



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ ΝΕΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ

*“Καινοτόμες Ιδέες στην Επιστήμη
του Αγρονόμου & Τοπογράφου Μηχανικού”*



χρόνια

Λειτουργίας

Καινοτομίας

Εξέλιξης

Επιμέλεια Έκδοσης

Μαργαρίτα Κόκλα

Λέκτορας ΣΑΤΜ

Μαρία Π. Παπαδοπούλου

Αν. Καθηγήτρια ΣΑΤΜ

Ιωάννα Σπυροπούλου

Επικ. Καθηγήτρια ΣΑΤΜ

Αθήνα

12 Οκτωβρίου 2017

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ ΝΕΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ

Καινοτόμες Ιδέες στην Επιστήμη του Αγρονόμου & Τοπογράφου Μηχανικού

Επιμέλεια Έκδοσης

Μαργαρίτα Κόκλα, Λέκτορας ΣΑΤΜ

Μαρία Π. Παπαδοπούλου, Αν. Καθηγήτρια ΣΑΤΜ

Ιωάννα Σπυροπούλου, Επικ. Καθηγήτρια ΣΑΤΜ

Καλλιτεχνική Σχεδίαση

Γεωργία Εξακουστίδου, Στεφανία Ιωαννίδου, Βασιλική Μπαλτζή

**12 Οκτωβρίου 2017
Μεγάλο Αμφιθέατρο, Κτήριο Λαμπαδαρίου**

Αντί Προλόγου

Ο Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός αποτελεί μια από τις πρώτες ειδικότητες μηχανικού που αναπτύχθηκαν προκειμένου να επιλύσουν βασικά προβλήματα που σχετίζονται με τη μέτρηση, την αναπαράσταση και τον σχεδιασμό του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, καθώς και με τη διαχείριση του χώρου και την ανάπτυξη έργων υποδομής. Η εξέλιξη της τεχνολογίας την τελευταία 20ετία συνέτεινε καθοριστικά στην ανάπτυξη ερευνητικών πεδίων, καθώς και μεθοδολογικών προσεγγίσεων και εργαλείων και έδωσε νέες διαστάσεις στα επιστημονικά αντικείμενα του Αγρονόμου και Τοπογράφου Μηχανικού. Τα επιστημονικά επιτεύγματα του κλάδου είναι σημαντικά όπως ιδιαίτερα σημαντική είναι και η εφαρμοσμένη χρήση αυτής της γνώσης με σκοπό την παραγωγή νέων διαδικασιών, προϊόντων και υπηρεσιών για τη βελτίωση της καθημερινότητας του πολίτη και της κοινωνίας γενικότερα.

Στο πλαίσιο του εορτασμού των 100 χρόνων από την ίδρυσή της, η Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου δίνει το βήμα στους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς σπουδαστές, αποφοίτους, υποψήφιους διδάκτορες και μεταδιδάκτορες της, διοργανώνοντας ημερίδα νέων ερευνητών με τίτλο *«Καινοτόμες Ιδέες στην Επιστήμη του Αγρονόμου και Τοπογράφου Μηχανικού»*.

Ο λόγος είναι πλέον σε εσάς.....

Μ. Κόκλα

Μ.Π. Παπαδοπούλου

Ι. Σπυροπούλου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ & ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ I

Γεωδαιτικές Εφαρμογές του Τριαξονικού Ελλειψοειδούς	3
Γεώργιος Πάνου	
Η Χρήση των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων για την Πρόβλεψη Κατακόρυφων Μετακινήσεων σε Κατασκευές	5
Ελένη-Γεωργία Αλεβιζάκου	
Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χωροθέτησης & Αξιολόγησης Ασύρματων Δικτύων Γεωαισθητήρων με Αλγόριθμους Υπολογιστικής Γεωμετρίας	7
Αθανάσιος Ηλιοδρομίτης	
Αξιολόγηση της Χρήσης Επίγειων Πανοραμικών Εικονοσυστημάτων σε Γεωμετρικές Τεκμηριώσεις Περιορισμένου Πεδίου	9
Αναστάσιος-Γραμματάς Καμπούρης	
Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Διακρίβωσης και Ελέγχου Δεκτών GNSS με Χρήση του Σχετικού Στατικού Εντοπισμού	11
Νικόλαος Κανελλόπουλος	
Μετρολογικοί Έλεγχοι Ολοκληρωμένων Γεωδαιτικών Σταθμών με το Λογισμικό GeoCAL	13
Αργυρώ Μπίνη & Γεράσιμος-Αλέξανδρος Καραΐσκος	
Νέα Μέθοδος Ελέγχου Χωροσταθμικών Συστημάτων	15
Λορέντζος Γλυνός	

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2: ΓΕΩ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Πρόταση Εγκατάστασης Κυματικών Πάρκων στην Ανατολική Μεσόγειο Ανιχνεύοντας Περιοχές με Υψηλό Κυματικό Ενεργειακό Δυναμικό	19
Μαρία Κασελίμη	
Δημιουργία Συστήματος Υποστήριξης Λήψης Χωρικών Αποφάσεων για τη Χωροθέτηση Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων με τη Χρήση των Σ.Γ.Π – Μεθόδων Βελτιστοποίησης και Χωρικής Ανάλυσης	21
Λουκάς Κατίκας	
Εκτίμηση και Παρακολούθηση Ποιοτικών Παραμέτρων σε Υδάτινες Μάζες από Τηλεπισκοπικά Δεδομένα και Χρονοσειρές.....	23
Κατερίνα Κικάκη	
Διερεύνηση του Υπόγειου Υδατικού Αποτυπώματος (ΥΥΑ) ως Δείκτη Χάραξης Πολιτικών Ορθολογικής Διαχείρισης των Υπόγειων Υδατικών Αποθεμάτων: Εφαρμογή στον Κάμπο Χανιών.....	25
Δέσποινα Χαρχούση & Κατερίνα Σπανουδάκη	
Η Κοινωνική Διάσταση της Κλιματικής Αλλαγής σε Έντονα Αστικές Περιοχές του Λεκανοπεδίου Αττικής.....	27
Ευανθία Ζούπη & Παναγιώτης Τσαμπίκος Κολιώτης	
Βαθμονόμηση και Επαλήθευση του Λογισμικού SWMM σε μια Αστική Λεκάνη στην Αθήνα, Ελλάδα.....	29
Ιωάννης Κούρτης, Γιώργος Κοψιάτης & Βασίλης Μπέλλος	

Ολοκληρωμένη Προσομοίωση Πλημμύρας σε Επίπεδο Αστικής Λεκάνης Απορροής31
Ειρήνη Ραπτάκη, Βασίλης Μπέλλος & Ιωάννης Κούρτης

Σχεδιάζοντας μια Εναλλακτική-Βιώσιμη Τουριστική Ανάπτυξη: Εφαρμογή στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας33
Γιώργος Καπελλάκης, Μαρία Μπέλλου, Μιχάλης Παρασκευουδάκης, Πάνος Παναγόπουλος, Στέφανος Τσιγδινός, Αριστείδης Τσιρώνης & Κωνσταντίνος Χαλβαντζής

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ & ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ II

Σύστημα Γρήγορης Φωτογραμμετρικής Αποτύπωσης σε Στενό Δρόμο37
Στυλιανός Κοσσιέρης, Ολυμπία Κουρουνιώτη & Παναγιώτης Αγραφιώτης

Αυτόματη Ανίχνευση και Κατάτμηση Κτισμάτων από Νέφη Σημείων39
Ευάγγελος Μαλτέζος

Ανάπτυξη Καινοτόμου Συστήματος Ψηφιακής Καταγραφής και Ανάλυσης Κωπηλατικών Δεδομένων Αγωνιστικής Κωπηλασίας με Στόχο τη Βελτίωση των Αθλητικών Επιδόσεων.....41
Θανάσης Μπίμης

Collaborative Cloud Land Surveying: Διάχυση Εθελοντικής Χωρικής Πληροφορίας στην Επιστήμη του Τοπογράφου Μηχανικού και τις Αντίστοιχες Διαδικασίες Εκπαίδευσης.....43
Ιωάννης Σοφός

3D Μοντελοποίηση με Τεχνικές Crowdsourcing – Διερεύνηση της Εφαρμογής τους για τη Σύνταξη 3D Κτηματολογίου45
Μαρία Γκέλη

Διερεύνηση Νέων Τεχνικών και Θεσμικών Διαδικασιών για την Ίδρυση και Λειτουργία ενός Σύγχρονου Μοντέλου Κτηματολογίου47
Κωνσταντίνος Αποστολόπουλος

Ανάπτυξη Μεθοδολογικών Εργαλείων Ενίσχυσης και Αξιολόγησης του Γεωχωρικού Εγγραμματισμού.....49
Χρήστος Χάρχαρος

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4: ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΧΩΡΟ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Ευέλικτα Μικροσκοπικά Μοντέλα Κυκλοφοριακής Προσομοίωσης.....53
Βασιλεία Παπαθανασοπούλου

Εξαγωγή Τροχιών Κινούμενων Αντικειμένων από Βιντεοσκοπήσεις.....55
Γιώργος Κουσκουλής

Διερεύνηση της Επιρροής της Χρήσης Κινητού Τηλεφώνου στην Οδηγική Συμπεριφορά Μέσω Πειράματος σε Προσομοιωτή Οδήγησης57
Ελένη Ανδρικοπούλου & Μαρία Λινάρδου

Η Προσπελασιμότητα με Βιώσιμα Μέσα Μετακίνησης στην Πόλη ως Εργαλείο Αξιολόγησης Πολεοδομικών και Κυκλοφοριακών Επενδυτικών Αποφάσεων59
Χριστιάνα Λιόγκα

Εορτασμός 100 Χρόνων της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ
Ημερίδα Νέων Ερευνητών «Καινοτομία στην Επιστήμη του Αγρονόμου & Τοπογράφου Μηχανικού»

Φυσικός Σχεδιασμός του Υμηττού και Ένταξή του στο Αστικό Περιβάλλον	61
Στέφανος Τσιγδινός	
Πολυκεντρικά Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ): Η Περίπτωση του Δήμου	
Μαραθώνα.....	63
Μιχαήλ Χρήστος Τσούτσος	
Κινηματογράφος και Πόλη: Αποδελτιώνοντας το Χρονογεωγραφικό Αποτύπωμα των Αθηναϊκών	
Αιθουσών κατά την Περίοδο 1950 – 2016	65
Μιχάλης Παρασκευουδάκης	

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1

*“Σύγχρονες τεχνολογίες στη Γεωδαισία & Γεωπληροφορική:
Μεθοδολογικές προσεγγίσεις και εφαρμογές I”*



*Εορτασμός 100 Χρόνων της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ
Ημερίδα Νέων Ερευνητών «Καινοτομία στην Επιστήμη του Αγρονόμου & Τοπογράφου Μηχανικού»*

Γεωδαιτικές Εφαρμογές του Τριαξονικού Ελλειψοειδούς

Γεώργιος Πάνου

Μεταδιδακτορικός Ερευνητής ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Ένας από τους σκοπούς της Γεωδαισίας είναι ο προσδιορισμός του σχήματος και του μεγέθους της Γης. Για τον προσδιορισμό αυτό η Γεωμετρική Γεωδαισία χρησιμοποιεί γεωμετρικά στοιχεία ενώ η Φυσική Γεωδαισία δυναμικά στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους. Η αξιοποίηση των στοιχείων αυτών απαιτεί τη χρησιμοποίηση ενός μαθηματικού μοντέλου το οποίο από τη μία θα προσεγγίζει όσο το δυνατόν καλύτερα τη Γη και από την άλλη θα περιγράφεται με μια σχετικά απλή μαθηματική έκφραση. Παρά το γεγονός ότι, ένα διαξονικό ελλειψοειδές έχει υιοθετηθεί από τη Διεθνή Ένωση Γεωδαισίας (International Association of Geodesy – IAG) και χρησιμοποιείται στις περισσότερες γεωδαιτικές εφαρμογές, είναι σήμερα αποδεκτό από τη γεωδαιτική κοινότητα ότι ένα τριαξονικό ελλειψοειδές προσεγγίζει καλύτερα το σχήμα της Γης.

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η χρήση του μοντέλου ενός τριαξονικού ελλειψοειδούς στην επίλυση κλασικών προβλημάτων της Γεωμετρικής και Φυσικής Γεωδαισίας. Οι γεωμετρικές εφαρμογές περιλαμβάνουν τη μετατροπή των Καρτεσιανών σε γεωδαιτικές συντεταγμένες και τη μελέτη των γεωδαισιακών γραμμών. Οι φυσικές εφαρμογές περιλαμβάνουν την προσαρμογή ενός ελλειψοειδούς σε ένα παγκόσμιο μοντέλο γεωειδούς και τη μοντελοποίηση του πεδίου βαρύτητάς του. Τα αποτελέσματα που αναμένεται να προκύψουν από την εργασία είναι μαθηματικά μοντέλα περιγραφής των παραπάνω γεωμετρικών και φυσικών προβλημάτων στο τριαξονικό ελλειψοειδές καθώς και η παράλληλη παρουσίαση νέων μεθόδων επίλυσης των προβλημάτων αυτών στο διαξονικό ελλειψοειδές. Επιπλέον, η επίλυση θα συνοδεύεται από αντίστοιχους αλγορίθμους.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Ξεκινώντας με την παρουσίαση των διαφόρων συστημάτων ελλειψοειδών συντεταγμένων (Panou 2014a, b), η έρευνα εστιάζεται στη μετατροπή των Καρτεσιανών σε γεωδαιτικές συντεταγμένες. Μετά την παρουσίαση μιας νέας μεθόδου μετατροπής στο διαξονικό ελλειψοειδές, η μέθοδος γενικεύεται στο τριαξονικό ελλειψοειδές. Η παραπάνω μετατροπή είναι βασικό συστατικό ενός αλγορίθμου συνόρθωσης για τον προσδιορισμό των παραμέτρων βέλτιστης προσαρμογής ενός τριαξονικού ή διαξονικού ελλειψοειδούς σε μια επιφάνεια με φυσική σημασία, όπως η επιφάνεια του γεωειδούς. Αφού εξεταστούν διάφοροι αλγόριθμοι και αξιολογηθούν τα απαραίτητα δεδομένα, το αποτέλεσμα της συνόρθωσης θα μας εξασφαλίσει αναθεωρημένες τιμές των παραμέτρων της βέλτιστης προσαρμογής ενός ελλειψοειδούς στο μοντέλο του γεωειδούς. Οι παράμετροι αυτές θα χρησιμοποιηθούν ως απαραίτητα δεδομένα στα αριθμητικά πειράματα μελέτης των γεωδαισιακών.

Στη Γεωδαισία, το ευθύ γεωδαισιακό πρόβλημα (υπολογισμός θέσης σημείου με γνωστά το αζιμούθιο και την απόσταση από γνωστό σημείο) και το αντίστροφο πρόβλημα (υπολογισμός των αζιμουθίων και της απόστασης μεταξύ γνωστών σημείων), αποτελούν θεμελιώδη προβλήματα. Έτσι, οι γεωδαισιακές γραμμές στο τριαξονικό ελλειψοειδές μελετώνται είτε ως ευθύ είτε ως αντίστροφο πρόβλημα. Αφού παρουσιαστούν οι διαφορικές εξισώσεις περιγραφής των γεωδαισιακών στο κατάλληλο σύστημα συντεταγμένων, επιλύονται με αριθμητικές μεθόδους (Panou 2013). Επίσης, στην περίπτωση του αντίστροφου προβλήματος δίνεται ιδιαίτερο βάρος και στην ειδική περίπτωση του διαξονικού ελλειψοειδούς (Panou and Korakitis 2017).

Τέλος, η γνώση των παραμέτρων του τριαξονικού ελλειψοειδούς, αλλά και η κατανόηση της γεωμετρίας του μέσω των παραπάνω εφαρμογών, ενθαρρύνει τη μελέτη και του πεδίου βαρύτητάς του, θεωρώντας το ως ισοδυναμική επιφάνεια, απ' ότι ένα ομογενές ελλειψοειδές (Panou 2014b).

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της εργασίας θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη τις τρέχουσες υπολογιστικές δυνατότητες, τις σύγχρονες τεχνολογίες συλλογής γεωδαιτικών δεδομένων και τη διαθεσιμότητά τους, καθώς και τις σημερινές απαιτήσεις ακρίβειας. Συγκεκριμένα, η μετατροπή Καρτεσιανών σε γεωδαιτικές συντεταγμένες συνοδεύεται από ένα μεγάλο πλήθος αριθμητικών πειραμάτων και ελέγχων με τα οποία εξετάζονται οι επιδόσεις της μεθόδου (πληρότητα, ακρίβεια, ορθότητα). Επίσης, η μελέτη των γεωδαισιακών συνοδεύεται από ένα μεγάλο πλήθος αριθμητικών πειραμάτων αξιολόγησης των επιδόσεων της μεθόδου. Τέλος, επειδή η επίλυση του προβλήματος του πεδίου βαρύτητας περιλαμβάνει τον υπολογισμό ελλειπτικών ολοκληρωμάτων, η εργασία οδηγείται αναγκαία στην εξεύρεση τρόπου αποτελεσματικής αντιμετώπισης των ολοκληρωμάτων αυτών, όσον αφορά την ακρίβεια και την ταχύτητα υπολογισμού τους.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Απώτερος σκοπός της εργασίας είναι να βελτιωθούν οι μέθοδοι και οι αλγόριθμοι για την προσέγγιση της μορφής της Γης και της παρακολούθησης των διαχρονικών μεταβολών της. Η βελτίωση των μεθόδων και αλγορίθμων θα γίνεται με όρους ακρίβειας, ευστάθειας και υπολογιστικής ταχύτητας. Με την επίτευξη των επιστημονικών αυτών στόχων θα είμαστε σε θέση να αντιμετωπίσουμε κλασικά γεωδαιτικά προβλήματα με τρόπο αποτελεσματικό, κάνοντας χρήση επιστημονικά τεκμηριωμένων μαθηματικών μοντέλων στο τριαξονικό ελλειψοειδές. Επιπλέον, οι παραπάνω εφαρμογές θα οδηγήσουν στην καλύτερη κατανόηση της γεωμετρίας του τριαξονικού ελλειψοειδούς και στη δυνατότητα χρησιμοποίησής του ως γεωμετρικού και φυσικού μοντέλου και σε άλλα προβλήματα στη Γεωδαισία και τις συναφείς επιστήμες, αλλά και σε επιστημονικές εφαρμογές όπου συμμετέχει η μοντελοποίηση στο τριαξονικό ελλειψοειδές.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της μεταδιδακτορικής εργασίας υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Ρωμύλου Κορακίτη.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Panou, G. and Korakitis, R., (2017). Geodesic equations and their numerical solutions in geodetic and Cartesian coordinates on an oblate spheroid, *Journal of Geodetic Science*, Vol. 7, Issue 1, pp. 31-42.
- Panou, G., (2014a). A Study on Geodetic Boundary Value Problems in Ellipsoidal Geometry, PhD Thesis, Department of Surveying Engineering, National Technical University of Athens, Greece.
- Panou, G., (2014b). The gravity field due to a homogeneous triaxial ellipsoid in generalized coordinates, *Studia Geophysica et Geodaetica*, Vol. 58, Issue 4, pp. 609-625.
- Panou, G., (2013). The geodesic boundary value problem and its solution on a triaxial ellipsoid, *Journal of Geodetic Science*, Vol. 3, Issue 3, pp. 240-249.

Η Χρήση των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων για την Πρόβλεψη Κατακόρυφων Μετακινήσεων σε Κατασκευές

Ελένη-Γεωργία Αλεβιζάκου
Υποψήφια Διδάκτορας, ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Αντικείμενο της μελέτης αποτελεί η εισαγωγή των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (ΤΝΔ, Artificial Neural Networks ANNs) στον τομέα των παραμορφώσεων φυσικών και τεχνητών κατασκευών. Αφορμή για αυτό αποτέλεσε η ευρεία και αυξανόμενη χρήση τους στις περισσότερες φυσικές και τεχνολογικές επιστήμες. Ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία της Υπολογιστικής Νοημοσύνης (Computational Intelligence), έναν από τους σημαντικότερους και ταχύτερα εξελισσόμενους κλάδους της πληροφορικής γενικότερα αλλά και της Τεχνητής Νοημοσύνης ειδικότερα. Αντικείμενο της μελέτης είναι η διερεύνηση της χρήσης τους στην πρόβλεψη κατακόρυφων μετακινήσεων και η αναζήτηση του καταλληλότερου ΤΝΔ για αυτό το σκοπό. Πραγματοποιείται μια εφαρμογή στον Ιερό Ναό Κοιμήσεως της Θεοτόκου-Μεγάλη Παναγιά-Σαμαρίνας του Νομού Γρεβενών, στον οποίο έχει εγκατασταθεί ένα γεωδαιτικό δίκτυο παρακολούθησης πραγματοποιώντας μετρήσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα με στόχο τον υπολογισμό μετακινήσεων (Γεωργόπουλος κ.α., 2009).

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Στόχος είναι η δημιουργία ενός ΤΝΔ το οποίο θα έχει τη δυνατότητα πρόβλεψης των κατακόρυφων μετακινήσεων (ΔH_i) των 15 κορυφών ενός γεωδαιτικού δικτύου που εγκαταστάθηκε στον Ιερό Ναό Κοιμήσεως της Θεοτόκου. Το ΤΝΔ το οποίο υλοποιήθηκε είναι ένα πολυεπίπεδο δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης (MLP) καθώς είναι το πλέον δημοφιλές και χρησιμοποιείται σύμφωνα με τη βιβλιογραφία στις περισσότερες γεωδαιτικές εφαρμογές. Επίσης ορίστηκε να είναι ένα δίκτυο πλήρως συνδεδεμένο (fully connected) και η εκπαίδευση να γίνει κατά εποχές (batch training) όπου τα συναπτικά βάρη και η πόλωση αλλάζουν μόνο αφού έχουν εφαρμοστεί όλα τα διανύσματα εισόδου-εξόδου, έχει δηλαδή ολοκληρωθεί μια εποχή. Πραγματοποιήθηκε εκπαίδευση με επίβλεψη (supervised training), για την οποία πρέπει να είναι διαθέσιμο ένα σύνολο από πρότυπα εκπαίδευσης των οποίων είναι γνωστές οι επιθυμητές εξοδοί, γεγονός που ισχύει σε αυτή την εφαρμογή καθώς ήδη είναι γνωστές κάποιες κατακόρυφες μετακινήσεις. Αποτελείται από έξι (6) εισόδους (inputs) και μια έξοδο (output). Οι εισοδοί του δικτύου είναι: οι τρεις συντεταγμένες X, Y, H του κάθε σημείου, η χρονική περίοδος στην οποία αναφέρεται η μετακίνηση, η χρονολογία στην οποία αναφέρεται η μετακίνηση, η θέση του σημείου (i) δηλαδή εάν βρίσκεται στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό του Ναού. Η μία έξοδος του δικτύου είναι η αντίστοιχη κατακόρυφη μετακίνηση (ΔH_i) σε χιλιοστά (mm). Πραγματοποιήθηκαν διάφορες δοκιμές δημιουργώντας 263 ΤΝΔ, σε περιβάλλον *Matlab*[®], τα οποία αξιολογούνται και συγκρίνονται μεταξύ τους. Τα ΤΝΔ αυτά διαφοροποιούνται ως προς: τον αριθμό των κρυφών επιπέδων, τον αριθμό των κρυφών νευρώνων, τον αλγόριθμο εκπαίδευσης, την συνάρτηση ενεργοποίησης των κρυφών νευρώνων και των νευρώνων εξόδου.

3. Αποτελέσματα

Το ΤΝΔ το οποίο παρέχει τα καλύτερα αποτελέσματα για την πρόβλεψη κατακόρυφων μετακινήσεων αποτελείται από δύο κρυφά επίπεδα και έχει την αρχιτεκτονική $6 \times 4 \times 10 \times 1$. Έχει 6 εισόδους, δύο κρυφά επίπεδα με 4 και 10 κρυφούς νευρώνες αντίστοιχα, και μία έξοδο. Ως αλγόριθμος εκπαίδευσης χρησιμοποιήθηκε ο Levenberg-Maquart (trainlm), ο οποίος είναι μια παραλλαγή του αλγόριθμου της οπισθοδιάδοσης, και ως συνάρτηση ενεργοποίησης των κρυφών νευρώνων η σιγμοειδής συνάρτηση. Από τα

180 πρότυπα τα οποία ήταν διαθέσιμα τα 108 (60%) αποτέλεσαν το σύνολο εκπαίδευσης, τα 36 (20%) το σύνολο αξιολόγησης και τα άλλα 36 (20%) το σύνολο δοκιμής. Τα δεδομένα τα οποία τελικά χρησιμοποιήθηκαν ήταν αρκετά για την υλοποίηση του δικτύου πρόβλεψης κατακόρυφων μετακινήσεων. Το δίκτυο μπορεί να προβλέπει κατακόρυφες μετακινήσεις με $RMSE = \pm 0.5mm$ και $R = 0.9928$ για το σύνολο δοκιμής.

4. Συμπεράσματα

Ορισμένα από τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν είναι τα ακόλουθα:

- Πρωτοτυπία αποτελεί η χρήση των ΤΝΔ για την πρόβλεψη μετακινήσεων γεωδαιτικών σημείων ελέγχου. Η μέθοδος εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε αυτό το αντικείμενο με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.
- Σε κάθε περίπτωση, που γίνεται η διερεύνηση της υλοποίησης ενός ΤΝΔ για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος, υπάρχουν πάρα πολλές επιλογές όσον αφορά την αρχιτεκτονική τους, την μέθοδο και τους κανόνες εκπαίδευσης τους. Επομένως πρέπει να ακολουθείται η μέθοδος δοκιμής και έλεγχου (trial-error) προκειμένου να καταλήξει κάποιος στην υλοποίηση ενός ΤΝΔ που παρέχει ικανοποιητικά αποτελέσματα για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Όσο το δυνατόν περισσότερες δοκιμές πραγματοποιηθούν τόσο πιο ολοκληρωμένη είναι μια εργασία διερεύνησης της χρήσης των ΤΝΔ σε οποιοδήποτε πρόβλημα. Το γεγονός αυτό ωστόσο έχει ως συνέπεια να απαιτείται πολύς χρόνος έως ότου καταλήξει κάποιος στο επιθυμητό αποτέλεσμα.
- Κατέστη εφικτός ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός ΤΝΔ το οποίο να έχει την δυνατότητα πρόβλεψης της κατακόρυφης μετακίνησης (ΔH), ενός συγκεκριμένου σημείου i του γεωδαιτικού δικτύου του Ιερού Ναού Κοιμήσεως της Θεοτόκου-Μεγάλη Παναγιά-Σαμαρίνας του Νομού Γρεβενών για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ενός μελλοντικού έτους.

Η υλοποίηση ενός ΤΝΔ για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος αποτελεί μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση, αλλά δεν ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει σαφής μαθηματική λύση του προβλήματος. Αυτό συμβαίνει καθώς δεν υπάρχουν σαφείς κανόνες για την ανάπτυξη τους σε οποιαδήποτε εφαρμογή όπως επίσης και ο χρόνος που απαιτείται για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση τους είναι αρκετά αυξημένος. Επομένως τα ΤΝΔ δεν θα αντικαταστήσουν παραδοσιακές μεθόδους υπολογισμού, ειδικά αυτές που έχουν πολλές μαθηματικές διεργασίες αλλά μπορούν να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά για να λύσουν προβλήματα τα οποία θα παρέμεναν άλυτα.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ΔΜΠΣ "Γεωπληροφορική" της ΣΑΤΜ και αποτελεί μέρος μεταπτυχιακής εργασίας υπό την επίβλεψη του αναπληρωτή καθηγητή Πανταζή Γεώργιου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Pantazis G. and Alevizakou E. (2013). *The use of Artificial Neural Networks in predicting vertical displacements of structures*, International Journal of Applied Sciences and Technology, Vol. 3 No. 5, May 2013.
- Αλεβιζάκου Ελένη-Γεωργία (2012). *Η χρήση των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων στην επιστήμη της Γεωδαισίας με έμφαση στην πρόβλεψη Κατακόρυφων Μετακινήσεων*, Μεταπτυχιακή Εργασία, ΔΠΜΣ "Γεωπληροφορική", ΕΜΠ, Αθήνα 2012.
- Γεωργόπουλος Α., Ιωαννίδης Χ., Δεληκαράογλου Δ., Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ. (2009). *Διερεύνηση μεθόδων για την Εγκατάσταση Δικτύου Μικρομετρικού Ελέγχου, Παρακολούθησης και Τρισδιάστατη Παρουσίαση των Μικρομετακινήσεων της Εκκλησίας της Μεγάλης Παναγιάς στην Σαμαρίνα του Ν. Γρεβενών*, Ερευνητικό Πρόγραμμα, Τεχνική Έκθεση Προόδου, Εργαστήριο Φωτογραμμετρίας, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Ανάπτυξη Μεθοδολογιών Χωροθέτησης & Αξιολόγησης Ασύρματων Δικτύων Γεωαισθητήρων με Αλγόριθμους Υπολογιστικής Γεωμετρίας

Αθανάσιος Ηλιοδρομίτης
Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Τα τελευταία χρόνια, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και γεωαισθητήρων (WSN και GSN) εξελίσσονται με γρήγορο ρυθμό και σήμερα συνθέτουν ένα ισχυρό εργαλείο για την παρακολούθηση και την παρατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Η χρήση των ασύρματων δικτύων αισθητήρων είναι κομβικής σημασίας για τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, που ολοένα και συχνότερα χρησιμοποιούνται σήμερα.

