεία διαχείρισης και επεξεργασίας χωρικών και μη χωρικών δεδομένων, προσβάσιμα στο χρήστη μέσω ενός περιηγητή ιστού διαδικτύου (Internet Web Browser).

Αντικείμενο του «GREAT SUN-3DEnCad» αποτελεί η ανάπτυξη μία βιώσιμης συστημικής προσέγγισης για την ομαδοποίηση, την μοντελοποίηση, την αποθήκευση και την τρισδιάστατη οπτικοποίηση επιλεγμένων, τυπικών δημόσιων κτιρίων της περιοχής εφαρμογής. Τα κτίρια έχουν επιλεγεί με βάση τα κτιριολογικά τους χαρακτηριστικά, τη σημασία και τη χρήση τους, με σκοπό, η εφαρμογή να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο απεικόνισης και αξιολόγησης πληροφοριών ενεργειακής συμπεριφοράς «πρότυπων» μοντέλων κτιρίων.

Τα δεδομένα που φιλοξενούνται στην εφαρμογή προέρχονται από την επεξεργασία πρωτογενών στοιχείων που συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές, κατά τη διάρκεια επί τόπου επισκέψεων. Στοιχεία όπως οι αρχιτεκτονικές κατόψεις, όψεις και τομές των κτιρίων, συλλέχθηκαν από τους αρμόδιους φορείς και αναλόγως με την μορφή στην οποία βρισκόντουσαν (αναλογική ή ψηφιακή), ακολούθησε η κατάλληλη επεξεργασία. Συμπληρωματικά, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία όπως μετρήσεις στα κτήρια, επίγειες και εναέριας φωτογραφίες, φωτογραφίες από θερμικές κάμερες (ενεργειακές επιθεωρήσεις με θερμοκάμερα), καθώς και φύλλα συντηρήσεων του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Τα κτήρια μοντελοποιήθηκαν με λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης ακολουθώντας διεθνή πρότυπα αποθήκευσης και ανταλλαγής δεδομένων σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας (LoD 2 και LoD 3). Πέραν της γεωμετρίας και των λοιπών φωτορεαλιστικών χαρακτηριστικών των κτιρίων (υφές, κλπ.), τα τρισδιάστατα μοντέλα εμπλουτίστηκαν και με σημασιολογικά χαρακτηριστικά που αφορούν πληροφορίες σχετικές με το κτηματολόγιο και τα ενεργειακό προφίλ των κτιρίων, έπειτα από ανάλυση και επεξεργασία των συλλεχθέντων στοιχείων.



Στη συνέχεια, στοιχεία σχετικά με την ενεργειακή κατάσταση των κτιρίων, τα οποία προέκυψαν έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία των αρχικών δεδομένων, καθώς και στοιχεία σχετικά με το Κτηματολόγιο, ενσωματώθηκαν για κάθε ένα από τα κτήρια. Κατά την εισαγωγή των κτιρίων στην πλατφόρμα αντιμετωπίστηκαν προβλήματα γεωαναφοράς και διατήρησης των υφών των κτιρίων, τα οποία και επιλύθηκαν.

Στη Διαδικτυακή Πλατφόρμα, οι χρήστες είναι σε θέση να περιηγηθούν στα χωρικά δεδομένα (χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως το zoom, pan, κτλ.), να θέτουν ερωτήματα και να έχουν πρόσβαση σε περιγραφικά δεδομένα των ακινήτων.

Ο ρόλος της γεωχωρικής μοντελοποίησης και προσομοίωσης στη συνεργατική λήψη αποφάσεων σε πανδημίες

Κυριακίδης Φαίδων^{(1),(α,β)*}, Καβρουδάκης Δημήτρης^{(2),(γ)}, Παπακωνσταντίνου Απόστολος^{(3),(α,γ)},
Χατζηπέτρου Στυλιανός^{(4),(α,β)}, Λεβέντης Γεώργιος^{(4),(α,β)}, Φαγιάτ Φίλιππος^{(4),(α,β)}

phaedon.kyriakidis@cut.ac.cy*, dimitrisk@aegean.gr, a.papakonstantinou@cut.ac.cy,
sk.hadjipetrou@edu.cut.ac.cy, georgios.leventis@cut.ac.cy, pk.fayad@edu.cut.ac.cy

⁽¹⁾ Καθηγητής

⁽²⁾ Επίκουρος Καθηγητής

⁽³⁾ Μεταδιδακτορικός Ερευνητής

⁽⁴⁾ Υποψήφιος Διδάκτορας

^(α) Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής,

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός, Κύπρος

^(β) Ερευνητικό Κέντρο Ερατοσθένης, Λεμεσός, Κύπρος

^(γ) Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, Ελλάδα

Λέξεις-κλειδιά: Γεωχωρική Μοντελοποίηση και Προσομοίωση, Μοντέλο Πρακτόρων, Βελτιστοποίηση
Χωρικών Αποφάσεων, COVID-19

Η εξάπλωση των μολυσματικών ασθενειών, συμπεριλαμβανομένων των πανδημιών όπως η πρόσφατη πανδημία του COVID-19, καθώς και οι ανθρώπινες δραστηριότητες που επηρεάζονται από αυτές, έχουν σαφή χωρικά χαρακτηριστικά και δυναμική εξέλιξη, αντιπροσωπεύοντας μια σημαντική πτυχή των αλληλεπιδράσεων ανθρώπου-περιβάλλοντος. Το εύρος και η ένταση της πρόσφατης πανδημίας COVID-19, ειδικότερα, τα οποία ενισχύθηκαν από τη δια-συνδεσιμότητα του πληθυσμού λόγω της αστικοποίησης και της παγκοσμιοποίησης, κατέδειξαν με τον πιο δραματικό τρόπο την πολυπλοκότητα των επιπτώσεων των πανδημιών σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης ζωής και δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της οικονομίας, της κοινωνικής συνοχής αλλά και της ασφάλειας.

Η Γεωγραφική επιστήμη έχει να επιδείξει διαχρονικά μία πλούσια συνεισφορά στη μελέτη της εξάπλωσης των ασθενειών, παρέχοντας μεθόδους από την Ανθρωπογεωγραφία και τη Φυσική Γεωγραφία, καθώς επίσης και από την Χωρική Ανάλυση και Μοντελοποίηση. Παραδείγματα σχετικών μεθόδων/εφαρμογών αποτελούν η χαρτογραφική ή/και επιστημονική οπτικοποίηση της χωροχρονικής κατανομής κρουσμάτων, η μελέτη των χωρικών δραστηριοτήτων ατόμων, δικτύων μετακίνησης και μεταφορών, η αποσαφήνιση του ρόλου της χωρικής διάστασης των περιβαλλοντικών συνθηκών στην εξάπλωση ασθενειών, η ανίχνευση στατιστικά-σημαντικών θυλάκων λοιμώξεων, η αξιολόγηση πρόσβασης σε εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης και η βέλτιστη χωροθέτηση νέων υπηρεσιών υγειονομικού ενδιαφέροντος. Επιπρόσθετα, η εξέλιξη της γεωπληροφορικής έχει εκτοξεύσει τη χρήση δεδομένων τηλεπισκόπησης και υπηρεσιών γεω-εντοπισμού σε εφαρμογές που σχετίζονται με την υγεία, συμπεριλαμβανομένων της παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες, καθώς και την ιχνηλάτηση θέσης μέσω κινητών τηλεφώνων στο πλαίσιο μοντελοποίησης της ανθρώπινης κινητικότητας. Τέλος, το διαδίκτυο και η πρόοδος των ανοιχτών χωρικών δεδομένων έχουν ήδη οδηγήσει στην ευρεία παραγωγή γεω-οπτικοποιήσεων και συστηματικών αναλύσεων δεδομένων (π.χ. web dashboards) που σχετίζονται με τη χωρική/χρονική κατανομή περιστατικών COVID-19 παγκοσμίως (Kamel Boulos και Geraghty, 2020).

Πέρα των προαναφερθέντων εφαρμογών της Επιστήμης και Τεχνολογίας της Γεωγραφικής Πληροφορίας, η πρόσφατη πανδημία COVID-19 φέρνει στο προσκήνιο σημαντικές επιστημονικές ευκαιρίες και συνέργειες μεταξύ της Χωρικής Ανάλυσης, της Μοντελοποίησης και της Προσομοίωσης με ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών πεδίων, όπως ενδεικτικά η Επιδημιολογία, ο Χωροταξικός Σχεδιασμός και η Οικονομική Επιστήμη (Ο' Sullivan και λοιποί, 2020). Θεωρούμε ότι η πιο σημαντική συνεισφορά των παραπάνω συνεργειών περιλαμβάνει τη διεξαγωγή συνδυαστικών διεπιστημονικών πειραμάτων προσομοίωσης και την αξιολόγηση σεναρίων που σχετίζονται με την εξάπλωση της πανδημίας και των συνακόλουθων αποφάσεων που είναι χωρικά και χρονικά προσδιορισμένες. Τέτοιες αποφάσεις μπορεί ενδεικτικά να περιλαμβάνουν: πότε πρέπει να επιβληθεί μία καραντίνα (lockdown), ποια στοιχεία της κοινωνικής/οικονομικής ζωής και των συναφών δραστηριοτήτων θα πρέπει να περιοριστούν κατά τη διάρκεια της καραντίνας, καθώς επίσης και που γεωγραφικά και με ποια χρονική ακολουθία θα πρέπει να εφαρμοστούν οι παραπάνω περιορισμοί. Παρόμοια ερωτήματα/προβλήματα θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν κατά τη διαδικασία σχεδιασμού άρσης αυτών των μέτρων (π.χ., άρση καραντίνας), με γνώμονα τις πιθανές επιπτώσεις τους στην οικονομία, την υγεία του πληθυσμού και την ευημερία γενικότερα (συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας).

Η Γεωχωρική Μοντελοποίηση και Προσομοίωση μέσα στο εξεταζόμενο πλαίσιο προβάλλεται ως μία αναδυόμενη, αλλά εξαιρετικά σημαντική και επίκαιρη, ερευνητική κατεύθυνση που περιλαμβάνει:

- 1) μοντελοποίηση/προσομοίωση μεμονωμένων τροχιών που αντιστοιχούν στα καθημερινά πρότυπα ανθρώπινης δραστηριότητας στο χώρο και στο χρόνο
- 2) μοντελοποίηση/προσομοίωση λοίμωξης από ασθένειες μέσω κανόνων μετάδοσης, όπως του COVID-19 σε αυτήν την περίπτωση,
- 3) βελτιστοποίηση χωρικών αποφάσεων, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού επιβολής ή/και άρσης καραντίνας σε τοπική ή περιφερειακή κλίμακα, με στόχο την ανταπόκριση, τον μετριασμό ή ακόμη και την πρόληψη των επιπτώσεων της διάδοσης της νόσου στις ανθρώπινες δραστηριότητες και υποδομές.

Οι παραπάνω μέθοδοι θα πρέπει να καθίστανται λειτουργικές μέσω ενός ευέλικτου συνόλου εργαλείων που θα μπορούσαν εύκολα να χρησιμοποιηθούν για την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών σε οργανισμούς, υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και κυβερνήσεις παγκοσμίως για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή περιορισμών ή επεκτάσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας, χωρίς απαραίτητα να απαιτούνται μεγάλες ποσότητες δεδομένων (τα οποία είναι συχνά μη διαθέσιμα) και σχετικών εκτιμήσεων παραμέτρων πολύπλοκων μοντέλων.

Με βάση το παραπάνω πλαίσιο, παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία απλά παραδείγματα προσομοίωσης που βασίζονται σε ένα πρωτότυπο Μοντέλο Πρακτόρων (Agent-Based Model) ως μέσο για την αξιολόγηση αποφάσεων σχετικά με το πλήθος και τον τύπο των δραστηριοτήτων που πρέπει να περιοριστούν κατά τη διάρκεια μίας υποτιθέμενης καραντίνας που επιβάλλεται για την αντιμετώπιση μίας πανδημίας. Συγκεκριμένα, το παραπάνω μοντέλο χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία για: (α) τη δημιουργία συνθετικών τροχιών που αντιστοιχούν σε τεκμηριωμένες καθημερινές και εβδομαδιαίες δραστηριότητες μεταξύ ενός συνόλου προκαθορισμένων (και σε αυτήν την εργασία συνθετικών) σημείων ενδιαφέροντος – όπως π.χ. σπίτι, εργασία, αγορά, εστιατόριο, ψυχαγωγία, αθλητισμός σε εξωτερικούς χώρους, και (β) προσομοίωση κρουσμάτων μόλυνσης σε σημεία επαφής σύμφωνα με απλούς (και καθορισμένους από το χρήστη) κανόνες εξάπλωσης νόσου, για την περίπτωση COVID-19 περίοδος επώασης 4 έως 7 ημέρες και

αναμενόμενος αριθμός κοντινών επαφών που θα μολυνθούν (R_0) περίπου 3 ανά φορέα του ιού.

Αναφορές

Kamel Boulos, M.N., and Geraghty, E.M. (2020): Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics, *International Journal of Health Geographics*, 19(1):8. doi:10.1186/s12942-020-00202-8.

O'Sullivan, D., Gahegan, M., Exeter, D.J., and Adams, B. (2020): Spatially explicit models for exploring COVID-19 lockdown strategies, *Transactions in GIS*, 24, 967-1000. <https://doi.org/10.1111/tgis.12660>.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ

Κοκόσης Νικόλαος*

Υποψήφιος διδάκτορας, τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και
Περιφερειακής Ανάπτυξης, πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Τηλ: 6945131893, e-mail : nikolaoskokosis@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες το ενδιαφέρον της ακαδημαϊκής και επιστημονικής κοινότητας έχει στραφεί στην μελέτη του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας. Η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα πολυδιάστατο φαινόμενο το οποίο μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά. Θεωρείται από πολλούς ερευνητές ένα σύνθετο και αναδυόμενο κοινωνικο-οικονομικό πρόβλημα με το οποίο έρχονται αντιμέτωπες τόσο οι αναπτυσσόμενες όσο και οι αναπτυγμένες χώρες. Η πρώτη Ευρωπαϊκή χώρα, η οποία ασχολήθηκε συστηματικά με την μελέτη της ενεργειακής φτώχειας ήταν το Ηνωμένο Βασίλειο, που διαθέτει και έναν επίσημο ορισμό του φαινομένου, με βάση τον οποίο ένα νοικοκυριό θεωρείται ότι βιώνει κατάσταση ενεργειακής φτώχειας, εάν το 10% του διαθέσιμου εισοδήματος του απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών (ανάγκες για θέρμανση, ψύξη, ηλεκτρισμό, μαγείρεμα, χρήση οικιακών συσκευών, κλπ.)

Στην Ευρώπη όλο και περισσότερα είναι τα νοικοκυριά που δεν δύναται να εξασφαλίσουν ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης εντός των κατοικιών τους μ' αποτέλεσμα να έρχονται αντιμέτωπα με καταστάσεις ενεργειακής φτώχειας ή ενεργειακής αποστέρησης. Η ενεργειακή φτώχεια έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία (αύξηση της νοσηρότητας και της εποχιακής θνησιμότητας), στο περιβάλλον (αύξηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και εμφάνιση του φαινομένου της αιθαλομίχλης, ιδίως στα αστικά κέντρα λόγω της χρήσης μη αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης) και στην ευημερία των πολιτών. Αξίζει να επισημανθεί το γεγονός ότι δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός του φαινομένου σε επίπεδο Ευρώπης. Η απουσία ενός κοινού ορισμού δυσχεραίνει και την αποτίμηση του φαινομένου, ουσιαστικά την μέτρηση της έντασης του.

Στην παρούσα εργασία, επιχειρείται να αποτυπωθεί χωρικά η ένταση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας στις υπό εξέταση χωρικές ενότητες (χώρες ΕΕ). Για το σκοπό αυτό θα δημιουργηθεί ένας σύνθετος δείκτης, ο οποίος θα παρακολουθεί πως εξελίσσεται και μεταβάλλεται διαχρονικά η ένταση του φαινομένου, λαμβάνοντας υπόψη στην ανάλυση και την περίοδο της οικονομικής κρίσης, η οποία όπως ήταν αναμενόμενο επηρέασε τις τιμές της ενέργειας και το γενικότερο επίπεδο φτώχειας. Η προσέγγιση που ακολουθείται στην παρούσα εργασία για την μέτρηση του φαινομένου είναι υποκειμενική (χρήση υποκειμενικών δεικτών). Ουσιαστικά αντλούνται δείκτες από την έρευνα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το εισόδημα και τις συνθήκες διαβίωσης (EU-SILC), οι οποίοι σχετίζονται τόσο με την ικανότητα των ατόμων εντός του νοικοκυρίου να θερμάνουν ικανοποιητικά τις κατοικίες τους, με την ικανότητα εξόφλησης των λογαριασμών των νοικοκυριών στην ώρα τους, καθώς

επίσης και με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του διαθέσιμου κτιριακού αποθέματος. Μέσω του σύνθετου δείκτη επιτυγχάνεται η συγκρισιμότητα μεταξύ των υπό μελέτη χωρικών ενοτήτων και αντλούνται κρίσιμα συμπεράσματα για την εξέλιξη του φαινομένου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

ενεργειακή φτώχεια, δείκτες, χαρτογράφηση, διαχρονική εξέλιξη.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οικονομική μεγέθυνση εξαρτάται από την ενέργεια. Η ενέργεια στηρίζει τις οικονομικές δραστηριότητες, ενισχύει την παραγωγικότητα και ικανοποιεί τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες. Ο ενεργειακός τομέας βρίσκεται στο επίκεντρο των προκλήσεων και το ενδιαφέρον των Ευρωπαϊκών χωρών έχει στραφεί στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εξαιτίας της παρατεταμένης εξάντλησης των ορυκτών πόρων και των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που γεννά η χρήση τους. Για την άμβλυνση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων η ΕΕ έχει θεσπίσει ένα νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο προβλέπει την προώθηση και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Kaldelis, Kapsali and Katsanou, 2012). Πιο συγκεκριμένα, η οδηγία 2001/77/EC προέβλεπε ότι το 12% της ενέργειας στην ΕΕ πρέπει να παράγεται από ανανεώσιμους πόρους (West, Bailey and Winter, 2010). Μερικά χρόνια αργότερα προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή κοινότητα η οδηγία 2009/82/EC η οποία ενθάρρυνε την ανάπτυξη τεχνολογιών αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Michalena and Hills, 2012). Παρόλη την προσπάθεια της ΕΕ για χρήση και αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η ενεργειακή κρίση θεωρείται αδιαμφισβήτητη.

Η πρόσβαση σε ασφαλείς και επαρκείς ενεργειακές υπηρεσίες θεωρείται συστατικό στοιχείο για την διασφάλιση της ποιότητας ζωής (Walker et al. 2014). Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες της ΕΕ έχει παρατηρηθεί αυξανόμενη ανησυχία εξαιτίας του φαινομένου της ενεργειακής ένδειας και αυτό οφείλεται όπως είναι λογικό στην αδυναμία που παρουσιάζουν τα περισσότερα νοικοκυριά να διαθέτουν επαρκή ενεργειακά αποθέματα προκειμένου να καλύψουν τις βασικές ενεργειακές τους ανάγκες (Dubois and Meier, 2016). Η ενεργειακή φτώχεια όπως είναι λογικό δημιουργεί μια σειρά κρίσιμων και αυξανόμενων προκλήσεων που καλούνται να λάβουν υπόψη τους οι αρμόδιοι χάραξης πολιτικών αποφάσεων (Walker and Day, 2012; Gillard, Snell and Bevan, 2017).

Το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας διαφοροποιείται μεταξύ των αναπτυγμένων και των αναπτυσσόμενων χωρών. Η ενεργειακή φτώχεια στις ανεπτυγμένες χώρες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του χαμηλού εισοδήματος και της μειωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιριακών αποθεμάτων με τις ενεργειακές τιμές, τις ενεργειακές ανάγκες και τις κλιματολογικές συνθήκες να συνδράμουν στην αύξηση της έντασης του φαινομένου (Boardman, 2012; Bouzarovski, Petrova and Sarlamanov, 2012; Liddell et al. 2012). Ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες η ενεργειακή φτώχεια σχετίζεται κυρίως με την αδυναμία πρόσβασης σε ενεργειακούς πόρους (Healy and Clinch, 2002).

Η ζήτηση ενέργειας παρουσιάζει αυξητική τάση και παρά τις πρόσφατες εικόνες μιας φθηνής αγοράς πετρελαίου, οι τιμές της ενέργειας αναμένεται να φθάσουν πάλι σε υψηλά επίπεδα (IEA, 2015). Την ίδια στιγμή οι περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες έχουν επιβαρυνθεί από τις επιβαλλόμενες πολιτικές λιτότητας. Συνολικά, η αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση και η άνοδος των ενεργειακών τιμών σε συνδυασμό με την οικονομική κρίση συντελούν σταθερά στην επιδείνωση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας (Papada and Kaliamprakos, 2016).

Εκτιμάται ότι περίπου 50 με 125 εκατομμύρια Ευρωπαίοι είναι σήμερα ενεργειακά φτωχοί ή το 11% του πληθυσμού της ΕΕ αδυνατεί να προσφέρει επαρκή θερμική άνεση και συνθήκες δροσισμού στα νοικοκυριά του (BPIE, 2014). Οι αριθμοί αυτοί αναμένεται να αυξηθούν στο προσεχές μέλλον εξαιτίας της επιδείνωσης του φαινομένου. Η κοινωνική και πολιτική ευσυνειδησία για το πρόβλημα αυτό είτε παραμένει σχετικά χαμηλή είτε παρουσιάζει έντονες διαφοροποιήσεις (Santillán Cabeza, 2010). Η οδηγία 2009/72/EK του Ευρωπαϊκού συμβουλίου αναγνωρίζει την ενεργειακή ένδεια ως ένα αυξανόμενο πρόβλημα στην κοινότητα που πρέπει να αντιμετωπιστεί (Atsalis et al. 2016). Έχουν παρατηρηθεί σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας με τις χώρες της Νότιας και Ανατολικής Ευρώπης να καταγράφουν υψηλές επιπτώσεις στο υπό εξέταση φαινόμενο (Tirado-Herrero and Bouzarovski, 2014). Τις υψηλότερες επιπτώσεις στο φαινόμενο της ενεργειακής ένδειας παρουσιάζουν οι Νότιες χώρες και πιο συγκεκριμένα η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Ελλάδα και η Ιταλία (Healy and Clinch, 2002).

Παρατηρείται γενικά ομοφωνία από την επιστημονική κοινότητα ότι ως ενεργειακά φτωχά χαρακτηρίζονται εκείνα τα νοικοκυριά που αδυνατούν να διατηρήσουν επαρκή και ικανοποιητική θέρμανση, φωτισμό και συνθήκες δροσισμού εντός των κατοικιών τους (Bouzarovski and Petrova, 2015). Στο σημείο αυτό γεννάται το ερώτημα για το πώς διακρίνονται και διαφοροποιούνται τα εισοδηματικά φτωχά από τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά. Είναι σαφές ότι τα χαμηλού εισοδήματος νοικοκυριά συμβάλλουν έως ένα βαθμό στο να καθαρίσουν εάν ένα νοικοκυριό βιώνει κατάσταση ενεργειακής φτώχειας ή όχι. Η ενεργειακή φτώχεια καθίσταται διακριτή εφόσον παρατηρείται ανεπάρκεια σε ενεργειακούς πόρους και αδυναμία πρόσβασης σε υπηρεσίες ενέργειας ή λόγω της χαμηλής ενεργειακής απόδοσης των κτιριακών αποθεμάτων (Moore, 2012).

Ο πρώτος επίσημος ορισμό της ενεργειακής φτώχειας αποδίδεται στην Brenda Boardman (1991, 2010). Στα βιβλία της η Boardman επισημαίνει ότι η ενεργειακή φτώχεια εκδηλώνεται σε εκείνα τα νοικοκυριά που δεν διαθέτουν επαρκή κεφάλαια για την κάλυψη των βασικών ενεργειακών αναγκών τους. Στις βασικές ενεργειακές ανάγκες ενός νοικοκυριού συγκαταλέγονται οι ανάγκες για θέρμανση, ηλεκτρισμό και χρήση οικιακών συσκευών. Η ενεργειακή φτώχεια στο σημείο αυτό νοείται ως η αδυναμία του νοικοκυριού να έχει άμεση και ικανοποιητική πρόσβαση σε ενεργειακές υπηρεσίες. Στον ορισμό της Boardman που όπως προαναφέρθηκε θεωρείται πρωτοπόρος και εφαρμόζεται έως και σήμερα στο Ηνωμένο Βασίλειο εισάγεται το κατώφλι (όριο) του 10%. Πιο συγκεκριμένα, όταν οι ενεργειακές δαπάνες ενός νοικοκυριού υπερβαίνουν το 10% του διαθέσιμου εισοδήματος τότε το συγκεκριμένο

νοικοκυριό με βάση τον παραπάνω ορισμό βιώνει ενεργειακή φτώχεια ή ενεργειακή αποστέρηση.

Η προβληματική έγκειται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει ένα κοινό εννοιολογικό πλαίσιο σχετικά με τον ορισμό της ενεργειακής φτώχειας στην ΕΕ. Επικρατεί γενική ομοφωνία στην Ευρωπαϊκή κοινότητα ότι η ενεργειακή ένδεια αποτελεί ένα αυξανόμενο και αναδυόμενο κοινωνικό ζήτημα. Μια πρόκληση ουσιαστικά η οποία δεν εξαρτάται μόνο από την οικονομική ανισορροπία που παρατηρείται στον προϋπολογισμό του νοικοκυριού αλλά είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων (Healy and Clinch, 2004; Thomson and Snell, 2013). Από ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας επισημαίνεται ότι τρεις είναι οι σημαντικότερες κινητήριες δυνάμεις που συμβάλουν στην αύξηση της έντασης του φαινομένου: τα χαμηλά επίπεδα εισοδήματος, το αυξανόμενο ενεργειακό κόστος σε παροχές και η χαμηλή ενεργειακή απόδοση των κτιριακών εγκαταστάσεων (Pye et al. 2015).