Σε ότι αφορά εφαρμογές ευρείας κλίμακας, το ίδιο το φυσικό περιβάλλον είναι αυτό που επιβάλλει περιορισμούς. Ο αριθμός των αισθητήρων που απαιτούνται για την πλήρη κάλυψη της περιοχής μελέτης είναι εξαιρετικά μεγάλος. Ένας κακός προγραμματισμός στη σχεδίαση του δικτύου θα οδηγήσει είτε σε ελλιπή κάλυψη της περιοχής (λόγω υποεκτίμησης του αριθμού των αισθητήρων), είτε σε υπερβολικά μεγάλο κόστος (λόγω υπερεκτίμησης του αριθμού τους), γεγονός που υποβαθμίζει την ποιότητα της όποιας εφαρμογής.

Επιπλέον δυσκολίες δημιουργούνται στην εγκατάσταση των αισθητήρων. Σε ένα ιδανικό σενάριο οι αισθητήρες θα έπρεπε να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης, τοποθετημένοι σε κανονική γεωμετρική διάταξη (πχ τριγωνικό πλέγμα). Όμως, σε μεγάλες εκτάσεις (π.χ. δάση, πρανή), οι θέσεις τοποθέτησης καθορίζονται αποκλειστικά από τη μορφολογία του εδάφους και την φυσική χωρική κατανομή των δυνατών θέσεων τοποθέτησης (πχ χωρική κατανομή των δένδρων) και όχι τόσο από την θεωρητικά επιθυμητή γεωμετρία του δικτύου.

Είναι πρακτικά αδύνατο η τοποθέτηση μερικών χιλιάδων αισθητήρων να γίνει σε προεπιλεγμένες θέσεις που καθορίζονται από μια κανονική γεωμετρία. Η τοποθέτησή τους στην πράξη μπορεί να γίνει σε κάποιες από τις ήδη υπάρχουσες θέσεις (για παράδειγμα, σε ένα δάσος, στις θέσεις που βρίσκονται τα δέντρα).

Στην εργασία παρουσιάζεται μια νέα μεθοδολογία χωροθέτησης και αξιολόγησης ασύρματων δικτύων αισθητήρων και γεωαισθητήρων. Η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να αξιοποιηθεί σε οποιαδήποτε εφαρμογή παρουσιάζεται η απαίτηση για δίκτυα αισθητήρων, με ή χωρίς περιορισμούς ως προς τις θέσεις εγκατάστασης των αισθητήρων, όπως για παράδειγμα η εγκατάσταση δικτύου αισθητήρων ανίχνευσης πυρκαγιών σε δασική περιοχή ή η εγκατάσταση εκτεταμένου δικτύου αισθητήρων για ανίχνευση μικρομετακινήσεων ή παραμορφώσεων.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η λύση του προβλήματος της χωροθέτησης, προσεγγίζεται αξιοποιώντας τεχνικές και εργαλεία της υπολογιστικής γεωμετρίας και συγκεκριμένα τις ιδιότητες των πολύγωνων Voronoi και της κεντροειδούς διαμέρισης Voronoi (CVT), μεθοδολογίες οι οποίες αναλύονται διεξοδικά. Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται για πρώτη φορά σε προβλήματα γεωγραφικής κάλυψης ασύρματων δικτύων αισθητήρων και γεωαισθητήρων με περιορισμούς ως προς τη θέση εγκατάστασης. Με τη βοήθεια της CVT από όλες τις m υποψήφιες θέσεις, επιλέγονται n , (όσοι και οι αισθητήρες εμβέλειας R), με κριτήριο να απέχουν όσο το δυνατόν περισσότερο η μία από την άλλη.

Επιπλέον, προτείνεται μια νέα μεθοδολογία αξιολόγησής της χωροθέτησης, χρησιμοποιώντας τον τριγωνισμό Delaunay, ο οποίος αποτελεί το δυικό γράφημα του διαγράμματος Voronoi. Ως μετρική, επιλέγεται η μέση τιμή της τυπικής απόκλισης των πλευρών των τριγώνων που δημιουργούνται στο δίκτυο.

Τέλος δημιουργείται λογισμικό το οποίο ενσωματώνει τις παραπάνω διαδικασίες χωροθέτησης και αξιολόγησης. Το λογισμικό παρέχει στο χρήστη, τόσο με τη μορφή εικόνας, όσο και με τη μορφή πινάκων τα αποτελέσματα της χωροθέτησης του δικτύου, αλλά και τους στατιστικούς δείκτες που σχετίζονται με την γεωγραφική κάλυψη και την αξιολόγηση του δικτύου. Προκειμένου να εξετασθεί η λειτουργία και η αποδοτικότητα των αλγορίθμων χωροθέτησης και αξιολόγησης, δημιουργούνται διαφορετικά σενάρια προσομοίωσης και πραγματοποιούνται δοκιμές με διαφορετικές παραμέτρους, ενώ εξετάζονται και ειδικές περιπτώσεις χωροθέτησης και καταγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα σενάρια αυτά.

3. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Με γνώμονα την ελαχιστοποίηση του κόστους εγκατάστασης και συντήρησης του δικτύου, ζητούνται οι καλύτερες θέσεις μεταξύ των υποψηφίων θέσεων τοποθέτησης, ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή κάλυψη της περιοχής με γεωμετρία που να πλησιάζει όσο είναι δυνατόν την ιδανική (κρίσιμος ισοπλευρών τριγώνων).

Βασικό συμπέρασμα της εργασίας είναι, ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία χωροθέτησης και αξιολόγησης ενός ασύρματου δικτύου γεωαισθητήρων σε οποιοδήποτε περιβάλλον είναι αποδοτική, πλήρως παραμετροποιήσιμη και αξιόπιστη.

Η πρωτοτυπία της εργασίας στη χωροθέτηση και αξιολόγηση ασύρματων δικτύων γεωαισθητήρων, έγκειται στα κάτωθι: α) Προτείνεται ολοκληρωμένη διαδικασία χωροθέτησης ασύρματων δικτύων αισθητήρων και γεωαισθητήρων αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα της κεντροειδούς διαμέρισης Voronoi (CVT). Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται για πρώτη φορά σε προβλήματα γεωγραφικής κάλυψης ασύρματων δικτύων αισθητήρων με περιορισμούς ως προς τις θέσεις τοποθέτησης. β) Αναπτύσσεται ολοκληρωμένη διαδικασία αξιολόγησης της λύσης χωροθέτησης, στο κατά πόσο αυτή προσεγγίζει την ιδανική/επιθυμητή γεωμετρία, για τις συγκεκριμένες παραμέτρους. Στο πλαίσιο της διαδικασίας αξιολόγησης, προτείνεται συγκεκριμένη μετρική για την αξιολόγηση του δικτύου.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής εργασίας υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή της ΣΑΤΜ, Γεώργιου Πανταζή

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

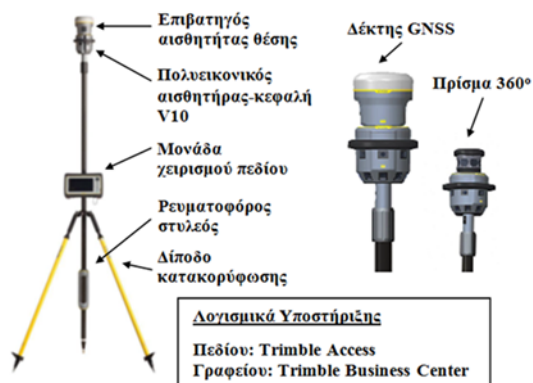
- Iliodromitis, A., Pantazis, G., & Vescoukis, V. (2017). 2D Wireless Sensor Network Deployment Based on Centroidal Voronoi Tessellation. *International Conference on Applied Mathematics and Computer Science*. Rome.
- Iliodromitis, A., Pantazis, G., & Vescoukis, V. (2017). A reliable Evaluation Method for 2D Wireless Sensor Network Deployment. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 8, Issue 2, pp. 1243-1248
- Du, Q., & Gunzberger, M. (2002, 12). *Grid generation and optimization based on centroidal Voronoi tessellations*. *Applied Mathematics and Computation*, Volume 133, Issues 2–3, pp. 591-607.

Αξιολόγηση της Χρήσης Επίγειων Πανοραμικών Εικονοσυστημάτων σε Γεωμετρικές Τεκμηριώσεις Περιορισμένου Πεδίου

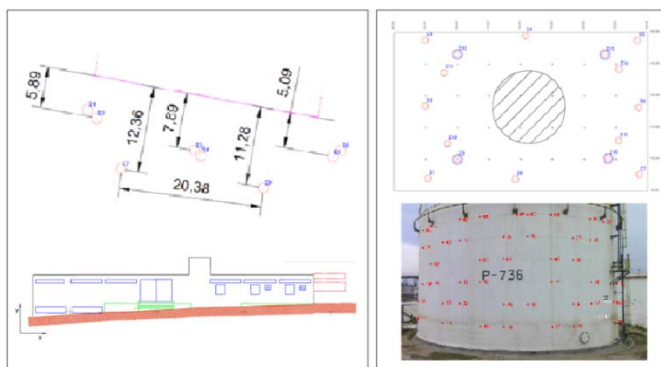
Αναστάσιος-Γραμματάς Καμπούρης
Μεταπτυχιακός Σπουδαστής ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Η χρήση επίγειων κινητών πανοραμικών εικονοσυστημάτων αποτελεί μία νέα μεθοδολογία και καινοτόμα τεχνική για την οπτική τεκμηρίωση και μέτρηση του περιβάλλοντα χώρου. Τα ολοκληρωμένα εικονοσυστήματα τριδιάστατης απεικόνισης συνδυάζουν αρχές της γεωδαισίας, της εγγύς φωτογραμμετρίας και της όρασης υπολογιστών για τη διεξαγωγή και αντιμετώπιση αποτυπώσεων και την ταχεία κατασκευή τριδιάστατων μοντέλων (Park and Um, 2015).



Εικόνα 1: Τα μέρη του V10 imaging Rover



Εικόνα 2: Οι στάσεις λήψης και το διάγραμμα τη όψης αριστερά και οι στάσεις λήψης και οι μετρήσεις σημείων στο κέλυφος της δεξαμενής δεξιά

Στη παρούσα εργασία εξετάζεται η χρήση των συστημάτων αυτών στην αντιμετώπιση γεωμετρικών τεκμηριώσεων περιορισμένου πεδίου μέσα από την εκτέλεση δύο εφαρμογών. Η πρώτη αφορά στην αποτύπωση όψης κτιρίου ενώ η δεύτερη στη βαθμονόμηση κατακόρυφης κυλινδρικής δεξαμενής. Τα γεωμετρικά παράγωγα των δύο εφαρμογών συγκρίνονται με αντίστοιχα που προέκυψαν από ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό πρώτης τάξης. Ο εξοπλισμός που αξιοποιήθηκε αφορά στο σύστημα Trimble V10 imaging rover (εικόνα 1), το οποίο αποτελείται από 12 βαθμονομημένες κάμερες ενώ ολοκληρώνεται από επιμέρους γεωδαιτικό εξοπλισμό.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η βασική ροή εργασιών με ένα πανοραμικό εικονοσύστημα αποτελείται από τρία στάδια: (1) τη συλλογή των δεδομένων στο πεδίο (δηλαδή τη μέτρηση της θέσης των στάσεων λήψης και τη λήψη των πανοραμάτων), (2) την επεξεργασία τους (δηλαδή την επίλυση του φωτοτριγωνισμού και τη μέτρηση σημείων λεπτομέρειας) και (3) την κατασκευή γεωμετρικών παραγώγων. Η καινοτομία του έγκειται στο γεγονός ότι η χρήση φωτοσταθερών σημείων μπορεί να εξαλειφθεί με την αξιοποίηση του επιμέρους γεωδαιτικού εξοπλισμού και των μετρήσεων των εσωτερικών αισθητήρων (αισθητήρες κλίσεων, μαγνητική πυξίδα), αφού τα στοιχεία του εσωτερικού προσανατολισμού και του σχετικού προσανατολισμού μεταξύ των καμερών θεωρούνται γνωστά από τη βαθμονόμηση (Brunn and Meyer, 2016). Όπως είναι γνωστό μια φωτομηχανή λειτουργεί ως όργανο καταγραφής διευθύνσεων. Έτσι η αρχή λειτουργίας των εικονοσυστημάτων αυτών στηρίζεται στην εμπροσθοτομία στο χώρο τουλάχιστον δύο ομόλογων ακτινών από τουλάχιστον δύο πανοράματα. Αντίστοιχα η ακρίβεια που επιτυγχάνεται εξαρτάται από τη γεωμετρία

της γωνίας τομής δηλαδή από το λόγο της βάσης λήψης (b) προς την απόσταση αντικειμένου (d), με τη βέλτιστη περίπτωση να επιτυγχάνεται όταν $b=2d$. Όσον αφορά στην αποτύπωση της όψης αυτή αντιμετωπίστηκε με τη λήψη 8 πανοραμάτων, ο φωτοτριγωνισμός επιλύθηκε με a posteriori τυπικό σφάλμα στα ± 0.6 pixel, ενώ μετρήθηκαν 86 σημεία λεπτομέρειας. Αντίστοιχα η βαθμονόμηση της κατακόρυφης κυλινδρικής δεξαμενής αντιμετωπίστηκε με τη λήψη 16 πανοραμάτων, ο φωτοτριγωνισμός επιλύθηκε με a posteriori τυπικό σφάλμα στα ± 0.5 pixel, ενώ μετρήθηκαν 89 σημεία λεπτομέρειας επί του κελύφους της δεξαμενής (Kampouris and Lambrou, 2016).

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η αξιολόγηση των γεωμετρικών παραγώγων πραγματοποιήθηκε σε σχέση με τα αντίστοιχα τα οποία προέκυψαν από μετρήσεις ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού πρώτης τάξης. Στην περίπτωση της όψης κτιρίου η σύγκριση έγινε μετρώντας την απόσταση μεταξύ ομόλογων σημείων όπου η μέση απόλυτη τιμή των διαφορών υπολογίστηκε στα 9mm κατά τον άξονα X της όψης και 6mm κατά τον Y άξονα. Όσον αφορά στη βαθμονόμηση της δεξαμενής η σύγκριση έγινε με την προσαρμογή κύκλου ανά δακτυλίου διαφορετικού ύψους, για τον λόγο αυτό η δεξαμενή σαρώθηκε με τη χρήση χωροεικονογεωδαιτικού σταθμού πρώτης τάξης. Έτσι το κέντρο του κύκλου κάθε δακτυλίου υπολογίστηκε με μέση οριζοντιογραφική αβεβαιότητα στα ± 6 mm ενώ η ακτίνα υπολογίστηκε με μέση αβεβαιότητα στα ± 5 mm χωρίς να προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Στη συγκεκριμένη μελέτη εξετάζεται η χρήση επίγειων πανοραμικών εικονοσυστημάτων σε ειδικές και απαιτητικές εφαρμογές γεωμετρικών τεκμηριώσεων περιορισμένου πεδίου. Έτσι αυτό που συμπεραίνεται είναι καταρχάς πως τα συστήματα αυτά προσφέρουν έναν συνδυασμό ταχύτητας, σταθερότητας και αξιοπιστίας ενώ παράλληλα μειώνεται εξαιρετικά ο χρόνος εργασιών πεδίου (περίπου 1:5) σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους, ειδικά όσο ο βαθμός λεπτομέρειας αυξάνεται. Επιπλέον όσον αφορά στην αβεβαιότητα των συντεταγμένων μπορεί εύκολα να επιτευχθεί ακρίβεια ± 1 cm, με τις κατάλληλες παραμέτρους σχεδιασμού, δηλαδή η μέγιστη κλίμακα εκτύπωσης για διαγράμματα είναι η 1:50. Τέλος όσον αφορά στην αποτύπωση της δεξαμενής (με ονομαστική ακτίνα 11.5m) είναι δυνατόν να ανιχνευτούν παραμορφώσεις λόγω υδροστατικής πίεσης και να γίνει ο έλεγχος της κυκλικότητάς της, αλλά δεν είναι δυνατή η βαθμονόμησή της σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα για τη σύνταξη του ογκομετρικού της πίνακα.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Ευαγγελίας Λάμπρου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στην εταιρεία Geotech ΕΠΕ για τη διάθεση του εξοπλισμού και στον κ. Σόλωνα Κιτσινέλη ΑΤΜ ΕΜΠ για την επίδειξη του συστήματος, τις επισημάνσεις και τις χρήσιμες συμβουλές του.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Brunn, A. and Meyer, Th., (2016). Calibration of a Multi-Camera Rover, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B5, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.
- Kampouris, A. G. and Lambrou, E., (2016). Testing and performance evaluation of terrestrial panoramic imaging system in close range documentations, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Volume 6, Issue 6.
- Park, J.K. and Um, D.Y., (2015). Accuracy Analysis of Structure Modeling using Continuous Panoramic Image, International Journal of Smart Home, Vol. 9, No. 5, pp. 165-174.

Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Διακρίβωσης και Ελέγχου Δεκτών GNSS με Χρήση του Σχετικού Στατικού Εντοπισμού

Νικόλαος Κανελλόπουλος
Μεταπτυχιακός Σπουδαστής ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των μετρήσεων που βασίζονται στα συστήματα GNSS, αναφέρονται στο συνδυασμό μεθοδολογιών και σύγχρονα κατασκευασμένων δεκτών, οι οποίοι είναι σε θέση να προσδιορίζουν συντεταγμένες με ακρίβεια μερικών χιλιοστών. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητο το σύστημα μέτρησης (επίγειοι δέκτες και βοηθητικός εξοπλισμός) να ελέγχονται ως προς την λειτουργία τους, όπως ορίζει ο κατασκευαστής. Συνεπώς, απαιτείται μια πλήρης μεθοδολογία που να διασφαλίζει τη σωστή λειτουργία των δεκτών GNSS. Με τη συγκεκριμένη εργασία προτείνεται μια νέα ολοκληρωμένη μεθοδολογία για τη διακρίβωση και τον έλεγχο δεκτών GNSS, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του σχετικού στατικού εντοπισμού.

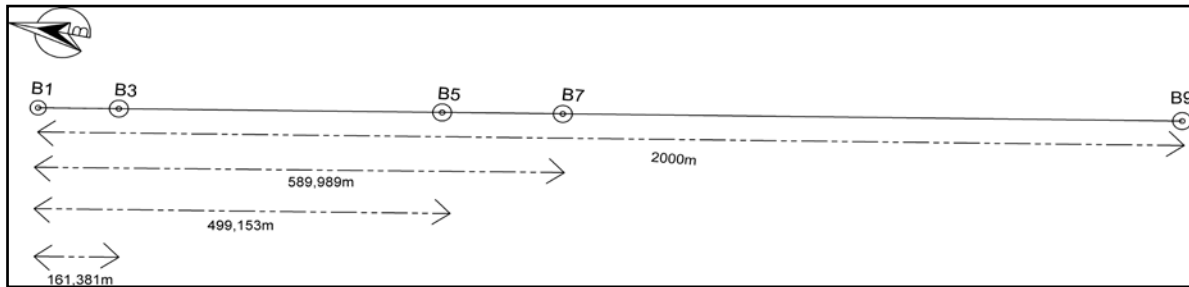
2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η μεθοδολογία αποτελείται από δύο ανεξάρτητα μέρη, τη διαδικασία διακρίβωσης και τη διαδικασία ελέγχου. Και στις δύο διαδικασίες εφαρμόζονται κατάλληλοι στατιστικοί έλεγχοι για να διαπιστωθεί η ορθή λειτουργία των δεκτών που διακριβώνονται - ελέγχονται. Με τη διαδικασία διακρίβωσης συμπεραίνεται η σωστή λειτουργία δύο δεκτών GNSS, υπολογίζοντας τα συστηματικά και τυχαία σφάλματα, συγκρίνοντας τις παρατηρήσεις με τις αντίστοιχες πρότυπες τιμές (τιμές αναφοράς). Τα στοιχεία που αξιοποιούνται είναι οι προσδιοριζόμενες και οι πρότυπες τιμές αποστάσεων μεταξύ διαφορετικών κορυφών. Η επίλυση βασίζεται στην θεωρία ελαχίστων τετραγώνων και ειδικότερα στην εξίσωση $y=ax+b$, όπου $[y]$ είναι οι πρότυπες τιμές και $[x]$ εκείνες που προσδιορίζονται με δορυφορικές παρατηρήσεις. Υπολογίζονται οι τιμές των παραμέτρων a , b , όπου αναφέρονται στην κλίμακα του συστήματος μέτρησης και στα συστηματικά σφάλματα, αντίστοιχα. Από την επίλυση προκύπτει μοντελοποίηση των τυχαίων σφαλμάτων μέσω του υπολογισμού της τυπικής απόκλισης της μονάδας βάρους (σ_0). Η ορθή λειτουργία των δεκτών ολοκληρώνεται με τη σύγκριση του συστηματικού (b) και του τυχαίου σφάλματος (σ_0), με την ονομαστική ακρίβεια προσδιορισμού αποστάσεων. Για να προκύψει αυτή εφαρμόζεται ο νόμος μετάδοσης των σφαλμάτων χρησιμοποιώντας την αβεβαιότητα προσδιορισμού συντεταγμένων που ορίζει ο κατασκευαστής.

Με τη διαδικασία ελέγχου συμπεραίνεται η καταλληλότητα δύο δεκτών GNSS για μια γεωδαιτική εφαρμογή, υπολογίζοντας τη συνολική αβεβαιότητα προσδιορισμού συντεταγμένων. Τα στοιχεία που συμμετέχουν στη διαδικασία ελέγχου είναι τα αρχικά δεδομένα (DX, DY, DZ) των διανυσμάτων βάσης, που περιέχονται στο αρχείο μετρήσεων. Πραγματοποιείται επίλυση δικτύου σύμφωνα με την θεωρία ελαχίστων τετραγώνων χρησιμοποιώντας τις γραμμικές εξισώσεις $DX_{ij}=X_j-X_i$, $DY_{ij}=Y_j-Y_i$, $DZ_{ij}=Z_j-Z_i$. Σε αυτήν την περίπτωση η αρχική θέση του ενός δέκτη $[i]$ θεωρείται σταθερή και όλες οι παρατηρήσεις συνδυάζονται στην ίδια επίλυση. Κάθε διάνυσμα βάσης περιέχει τρεις παρατηρήσεις (DX, DY, DZ) και κάθε κορυφή δημιουργεί τρεις άγνωστες συντεταγμένες (X, Y, Z). Από την επίλυση προκύπτουν οι αβεβαιοτήτες προσδιορισμού και οι τιμές των γεωκεντρικών συντεταγμένων, για όλες τις χρησιμοποιημένες κορυφές. Ωστόσο, είναι καλύτερο να εκφράζονται αυτές οι αβεβαιοτήτες σε ένα τοπικό σύστημα προβολής (ΕΓΣΑ '87), ώστε ο μηχανικός να αντιλαμβάνεται άμεσα εάν οι δέκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μετρητικές γεωδαιτικές εφαρμογές. Επομένως εφαρμόζεται μετασχηματισμός των αβεβαιοτήτων προσδιορισμού συντεταγμένων.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε βάση ελέγχου, η οποία κατασκευάστηκε για μετρολογικές εφαρμογές και αποτελείται από εννέα κορυφές (βάθρα), τα οποία απέχουν συνολική απόσταση μέχρι 2 km (σχήμα 1). Η βάση ελέγχου βρίσκεται και λειτουργεί σε μια βέλτιστη θέση προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα λόγω μεταβολής του αναγλύφου, της πολυανάκλασης και των ατμοσφαιρικών συνθηκών. Επίσης, πραγματοποιείται προεκτίμηση των συνθηκών μέτρησης για να ληφθεί υπόψη κυρίως η μεταβολή της δορυφορικής γεωμετρίας, αναλύοντας τους δείκτες DOP.



Σχήμα 1: Κορυφές βάσης ελέγχου

Τα αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας, συμπεραίνουν την ορθή λειτουργία ενός συστήματος μετρήσεων που περιλαμβάνει δύο δέκτες GNSS. Όσον αφορά στη διακρίβωση, οι δέκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφαρμογές ελάχιστης συνολικής ακρίβειας προσδιορισμού αποστάσεων, $\sigma_{nom} \geq \pm 3.8\text{mm}$. Όσον αφορά στον έλεγχο, οι δέκτες μπορούν να προσδιορίσουν συντεταγμένες με συνολική αβεβαιότητα $\bar{\sigma}_{x,y} = \pm 0.9\text{mm}$ οριζοντιογραφικά και $\bar{\sigma}_H = \pm 1.6\text{mm}$ όσο αφορά στο υψόμετρο.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η μεθοδολογία επιτυγχάνει τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας μικρό αριθμό παρατηρήσεων και ένα απλό μαθηματικό μοντέλο. Επομένως, είναι βολικό να υλοποιηθεί από επαγγελματίες, με σκοπό να βελτιώσουν και να διασφαλίσουν τον εξοπλισμό τους.

Η ολοκληρωμένη εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας προσφέρει πλήρη εποπτεία της λειτουργίας των δορυφορικών δεκτών. Αρχικά προσδιορίζονται τα συστηματικά και τυχαία σφάλματα (διακρίβωση – εξωτερική ακρίβεια) και στη συνέχεια αναλύονται οι συνιστώσες του διανύσματος βάσης και προκύπτουν οι αβεβαιότητες μέτρησης των τοποκεντρικών συντεταγμένων (έλεγχος – εσωτερική ακρίβεια).

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Ευαγγελίας Λάμπρου.

Βιβλιογραφία

- Ta-Kang Yeh., (2008). "Calibration of the GNSS Receivers – Methods, Results and Evaluation", *Department of Real Estate and Built Environment, National Taipei University*
- Δούκας Ι.Δ., (2005). Η Ιστορική εξέλιξη της Επιστήμης της Μετρολογίας, *Επιστημονικό συνέδριο "Η εξέλιξη των οργάνων, των μεθόδων και των συστημάτων μετρήσεων των επιστημών της αποτύπωσης στη Ελλάδα"*, Θεσσαλονίκη
- Κανελλόπουλος Ν., (2015). Ανάπτυξη μεθοδολογίας ελέγχου και διακρίβωσης δεκτών GNSS με τη μέθοδο του σχετικού στατικού εντοπισμού, *Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας Ε.Μ.Π.*, Αθήνα
- EIM (Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας) <http://www.eim.gr/metrology/laws-directives/> (Τελευταία Πρόσβαση 28 Μαΐου 2017)

Μετρολογικοί Έλεγχοι Ολοκληρωμένων Γεωδαιτικών Σταθμών με το Λογισμικό GeoCAL

Αργυρώ Μπίνη¹ και Γεράσιμος-Αλέξανδρος Καραΐσκος¹

¹Μεταπτυχιακός Σπουδαστής ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία βασίζεται στην εκπόνηση δύο διπλωματικών εργασιών με τίτλο «βαθμονόμηση εξωτερικού πεδίου ελέγχου διευθύνσεων, διερεύνηση μεθοδολογιών διακρίβωσης και έλεγχος ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών για διευθύνσεις σύμφωνα με το ISO 17123 - 3» και «βαθμονόμηση εξωτερικής βάσης ελέγχου μηκών, διακρίβωση ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών για τη μέτρηση του μήκους και έλεγχος σύμφωνα με το ISO 17123 - 4». Οι συγκεκριμένες διπλωματικές εργασίες έχουν ως αντικείμενο τον έλεγχο και τη διακρίβωση ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών ως προς τη μέτρηση διευθύνσεων (οριζόντιων και κατακόρυφων) και μηκών. Ο έλεγχος αυτός αφορά τόσο στην εσωτερική ακρίβεια των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών όσο και στον εντοπισμό συστηματικών σφαλμάτων. Επιπρόσθετα, οι συγκεκριμένες διαδικασίες πραγματοποιούνται σε εξωτερικό πεδίο ελέγχου, το οποίο βαθμονομείται στο πλαίσιο των διπλωματικών εργασιών. Οι παραπάνω διαδικασίες βελτιστοποιούνται με την δημιουργία και τη χρήση του GeoCAL.

2. Στόχος της Εργασίας

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην παρουσίαση του λογισμικού GeoCAL, το οποίο επεξεργάζεται τις μετρήσεις για τον έλεγχο της εσωτερικής ακρίβειας και την διακρίβωση των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών και μέσω αυτού προκύπτει εάν οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν σύμφωνα με την ακρίβεια του κατασκευαστή τους. Το όνομα GeoCAL προκύπτει από τα συνθετικά «Geodesy» και «Calibration». Οι μετρήσεις του ελέγχου και της διακρίβωσης πραγματοποιούνται σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 17123 – 3 και ISO 17123 – 4. Τα πρότυπα περιγράφουν την απλή και την πλήρη διαδικασία ελέγχου, όπου επεξηγείται ο τρόπος και ο αριθμός των μετρήσεων που πρέπει να πραγματοποιούνται και περιγράφεται η μορφή των πεδίων ελέγχου (για τις διευθύνσεις) και της βάσης (για τα μήκη). Επίσης, είναι σημαντικό να γίνει περιγραφή των πεδίων ελέγχου οριζόντιων και κατακόρυφων διευθύνσεων, της βάσης και της διαδικασίας βαθμονόμησής τους ώστε να προκύψουν οι πρότυπες τιμές. Επιπλέον, δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά και η πιστοποίηση του επιλεγόμενου σταθμού αναφοράς με τον οποίο γίνεται η εν λόγω βαθμονόμηση. Επιπρόσθετα, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στη μέτρηση και καταγραφή των ατμοσφαιρικών συνθηκών, οι οποίες έχουν καθοριστικό ρόλο στη μέτρηση του μήκους. Αυτά αποτελούν βασικές παραμέτρους εισόδου στο εν λόγω λογισμικό.

Κατά την εκτέλεση του λογισμικού αυτού, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει ποιες λειτουργίες επιθυμεί να εκτελεστούν και τα αποτελέσματα που προκύπτουν καταγράφονται σε μια φόρμα, η οποία λειτουργεί ως πιστοποίηση των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών. Στο πλαίσιο των διπλωματικών αυτών, γίνεται αναλυτική επεξήγηση του τρόπου λειτουργίας του λογισμικού, καθώς και των δεδομένων εισόδου και εξόδου του.

3. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η μεθοδολογική προσέγγιση αφορά τη μελέτη σε βάθος των προτύπων ISO 17123 – 3 και ISO 17123 – 4 από τα οποία προκύπτουν οι διαδικασίες που εκτελεί το λογισμικό. Επίσης, η επιλογή των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών που θα ελέγχουν και θα διακριβωθούν είναι σημαντικό κομμάτι ώστε να ελεγχθεί αν το λογισμικό λειτουργεί ορθά χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα. Ύστερα, οι μετρήσεις στα εξωτερικά

πεδία ελέγχου διευθύνσεων και στην βάση μηκών απαιτούν προσοχή ώστε να γίνουν όπως υποδεικνύουν τα ISO και να καταχωρηθούν σε αρχεία .txt με τη μορφή που απαιτείται από το λογισμικό. Επιπρόσθετα, απαραίτητη είναι η μορφή εξαγωγής των αποτελεσμάτων, για να είναι αντιληπτά από όλους τους χρήστες. Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας είναι να μειωθεί στο ελάχιστο ο χρόνος εκτέλεσης του λογισμικού ώστε η συνολική διαδικασία να είναι άμεση και να μπορεί να επαναληφθεί πολλές φορές για πολλούς ολοκληρωμένους γεωδαιτικούς σταθμούς.

4. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων οδηγεί στο συμπέρασμα εάν ο κάθε ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός λειτουργεί σύμφωνα με την ακρίβεια του κατασκευαστή του και εάν παρουσιάζει συστηματικά σφάλματα. Επιπλέον, οι επαναλαμβανόμενες εκτελέσεις του λογισμικού έδειξαν ελαττωματικά σημεία του κώδικα, κυρίως ως προς τον χρόνο εκτέλεσης, τα οποία βελτιώθηκαν ή εξαλείφθηκαν εντελώς. Τέλος, μετά από αρκετές δοκιμές προέκυψε η φόρμα στην οποία καταχωρούνται τα αποτελέσματα του ελέγχου και της διακρίβωσης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ήταν κομβικό η φόρμα αυτή να είναι εύκολα αντιληπτή από τους κάτοχους των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών και να έχουν όλες τις προϋποθέσεις για να χρησιμοποιηθούν ως πιστοποίηση.

5. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Συμπερασματικά, η βαθμονόμηση των πεδίων ελέγχου και της βάσης είναι μια απαιτητική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία. Παρόλα αυτά, τα ISO 17123 - 3 και ISO 17123 - 4 προτείνουν μια κατανοητή και απλή μέθοδο ελέγχου, μέσω της οποίας η διαδικασίες στο πεδίο απλοποιούνται. Συγκεκριμένα, οι μετρήσεις με έναν ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό απαιτούν μιάμιση ώρα παραμονής σε κάθε πεδίο ελέγχου, καθώς και στη βάση. Επιπλέον, η διακρίβωση των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών γίνεται με συνδυασμό δύο μεθόδων, εντοπίζοντας τα σφάλματα του σταθμού και τη σημαντικότητά τους. Τονίζεται ότι οι διαδικασίες ελέγχου και διακρίβωσης βελτιστοποιούνται από τη χρήση λογισμικού. Τέλος, η δημιουργία του λογισμικού έχει ως αποτέλεσμα την γρήγορη επεξεργασία των μετρήσεων, είναι εύκολο στη χρήση και τα αποτελέσματα καταχωρούνται σε ειδική φόρμα, η οποία μελλοντικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πιστοποιητικό των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος των προαναφερθέντων διπλωματικών εργασιών υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή ΕΜΠ Γ. Πανταζή και υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας ΕΜΠ Ε. Λάμπρου αντίστοιχα.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Rueger, J.M. (1998). Refractive index formulae for electroptical distance measurement. Proceeding of International Federation of Surveyors (FIG'98), Paper TS28/1, pp. 191 – 208.
- International standard ISO – 17123 – 3 (2001). Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments, Part 3: Theodolites, First edition 2001 – 12 – 01.
- Λάμπρου Ε., Νικολίτσας Κ. (2012). Ανίχνευση της αβεβαιότητας του συστήματος ανάγνωσης διευθύνσεων, 4ο Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Αθήνα.
- Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ. και Μπαλλής Β. (2016), Το πρότυπο εξωτερικό πεδίο ελέγχου & Διακρίβωσης ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών, 6ο Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Αθήνα.
- Φουκούκα Μ. (1985). Η Φυσική Καλλιέργεια: Η Θεωρία και η Πρακτική της Πράσινης Φιλοσοφίας, Μετάφραση Μανίκης Π., Εκδόσεις Υιοί Α. Υφαντή Ο.Ε., Θεσσαλονίκη.

Νέα Μέθοδος Ελέγχου Χωροσταθμικών Συστημάτων

Λορέντζος Γλυνός
Μεταπτυχιακός Σπουδαστής ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Οι επιδόσεις των οργάνων μέτρησης δεν είναι σταθερές στη διάρκεια της χρήσης τους και για αυτό το λόγο θα πρέπει να ελέγχονται και να επαναδιακρίβωνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. (Μαθιουλάκης, 2004).

Μέχρι σήμερα, για τον έλεγχο των ψηφιακών χωροσταθμικών συστημάτων χρησιμοποιούνται μεθοδολογίες που είχαν αναπτυχθεί αποκλειστικά για τους οπτικομηχανικούς χωροβάτες. Επιπλέον, χωροσταθμικά παρελκόμενα, όπως οι σταδίες, έχουν αλλάξει μορφή και από την αναλογική έχουν περάσει σε αυτή του γραμμικού κώδικα με αποτέλεσμα οι προγενέστερες μεθοδολογίες ελέγχου τους να μη βρίσκουν εφαρμογή στις σύγχρονες ψηφιακές σταδίες.

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την πειραματική εφαρμογή ελέγχου και διακρίβωσης χωροσταθμικών συστημάτων. Η μεθοδολογία της εφαρμογής που αναπτύσσεται πραγματοποιείται στην ειδική βάση ελέγχου που έχει κατασκευαστεί και τοποθετηθεί στο υπόγειο του κτιρίου Λαμπαδαρίου της Σ.Α.Τ.Μ του Ε.Μ.Π. (Νικολίτσας, 2015) Σκοπός της εφαρμογής είναι ο έλεγχος της σωστής λειτουργίας και η διακρίβωση των χωροσταθμικών συστημάτων καθώς επίσης και ο υπολογισμός των αβεβαιοτήτων τους. Στόχος της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι να παρέχει μία αξιόπιστη, εύκολη, γρήγορη και οικονομική διαδικασία ελέγχου και διακρίβωσης ψηφιακών χωροσταθμικών συστημάτων.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία ελέγχου αποτελεί μια καινοτομία που εφαρμόζεται πρώτη φορά τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως. Η βάση ελέγχου είναι οικονομική, κατασκευασμένη από υλικά που μπορούν να προμηθευτούν με ευκολία και εύκολη στη βαθμονόμησή της.

Η μεθοδολογία του ελέγχου – διακρίβωσης περιλαμβάνει την εξαγωγή των υψομετρικών διαφορών για τις στάθμες της βάσης ελέγχου και τη σύγκρισή τους με τις αντίστοιχες πρότυπες της βαθμονόμησης. Για τη διαδικασία της βαθμονόμησης χρησιμοποιείται χωροβάτης ακριβείας και ψηφιακή σταδία Invar έτσι ώστε οι μετρήσεις να έχουν τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια. Η διακρίβωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους. Είτε να ελεγχθεί κάθε τμήμα της σταδίας ξεχωριστά, είτε να ελεγχθεί το σύνολο της σταδίας σε πλήρη ανάπτυξη. Τα χωροσταθμικά συστήματα που διακριβώθηκαν ήταν 4: 2 της εταιρίας Topcon (Topcon DL-102C) και 2 της εταιρίας Leica (Leica Sprinter 150M).

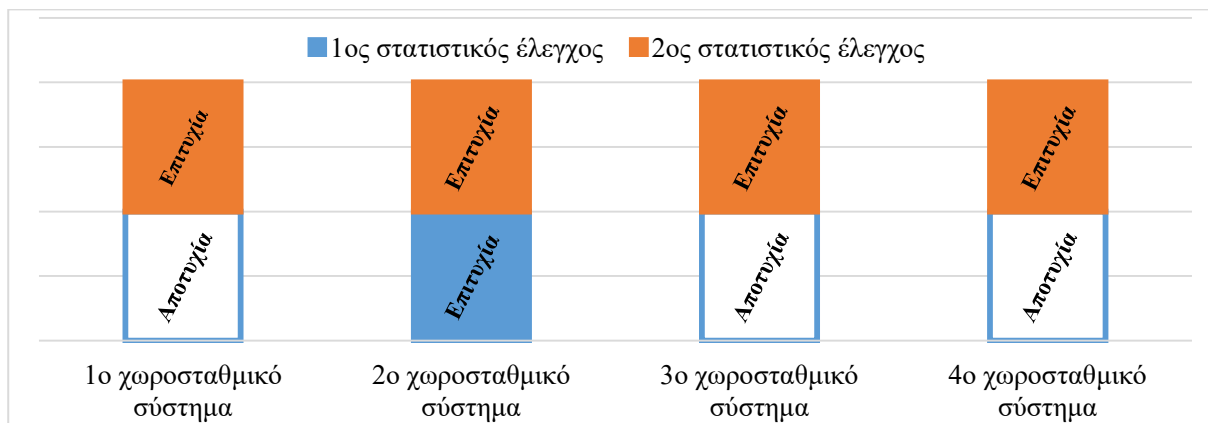
3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Παρά το γεγονός ότι η διαδικασία διακρίβωσης με τη σταδία σε τμήματα είναι πιο εύκολη και ευέλικτη, κρίνεται προτιμότερη η διαδικασία της διακρίβωσης με τη σταδία συναρμολογημένη, διότι ο έλεγχος της σωστής συναρμογής των τμημάτων της είναι σημαντικός και κρίνεται ως απαραίτητος για τον πλήρη έλεγχο του συστήματος.

Για τον έλεγχο και τη διακρίβωση κάθε χωροσταθμικού συστήματος πραγματοποιήθηκαν δύο στατιστικοί έλεγχοι. Ο πρώτος περιλαμβάνει το στατιστικό έλεγχο των διαφορών μεταξύ των μετρημένων τιμών και των διορθωμένων τιμών για τις υψομετρικές διαφορές, δηλαδή τη συμφωνία του συστήματος με τις πρότυπες

τιμές. Ο δεύτερος και πιο ουσιαστικός στατιστικός έλεγχος περιλαμβάνει τη σύγκριση της επίδοσης του συστήματος με τις τεχνικές προδιαγραφές του όπως παρέχονται από τον κατασκευαστή.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, αν και τα χωροσταθμικά συστήματα δεν ικανοποιούν πλήρως τις συνθήκες του 1ου στατιστικού ελέγχου, περνούν με επιτυχία τον 2ο. Δηλαδή, οι επιδόσεις τους είναι σύμφωνες με τις προδιαγραφές που ορίζει η κατασκευάστρια εταιρία.



Σχήμα 1: Στατιστικοί έλεγχοι χωροσταθμικών συστημάτων

Τα συγκεκριμένα χωροσταθμικά συστήματα παρουσιάζουν δυσλειτουργίες, επειδή είναι απλά συστήματα εργοταξίου και όχι συστήματα ακριβείας. Παρόλο που δεν υπάρχει ταύτιση με το πρότυπο σύστημα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τρέχουσες τοπογραφικές εργασίες, εφόσον καλύπτουν τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η βασική καινοτομία της μεθοδολογίας είναι ότι αντιμετωπίζει το χωροβάτη και τη σταδία ως ένα ενιαίο σύνολο (σύστημα), συγκριτικά με τον ISO, ο οποίος τα ελέγχει μεμονωμένα. Μια ακόμη διαφορά με την υπάρχουσα μέθοδο του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO), είναι ότι το αποτέλεσμα της διακρίβωσης στηρίζεται στην αβεβαιότητα της μοναδιαίας μέτρησης του συστήματος και όχι στο μέσο τετραγωνικό σφάλμα ανά χιλιόμετρο διπλής χωροστάθμησης. Σημαντικό, ακόμη, είναι το γεγονός ότι η μεθοδολογία επιτρέπει τη διόρθωση των μετρήσεων του συστήματος με χρήση των αποτελεσμάτων τους. Συμπερασματικά, όσον αφορά τη διαδικασία διακρίβωσης και ελέγχου, αυτή είναι αρκετά γρήγορη και ευέλικτη, οι μετρήσεις δεν έχουν μεγάλη διάρκεια και υπάρχει απαίτηση για το ελάχιστο συνεργείο (2 άτομα). Η βάση ελέγχου είναι, οικονομική, κατασκευασμένη από υλικά που μπορούν να προμηθευτούν με ευκολία και εύκολη στη βαθμονόμησή της. Τέλος, τόσο η επεξεργασία των μετρήσεων όσο και οι στατιστικοί έλεγχοι γίνονται με σχετικά απλούς υπολογισμούς.

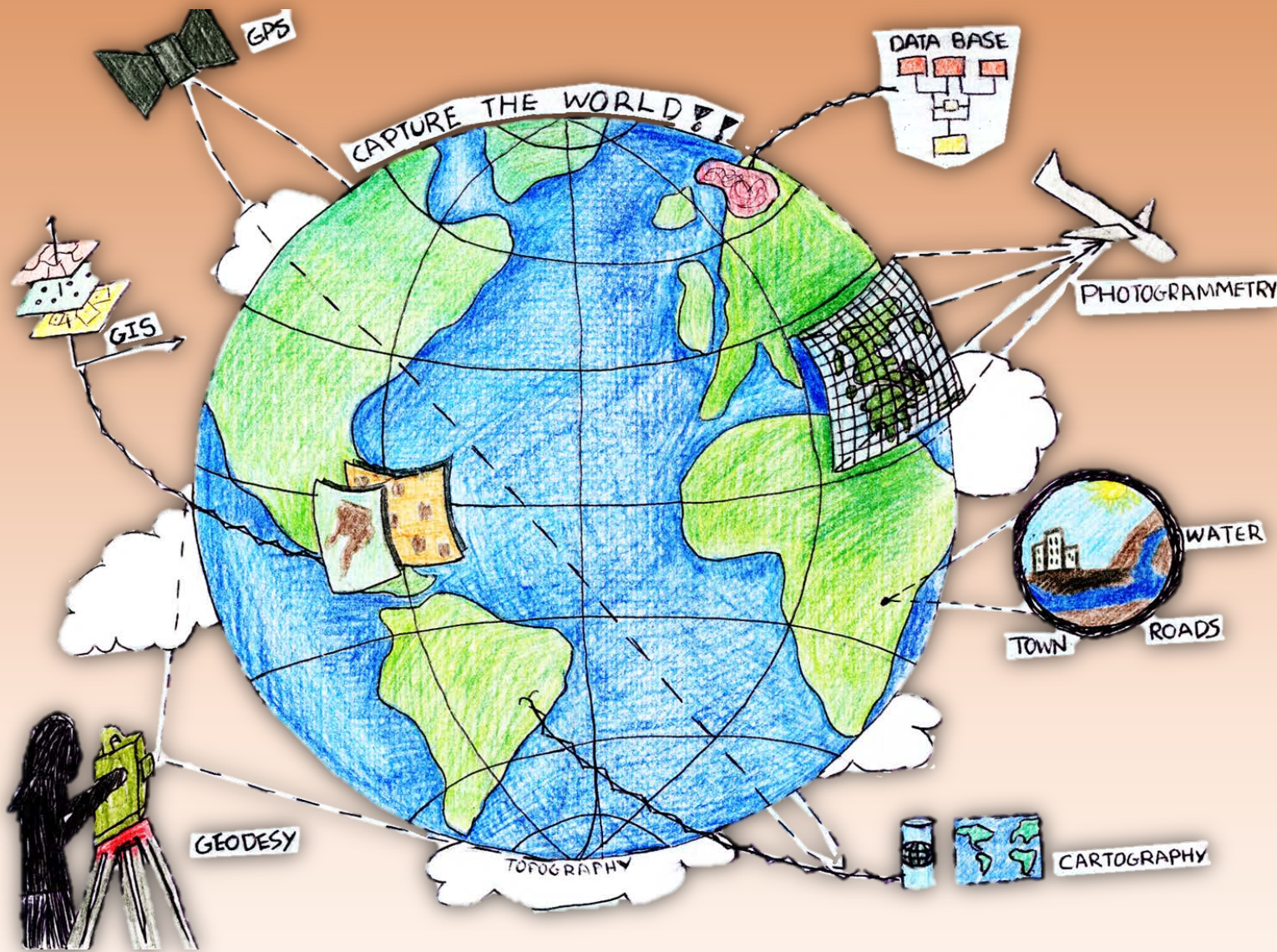
Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας υπό την επίβλεψη της Αν. Καθηγήτριας Ευαγγελίας Λάμπρου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ., (2010) Εφαρμοσμένη Γεωδαισία, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.
Νικολίτσας Κ., (2015), Ανάπτυξη Εργαστηριακών Μεθοδολογιών Διακρίβωσης Ψηφιακών Γεωδαιτικών Οργάνων, Διδακτορική Διατριβή, Σ.Α.Τ.Μ. Ε.Μ.Π., Αθήνα.
International Standard ISO 17123-2, (2001). Optics and optical instruments – Field procedures for testing geodetic and surveying instruments – Part 2: Levels, Switzerland.

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2

*“Γεω-Περιβάλλον:
Σχεδιασμός-Παρακολούθηση-Προστασία-Διαχείριση”*



Πρόταση Εγκατάστασης Κυματικών Πάρκων στην Ανατολική Μεσόγειο Ανιχνεύοντας Περιοχές με Υψηλό Κυματικό Ενεργειακό Δυναμικό

Μαρία Κασελίμη
 Διπλωματούχος ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

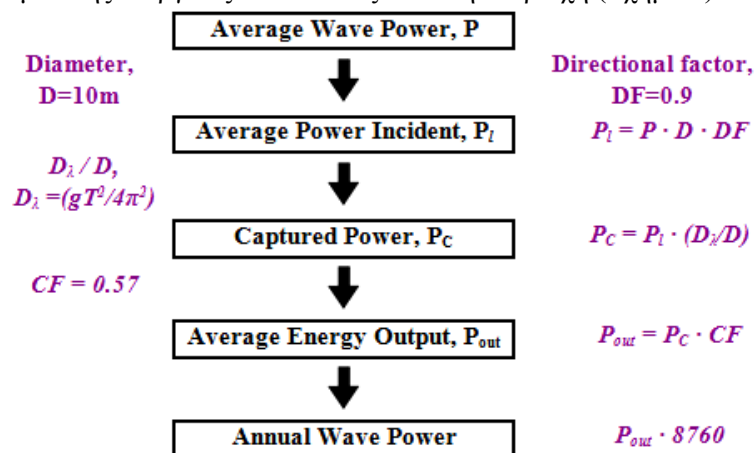
Ο «μπλε ενεργειακός τομέας» και τα πλεονεκτήματα που αποφέρει η αξιοποίησή του έχουν γίνει γνωστά από τις πρώτες κιόλας προσπάθειες μετατροπής της θαλάσσιας ενέργειας σε αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας μέσω κυματικών πάρκων. Η κυματική ενέργεια -μια πολλά υποσχόμενη μορφή αιεφόρου ενέργειας- έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας αλλά και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στα πλαίσια σχεδιασμών για την αξιοποίηση του δυναμικού της θάλασσας. Το γεγονός ότι οι θαλάσσιοι κυματισμοί είναι ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο χωροχρονικά φαινόμενο, το οποίο μάλιστα είναι ορατό και ανιχνεύεται μέσω των δορυφόρων, εξηγεί γιατί το στάδιο της ανίχνευσης κατάλληλων ενεργειακά περιοχών, εμπίπτει στο αντικείμενο του Αγρονόμου και Τοπογράφου Μηχανικού. Με την παρούσα εργασία αναδεικνύεται ότι ο εντοπισμός περιοχών που ενδείκνυνται για εγκατάσταση κυματικών πάρκων, δηλαδή περιοχών με υψηλό κυματικό ενεργειακό δυναμικό, διευκολύνεται χρησιμοποιώντας τη γεωδαιτική τεχνολογία της Δορυφορικής Αλτιμετρίας, και ειδικότερα αξιοποιώντας τις πλούσιες σε πληροφοριακό περιεχόμενο μετρήσεις του σημαντικού ύψους κύματος που παρέχουν οι διαθέσιμοι αλτιμετρικοί δορυφόροι.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η κυματική ενέργεια που περικλείεται στους κυματισμούς αποτελεί μια πρώτη ένδειξη για τον προσδιορισμό κατάλληλων περιοχών για εγκατάσταση κυματικών πάρκων. Από τους αλτιμετρικούς δορυφόρους, ως δεδομένο, παρέχονται οι μετρήσεις σημαντικού ύψους κύματος (H_s). Η μετάβαση από το σημαντικό ύψος κύματος, στην κυματική ισχύ P , πραγματοποιείται μέσω της σχέσης:

$$P = \frac{\rho g^2 H_s^2 T}{64\pi} \approx 0.5 H_s^2 T, \text{ όπου } \rho \text{ είναι η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού, } g \text{ η ένταση της βαρύτητας, και } T \text{ η}$$

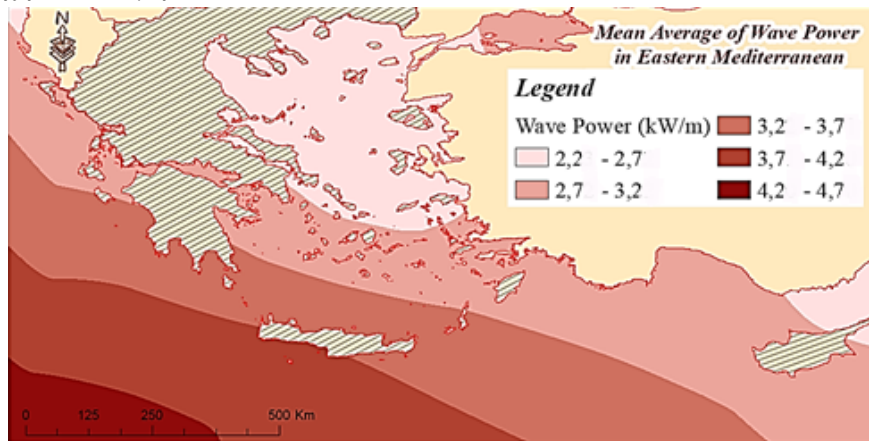
περίοδος των κυμάτων. Βάσει των υπολογισμών εντοπίζονται οι περιοχές στις οποίες έχει νόημα η αξιοποίηση της κυματικής τους ενέργειας. Σε επόμενο στάδιο, θεωρώντας διατάξεις κυματικών συσκευών τοποθετημένες στις περιοχές αυτές, υπολογίζεται η ετήσια παραγόμενη κυματική ενέργεια που συλλαμβάνεται και μετατρέπεται σε ηλεκτρική από τις συσκευές. Στο σχήμα συνοψίζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της ετήσιας κυματικής ενέργειας που αξιοποιείται τελικά, δεδομένης της μέσης κυματικής ενέργειας που εντοπίζεται στην περιοχή (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Βήματα εκτίμησης της κυματικής ισχύος

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Τα δεδομένα που αντλήθηκαν από την Γαλλική Υπηρεσία Aviso αποτελούν δεδομένα σημαντικού ύψους κύματος σε σημεία κανάβου στην εκάστοτε περιοχή ενδιαφέροντος. Από την ανάλυση τους υπολογίζονται τα μεγέθη ενεργειακή πυκνότητα και κυματική ισχύς. Στα πλαίσια της παρούσης εργασίας, η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε για τον ελλαδικό και κυπριακό θαλάσσιο χώρο, επικεντρώνοντας την ανάλυση ανά εποχή και ανά μήνα.