Η ενεργειακή φτώχεια λαμβάνεται υπόψη έως μια σύνθετη και δυναμικού χαρακτήρα διαδικασία, δηλαδή μια διαδικασία η οποία δεν είναι στατική αλλά μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά. Όπως προαναφέρθηκε οι τρεις κινητήριες δυνάμεις που σχετίζονται με την εμφάνιση του φαινομένου της ενεργειακής αποστέρησης (εισόδημα, ενεργειακές τιμές και ενεργειακή απόδοση των κτιρίων) εντάσσονται στους κλασσικούς περιοριστικούς παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στη μελέτη του φαινομένου (Boardman, 2010). Στη διεθνή βιβλιογραφία εντοπίζονται και άλλοι παράγοντες, που με τη σειρά τους είναι υπαίτιοι για την τρωτότητα (ευπάθεια) των νοικοκυριών στο φαινόμενο της ενεργειακής ένδειας. Για παράδειγμα, η ηλικιακή σύσταση των νοικοκυριών, η επαγγελματική κατάσταση των μελών τους και οι υγειονομικές συνθήκες εντός νοικοκυριού έχουν άμεση επίπτωση στις ενεργειακές ανάγκες των νοικοκυριών, ουσιαστικά τις ανάγκες για θέρμανση και ηλεκτρισμό (Gillingham, Harding and Rapson, 2012). Επιπλέον, στην τρωτότητα των νοικοκυριών συντελεί και η ενοικίαση της κατοικίας, διότι οι μισθωτές κατοικίες είναι κατά μέσο όρο λιγότερο ενεργειακά αποδοτικές. Όπως είναι λογικό οι ενοικιαστές έχουν λιγότερες ευκαιρίες στο να προσαρμόσουν καταλλήλως τις υπάρχουσες υποδομές προκειμένου να εμφανίζουν καλύτερη απόκριση στις σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις (Ambrose, 2015).

Η μέτρηση της Ενεργειακής φτώχειας θεωρείται σημαντική πρόκληση και έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας. Η επιλογή των δεικτών/μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν το φαινόμενο δεν καθίσταται εύκολη υπόθεση. Όπως αναφέρθηκε λεπτομερώς στην εισαγωγή, η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα πολυδιάστατο φαινόμενο το οποίο μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά. Διαμορφώνεται επίσης από τις συνθήκες που επικρατούν εντός του νοικοκυριού (π.χ. εισόδημα και χαρακτηριστικά της κατοικίας) και από εξωτερικούς παράγοντες που επιδρούν στην όξυνση του φαινομένου (π.χ. ενεργειακές τιμές, ενεργειακή απόδοση κατοικιών) (Thomson, Bouzarovski and Snell, 2017). Σε εθνικό επίπεδο ή επίπεδο ΕΕ η επιλογή των μετρικών σχέσεων (δεικτών) καθορίζει και διαμορφώνει όπως είναι λογικό την κλίμακα μελέτης και τη φύση του υπό εξέταση προβλήματος (Moore, 2012).

Σε επίπεδο μακροοικονομικής κλίμακας επικρατεί έντονη συζήτηση σχετικά με τον τρόπο μέτρησης της Ενεργειακής Ένδειας (Thomson, Bouzarovski and Snell, 2017). Όπως αναφέρθηκε δύο είναι οι κύριες προσεγγίσεις στις οποίες στηρίζεται η μέτρηση του φαινομένου: 1. Προσέγγιση του φαινομένου με βάση τις δαπάνες: ο εντοπισμός των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στηρίζεται στο λόγο των ενεργειακών δαπανών προς το διαθέσιμο εισόδημα και έτσι αποτυπώνεται η ανικανότητα των νοικοκυριών να έχουν πρόσβαση σε ενεργειακές υπηρεσίες. Η μέτρηση της αδυναμίας πληρωμής στηρίζεται στη χρήση αντικειμενικών δεικτών (Thomson, Bouzarovski and Snell, 2017). Η προσέγγιση με βάση τις δαπάνες ενέργειας έχει εφαρμοστεί για την μέτρηση του φαινομένου σε αρκετές χώρες. 2. Υποκειμενικές προσεγγίσεις του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας: Με βάση αυτή τη θεώρηση η μέτρηση του φαινομένου στηρίζεται στη χρήση υποκειμενικών δεικτών. Οι υποκειμενικοί δείκτες σχετίζονται με την ικανότητα των νοικοκυριών να παρέχουν ικανοποιητικές συνθήκες θέρμανσης και με την εξόφληση των ενεργειακών λογαριασμών στην ώρα τους (Bouzarovski, 2014; Thomson and Snell, 2013). Οι δύο αυτές προσεγγίσεις παρουσιάζουν διαφορετικούς περιορισμούς που σχετίζονται τόσο με τις μετρικές σχέσεις (δείκτες) όσο και με την ικανότητα τους να δρουν ως κατευθυντήριες αρχές για την εφαρμογή και την χάραξη πολιτικών, οι οποίες στοχεύουν στον εντοπισμό και την ταυτοποίηση των ενεργειακά φτωχών κατοικιών (März, 2018).

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

Στην παρούσα εργασία το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας θα προσεγγιστεί με τη χρήση υποκειμενικών μεθόδων μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα, Οι υποκειμενικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας έχουν ως κύριο στόχο να δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με την ικανότητα των νοικοκυριών να διασφαλίσουν ικανοποιητικές συνθήκες θέρμανσης, την δυνατότητα πληρωμής των ενεργειακών λογαριασμών στην ώρα τους, καθώς επίσης και για την κατάσταση και τις συνθήκες που επικρατούν εντός των κατοικιών (Prince et al. 2012). Οι υποκειμενικές αυτές μετρικές σχέσεις στοχεύουν στην εκτίμηση των βασικών παραμέτρων και χαρακτηριστικών των νοικοκυριών, που θεωρούνται «κοινωνικές ανάγκες», η απουσία των οποίων δύναται να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης αποτίμησης της ενεργειακής αποστέρησης (Healy, 2004). Γενικά, οι υποκειμενικές προσεγγίσεις παρουσιάζουν πληθώρα πλεονεκτημάτων όσον αφορά την απλότητα τους και την ικανότητα τους να αποτυπώνουν σε βάθος τις πτυχές εκείνες που σχετίζονται με την ενεργειακή ένδεια (Buzar, 2007).

Η έρευνα της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τίτλο «Εισόδημα και Συνθήκες Διαβίωσης» (EU-SILC) διεξάγεται σε ετήσια βάση για όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ και περιλαμβάνει πληθώρα δεικτών με βάση τους οποίους αποτυπώνονται οι στερήσεις των νοικοκυριών. Μεταξύ αυτών των δεικτών συμπεριλαμβάνονται και τρεις δείκτες που χρησιμοποιούνται ευρέως για την μέτρηση της έντασης της ενεργειακής φτώχειας στις χώρες της Ευρώπης (Atsalis et al. 2016; Thomson and Snell, 2013). Πιο συγκεκριμένα:

Η ανικανότητα του νοικοκυριού να εξασφαλίσει ικανοποιητικές συνθήκες θέρμανσης εντός της κατοικίας (indicator 1): Ο συγκεκριμένος δείκτης μετράει το ποσοστό (%) του πληθυσμού που δεν διαθέτει την οικονομική άνεση να παρέχει θερμική άνεση

στις κατοικίες του. Τα δεδομένα για τον συγκεκριμένο δείκτη συλλέγονται από την Ευρωπαϊκή Στατιστική Αρχή (Eurostat) και από την ετήσια έρευνα της ΕΕ για τις συνθήκες διαβίωσης και το διαθέσιμο εισόδημα, προκειμένου να επιτευχθεί η παρακολούθηση της εξέλιξης του φαινομένου της Ενεργειακής Φτώχειας στην Ευρώπη (Eurostat, 2010).

Καθυστέρηση στην εξόφληση λογαριασμών τους τελευταίους δώδεκα μήνες (indicator 2): Ο συγκεκριμένος δείκτης εκφράζει το ποσοστό του πληθυσμού (%) που καθυστερεί να εξοφλήσει τις οφειλές του εξαιτίας των οικονομικών δυσκολιών που αντιμετωπίζει. Αξίζει στο σημείο αυτό να επισημανθεί ότι η αύξηση των ενεργειακών τιμών και των χαμηλών εισοδημάτων συμβάλουν στην εμφάνιση του φαινομένου της ενεργειακής ένδειας. Η κατάσταση αυτή εκφράζεται και παρακολουθείται σε επίπεδο Ευρώπης μέσω της αδυναμίας πληρωμής των ενεργειακών λογαριασμών στην ώρα τους (Thomson and Snell, 2013).

Διαρροή στη στέγη, υγρασία στους τοίχους και στα δάπεδα ή κατεστραμμένα παράθυρα και χαλασμένα πατώματα (indicator 3): Ο δείκτης αυτός εκφράζει το ποσοστό (%) του πληθυσμού που ζει σε κατοικίες που παρουσιάζουν κάποιο από τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν (Eurostat, 2010). Αντανακλά όπως είναι λογικό την ποιότητα του κτιριακού αποθέματος και σχετίζεται έως έναν βαθμό με την ενεργειακή αποδοτικότητα των κατοικιών. Επομένως, ο συγκεκριμένος δείκτης δύναται να αποτελέσει μια υποκειμενική μετρική σχέση αποτίμησης της ενεργειακής αποστέρησης σε επίπεδο ΕΕ (Healy and Clinch, 2002).

Η χωρική κλίμακα μελέτης περιλαμβάνει τα 28 κράτη μέλη της ΕΕ (NUTS 0) και η χρονική κλίμακα μελέτης εστιάζει σε δύο χρονικές περιόδους 2010-2013 και 2014-2017 αντίστοιχα.

2.2 Μεθοδολογία

Στο σημείο αυτό θα κατασκευαστεί ένας σύνθετος δείκτης αποτίμησης της έντασης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας (*composite energy poverty indicator*) σε επιλεγμένες χωρικές ενότητες, ο οποίος θα παρακολουθεί ταυτόχρονα πως εξελίσσεται και μεταβάλλεται διαχρονικά η ένταση του υπό μελέτη φαινομένου. Λαμβάνοντας υπόψη και την παράμετρο της οικονομικής κρίσης που επηρέασε σε σημαντικό βαθμό το διαθέσιμο εισόδημα των μελών των νοικοκυριών, δυσχεραίνοντας την αποπληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών σε σημαντικό βαθμό.

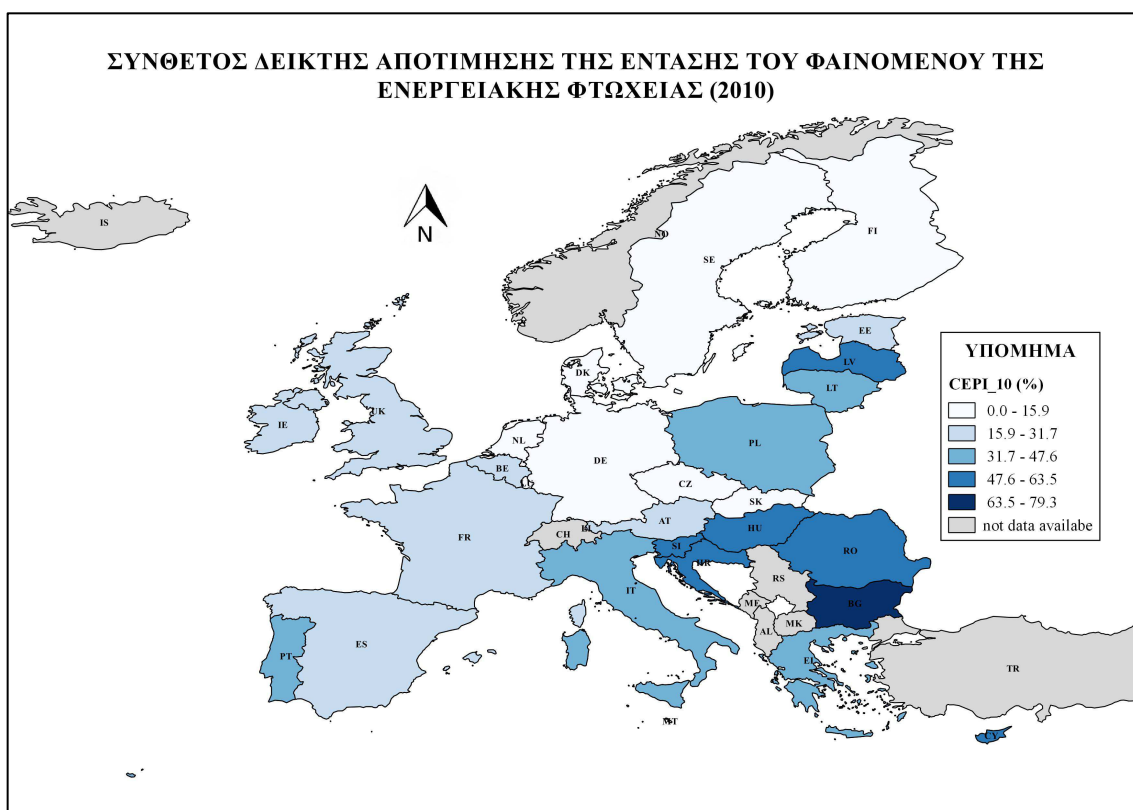
Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται λεπτομερώς τα στάδια κατασκευής του σύνθετου δείκτη αποτίμησης της έντασης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας. Στο σημείο αυτό πριν την παρουσίαση της μεθοδολογίας κατασκευής του σύνθετου δείκτη αξίζει να επισημανθεί ότι δεν θα σταθμιστούν οι μεταβλητές και αυτό θα γίνει για να αποφευχθεί η τυχαία επιλογή βαρών που στηρίζεται σε παρατηρήσεις και γνώμες ειδικών. Επομένως, γίνεται η θεώρηση ότι και οι τρεις μεταβλητές που δομούν το σύνθετο δείκτη έχουν την ίδια επιρροή όταν εξετάζεται το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας.

Πίνακας 1. Στάδια κατασκευής σύνθετου δείκτη Ενεργειακής φτώχειας. Πηγή: (Arvanitidis and Petrakos, 2007; ιδία επεξεργασία)

ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ	
Θεωρητικό και Εννοιολογικό πλαίσιο	Η ενεργειακή φτώχεια ως έννοια βασίζεται στην αδυναμία ενός ατόμου ή ενός νοικοκυρίου να εξασφαλίσει ικανοποιητικές συνθήκες θέρμανσης και ψύξης εντός της κατοικίας του λόγω του χαμηλού εισοδήματος του και της μη ενεργειακά αναβαθμισμένης κατοικίας του.
Μεταβλητές/Δείκτες (sub-indicators)	<i>Inability to keep home adequately warm (id.1)</i> <i>Arrears on utility bills (id.2)</i> Living in a dwelling with a leaking roof, damp walls, floors etc. (id.3)
Κανονικοποίηση Μεταβλητών	Επιλογή Μεθόδου [Min-Max] κλίμακα 0-100 $SX_i = 100 * \left[\frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \right]$ Όπου: X_i: η εκάστοτε παρατήρηση i. $X_{\min}$: η ελάχιστη τιμή του συνόλου των παρατηρήσεων. $X_{\max}$: η μέγιστη τιμή του συνόλου των παρατηρήσεων SX_i: η τιμή της τυποποιημένης μεταβλητής X στο διάστημα [0-100]
Μαθηματική έκφραση σύνθετου δείκτη	$CEPI = \left[\frac{\sum_{i=1}^n SX_i}{n} \right]$ Όπου: n: ο αριθμός των μεταβλητών δεικτών που συνθέτουν τον εκάστοτε δείκτη
Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων	- Χαρτογράφηση του σύνθετου δείκτη ενεργειακής φτώχειας σε δεδομένα έτη - Διερεύνηση των αυξητικών και μειωτικών τάσεων του φαινομένου στις υπό εξέταση χρονικές περιόδους και χωρική αποτύπωση των αποτελεσμάτων

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εικόνα 1. Σύνθετος δείκτης αποτίμησης της έντασης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας για το έτος 2010. Χωρική Αποτύπωση



Παρατηρώντας το χάρτη της εικόνας 1 διαπιστώνεται ότι το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας μεταβάλλεται χωρικά και παρατηρείται ετερογένεια (ιδιαίτερα εμφανής στις χώρες της κεντρικής Ευρώπης). Ουσιαστικά διαφορετικά επίπεδα ενεργειακής φτώχειας καταγράφονται στις υπό εξέταση χωρικές ενότητες με τις χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης να καταγράφουν από τα υψηλότερα ποσοστά και επιβεβαιώνεται το γεγονός ότι η οικονομική κρίση επηρέασε όπως ήταν αναμενόμενο και τον ενεργειακό τομέα.

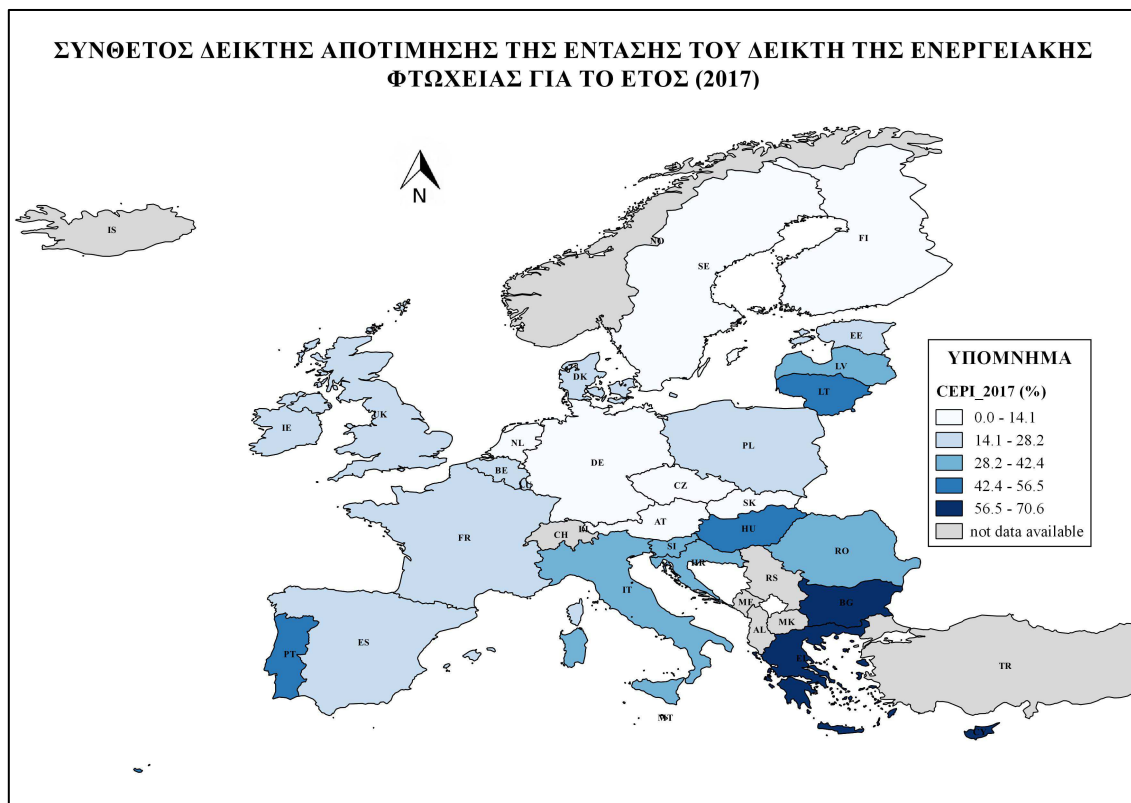
Πίνακας 2. Κατάταξη των χωρικών ενότητων βάσει του Σύνθετου δείκτη ενεργειακής φτώχειας 2010. Πηγή: [ιδία επεξεργασία]

Χώρες ΕΕ	CEPI_2010	Κατάταξη	Χώρες ΕΕ	CEPI_2010	Κατάταξη
Βέλγιο	23.79	13	Λετονία	56.41	26
Βουλγαρία	79.32	28	Λιθουανία	39.69	19
Τσεχία	13.02	5	Λουξεμβούργου	14.84	8
Δανία	5.60	1	Ουγγαρία	51.11	22
Γερμανία	13.95	7	Μάλτα	20.92	12
Εσθονία	28.16	15	Ολλανδία	13.32	6
Ιρλανδία	24.29	14	Αυστρία	16.19	9
Ελλάδα	41.12	21	Πολωνία	33.45	17
Ισπανία	30.08	16	Πορτογαλία	40.37	20
Γαλλία	17.40	10	Ρουμανία	54.14	25
Κροατία	51.21	23	Σλοβενία	53.42	24
Ιταλία	34.74	18	Σλοβακία	11.42	4
Κύπρος	59.99	27	Φιλανδία	5.88	2
Ην. Βασίλειο	18.95	11	Σουηδία	7.96	3

Παρατηρώντας τον πίνακα 2 στον οποίο παρουσιάζεται η κατάταξη που λαμβάνουν οι υπό εξέταση χωρικές ενότητες, διαπιστώνεται ότι το έτος 2010 οι πέντε χώρες της ΕΕ-

28 που εμφανίζουν χαμηλά επίπεδα ενεργειακής φτώχειας είναι η Δανία (5.60), η Φιλανδία (5.88), η Σουηδία (7.88), η Σλοβακία (11.42) και η Τσεχία (13.02). Ουσιαστικά πρόκειται για χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης. Ενώ οι πέντε χώρες της ΕΕ-28 που κατέγραψαν υψηλότερα ποσοστά ενεργειακής φτώχειας είναι η Βουλγαρία (79.32), η Κύπρος (59.99), η Λετονία (56.41), η Ρουμανία (54.14) και η Σλοβενία αντίστοιχα (53.42). Τα υψηλά επίπεδα ενεργειακής φτώχειας στις συγκεκριμένες χωρικές ενότητες αποδίδονται στην οικονομική αδυναμία των ατόμων να εξασφαλίσουν ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης εντός της κατοικίας τους, στην δυσκολία εξόφλησης των πάγιων λογαριασμών στην ώρα τους καθώς επίσης και στο χαμηλής ποιότητας κτιριακό αποθεματικό (μη ενεργειακά αναβαθμισμένες κατοικίες). Πρόκειται ουσιαστικά ως επί το πλείστον για χώρες τις Νότιο-Ανατολικής (ΝΑ) Ευρώπης που επηρεάστηκαν σε σημαντικό βαθμό από την οικονομική κρίση που ξεκίνησε να πλήττει την Ευρώπη από το 2008.

Εικόνα 2. Σύνθετος δείκτης αποτίμησης της έντασης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας για την ένταση της ενεργειακής φτώχειας για το έτος 2017. Χωρική Αποτύπωση



Στην εικόνα 2 αποτυπώνεται χωρικά το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας το έτος 2017. Διαπιστώνεται ότι η ένταση της ενεργειακής φτώχειας διαφοροποιείται μεταξύ των χωρικών ενότητων με το πρόβλημα να εντατικοποιείται στις χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης. Επομένως στο σημείο αυτό καθίσταται αναγκαία η λήψη αποτελεσματικών μέτρων για την περιστολή των αρνητικών επιπτώσεων που γεννά το πρόβλημα της ενεργειακής αποστέρησης.

Πίνακας 3. Κατάταξη των χωρικών ενότητων βάσει του Σύνθετου δείκτη ενεργειακής φτώχειας 2017. Πηγή: [ιδία επεξεργασία].

Χώρες ΕΕ	CEPI_2017	Κατάταξη	Χώρες ΕΕ	CEPI_2017	Κατάταξη
Βέλγιο	24.79	17	Λετονία	41.45	22
Βουλγαρία	70.59	28	Λιθουανία	46.90	24
Τσεχία	6.56	3	Λουξεμβούργου	17.53	11
Δανία	16.61	10	Ουγγαρία	43.13	23
Γερμανία	13.37	8	Μάλτα	13.35	7
Εσθονία	18.01	12	Ολλανδία	13.19	6
Ιρλανδία	20.99	15	Αυστρία	12.43	5
Ελλάδα	68.61	27	Πολωνία	20.34	13
Ισπανία	20.73	14	Πορτογαλία	49.64	25
Γαλλία	16.04	9	Ρουμανία	31.08	18
Κροατία	32.34	20	Σλοβενία	36.98	21
Ιταλία	31.42	19	Σλοβακία	9.07	4
Κύπρος	64.43	26	Φιλανδία	5.62	2
Ην. Βασίλειο	18.95	11	Σουηδία	4.36	1

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του Πίνακα 3 διαπιστώνεται ότι οι πέντε χώρες της ΕΕ-28 που κατέγραψαν χαμηλά ποσοστά ενεργειακής φτώχειας το έτος 2017 είναι οι ακόλουθες: η Σουηδία (4.36%), η Φιλανδία (5.62%), η Τσεχία (6.56%), η Σλοβακία (9.07%) και η Αυστρία (12.43%). Χώρες ουσιαστικά της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι κάτοικοι των συγκεκριμένων χωρών δεν αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα προβλήματα με την θέρμανση των κατοικιών τους, με την εξόφληση των λογαριασμών τους ούτε ιδιαίτερα ζητήματα που σχετίζονται με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του διαθέσιμου κτιριακού αποθέματος. Στον αντίποδα, οι πέντε χώρες που το συγκεκριμένο έτος κατέγραψαν τα υψηλότερα ποσοστά ενεργειακής φτώχειας είναι οι χώρες της νοτιοανατολικής Ευρώπης και πιο συγκεκριμένα η Βουλγαρία (70.59%), η Ελλάδα (68.61%), η Κύπρος (64.43%), η Πορτογαλία (49.64%) που ανήκει στην νοτιοδυτική Ευρώπη και η Λιθουανία (46.90%) χώρα της ανατολικής Ευρώπης. Τα υψηλά επίπεδα ενεργειακής φτώχειας στις συγκεκριμένες χωρικές ενότητες οφείλονται στις τιμές της ενέργειας, στο χαμηλό επίπεδο εισοδήματος και στις μη ενεργειακά αναβαθμισμένες κατοικίες (προσδιοριστικοί παράγοντες όξυνσης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας).

Στη συνέχεια θα διερευνηθεί πως μεταβάλλεται διαχρονικά το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας (αυξητικές και μειωτικές τάσεις) εξετάζοντας δύο χρονικές περιόδους, την περίοδο 2010-2013 και 2014-2017 αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα της χρονικής ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4 που ακολουθεί και αποτυπώνονται και χωρικά (Εικόνα 3 και 4 αντίστοιχα) γεγονός που διευκολύνει τη διεξαγωγή συμπερασμάτων. Πιο συγκεκριμένα:

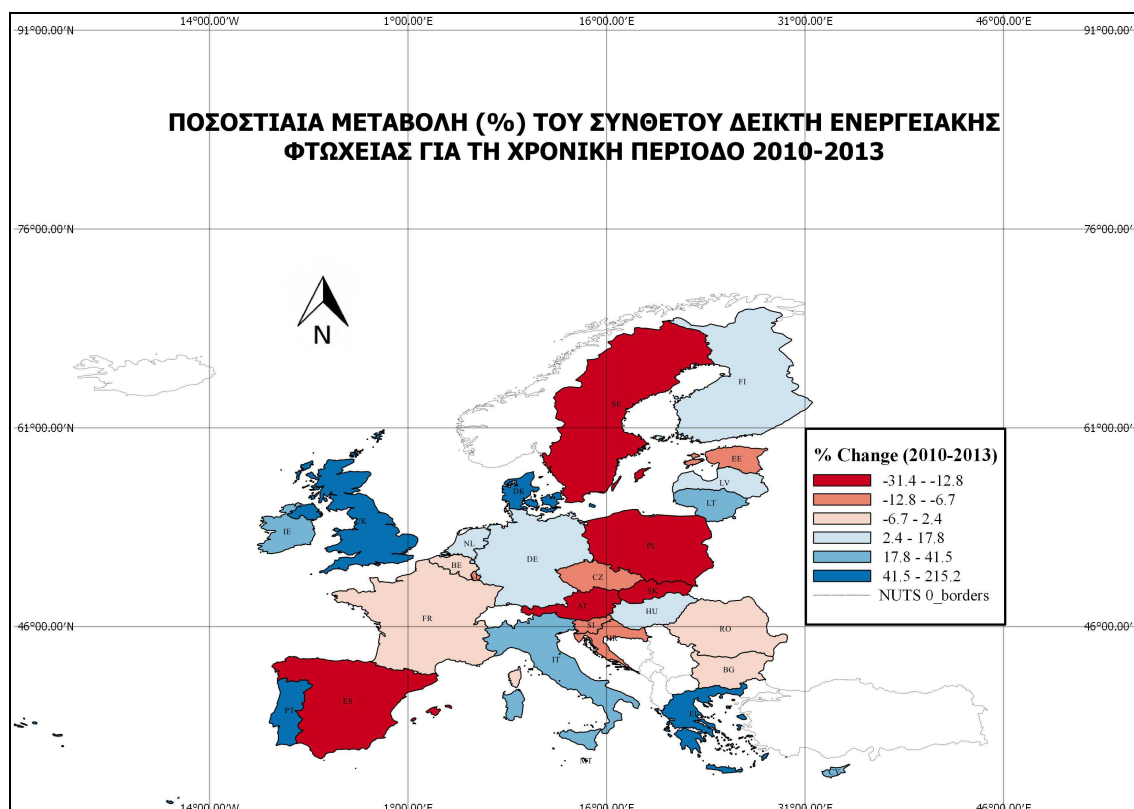
Πίνακας 4. Ποσοστιαία μεταβολή (% change) του σύνθετου δείκτη ενεργειακής φτώχειας για τις χρονικές περιόδους 2010-2013 και 2014-2017 αντίστοιχα. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Χώρες ΕΕ	%Change 2010-2013	%change 2014-2017	Χώρες ΕΕ	%Change 2010-2013	%change 2014-2017
Βέλγιο	-5.59	14.13	Λετονία	9.89	-26.82
Βουλγαρία	-5.37	-2.26	Λιθουανία	27.90	3.09
Τσεχία	-10.64	-41.82	Λουξεμβούργο	-6.68	43.87
Δανία	215,18	7.40	Ουγγαρία	17.77	-20.43
Γερμανία	3.32	-1.06	Μάλτα	66.79	-63.40

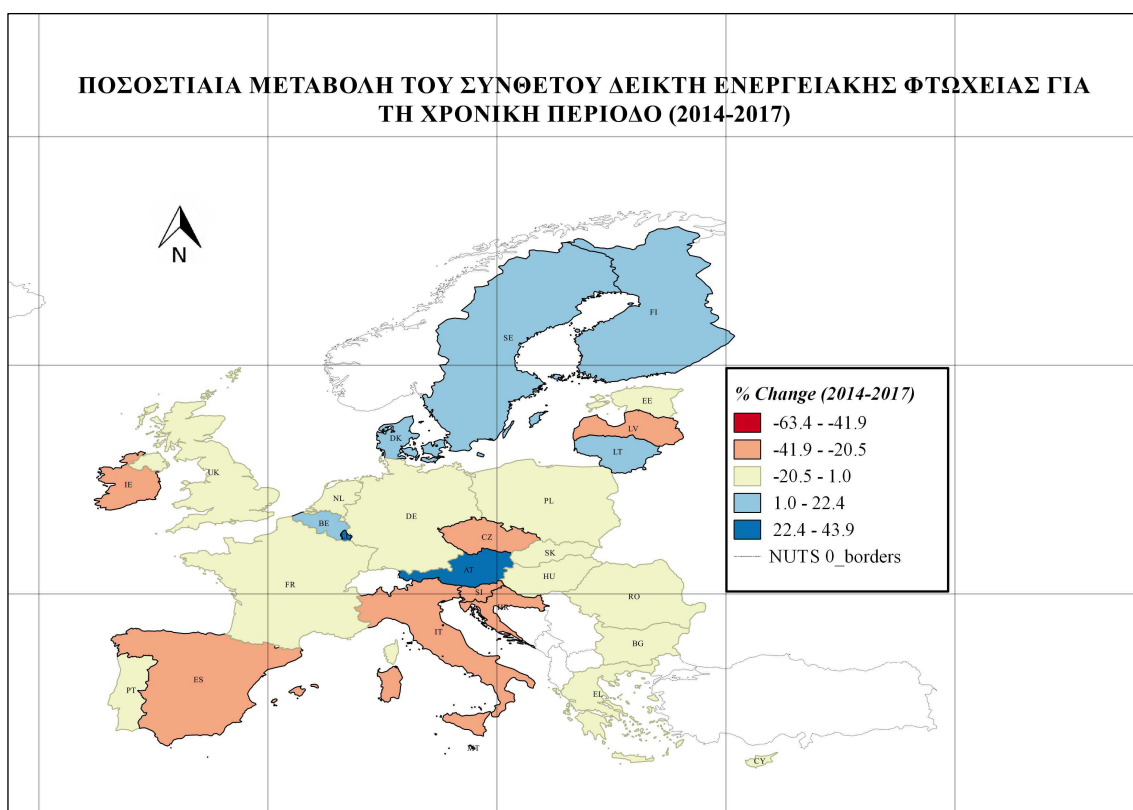
Εσθονία	-11.21	-13.37	Ολλανδία	8.87	-9.75
Ιρλανδία	39.99	-36.58	Αυστρία	-21.46	43.63
Ελλάδα	60.49	-3.02	Πολωνία	-22.69	-12.09
Ισπανία	-14.44	-29.25	Πορτογαλία	47.85	-19.70
Γαλλία	1.54	-9.42	Ρουμανία	-4.07	-19.41
Κροατία	-11.86	-21.12	Σλοβενία	-10.47	-27.27
Ιταλία	30.41	-33.78	Σλοβακία	-13.84	-9.31
Κύπρος	24.31	0.58	Φιλανδία	7.60	1.96
Ην. Βασίλειο	43.07	-5.92	Σουηδία	-31.43	2.97

Από το σύνολο των χωρών μελών της ΕΕ-28, 15 κράτη μέλη παρουσιάζουν αυξητικές τάσεις όσον αφορά το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας τη χρονική περίοδο 2010-2013. Ενώ αντίστοιχα τη χρονική περίοδο 2014-2017 διαπιστώνεται ότι αυξητικές τάσεις στο υπό μελέτη φαινόμενο παρουσιάζουν μόλις 8 από τις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης γεγονός που υποδηλώνει ότι το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας έχει αναγνωριστεί στην Ευρώπη και τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν ξεκινήσει να εφαρμόζουν μια σειρά από μέτρα και στρατηγικές για την καταπολέμηση των αρνητικών του επιπτώσεων. Διαπιστώνεται ότι η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα πολυδιάστατο φαινόμενο το οποίο έχει δυναμικό χαρακτήρα και μεταβάλλεται χωροχρονικά.

Εικόνα 3. Ποσοστιαία μεταβολή του σύνθετου δείκτη ενεργειακής φτώχειας για τη χρονική περίοδο 2010-2013. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.



Εικόνα 4. Ποσοστιαία μεταβολή του σύνθετου δείκτη αποτίμησης της έντασης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας για τη χρονική περίοδο μελέτης 2014-2017. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.



4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα ευρήματα της παρούσας εργασίας προκύπτει ότι η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα μείζονος σημασίας πρόβλημα, μια πρόκληση του 21^{ου} αιώνα, με το οποίο έρχεται αντιμέτωπη η Ευρώπη. Η οικονομική κρίση που ξέσπασε στις αρχές του 2008 όπως ήταν αναμενόμενο επηρέασε το επίπεδο εισοδήματος των νοικοκυριών και τις ενεργειακές δαπάνες. Όλο και περισσότεροι Ευρωπαίοι πολίτες βιώνουν και έρχονται αντιμέτωποι σε καθημερινή βάση με καταστάσεις ενεργειακής αποστέρησης. Η οποία στην παρούσα εργασία εκφράζεται μέσω της αδυναμίας των πολιτών να εξασφαλίσουν ικανοποιητικές συνθήκες θέρμανσης εντός της κατοικίας τους, της καθυστέρησης στην πληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών στην ώρα τους. Σημαντικό ρόλο στην όξυνση της έντασης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας διαδραματίζει και το χαμηλής ποιότητας κτιριακό απόθεμα (μη ενεργειακά αναβαθμισμένες κατοικίες), το οποίο λαμβάνεται υπόψη στην δόμηση του σύνθετου δείκτη.

Μέσω της κατασκευής του σύνθετου δείκτη αποτίμησης της έντασης του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας επιβεβαιώνεται η πολυδιάστατη φύση του συγκεκριμένου φαινομένου. Η ενεργειακή φτώχεια μεταβάλλεται τόσο χρονικά όσο και χωρικά. Διακυμάνσεις της έντασης της ενεργειακής φτώχειας καταγράφονται στις υπό εξέταση χωρικές ενότητες (ΕΕ-28) και στις υπό μελέτη χρονικές περιόδους. Ουσιαστικά, τα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας διαφοροποιούνται μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης γεγονός που πιστοποιεί ότι η ενεργειακή φτώχεια είναι μια ετερογενής κατάσταση. Χαρτογραφώντας την ένταση του φαινομένου παρέχεται η δυνατότητα στον εκάστοτε ερευνητή να εντοπίσει εκείνες τις χωρικές ενότητες που εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας και εν συνεχεία να προταθούν

αναπτυξιακές στρατηγικές, οι οποίες αποσκοπούν στην καταπολέμηση των αρνητικών επιπτώσεων που προξενούνται από την εντατικοποίηση του φαινομένου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ambrose, A., 2015, Improving energy efficiency in private and rented housing: what makes landlord acts?., *Indoor Built Environment*, 24, 913-924.

Arvanitidis, P. and Petrakos, G., 2007, Characteristics of Dynamic Regions in the World Economy: Defining Knowledge- Driven Economic Dynamics. *DYNREG: working papers*, 9, 3-39

Atsalis, A., Mirasgedis, S., Tourkolias, C. and Diakoulaki, D., 2016, "Fuel Poverty in Greece: Quantitative Analysis and Implications for Policy. *Energy and Buildings*, 131, 87-98.

Boardman, B., 1991, *Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth*, London, Belhaven.

Boardman, B., 2010, *Fixing Fuel Poverty: Challenges and Solutions*, London, Earthscan.

Boardman, B., 2012, Fuel Poverty Synthesis: Lessons, Learnt, Actions, Needed. *Energy Policy*, 49, 143-148.

Bouzarovski, S., 2014, Energy Poverty in the European Union: Landscapes of vulnerability. *Energy and Environment*, 3, 276-289.

Bouzarovski, S. and Petrova, S., 2015, A global perspective on domestic energy deprivation: overcoming the energy-fuel poverty binary, *Energy Resource and Social Science*, 10, 31-40.

Bouzarovski, S., Petrova, S. and Sarlamanou, R., 2012, Energy Poverty in the European Union: A critical perspective. *Energy Policy*, 49, 76-82.

Building Performance Institute Europe, 2014, Alleviating Fuel Poverty in the EU: Investing home renovation, a sustainable and inclusive solution, <http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/Alleviating-fuel-poverty.pdf>, [last access 7/7/2019].

Buzar, S., 2007, The Hidden Geographies of Energy Poverty in Post-Socialism: Between Institution and Households. *Geoforum*, 38, 224-240.

Dubois, U. and Meir, H., 2016, Energy affordability and Energy Inequality in Europe: implications for policy making. *Energy Resource and Social Science*, 18, 21-35.

Eurostat, 2010, Description of Target Variables: Cross-sectional and Longitudinal, EU-SILC 065/08, <https://circabc.europa.eu/sd/a/12997eeb-3470-4d3f-9cda-dfc6c630baa7/SILC065%20operation%202008%20VERSION%20JANUARY%202010%20UDB.pdf>, [last access 05/08/2019].

Gillard, R., Snell, C. and Bevan, M., 2017, Advancing an Energy Justice Perspective of Fuel Poverty: Household Vulnerability and Domestic Retrofit Policy in the United Kingdom. *Energy Resource and Social Science*, 29, 53-61.

Gillingham, K., Harding, M. and Rapson, D., 2012, Split incentives in residential energy consumption. *Energy Journal*, 33, 37-62.

Healy, J.D. and Clinch, J.P., 2002, Fuel Poverty in Europe: A Cross-Country Analysis Using a New Composite Measurement, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.636.5158>, [Last access 7/7/2019].

Healy, J.D. and Clinch, J.P., 2004, Quantifying the severity of fuel poverty, its relationship with poor housing and reasons for non-investment in energy-saving measures in Ireland. *Energy Policy*, 32, 207-220.

International Energy Agency, 2015, Energy and Climate Change- World Energy Outlook Special Report, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEQ2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>, [last access 8/7/2019].

Kaldelis, J.K., Kapsali, M. and Katsanou, E., 2012, Renewable energy applications in Greece: What is public attitude?. *Energy Policy*, 42, 37-48.

Liddell, C., Morris, C., McKenzie, S.J.P. and Rae, C., 2012, Measuring and monitoring energy poverty in the UK: National and Regional Perspectives. *Energy Policy*, 38, 27-32.

März, S., 2018, Assessing the fuel poverty vulnerability of neighborhoods using a spatial multi-criteria decision analysis for the German city of Oberhausen. *Renewable and Sustainable Energy reviews*, 82, 1701-1711.

Michalena, E. and Hills, J.M., 2012, Renewable energy, issues, and implementation of European Energy Policy: The missing generation?. *Energy Policy*, 45, 201-216.

Moore, R., 2012, Definition of fuel poverty: Implications for policy, *Energy Policy*, 49, 19-26.

Papada, L. and Kaliampakos, D., 2016, Measuring Energy Poverty in Greece, *Energy Policy*, 94, 157-165.

Pye, S., Dobbins, A., Brajkovic, J. and De Miglio, R. (2015), "Energy Poverty and Vulnerable Consumers in the Energy sector across the EU: analysis of policies and measures", https://www.researchgate.net/publication/282358589_Energy_poverty_and_vulnerable_consumers_in_the_energy_sector_across_the_EU_analysis_of_policies_and_measures, [last access 8/7/2019].

Santillán Cabeza, S., 2010, Opinion of the European Economic and Social Committee on energy poverty in the context of liberalization and economic crisis, <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/energy-poverty-impact-liberalisation-and-economic-crisis>, [last access 8/7/2019].

Thomson, H., Bouzarovski, S. and Snell, C., 2017, Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical Analysis of indicators and data, *Indoor Building Environment*, 26, 889-890.

Thomson, H. and Snell, C., 2013, Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union, *Energy Policy*, 52, 563-572.

Tirado-Herrero, S. and Bouzarovski, S., 2014, Energy Transitions and Regional Inequalities in Energy Poverty Trends: Exploring the EU Divide, https://www.researchgate.net/publication/273896621_Energy_Transitions_and_Regional_Inequalities_in_Energy_Poverty_Trends_Exploring_the_EU_Energy_Divide, [last access 8/7/2019].

Walker, G. and Day, R., 2012, Fuel Poverty as injustice: integrating, distribution, recognition, and procedure in the struggle for affordable warmth. *Energy Policy*, 49, 69-75.

Walker, R., Liddell, C., McKenzie, P., Morris, C. and Lagdon, S., 2014, Fuel Poverty in Northern Ireland: humanizing the plight of vulnerable households. *Energy Resource and Social Science*, 4, 89-99.

West, J., Bailey, I. and Winter, M., 2010, Renewable energy policy and public perceptions of renewable energy: A cultural theory approach. *Energy Policy*, 38, 5739-5748.

Χαρτογράφηση των ελληνικών ζυθοπαραγωγών , παραγωγών οίνου και άλλων εγχώριων αποσταγμάτων

Κοτσιφάκη Ελένη ^{1,2}, Σορώτου Χριστίνα ^{1,2}, Στεργίου Ελένη ^{1,2}, Δαβερώνα Χριστιάνα ^{2,3}, Αργυράκης Παναγιώτης ^{2,4}, Πανταζής Δήμος ⁵

¹ Προπτυχιακές φοιτήτριες του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής,

² Μέλη του θεσμοθετημένου ερευνητικού εργαστηρίου S.O.C.R.A.T.E.S. (Society for Organizations Cartography Remote Sensing and Applications using Technology on Earth and Space)

³ Υποψήφια διδάκτωρ Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής / Ακαδημαϊκή υπότροφος Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής,

⁴ Υποψήφιος διδάκτωρ Πανεπιστημίου Πελοποννήσου / Ακαδημαϊκός υπότροφος Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής,

⁵ Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής / Διευθυντής ερευνητικού εργαστηρίου S.O.C.R.A.T.E.S. (Society for Organizations Cartography Remote Sensing and Applications using Technology on Earth and Space)

Τηλ: 6946298737, 6981175340, 6989662680,

E-mail: tq16031@uniwa.gr, tq15051@uniwa.gr, tq15054@uniwa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός του άρθρου αυτού είναι η παρουσίαση της δημιουργία ενός ψηφιακού – διαδραστικού χάρτη στο πρόγραμμα ArcGIS Online, ο οποίος περιέχει στο σύνολό του, όλους τους παραγωγούς οίνου, μύρας και των βασικών, αποσταγμάτων (τσίπουρο, ούζο, λικέρ, κουμ - κουατ, τεντούρα), που βρίσκονται σε κυκλοφορία στην Ελλάδα. Οι χαρτογραφημένοι παραγωγοί μπορεί να ανήκουν σε διάφορες κατηγορίες. Αυτό σημαίνει ότι η εταιρεία ή το άτομο που είναι εν ενεργεία, μπορεί να έχει μεγάλη δραστηριότητα, με πανελλαδική διακίνηση αλκοολούχου ποτού, ή να περιορίζεται σε τοπική παραγωγή, της οποίας τα προϊόντα διατίθενται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές. Τέλος, υπάρχει ένα μικρό ποσοστό ανεξάρτητων παραγωγών, οι οποίοι δραστηριοποιούνται εποχικά και η παραγωγή τους είναι πολύ περιορισμένη. Η προσπάθεια αυτή αφορούσε την ολοκληρωμένη χαρτογραφική απεικόνιση όλων αυτών των παραγωγών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

ArcGIS Online, Βάσεις Χωρικών Δεδομένων, Χαρτογράφηση, Ελληνική Ποτοπαραγωγή, Ψηφιακή Χαρτογραφία

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρησιμότητα της δημιουργίας αυτού του χάρτη αφορά το κενό που υπάρχει στις διαδικτυακές πηγές και την ελληνική βιβλιογραφία όσον αφορά την καταγραφή και χαρτογράφηση όλων των παραγωγών αλκοολούχων ποτών στην χώρα (Καρελάκης, Χρήστος , 2006). Οποιοσδήποτε ενδιαφέρεται να μάθει για την ελληνική οينوπαραγωγή, ζυθοπαραγωγή και απόσταση ούζου, τσίπουρου και άλλων εγχώριων

αποσταγμάτων, θα έχει στο εξής ένα εργαλείο φτιαγμένο για αυτόν τον σκοπό. Επίσης, ο ψηφιακός χάρτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υπόβαθρο στην έρευνα αγοράς και το λανσάρισμα ενός νέου ποτού, που πιθανότατα λείπει από τον ελληνικό χώρο (Αδθίκος, Βασίλης, 2017).

Η πρωτοτυπία αυτής της μελέτης αφορά και την διαδραστικότητά του εργαλείου που αναπτύχθηκε. Ο χάρτης, που είναι το τελικό αποτέλεσμα προσφέρει αμεσότητα, ευκολία στην πλοήγηση και είναι διαθέσιμος διαδικτυακά μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας ArcGIS Online. Το κομμάτι της συλλογής των δεδομένων είναι εξίσου ενδιαφέρον, καθώς η έρευνα ανακάλυψε πάνω από 400 διαφορετικούς παραγωγούς, οι οποίοι παράγουν όλες αυτές τις διαφορετικές ετικέτες που υπάρχουν στην χώρα. Οι σχετικοί χάρτες που βρέθηκαν στο διαδίκτυο κατά γενικό κανόνα δεν καλύπτουν σε πληροφoρία επαρκώς το σύνολο της ελληνικής ποτοποιαγωγής και έχουν μειωμένη διαδραστικότητα.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούν ένα κατάλογο αναλογικών στοιχείων που συλλέχθηκε για τον σκοπό της εργασίας, μέσω διαδικτυακής αναζήτησης σε ποικίλες πηγές. Σε αυτόν, καταγράφεται πλήρως κάθε πληροφορία για όλες τις κατηγορίες παραγωγών που χαρτογραφήθηκαν και χαρακτηριστικά όπως τις πιο αναγνωρίσιμες ετικέτες. Ακολούθησε η συλλογή ιστορικών δεδομένων για την ελληνική ποτοποιαγωγή, συγκεκριμένα για την μπύρα, το κρασί, τα λικέρ ή ηδύποτα όπως τεντούρα και κουμ - κουάτ, το ούζο και το τσίπουρο. Επιπροσθέτως, αναζητήθηκαν σχετικοί χάρτες με παρόμοια θεματολογία για το τελικό στάδιο της μελέτης που αφορούσε μια συνοπτική συγκριτική παρουσίαση.

2.2 Μεθοδολογία

Αρχικά, η αναζήτηση επικεντρώθηκε στην συλλογή και μελέτη άλλων παρόμοιων ψηφιακών χαρτών και σχετικών ιστοσελίδων πάνω σε ίδια ή και παρεμφερή θεματολογία, ενώ ακολούθησε έρευνα πάνω στην κυκλοφορία ελληνικού οίνου, ζύθου – αποσταγμάτων τσίπουρου, ούζου ρακής και λικέρ και πλήρης καταγραφή αυτών σε κατάλογο (Χαλαράκης, Ελευθέριος, 2000). Έπειτα, έγινε η σύνδεση των αλφαριθμητικών στοιχείων (ιδιότητες) με το χαρτογραφικό υπόβαθρο και δημιουργήθηκε ένας ενιαίος ψηφιακός χάρτης στο ArcGIS Online, με δυνατότητα διάδρασης όσον αφορά την αναζήτηση της πληροφορίας από τον χρήστη. Τέλος, συγκεντρώθηκαν ιστορικά στοιχεία για την ελληνική παραγωγή ποτών, τα οποία πλαισίωσαν το τελικό αποτέλεσμα.

3. Αποτελέσματα, Σχεδιασμός και Υλοποίηση της Εφαρμογής

Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τον αριθμός των παραγωγών (400+ συνολικά), οι οποίοι συγκεντρώθηκαν ανά κατηγορία αλκοολούχου ποτού.

[Πίνακας 1]: Παραγωγοί ανά Κατηγορία Αλκοολούχου Ποτού

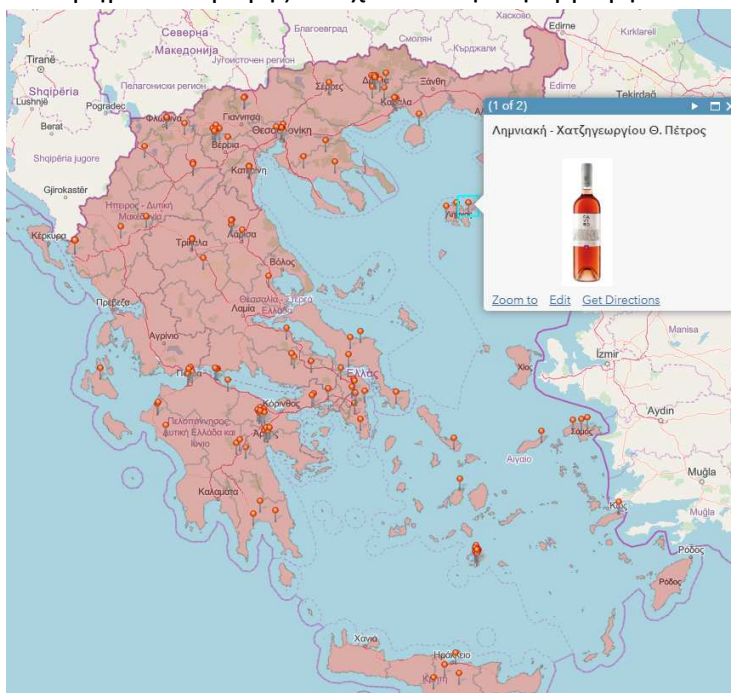
Παραγωγοί Ούζου	214
Παραγωγοί Οίνου	95
Παραγωγοί Μπύρας	62
Παραγωγοί Τσίπουρου	64
Παραγωγοί Ηδύποτων	8

Με κύριο στόχο την ανάδειξη του πλήθους των Ελλήνων παραγωγών ζύθου, οίνου και των λοιπών εγχώριων αποσταγμάτων, αρχικά ενσωματώθηκε το υπόβαθρο της Ελλάδας με κύριο διαχωρισμό αυτό των νομών της. Η χρήση του υποβάθρου αφορά την εκ των υστέρων διάκριση των παραγωγών και των προϊόντων τους κατά περιοχή της Ελλάδας και στη συνέχεια, της ποσοτικοποίησης των προϊόντων ανά νομό και έπειτα, της κατανομής των παραγωγών ανά νομό (Κωνσταντινίδης, Χρήστος, 2012). Οι ψηφιακοί χάρτες που δημιουργήθηκαν μέσα από το online λογισμικό ArcGIS, και με χρήση μιας πληθώρας εργαλείων και μέσων επεξεργασίας γεωχωρικών πληροφοριών, που προσφέρουν ευκολία στην διαχείριση του όγκου των δεδομένων και στις διαδικασίες της επεξεργασίας τους.

Οι ψηφιακοί χάρτες που δημιουργήθηκαν μέσα από το online λογισμικό ArcGIS, και με χρήση μιας πληθώρας εργαλείων και μέσων επεξεργασίας γεωχωρικών πληροφοριών, που προσφέρουν ευκολία στην διαχείριση του όγκου των δεδομένων και στις διαδικασίες της επεξεργασίας τους.