Σχήμα 2: Μεση κυματική ισχύς

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Έπειτα από την ανάλυση των κυματικών δεδομένων, προέκυψε ότι οι περιοχές που παρουσιάζουν τα υψηλότερα επίπεδα κυματικού ενεργειακού δυναμικού είναι η νότια πλευρά της Κρήτης (4 KW/m) για τον ελλαδικό χώρο και ο θαλάσσιος χώρος γύρω από την περιοχή της Πάφου (2 KW/m) για την Κύπρο. Στην παρούσα εργασία τα δεδομένα που προέρχονται από αλτιμετρικούς δορυφόρους αξιοποιούνται σε μια διαφορετική εφαρμογή απ' ότι συνήθως: την ανάδειξη της ενέργειας των κυμάτων, ώστε να αποκτηθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα για το κυματικό δυναμικό στην ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Παράλληλα, η ιδέα της αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας στην περιοχή αυτή αποτελεί μια καινοτόμο πρόταση, καθώς μόλις τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται η εντατική προσπάθεια αξιοποίησής της σε παγκόσμιο επίπεδο. Επίσης, οι μετατροπείς κυματικής ενέργειας αποτελούν «αναδυόμενες» τεχνολογίες που απομένει να αποδείξουν την αξιοπιστία τους και τις δυνατότητες επιβίωσής τους στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας στον ελλαδικό νησιωτικό χώρο θα μπορούσε να συμβάλει στην άμβλυνση της ελλιπούς διασύνδεσης νησιωτικών περιοχών με το ηπειρωτικό σύστημα διανομής ενέργειας και των αυξημένων ενεργειακών αναγκών κατά την τουριστική περίοδο.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος διπλωματικής εργασίας υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Δημητρίου Δεληκαράογλου

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Delikaraoglou, D. and Delikaraoglou, S., (2012). The contribution of geodetic altimeter satellites in mapping the Greek area: a feasibility study for the exploitation of the wave energy (in Greek), *Geografies*, Issue 19, pp. 70-88.
- Falcão, A. (2010). Wave energy utilization: A review of the technologies, *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 14, Issue 3, pp. 899-918.
- Kaselimi, M. (2015). An analysis of multi-mission satellite altimeter data for estimating the prospects of wave energy potential in Eastern Mediterranean. Diploma Thesis, Department of Surveying Engineering, National Technical University of Athens (in Greek).

Δημιουργία Συστήματος Υποστήριξης Λήψης Χωρικών Αποφάσεων για τη Χωροθέτηση Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων με τη Χρήση των Σ.Γ.Π – Μεθόδων Βελτιστοποίησης και Χωρικής Ανάλυσης

Λουκάς Κατίκας
Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Στην παρούσα διδακτορική έρευνα προτείνεται η δημιουργία ενός Συστήματος Υποστήριξης Λήψης Χωρικών Αποφάσεων - Spatial Decision Support System (SDSS) για τη χωροθέτηση Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων (ΘΑΠ) για το Κεντρικό και Βόρειο Αιγαίο. Προτείνεται μία νέα μεθοδολογία για τη βελτιστοποίηση της εύρεσης πιθανών θέσεων χωροθέτησης σε επίπεδο αιολικού πάρκου, συναρτήσει των περιοχών αποκλεισμού και καταλληλότητας και της ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων στο πλαίσιο του Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού. Παράλληλα, και σε συνδυασμό με τη στατιστική ανάλυση για την εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου, θα γίνει ανάλυση χωροθέτησης σε επίπεδο ανεμογεννήτριας με σκοπό τη μεγιστοποίηση της παραγόμενης ισχύος, της οικονομικής αποδοτικότητας αλλά και την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους και μέσω της ανάπτυξης βέλτιστων τεχνικών ελέγχου.

2. Μεθοδολογία

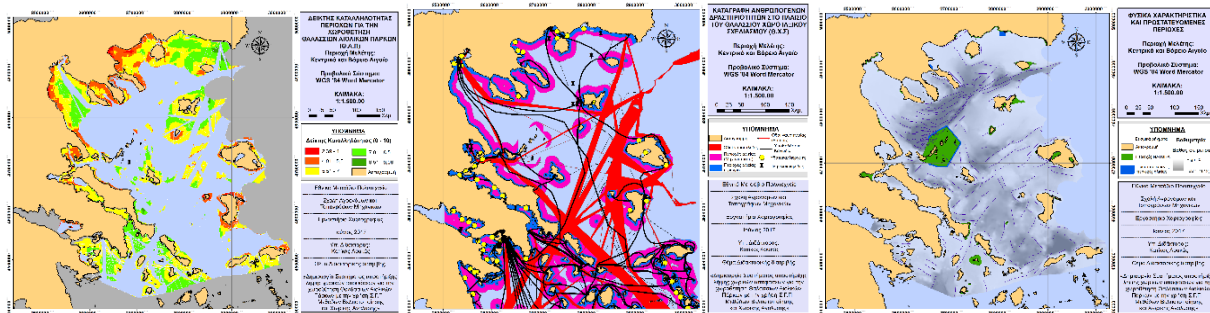
Τα βασικά εργαλεία διαχείρισης για το SDSS που θα αναπτυχθεί θα αξιοποιούν τις δυνατότητες των ΣΓΠ, ενώ για την ανάπτυξη των αλγόριθμων χωρικής στατιστικής ανάλυσης και βελτιστοποίησης θα αξιοποιηθούν περιβάλλοντα αριθμητικής υπολογιστικής σε συνδυασμό με γλώσσες προγραμματισμού όπως η Python προκειμένου να εξασφαλίζεται η σύνδεση των επεξεργασμένων στατιστικά δεδομένων με το χωρικό σύστημα. Πιο συγκεκριμένα:

1. Στην πρώτη φάση του σχεδιασμού γίνεται η ανάλυση των περιοχών αποκλεισμού συναρτήσει του Θαλάσσιου Χωροταξικού Σχεδιασμού, των νομικών, κοινωνικών αλλά και περιβαλλοντικών περιορισμών (οδοί ναυσιπλοΐας, περιοχές στρατιωτικών ασκήσεων, υπάρχουσες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, προστατευόμενες περιοχές κλπ) (Stelzenmuller et al 2013).
2. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η ανάλυση καταλληλότητας συναρτήσει των ανεμολογικών, βαθυμετρικών και γεωμορφολογικών δεδομένων, η ανάλυση εγγύτητας με λιμενικές εγκαταστάσεις, την ακτογραμμή και τα χερσαία σημεία διασύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο. Σε αυτό το στάδιο γίνεται η ενσωμάτωση των πρώτων αλγόριθμων βελτιστοποίησης προκειμένου να οριοθετηθούν οι καταλληλότερες περιοχές υπό τη μορφή ενός πλήρως αυτοματοποιημένου χωρικού μοντέλου. Παράλληλα, θα ορισθούν οι καταλληλότερες περιοχές συναρτήσει της ελαχιστοποίησης των ανθρωπογενών σωρευτικών επιπτώσεων (Hong et Moller 2011).
3. Στο τελικό στάδιο θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση των βέλτιστων θέσεων των ανεμογεννητριών ανά προτεινόμενο ΘΑΠ υπολογίζοντας την τελική τους διάταξη, διασύνδεση και σύνδεση τους με το χερσαίο δίκτυο. Η τελική θέση των Α/Γ ανά περιοχή ενδιαφέροντος θα βασιστεί πάνω στην μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας και της ελαχιστοποίησης του κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας των Θ.Α.Π. (Fradsen et al. 2006).

3. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Τα πρώτα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω χάρτες (Εικόνα 1) όπου και απεικονίζονται οι περιοχές καθολικού αποκλεισμού, οι περιοχές αξιολόγησης αλλά και ο τελικός καταλληλότητας των τελικών περιοχών που μπορούν εν δυνάμει να φιλοξενήσουν Θ.Α.Π. Τέλος γίνεται η ενσωμάτωση του πρώτου

αλγόριθμοι βελτιστοποίησης μέσω της Pythοn όπου οριοθετούνται οι περιοχές μεγιστοποίησης του δείκτη καταλληλότητας και δείκτη απόδοσης (objective functions) με ένα σύνολο περιορισμών (constraints), όπως η γειτνίαση των κελιών αλλά και ο αριθμός των περιοχών που επιστρέφει ο αλγόριθμος.



Εικόνα 1: Χάρτες τελικής αξιολόγησης, ανθρ. δραστηριότητας και περιοχών αποκλεισμού

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα στοιχεία

Τα συμπεράσματα που ανακύπτουν μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση και τα πρώτα αποτελέσματα είναι ότι:

- Υπάρχει ένα μεγάλο κενό αναφορικά με την ανάπτυξη ολιστικών μεθοδολογιών για τη χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων με τη χρήση των Σ.Γ.Π.
- Σε αρκετές μελέτες τονίζεται ότι χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου (θαλάσσια ανεμολογικά δεδομένα).
- Έλλειψη μοντέλων χωροθέτησης σε ανομοιογενή περιβάλλοντα (όπως το Αιγαίο) όσον αφορά την βαθυμετρία και τον άνεμο για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων σεναρίων χωροθέτησης.

Η παρούσα έρευνα λοιπόν, αποσκοπεί στην διερεύνηση και απάντηση των παρακάτω ερωτημάτων:

1. Πώς μέσα από την αξιοποίηση των Σ.Γ.Π είναι δυνατή η ανάπτυξη ολιστικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων για ζητήματα που αποτελούνται από πολύ-παραμετρικές αναλύσεις;
2. Πώς η αβεβαιότητα των δεδομένων των ταχυτήτων του ανέμου και της παραγόμενης ισχύος για μια περιοχή μεταβάλλει τις τελικές κατάλληλες περιοχές και πως ο υπολογισμός μπορεί να γίνεται εύκολα και γρήγορα μέσα από αυτοματοποιημένες διαδικασίες;

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής έρευνας υπό την επίβλεψη των Καθηγητών κ. Κάβουρα Μαρίνου, κ. Νάκο Βύρωνα, κ. Κυριακίδη Φαίδωνα τους οποίους και ευχαριστώ θερμά. Παράλληλα, σημαντική είναι η συμβολή του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, των κ. Κοντού Θεμιστοκλή (Μέλος Ε.ΔΙ.Π) και κ. Παυλογεωργάτου Γ. (Αναπλ. Καθηγητής) του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Frandsen S., Barthelmie R., Pryor S., Rathmann O., Larsen S. and Hojstrup J. (2006). Analytical Modelling of Wind Speeds Deficit in Large Offshore Wind Farms, *Journal in Wind Energy*, Vol. 9, pp. 39-53.

Hong L., Moller B. (2011). Offshore wind energy potential in China: under technical, spatial and economic constraints, *Journal in Energy*, Vol. 36, pp. 4482 - 4491.

Stelzenmuller V., Lee J., South A., Foden J. and Rogers S. I. (2013). Practical tools to support marine spatial planning: A review an some prototype tools, *Journal in Marine Policy*, Vol. 38, pp. 214-227.

Εκτίμηση και Παρακολούθηση Ποιοτικών Παραμέτρων σε Υδάτινες Μάζες από Τηλεπισκοπικά Δεδομένα και Χρονοσειρές

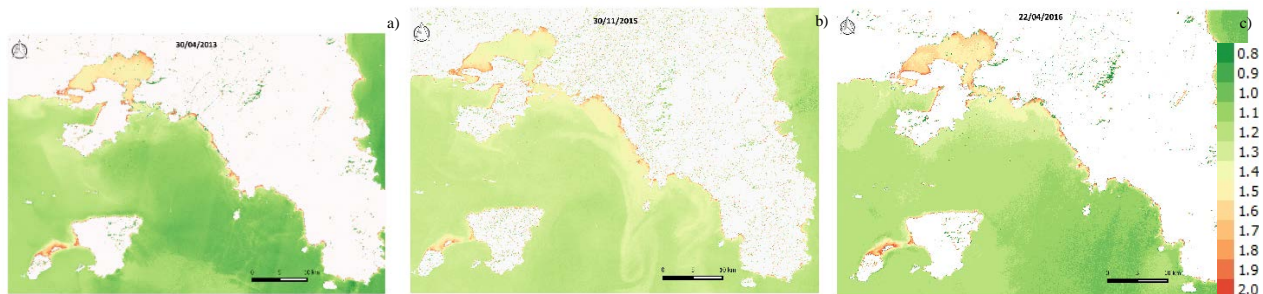
Αικατερίνη Κικιάκη
Υποψήφια Διδάκτωρ ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Η συστηματική παρακολούθηση και εκτίμηση της κατάστασης των παράκτιων υδάτων αποτελεί βασικό πυλώνα της προστασίας και διαχείρισης του θαλάσσιου περιβάλλοντος αλλά και της διασφάλισης της ανθρώπινης υγείας. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί αρκετά εμπειρικά μοντέλα με σκοπό την εκτίμηση των βασικών παραμέτρων της ποιότητας του νερού μέσω τηλεπισκοπικών δεδομένων υψηλής ανάλυσης. Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκαν και αξιολογήθηκαν για πρώτη φορά τρία εμπειρικά μοντέλα και τα θερμικά κανάλια του δορυφόρου Landsat 8 για την εκτίμηση των επιφανειακών συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης και της επιφανειακής θερμοκρασίας στην περιοχή του Σαρωνικού κόλπου.

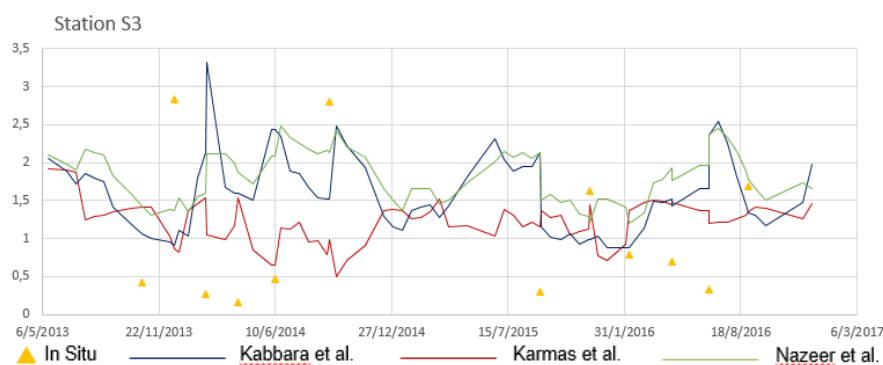
2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Τα δορυφορικά δεδομένα (Landsat 8) λήφθηκαν για τη χρονική περίοδο (2013-2016) και διορθώθηκαν ραδιομετρικά και ατμοσφαιρικά. Ακολούθησε η εφαρμογή των εμπειρικών μοντέλων των Kabbara et al. (2008), Nazeer et al. (2016) και Karmas et al. (2016) σε 67 εικόνες για την εξαγωγή των επιφανειακών συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης και τα δεδομένα του αισθητήρα TIRS μετατράπηκαν σε τιμές της επιφανειακής θερμοκρασίας (L8 Handbook, 2016). Σχετικά με τα *in situ* δεδομένα οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια ερευνητικών πλόων με το ω/κ σκάφος «ΑΙΓΑΙΟ» από τον Οκτώβριο 2013 έως το Σεπτέμβριο 2016.

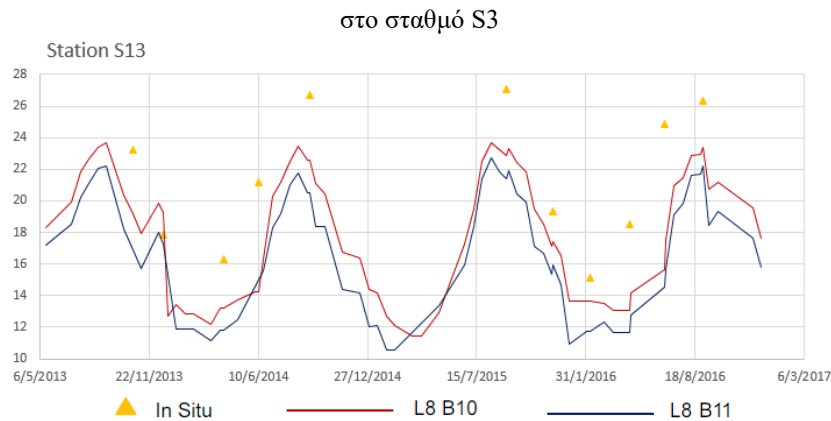


Σχήμα 1: Εποχικές αλλαγές των επιφανειακών συγκεντρώσεων χλωροφύλλης (mg/m^3) στον Σαρωνικό κόλπο (Karmas et al., 2016), a) 30/04/2013, b) 30/11/2015, c) 22/04/2016

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων



Σχήμα 2: Αξιολόγηση των εμπειρικών μοντέλων σχετικά με την εκτίμηση της χλωροφύλλης



Σχήμα 3: Αξιολόγηση των θερμικών καναλιών σχετικά με την εκτίμηση της θερμοκρασίας στο σταθμό S13

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η ανάλυση των χρονοσειρών έδειξε ότι το μοντέλο των Karmas et al. (2016) είναι το πιο σταθερό από τα υπόλοιπα σε σχέση με τα *in-situ* δεδομένα. Επομένως η χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου με τη συμμετοχή και του καναλιού L8-B10 οδηγεί σε ικανοποιητικά αποτελέσματα σχετικά με την εκτίμηση των εποχικών αλλαγών σε βασικές παραμέτρους ποιότητας των παράκτιων υδάτων της περιοχής μελέτης μέσω τηλεπισκοπικών δεδομένων. Ειδικότερα στη σύνθετη από πλευράς χρήσης και ρυπαντών περιοχή του Σαρωνικού κόλπου, γίνεται μια αξιολόγηση των αποτελεσμάτων σε επίπεδο χρονοσειράς και πολλαπλών εκτιμήσεων για την επικύρωση, αξιολόγηση και επιλογή του βέλτιστου εμπειρικού μοντέλου της βιβλιογραφίας. Επιπλέον, η παρούσα έρευνα συνεισφέρει στη συσχέτιση των καναλιών και των λόγων των καναλιών με τις επιφανειακές παραμέτρους της θάλασσας της Ανατολικής Μεσογείου όπου οι εργασίες της βιβλιογραφίας είναι λίγες σε αριθμό. Τα υπάρχοντα εμπειρικά μοντέλα είναι αναπτυγμένα και προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένες περιοχές κυρίως, γεγονός που επιβεβαιώνεται και στην παρούσα εργασία από την αδυναμία των μοντέλων που εφαρμόστηκαν να εκτιμήσουν τις συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης που είναι μικρότερες από 0.14 mg/m^3 . Βάση των παραπάνω κρίνεται αναγκαία η έρευνα και η ανάπτυξη νέων εμπειρικών μοντέλων που να μπορούν να εφαρμοστούν σε ποικίλες γεωγραφικές περιοχές αλλά και πιο προσαρμοσμένων σε σύνθετα παράκτια ύδατα για τη συνεχή παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης τους.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής διατριβής της Κικιάκη Αικατερίνης υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή Κωνσταντίνου Καράντζαλου. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «Παρακολούθηση των οικοσυστημάτων του κόλπου της Ελευσίνας & του Σαρωνικού κόλπου υπό την επίδραση των κέντρων επεξεργασίας λυμάτων Ψυττάλειας & Θριάσιου πεδίου» (ΕΛΚΕΘΕ).

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Kabbara, N., Benkhelil, J., Awad, M., Barale, V., (2008). Monitoring Water Quality in the Coastal Area of Tripoli (Lebanon) using high resolution Satellite Data, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 63, pp. 488-495.
- Karmas, A., Tzotsos, A., Karantzalos K., (2016). Big Geospatial Data for Environmental and Agricultural Applications, *Springer International Publishing*.
- Nazeer, M., Nichol, J., (2016). Development and Application of a remote sensing based Chlorophyll-a concentration Prediction Model for Complex Coastal Waters of Hong-Kong, *Journal of Hydrology*, Vol. 532, pp. 80-89.

Διερεύνηση του Υπόγειου Υδατικού Αποτυπώματος (ΥΥΑ) ως Δείκτη Χάραξης Πολιτικών Ορθολογικής Διαχείρισης των Υπόγειων Υδατικών Αποθεμάτων Εφαρμογή στον Κάμπο Χανίων

Δέσποινα Χαρχούση¹ και Κατερίνα Σπανουδάκη²

¹ Υποψήφια Διδάκτορας ΣΑΤΜ

² Διδάκτορας ΕΜΠ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Η αύξηση των πιέσεων στο υδατικό περιβάλλον καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη και την εφαρμογή πολιτικών διαχείρισης των υδατικών πόρων με στόχο τη βελτίωση και την προστασία της ποιότητας αλλά και της ποσότητας των υδάτων και των σχετιζόμενων με αυτά οικοσυστημάτων. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της ποιότητας και της ποσότητας των διατιθέμενων υδατικών αποθεμάτων και για την αξιολόγηση προτεινόμενων περιβαλλοντικών μέτρων. Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η υιοθέτηση του πρόσφατα αναπτυγμένου δείκτη Υπόγειο Υδατικό Αποτύπωμα (ΥΑΑ), με σκοπό την διερεύνηση της μεθοδολογίας υπολογισμού του καθώς και την αξιολόγηση της χρήσης του στη διαχείριση των υδατικών πόρων.

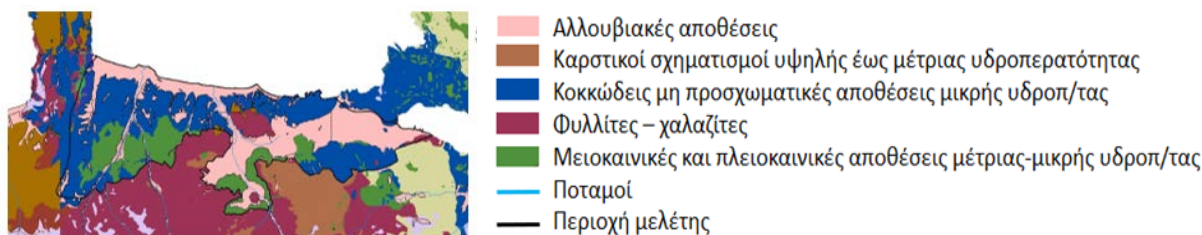
2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Το ΥΑΑ ορίζεται ως η έκταση η οποία απαιτείται ώστε να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα των υπόγειων αποθεμάτων και των «υπηρεσιών οικοσυστημάτων» που εξαρτώνται από τα υπόγεια νερά της περιοχής μελέτης, (π.χ. ενός υδροφορέα) (Gleeson et al., 2012). Το ΥΑΑ προσδιορίζεται ως:

$$ΥΑΑ (m^2) = \frac{C \left(\frac{m}{d}\right)}{R \left(\frac{m}{d}\right) - E \left(\frac{m}{d}\right)} \cdot A (m^2), \quad (1)$$

όπου C η ετήσια άντληση, σταθμισμένη ως προς την επιφάνεια, R η ανατροφοδότηση (φυσική και τεχνητή λόγω άρδευσης), E η συνεισφορά των υπόγειων υδάτων στην απαιτούμενη περιβαλλοντική ροή και A η έκταση της περιοχής μελέτης.

Έχοντας υπολογίσει το ΥΑΑ σε μια περιοχή μελέτης, σκόπιμο είναι να μελετηθεί ο λόγος ΥΑΑ/A, καθώς σε περίπτωση όπου ο λόγος ΥΑΑ/A προκύψει μεγαλύτερος του 1 υποδεικνύεται ότι η συνέχιση της υπερ-εκμετάλλευσης του υδροφορέα θα περιορίσει την διαθεσιμότητα των υπόγειων υδάτων. Η εφαρμογή του δείκτη στα πλαίσια της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε στον κάμπο Χανίων, μιας εξαιρετικά σημαντικής αγροτικής περιοχής όπου απαντώνται προβλήματα υπερ-άντλησης. Στο Σχήμα 1 ορίζεται η περιοχή μελέτης και επισημαίνονται τα κύρια υδρογεωλογικά στοιχεία της περιοχής.



Σχήμα 1: Περιοχή μελέτης – Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Με σκοπό την εκτίμηση των παραμέτρων R, C και E συλλέχθηκαν στοιχεία από παλαιότερες μελέτες που αφορούν στην περιοχή μελέτης και τους αρμόδιους φορείς. Η επεξεργασία των όλων των δεδομένων όπως το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM), οι χρήσεις γης, τα μετεωρολογικά δεδομένα, τα όρια των γεωλογικών σχηματισμών και των υδατικών σωμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Στη συνέχεια αναπτύχθηκε μοντέλο υπόγειας ροής στο λογισμικό πακέτο Visual Modflow. Η παράμετρος R (ανατροφοδότηση) θεωρήθηκε στη συγκριμένη περιοχή ως η ανατροφοδότηση του υδροφορέα μέσω της βροχόπτωσης, της αλληλεπίδρασης του υδροφορέα με τους ποταμούς αλλά και των καρστικών πηγών οι οποίες εμφανίζονται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης. Η παράμετρος E προσεγγίστηκε θεωρώντας ότι η συνεισφορά των υπόγειων νερών στην περιβαλλοντική ροή βρίσκεται στην ίδια αναλογία με τη συνεισφορά των υπόγειων νερών στη φυσική ροή. Κατά τους υπολογισμούς, η περιβαλλοντική ροή προσεγγίστηκε μέσω της μεθόδου Tennant (Tennant, 1976).

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Για βέλτιστες οικολογικές συνθήκες (περιβαλλοντική ροή 60% της μέσης ετήσιας ροής), το ΥΥΑ προκύπτει 187,69 km², δηλαδή περίπου 93,8% της πραγματικής έκτασης του υδροφορέα. Ο λόγος ΥΥΑ/Α που υπολογίστηκε στον κάμπο Χανίων είναι μικρότερος από 1, υποδεικνύοντας ότι η διαχείριση των υπόγειων υδατικών πόρων στην περιοχή είναι ικανοποιητική. Ωστόσο, τονίζεται ότι το ΥΥΑ υπολογίστηκε για μέσες ετήσιες τιμές και συνεπώς δεν έχει ληφθεί υπόψη η ανταπόκριση του υδροφορέα στις εποχιακές μεταβολές βροχόπτωσης και άντλησης καθώς και υπό την επίδραση ακραίων κλιματικών καταστάσεων (π.χ. εκτενής ξηρασία κτλ).

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Κατά την εφαρμογή του δείκτη ΥΥΑ στον κάμπο Χανίων μελετήθηκε για πρώτη φορά, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, η επιρροή της υδραυλικής σύνδεσης του υδροφορέα με τα γειτονικά υπόγεια υδατικά συστήματα (καρστικές πηγές) στην ανατροφοδότηση R του υδροφορέα. Επίσης, μέσω της ρύθμισης του μοντέλου που αναπτύχθηκε με τη χρήση του αλγορίθμου προσομοίωσης της υπόγειας ροής MODFLOW μειώθηκε η αβεβαιότητα των διαθέσιμων δεδομένων για τις περιόδους και την ποσότητα άντλησης.

Το ΥΥΑ μπορεί να αποδειχτεί ένα χρήσιμο εργαλείο στην διαχείριση των υπόγειων υδατικών πόρων, καθώς αποτελεί μία σύγχρονη προσέγγιση εκτίμησης του υδατικού ισοζυγίου μιας περιοχής λαμβάνοντας υπόψη την απαιτούμενη συμβολή των υπόγειων νερών στη ροή των ποταμών με σκοπό τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των οικοσυστημάτων που εξαρτώνται από τα υδατικά συστήματα της περιοχής. Ωστόσο, για να χρησιμοποιηθεί το ΥΥΑ ως δείκτης χάραξης πολιτικών ορθολογικής διαχείρισης των υπόγειων υδατικών αποθεμάτων, θα πρέπει να ελεγχθεί η αξιοπιστία του υπό μεταβαλλόμενες συνθήκες καθώς και η αβεβαιότητα της τιμής του δείκτη η οποία οφείλεται στην αβεβαιότητα των παραμέτρων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής εργασίας υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Μαρίας Π. Παπαδοπούλου. Μέρος της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE ADAPT2CLIMA..

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F. P. and van Beek, L. P. H., (2012). Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, 488 (7410), pp. 197-200.
- Tennant, D.L., (1976). Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation, and related environmental resources, in Instream flow needs, Volume II. *Proceedings of the symposium and specialty conference on instream flow needs, May 3-6, American Fisheries Society*, pp. 359-373.

Η Κοινωνική Διάσταση της Κλιματικής Αλλαγής σε Έντονα Αστικές Περιοχές του Λεκανοπεδίου Αττικής

Ευανθία Ζούπη και Παναγιώτης - Τσαμπίκος Κολιώτης
Διπλωματούχος ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της κοινωνικής διάστασης της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στο αστικό περιβάλλον. Στόχος της μελέτης είναι η διερεύνηση και καταγραφή απόψεων και στάσεων κατοίκων τριών περιοχών της Αττικής, σχετικά με το φαινόμενο. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφηκαν τα επίπεδα ενημέρωσης, ευαισθητοποίησης και διάθεσης λήψης μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. Ως περιοχές μελέτης επιλέχθηκαν καλλικρατικοί δήμοι με χαμηλή επάρκεια αστικού πρασίνου και πιο συγκεκριμένα ήταν η Νέα Σμύρνη (ΠΜ1), η Καλλιθέα (ΠΜ2) και ο Κορυδαλλός (ΠΜ3).