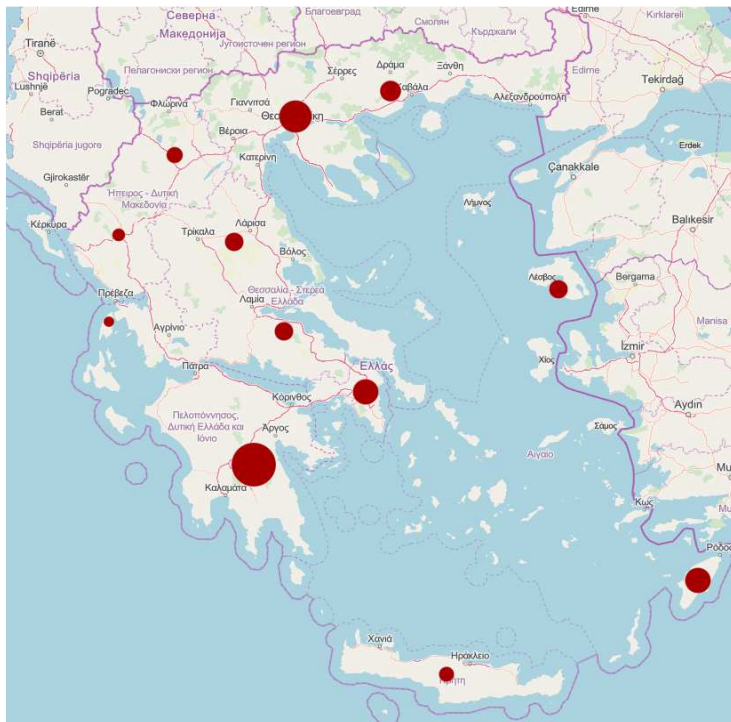
Η διαδικασία εισαγωγής υποβάθρου έγινε τόσες φορές όσες και το πλήθος των χαρτών που κατασκευάστηκαν, μία δηλαδή για κάθε είδος ποτού. Ακολούθως, προστέθηκαν κατά νομό και παραγωγό στο χάρτη οι ετικέτες των προϊόντων που βρέθηκαν. Μέσα από ένα πλήθος σημειακών συμβόλων, αυτό που επιλέχθηκε όπως διακρίνεται, είναι μια πινέζα με διαφορετικό χρώμα για κάθε είδος ποτού που απεικονίζεται. Κατά την προσθήκη των σημείων καθορίστηκε το καταλληλότερο μέγεθος αυτών των πινεζών σύμφωνα με τον όγκο των ετικετών προς καταγραφή, ενώ στο κομμάτι της περιγραφής εισήχθησαν τα ονόματα των παραγωγών και φωτογραφικό υλικό από το αντίστοιχο προϊόν της ετικέτας.

Αφού, ολοκληρώθηκε η προσθήκη των ετικετών δόθηκε ένα παρεμφερές χρώμα και στο υπόβαθρο που συνόδευε κάθε είδος ποτού προκειμένου να δένει αρμονικά με τα σημεία και να διαχωρίζεται από τους υπόλοιπους χάρτες και συνεπώς τα είδη τους. Τα υπόβαθρα βρέθηκαν και τοποθετήθηκαν ύστερα από τη σχετική αναζήτησή τους στο τμήμα εισαγωγής στοιχείων στην εφαρμογή του GIS online για τον χάρτη.



Βρέθηκαν 124 παραγωγοί οίνου, οι οποίοι έχουν σχετικά μία ομοιόμορφη κατανομή στους νομούς της χώρας. Με ένα κλικ σε κάθε πινέζα, εμφανίζεται ο παραγωγός κρασιού και μία ετικέτα ενός από τα προϊόντα που παράγει. Το χρώμα του υποβάθρου ανήκει στην παλέτα του κόκκινου.

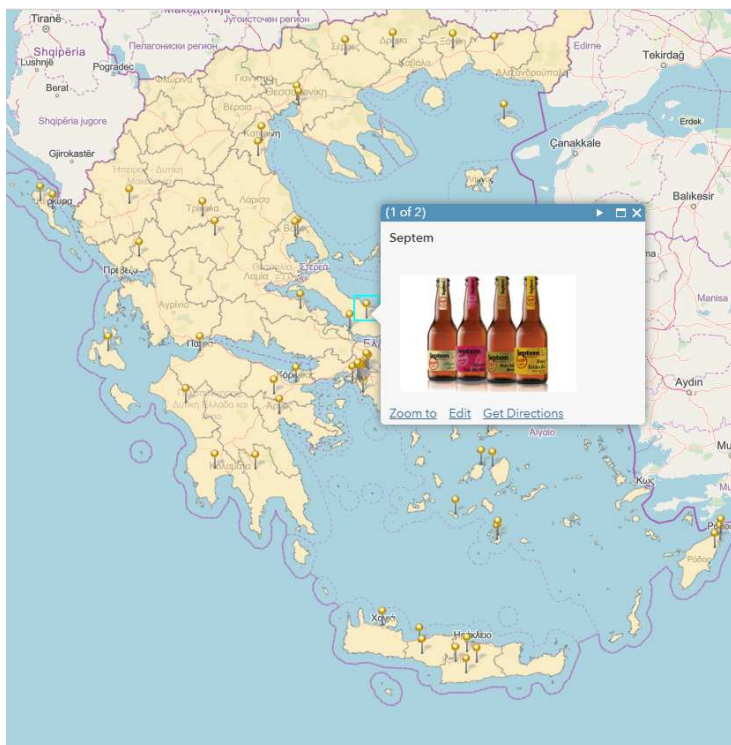
Εικόνα 1. Διαδραστικός χάρτης της Ελλάδας με αναπαράσταση όλων των οινοπαραγωγών της χώρας



Οι κύκλοι στον χάρτη αναπαριστούν τους παραγωγούς οίνου ανά γεωγραφική θέση.

Έχουμε στην Ανατολική Μακεδονία & Θράκη 10 παραγωγούς, στην Κεντρική Μακεδονία 20, στη Δυτική Μακεδονία 6, στην Ήπειρο 3, στη Θεσσαλία 8, στη Στερεά Ελλάδα 8, στην Αττική 14, στην Πελοπόννησο 30, στα Ιόνια Νησιά 1, στο Βόρειο Αιγαίο 8, στο Νότιο Αιγαίο 14, και στην Κρήτη 5.

Εικόνα 2. Θεματικός χάρτης απεικόνισης συγκέντρωσης οινοπαραγωγών Ελλάδας



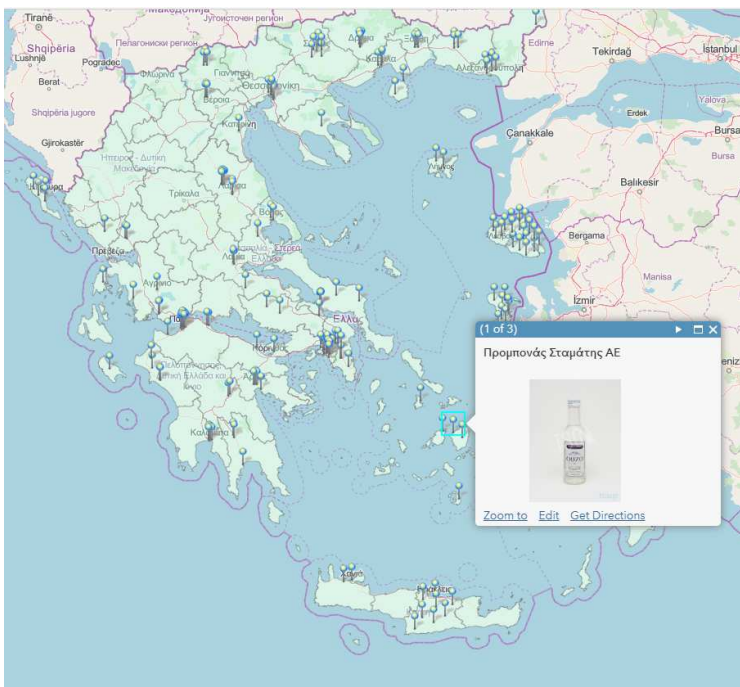
Η αναζήτηση κατέληξε σε 62 παραγωγούς μύρας, με τις κύριες εστίες συγκέντρωσης στην Αττική, ενώ σημαντικός αριθμός των παραγωγών βρίσκεται και στη νησιωτική Ελλάδα. Στον χάρτη αυτό, τα χρώματα που επιλέχθηκαν έχουν βάση το κίτρινο.

Εικόνα 3. Χάρτης της Ελλάδας με αναπαράσταση όλων των ζυθοπαραγωγών της χώρας



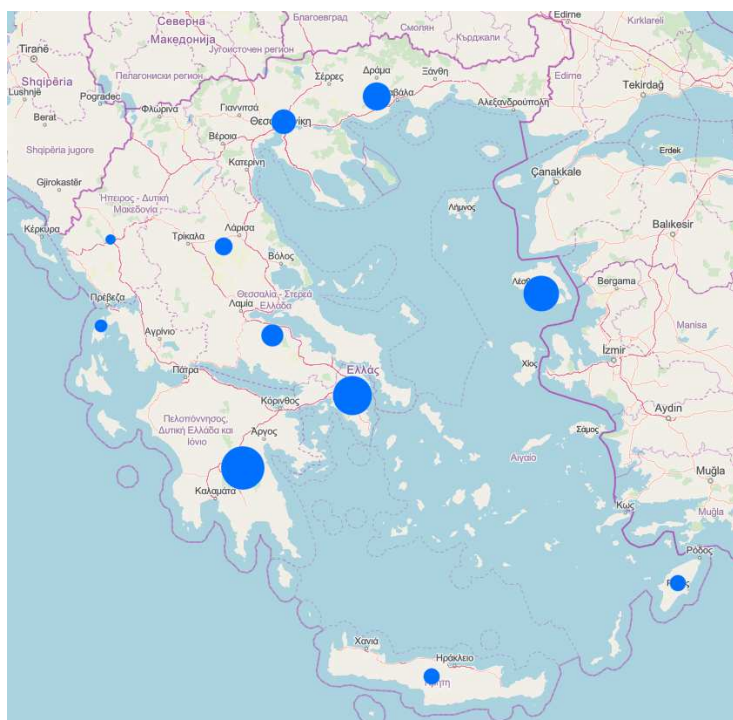
Στο χάρτη απεικονίζονται με κύκλους οι συγκεντρώσεις των ζυθοπαραγωγών ανά Περιφερειακή Ενότητα. Έτσι, ποσοστιαία φαίνονται και οι κύκλοι στο χάρτη. Παρατηρείται επίσης ότι δεν υπάρχει κανένας παραγωγός μύρας στην Δυτική Μακεδονία.

Εικόνα 4. Θεματικός χάρτης συγκέντρωσης όλων των ζυθοπαραγωγών στην Ελλάδα



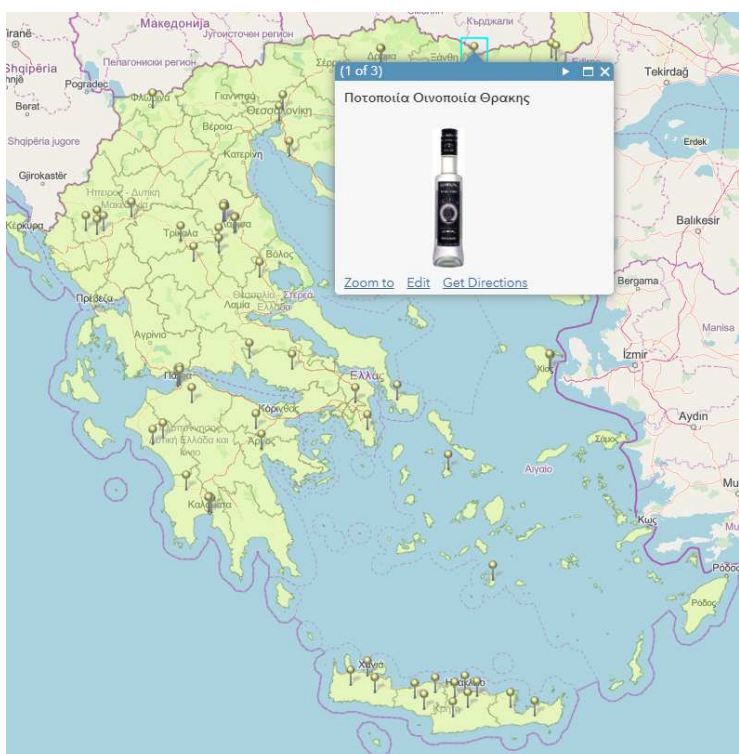
Όσο αφορά στους παραγωγούς ούζου, βρέθηκαν συνολικά 214 διαφορετικοί σε όλη την χώρα. Οι κυριότερες εστίες συγκέντρωσης των παραγωγών βρίσκονται στα νησιά. Ακολουθεί η Πάτρα, η Καλαμάτα και Αθήνα.

Εικόνα 5. Χάρτης της Ελλάδας με αναπαράσταση όλων των παραγωγών ούζου της χώρας



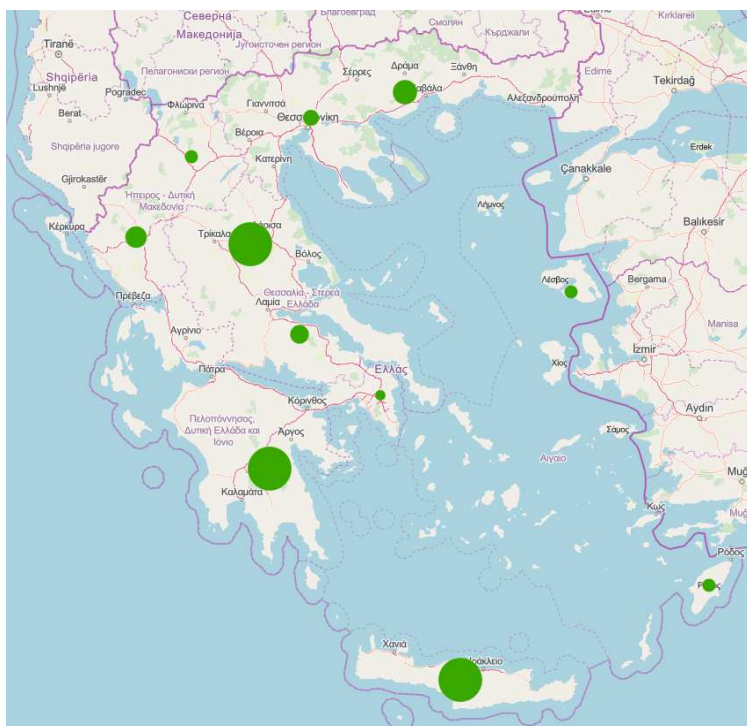
Για την δημιουργία του χάρτη των παραγωγών ούζου, βρέθηκαν 214 στην Ελλάδα. Στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη 24, στην Κεντρική Μακεδονία 20, στην Ήπειρο 3, στη Θεσσαλία 12, Στη Στερεά Ελλάδα 17, στην Αττική 37, στην Πελοπόννησο 42, στα Ιόνια Νησιά 6, στο Βόρειο Αιγαίο 33, στο Νότιο Αιγαίο 10, και στην Κρήτη 10. Στην Δυτική Μακεδονία δεν υπάρχει ούτε ένας παραγωγός ούζου.

Εικόνα 6. Θεματικός χάρτης απεικόνισης της συγκέντρωσης όλων των παραγωγών ούζου στην Ελλάδα



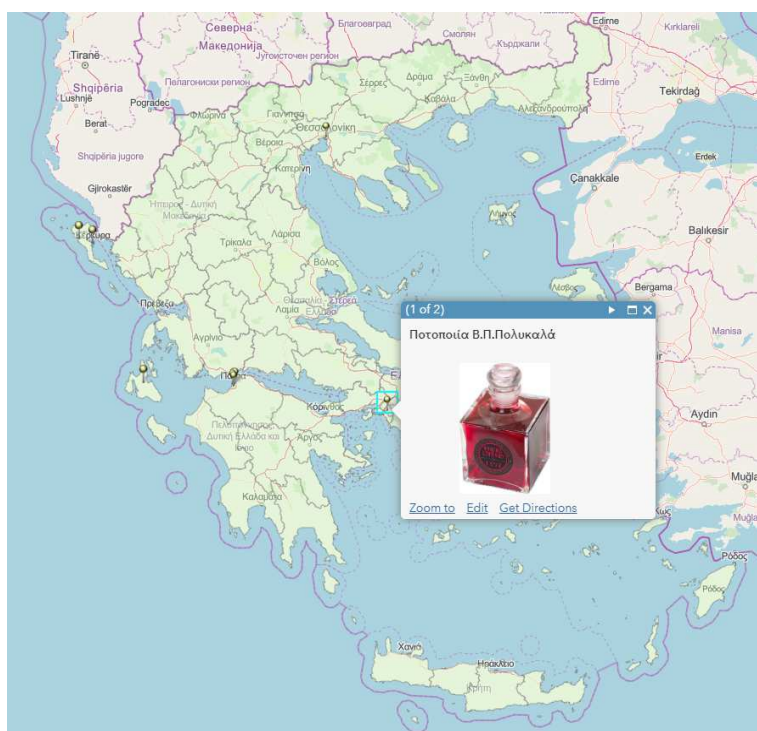
Στην περίπτωση των παραγωγών τσίπουρου και τσικουδιάς, η έρευνα απέφερε 64 διαφορετικούς παραγωγούς, από τους οποίους ένα μεγάλο μέρος βρίσκεται στο νησί της Κρήτης και πρόκειται κυρίως για παραγωγούς τσικουδιάς, ενώ το τσίπουρο φαίνεται να παράγεται κυρίως στην περιοχή του Τυρνάβου, στη Λάρισα.

Εικόνα 7. Χάρτης της Ελλάδας με αναπαράσταση όλων των παραγωγών τσίπουρου – τσικουδιάς της χώρας



Με τον ίδιο τρόπο απεικονίζονται και οι παραγωγοί τσίπουρου και τσικουδιάς: στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη 6, στην Μακεδονία 5, στην Ήπειρο 5, στη Θεσσαλία 13, στη Στερεά Ελλάδα 4, στην Αττική 1, στην Πελοπόννησο 13, στο Αιγαίο 4, και στην Κρήτη 13. Δεν υπάρχει παραγωγός τσίπουρου ή τσικουδιάς στα Ιόνια νησιά.

Εικόνα 8. Θεματικός χάρτης απεικόνισης συγκέντρωσης όλων των παραγωγών τσίπουρου και τσικουδιάς στην Ελλάδα



Οι παραγωγοί ηδυπότων περιλαμβάνουν 2 στην Κέρκυρα και 1 στην Μακεδονία. Υπάρχουν 6 παραγωγοί τεντούρας, οι 5 στην Πάτρα και στην Κεφαλονιά. Η μαστίχα και το λικέρ της αποτελούν προϊόντα Νοτίου Αιγαίου (Χίος) και δεν παράγονται αλλού. Υπάρχει 1 παραγωγός στη Μακεδονία, 5 στην Πελοπόννησο, 3 στα Ιόνια Νησιά κ' 2 στο Αιγαίο.

Εικόνα 9. Χάρτης συγκέντρωσης όλων των παραγωγών λικέρ – τεντούρας – μαστίχας – κουμ-κούατ.



Εικόνα 10. Χάρτης συγκέντρωσης όλων των παραγωγών λικέρ – τεντούρας – μαστίχας – κουμ-κουάτ.

Το λογισμικό ArcGIS Online είναι ένα εργαλείο ιδιαίτερα χρήσιμο και δίνει έναν άμεσο τρόπο αναπαράστασης ενός φαινομένου πάνω σε έναν χάρτη, ενώ ταυτόχρονα δίνει την δυνατότητα της διαδικτυακής ανάρτησης του χάρτη. Παράλληλα, καλύφθηκε ένα σημαντικό κενό στο θέμα της χαρτογράφησης των Ελλήνων ποτοποιαγωγών, καθώς συγκεντρώθηκαν συνολικά 475 οι οποίοι πλέον είναι διαθέσιμοι μαζί με τις τοποθεσίες τους, ταξινομημένοι ως προς την κατηγορία τους ανά θεματικό επίπεδο. Ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί, να επιλέξει ποιες και πόσες κατηγορίες ποτών θέλει να δει στον χάρτη, καθώς και τις διαθέσιμες ετικέτες.

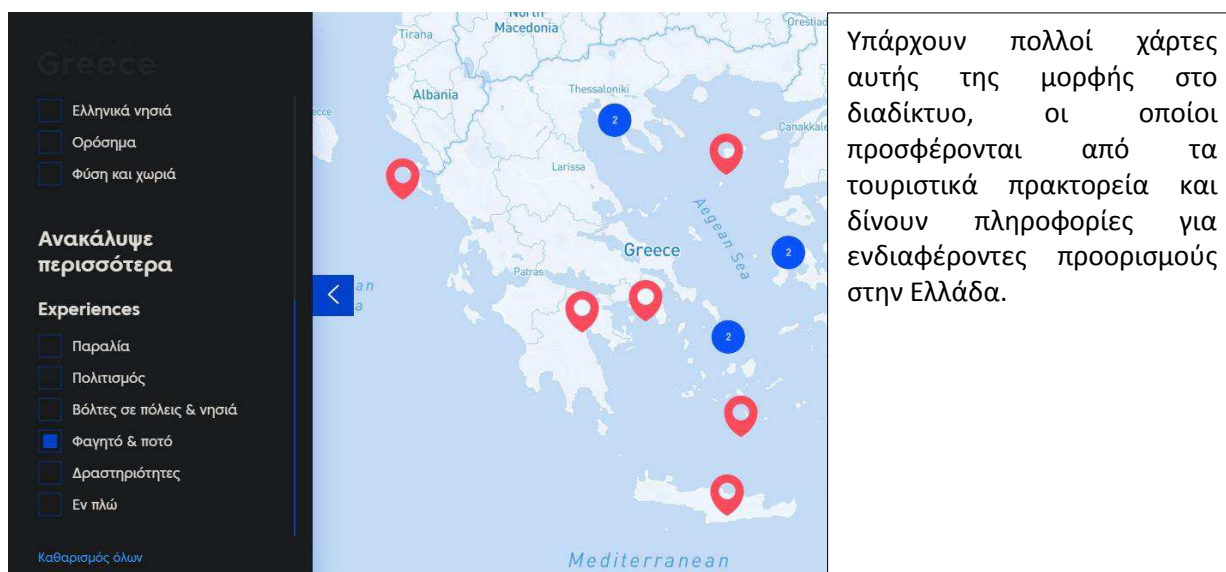
Ο βασικότερος λόγος για τον οποίο προτιμήθηκε το λογισμικό ArcGIS Online έναντι του ArcGIS Pro είναι διότι το πρώτο επιτρέπει την ηλεκτρονική ανάρτηση του χάρτη αφού αυτός ολοκληρωθεί. Η πλατφόρμα του GIS Online, επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να δουλεύουν πάνω στην ίδια εργασία και να κρατούν μία βιβλιοθήκη αρχείων στην ίδια την βάση του συστήματος, καθώς και το γεγονός ότι επιτρέπει ασύγχρονη διαχείριση του ίδιου αρχείου και αποθήκευση της προόδου – εργασίας πάνω σε αυτό, κατευθείαν στην βάση του συστήματος. Εξαρχής ήταν το επιθυμητό αποτέλεσμα οι χαρτογραφημένοι παραγωγοί να είναι διαθέσιμοι διαδικτυακά.

Με δεδομένη την υποστήριξη χαρτογραφικού υποβάθρου από την Ε.Σ.Ρ.Ι. στην έκδοση ArcGIS Online (ESRI 2018), απλουσεύθηκε και η επίτευξη του στόχου. Η ύπαρξη χαρτογραφικών δεδομένων και η διάθεσή τους διαδικτυακά, είχε αποτέλεσμα την άμεση δημιουργία θεματικών επιπέδων.

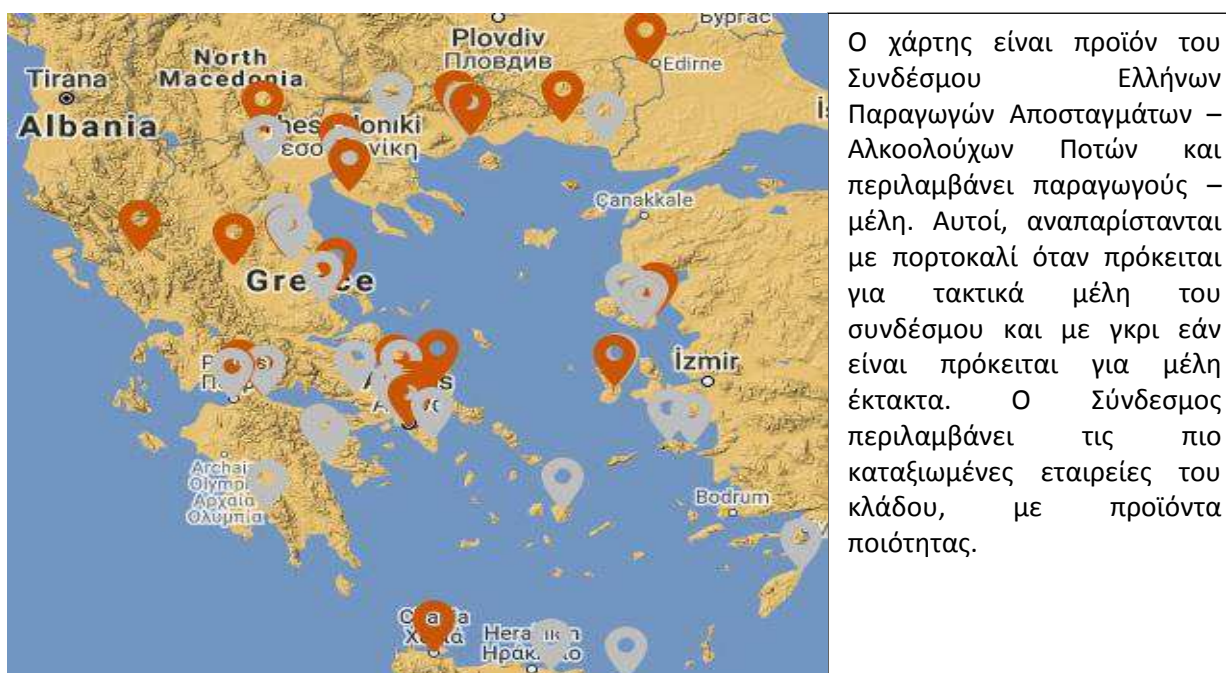
Τα δεδομένα που τοποθετήθηκαν στον χάρτη, κατηγοριοποιήθηκαν και αναπαράστηκαν με βάση δύο διαφορετικά κριτήρια. Το πρώτο κριτήριο αφορούσε στο είδος του ποτοποιαγωγού με βάση τον τύπο ποτού, ενώ το δεύτερο αφορούσε στην συνολική συγκέντρωση των παραγωγών ανά περιοχή.

3.1 Συγκριτική Ανάλυση Χαρτών Παραγωγών

Μετά από την έρευνα που διεξήγαγε η ερευνητική ομάδα, βρέθηκε ότι οι ιστοσελίδες που περιλαμβάνουν λίστες με αλκοολούχα ποτά, καθώς και σχετικούς χάρτες παραγωγής οίνου, μπύρας και άλλων αποσταγμάτων (Χριστοπούλου – Γερογιαννάκη, Μαρία, 2003) αλλά και τουριστικοί χάρτες ή χάρτες σημείων πώλησης αλκοολούχων ποτών είναι αρκετοί και διαφέρουν τόσο σε εμφάνιση όσο και στο είδος της πληροφορίας που μπορεί κανείς να αναζητήσει. Με βάση αυτούς τους χάρτες, οι οποίοι βρέθηκαν και αναλύθηκαν έχοντας κάνει έρευνα σε περίπου 100 διαδικτυακές πηγές ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της μελέτης, συλλέχθηκαν και θα παρουσιαστούν οι 3 αντιπροσωπευτικότεροι και πληρέστεροι αυτών, οι οποίοι παρουσιάζονται με κριτήριο το είδος του ποτού που αναπαρίσταται πάνω στην επιφάνειά τους (Εικόνα 11, Εικόνα 12, Εικόνα 13)



Εικόνα 11. Τουριστικός χάρτης οίνου της Ελλάδας με προτάσεις παραθέρισης (<https://www.discovergreece.com/el/map>).