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Βάση της ανάλυσης, σχετικά με την επάρκεια του αστικού πρασίνου, της ευρύτερης περιοχής του Λεκανοπεδίου, μέσω ενός συστήματος αστικών δεικτών πρασίνου, προέκυψαν οι περιοχές στις οποίες το πρόβλημα της επάρκειας αστικού πρασίνου είναι πολύ μεγάλο. Πιο συγκεκριμένα, οι υπό εξέταση δείκτες ήταν η αναλογία πρασίνου ανά κάτοικο, η πυκνότητα πληθυσμού και η ύπαρξη ιδιωτικού πρασίνου. Η αξιολόγηση των εν λόγω δεικτών πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης, η οποία αναπτύχθηκε με σκοπό να περιοριστεί η αβεβαιότητα που προκαλείται σε περιπτώσεις λήψης απόφασης, στις οποίες εμπεριέχονται διαφορετικής φύσεως κριτήρια. Για την επίλυση της πολυκριτηριακής ανάλυσης επιλέχθηκε το λογισμικό DEFINITE, όπου εισήχθησαν οι καλλικρατικοί δήμοι του λεκανοπεδίου της Αττικής, καθορίστηκαν και περιγράφηκαν τα κριτήρια, βάση των οποίων πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση των καλλικρατικών δήμων. Με την εκτέλεση της πολυκριτηριακής ανάλυσης, όπου όλα τα κριτήρια (αστικοί δείκτες πρασίνου) θεωρήθηκαν ισοβαρή, οι δήμοι σημείωσαν επιδόσεις, με άριστα τη μονάδα (1,00) και χειρότερη επίδοση το μηδέν (0,00).

Πίνακας 1: Επιδόσεις Πολυκριτηριακής Ανάλυσης (multicriteria analysis)

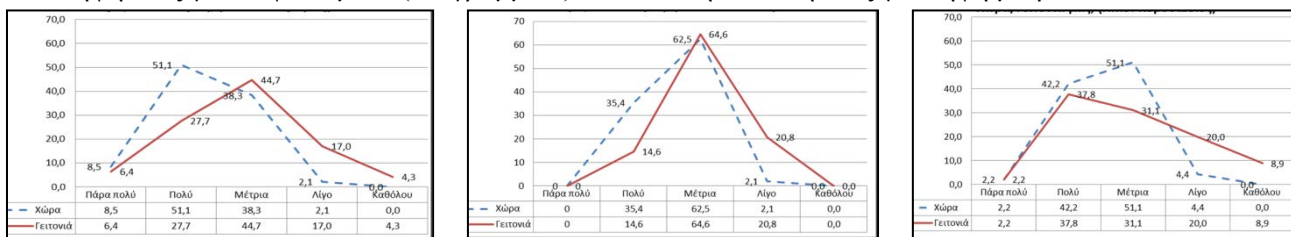
Υπό Εξέταση Καλλικρατικοί Δήμοι	Επίδοση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης	Επίδοση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Χωρικής Υποεπάρκειας, όπου ανήκει
ΠΜ1	0,03	0,38
ΠΜ2	0,00	0,34
ΠΜ3	0,29	0,34

Με βάση τόσο τα αποτελέσματα της εν λόγω ταξινόμησης, όσο και τη σημαντικότητα των επιπτώσεων του φαινομένου της Κλιματικής Αλλαγής αποφασίστηκε η υλοποίηση έρευνας μέσω ερωτηματολογίων. Πιο συγκεκριμένα, μοιράστηκαν 150 ερωτηματολόγια σε περαστικούς και θαμώνες χώρων εστίασης κεντρικών σημείων των τριών δήμων. Το ερωτηματολόγιο, που χρησιμοποιήθηκε, χωρίζεται σε τρία μέρη, εκ των οποίων το ένα αφορά στα δημογραφικά, κοινωνικά και οικονομικά στοιχεία του ερωτώμενου. Να σημειωθεί, επίσης, πως σε ότι αφορά στο φύλο και την ηλικία των ερωτώμενων αυτή προσομοιάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανομή του συνολικού πληθυσμού και των τριών περιοχών μελέτης. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει 8 ερωτήσεις που αφορούν στο επίπεδο ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την Κλιματική Αλλαγή, καθώς

και με τις απόψεις τους σχετικά με τις επιπτώσεις της σε εθνικό επίπεδο και σε επίπεδο γειτονιάς. Το τρίτο τέλος μέρος αποτελείται από 4 ερωτήσεις, μέσω των οποίων επιδιώκεται ο προσδιορισμός του επιπέδου ευαισθητοποίησης, καθώς και της διάθεσης λήψης μέτρων από τους πολίτες. Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή των δεδομένων, αυτά κωδικοποιήθηκαν σε πίνακες σε περιβάλλον Excel και έπειτα πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυσή τους μέσω του λογισμικού SPSS (Superior Performance Software System).

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Με βάση τις απαντήσεις που δόθηκαν, φάνηκε ξεκάθαρα η επιρροή της ύπαρξης ή μη του αστικού πρασίνου στους κατοίκους των περιοχών. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται πως η ύπαρξή του ενισχύει την αισθητική αναβάθμιση της περιοχής κι έτσι δημιουργεί μια εικόνα πόλης που δεν την επηρεάζουν οι επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής, ενώ αντίθετα η απουσία χώρων πρασίνου διαμορφώνει την εικόνα μιας πόλης τρωτής απέναντι στις επιπτώσεις του φαινομένου. Σε αυτήν την κατεύθυνση κινήθηκαν και οι απαντήσεις των κατοίκων των τριών περιοχών μελέτης, οι οποίες αν και πρόκειται για περιοχές με χαμηλή επάρκεια πρασίνου, παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις. Πιο συγκεκριμένα, η Νέα Σμύρνη παρουσιάζει τους περισσότερους οργανωμένους χώρους πρασίνου, έπεται η Καλλιθέα και τέλος, ο Κορυδαλλός που έχει τους λιγότερους. Αυτό λοιπόν φαίνεται πως είναι ένα στοιχείο που επηρεάζει τους κατοίκους τόσο ως προς την αντίληψή τους για το φαινόμενο (Διάγραμμα 1), όσο και τη διάθεσή τους για λήψη μέτρων.



Διάγραμμα 1: Σε τι βαθμό θεωρείτε πως οι επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής είναι εμφανείς στη Χώρα/Γειτονιά μας; (Ν. Σμύρνη (δεξιά), β. Καλλιθέα (κέντρο), γ. Κορυδαλλός (αριστερά))

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Συμπερασματικά, λοιπόν, φαίνεται πως υπάρχει ένα τμήμα των ερωτώμενων που «αντιστέκεται» στην υλοποίηση μέτρων ακόμα και αυτών που το κόστος είναι χαμηλό έως μηδενικό. Η άρνηση αυτή έχει άμεση σχέση με την αντίληψη των παρενεργειών από την κλιματική αλλαγή, την οικολογική συνείδηση του καθένα, αλλά κυρίως με τη δυσκολία αλλαγής συνηθειών (π.χ. χρήση αυτοκινήτου). Επίσης, φαίνεται πως οι αποφάσεις για τη λήψη μέτρων συνδέεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής μελέτης (δίκτυο ΜΜΜ, εκτάσεις πρασίνου κ.ο.κ.), όσο και στα δημογραφικά, κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των κατοίκων. Τέλος, η ιδιαιτερότητα/καινοτομία της παρούσας μελέτης έγκειται στη δυνατότητα χρήσης μεθοδολογικών προσεγγίσεων, όπως είναι οι αστικοί δείκτες πρασίνου, για τον προσδιορισμό της επάρκειας των αστικών χώρων πρασίνου με στόχο την εκτίμηση των επιδράσεων στην κοινωνία.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος διπλωματικών εργασιών υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Ε.Μ.Π. Παπαδοπούλου Μαρίας.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Ζούπη Ε., (2017). Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή: Η κοινωνική διάστασή της σε αστικές περιοχές της Αττικής, *Διπλωματική Εργασία Ε.Μ.Π.*, Αθήνα.

Κολιώτσης Π.-Τ., (2017). Συμβολή των Χώρων Αστικού Πρασίνου στην Ποιότητα Ζωής των Κατοίκων του Λεκανοπεδίου Αττικής υπό το πρίσμα της Βιώσιμης Ανάπτυξης, *Διπλωματική Εργασία Ε.Μ.Π.*, Αθήνα.

Βαθμονόμηση και Επαλήθευση του Λογισμικού SWMM σε μια Αστική Λεκάνη στην Αθήνα, Ελλάδα

Ιωάννης Μ. Κούρτης¹, Γιώργος Κοψιάυτης¹ και Βασίλης Μπέλλος²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

²Μεταδιδακτορικός Ερευνητής ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Σύμφωνα με τους Kron et al. (2012) οι ζημιές στην Ευρώπη, κατά την περίοδο 1980-2010, λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων είναι της τάξης 5-35 δισεκατομμύρια US\$. Τα εξειδικευμένα υπολογιστικά μοντέλα ενδέχεται να αποτελούν μια λύση, καθώς μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη τόσο των κατάλληλων στρατηγικών διαχείρισης όσο και σε μέτρα αντιμετώπισης των πλημμυρικών φαινομένων. Ωστόσο η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων δεδομένων είναι αρκετά περιορισμένη, ειδικά για τις αστικές περιοχές, με συνέπεια η επιλογή των κατάλληλων τιμών για τις παραμέτρους των μοντέλων να είναι αρκετά δύσκολη. Στην παρούσα εργασία, γίνεται έλεγχος της δυνατότητα εφαρμογής αλλά και της αποτελεσματικότητας μιας μεθόδου βαθμονόμησης-επαλήθευσης, ενός αστικού υδραυλικού μοντέλου. Το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την υδρολογική-υδραυλική προσομοίωση είναι το Storm Water Management Model (SWMM) και η προσομοίωση έλαβε χώρα σε δυο αστικές λεκάνες, με παντοροϊκό αποχετευτικό δίκτυο, στην περιοχή της Αθήνας.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Οι παράμετροι του λογισμικού SWMM, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην διαδικασία βαθμονόμησης, ήταν: (i) το αδιαπέρατο ποσοστό της κάθε υπολεκάνης, και (ii) το πλάτος της κάθε υπολεκάνης. Η περιοχή μελέτης κατηγοριοποιήθηκε σε 4 αδιαπέρατες κατηγορίες σύμφωνα με της χρήσεις γης: (i) 0-20 %, (ii) 20-40 %, (iii) 40-70 % και (iv) >70 %. Επιπλέον, για να είναι δυνατή η αλλαγή του πλάτους κατά τη διάρκεια της διαδικασίας βαθμονόμησης, το μέγιστο μήκος χερσαίας ροής, κάθε υπολεκάνης, επιλέχθηκε να μεταβάλλεται σύμφωνα με την εξίσωση:

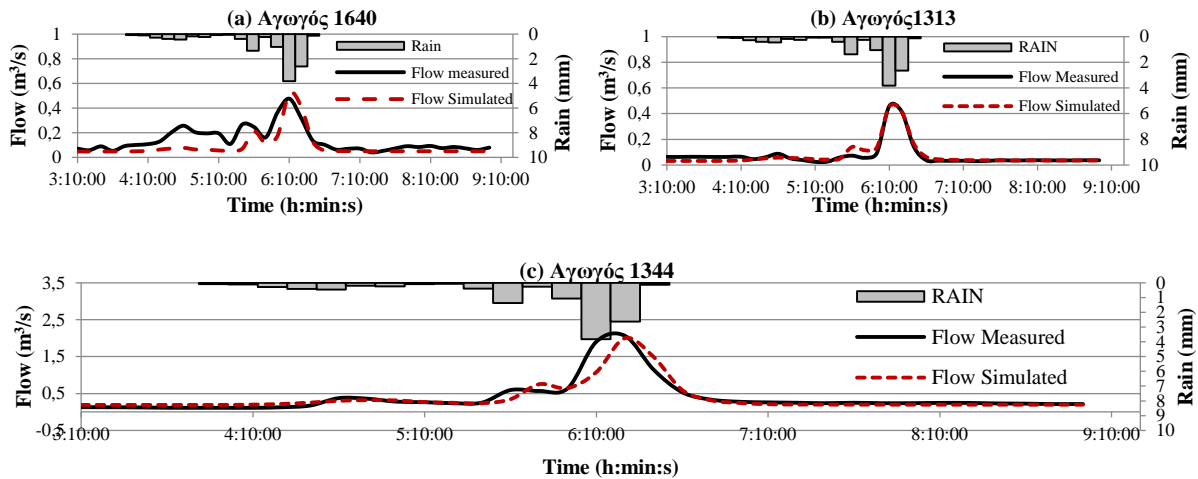
$$W = \frac{A}{L} \quad (1)$$

όπου: A είναι η έκταση κάθε υπολεκάνης (m²) και L είναι το μέγιστο μήκος χερσαίας ροής (m).

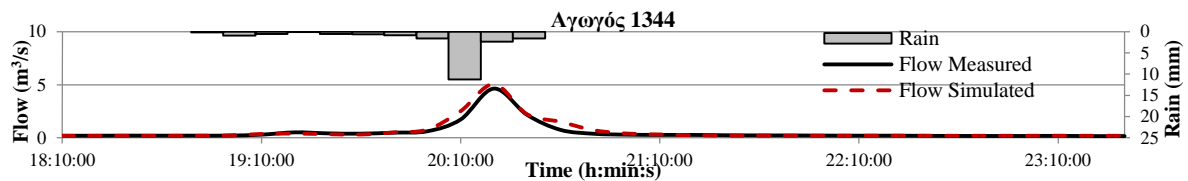
Για την διαδικασία της βαθμονόμησης η επικοινωνία μεταξύ του γενετικού αλγορίθμου (Genetic Algorithm) και του λογισμικού SWMM πραγματοποιήθηκε μέσω του Matlab (Goldberg 1989). Η μετρημένη ροή σε τρεις αγωγούς του παντοροϊκού συστήματος χρησιμοποιήθηκε για την διαδικασία βαθμονόμησης και επαλήθευσης. Ο συντελεστής Nash-Sutcliffe χρησιμοποιήθηκε ως η αντικειμενική συνάρτηση για την διαδικασία της βαθμονόμησης, ενώ τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν περαιτέρω χρησιμοποιώντας κριτήρια απόδοσης όπως: RMSE, MAE, Coefficient of Determination r², d, NOF και ο συνολικός όγκο της απορροής στο αποχετευτικό σύστημα.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας βαθμονόμησης παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 1 και στον Πίνακα 1. Τέλος, στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν κατά τη διαδικασία της επαλήθευσης



Εικόνα 1: Σύγκριση μετρημένων και προσομοιωμένων υδρογραφημάτων για τη διαδικασία της βαθμονόμησης



Εικόνα 2: Σύγκριση μετρημένων και προσομοιωμένων υδρογραφημάτων για τη διαδικασία της επαλήθευσης

Πίνακας 1: Αποτελέσματα δεικτών αξιολόγησης

Αγωγός / Αποτελέσματα	Βαθμονόμηση							Επαλήθευση						
	RMSE	E	MAE	r ²	d	NOF	% Vol.	RMSE	E	MAE	r ²	d	NOF	% Vol.
1640	0.006	0.355	0.057	0.647	0.849	0.045	-35.10	-	-	-	-	-	-	-
1313	0.024	0.933	0.016	0.936	0.983	0.329	+1.72	-	-	-	-	-	-	-
1344	0.166	0.855	0.086	0.858	0.958	0.433	-2.63	0.217	0.934	0.103	0.967	0.986	0.417	+13.91

4. Συμπεράσματα

Ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να ελέγξει κατά πόσο το λογισμικό SWMM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις αστικές λεκάνες της Αθήνας και επιπλέον να παρέχει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία βαθμονόμησης. Η καινοτομία στην παρούσα εργασία έγκειται στην παροχή ενός συνόλου αρχικών παραμέτρων οι οποίες θα μπορούσαν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση του συνόλου των αστικών λεκανών του παντοροϊκού συστήματος της Αθήνας.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Goldberg D.E., (1989). *Genetic Algorithm in Search optimization & Machine Learning*, Addison-Wesley.
 Kron W., Steuer M., Löw P., Wirtz A., (2012). How to deal properly with a natural catastrophe database – analysis of flood losses, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 12 No.3, pp. 535–550.

Ολοκληρωμένη Προσομοίωση Πλημμύρας σε Επίπεδο Αστικής Λεκάνης Απορροής

Ειρήνη Ραπτάκη¹, Βασίλης Μπέλλος² και Ιωάννης Μ. Κούρτης³

¹Προπτυχιακή Σπουδάστρια ΣΑΤΜ,

²Μεταδιδακτορικός Ερευνητής ΣΑΤΜ,

³Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή

Το ενδιαφέρον για τις πλημμύρες, ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές, έχει αρχίσει να εντείνεται, κυρίως λόγω της ραγδαίας αστικοποίησης που συμβαίνει τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο (Bellos and Tsakiris 2015). Παρόλο που η υδρολογία ως κλάδος έχει αναπτυχθεί αρκετά σε επίπεδο φυσικής λεκάνης απορροής (rural hydrology), εντούτοις η προσομοίωση πλημμύρας σε επίπεδο αστικής λεκάνης απορροής απαιτεί ιδιαίτερη προσέγγιση, κυρίως λόγω της πολυπλοκότητας, καθώς και λόγω των αποχετευτικών έργων, που παίζουν σημαντικό ρόλο καθώς αποτελούν βασικά έργα υποδομής. Για την προσομοίωση της πλημμύρας σε επίπεδο αστικής λεκάνης έχουν αναπτυχθεί διάφορα πακέτα λογισμικού (π.χ. Storm Water Management Model-SWMM, MikeUrban-MikeFlood, InfoWorks, κ.α.). Τα εν λόγω λογισμικά συνδυάζουν ένα μοντέλο βροχόπτωσης-απορροής με το οποίο υπολογίζεται η ποσότητα του νερού που απορρέει στο αποχετευτικό δίκτυο, ένα υδροδυναμικό μοντέλο που προσομοιώνει τη ροή εντός του αποχετευτικού δικτύου και ένα μοντέλο που προσομοιώνει την πλημμυρική ροή στην επιφάνεια της λεκάνης, στην περίπτωση που το αποχετευτικό δίκτυο δεν έχει τη χωρητικότητα να παραλάβει όλο τον πλημμυρικό φορτίο. Ο συνδυασμός αυτός των διάφορων υπο-μοντέλων αποτελεί την Ολοκληρωμένη Προσομοίωση σε επίπεδο Λεκάνης Απορροής (Integrated Catchment Modelling). Στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση των λογισμικών Mike Urban και Mike Flood (1D-2D), για την προσομοίωση της πλημμύρας σε δυο αστικές λεκάνες στην περιοχή της Αττικής. Η μια λεκάνη βρίσκεται στο κέντρο της Αθήνας (Άνω Πατήσια-Κυψέλη) (Λεκάνη I) όπου υπάρχει κατασκευασμένο αποχετευτικό δίκτυο (παντοροϊκό), ενώ αντίστοιχα η άλλη στο Χαϊδάρι (Λεκάνη II) και το αποχετευτικό σύστημα (χωριστικό) βρίσκεται στο στάδιο της μελέτης. Για τις δύο λεκάνες δεν υπήρχαν μετρήσεις βροχής, οπότε για την προσομοίωση επιλέχθηκαν κατάλληλες όμβριες καμπύλες.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Το MikeUrban αποτελεί ένα υδραυλικό μοντέλο, το οποίο επιλύει τις μονοδιάστατες εξισώσεις αβαθών υδάτων στην πλήρη τους μορφή. Αντίστοιχα, το MikeFlood επιλύει τις δισδιάστατες εξισώσεις αβαθών υδάτων στην πλήρη τους μορφή. Τα δύο μοντέλα συνδέονται έτσι ώστε να αντιμετωπίσουν την αλληλεπίδραση μεταξύ της ροής στο υπόγειο αποχετευτικό σύστημα και της ροής στην επιφάνεια του εδάφους (DHI 2016a, DHI 2016b).

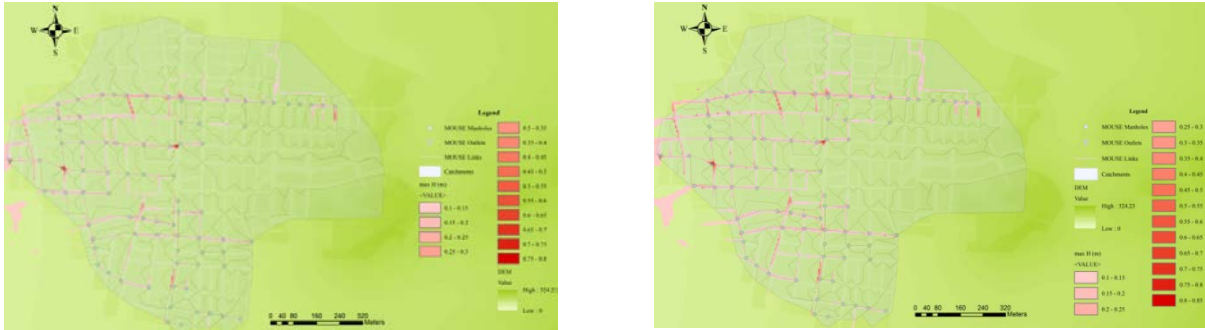
Για την προσομοίωση μια αστικής λεκάνης, τα απαραίτητα δεδομένα εισόδου στα μοντέλα είναι: (i) δεδομένα αποχετευτικού συστήματος (π.χ., έκταση αστικών λεκανών, μήκος και διατομή αποχετευτικών αγωγών, συντελεστής Manning για τους αγωγούς, θέση φρεατίων και υψόμετρα στέψης και εδάφους), (ii) Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΜΕ), (iii) ορισμός της περιοχής όπου θα πραγματοποιηθεί η δισδιάστατη προσομοίωση, (iv) κατώφλι διάκρισης υγρού και ξηρού πυθμένα, (v) συντελεστής Manning για την επιφάνεια του εδάφους, (vi) εξίσωση για την αλληλεπίδραση 1D και 2D μοντέλου (εξίσωση στομίου, εξίσωση υπερχειλιστή εκθετική εξίσωση) (DHI 2016a, DHI 2016b).

3. Αποτελέσματα

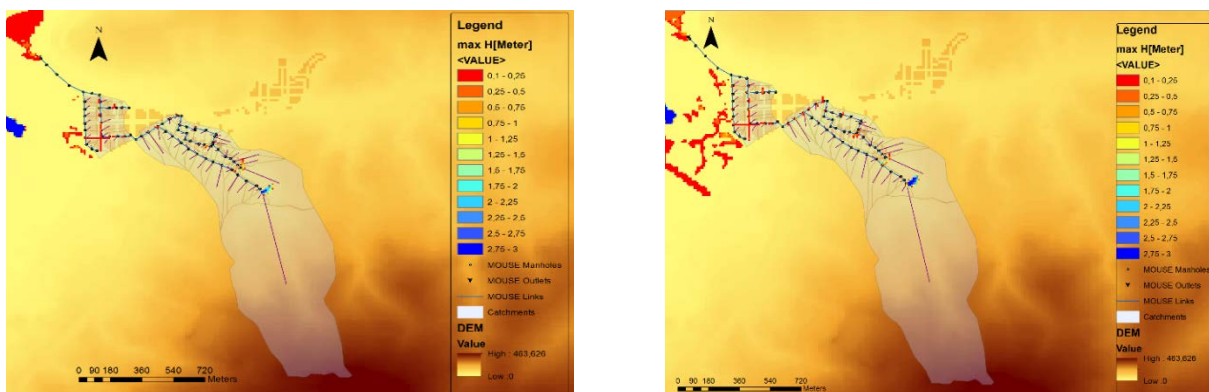
Η 1D-2D προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για περιόδους επαναφοράς 10, 25, 50 και 100 χρόνια και για διάρκεια βροχόπτωσης 1 ώρα. Στις Εικ. 1 και 2 παρουσιάζονται τα πλημμυρικά βάθη και οι κατακλυσμένες

Εορτασμός 100 Χρόνων της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ Ημερίδα Νέων Ερευνητών «Καινοτομία στην Επιστήμη του Αγρονόμου & Τοπογράφου Μηχανικού»

περιοχές που προκύπτουν για τις Λεκάνες I και II, αντίστοιχα, για διάφορες περιόδους επαναφοράς. Για την αναπαράσταση των κτιρίων σε ένα 1D-2D μοντέλο, υπάρχει η δυνατότητα αύξησης του υψομέτρου στο ΨΜΕ. Σύμφωνα όμως με τους Bellos and Tsakiris (2015) η συγκεκριμένη προσέγγιση ενδέχεται να προκαλέσει αριθμητικές αστάθειες στις περιοχές αύξησης του υψομέτρου (κτίρια).



Εικόνα 1: Χάρτες πλημμύρας για περίοδο επαναφοράς 10 (αριστερά) και 25 (δεξιά) χρόνια και για διάρκεια βροχής 1 ώρα για την αστική Λεκάνη I



Εικόνα 2: Χάρτες πλημμύρας για περίοδο επαναφοράς 50 (αριστερά) και 100 (δεξιά) χρόνια και για διάρκεια βροχής 1 ώρα για την αστική Λεκάνη II

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία προσομοιώθηκε η πλημμύρα σε δύο αστικές λεκάνες της Αττικής κάνοντας χρήση ενός 1D-2D μοντέλου (Mike Urban-Mike Flood). Η καινοτομία στην συγκεκριμένη προσέγγιση έγκειται στην δυνατότητα αναπαράστασης τόσο της κατακλυσμένης περιοχής όσο και του βάθους νερού στην επιφάνεια του εδάφους. Επιπλέον, αποτελεί μια πρώτη προσπάθεια για την ολοκληρωμένη προσομοίωση πλημμύρας σε επίπεδο αστικής λεκάνης απορροής. Βέβαια, είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως ο υπολογιστικός χρόνος για τη συγκεκριμένη προσέγγιση είναι αρκετά μεγάλος.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας της κ. Ειρήνης Ραπτάκη υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Βασιλείου Α. Τσιχριντζή. Οι συγγραφείς θα ήθελε επίσης να ευχαριστήσουν την DHI για την παροχή της εκπαιδευτικής άδειας των λογισμικών Mike Urban και Mike Flood.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Bellos V. and Tsakiris G. (2015). Comparing various methods of building representation for 2D flood modelling in built-up areas, *Water Resources Management*, 29, 379-397.

DHI (2016a). MIKE URBAN CS – MOUSE, User guide, Danish Hydraulic Institute, 430p.

DHI (2016b). MIKE FLOOD 1D-2D Modelling, User Manual, Danish Hydraulic Institute, 150p.