Εικόνα 12. Χάρτης της Ελλάδας με όλους τους παραγωγούς που ανήκουν στον Σύνδεσμο Ελλήνων Παραγωγών Αποσταγμάτων – Αλκοολούχων ποτών (Σ.Ε.Α.Ο.Π.) (<http://www.seaop.gr/profile/members/map/>)



Η εικόνα 13 αποτελεί ένα παράδειγμα εκτενούς έρευνας στην κατανάλωση μύρας, η οποία έγινε με σκοπό την εξαγωγή στατιστικών στοιχείων και στοιχείων πωλήσεων ζύθου στον κόσμο. Φαίνεται το λογότυπο κάθε παραγωγού και αντιστοιχίζεται με την αντίστοιχη χώρα όντας πάνω ή ακριβώς δίπλα σε αυτήν.

Εικόνα 13. Παγκόσμιος Χάρτης του πιο διαδεδομένου και με υψηλότερη βαθμολογία ζύθου ανά χώρα (<https://vinepair.com/features/external/map-top-rated-breweries-world-2017.jpg>)

4. Συμπεράσματα – Αποτελέσματα Σύγκρισης Χαρτών

Ύστερα από την σχετική ανάλυση των παραπάνω χαρτών προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η χαρτογράφηση της ελληνικής ποτοποιίας στο σύνολό της δεν υπάρχει καταγεγραμμένη σε κάποιον χάρτη.
- Οι χαρτογραφημένοι παραγωγοί σε όλες τις περιπτώσεις των παρατιθέμενων χαρτών είναι εξαιρετικά λίγοι και παραλείπεται πολύ μεγάλος αριθμός.
- Ο τρόπος παρουσίασης των δεδομένων στους περισσότερους χάρτες υστερεί σε εμφάνιση και δημιουργεί δυσκολία στην πλοήγηση τους.
- Υπήρχε η ανάγκη δημιουργίας ενός ενιαίου χάρτη που αφορά σε όλους τους παραγωγούς αλκοολούχων ποτών που βρίσκονται ενεργοί στην χώρα αυτήν την στιγμή.

5. Προοπτικές του Project σε Ευρεία Κλίμακα

Η χρησιμότητα της δημιουργίας αυτού του χάρτη συγκεντρώνεται στην χρηστικότητα και στο κενό που υπάρχει στις διαδικτυακές πηγές και την ελληνική βιβλιογραφία όσον αφορά την καταγραφή και χαρτογράφηση των κυριότερων και πιο διαδεδομένων παραγωγών αλκοολούχων ποτών στην χώρα. Οποιοσδήποτε ενδιαφέρεται να μάθει για την ελληνική οινοπαραγωγή, ζυθοπαραγωγή και απόσταξη ούζου, τσίπουρου και άλλων εγχώριων αποσταγμάτων, θα έχει στο εξής ένας εργαλείο φτιαγμένο για αυτόν τον σκοπό.

Επίσης, ο ψηφιακός χάρτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υπόβαθρο στην έρευνα αγοράς και το λανσάρισμα ενός νέου ποτού που πιθανότατα λείπει από τον ελληνικό χώρο.

Η εν λόγω εργασία αποτελεί μία καλή βάση αναζήτησης και έρευνας για την ελληνική αγορά, καθώς πέρα από πληροφορίες για την ποτοποιαγωγή, μπορεί να γίνει

στατιστική ανάλυση και άντληση χρήσιμων δεδομένων για την κατανάλωση αλκοόλ στην Ελλάδα. Εταιρείες δημοσκοπήσεων μπορούν να βασίσουν ερωτηματολόγια κατανάλωσης και προτίμησης αλκοολούχων ποτών, ενώ διαφημιστικές εταιρείες μπορούν να προωθηθούν και να αναδείξουν τα προϊόντα τους. Παράλληλα, οι ψηφιακοί χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την τοποθέτηση κάποιας μελλοντικής έδρας ενός παραγωγού, ή να αποτελέσουν την αφετηρία για αναζήτηση καλύτερου σημείου πώλησης αλκοόλ ενός επιχειρηματία.

Ηλεκτρονικός σύνδεσμος παραπομπής στο project:

<https://learngis.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/ad5f3463b218471da47a4a5b2744094c>

Βιβλιογραφία:

1. Καρελάκης, Χρήστος , 2006. « Η εμπορία του ελληνικού κρασιού στη διεθνή αγορά και προσδιοριστικοί παράγοντες.» (σελ. 21), Διδακτορική διατριβή, [Διαδικτυακά], Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), διαθέσιμο: (<https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/15276#page/34/mode/1up>)
2. Αδβίκος, Βασίλης, 2017. «Χαρτογράφηση της Πολιτιστικής και Δημιουργικής Βιομηχανίας στην Ελλάδα.», Διδακτορική Διατριβή [Διαδικτυακά], Πάντειο Πανεπιστήμιο Αθηνών, διαθέσιμο: (https://www.researchgate.net/publication/317890201_Chartographese_tes_Politistikies_kai_Demiourgikes_Biomechanias_sten_Ellada_2017).
3. Χαλαράκης, Ελευθέριος, 2000. «Απομάκρυνση μετάλλων κατά την κατεργασία υπολειμμάτων απόσταξης οινοπνευματώδων ποτών» (σελ. 26), Διδακτορική Διατριβή [Διαδικτυακά], Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα Χημικών Μηχανικών, διαθέσιμο: (<https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/12472#page/26/mode/1up>)
4. Κωνσταντινίδης, Χρήστος, 2012. «Η επίδραση οικονομικών παραγόντων στην ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων τροφίμων και ποτών στην Ελλάδα» (σελ. 93), Διδακτορική Διατριβή [Διαδικτυακά], Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), διαθέσιμο: (<https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/30178#page/93/mode/1up>)
5. Χριστοπούλου – Γερογιαννάκη, Μαρία, 2003. «Μελέτη του τσίπουρου και επίδραση ποικιλιών της vitis vinifera L. στα αρωματικά χαρακτηριστικά του» (σελ. 85), Διδακτορική Διατριβή [Διαδικτυακά], Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, διαθέσιμο: (<https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/22016#page/101/mode/1up>)
6. ESRI (2018). ArcGIS Online | Cloud-Based GIS Mapping Platform. “Mapping and analysis: location intelligence for everyone.”[online] Esri.com/ArcGISOnline. Available at: (<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>)

Χωρικές Διαφοροποιήσεις της Διαγενεακής Γονιμότητας στην Ελλάδα.

Μπαλτάς Παύλος*, Παπαδόπουλος Γ. Απόστολος, Σταθάκης Δημήτρης*****

**Ερευνητής ΕΚΚΕ,*

***Διευθυντής ΙΚΕ-ΕΚΚΕ/Καθηγητής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο*

****Πρόεδρος ν.π.δ.δ. Ελληνικό Κτηματολόγιο/Καθηγητής, Παν. Θεσσαλίας*

Τηλ: 2107491632, Fax: -, e-mail : pbaltas@ekke.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει και να χαρτογραφήσει τις χωρικές διαφοροποιήσεις της διαγενεακής Γονιμότητας στην Ελλάδα και να εξετάσει αν υπήρξε σύγκλιση ή απόκλιση των τάσεων με το πέρασμα των γενεών. Η ανάλυση βασίζεται στα δεδομένα της απογραφής του 2011. Υπολογίστηκαν η τελική γονιμότητα ανά γενεά, η τελική ατεκνία ανά γενεά και οι πιθανότητες διεύρυνσης της οικογένειας ανά γενεά για όλες τις ΠΕ της χώρας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι σε διαγενεακό επίπεδο η τάση ωρίμανσης του ημερολογίου, ο έλεγχος των γεννήσεων και ο περιορισμός του τελικού αριθμού των παιδιών αποτέλεσαν τάσεις που καταγράφηκαν σε όλες τις χωρικές ενότητες ανεξάρτητα του σημείου εκκίνησης τους. Το μοντέλο της οικογένειας με μέγιστο αριθμό τα δύο παιδιά επικράτησε σταδιακά σε όλη την χώρα, ενώ η απόκτηση περισσότερων των 3 παιδιών περιορίζεται στο πέρασμα των γενεών. Τέλος η τελική ατεκνία, αυξάνει από γενεά σε γενεά παρουσιάζοντας έντονες χωρικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις περιφέρειες ενότητες που εμπεριέχουν τα μεγάλα αστικά κέντρα και τις υπόλοιπες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

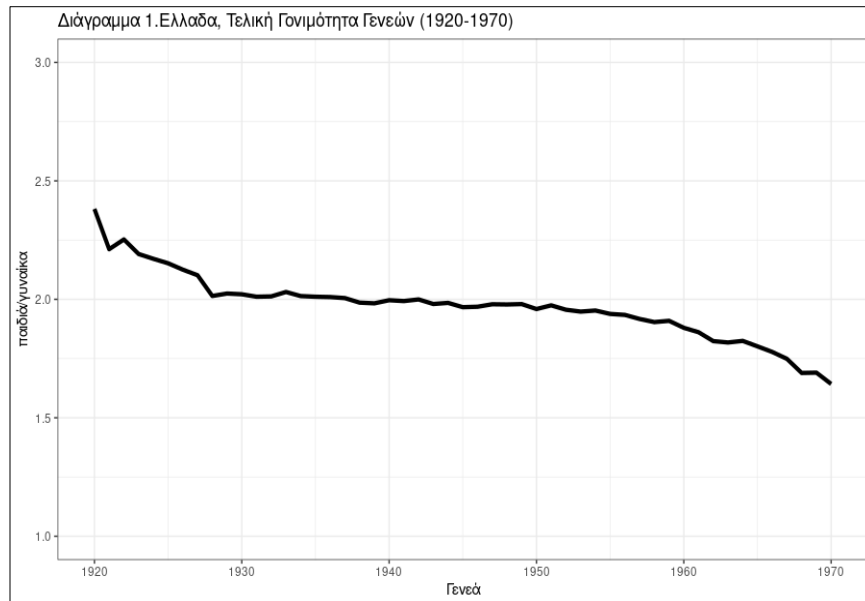
Χωρική Ανάλυση, Θεματική Χαρτογραφία, Δημογραφία, Ανθρωπογεωγραφία, Διαγενεακή Γονιμότητα, Μέγεθος Οικογένειας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

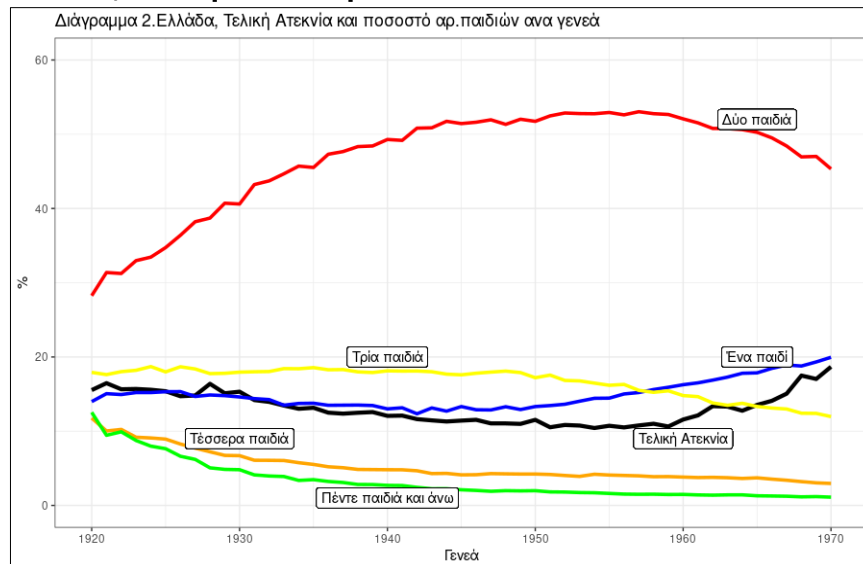
Η τελική γονιμότητα των γενεών (**Διάγραμμα 1**) στην Ελλάδα για περίπου 25 γενεές (1930-1955) είχε σταθεροποιηθεί γύρω από τα 2,0 παιδιά/γυναίκα. Από τις γυναίκες που γεννήθηκαν μετά το 1955 ξεκινάει μια τάση μείωσης του τελικού αριθμού των παιδιών που φέρνουν στον κόσμο. Αποτέλεσμα η τελική γονιμότητα στις νεότερες γενεές (1970) να διαμορφώνεται στα 1.7 παιδιά/γυναίκα.

Η μείωση της διαγενεακής γονιμότητας οφείλεται τόσο στον περιορισμό του τελικού αριθμού των παιδιών που κάνουν οι γυναίκες, όσο και στην αυξανόμενη τελική ατεκνία. Στο **Διαγραμμα 2** βλέπουμε ότι με το πέρασμα των γενεών περιορίζεται ο αριθμός των γυναικών που αποκτούν 4 ή και περισσότερα παιδιά, ενώ αυξάνει το ποσοστό των γυναικών που δεν αποκτούν κανένα παιδί (Τελική Ατεκνία). Ενώ το μοντέλο της οικογένειας με τα δύο παιδιά επικρατεί σε περισσότερες από τις μισές γυναίκες που γεννήθηκαν από το 1940 και μετά (για τις γενεές 1940-1960 ξεπερνάει το 60%).

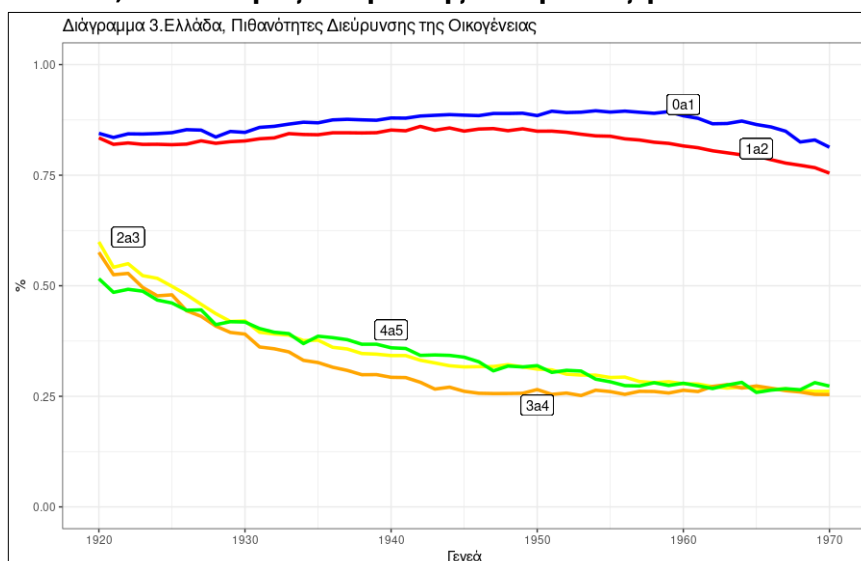
Διάγραμμα 1. Ελλάδα, Τελική γονιμότητα γενεών 1920-1970



Διάγραμμα 2. Ελλάδα, Τελική Ατεκνία γενεών 1920-1970



Διάγραμμα 3. Ελλάδα, Πιθανότητες διεύρυνσης οικογένειας γενεών 1920-1970



Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνονται και από τις πιθανότητες διεύρυνσης της οικογένειας (**Διάγραμμα 3**) δηλαδή ότι οι νεότερες γενεές τείνουν να αποκλείσουν το ενδεχόμενο απόκτησης περισσότερων των δύο παιδιών. Οι πιθανότητες διεύρυνσης της οικογένειας σε ότι αφορά την απόκτηση 3ου ή 4ου ή 5ου παιδιού μειώνονται συνεχώς.

Στην παρούσα εργασία θα εξετάσουμε αν οι εθνικές τάσεις της διαγενεακής γονιμότητας που περιγράψαμε παρουσιάζουν χωρικές διαφοροποιήσεις στο επίπεδο των περιφερειακών ενοτήτων της χώρας.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Δεδομένα

Η ανάλυση έγινε με βάση τα δεδομένα της απογραφής του 2011 (ΕΛΣΤΑΤ), τα οποία καταγράφουν τις γεννήσεις ζώντων για τις γυναίκες που ήταν παρούσες και είχαν ηλικία άνω των 10 ετών την μέρα της απογραφής.

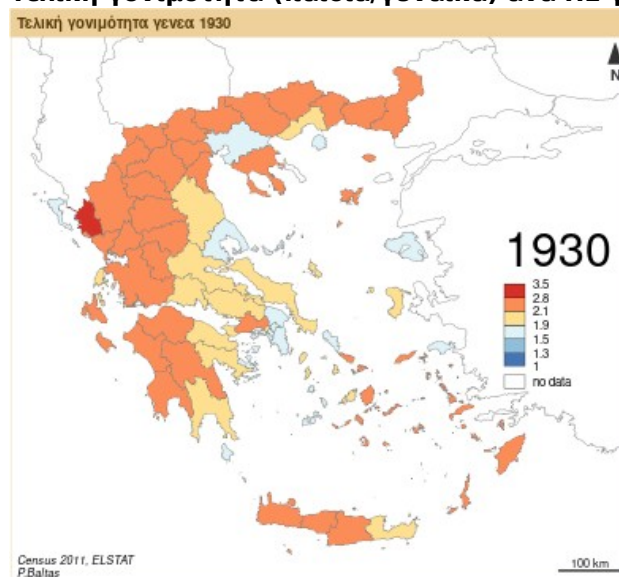
2.2 Μεθοδολογία

Για την ανάδειξη των χωρικών διαφοροποιήσεων υπολογίστηκαν μια σειρά από δείκτες για κάθε μια από τις Περιφερειακές Ενότητες (ΠΕ) της χώρας ανά γενεά. Οι δείκτες αυτοί είναι, η Τελική Γονιμότητα ανά γενεά (παιδιά/γυναίκα), η ποσοστιαία κατανομή των γυναικών ανά γενεά ανάλογα τον αριθμό παιδιών που απέκτησαν (από τον οποίο προκύπτει και ο δείκτης τελικής ατεκνίας) και τέλος οι Πιθανότητες Διεύρυνσης της Οικογένειας (η πιθανότητα μια γυναίκα με x παιδιά να αποκτήσει ένα $x+1$ παιδί).

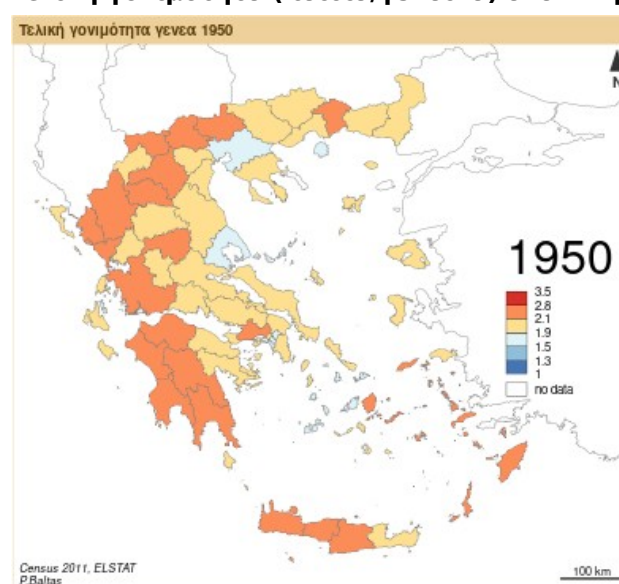
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους χάρτες 1 έως 3 απεικονίζεται η τελική γονιμότητα των γυναικών που γεννήθηκαν το 1930, 1950 και 1970 αντίστοιχα σε επίπεδο ΠΕ. Μια πρώτη διαπίστωση (**Χάρτης 1**) είναι ότι στις ΠΕ της Αττικής και της Θεσσαλονίκης οι γυναίκες που γεννήθηκαν ήδη το 1930 καταγράφουν γονιμότητα μικρότερη του 1.9 παιδιά/γυναίκα. Με το πέρασμα των γενεών η ψαλίδα κλείνει καθώς η τάση περιορισμού και ελέγχου των γεννήσεων επεκτείνεται σε όλες τις χωρικές ενότητες, αποτέλεσμα η διαγενεακή γονιμότητα των γυναικών που γεννήθηκαν το 1950 (**Χάρτης 2**) να καταγράφει περισσότερες χωρικές ενότητες με ένταση μικρότερη του 2.1 παιδιά/γυναίκα. Για να φτάσουμε στην γενεά του 1970 όπου η πλειοψηφία των χωρικών ενοτήτων καταγράφει γονιμότητα μικρότερη του 1.9 παιδιά/γυναίκα, ενώ στις ΠΕ που περιλαμβάνουν το πολεοδομικό συγκρότημα πρωτεύουσας είναι ακόμα χαμηλότερη, κάτω και από τα 1.5 παιδιά/γυναίκα Παρατηρούμε λοιπόν ότι μέσα σε 40 γενεές οι γυναίκες των χωρικών ενοτήτων με σχετικά χαμηλή γονιμότητα κατάφεραν να διατηρήσουν την γονιμότητα τους στα ίδια χαμηλά επίπεδα με αυτά των προηγούμενων γενεών, ενώ οι γυναίκες των περιοχών με υψηλή γονιμότητα περιόρισαν τον τελικό αριθμό των παιδιών τους σημαντικά, με αποτέλεσμα να υπάρξει σύγκλιση.

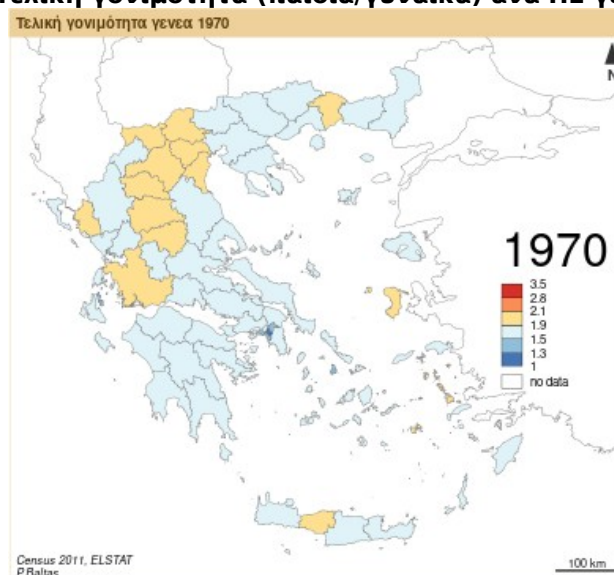
Χάρτης 1. Ελλάδα, Τελική γονιμότητα (παιδιά/γυναίκα) ανά ΠΕ γενεά 1930



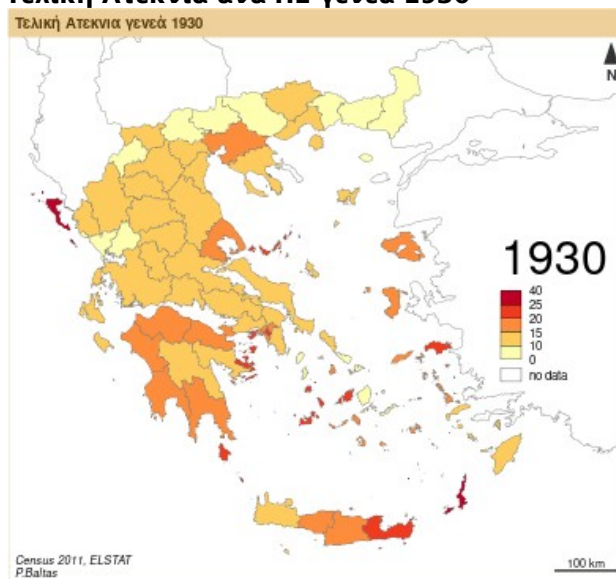
Χάρτης 2. Ελλάδα, Τελική γονιμότητα (παιδιά/γυναίκα) ανά ΠΕ γενεά 1950



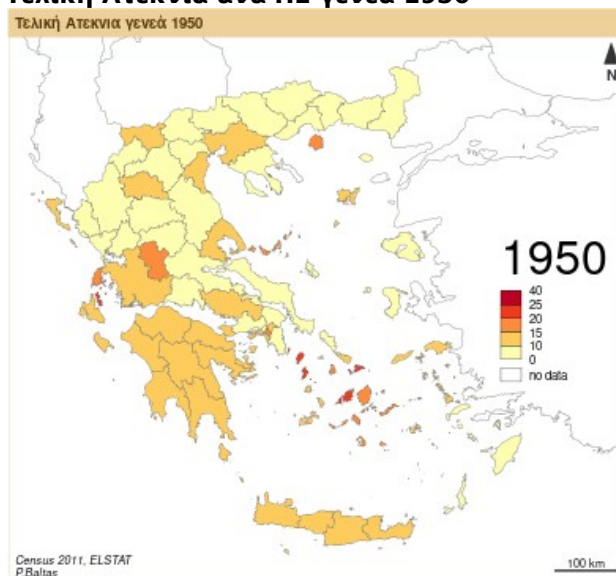
Χάρτης 3. Ελλάδα, Τελική γονιμότητα (παιδιά/γυναίκα) ανά ΠΕ γενεά 1970



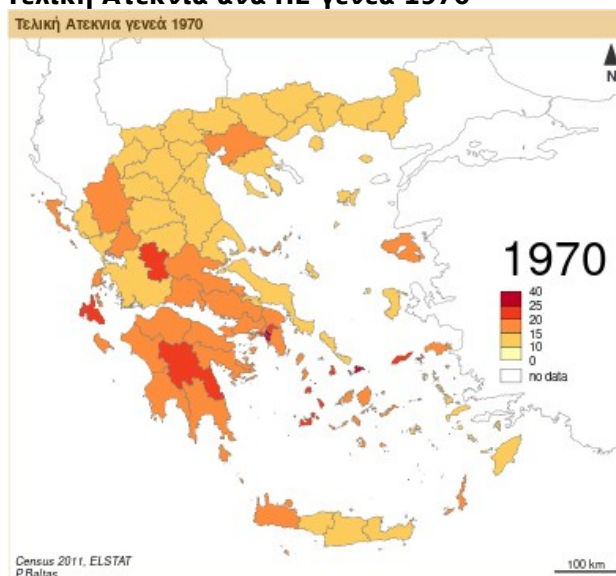
Χάρτης 4. Ελλάδα, Τελική Ατεκνία ανά ΠΕ γενεά 1930



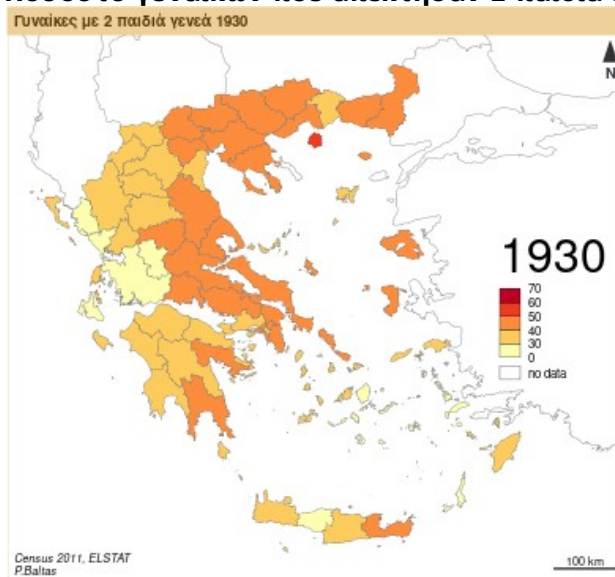
Χάρτης 5. Ελλάδα, Τελική Ατεκνία ανά ΠΕ γενεά 1950



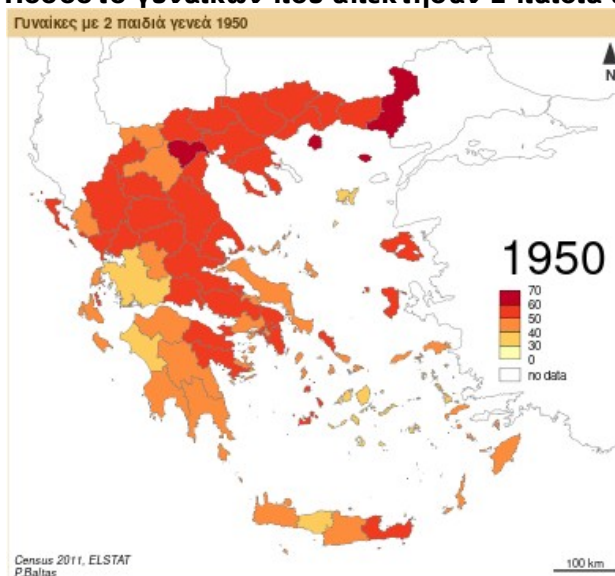
Χάρτης 6. Ελλάδα, Τελική Ατεκνία ανά ΠΕ γενεά 1970



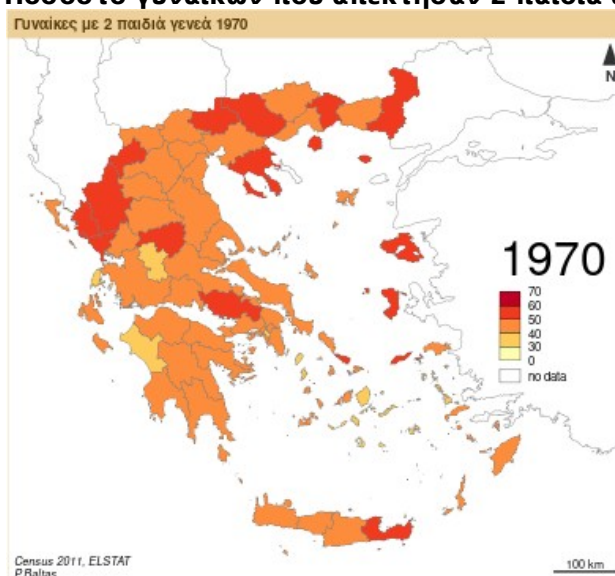
Χάρτης 7. Ελλάδα, Ποσοστό γυναικών που απέκτησαν 2 παιδιά ανά ΠΕ γενεά 1930



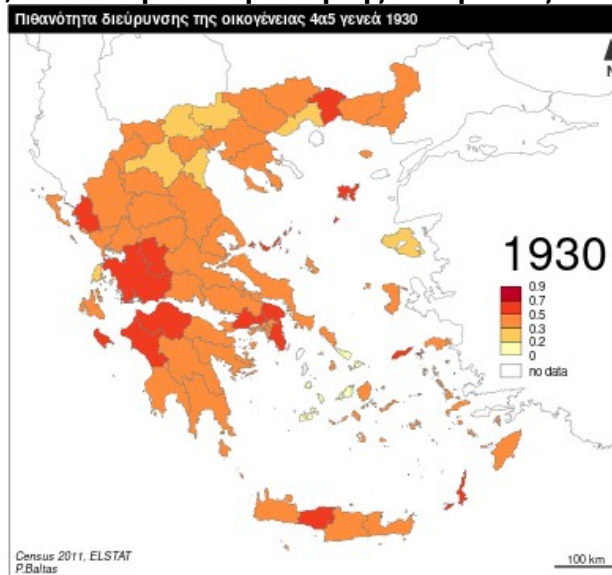
Χάρτης 8. Ελλάδα, Ποσοστό γυναικών που απέκτησαν 2 παιδιά ανά ΠΕ γενεά 1950



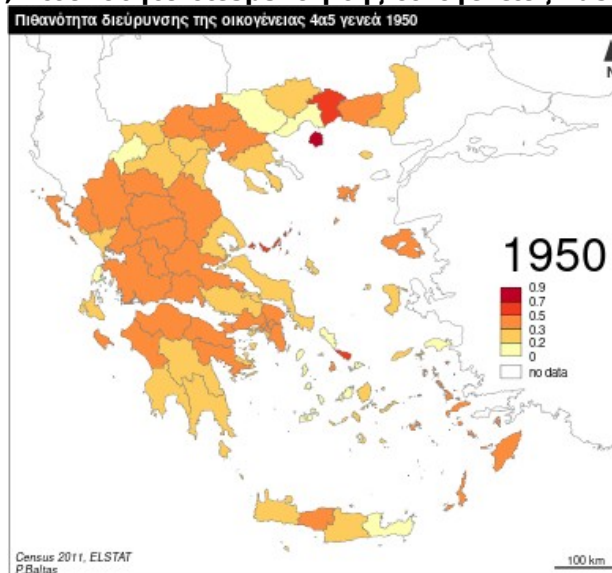
Χάρτης 9. Ελλάδα, Ποσοστό γυναικών που απέκτησαν 2 παιδιά ανά ΠΕ γενεά 1970



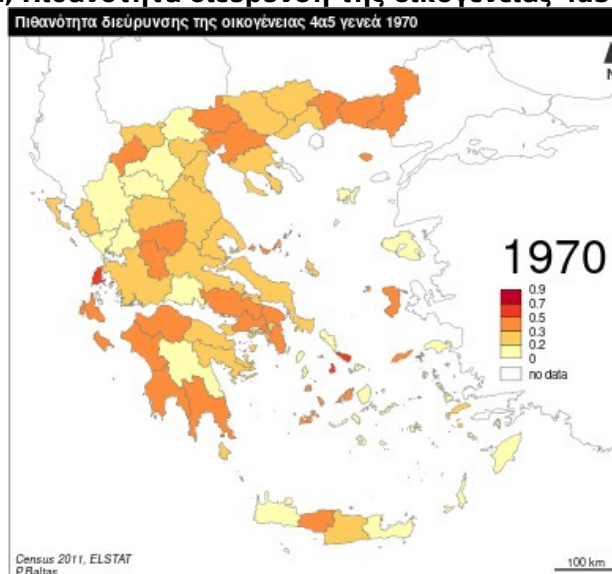
Χάρτης 10. Ελλάδα, Πιθανότητα διεύρυνση της οικογένειας 4α5 ανά ΠΕ γενεά 1930



Χάρτης 11. Ελλάδα, Πιθανότητα διεύρυνση της οικογένειας 4α5 ανά ΠΕ γενεά 1950



Χάρτης 12. Ελλάδα, Πιθανότητα διεύρυνση της οικογένειας 4α5 ανά ΠΕ γενεά 1970



Τα αίτια της σύγκλισης παρουσιάζονται εν μέρη στους χάρτες από 4 έως 12. Όπως συνέβη και σε εθνικό επίπεδο η αύξηση της τελικής ατεκνίας συνέβη σε όλες τις χωρικές ενότητες. Συγκεκριμένα τα χαμηλά επίπεδα που παρατηρούμε στην γενεά του 1950 (**Χάρτης 5**) αυξήθηκαν σημαντικά για τις γυναίκες που γεννήθηκαν το 1970, όπου δεν παρατηρούμε καμία χωρική ενότητα με τιμή μικρότερη του 10% (**Χάρτης 6**).

Επιπλέον όλο και περισσότερες γυναίκες στο πέρασμα των γενεών σταματάνε την γονιμότητα τους στα δύο παιδιά (**Χάρτες 7-9**). Η μείωση που παρατηρείται στην γενεά του 1970 (**Χάρτης 9**) δεν είναι προς όφελος των μεγαλύτερων τάξεων γέννησης αλλά λόγω της αύξησης της τελικής ατεκνίας και του ποσοστού των γυναικών που αποκτούν ένα παιδί.

Το τελευταίο αυτό γεγονός επιβεβαιώνεται και από την εξέλιξη των πιθανοτήτων διεύρυνσης της οικογένειας όπου μειώνονται για τις μεγάλες τάξεις γέννησης για όλες τις υπό εξέταση χωρικές ενότητες. Παράδειγμα η πιθανότητα να αποκτήσει μια μητέρα με τέσσερα παιδιά ένα 5ο παιδί (**Χάρτες 10-12**). Βλέπουμε στο χάρτη 10 ότι για τις περισσότερες χωρικές ενότητες η πιθανότητα για τις γυναίκες που γεννήθηκαν το 1930 ήταν πάνω από 30% (σε κάποιες πάνω από 50%). Στο Χάρτη 12 παρατηρούμε ότι για την γενεά του 1970, αυτό έχει περιοριστεί σημαντικά με την πλειοψηφία των χωρικών ενοτήτων να καταγράφουν πιθανότητα μικρότερη του 30%

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι χωρικές διαφοροποιήσεις της έντασης της διαγενεακής γονιμότητας στην Ελλάδα αμβλύθηκαν με το πέρασμα των γενεών. Η τάση μείωσης της τελικής γονιμότητας, η επικράτηση του μοντέλου οικογένειας με δύο παιδιά και η αύξηση της τελικής ατεκνίας, υπήρξαν φαινόμενα καθολικά που επικράτησαν σε όλες τις εξεταζόμενες χωρικές ενότητες ανεξάρτητα του σημείου εκκίνησης της καθεμιάς. Αποτέλεσμα στις πιο πρόσφατες γενεές η γονιμότητα σε καμία χωρική ενότητα να μην ξεπερνάει τα 2.1 παιδιά/γυναίκα, με την πλειοψηφία να είναι μικρότερη του 1.9 παιδιά/γυναίκα. Η παρούσα εργασία γεννάει την υποψία ότι η αύξηση της τελικής ατεκνίας για τις γυναίκες που γεννήθηκαν από το 1960 και μετά είναι πιο έντονη στις ΠΕ που εμπεριέχουν τα μεγάλα αστικά κέντρα, εντός των οποίων ίσως υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις. Σε επόμενο στάδιο η ανάλυση μας θα επικεντρωθεί σε χαμηλότερο χωρικό επίπεδο μέσα σε αυτές τις ΠΕ, για να επιβεβαιώσει την υπόθεση εργασίας ότι υπάρχουν έντονες χωρικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους Δήμους των Νομών που εμπεριέχουν τα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας (Αττικής, Θεσσαλονίκης)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Baltas P. (2015), *L'évolution de la fécondité en Grèce depuis 1960 : spécificités et inflexions récentes*. These en Démographie. Université de Bordeaux.

ΕΛΣΤΑΤ , Απογραφή Πληθυσμού 2011

WIKIMAPIA, GOOGLE MAPS, BING MAPS, OPENSTREETMAP: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΩΝ

Πρασίνου Τατιανή Μυρόπη^{1,2}, Δαβερώνια Άννα Χριστίνα^{2,3}, Αργυράκης
Παναγιώτης^{2,4}, Πανταζής Δήμος^{2,5}

- ^{1.} Προπτυχιακή φοιτήτρια τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής
- ^{2.} Μέλος θεσμοθετημένου ερευνητικού εργαστηρίου SOCRATES (Society for Organizations Cartography Remote sensing Road Design and Applications using Technology Transport Engineering on Earth and Space)
- ^{3.} Υποψήφια διδάκτωρ Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής/ Ακαδημαϊκός Υπότροφος
- ^{4.} Υποψήφιος διδάκτωρ Πανεπιστημίου Πελοποννήσου / Ακαδημαϊκός Υπότροφος
- ^{5.} Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής/ Διευθυντής θεσμοθετημένου ερευνητικού εργαστηρίου SOCRATES

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Εργαστήριο **SOCRATES** (Society for **O**rganizations **C**artography **R**emote sensing / **R**oad design and **A**pplications using **T**echnology / **T**ransport engineering on **E**arth and **S**pace), Αθήνα

Τηλ: 6951400637, e-mail: tg16064@uniwa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή αποτελεί μία συγκριτική μελέτη μεταξύ τεσσάρων διαδικτυακών εφαρμογών χαρτογράφησης. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για τα εργαλεία Google Maps, OpenStreetMap, Bing Maps και Wikimapia. Αρχικά, αναλύθηκε το εργαλείο Google Maps της εταιρίας Google. Εξετάστηκαν λεπτομερώς τα τεχνικά χαρακτηριστικά του και οι δυνατότητες που παρέχουν οι χάρτες, ενώ δοκιμάστηκαν οι δυνατότητες δημιουργίας νέων χαρτών. Στη συνέχεια ερευνήθηκε η χαρτογραφική εφαρμογή με ελεύθερη άδεια δεδομένων, το OpenStreetMap. Διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή αυτή, αν και δημιουργήθηκε με “public participation”, είναι ενημερωμένη δίνοντας λεπτομερείς χαρτογραφικές πληροφορίες. Για τη δημιουργία εξατομικευμένου χάρτη καθώς και για τη λήψη των δεδομένων από την εφαρμογή ήταν αναγκαία η χρήση άλλων εφαρμογών. Όσον αφορά τη δημιουργία εξατομικευμένου χάρτη πραγματοποιήθηκαν πολλές προσπάθειες κατηγοριοποίησης των δεδομένων ανάλογα με το επιθυμητό πεδίο και οργάνωσης των ετικετών, όμως όλες ήταν αρκετά χρονοβόρες και περίπλοκες. Το τρίτο χαρτογραφικό εργαλείο που ασχοληθήκαμε ήταν οι Bing Maps της Microsoft. Η εφαρμογή προσφέρει αρκετούς τρόπους προβολής του κόσμου σε δισδιάστατη και τρισδιάστατη μορφή και σε αρκετά υπόβαθρα. Ακόμη, παρέχονται χάρτες με την γεωγραφική κάλυψη των δεδομένων τόσο για την ποιότητα των δεδομένων των οδών όσο και για την γεωκωδικοποίηση. Εκεί παρατηρήθηκε ότι δεν καλύπτεται ομοιόμορφα όλη η γήινη επιφάνεια με αποτέλεσμα να υπάρχουν ελλείψεις πληροφορίες σε ορισμένες περιοχές. Η Wikimapia είναι η τελευταία χαρτογραφική εφαρμογή που αναλύθηκε και πρόκειται για μία εφαρμογή συνεργατικών χαρτών ανοικτού περιεχομένου. Εντοπίστηκε ότι δεν διαθέτει τις λειτουργίες και τα εργαλεία που μας έδιναν οι προηγούμενες εφαρμογές όπως και ότι αποτελείται από υπόβαθρα τρίτων

εφαρμογών. Δουλεύοντας πάνω στην Wikimapia πραγματοποιήθηκε προσθήκη στοιχείων στο χάρτη, όπως ένα κτήριο, το οποίο ήταν άμεσα ορατό στους χρήστες. Η διαδικασία λήψης δεδομένων και σε αυτή την εφαρμογή γίνεται με τη βοήθεια τρίτης εφαρμογής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Διαδικτυακές Εφαρμογές Χαρτογράφησης, Wikimapia, Google, Microsoft, OpenStreetMap

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής αποτελεί η συνοπτική συγκριτική μελέτη των δυνατοτήτων των τεσσάρων εφαρμογών ηλεκτρονικών χαρτών. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας αφορά τις συγκεντρωμένες πληροφορίες, στοιχεία και παραδείγματα για τις τέσσερις γνωστές εφαρμογές χαρτογράφησης και την αναλυτική τους παρουσίαση ενώ χρησιμεύει και ως οδηγός επιλογής καταλληλότερης εφαρμογής χαρτογράφησης. Στο δεύτερο μέρος του θέματος αναφέρονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν καθώς γίνεται και μια ανασκόπηση των εφαρμογών. Επισημαίνονται οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν καθώς και παρατηρήσεις που προέκυψαν. Στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται σε πίνακα τα αποτελέσματα των συγκρίσεων των δυνατοτήτων τους και περιγράφονται οι διαφορές που υπάρχουν ενώ στο τέταρτο μέρος συνοψίζονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

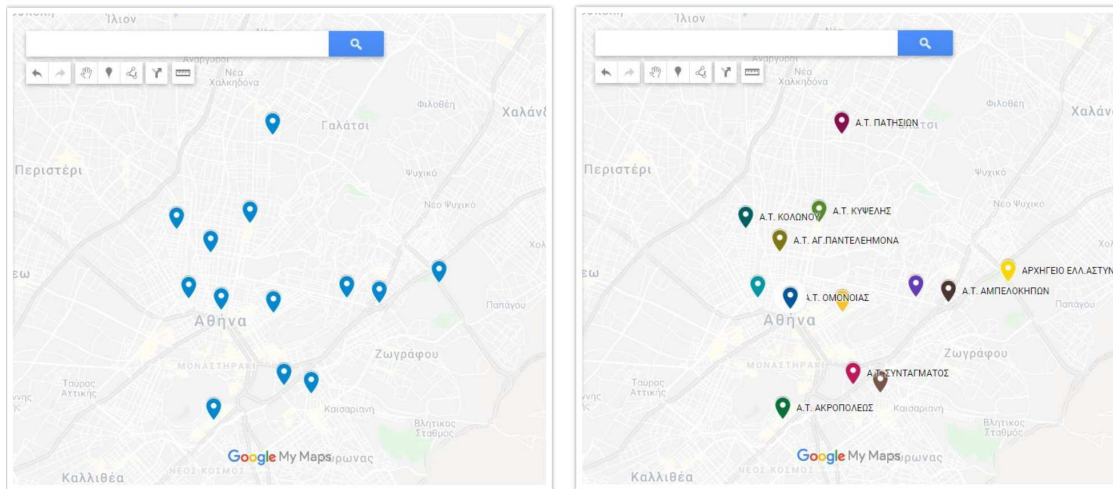
2.1 Δεδομένα

Η σύγκριση που ακολουθεί αφορά τέσσερις χαρτογραφικές εφαρμογές, δύο εκ των οποίων αφορούν εφαρμογές εταιριών (Google Maps, Bing Maps) και δύο εφαρμογές που είναι δομημένες με δεδομένα ελεύθερης αδειάς από απλούς χρήστες (OpenStreetMap, Wikimapia). Τα δεδομένα που λήφθηκαν και αναφέρονται παρακάτω προήλθαν από τις ίδιες ή από τρίτες συνεργαζόμενες εφαρμογές. Η σύγκριση αφορά τόσο το κομμάτι της απόδοσης της γεωγραφικής πληροφορίας όσο και την επεξεργασία δεδομένων.

2.2 Ανασκόπηση εφαρμογών

Αρχικά, μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν οι δυνατότητες κάθε εφαρμογής ξεχωριστά. Πρώτα αναλύθηκε η εφαρμογή της Google, Google Maps, για την οποία εντοπίστηκαν οι δυνατότητες της εφαρμογής έγινε προσπάθεια για τη δημιουργία προσωπικού χάρτη. Έχοντας διαφόρων ειδών δεδομένα χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο της εφαρμογής My Google Maps. Κατά την εισαγωγή των δεδομένων παρατηρήθηκε ιδιαίτερη δυσκολία όσον αφορά το μέγεθος του αρχείου που μπορεί να επεξεργαστεί η εφαρμογή αλλά και το είδος του. Όταν προσπελάστηκε ο περιορισμός για το είδος του αρχείου εισήχθησαν στο επιλεγμένο υπόβαθρο πολυγωνικά και σημειακά δεδομένα. Όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 1, και τα δύο είδη δεδομένων αντιμετωπίζονται από την εφαρμογή προεπιλεγμένα ως ένα ενιαίο επίπεδο και δε διακρίνονται οπτικά με βάση τις τιμές τους. Αυτό άλλαξε όταν τα δεδομένα

κατηγοριοποιήθηκαν με βάση άλλο πεδίο από το αρχικό. Αντίστοιχα αντιμετωπίστηκαν και τα πολυγωνικά δεδομένα δίνοντας παρόμοια αποτελέσματα.

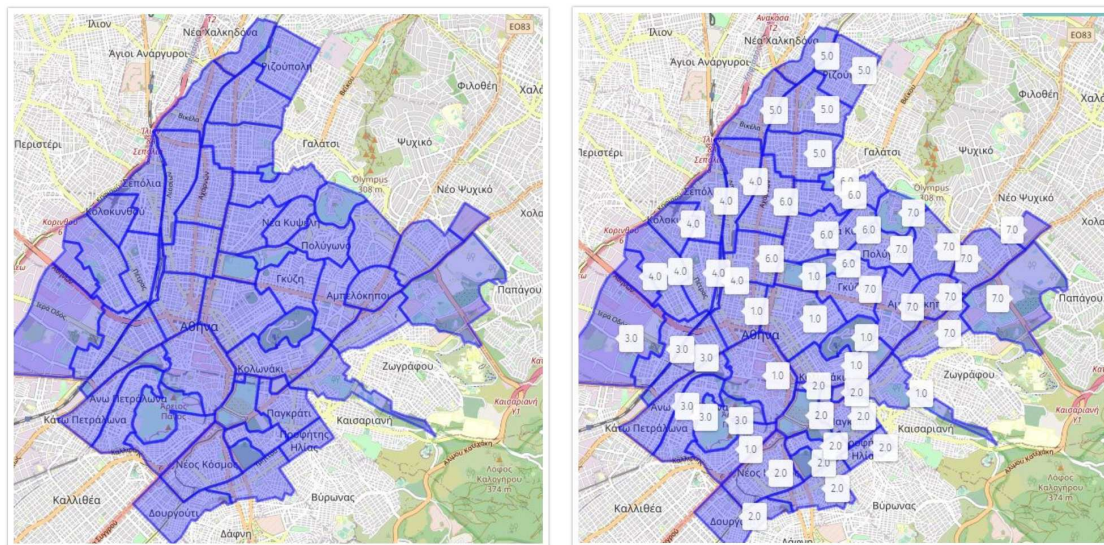


Εικόνα 1. Απεικόνιση σημειακών δεδομένων πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την κατηγοριοποίηση τους και την προσθήκη ετικετών.

Στη συνέχεια, ένα ακόμη πρόβλημα που εντοπίστηκε κατά τη διάρκεια της δημιουργίας προσωπικού χάρτη ήταν η αδυναμία δέσμευσης κλίμακας εκτύπωσης ή κλίμακας του χάρτη. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ώστε να καταλήξουμε σε μία εκτύπωση που να πλησιάζει την επιθυμητή ήταν αυτή της μεγέθυνσης (zoom in-out). Αυτό ήταν ένα ζήτημα που δεν επιδεχόταν λύση με τα εργαλεία που παρέχει η εφαρμογή.

Έπειτα αναλύθηκε η εφαρμογή με δεδομένα ελεύθερης αδειάς OpenStreetMap. Πρόκειται για μία εφαρμογή που έχει δημιουργηθεί και συντηρείται εξ ολοκλήρου από τους ίδιους τους χρήστες της. Εδώ, έπειτα από μία εμβάθυνση στη φιλοσοφία που οδήγησε στην δημιουργία της εφαρμογής καθώς και στα υπέρ της χρήσης μιας εφαρμογής ελεύθερης αδειάς, χρησιμοποιήθηκαν τα υπόβαθρα της, τα οποία αποτελούνται από τρία δικά της και υπόβαθρα τρίτων εφαρμογών. Η έρευνα των επιλογών που δίνει η εφαρμογή οδήγησε ξανά στην προσπάθεια δημιουργίας προσωπικού χάρτη.

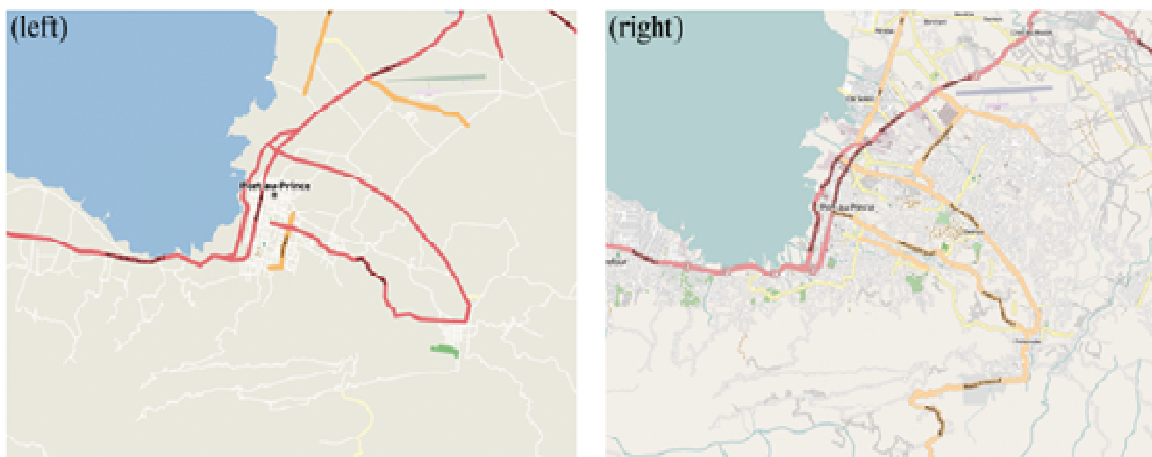
Δεδομένου ότι η πλατφόρμα στηρίζεται από τους χρήστες η δημιουργία ενός χάρτη με υπόβαθρο χάρτη του OpenStreetMap πραγματοποιείται σε τρίτη εφαρμογή, τη Umap. Η εισαγωγή δεδομένων δεν αποτέλεσε μεγάλο πρόβλημα και υπήρξε μια οργάνωση στη δομή τους. Δημιουργήθηκαν πρώτα τα επίπεδα με την βοήθεια της εφαρμογής Umap και έπειτα έγινε η εισαγωγή τους στο OpenStreetMap. Τα αποτελέσματα απεικόνισης των πολυγωνικών αλλά και των σημειακών δεδομένων ήταν ξανά παρόμοια. Η εφαρμογή αντιμετώπισε τα δεδομένα του επιπέδου ως μία ενιαία τιμή αποδίδοντας τα το ίδιο (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Απεικόνιση πολυγωνικών δεδομένων πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την κατηγοριοποίηση τους και την προσθήκη ετικετών.