Σχεδιάζοντας μια Εναλλακτική-Βιώσιμη Τουριστική Ανάπτυξη: Εφαρμογή στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας

Γιώργος Καπελλάκης¹, Μαρία Μπέλλου¹, Μιχάλης Παρασκευουδάκης¹, Πάνος Παναγόπουλος¹, Στέφανος Τσιγδινός², Αριστείδης Τσιρώνης¹ και Κωνσταντίνος Χαλβαντζής¹

¹ Προπτυχιακός Σπουδαστής ΣΑΤΜ

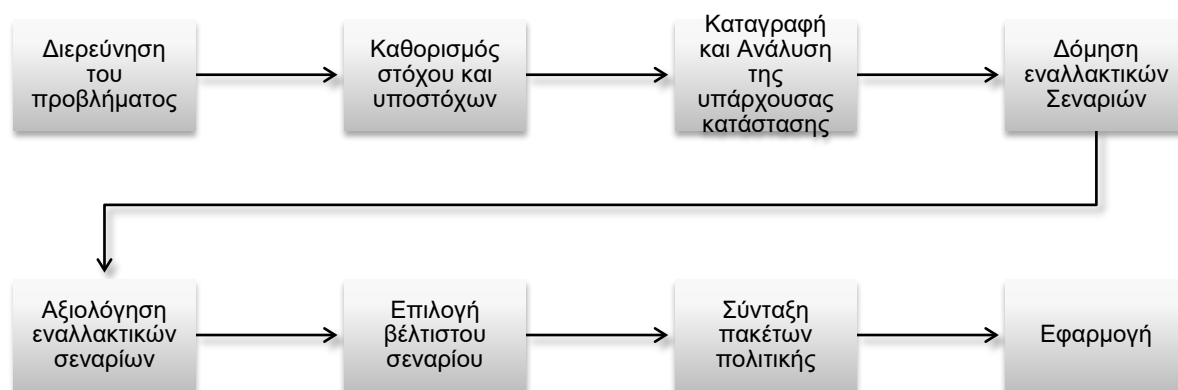
² Διπλωματούχος ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Ο τουρισμός συνιστά ένα πολυδιάστατο κοινωνικοοικονομικό φαινόμενο, που βρίσκεται σε μια συνεχή, μόνιμη και αμφίδρομη σχέση αλληλεξάρτησης με το οικονομικό, κοινωνικό, χωρικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο στο οποίο λειτουργεί και αναπτύσσεται. Η εν λόγω δραστηριότητα απασχολεί σημαντικό ποσοστό εργαζομένων καθιστώντας την μία από τις σημαντικότερες στην Ελλάδα. Η παρούσα εργασία εστιάζει το ενδιαφέρον της στην περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, καθώς αποτελεί μία περιοχή η οποία πέρα από τον ιδιαίτερα ανεπτυγμένο πρωτογενή τομέα παραγωγής, παρουσιάζει συγκριτικά πλεονεκτήματα αναφορικά με τη γεωγραφική της θέση, το φυσικό πλούτο και τους πολιτιστικούς πόρους που διαθέτει. Ωστόσο, η υφιστάμενη ανάπτυξη του τουριστικού τομέα είναι περιορισμένη αναλογικά με τα χαρακτηριστικά της ενώ το τουριστικό της προϊόν δεν κρίνεται αρκετά αναγνώσιμο και ανταγωνιστικό. Ακόμα, η τουριστική δραστηριότητα δεν επεκτείνεται επαρκώς καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Προκειμένου λοιπόν η Στερεά Ελλάδα να αποτελέσει πόλο έλξης σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, κρίνεται σημαντική η υιοθέτηση ενός νέου χωρικού τουριστικού προτύπου, που θα υπακούει στις αρχές της αειφορίας, ικανό να αναδείξει τα πλεονεκτήματα της περιφέρειας σε συνδυασμό πάντα με την προστασία της τοπικής κουλτούρας και της φέρουσας ικανότητας του τόπου. Η εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη ενός σχεδίου τουριστικής ανάπτυξης της περιοχής βασισμένη σε ένα μοντέλο εναλλακτικού τουρισμού συμβάλλοντας παράλληλα στην άρση της εποχικότητας, στην προστασία του περιβάλλοντος και στην οικονομική ανάπτυξη της Περιφέρειας.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Τα στάδια που ακολουθήθηκαν για την υλοποίηση της διαδικασίας του σχεδιασμού είναι τα εξής (Γιαουτζή & Στρατηγέα, 2011):



Σχήμα 1: Στάδια Διαδικασίας Σχεδιασμού

3. Παρουσίαση Σεναρίων και Επιλογή Βέλτιστου Σεναρίου

Τα σενάρια μελλοντικής τουριστικής ανάπτυξης που αξιολογήθηκαν είναι τέσσερα, παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις μεταξύ τους σε σχέση με ς το πρότυπο, το βαθμό ολοκλήρωσης των παραγωγικών τομέων και τον τρόπο προσέγγισης των υποστόχων και μέσα από την κατάλληλη διαδικασία αξιολόγησης επιλέγεται το βέλτιστο. Το πρώτο είναι το μηδενικό ή σενάριο βάσης, το οποίο στηρίζεται στις τάσεις της υφιστάμενης κατάστασης, ενώ τα υπόλοιπα τρία δομούνται με την προσέγγιση backcasting. Το δεύτερο σενάριο προτείνει την οργάνωση της τουριστικής ανάπτυξης σε θεματικά δίκτυα (υλικά ή άυλα), προωθώντας την ενδοπεριφερειακή συνεργασία, το τρίτο «οραματίζεται» την τουριστική δραστηριότητα να αναπτύσσεται σε ορισμένους ισχυρούς πόλους έλξης που απαντώνται διασκορπισμένοι στην περιοχή, αναμένοντας την επίτευξη πολλαπλασιαστικών οφελών και για τις υπόλοιπες περιοχές της περιφέρειας και το τελευταίο σενάριο οργανώνει την τουριστική δραστηριότητα με βάση τις επιμέρους περιφερειακές ενότητες, αφού πρωτίστως υπάρξει μια ενιαία συνολική ανάγνωση της περιοχής, με σκοπό την αξιοποίηση όλων των υπάρχουσών δυνατοτήτων καθώς και την ισόρροπη ανάπτυξη της περιοχής. Για την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων επιλέχθηκαν δύο μέθοδοι. Η πρώτη είναι η ποιοτική μέθοδος SWOT και η δεύτερη η πολυκριτηριακή (REGIME), που δέχεται τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά στοιχεία. Όπως προέκυψε και από τις τέσσερις αξιολογήσεις που έγιναν (είτε με βάρη είτε χωρίς), το επικρατέστερο σενάριο τουριστικής ανάπτυξης είναι το τέταρτο το ονομαζόμενο «Περιφερειακές Ενότητες». Η δέσμη προτάσεων πολιτικής περιλαμβάνει τη διατύπωση των αξόνων που διαχωρίζονται σε επιμέρους δράσεις και αυτά με τη σειρά τους εξειδικεύονται σε ορισμένα μέτρα. Οι άξονες είναι πέντε και αναφέρονται στον εμπλουτισμό και ανάδειξη του εναλλακτικού προϊόντος, στην προστασία και ορθολογική διαχείριση του περιβάλλοντος, στη δημιουργία και αναβάθμιση υποδομών λειτουργίας και υποστήριξης, στην ενίσχυση της επιχειρηματικής δραστηριότητας και στην τεχνολογική ανάπτυξη και προώθηση της καινοτομίας. Απαραίτητη κρίνεται επίσης, η συνεργασία με την τοπική κοινωνία με στόχο τον εμπλουτισμό του σχεδίου αλλά και τη διευκόλυνση εφαρμογής του.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η υλοποίηση των πακέτων πολιτικής του επιλεγθέντος σεναρίου αναμένεται να βελτιώσει το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων και εργαζομένων της περιοχής μέσα από την αναβάθμιση των υποδομών και την ενίσχυση της απασχόλησης. Ακόμα, η περιφέρεια εκτιμάται πως θα αποκτήσει ένα αρκετά ανταγωνιστικό και αναγνωρίσιμο τουριστικό προϊόν το οποίο θα καλύπτει τη ζήτηση, αξιοποιώντας όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα με πολύπλευρο τρόπο τις δυνατότητες της περιοχής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Καινοτομία της εργασίας αποτελεί η ιδιαίτερη έμφαση στην χωρική διάσταση της τουριστικής ανάπτυξης, η στροφή προς τα εναλλακτικά είδη τουρισμού, ο τρόπος προβολής και προώθησης του τουριστικού προϊόντος, ο συνδυασμός τουριστικής δραστηριότητας και προστασίας του περιβάλλοντος, η αναζήτηση εναλλακτικών χρηματοδοτικών εργαλείων καθώς και η αξιοποίηση του φυσικού ή τεχνητού πλούτου της περιοχής όχι μόνο για τις ανάγκες των επισκεπτών αλλά και για εκείνες των κατοίκων. Τέλος, τα μεθοδολογικά βήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιπτώσεις άλλων περιοχών της χώρας.

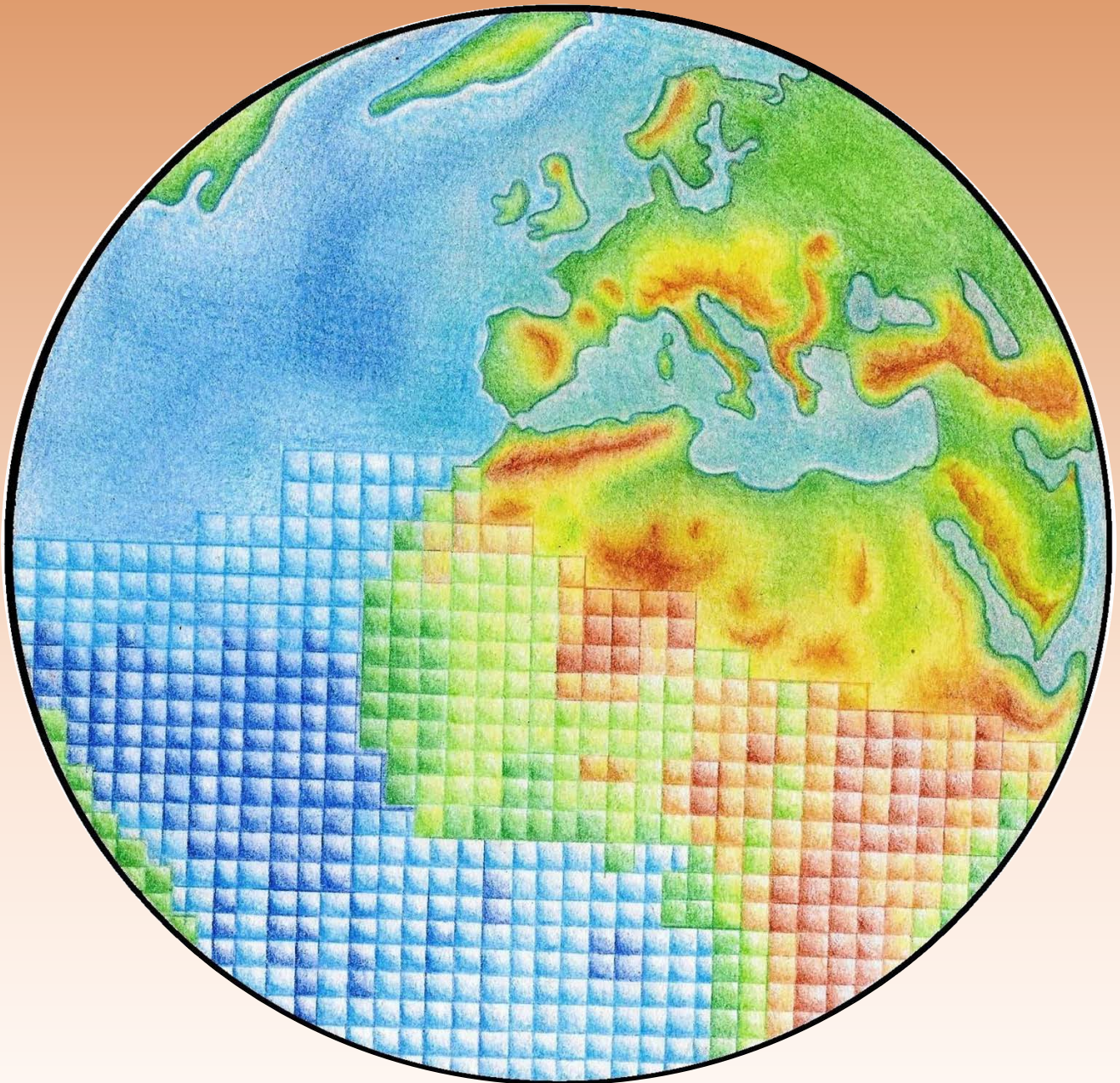
Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός», με Επιστημονικούς Υπεύθυνους τη κα. Μ. Παπαδοπούλου Αν. Καθηγήτρια και τον Ι. Σαγιά Αν. Καθηγητή ΕΜΠ και τη συνδρομή των κ.κ. Δωροθέα Δημητρίου ΕΔΙΠ και Δημήτρη Παπακωνσταντίνου ΕΔΙΠ.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Buhalis, D. (2000). Marketing the competitive destination of the future. *Tourism Management* 21, pp. 97-116.
- UNWTO. (2013). Sustainable Tourism for Development Guidebook. Madrid: UNWTO.

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3

*“Σύγχρονες τεχνολογίες στη Γεωδαισία & Γεωπληροφορική:
Μεθοδολογικές προσεγγίσεις και εφαρμογές II”*



Σύστημα Γρήγορης Φωτογραμμετρικής Αποτύπωσης σε Στενό Δρόμο

Στυλιανός Κοσσιέρης¹, Ολυμπία Κουρουνιώτη¹ και Παναγιώτης Αγραφιώτης²

¹ Προπτυχιακός Σπουδαστής ΣΑΤΜ

² Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Τα τελευταία χρόνια η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των φωτογραφιών για μετρητικούς σκοπούς καθώς και η παραγωγή 3D μοντέλων, έχει δημιουργήσει ανάγκες για χρήση νέων τεχνολογιών. Το κάθε προς φωτογράφιση αντικείμενο παρουσιάζει τις δικές του δυσκολίες και απαιτήσεις ανάλογα με το μέγεθος, την υφή, τον φωτισμό και τις ιδιαιτερότητες που έχει.

Στη συγκεκριμένη εργασία, αναπτύσσεται η αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν από την φωτογράφιση προσώπων κτηρίων ύψους 8-10m σε δρόμους μεγάλου μήκους (400m) και μικρού πλάτους (2m), με φωτογραμμετρικές μεθόδους. Το πρόβλημα που δημιουργείται στην προσπάθεια μιας τέτοιας αποτύπωσης, με μια DSLR μηχανή, είναι ότι λόγω του μικρού πλάτους των δρόμων, δεν υπάρχει δυνατότητα φωτογράφισης του αντικειμένου από μεγάλη απόσταση, με αποτέλεσμα ο αριθμός των απαιτούμενων φωτογραφιών να είναι τεράστιος και η επεξεργασία των δεδομένων χρονοβόρα. Για το λόγο αυτό χρειάζεται να αναπτυχθεί ένα σύστημα φωτογράφισης, το οποίο θα αντιμετωπίζει τις παραπάνω δυσκολίες.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Λύση στο παραπάνω πρόβλημα δίνουν οι Action Cameras οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα λήψης υψηλής ευκρίνειας εικόνων, αλλά και video. Μία σύγκριση των μηχανών αυτών, όπως είναι οι GoPro, με τις παραδοσιακές ψηφιακές μηχανές μας επιτρέπει να πούμε πως οι πρώτες δίνουν έμφαση: στο σημαντικά μικρό μέγεθος και βάρος τους, αλλά και ταυτόχρονα στην αύξηση της ποιότητας σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους. Χάρη στο μικρό τους βάρος, στο κατά πολύ μικρότερο κόστος από μια DSLR μηχανή και στην υψηλή χωρική ανάλυση που διαθέτουν, η χρήση τους επεκτάθηκε και σε άλλους τομείς όπως η Φωτογραμμετρία.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος που προαναφέρθηκε, αναπτύχθηκε ένα σύστημα φωτογράφισης αποτελούμενο από έναν στειλέο μέγιστου μήκους 5m, πάνω στο οποίο με ειδική βάση τοποθετούνται δύο GoPro καθώς και μια κάμερα Ricoh Theta S. Έπειτα από δοκιμές για την εύρεση των καλύτερων θέσεων των καμερών, οι GoPro τοποθετήθηκαν στην ίδια πλευρά του κονταριού κατακόρυφα, σε διαφορετικά ύψη, έχοντας κάποια μικρή κλίση ώστε να καλύπτουν μεγαλύτερη επιφάνεια του ως προς φωτογράφιση αντικειμένου. Οι GoPro τοποθετήθηκαν σε ύψη 1.50m και 4.25m. Η Ricoh Theta S τοποθετήθηκε στο ύψος της δεύτερης GoPro και ίσο με 4.25m. Η Ricoh Theta S βρίσκεται παράλληλα στη διεύθυνση του δρόμου, σε αντίθεση με την ελαφριά κλίση των Action cameras.

Για τις ανάγκες της φωτογράφισης χρησιμοποιήθηκε η Action Cam Hero 4 Black Adventure, η οποία χαρακτηρίζεται για την υψηλή ανάλυση φωτογραφίας (4000 x 3000 pixels) αλλά και video (4K), σε συνδυασμό με fish-eye φακό εστιακής απόστασης 3 mm (Focal Length: 3mm), με εξαιρετικά ευρύ οπτικό πεδίο (FOV) που φτάνει τις 170°. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε η Ricoh Theta S, η οποία μας δίνει τη δυνατότητα λήψης σφαιρικών φωτογραφιών υψηλής ευκρίνειας (5376 x 2688 pixels) και βίντεο 360° σε μία μόνο λήψη.

Το παραπάνω σύστημα εφαρμόστηκε στα σοκάκια του Μεσαιωνικού χωριού Καλαμωτή στη Χίο, τα οποία πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις ως προς το μήκος και το πλάτος των δρόμων καθώς και το ύψος των κτηρίων. Όπως γίνεται αντιληπτό από τις θέσεις των μηχανών πάνω στο σύστημα, είναι απαραίτητο να φωτογραφηθούν οι δύο πλευρές του δρόμου ξεχωριστά. Ο ρόλος της Ricoh Theta S είναι να συνδέσει τις δύο πλευρές του δρόμου αφού σε κάθε λήψη θα φωτογραφίζει τις δύο απέναντι προσόψεις καθώς και το δρόμο που τις ενώνει, δίνοντας όσο το δυνατόν καλύτερη γεωμετρία στο μοντέλο μας. Αυτό είναι απαραίτητο αφού κατά τη δημιουργία του 3D μοντέλου χρειάζεται να υπάρχουν φωτογραφίες που θα μας παρέχουν πληροφορία για το πλάτος του δρόμου.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω διαδικασιών είναι η εξαγωγή του 3D μοντέλου ενός μεγάλου τμήματος του χωριού της Καλαμωτής και η παραγωγή ορθοφωτογραφιών των προσόψεων των κτηρίων του χωριού. Η δημιουργία του μοντέλου αυτού αποσκοπεί στο να υπάρχει η απεικόνιση των προσόψεων των κτηρίων του χωριού όπως ακριβώς είναι την παρούσα χρονική στιγμή, με όλες τις πληροφορίες που οι προσόψεις αυτές διαθέτουν, με στόχο μελλοντικά, σε περίπτωση κατάρρευσης κάποιου κτηρίου αυτό να μπορεί να ανακατασκευαστεί στην αρχική του μορφή. Ως αποτέλεσμα προέκυψαν χάρτες ο καθένας από τους οποίους απεικονίζει μια συγκεκριμένη πρόσοψη με όλες τις απαραίτητες μετρητικές πληροφορίες που αφορούν τις βασικές διαστάσεις των κτηρίων, έτσι ώστε να μπορούν να μελετηθούν σε όλη την έκτασή τους.

4. Συμπεράσματα- Καινοτόμα στοιχεία

Η ιδέα του συστήματος γρήγορης φωτογραμμετρικής αποτύπωσης σε στενό δρόμο αποσκοπεί στη δημιουργία μιας μεθόδου που να υπερτερεί έναντι άλλων σχετικών μεθόδων τόσο σε ταχύτητα όσο και σε κόστος. Κατά την διεξαγωγή της μελέτης του συστήματος πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις σε σχέση με δύο άλλες μεθόδους οι οποίες εφαρμόστηκαν στην ίδια περιοχή. Στη μια περίπτωση έγινε φωτογράφιση με μια DSLR μηχανή και στη δεύτερη έγινε σάρωση της περιοχής με έναν ZEB-REVO LASER SCANNER σαρωτή. Η μέθοδος με τις δύο Go-Pro μηχανές αλλά και την 360° δίνει το πλεονέκτημα ότι έχει πολύ μικρότερο κόστος σε σχέση με την DSLR μηχανή ενώ ταυτόχρονα μειώνει σε μεγάλο βαθμό το χρόνο συλλογής δεδομένων. Σε σχέση με τον σαρωτή έχει την δυνατότητα να δίνει την ίδια ακρίβεια σε όλο το μοντέλο ενώ ο σαρωτής υστερεί σε αυτό, αφού εκείνος δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια στα σημεία όπου οι ακτίνες λείζερ προσκρούουν κάθετα και χαμηλότερη ακρίβεια στα πιο απομακρυσμένα σημεία.

Επιπλέον σημαντικό ρόλο έπαιξε η μηχανή Ricoh Theta S σε ορισμένα στάδια της δημιουργίας του μοντέλου μας, οδηγώντας μας σε σημαντικά συμπεράσματα για τη χρήση μιας σφαιρικής κάμερας στη γεωμετρική τεκμηρίωση των προσόψεων των κτηρίων.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Ανδρέα Γεωργόπουλου. Θα θέλαμε ακόμα να ευχαριστήσουμε τον κ. Θάνο Βλαστό για την ευκαιρία που μας έδωσε να επισκεφτούμε την Καλαμωτή και να συλλέξουμε εκεί τα δεδομένα για την παραπάνω εργασία .

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

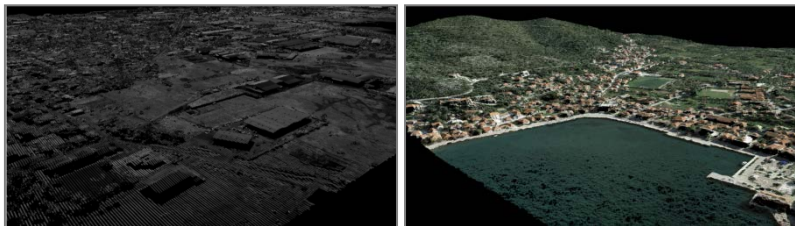
Remondino, F., Gaiani, M., Apollonio, F., Ballabeni, A., Ballabeni, M., & Morabito, D. (2016). 3D documentation of 40 kilometers of historical porticoes - The challenge. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 41(July), pp.711–718. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B5-711-2016>, GoPro, 2015, GoPro Hero4 Black, URL: <http://gopro.com>

Αυτόματη Ανίχνευση και Κατάτμηση Κτισμάτων από Νέφη Σημείων

Ευάγγελος Μαλτέζος
Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Η συνεχής τεχνολογική εξέλιξη στα πεδία της γεωπληροφορικής και ειδικότερα της όρασης υπολογιστών (computer vision) και της ψηφιακής φωτογραμμετρίας (digital photogrammetry), παρέχει νέα εργαλεία και αυτοματοποιημένες λύσεις για εφαρμογή σε μελέτες Πολεοδομίας, Χωροταξίας, Κτηματολογίου κ.ά., που σχετίζονται με εντοπισμό αλλαγών χρήσεων γης, αστική ανάπτυξη, ανάπτυξη τουριστικών περιοχών, εντοπισμό των αυθαίρετων κατασκευών, σύνταξης φωτορεαλιστικών τρισδιάστατων (3D) μοντέλων του χώρου κ.λπ. Τα τελευταία χρόνια, η επιστημονική κοινότητα έχει στραφεί στη χρήση νεφών σημείων που προέρχονται είτε από εναέρια συστήματα laser (LIDAR) είτε από τεχνικές πυκνής συνταύτισης εικόνων (Dense Image Matching-DIM) για την αυτόματη εξαγωγή και κατάτμηση αντικειμένων ενδιαφέροντος ή την ταξινόμηση μίας σκηνής. Τα νέφη σημείων αποτελούν μία ιδιαίτερη ακριβή και πιστή 3D αναπαράσταση μίας περιοχής ή ενός αντικειμένου ενδιαφέροντος αποτελούμενη από ένα μεγάλο πλήθος σημείων συνήθως υπό τη μορφή X, Y, Z ή και με άλλη πρόσθετη πληροφορία όπως χρωματική (R, G, B) ή έντασης (intensity), κ.ά. (βλ. Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Παράδειγμα νέφους σημείων από LIDAR (αριστερά) και από DIM (δεξιά)

Ένα επιστημονικό πεδίο που βρίσκεται στην αιχμή της τεχνολογίας, στο οποίο ο Τοπογράφος Μηχανικός καλείται να προτείνει λύσεις, είναι η αυτόματη ανίχνευση και κατάτμηση κτισμάτων από νέφη σημείων για διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας 3D μοντελοποίησης (Level of Details - LoDs) (Verdie et al., 2015). Η αυτόματη εξαγωγή των κτισμάτων και η αυτόματη κατάτμηση τους παραμένουν δύο ιδιαίτερα δύσκολα εγχειρήματα λόγω των προοπτικών και ραδιομετρικών παραμορφώσεων, της ύπαρξης σκιών, των πολύπλοκων κτιριακών δομών και του διαφορετικού μεγέθους τους, με ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για ακρίβεια, ταχύτητα και οικονομία. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη και η εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογικών εξελίξεων και σύγχρονων μεθόδων για την αυτόματη ανίχνευση και κατάτμηση κτισμάτων από νέφη σημείων. Για την επίτευξη αυτού του στόχου αναπτύχθηκαν νέες τεχνικές και βελτιστοποιήθηκαν υφιστάμενες μεθοδολογίες (Maltezos and Ioannidis, 2015; 2016).

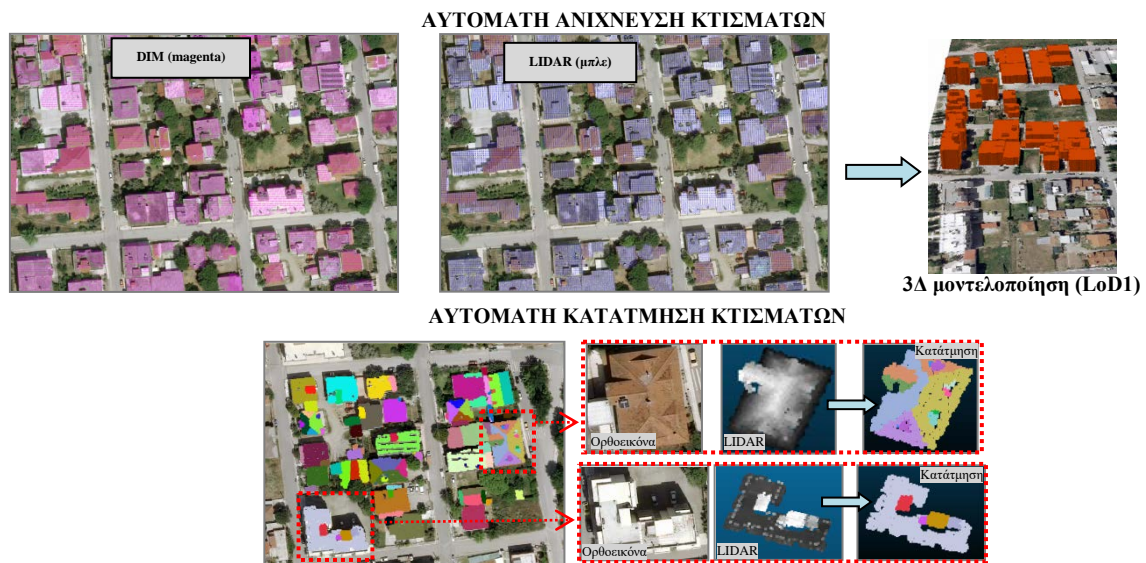
2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η μεθοδολογική προσέγγιση της εργασίας περιλαμβάνει τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται ο αυτόματος εντοπισμός των κτισμάτων και ο διαχωρισμός τους από τη βλάστηση και το έδαφος μέσω παράγωγων χαρακτηριστικών όπως τα κάθετα διανύσματα διεύθυνσης (normals) ή δεικτών βλάστησης (NDVI) και τεχνικών συνέλιξης ανά λωρίδα σάρωσης (scanline). Στο δεύτερο στάδιο γίνεται βέλτιστη προσαρμογή επιπέδων στον 3D χώρο με αυτόματες επαναληπτικές διαδικασίες όπως ο 3D μετασχηματισμός Hough τυχαίας δειγματοληψίας (Randomized Hough Transform) για τον εντοπισμό των κατακόρυφων, οριζόντιων και επικλινών στοιχείων του εκάστοτε κτίσματος. Στο τρίτο στάδιο εκτελείται η βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων μέσω τεχνικών επανα-υπολογισμού των επιπέδων και μορφολογικής επεξεργασίας για τη

απαλοιφή εσφαλμένων καταχωρήσεων. Η ποιοτική και η ποσοτική αξιολόγηση τόσο της ανίχνευσης των κτισμάτων όσο και της κατάτμησή τους γίνεται βάσει των ποσοστών επιτυχίας ως προς την πληρότητα (completeness), ορθότητα (correctness) και ποιότητα (quality) σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της Διεθνούς Ένωσης Φωτογραμμετρίας και Τηλεπισκόπησης (ISPRS) αλλά και με σύγκριση με συμβατούς αλγόριθμους της βιβλιογραφίας.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται ενδεικτικά αποτελέσματα της μεθοδολογικής προσέγγισης σε μία αστική περιοχή του Καλοχωρίου Θεσσαλονίκης στη Β. Ελλάδα. Τα ποσοστά επιτυχίας που επιτεύχθηκαν ως προς την ποιότητα είναι 85%-95% και 70% για την ανίχνευση και την κατάτμηση των κτισμάτων αντίστοιχα.