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2, στην εφαρμογή Umap παρατηρήθηκε ότι η κατηγοριοποίηση των δεδομένων βάσει του πεδίου που διαφοροποιούνται οι τιμές δεν συνεπάγεται και την οπτική διαφοροποίηση τους. Ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι μέσω χειροκίνητης διαδικασίας για κάθε τιμή, κάτι που είναι εφικτό για επίπεδα με λίγες τιμές αλλά όχι για δεδομένα με μεγάλο όγκο. Η εξαγωγή του προσωπικού χάρτη εν τέλει δεν ήταν εφικτή μέσω της εφαρμογής καθώς δίνεται μόνο η δυνατότητα ενσωμάτωσής του σε ιστοσελίδα. Επομένως, ένας χρήστης δεν μπορεί να δημιουργήσει και να εκτυπώσει ένα χάρτη στην εφαρμογή Umap.

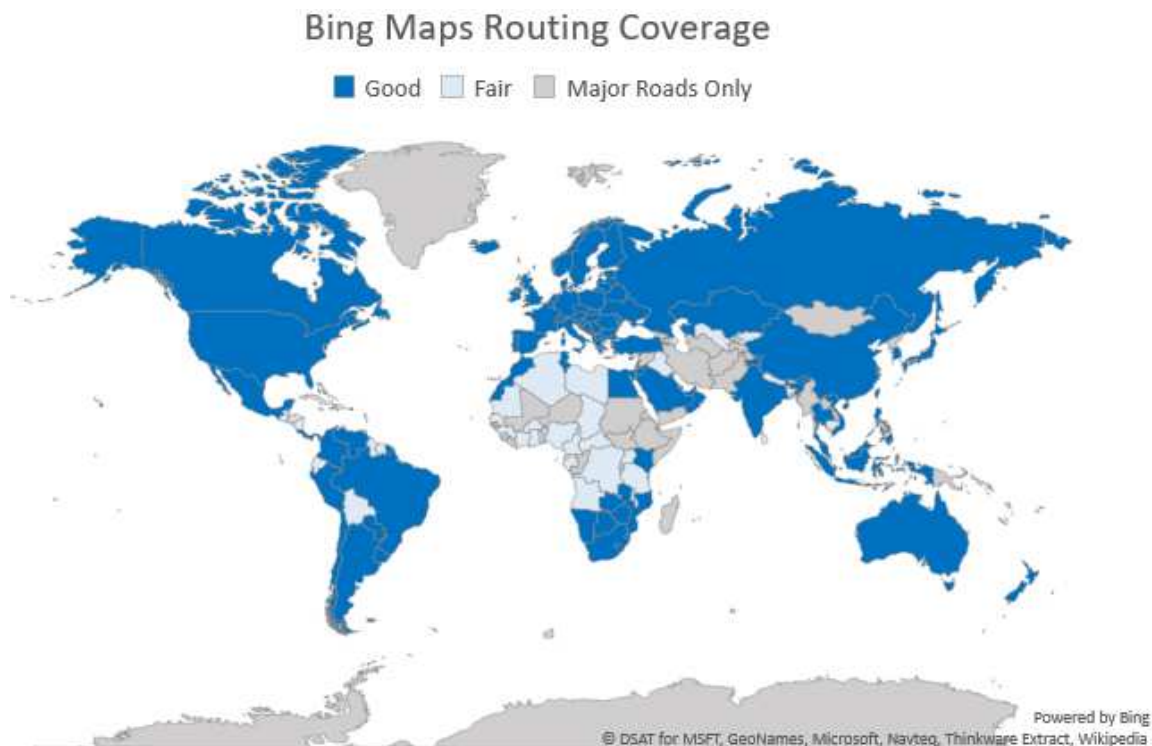
Ερευνώντας περαιτέρω τα πλεονεκτήματα μιας εφαρμογής την οποία διαχειρίζονται οι ίδιοι οι χρήστες της, έγινε ξεκάθαρη η φιλοσοφία που διέπει όλους τους διαχειριστές της. Αυτή είναι η ταχύτερη και ακριβέστερη απεικόνιση του πραγματικού κόσμου. Η κοινότητα μπορεί να είναι πολύ γρήγορη στην ενημέρωση των χαρτών και η πληροφορία είναι αμέσως ορατή στους υπόλοιπους χρήστες. «Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χαρτογράφηση της Αϊτής μετά τον σεισμό του Ιανουαρίου 2010. Η περιοχή χαρτογραφήθηκε μέσα σε 48 ώρες από εθελοντές παρέχοντας πλούσια περιγραφική πληροφορία για τους κατεστραμμένους δρόμους, τα κτίσματα καθώς και τα καταλύματα των αστέγων. Κι όλη αυτή η περιγραφική πληροφορία σήμαινε προμήθειες σε νερό, φαγητό και ιατρική περίθαλψη». (Κουνάδη & Μπασσιούκα, 2010) (Εικόνα 3)



Εικόνα 3. Ο χάρτης της πληττόμενης περιοχής της Αϊτής πριν και μετά το σεισμό τον Ιανουάριο του 2010 (Πηγή: <https://blog.openstreetmap.org/2010/01/14/haiti-openstreetmap-response/>)

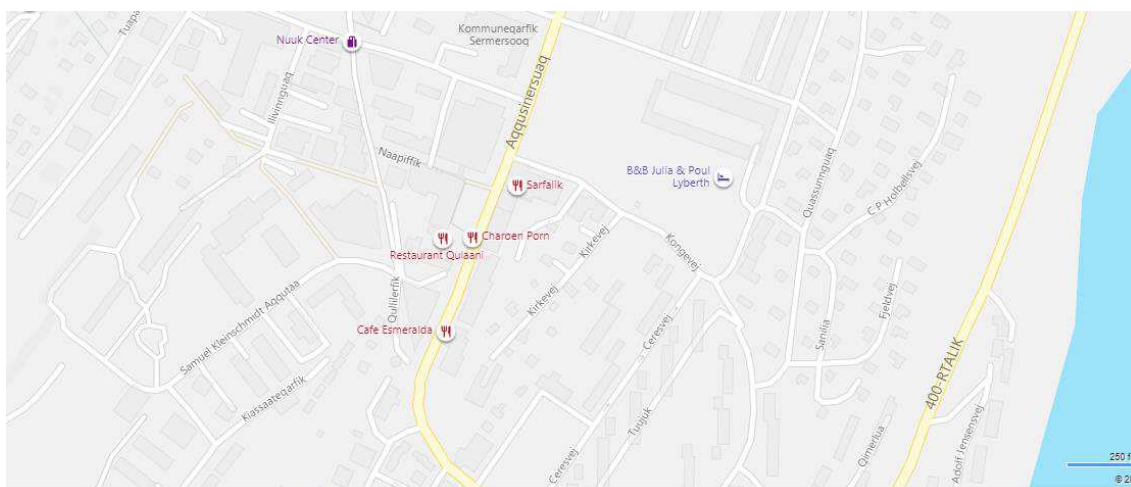
Αναφερόμενοι σε ανοικτά δεδομένα από και προς όλους τους χρήστες ερευνήθηκε ο τρόπος και η διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει κάποιος που θέλει να λάβει δεδομένα από το OpenStreetMap. Ενώ η διαδικασία επιλογής της περιοχής είναι αρκετά απλή η λήψη του αρχείου συνοδεύεται και με το πρόβλημα αποκωδικοποίησης του. Το αρχείο λαμβάνεται σε μία κωδικοποιημένη μορφή, η οποία δεν αναγνωρίζεται από κανένα περιβάλλον GIS ή παρόμοιο. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα χρησιμοποιούνται μετατροπείς οι οποίοι αλλάζουν την επέκταση του αρχείου κάνοντας το κατάλληλο για το περιβάλλον εργασίας που έχει επιλεγεί (Maron, 2010).

Η τρίτη χαρτογραφική εφαρμογή που μελετήθηκε είναι οι Bing Maps όπου ανήκουν στην εταιρία Microsoft. Από την περιήγηση στην εφαρμογή αντλήθηκε το συμπέρασμα ότι οι χάρτες της Bing δίνουν στο χρήστη την δυνατότητα λήψης οδηγιών, περιήγησης και πληροφορίες κυκλοφορίας αλλά δεν προσφέρουν κάτι παραπάνω. Η χαρτογραφική εφαρμογή της Microsoft δεν διαθέτει την δυνατότητα δημιουργίας προσωπικού χάρτη όπως οι δύο προαναφερθείσες εφαρμογές με αποτέλεσμα να καθίσταται αδύνατο και το ανέβασμα ή η επεξεργασία δεδομένων. Εφόσον οι επιλογές στην εφαρμογή ήταν συγκεκριμένες ερευνήθηκε η ποιότητα των δεδομένων που απεικονίζονται στους χάρτες. Η εταιρία παρέχει χάρτες, όπως αυτός της Εικόνας 4, με πληθώρα πληροφοριών όσον αφορά τη γεωκωδικοποίηση και την κάλυψη δεδομένων για τις οδούς.



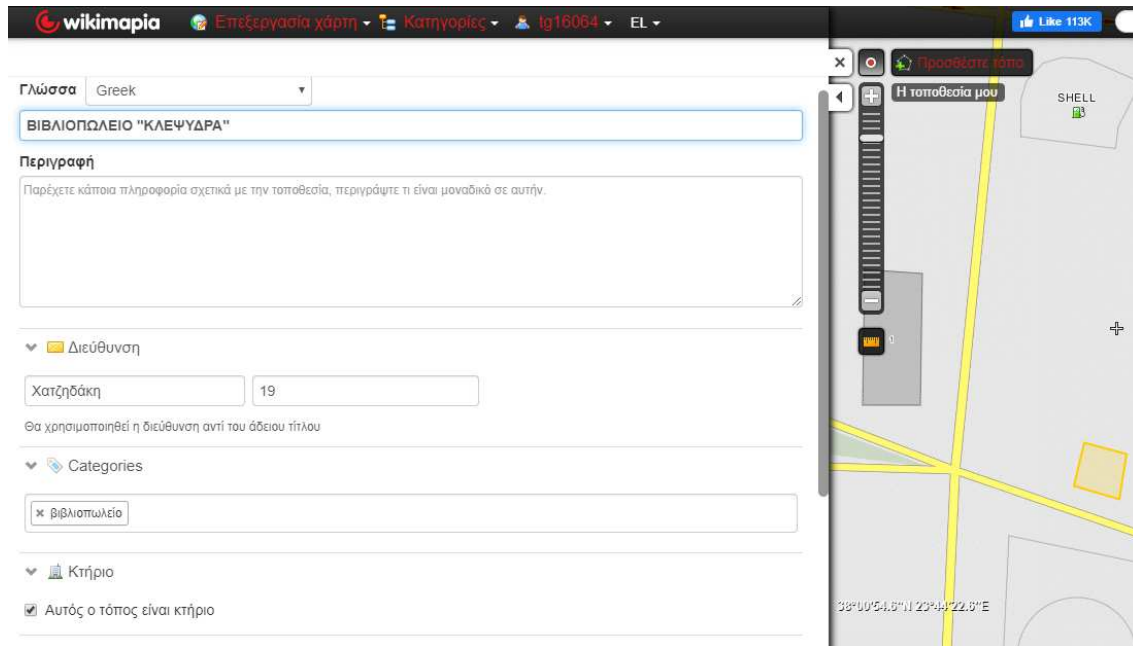
Εικόνα 4. Κάλυψη δεδομένων Bing Maps για τα δεδομένα οδών
(Πηγή: <https://docs.microsoft.com/en-us/bingmaps/coverage/geographic-coverage>)

Οι κατηγορίες που χωρίζονται τα δεδομένα είναι Good, Fair και Major Roads Only όπου η κάθε μία χαρακτηρίζει την ποσότητα των δεδομένων που υπάρχουν για το οδικό δίκτυο της χώρας αλλά και την ποιότητα αυτού. Για παράδειγμα, χώρες που ανήκουν στην κατηγορία Major Roads Only περιέχουν δεδομένα μόνο για τους μεγάλους οδικούς άξονες χωρίς να έχουν επαληθευτεί για την ακρίβειά τους, όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 5. Αντίθετα, όσες χώρες ανήκουν στην κατηγορία Good περιέχουν λεπτομερή στοιχεία για το οδικό δίκτυο, τα οποία έχουν επαληθευτεί ενώ η ενημέρωση των στοιχείων είναι αρκετά συχνή.



Εικόνα 5. Απεικόνιση περιοχής στη Γροιλανδία κατηγορίας Major Roads Only

Η τελευταία εφαρμογή που συμπεριλαμβάνεται στη σύγκριση είναι η Wikimapia. Πρόκειται για μία ιδιαίτερη εφαρμογή που δεν έχει την οργάνωση, τις δυνατότητες και τις πληροφορίες που παρέχουν οι προηγούμενες τρεις εφαρμογές και αναφέρεται κυρίως σε άπειρους χρήστες. Λόγω της εθελοντικής φύσης της εφαρμογής, η Wikimapia αποτελείται κυρίως από υπόβαθρα τρίτων εφαρμογών όσον αφορά τα υπόβαθρα ή τη λήψη δεδομένων. Όπως αναφέρθηκε, ούτε σε αυτή την περίπτωση ήταν εφικτή η δημιουργία χάρτη, εντούτοις έγινε ενημέρωση του υπάρχοντος υποβάθρου όσον αφορά την προσθήκη καταστήματος, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.



Εικόνα 6. Προσθήκη καταστήματος στους χάρτες της Wikimapia.

Από την προσθήκη σημείων ενδιαφέροντος παρατηρήθηκε ότι η προσθήκη λεπτομερειών έχει και κάποιους περιορισμούς. Η απεικόνιση σημαντικών πληροφοριών όπως δρόμοι, σιδηρόδρομοι ή ποτάμια, που επηρεάζουν σημαντικά μια γεωγραφική περιοχή δεν είναι διαθέσιμη σε όλους τους χρήστες. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί ένα σύστημα πόντων τα οποία αντιστοιχούν σε επίπεδα εμπειρίας και κάθε επίπεδο ξεκλειδώνει και νέες δυνατότητες χαρτογράφησης.

Η εφαρμογή της Wikimapia διαθέτει δεδομένα ελεύθερης αδειας και έτσι ο κάθε χρήστης μπορεί να κατεβάσει τα αρχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί αλλά μόνο για προσωπική χρήση. Η διαδικασία δεν είναι τόσο απλή όσο ήταν στους χάρτες του OpenStreetMap καθώς πρέπει να βρεθεί το API της εφαρμογής και να ληφθούν τα αρχεία από εκεί θέτοντας ερωτήματα (queries). Για άτομα που ασχολούνται ερασιτεχνικά με την χαρτογραφία ή δεν έχουν επαρκείς γνώσεις σε κώδικες και γλώσσες προγραμματισμού, η εύρεση και η λήψη των δεδομένων μπορεί να αποτελέσουν μία εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

3.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά κάποια χαρακτηριστικά των τεσσάρων εφαρμογών καθώς και ορισμένες δυνατότητες τους, όπως προέκυψαν από τη σύγκριση μεταξύ τους.

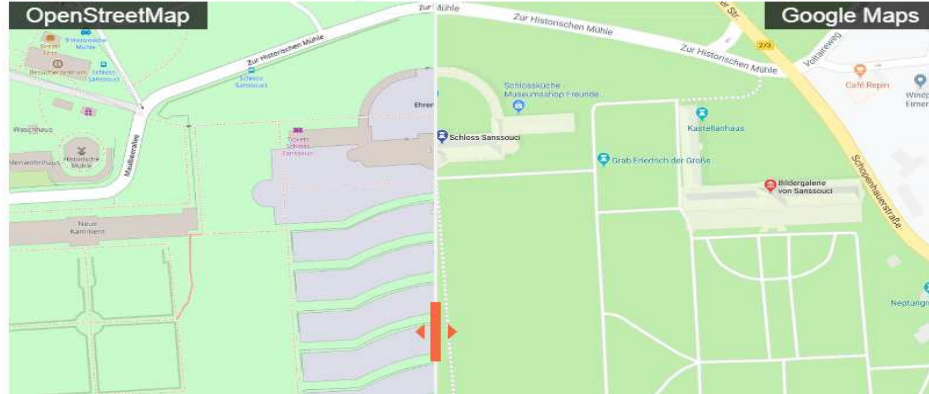
Πίνακας 1. Σύγκριση χαρακτηριστικών εφαρμογών όπως προκύπτουν από μετά την μελέτη και τη σύγκρισή τους.

	GOOGLE MAPS	BING MAPS	OPENSTREET MAPS	WIKIMAPIA
Γλώσσες προγραμματισμού	C++, Javascript, XML, Ajax	Ajax	Ruby, Javascript	Javascript
Κλίμακα (min)	1:5	1:10 (οδικός) 1:20 (δορυφόρος)	1:20 (standard) 1:5 (ποδηλασίας & συγκοινωνιακός) 1:50 (ανθρωπιστικός)	Δεν υπάρχει γραφική ή αριθμητική κλίμακα
Κλίμακα (max)	1:1000000	1:1000000	1:2000000	
Λήψη δεδομένων	OXI	OXI	NAI	NAI
Ανέβασμα δεδομένων	NAI	OXI	NAI	OXI
Λήψη 3D δεδομένων	OXI	OXI	OXI	OXI
Επεξεργασία υπάρχουσας πληροφορίας	OXI	OXI	NAI	NAI
Παγκόσμια κάλυψη	NAI	NAI	ΑΝΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ	ΑΝΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ
Δημιουργία χάρτη	NAI	OXI	NAI	OXI
Εξαγωγή εξατομικευμένου χάρτη	NAI	OXI	ΜΟΝΟ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΕ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ	OXI
Χρήση τρίτων εφαρμογών	OXI	OXI	NAI	NAI
Εφαρμογή σε smartphone	NAI	NAI	OXI	NAI

3.2 Απεικόνιση δεδομένων

Οι εφαρμογές χαρτογράφησης διαφέρουν αρκετά και στον τρόπο απεικόνισης της πληροφορίας. Παρόλο που οι οντότητες στη βάση δεδομένων τους δεν διαφέρουν σχεδόν καθόλου, εφόσον αφορά τα ίδια στοιχεία, η απόδοση τους στο χάρτη μπορεί να έχει μεγάλη διαφορά (Buczowski, 2015). Στις Εικόνες 7 και 8 παρουσιάζονται τέτοια παραδείγματα μεταξύ των εφαρμογών.

Sanssouci castle, Berlin, Germany:



Εικόνα 7. Διαφορές στην απεικόνιση δεδομένων μεταξύ OpenStreetMap και Google Maps. (Πηγή: <https://thomas.reiser.zone/openstreetmap-vs-google/>)



Εικόνα 8. Διαφορές στην απεικόνιση δεδομένων μεταξύ Bing Maps και Google Maps. (Πηγή: <https://canadiangis.com/comparison-of-top-free-online-map-sites-bing-maps-vs-google-maps.php>)

Παρατηρήθηκε πως και στις δύο περιπτώσεις υπάρχουν διαφορές όσον αφορά την απεικόνιση των δεδομένων και το πλήθος της πληροφορίας που παρέχεται. Στη προβολή του χάρτη (Εικόνα 7) το OpenStreetMap υπερέχει σε παρουσίαση πληροφορίας δίνοντας έτσι μία αναλυτικότερη παρουσίαση του χώρου. Αντίθετα, στην προβολή των δορυφορικών εικόνων (Εικόνα 8) οι διαφορές μεταξύ των χαρτογραφικών εφαρμογών Bing Maps και Google Maps είναι μικρές και παρέχεται σχεδόν η ίδια ποσότητα πληροφορίας.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω ανάλυση και σύγκριση προκύπτει ότι και οι τέσσερις εφαρμογές έχουν αρκετές δυνατότητες που ικανοποιούν σχεδόν όλη τη γκάμα χρηστών. Για απλή χρήση πλοήγησης ή εντοπισμού θέσης όλες έχουν αρκετά καλή ακρίβεια ενώ

παρουσιάζουν αρκετά ρεαλιστικά την γήινη επιφάνεια. Όσον αφορά τη δυνατότητα δημιουργίας χάρτη από το χρήστη, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω δεν είναι διαθέσιμη σε όλες τις εφαρμογές, όπως ακριβώς γίνεται και με τη διάθεση των δεδομένων στο κοινό.

Εν κατακλείδι, παρατηρούμε πως είτε πρόκειται για εφαρμογές εταιριών (πχ. Google, Microsoft) είτε για εφαρμογές ελεύθερης αδείας δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην απεικόνιση της πληροφορίας που υπάρχει στη Γη. Οι διαφορές που υπάρχουν στις εφαρμογές αφορούν κυρίως τη δομή τους και τα χαρακτηριστικά τους, κάτι που δεν μπορεί να αντιληφθεί ο απλός χρήστης, και όχι το τελικό αποτέλεσμα που θα του δώσει η εφαρμογή στο ερώτημα του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κουνάδη, Ο. και Μπασιούκα, Σ., 2010, Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στα χέρια εθελοντών. Το παράδειγμα του OpenStreetMap στο Λονδίνο και την Αθήνα. *Αειχώρος*, 14, σελ. 69 – 77.

Beuth University of Applied Sciences, 2020, '*Google vs. OpenStreetMap - Which one is the better Mapping Service.*'

Διαθέσιμο στο:

<https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=08ac4cc86e814bd480d56ebff78d91ea#> [Πρόσβαση 27 3 2020]

Buczowski A., 2015. Why would you use OpenStreetMap if there is Google Maps?, *Geoawesomeness*, 23 Οκτωβρίου.

Διαθέσιμο στο: <https://geoawesomeness.com/why-would-you-use-openstreetmap-if-there-is-google-maps/> [Πρόσβαση 30 3 2020]

Maron M., 2010. 'Haiti OpenStreetMap Response', *OpenStreetMap Blog*, [Ηλεκτρονικό]. Διαθέσιμο στο: <https://blog.openstreetmap.org/2010/01/14/haiti-openstreetmap-response/> [Πρόσβαση 3 4 2020]

Canadian GIS and Geospatial Resources (2012). Comparison of Free Online Map Sites 'Bing Maps vs Google Maps'.

Διαθέσιμο στο: <https://canadiangis.com/comparison-of-top-free-online-map-sites-bing-maps-vs-google-maps.php> [Πρόσβαση 25 4 2020]

Reiser T., 2019. 'OpenStreetMap vs. Google Maps', *Thomas Reiser Blog*, 21 Σεπτεμβρίου.

Διαθέσιμο στο: <https://thomas.reiser.zone/openstreetmap-vs-google/> [Πρόσβαση 1 4 2020]

Η ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΕΝΔΕΙΞΩΝ (ΠΟΠ, ΠΓΕ, ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΑ ΠΟΤΑ ΓΕ) ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τσούτσος Μιχαήλ-Χρήστος¹, Κίζος Αθανάσιος²

1. Γεωγράφος Πανεπιστημίου Αιγαίου, MSc Γεωπληροφορική ΕΜΠ
2. Καθηγητής στη Γεωγραφία της Υπαίθρου, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Τηλ: 6979920417, e-mail : 1. michalis.tsoutsos@gmail.com 2. akizos@aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της χωρικής κατανομής σε τοπική κλίμακα των τροφίμων, των οίνων και των αλκοολούχων ποτών που έχουν σημανθεί με την ένδειξη «Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης» (ΠΟΠ), «Προστατευόμενη Γεωγραφική Ένδειξη» (ΠΓΕ) και «Γεωγραφική Ένδειξη» (ΓΕ) και παράγονται στην Ελλάδα, εν συνεχεία ο χαρακτηρισμός των περιοχών παραγωγής σύμφωνα με την τυπολογία του βαθμού αστικοποίησης (DEGURBA) σχετικά με το αν η περιοχή είναι πόλη, κωμόπολη-προάστιο ή αγροτική περιοχή και εν κατακλείδι η συσχέτιση της κατανομής με περιοχές που χαρακτηρίζονται με γεωγραφικές ιδιαιτερότητες όπως είναι οι λιγότερο κατοικημένες, οι ορεινές και οι απομακρυσμένες περιοχές, οι οποίες και δημιουργήθηκαν σε περιβάλλον GIS. Τα δεδομένα της εργασίας αποτελούνται από 274 προϊόντα γεωγραφικής ένδειξης (ΓΕ) τα οποία αφορούν τα τρόφιμα και τους οίνους ΠΟΠ, τα τρόφιμα και τους οίνους ΠΓΕ και τα αλκοολούχα ποτά γεωγραφικής ένδειξης, με τους αρωματισμένους οίνους να εξαιρούνται καθώς δεν παράγονται στην Ελλάδα. Εν συνεχεία, τα προϊόντα συσχετίστηκαν με τις διοικητικές μονάδες παραγωγής τους, χρησιμοποιώντας ως διοικητικές περιοχές τα επίπεδα NUTS 1,2,3 και LAU 1,2, προκειμένου να καταστεί εφικτή η χωρική κατανομή της παραγωγής, τόσο σε κάθε επίπεδο, όσο και στο επίπεδο LAU 2 που αντιπροσωπεύει τις δημοτικές ενότητες χρησιμοποιώντας το εργαλείο *spatial join*. Τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι τα προϊόντα ΓΕ, στο σύνολό τους, παράγονται κυρίως στην Κρήτη και στη βόρεια Ελλάδα από περιοχές της υπαίθρου που είναι ορεινές και κυρίως ορεινές, απομακρυσμένες ή και λιγότερο κατοικημένες, αντικατοπτρίζοντας ότι η «ποιότητα» που χαρακτηρίζει τα συγκεκριμένα προϊόντα συνδέεται με τη γεωγραφία τους.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ελληνικά προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΓΕ, Χωρική κατανομή, Τοπική κλίμακα, Γεωγραφία

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών παρατηρήθηκε μία μεταλλαγή στο μοτίβο της παραγωγής και της κατανάλωσης των αγρο-διατροφικών προϊόντων (Sharma, *et al.* 2018), ένα φαινόμενο που συνδέθηκε με τον εκσυγχρονισμό της γεωργίας σε μία βιομηχανική και μηχανοποιημένη δραστηριότητα (Kusz, D. 2014). Η σταδιακή μετάλλαξη του παραδοσιακού χαρακτήρα της γεωργίας επέφερε

ομοιόμορφα και αμφισβητούμενης ποιότητας αγρο-διατροφικά προϊόντα. Τοιουτοτρόπως, το ενδιαφέρον των καταναλωτών προσανατολίστηκε σε τοπικά και παραδοσιακά αγρο-διατροφικά προϊόντα (Barjolle, *et al.* 2013), των οποίων η περιοχή της παραγωγής τους συσχετίζεται με την ποιότητά τους (Kizos, T. 2018). Για το λόγο αυτό, στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής νομοθεσίας (1151/2012, 668/2014), θεσπίστηκε η έννοια των προϊόντων *Γεωγραφικών Ενδείξεων (ΓΕ)*, των οποίων η ονομασία κάθε προϊόντος αντανακλά έναν οριοθετημένο γεωγραφικό χώρο (τόπος, περιοχή ή χώρα) από τον οποίο κατάγεται το προϊόν αυτό, στον οποίο αποδίδεται ένα συγκεκριμένο ποιοτικό χαρακτηριστικό ή φήμη ή άλλο χαρακτηριστικό που αποδίδεται στο ιδιαίτερο γεωγραφικό περιβάλλον και ενδέχεται να συμπεριλαμβάνει και τους εγγενείς φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες, όπου εντός της γεωγραφικής περιοχής εκτελείται τουλάχιστον ένα από τα στάδια της παραγωγής (παραγωγή, μεταποίηση ή προπαρασκευή). Τα γεωργικά προϊόντα και τρόφιμα και οι οίνοι προστατεύονται με το καθεστώς ποιότητας των Π.Ο.Π. και Π.Γ.Ε., ενώ οι αρωματισμένοι οίνοι και τα αλκοολούχα ποτά προστατεύονται με το καθεστώς ποιότητας των ΓΕ από κάθε άμεση ή έμμεση εμπορική χρήση καταχωρισμένης ονομασίας, κάθε κατάχρηση και απομίμηση, καθώς και οποιαδήποτε άλλη παραπλανητική ένδειξη και πρακτική που μπορεί να παραπλανήσει τους καταναλωτές. Στην Ελλάδα παράγονται όλες οι κατηγορίες προϊόντων γεωγραφικών ενδείξεων με εξαίρεση τους αρωματισμένους οίνους και για το λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία, θα χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα 274 προϊόντα, εκ των οποίων 112 είναι τρόφιμα (78 ΠΟΠ και 34 ΠΓΕ), 147 είναι οίνοι (33 ΠΟΠ και 114 ΠΓΕ) και 15 αλκοολούχα ποτά ΓΕ.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

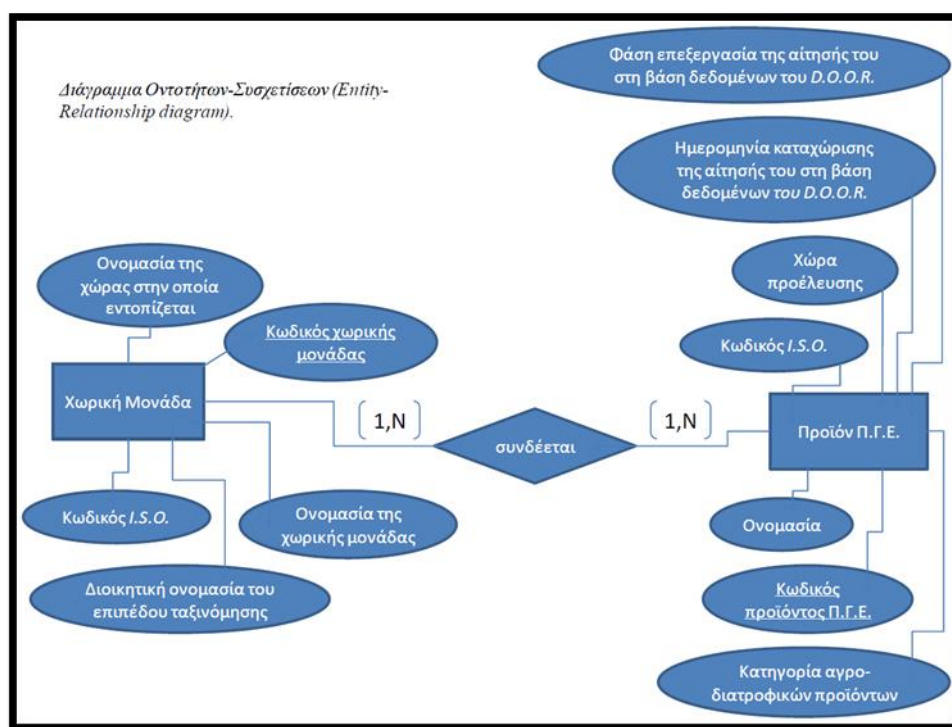
2.1 Δεδομένα

Τα δεδομένα αντλήθηκαν με τη μορφή πίνακα από τη βάση δεδομένων "eambrosia" (<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/geographical-indications-register/#>) και αποτελούνται από 112 τρόφιμα (78 ΠΟΠ και 34 ΠΓΕ), 147 οίνους (33 ΠΟΠ και 114 ΠΓΕ) και 15 αλκοολούχα ποτά ΓΕ που έχουν καταχωρηθεί (registered) στη βάση δεδομένων έως και τις 10/08/2020. Αξίζει να επισημανθεί ότι η κατηγορία των αρωματισμένων οίνων δεν θα συμπεριληφθεί στην παρούσα εργασία καθώς δεν έχουν καταγραφεί προϊόντα στη βάση δεδομένων "eambrosia" με χώρα παραγωγής την Ελλάδα. Τα χωρικά δεδομένα της εργασίας απαρτίζονται από τις ελληνικές διοικητικές μονάδες NUTS 1 (ομάδα περιφερειών), 2 (περιφέρειες), 3 (περιφερειακές ενότητες) και LAU 1 (δήμοι), 2 (δημοτικές ενότητες).

2.2 Μεθοδολογία

Τα δεδομένα εισήχθησαν σε μια χωρική βάση δεδομένων της μορφής *ESRI File Geodatabase* προκειμένου να συσχετιστούν με τις διοικητικές μονάδες παραγωγής τους. Ανασκοπώντας το φάκελο κάθε προϊόντος παρατηρείται ότι η πληροφορία που διατίθενται ως προς την περιοχή παραγωγής των ποιοτικών προϊόντων αναφέρεται είτε στα διοικητικά είτε στα φυσικά όρια μιας περιοχής και για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν ως χωρικά δεδομένα τα 5 επίπεδα διοικητικών περιοχών της *Eurostat*. Για να απεικονιστεί η χωρική κατανομή όλων των προϊόντων στο επίπεδο της δημοτικής ενότητας (LAU 2), εφαρμόστηκε το εργαλείο *Spatial Join* στα επίπεδα NUTS

1,2,3 και LAU 1 προκειμένου να μεταφερθούν οι τιμές τους στο επίπεδο LAU 2. Ως προς το πρότυπο της παραγωγής, μία διοικητική περιοχή παράγει τουλάχιστον ένα προϊόν και ένα προϊόν παράγεται σε τουλάχιστον μια διοικητική περιοχή. Τοιουτοτρόπως, ο τύπος της συσχέτισης που ορίστηκε στη χωρική βάση δεδομένων ως προς τη σχέση των περιγραφικών (προϊόντα) και χωρικών (διοικητικά όρια) δεδομένων είναι «πολλά προς πολλά» (N-M), με αποτέλεσμα οι αντιστοιχίσεις των προϊόντων με τις διοικητικές περιοχές παραγωγής τους να είναι περισσότερες από το σύνολο των 274 προϊόντων, για την ακρίβεια 2585 καταγραφές.



Διάγραμμα 1. Το διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στους πίνακες 1 και 2 παρουσιάζονται τα 10 προϊόντα Γεωγραφικής Ένδειξης με τη μεγαλύτερη και μικρότερη έκταση παραγωγής στην Ελλάδα. Αξίζει να επισημανθεί ότι, η έκταση της παραγωγής αντανακλά την έκταση της διοικητικής περιοχής στην οποία παράγονται τα προϊόντα, σύμφωνα με τις δημοσιεύσεις των αιτήσεων τους στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τοιουτοτρόπως, τίθεται ως παραδοχή στην παρούσα εργασία ότι η έκταση της παραγωγής αντικατοπτρίζεται από την έκταση της διοικητικής περιοχής που παράγει το προϊόν. Σύμφωνα με τους πίνακες 1 και 2, υπάρχουν προϊόντα αλκοολούχων ποτών όπως το Ούζο (PGI-CY+GR-01828) και η Τσικουδιά / Τσίπουρο (PGI-GR-02079), ή προϊόντα τροφίμων ΠΟΠ όπως το Μανούρι (PDO-GR-0441) και ο Μπάτζος (PDO-GR-0447), με έκταση παραγωγής μεγαλύτερη από 18000 km², ενώ υπάρχουν προϊόντα οίνων ΠΟΠ όπως η Πάτρα (PDO-GR-A1239), καθώς και προϊόντα τροφίμων ΠΟΠ όπως η Μαστίχα Χίου (PDO-GR-1558), το Μαστιχέλαιο Χίου (PDO-GR-1558) και η Τσίχλα Χίου (PDO-GR-1560), με έκταση παραγωγής μικρότερη από 1 km².

Πίνακας 1. Τα 10 προϊόντα Γεωγραφικής Ένδειξης με τη μεγαλύτερη έκταση παραγωγής στην Ελλάδα

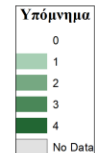
Κωδικός και Ονομασία Προϊόντος	Κατηγορία Προϊόντος	Τύπος Προϊόντος Γεωγραφικής Ένδειξης	Περιοχή Παραγωγής	Κατηγορία και Ονομασία NUTS/LAU	Έκταση (km ²)
PGI-CY+GR-01828 <i>Ouzo / Ούζο</i>	29. Αποσταγμένο άνισο	Αλκοολούχα Ποτά	Κεντρική Ελλάδα	NUTS 1 / Γεωγραφική Ομάδα	55752,74
PGI-GR-02079 <i>Τσικουδιά / Tsikoudia / Τσίπουρο / Tsipouro</i>	6. Απόσταγμα στεμφύλων σταφυλής	Αλκοολούχα Ποτά	Κεντρική Ελλάδα	NUTS 1 / Γεωγραφική Ομάδα	55752,74
PDO-GR-0441 <i>Μανουρί / Manouri</i>	Κλάση 1.3. Τυριά	Τρόφιμα ΠΟΠ	Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	NUTS 2 / Περιφέρειες	18220,64
PDO-GR-0447 <i>Μπάτζος / Batzos</i>	Κλάση 1.3. Τυριά	Τρόφιμα ΠΟΠ	Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	NUTS 2 / Περιφέρειες	18220,64
PDO-GR-0443 <i>Γαλοτύρι / Galotyri</i>	Κλάση 1.3. Τυριά	Τρόφιμα ΠΟΠ	Περιφέρεια Θεσσαλίας	NUTS 2 / Περιφέρειες	13455,06
PDO-GR-0444 <i>Κεφαλογραβιέρα / Kefalograviera</i>	Κλάση 1.3. Τυριά	Τρόφιμα ΠΟΠ	Περιφέρεια Θεσσαλίας	NUTS 2 / Περιφέρειες	13455,06
PGI-GR-02022 <i>Τσίπουρο Θεσσαλίας / Tsipouro of Thessaly</i>	6. Απόσταγμα στεμφύλων σταφυλής	Αλκοολούχα Ποτά	Περιφέρεια Θεσσαλίας	NUTS 2 / Περιφέρειες	13455,06
PDO-GR-02142 <i>Πευκοθυμαρόμελο Κρήτης / Pefkothymaromelo Kritis</i>	Κλάση 1.4. Λοιπά προϊόντα ζωικής προέλευσης (αυγά, μέλι, διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα πλην βουτύρου κ.λπ.)	Τρόφιμα ΠΟΠ	Περιφέρεια Κρήτης	NUTS 2 / Περιφέρειες	7735,70
PDO-GR-0448 <i>Ξυνομυζήθρα Κρήτης / Xynomyzithra Kritis</i>	Κλάση 1.3. Τυριά	Τρόφιμα ΠΟΠ	Περιφέρεια Κρήτης	NUTS 2 / Περιφέρειες	7735,70
PGI-GR-02054 <i>Τσικουδιά Κρήτης / Tsikoudia of Crete</i>	6. Απόσταγμα στεμφύλων σταφυλής	Αλκοολούχα Ποτά	Περιφέρεια Κρήτης	NUTS 2 / Περιφέρειες	7735,70

Πίνακας 2. Τα 10 προϊόντα Γεωγραφικής Ένδειξης με τη μικρότερη έκταση παραγωγής στην Ελλάδα

Κωδικός και Ονομασία Προϊόντος	Κατηγορία Προϊόντος	Τύπος Προϊόντος Γεωγραφικής Ένδειξης	Περιοχή Παραγωγής	Κατηγορία και Ονομασία NUTS/LAU	Έκταση (km ²)
PDO-GR-A1239 <i>Πάτρα</i>	Οίνος	Οίνοι ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Γκανείας	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	0,73
PDO-GR-1558 <i>Μαστίχα Χίου / Masticha Chiou</i>	Κλάση 2.7. Φυσικά κόμμεα και ρητίνες	Τρόφιμα ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Παγίδος	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	0,92
PDO-GR-1559 <i>Μαστιχέλαιο Χίου / Mastichelaio Chiou</i>	Κλάση 2.10. Αιθέρια έλαια	Τρόφιμα ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Παγίδος	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	0,92
PDO-GR-1560 <i>Τσίχλα Χίου / Tsikla Chiou</i>	Κλάση 2.7. Φυσικά κόμμεα και ρητίνες	Τρόφιμα ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Παγίδος	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	0,92
PDO-GR-A1564 <i>Σάμος</i>	Οίνος	Οίνοι ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Αγίου Κωνσταντίνου	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	1,21
PGI-GR-A0866 <i>Λευκάδα</i>	Οίνος	Οίνοι ΠΓΕ	Τοπική Κοινότητα Πινακοχωρίου	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	1,25
PDO-GR-9361 <i>Ξερά σύκα Κύμης / Xera syka Kymis</i>	Κλάση 1.6. Φρούτα, λαχανικά και δημητριακά, νωπά ή μεταποιημένα	Τρόφιμα ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Πλατάνας	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	1,33
PDO-GR-0338 <i>Μήλα Ντελίσσιους Πιλαφά Τριπόλεως / Mila Delicious Pilafa de Tripoli</i>	Κλάση 1.6. Φρούτα, λαχανικά και δημητριακά, νωπά ή μεταποιημένα	Τρόφιμα ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Επισκοπής	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	1,48
PGI-GR-A0123 <i>Τεγέα</i>	Οίνος	Οίνοι ΠΓΕ	Τοπική Κοινότητα Επισκοπής	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	1,48
PDO-GR-A1048 <i>Μαυροδάφνη Πατρών</i>	Οίνος	Οίνοι ΠΟΠ	Τοπική Κοινότητα Ρογιτικών	LAU 2 / Δημοτικά Διαμερίσματα, Κοινοτικά Διαμερίσματα	1,49

[illegible]

Figure 1 is a horizontal bar chart showing the distribution of the number of clusters (χ^2_μ) for different values of the number of clusters (0, 40, 80, 160, 240, 320). The x-axis is labeled with these values. The bars are black, and the chart shows that the number of clusters is highest for 160 and lowest for 0 and 320.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ΣΥΜΠΛΗΡΜΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
Κλίμακα 1: 600.000

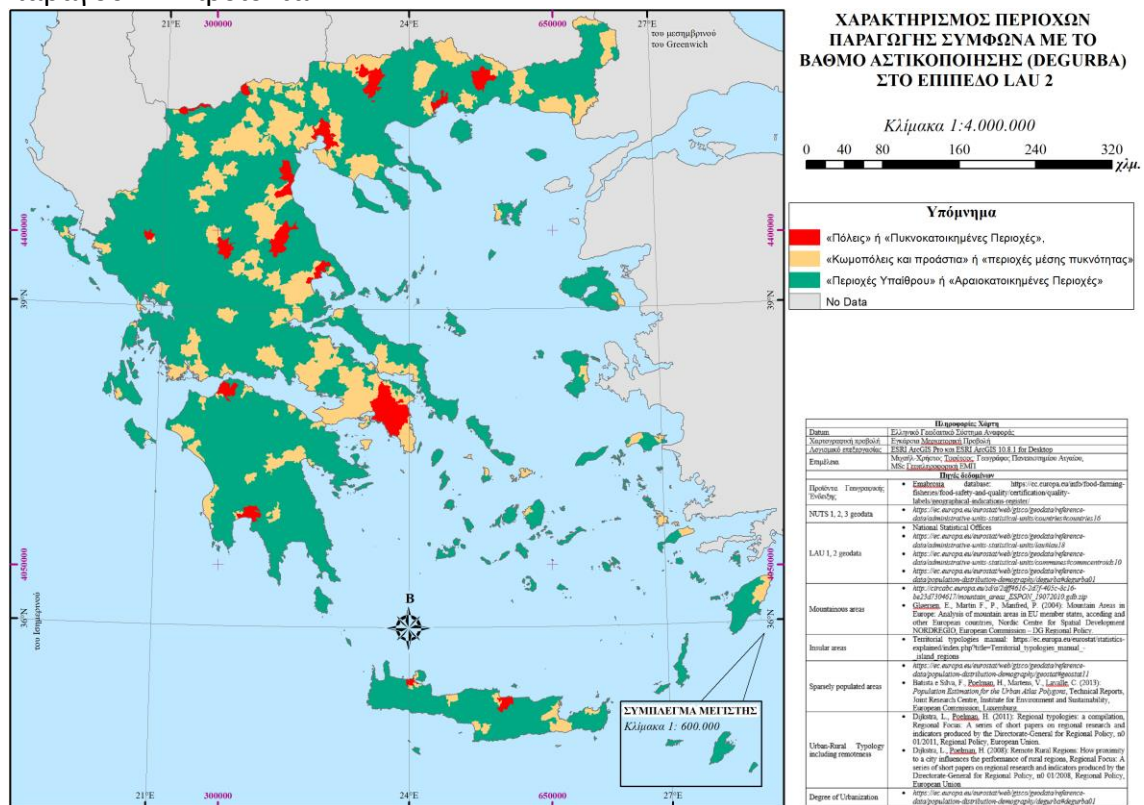
Κλίμακα 1:4.000.000

[illegible]

Χάρτης 5. Χωρική κατανομή της παραγωγής των αλκοολούχων ποτών γεωγραφικής ένδειξης στην Ελλάδα στο επίπεδο LAU 2.

[illegible]

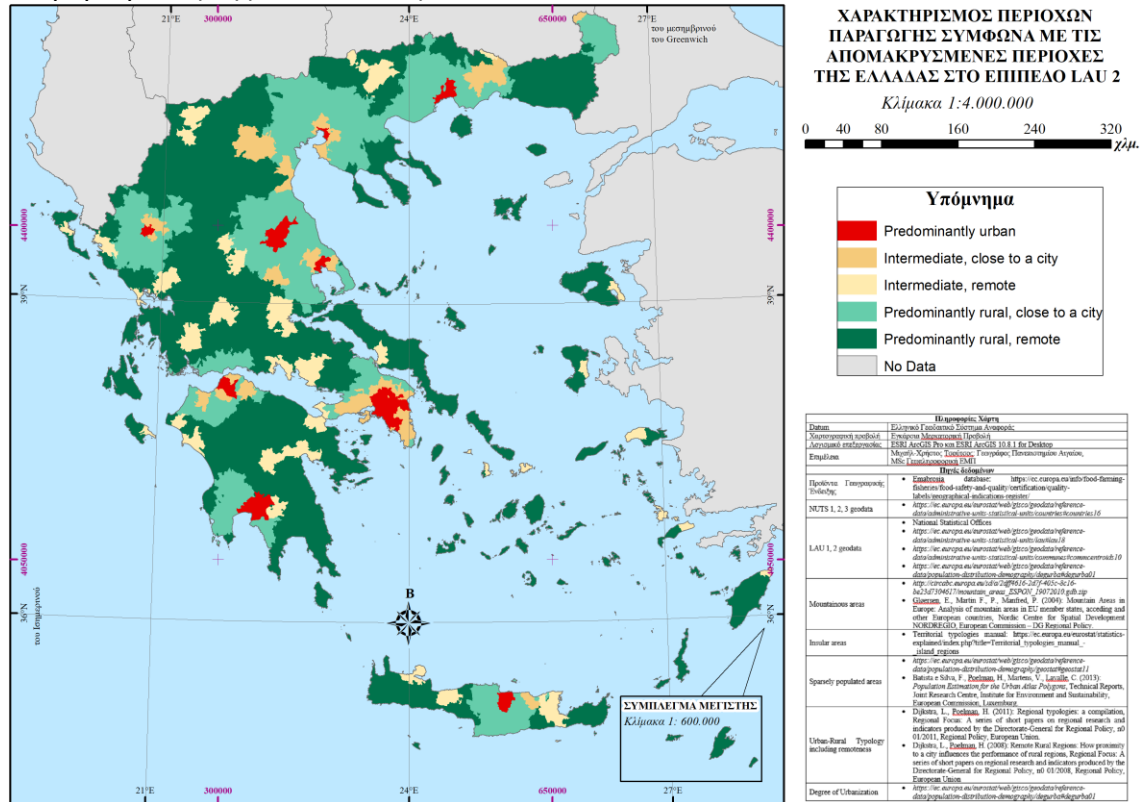
Σύμφωνα με το χάρτη 7, η πλειοψηφία των δημοτικών ενοτήτων που παράγουν προϊόντα ΓΕ είναι περιοχές της υπαίθρου. Λαμβάνοντας υπόψη τη χωρική κατανομή της παραγωγής όλων των προϊόντων ΓΕ στην Ελλάδα σε τοπικό επίπεδο όπως απεικονίζεται στο χάρτη 6, παρατηρείται ότι υφίστανται δημοτικές ενότητες με τον χαρακτηρισμό των *Πόλεων* και *Κωμοπόλεων* να παράγουν προϊόντα, με τις δημοτικές ενότητες του Ηρακλείου της Κρήτης και την τοπική κοινότητα του Αγίου Γερμανού του Δήμου Πρεσπών της Φλώρινας να παράγουν από 12 έως 13 προϊόντα ΓΕ και τις δημοτικές ενότητες των Χανίων, της Μαγνησίας και της Πιερίας να παράγουν 11 προϊόντα ΓΕ.



[illegible]

Χάρτης 8. Χαρακτηρισμός περιοχών παραγωγής σύμφωνα με τις ορεινές περιοχές της Ελλάδας στο επίπεδο LAU 2.

Σύμφωνα με το χάρτη 9, παρατηρείται ότι οι περισσότερες δημοτικές ενότητες που παράγουν προϊόντα ΓΕ χαρακτηρίζονται ως απομακρυσμένες περιοχές, όπου αξίζει να επισημανθεί ότι τοποθετούνται σε όλα τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους, έχοντας μία ομοιόμορφη κατανομή στην ελληνική ενδοχώρα, με τη μεγαλύτερη παραγωγή να τοποθετείται στην Κρήτη, σε τμήματα της περιφέρειας Θεσσαλίας και σε τμήματα των περιφερειακών ενοτήτων του γεωγραφικού διαμερίσματος της Μακεδονίας.



Χάρτης 9. Χαρακτηρισμός περιοχών παραγωγής σύμφωνα με τις απομακρυσμένες περιοχές της Ελλάδας στο επίπεδο LAU 2.

[illegible]

Η έκταση της παραγωγής των προϊόντων ΓΕ κυμαίνεται από μερικά έως χιλιάδες km², ένα φαινόμενο που επιβεβαιώνει και ο Pick (2018), με την παραγωγή να αυξάνεται όσο μεγαλώνει η χαρτογραφική κλίμακα. Ο λόγος για τον οποίο υπάρχουν δημοτικές ενότητες με τον χαρακτηρισμό των *Πόλεων* και των *Κωμοπόλεων* να παράγουν προϊόντα με ονομασία που αντικατοπτρίζει τις ευρύτερες περιοχές τους οφείλεται στην παραδοχή ότι εάν μία ευρύτερη περιοχή, π.χ. του επιπέδου NUTS 3, παράγει ένα προϊόν, τότε και οι δημοτικές ενότητες του επιπέδου LAU 2 που τοποθετούνται εντός της περιοχής αυτής παράγουν το συγκεκριμένο προϊόν. Αξίζει να επισημανθεί ότι σύμφωνα με τον Blakeney (2019), όσο μεγαλύτερη είναι μία γεωγραφική περιοχή τόσο πιο πιθανό είναι η ονομασία της να καταχωρηθεί ως γεωγραφική ένδειξη ενός προϊόντος, μία άποψη που αντικατοπτρίζεται στις ονομασίες των προϊόντων ΓΕ. Τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου, η Κρήτη, η Θεσσαλία και η Μακεδονία αποτελούν τις γεωγραφικές περιοχές που συγκεντρώνουν την παραγωγή των προϊόντων ΓΕ, με την παραγωγή να αυξάνεται κυρίως σε τμήματα της Κρήτης και της βορείου Ελλάδας, ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι κάθε περιοχή στην Ελλάδα παράγει τουλάχιστον ένα προϊόν ΓΕ, είτε αυτό είναι τρόφιμο ή οίνος ΠΟΠ, είτε τρόφιμο ή οίνος ΠΓΕ, είτε αλκοολούχο ποτό ΓΕ. Παρατηρείται ότι τα προϊόντα ΓΕ, στο σύνολό τους, παράγονται από περιοχές της υπαίθρου που είναι είτε λιγότερο κατοικημένες, είτε απομακρυσμένες, είτε και ορεινές, δηλαδή παράγονται από περιοχές που δεν είναι κατάλληλες για τη σύγχρονη βιομηχανική γεωργία. Παρόλο που το σύστημα ποιότητας εστιάζει στην ενίσχυση της ανάπτυξης της υπαίθρου στις λιγότερο

ευνοημένες περιοχές όπως είναι οι προαναφερθέντες κατηγορίες γεωγραφικών περιοχών, οι Dries, *et al.* (2019) αναφέρουν ότι, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι περιοχές της υπαίθρου και οι λιγότερο ευνοημένες περιοχές που εμπλέκονται στα παραπάνω σχήματα πιστοποίησης ποιότητας χαρακτηρίζονται με υψηλά ποσοστά ανεργίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Barjolle, D., Gorton, M., Milošević Đorđević, J., Stojanović, Ž. (2013): Food Consumer Science: Theories, Methods and Application to the Western Balkans, Springer Dordrecht Heidelberg New York London.

Blakeney, M. (2019): The Protection of Geographical Indications: Law and Practice, Second Edition, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham.

Dries, L., Peerlings, J., Van De, L.P. 2019. "EU food quality policy and rural employment". In Davidova, S., M., Thomson, K., J., Mishra, A., K. (eds.), Rural Policies and Employment: Transatlantic Experiences, World Scientific Publishing Europe Ltd., London, Pages

Κίζος, Α. (2018): *Ανάπτυξη Υπαίθρου: Έννοιες, Πρακτικές και Πολιτικές*, Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Kusz, D. (2014): "Modernization of agriculture vs sustainable agriculture", Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Vol. 14, Issue 1, 2014.

Pick, B. 2018. "Geographical indications and the commons: What matters?". In. Girard, F., Frison, C. (eds.), The Commons, Plant Breeding and Agricultural Research: Challenges for Food Security and Agrobiodiversity, Routledge (Taylor and Francis), London, Pages 226-233. <https://doi.org/10.4324/9781315110387>

Sharma, R., Nguyen, T., T., Grote, U. (2018): "Changing Consumption Patterns—Drivers and the Environmental Impact", Sustainability, 10(11), 4190; <https://doi.org/10.3390/su10114190>

Κανονισμοί

Regulation (EU) No 1151/2012 of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 on quality schemes for agricultural products and foodstuffs. Official Journal of the European Union. Retrieved on 09/12/2018 by the website: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R1151&from=EN>

Commission implementing Regulation (EU) No 668/2014 of of 13 June 2014 laying down rules for the application of Regulation (EU) No 1151/2012 of the European Parliament and of the Council on quality schemes for agricultural products and foodstuffs. Official Journal of the European Union. Retrieved on 13/12/2018 by the website: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0668&from=en>