Σχήμα 2: Ενδεικτικά αποτελέσματα της αυτόματης ανίχνευσης (πάνω) και κατάτμησης (κάτω) κτισμάτων από νέφη σημείων

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Τα επιτευχθέντα αποτελέσματα θεωρούνται ικανοποιητικά δεδομένης της πολυπλοκότητας των κτισμάτων σε αστικές περιοχές και μπορούν να αξιοποιηθούν σε πληθώρα εφαρμογών όπως η 3D μοντελοποίηση (LoD1 και LoD2), εφαρμογές ανίχνευσης μεταβολών για πολεοδομικές εφαρμογές, κ.ά. Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση συμβαδίζει με τις σύγχρονες επιστημονικές τάσεις που κάνουν χρήση νεφών σημείων αλλά και εξελιγμένων αυτόματων αλγορίθμων όρασης υπολογιστών και γραφικών υπολογιστών.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος διδακτορικής εργασίας που εκπονείται στην ΣΑΤΜ-ΕΜΠ, Τομέας Τοπογραφίας-Εργ. Φωτογραμμετρίας, υπό την επίβλεψη των κ.κ. Χαράλαμπου Ιωαννίδη, Καθηγητή, ΕΜΠ, Αναστασίου Δουλάμη, Επίκ. Καθηγητή, ΕΜΠ και Κωνσταντίνου Καράντζαλου, Επίκ. Καθηγητή, ΕΜΠ.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Maltezos, E. and Ioannidis, C., (2015). Automatic detection of building points from Lidar and Dense Image Matching point clouds. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. I-3/W5, pp. 33-40.
- Maltezos, E. and Ioannidis, C., (2016). Automatic extraction of building roof planes from airborne Lidar data applying an extended 3D randomized Hough transform. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. III-3, pp. 209-216.
- Verdie, Y., Lafarge, F. and Alliez, P., (2015). LOD Generation for urban scene. *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 34 (3), pp. 1-14.

Ανάπτυξη Καινοτόμου Συστήματος Ψηφιακής Καταγραφής και Ανάλυσης Κωπηλατικών Δεδομένων Αγωνιστικής Κωπηλασίας με Στόχο τη Βελτίωση των Αθλητικών Επιδόσεων

Θανάσης Μπίμης
Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Στο άθλημα της αγωνιστικής κωπηλασίας η επίτευξη κατά το δυνατόν μικρότερου χρόνου τερματισμού είναι σύνθετο πρόβλημα που συναρτάται από τη φυσική κατάσταση του αθλητή, την τεχνική κωπηλάτισης, το σκάφος και τις συνθήκες πεδίου. Συνεπώς, δεδομένου του πολύπλοκου χαρακτήρα και της πληθώρας των παραμέτρων που επιδρούν στην κωπηλατική διαδικασία, είναι φανερό ότι υπάρχει ουσιαστική ανάγκη αντιμετώπισης του προβλήματος συνολικά, τόσο σε επίπεδο ψηφιακής καταγραφής, και ανάλυσης των μετρήσεων πεδίου όσο και ερμηνείας των αποτελεσμάτων από την θεώρηση του αθλήματος. Το περιεχόμενο της ερευνητικής προσπάθειας που υλοποιείται στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής εισάγει μια νέα ολοκληρωμένη μεθοδολογία αντιμετώπισης του προβλήματος. Το προτεινόμενο σύστημα καταγραφής παρέχει τα κινηματικά χαρακτηριστικά του σκάφους, καθώς και τις κινήσεις του αθλητή και του κωπηλατικού εξοπλισμού στο σύνολό τους συγχρονισμένα, με επάρκεια, ακρίβεια και αξιοπιστία. Η τεχνική ανάλυσης των μετρημένων μεγεθών στηρίζεται στη λογιστική παλινδρόμηση χρονοσειρών βάσει της οποίας ανιχνεύονται οι αιτίες που προκαλούν «κύκλους κουπιάς» χαμηλής απόδοσης, συμβάλλοντας έτσι στην προπονητική διαδικασία και τελικά στη βελτίωση της τεχνικής κωπηλάτισης.

2. Ανάπτυξη Ολοκληρωμένου Συστήματος Ψηφιακής Καταγραφής

Πρωταρχικό στόχο της ερευνητικής προσπάθειας, αποτελεί η ανάπτυξη ενός πρωτότυπου συστήματος ψηφιακής καταγραφής κρίσιμων παραμέτρων οι οποίες συμβάλλουν στην διαμόρφωση της τεχνικής κωπηλάτισης κατά τη διάρκεια του κύκλου κουπιάς. Έπειτα από λεπτομερείς συζητήσεις με ειδικούς σε θέματα προπονητικής στη κωπηλασία, εμβιομηχανικούς, καθώς και ερευνητές στο πεδίο της κινηματικής ανάλυσης αθλοπαιδιών εντοπίστηκαν οι κρίσιμες παράμετροι οι οποίες είναι σκόπιμο να καταγραφούν προκειμένου να γίνεται σωστή παρακολούθηση των επιδόσεων και της τεχνικής του κωπηλάτη. Σε αυτή τη διαδικασία, τα επιμέρους βήματα υλοποίησης του πρωτότυπου συστήματος, από τον σχεδιασμό έως και την εξαγωγή μετρητικών καταγραφών είναι κρίσιμα, αφενός λόγω πρακτικών περιορισμών εξ' αιτίας του σκάφους (έλλειψη χώρου, περιορισμός προσθήκης επιπλέον βάρους, κ.α.), και αφετέρου λόγω των υψηλών απαιτήσεων συγχρονισμού και διασύνδεσης των αισθητήρων γενικότερα ώστε να διασφαλίζουν με πιστότητα, πληρότητα και αξιοπιστία τα κινηματικά χαρακτηριστικά των επιμέρους τμημάτων (αθλητής, σκάφος, κουπιά) που το απαρτίζουν. Το σύστημα αισθητήρων περιλαμβάνει την ενσωμάτωση MEMS INS /GPS (επί του σκάφους), γωνιόμετρα και δυναμοκυψέλες (στα κουπιά), και γωνιόμετρα ανθρώπινων αρθρώσεων (στον αθλητή). Κατά το πρώτο στάδιο υλοποίησης του συστήματος σημαντικό βήμα αποτελεί η αξιολόγηση λειτουργίας των επιμέρους αισθητήρων και το σύνολο του συστήματος σε συνθήκες «εκτός νερού». Οι σχετικές δοκιμές περιλαμβάνουν έλεγχο της επικοινωνίας και ορθής συνδεσμολογίας των αισθητήρων και βελτιστοποίηση στη μετάδοση του σήματος που λαμβάνεται από τους επιμέρους αισθητήρες. Η αυτονομία λειτουργίας, η ανώτατη θερμοκρασία που αναπτύσσει σε πλήρη λειτουργία, καθώς και δοκιμές εγκατάστασης στο κωπηλατικό σκάφος αποτελούν τον οριστικό έλεγχο εργαστηριακά. Επιπρόσθετα, σε αυτή τη βάση περιλαμβάνεται βαθμονόμηση των αισθητήρων ώστε να διασφαλίζεται η σωστή μετατροπή των μετρήσεων τάσης των αναλογικών αισθητήρων σε φυσικές μονάδες. Τέλος, η υλοποίηση του συστήματος περιλαμβάνει την ανάπτυξη λογισμικού (ψευδογλώσσα προγραμματισμού LabView[®]) για την συλλογή, προετοιμασία και επεξεργασία των καταγραφών από το σύνολο των

αισθητήρων. Επιπλέον αναπτύχθηκε λογισμικό προετοιμασίας των καταγραφών για την τελική επεξεργασία τους σε γλώσσες Matlab®/Python. Μεταξύ άλλων το υπόψη λογισμικό δέχεται τις πρωτογενείς (ASCII) καταγραφές αισθητήρων και εφόσον τις συγχρονίσει, φιλτράρει, διαχωρίσει κάθε κύκλο κουπιάς και τυποποιήσει τα δεδομένα, εξάγει τα αποτελέσματα σε μορφή δυαδικού (binary) αρχείου συμβατό με την Matlab®, όπου ακολουθεί η επεξεργασία και η ανάλυση των μετρητικών δεδομένων.

3. Αλγόριθμος Αξιολόγησης Επιδόσεων και Βελτίωσης Κωπηλατικής Τεχνικής

Τελικό στόχο της έρευνας αποτελεί η αξιολόγηση της αποδοτικότητας της διαδικασίας κωπηλατικής (επιμέρους κύκλοι κουπιάς) μιας διαδρομής, και σε συνεργασία με τον προπονητή εφόσον απαιτείται πρόταση βελτίωσης της κωπηλατικής τεχνικής. Ως καθοριστικές παράμετροι στις οποίες βασίζεται ο αλγόριθμος αξιολόγησης και βελτίωσης κωπηλατικής τεχνικής ορίζονται τα μεγέθη με τους όρους *Critical Input Elements (CIEs)* και *Key Performance Indicators (KPIs)*. Πρόκειται για δύο οικογένειες παραμέτρων οι οποίες προκύπτουν βάσει των μετρημένων χρονοσειρών των αιτίων που προσδιορίζουν το φαινόμενο (εξοπλισμός σκάφους, κινήσεις αθλητή) και των αποτελεσμάτων (κινηματικά χαρακτηριστικά σκάφους) που επιφέρουν αντίστοιχα. Με ορισμένες τις παραμέτρους KPIs και CIEs εξάγεται πληροφορία ανά κουπιά και ανά διαδρομή, η οποία περιέχεται στις χρονοσειρές των καταγραφών. Για τα KPIs ορίζονται κατάφωλα με τα οποία συγκρίνονται οι τιμές που υπολογίζονται από τους επιμέρους κύκλους κουπιών προκειμένου να αξιολογηθεί η πραγματική επίδοση του αθλητή. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι παράμετροι CIEs για κάθε κύκλο κουπιάς και χρησιμοποιώντας τεχνικές παλινδρόμησης για χρονοσειρές υπολογίζεται ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των υπολογισμένων CIEs (αίτια) και κάθε ενός KPI (αποτέλεσμα). Με αυτό τον τρόπο εντοπίζονται εκείνα τα CIEs που «ευθύνονται» περισσότερο για τα KPIs που αξιολογήθηκαν ότι έχουν χαμηλές επιδόσεις. Για τα επιλεγμένα CIEs ακολουθείται η αντίστροφη πορεία από εκείνη του υπολογισμού τους, και εντοπίζονται οι μετρημένες παράμετροι που πιθανόν να ευθύνονται για την χαμηλή επίδοση. Σε συνεννόηση με τον προπονητή κωπηλασίας, όπου κοινοποιούνται τα σχετικά συμπεράσματα, επιχειρείται τροποποίηση στη διαδικασία προπόνησης των αθλητών ώστε με διαδοχικές προσεγγίσεις να βελτιωθεί η τεχνική

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Στο παρελθόν έχουν παρουσιαστεί αρκετές διαφορετικές θεωρητικές προσεγγίσεις παρουσίασης και ανάλυσης των αιτιών του προβλήματος καθώς και πρωτόλεια συστήματα καταγραφής της κίνησης του κωπηλατικού σκάφους και του εξοπλισμού με τη χρήση διαφόρων αισθητήρων. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις διερευνήσεις αυτές αποσκοπούν σε μια ποιοτικού χαρακτήρα ανάλυση και ερμηνεία των φάσεων του κύκλου κουπιάς και των επιδόσεων. Σε αυτή την ερευνητική προσπάθεια δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην αντιμετώπιση του προβλήματος συνολικά με πληρότητα και ακρίβεια στη καταγραφή και ανάλυση του φυσικού φαινομένου. Ειδικότερα η χρήση της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε στενή συνεργασία με ειδικούς στο άθλημα αποτελεί μια ολοκληρωμένη πρόταση βελτίωσης κωπηλατικής τεχνικής για μονό σκίφ σε επίπεδο αγωνιστικής κωπηλασίας. Μελλοντική επέκταση του συστήματος καταγραφής και του αλγορίθμου αξιολόγησης επιδόσεων, είναι δυνατή σε όλους τους συνδυασμούς σκαφών/πληρώματος (δίκωπος, τετράκωπος, οκτάκωπος, καθώς και σε διπλό και τετραπλό σκίφ).

Ευχαριστίες: *Επιβλέπων της διδακτορικής διατριβής είναι ο Αναπλ. Καθηγητής Β. Γκίκας. Η ερευνητική προσπάθεια στηρίχθηκε μέσω του προγράμματος “Ανάπτυξη συστήματος καταγραφής και μεθοδολογιών με το συνδυασμό γεωδαιτικών και άλλων μετρητικών δεδομένων και στόχο την βελτίωση των αθλητικών επιδόσεων” Υπουργείο Αθλητισμού, ΟΠΑΠ Α.Ε. και την ΕΚΟΦΝΣ.*

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Mpimis, A., Gikas, V., (2011). Monitoring and Evaluation of Rowing Performance Using Mobile Mapping Data, 7th International Symposium on Mobile Mapping Technology, Cracow, Poland.

Collaborative Cloud Land Surveying: Διάχυση εθελοντικής χωρικής πληροφορίας στην επιστήμη του Τοπογράφου Μηχανικού και τις αντίστοιχες διαδικασίες εκπαίδευσης

Ιωάννης Σοφός, Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Η έρευνα καταπιάνεται με ένα σημαντικό πρόβλημα της τοπογραφίας ως περιοχής των επιστημών μηχανικής, αυτό της έλλειψης κοινού πλαισίου αναφοράς για τη μοντελοποίηση των τοπογραφικών παρατηρήσεων και τη διάθεση – διάχυση των παραγόμενων συνόλων δεδομένων στην πρωτογενή τους μορφή, ως «εθελοντικά μοιραζόμενη γεωγραφική πληροφορία» (VGI: Volunteered Geographic Information). Σε μια εποχή που η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα στρέφεται σε ανάπτυξη μεθοδολογιών για παραγωγή υψηλής ποιότητας προϊόντων μέσω ανακύκλωσης αλλά και ανταλλαγής δεδομένων, τα πλέον πολύτιμα σύνολα πληροφορίας στην επιστήμη της τοπογραφίας - οι παρατηρήσεις πεδίου – συνήθως παροπλίζονται μετά από μια ιδιωτική διαδικασία επεξεργασίας (παραγωγή διαγράμματος - χάρτη) από τον εκάστοτε μηχανικό. Ωστόσο, τα μετρητικά αυτά δεδομένα έχουν αξία η οποία εντοπίζεται στα ακόλουθα:

- Μεγάλο κόστος απόκτησης ως μετρήσεις πεδίου.
- Χρονική μοναδικότητα, καθώς ορίζουν ένα δείγμα του χώρου στο πεδίο του χρόνου.
- Δυνατότητες ανάπτυξης υπηρεσιών και προϊόντων που αξιοποιούν τις επιπλέον διαστάσεις οι οποίες επαυξάνουν το πεδίο του χώρου: χρόνος, παρατηρητής, έργο.
- Πλεονασμός μετρητικών δεδομένων και επικάλυψη παρατηρήσεων και περιοχών μελέτης.

Εξετάζοντας το παραπάνω πρόβλημα από διάφορες πλευρές, περιγράφεται το πλαίσιο και οι προϋποθέσεις για την ανάπτυξη μιας νέας νόρμας στον τομέα της εφαρμοσμένης τοπογραφίας, με απώτερο όφελος την καλλιέργεια της κουλτούρας συμμετοχής και ενεργού αλληλεπίδρασης των μηχανικών (VGI προσέγγιση). Σκοπός είναι η ανάπτυξη ενός νέου πλαισίου εργασίας, η αρχιτεκτονική του συστήματος που μεγιστοποιεί τα οφέλη καθώς και η διερεύνηση της προστιθέμενης αξίας σε εφαρμογές αλλά και την εκπαιδευτική διαδικασία.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Ξεκινώντας από την διερεύνηση των παγκόσμιων χωρικών προτύπων για τη μοντελοποίηση παρατηρήσεων, αναπτύσσεται μια δομή δεδομένων που ευθυγραμμίζεται με τις προδιαγραφές που θέτει ο OGC αλλά και υιοθετεί η οδηγία INSPIRE. Η προσέγγιση αυτή κληρονομεί τα πλεονεκτήματα του formalism που ακολουθεί το πρότυπο ‘OGC Observation & Measurement standard’ και κυρίως της συμβατότητας με όλα τα συσχετιζόμενα πρότυπα και υπηρεσίες διαλειτουργικότητας. Στο παραπάνω πλαίσιο, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου περιβάλλοντος τόσο σε επίπεδο εννοιολογικής περιγραφής, όσο και στην ανάπτυξη των λειτουργικών απαιτήσεων (υλικού, λογισμικού και χρήση).

Η περιγραφή των περιπτώσεων χρήσης ορίζει το φάσμα και το βαθμό συνεισφοράς και καινοτομίας έναντι των υφιστάμενων διαδικασιών, τόσο στον χώρο της εφαρμοσμένης Τοπογραφίας όσο και στο πεδίο της εκπαιδευτικής διαδικασίας των νέων Τοπογράφων και άλλων μηχανικών του χώρου οι οποίοι θα καταπιαστούν με μετρήσεις ακριβείας. Έχοντας ως στόχο την διεξοδική διερεύνηση των δυσκολιών αλλά και των δυνατοτήτων που συνοδεύουν την προτεινόμενη προσέγγιση, αναπτύσσεται για κάθε περιγραφόμενη λειτουργία - υπηρεσία, ένα πιλοτικό υποσύστημα ενώ παράλληλα έχει εφαρμόσει τυπικά σενάρια λειτουργίας σε πραγματικές συνθήκες ώστε να εξασφαλίζεται η ρεαλιστική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας. Η πιλοτική υλοποίηση στο επίπεδο εξυπηρετητή έγινε σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων

ενώ οι εφαρμογές χρήσης αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον web αλλά και σε φορητές επεξεργαστικές μονάδες (android).

Κατά την ανάπτυξη του πιλοτικού συστήματος, αντιμετωπίστηκαν ζητήματα αρχιτεκτονικής λογισμικού αλλά και προέκυψαν απαιτήσεις ως use-case feedback. Ζητήματα συγχρονισμού δεδομένων, η κατ' επιλογή χρήση πολλαπλών επιπέδων χωρικής πληροφορίας, η ανάπτυξη αλγορίθμου near real-time επιλύσεως, η περιγραφή διαδικασιών αξιολόγησης των παρατηρήσεων αλλά και η ανίχνευση πιθανών σφαλμάτων κατά τη μέτρηση επέκτειναν το πλαίσιο των λειτουργικών απαιτήσεων. Η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (3 tier-layer architecture) κατέληξε σε (i) ΣΔΒΔ Postgres, PostGis, file system (data layer), (ii) Php, geoserver (application layer) και (iii) web interface, android application (presentation layer) για το πιλοτικό σύστημα με κώδικα που αναπτύχθηκε στην κατά περίπτωση πλατφόρμα.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην ενσωμάτωση και αξιοποίηση της αρχιτεκτονικής και των υπηρεσιών στον χώρο της εκπαίδευσης. Αφού περιγραφεί η τρέχουσα κατάσταση στην εκπαίδευση των Τοπογράφων Μηχανικών, αναλύεται η ταξινόμια των γνωστικών διεργασιών κατά Bloom και διερευνάται η επίτευξη υψηλότερων επιπέδων, ενώ το σχετικό case study τεκμηριώνει την προστιθέμενη αξία. Στο πεδίο της εφαρμοσμένης τοπογραφίας, η προτεινόμενη μεθοδολογία δοκιμάστηκε στο έργο 'Αρχαιολογικό Κτηματολόγιο' κατά την αποτύπωση του ιστορικού κέντρου της Αθήνας (πάνω από 400 στρέμματα αστικής περιοχής με δίκτυο άνω 200 στάσεων και περισσότερες από 10.000 παρατηρήσεις). Η παράλληλη εφαρμογή της κλασσικής μετρητικής μεθοδολογίας έδωσε τον χώρο αξιολόγησης με διαδικασίες σύγκρισης, αναδεικνύοντας υψηλότερα επίπεδα ακριβείας και αύξηση παραγωγικότητας (~24%).

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η έρευνα που έγινε εισάγει μια νέα, ολοκληρωμένη προσέγγιση του προβλήματος, η οποία εκτείνεται από τη μοντελοποίηση της μοναδιαίας μέτρησης μέχρι την προδιαγραφή υλοποίηση και αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Είναι ευθυγραμμισμένη με τα διεθνή πρότυπα εξασφαλίζοντας έτσι τη μέγιστη δυνατή διαλειτουργικότητα με υφιστάμενες δομές δεδομένων και υπηρεσίες. Εισάγει έναν αλγόριθμο επίλυσης τοπογραφικών δικτύων, μη επιβλεπόμενο και βελτιστοποιημένο ως προς την ταχύτητα. Είναι επίσης σημαντικό ότι τμήμα της έρευνας αυτής έγινε δυνατό να εφαρμοστεί με επιτυχία και να αξιολογηθεί η προτεινόμενη προσέγγιση μέσα από πιλοτικές υλοποιήσεις του υποψήφιου. Η εφαρμογή και επιτυχής ολοκλήρωση σε μεγάλο όγκο μετρήσεων και απαιτήσεων ακριβείας πραγματικές συνθήκες, υποδεικνύει ότι στη συγκεκριμένη ερευνητική περιοχή είναι δυνατή η εφαρμογή του προτεινόμενου πλαισίου.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής εργασίας υπό την επίβλεψη του Αν. Καθ. Β. Βεσκούκη.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Sofos, I., Vescoukis, V. and Tsakiri M., (2015). Applications of Volunteered Geographic Information in Surveying Engineering: A First Approach. In AGILE 2015, pp. 53-72. Springer International Publishing.
- Sofos, I., Vescoukis, V., Gkegkas, A. and Tsilimantou, E., (2017). Applying OGC Standards to Develop a Land Surveying Measurement Model. International Journal of Geoinformation (IJGI).
- Sofos, I., Vescoukis, V. and Tsakiri, M.;(2017). VGI in surveying engineering: introducing collaborative cloud land surveying. Journal of Spatial Information Science (JoSIS).

3D Μοντελοποίηση με Τεχνικές Crowdsourcing – Διερεύνηση της Εφαρμογής τους για τη Σύνταξη 3D Κτηματολογίου

Μαρία Γκέλη
Υποψήφια Διδάκτωρ ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

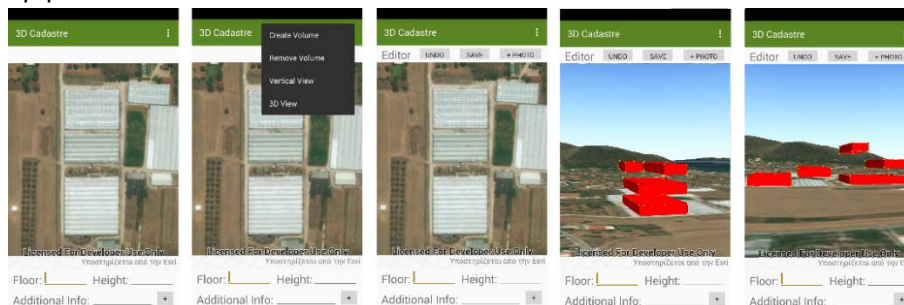
Καθώς οι πόλεις εξελίσσονται με ταχείς ρυθμούς, η διασφάλιση της ιδιοκτησίας απαιτεί την περιγραφή της και στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Η ενσωμάτωση της τρίτης διάστασης στην παραδοσιακή μορφή του δισδιάστατου (2D) Κτηματολογίου, η υιοθέτηση αυτοματοποιημένων, χαμηλού κόστους αλλά και αξιόπιστων διαδικασιών για τις κτηματολογικές εργασίες, καθώς και η χρήση σύγχρονων εργαλείων πληροφορικής, αποτελούν ορισμένες από τις σύγχρονες τάσεις στον τομέα της έρευνας. Παρόλο που το γενικό πλαίσιο δόμησης των κτηματολογικών συστημάτων παρέχεται από το Μοντέλο Διαχείρισης Γης (Land Administration Model), υπάρχουν αρκετές πτυχές που πρέπει να διερευνηθούν και να βελτιωθούν. Κύριος στόχος, είναι η αξιολόγηση των υφιστάμενων αλγορίθμων και τεχνικών τρισδιάστατης (3D) ανακατασκευής και η διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησής τους σε συνδυασμό με σύγχρονες μεθόδους Πληθοπορισμού (Crowdsourcing), για την ανάπτυξη ενός λειτουργικού και οικονομικά αποδοτικού 3D Κτηματολογίου, γεγονός που επιδιώκεται σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η παρούσα εργασία προτείνει μια καινοτόμο μεθοδολογία εκτέλεσης των κτηματολογικών εργασιών, υιοθετώντας σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα, και αναπτύσσει μια πρωτοπόρα εφαρμογή για κινητές συσκευές, με στόχο την καταγραφή και την παρουσίαση των 3D πληροφοριών.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Βασικό άξονα της εργασίας, αποτελεί η αξιοποίηση της υφιστάμενης γνώσης και εμπειρίας, σχετικά με τη χρήση δεδομένων Πληθοπορισμού στις διαδικασίες 3D ανακατασκευής (Fan & Zipf, 2016), καθώς και η αξιολόγηση των υφιστάμενων μεθόδων και τεχνικών ανακατασκευής κτιρίων. Οι τρεις βασικές κατηγορίες μεθόδων ανακατασκευής, παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία ως: παραμετρικές (Model-driven), μη παραμετρικές (Data-driven) και υβριδικές μέθοδοι (Hybrid methods). Οι παραμετρικές μέθοδοι πλεονεκτούν έναντι των μη-παραμετρικών, λόγω της σταθερότητας τους στην περίπτωση που τα αρχικά δεδομένα είναι ελλιπή και αδύναμα, όπως συμβαίνει με τα δεδομένα Πληθοπορισμού, τα οποία συλλέγονται από μη ειδικούς και περιέχουν σφάλματα. Συνεπώς, στην περίπτωση ανάπτυξης ενός προκαταρκτικού 3D Κτηματολογίου, όπου επιδιώκεται η διασφάλιση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, χωρίς να ενδιαφέρουν ιδιαίτερα οι αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες της γεωμετρίας της ιδιοκτησίας, κρίνεται προτιμότερη η χρήση παραμετρικών μεθόδων για την 3D μοντελοποίηση των επιμέρους ιδιοκτησιών. Σύμφωνα με την ως άνω αναφερόμενη γνώση, προτείνεται μια εναλλακτική μεθοδολογία ανάπτυξης του 3D Κτηματολογίου, η οποία αποτελείται από δύο επιμέρους ενότητες. Στη πρώτη ενότητα εργασιών, ο εκάστοτε ιδιοκτήτης ενός ακινήτου καλείται να οριοθετήσει την ιδιοκτησία του και να εισάγει χρήσιμες περιγραφικές πληροφορίες (π.χ. όροφος ιδιοκτησίας κ.α.), μέσω μιας κτηματολογικής εφαρμογής για κινητές συσκευές (Gkeli et al., 2016). Η καταχώρηση των απαιτούμενων δικαιολογητικών, που αποδεικνύουν τα εκάστοτε δικαιώματα, πραγματοποιείται μέσω μιας διαδικτυακής κτηματολογικής εφαρμογής. Στη δεύτερη ενότητα, πραγματοποιείται εισαγωγή ή δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου της ιδιοκτησίας. Στη περίπτωση που ο ιδιοκτήτης διαθέτει ειδικές τεχνικές γνώσεις, δίνεται η δυνατότητα απευθείας εισαγωγής του 3D μοντέλου μέσω της διαδικτυακής κτηματολογικής εφαρμογής. Σε αντίθετη περίπτωση, η ανάπτυξη του μοντέλου πραγματοποιείται αυτόματα μέσω παραμετρικών μεθόδων, σε επίπεδο λεπτομέρειας LoD1 (Gröger et al., 2008). Ασφαλώς, σε κάθε στάδιο της διαδικασίας, προβλέπεται παροχή βοήθειας προς τους χρήστες των επιμέρους κτηματολογικών εφαρμογών, μέσω ειδικής ενημέρωσης.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η υλοποίηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε με την ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές σε λειτουργικό σύστημα Android, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για τη συλλογή 3D πληροφοριών και την απεικόνιση των 3D όγκων των κτιρίων σε LoD1, σε πραγματικό χρόνο, ακολουθώντας Model-driven προσέγγιση (Εικόνα 1). Η εφαρμογή διαθέτει δυνατότητα σχεδιασμού των οριογραμμών των ιδιοκτησιών επί του υποβάθρου και τρισδιάστατη απεικόνιση αυτών, λήψης εικόνων τεκμηρίωσης των ακινήτων, εισαγωγής των απαραίτητων περιγραφικών στοιχείων καθώς και δυνατότητα αποθήκευσης του συνόλου των πληροφοριών στον διακομιστή του ArcGIS Online. Η αναφερόμενη εφαρμογή είναι εύχρηστη, λειτουργική και αποτελεσματική, ενώ παράλληλα παράγει αξιόπιστα αποτελέσματα με ιδιαίτερα ικανοποιητική ακρίβεια.



Εικόνα 1: Απεικόνιση 3D εφαρμογής για κινητές συσκευές σε λειτουργικό σύστημα Android.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η άμεση διαχείριση και διασφάλιση των πολύπλοκων ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων απαιτεί μια οικονομικά αποδοτική λύση για την προκαταρκτική υλοποίηση ενός 3D Κτηματολογίου. Αξιοποιώντας αισθητήρες και φωτογραφικές μηχανές χαμηλού κόστους, καθίσταται δυνατή η συλλογή 3D δεδομένων από το ευρύτερο κοινό. Αξιοποιώντας σύγχρονες μεθόδους Πληθοπορισμού, είναι δυνατή η δημιουργία ενός αποτελεσματικού πλαισίου εργασιών, ταχύτατα, εύκολα και οικονομικά, όπου ο ρόλος των πολιτών θα είναι καθοριστικός. Μέσω κατάλληλης ενημέρωσης των πολιτών και ανάπτυξης καινοτόμων τεχνικών και αλγορίθμων επεξεργασίας δεδομένων και ανάπτυξης τρισδιάστατων μοντέλων, αυξάνεται η αξιοπιστία των κτηματολογικών εργασιών, με την αποφυγή ή ελαχιστοποίηση των χονδροειδών σφαλμάτων στον εντοπισμό και την περιγραφή της ιδιοκτησίας. Η πρωτοτυπία, έγκειται στη βελτίωση των υφιστάμενων τεχνικών και την ανάπτυξη νέων αυτοματοποιημένων αλγορίθμων δημιουργίας 3D ανακατασκευών κτιρίων. Η προσπάθεια ενσωμάτωσης νέων Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας και μεθόδων Πληθοπορισμού στη διαδικασία συλλογής 3D δεδομένων, αποτελεί μια καινοτόμο πρόταση, συμβάλλοντας στη μείωση του χρόνου, του κόστους, του όγκου και της αξιοπιστίας των απαιτούμενων εργασιών.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος διδακτορικής εργασίας που εκπονείται με την επίβλεψη του Καθηγητή ΕΜΠ, Χαράλαμπου Ιωαννίδη.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Fan, H. and Zipf, A., (2016). Modelling the world in 3D from VGI/Crowdsourced data, *In: Capineri, C, Haklay, M, Huang, H, Antoniou, V, Kettunen, J, Ostermann, F and Purves, R. (eds.) European Handbook of Crowdsourced Geographic Information*, pp.435–446, London: Ubiquity Press.
- Gkeli, M., Apostolopoulos, K., Mourafetis, G., Ioannidis, C. and Potsiou, C., (2016). Crowdsourcing and mobile services for a fit-for-purpose Cadastre in Greece, *Proc. SPIE, Fourth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2016)*, Vol.9688, pp.968817.
- Gröger, G., Kolbe, T. H., Czerwinski, A. and Nagel, C., (2008). OpenGIS city geography markup language (CityGML) encoding standard, *Open Geospatial Consortium Inc*, pp.1-234.

Διερεύνηση Νέων Τεχνικών και Θεσμικών Διαδικασιών για την Ίδρυση και Λειτουργία ενός Σύγχρονου Μοντέλου Κτηματολογίου

Κωνσταντίνος Αποστολόπουλος¹

¹ Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Πολλές αναπτυγμένες χώρες έχουν ανεπτυγμένη θεσμική υποδομή και νόμους που σχετίζονται με τον παράγοντα της γης και προστατεύουν τη σχέση των πολιτών με αυτήν, παρέχουν δε τις απαραίτητες διοικητικές υπηρεσίες που εξασφαλίζουν και εγγυώνται τα ατομικά δικαιώματα στη γη και τα ακίνητα. Οι υπηρεσίες αυτές υποστηρίζουν την αγορά ακινήτων και στηρίζουν τη σύγχρονη οικονομία. Αντίθετα, οι περισσότερες χώρες με αναπτυσσόμενη οικονομία έχουν σε λιγότερο από το 30% της έκτασής τους Κτηματολόγιο. Αυτό σημαίνει ότι πάνω από το 70% της έκτασης πολλών χωρών βρίσκεται χωρίς Κτηματολόγιο με αποτέλεσμα την πρόκληση τεράστιων διοικητικών προβλημάτων. Τα εκατομμύρια των ανθρώπων των οποίων η ιδιοκτησία έχει μεν κατοχυρωθεί με κοινωνικά αλλά όχι με νομικά κριτήρια δεν μπορούν να απολαύσουν τα οφέλη του Κτηματολογίου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, και επειδή η διαδικασία σύνταξης Κτηματολογίου είναι χρονοβόρα και στοιχίζει ακριβά, πρέπει να υπάρξει μια “κλιμακωτή” νομική και τεχνική προσέγγιση τόσο στο ιδιοκτησιακό καθεστώς, που θα περιλαμβάνει μια σειρά από βήματα που θα μετατρέπουν σταδιακά την αυθαίρετη κατοχή γης σε νόμιμο τίτλο ιδιοκτησίας, όσο και στις μεθόδους σύνταξης και λειτουργίας του Κτηματολογίου. Η ανάγκη για πλήρη κάλυψη του συνόλου των ακινήτων από Συστήματα Κτηματολογίου είναι επείγουσα ώστε να επιτευχθεί η δίκαιη οικονομική ανάπτυξη όλων των πολιτών και οι στόχοι των ΗΕ για την Παγκόσμια Βιώσιμη Ανάπτυξη μέχρι το 2030. Δεν είναι απαραίτητη μόνο η καταγραφή των βασικών δικαιωμάτων επί των ακινήτων αλλά και η πληροφορία σχετικά με την αξία, τη χρήση της γης και τις δυνατότητες ανάπτυξης της, που αποτελούν τις τέσσερις βασικές αρχές διοίκησης της γης.

Στόχος της εργασίας είναι η διερεύνηση ενός νέου μοντέλου Κτηματολογίου το οποίο θα παρέχει γρήγορες και αξιόπιστες λύσεις για την ολοκλήρωση της Κτηματογράφησης και τη λειτουργία του Κτηματολογίου σε επίπεδο χώρας, αξιόπιστα και οικονομικά, με την συμμετοχή των πολιτών (crowdsourcing) και την χρήση σύγχρονων εργαλείων πληροφορικής για την καταγραφή των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων και την απόκτηση Κτηματολογικών δεδομένων.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

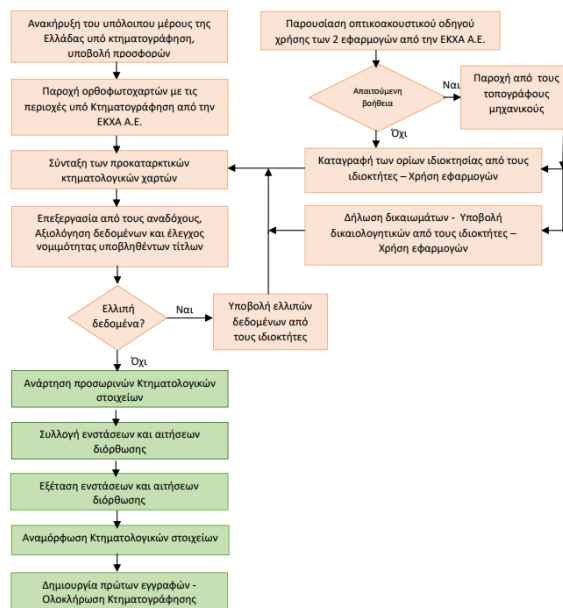
Η βασική ιδέα της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η διαμόρφωση ενός σύγχρονου μοντέλου Κτηματογράφησης με την υποστήριξή του από την σύγχρονη τάση του crowdsourcing (με την συμμετοχή των ιδιοκτητών) και τις mobile κυβερνητικές υπηρεσίες (m-gov) στην καταγραφή των κτηματολογικών πληροφοριών και την αποθήκευση αυτών των δεδομένων σε μια online βάση δεδομένων. Παρουσιάζεται η προτεινόμενη διαδικασία Κτηματογράφησης που βασίζεται στις αρχές της FFP προσέγγισης και αναλύονται τα στάδια υλοποίησής της. Μια “Fit-For-Purpose” (FFP) προσέγγιση μπορεί να αναφέρεται στο χωρικό, νομικό, τεχνικό και θεσμικό πλαίσιο που μπορεί να αναπτυχθεί και να σχεδιαστεί με σκοπό τη διαχείριση της γης σε μια συγκεκριμένη χώρα ή περιοχή. Τα κύρια στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Παρουσιάζεται η πιλοτική εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε στην αγροτική περιοχή, Γούναρη του δήμου Σπάρτης. Η πιλοτική εφαρμογή είχε ως σκοπό την αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας και την

Εορτασμός 100 Χρόνων της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ Ημερίδα Νέων Ερευνητών «Καινοτομία στην Επιστήμη του Αγρονόμου & Τοπογράφου Μηχανικού»

ανάδειξη της σημαντικότητας της συμμετοχής των πολιτών στις διαδικασίες καταγραφής της γης και στην επίσημη διαδικασία της Κτηματογράφησης. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων της με τα επίσημα Κτηματολογικά διαγράμματα της ΕΚΧΑ Α.Ε. προς εξαγωγή συμπερασμάτων και προτάσεων.



Σχήμα 1: Προτεινόμενη μεθοδολογία για την ίδρυση και λειτουργία ενός σύγχρονου μοντέλου Κτηματολογίου

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Οι νέες τεχνολογίες καταγραφής πληροφοριών γης όπως η χρήση applications στα smartphones μπορεί να συμβάλλει σε ένα σημαντικό βαθμό στην επίλυση σημαντικών προβλημάτων στην πορεία των κτηματογραφήσεων. Η ανάπτυξη λειτουργικών, χρηστικών και χαμηλού κόστους εφαρμογών μπορεί να αποτελέσει ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη των σύγχρονων συστημάτων Διοίκησης Γης. Η συμμετοχικότητα των πολιτών στις επίσημες διαδικασίες Κτηματογράφησης σε συνδυασμό με την ανάπτυξη αυτών των νέων τεχνολογιών και την επιστημονική γνώση των τοπογράφων μηχανικών αξίζει να διευρυνθεί καθώς μπορεί να διαμορφώσει νέες θετικές προοπτικές στο Κτηματολόγιο και στα Συστήματα Διοίκησης Γης.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής εργασίας υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας κας. Χρυσής Πότσιου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Apostolopoulos, K., Paunescu, C., Nache, F., Ioannidis, C., Potsiou, C. (2017). Proposal for Flexible, Affordable and Reliable Systematic Cadastres: Examples from Greece and Romania, *FIG Working Week 2017*, Helsinki.
- Enemark, S. McLaren, R., Lemmen, C., (2016). Fit-For-Purpose Land Administration – Guiding Principles for Country Implementation, UN Habitat.
- McLaren, R. (2012). Crowdsourcing Support for Land Administration – A Partnership Approach, *Annual World Bank Conference on Land and Poverty*, Washington DC.
- Potsiou, C., (2015). Ensuring the Rapid Response to Change, Ensuring the Surveyor of Tomorrow, *FIG Article of the Month: April 2015*.

Ανάπτυξη Μεθοδολογικών Εργαλείων Ενίσχυσης και Αξιολόγησης του Γεωχωρικού Εγγραμματισμού

Χρήστος Χάρχαρος
Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Ως χωρική σκέψη ορίζεται η δυνατότητα απεικόνισης και ερμηνείας της θέσης, της απόστασης, της κατεύθυνσης, των σχέσεων και μετακινήσεων στο χώρο και αποτελεί σύνθεση χωρικών εννοιών, εργαλείων αναπαράστασης και διαδικασιών συλλογισμού. Τα μοντέλα χωρικών κλίμακων διαιρούν τον χώρο σε κλίμακες με βάση το προβολικό τους μέγεθος ως προς το ανθρώπινο σώμα και την κινητικότητα που απαιτείται για την πλήρη κατανόησή τους. Το πιο σημαντικό μοντέλο διακρίνει το σχηματικό χώρο, τον χώρο θέασης, τον περιβαλλοντικό και γεωγραφικό χώρο (Montello, 1993) και βοηθάει στη διάκριση χωρικής και γεωχωρικής σκέψης. Ο όρος χωρική σκέψη αναφέρεται στους δυο πρώτους και οι δεξιότητες που σχετίζονται με αυτήν καλούνται μικρής κλίμακας, ενώ ο όρος γεωχωρική στους δυο τελευταίους και οι αντίστοιχες δεξιότητες καλούνται μεγάλης κλίμακας. Η παρούσα διατριβή θα απαντήσει ερωτήματα όπως: ποιες είναι οι ευρύτερες οικογένειες χωρικών δεξιοτήτων, πώς μπορεί να αξιολογηθεί η χωρική σκέψη, ποια είναι η σχέση της με τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων και πώς μπορεί να ενισχυθεί χρησιμοποιώντας τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Η χωρική σκέψη περιλαμβάνει δεξιότητες όπως η ανάγνωση χαρτών, διαδικασίες που εμπλέκουν μεταξύ άλλων την αναπαράσταση, την κλίμακα, την ανάκληση συμβολικής πληροφορίας, τη σύνταξη λεκτικών οδηγιών και την πλοήγηση. Αυτή η πολυπλοκότητα σε συνδυασμό με την απουσία συμφωνημένης ορολογίας μεταξύ των ερευνητών, δυσχεραίνει την οριοθέτησή της καθώς δεν υπάρχει σαφής κατηγοριοποίηση των χωρικών δεξιοτήτων (Oliveira, 2004). Οι δεξιότητες μικρής κλίμακας αξιολογούνται συνήθως μέσω ερωτηματολογίων (π.χ. το Card Rotation προσδιορίζει τη νοητή περιστροφή αντικειμένων, το Hidden Image την ευελιξία κλεισίματος, κ.ά.). Αντιθέτως, οι δεξιότητες μεγάλης κλίμακας δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς και δεν εντοπίζονται αρκετοί τρόποι αξιολόγησής τους. Επομένως, δεν υπάρχει κάποιο σύστημα ολιστικής αξιολόγησης των χωρικών δεξιοτήτων. Επιπλέον, οι προσπάθειες προσδιορισμού των χωρικών ικανοτήτων στην πλειονότητά τους γίνονται υπό το πρίσμα της ψυχολογίας χωρίς τη συμβολή επιστήμονα της γεωχωρικής πληροφορίας. Παρόλο που υπάρχει μια διαφαινόμενη σχέση μεταξύ των χωρικών δεξιοτήτων και των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων, αυτή δεν έχει μελετηθεί εκτενώς, καθώς αποτελεί αντικείμενο πρόσφατων μελετών οι οποίες συσχετίζουν μόνο μια χωρική δεξιότητα με συγκεκριμένο τύπο προβλημάτων. Ως εκ τούτου, η μεταξύ τους σχέση χρίζει περαιτέρω έρευνας. Τέλος, η χωρική σκέψη ενισχύεται μέσω κατάλληλων πόρων, όπως εικονικά περιβάλλοντα ή εκπαιδευτικά σεναρία. Παρόλο που διεθνώς εντοπίζονται αρκετοί εκπαιδευτικοί πόροι, στην Ελλάδα είναι περιορισμένοι και δεν αξιοποιούν τις ΤΠΕ.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η διδακτορική διατριβή θα υλοποιηθεί σε τέσσερις φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει βιβλιογραφική ανασκόπηση για την καταγραφή των διακριτών χωρικών δεξιοτήτων μικρής και μεγάλης κλίμακας και την κατηγοριοποίησή τους σε ομάδες με βάση κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Μέσω των υφιστάμενων ερωτηματολογίων (όπως αυτά που προαναφέρθηκαν) θα αξιολογηθεί η χωρική σκέψη αντιπροσωπευτικού δείγματος. Χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους συντελεστές συσχέτισης θα προσδιοριστεί ο πίνακας συσχέτισης των δεξιοτήτων που θα αποτελέσει το δεδομένο εισόδου για την εφαρμογή πολυδιάστατης κλιμάκωσης (MDS), ώστε να προκύψουν οι «οικογένειες» των δεξιοτήτων της χωρικής σκέψης. Η δεύτερη φάση αφορά στη δημιουργία του μεθοδολογικού πλαισίου ολιστικής αξιολόγησης της χωρικής σκέψης, χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα [GEOTHNK](#) που αναπτύχθηκε για την προώθηση της χωρικής σκέψης.

Επιπλέον, θα εξεταστεί και η δυνατότητα ανάπτυξης ενός διαδικτυακού ερωτηματολογίου που θα πληροί τις απαραίτητες προδιαγραφές εγκυρότητας και αξιοπιστίας. Το πλαίσιο αυτό θα αξιοποιεί και μεθόδους «αναλυτικής μάθησης» ώστε να κατανοηθεί και να βελτιστοποιηθεί η τυπική μάθηση μέσω της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη. Επομένως, θα αξιολογηθούν διάφορα υφιστάμενα εργαλεία αναλυτικής μάθησης και θα εντοπισθεί εκείνο που ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες του συστήματος αξιολόγησης. Η τρίτη φάση περιλαμβάνει την αξιολόγηση του μεθοδολογικού εργαλείου και τη διερεύνηση της σχέσης των χωρικών δεξιοτήτων με τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Μέσω προκαταρκτικής αξιολόγησης του εργαλείου θα εντοπιστούν και διορθωθούν τυχόν αστοχίες. Κατόπιν, το σύστημα αξιολόγησης θα χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της χωρικής σκέψης μαθητών δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ενώ για την εκτίμηση των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων θα χρησιμοποιηθεί το ερωτηματολόγιο του προγράμματος PISA ή της έρευνας «Adult Literacy and Lifeskills Survey». Μέσω κατάλληλων στατιστικών μεθόδων θα συσχετιστούν τα αποτελέσματα ώστε να διερευνηθεί η πιθανή σχέση μεταξύ των δυο μεταβλητών. Επιπλέον, θα εξετασθεί η σχετική συνεισφορά των αντιπροσωπευτικών παραγόντων της χωρικής σκέψης στην ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων (ενδεικτικά αναφέρεται η ανάλυση παλινδρόμησης). Η τέταρτη φάση περιλαμβάνει την ανάπτυξη εκπαιδευτικών πόρων για την ενίσχυση της χωρικής σκέψης. Συγκεκριμένα, θα δημιουργηθεί ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού με θέμα τη χωρική σκέψη, το οποίο θα αξιοποιεί τις δυνατότητες των ΤΠΕ ώστε οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις χωρικές έννοιες, τη χρήση εργαλείων αναπαράστασης και την εφαρμογή διαδικασιών συλλογισμού με υπόβαθρο τον γεωχώρο.

3. Αναμενόμενα Αποτελέσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η έκθεση «Learning to Think Spatially» (NRC, 2006) σηματοδότησε μια στροφή προς την ενίσχυση της χωρικής σκέψης και του χωρικού εγγραμματισμού στην εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα της ανωτέρω έρευνας τονίζουν τις ανταποδοτικές συνέπειες της ανάπτυξης των χωρικών δεξιοτήτων στην αύξηση της συμμετοχής σε κλάδους STEM, ενώ αν αυτές λείπουν αποτελούν τροχοπέδη για την επίδοση των μαθητών. Ωστόσο, λόγω της παραμέλησής της από τα ευρωπαϊκά κυρίως εκπαιδευτικά συστήματα έχει χαθεί εν πολλοίς από τους μαθητές. Ως εκ τούτου, τα αναμενόμενα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής, τα οποία αποτελούν και τα σημεία καινοτομίας, αφορούν στην οριοθέτηση της χωρικής σκέψης και στη δημιουργία της αντίστοιχης οντολογίας, που θα χρησιμεύσει ως ένα κοινό πλαίσιο αναφοράς, διευκολύνοντας τη δημιουργία ενός ψηφιακά υποστηριζόμενου μεθοδολογικού εργαλείου για την ολιστική εκτίμησή της, το οποίο με τη σειρά του θα επιτρέψει τη συσχέτιση της χωρικής σκέψης με τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Ο συνδυασμός του μεθοδολογικού εργαλείου με το παιχνίδι σοβαρού σκοπού θα βοηθήσει στην παράλληλη αξιολόγηση και ενίσχυση των χωρικών δεξιοτήτων. Το παιχνίδι σοβαρού σκοπού θα διαμορφωθεί κατάλληλα ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε περιβάλλοντα τυπικής μάθησης όσο και από ενήλικα άτομα, προκειμένου να ενδυναμωθούν οι χωρικές τους δεξιότητες.

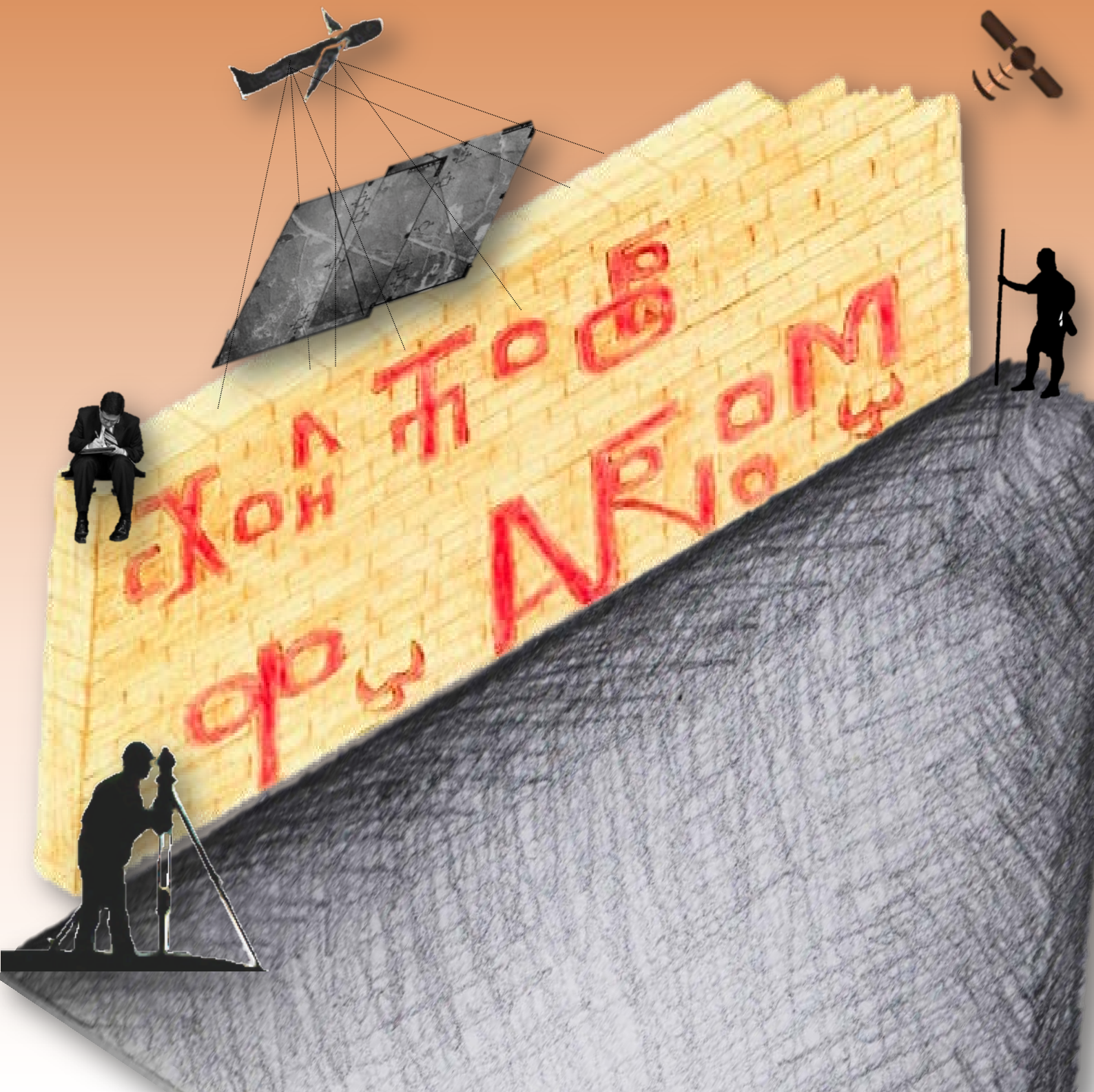
Ευχαριστίες: Η διδακτορική εργασία γίνεται υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Μαρίνου Κάβουρα και υποστηρίζεται από υποτροφία του Ιδρύματος Ευγενίδου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Montello, D. (1993). Scale and multiple psychologies of space. In Frank, A., Campari, I., (Ed.), Spatial information theory: A theoretical basis for GIS, Proceedings of COSIT '93. 716, pp. 312-321. Berlin: Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science.
- National Research Council (NRC), (2006). Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum. Washington D.C.: The National Academies Press;
- Oliveira, T. (2004). Dynamic spatial ability: an exploratory analysis and a confirmatory study. International Journal of Aviation Psychology, 14(1): 19-38.

ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4

*“Υποδομές στον αστικό χώρο:
Σχεδιασμός-Διαχείριση-Λειτουργία”*



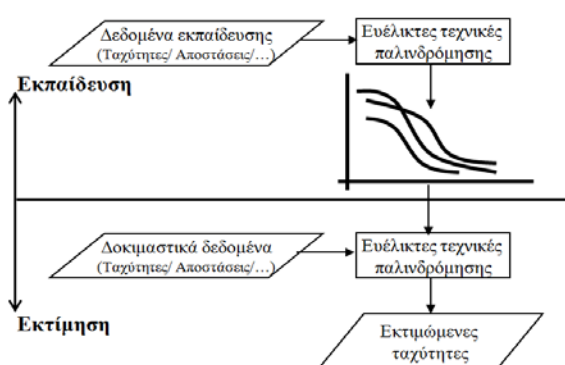
Ευέλικτα Μικροσκοπικά Μοντέλα Κυκλοφοριακής Προσομοίωσης

Βασιλεία Παπαθανασοπούλου
Υποψήφια Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Τα μικροσκοπικά μοντέλα περιγράφουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οχημάτων ή μεταξύ των οχημάτων και του οδικού δικτύου. Λόγω της μεγάλης λεπτομέρειας που προσφέρουν, θεωρούνται κατάλληλα για την αξιολόγηση «ευφώνων συστημάτων αναφοράς» και της λειτουργίας των κυκλοφοριακών συστημάτων. Οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για μεγαλύτερη ακρίβεια και ευελιξία στη προσομοίωση της συμπεριφοράς των οδηγών έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη πολλών μικροσκοπικών μοντέλων κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Αρκετά από αυτά αδυνατούν να παρέχουν μια αξιόπιστη εκτίμηση χωρίς να βασιστούν στην υπερπροσαρμογή των παραμέτρων τους. Επιπλέον, τα μοντέλα αυτά δεν επιτρέπουν την αξιοποίηση πληθώρας δεδομένων που είναι σήμερα διαθέσιμα. Στόχος της έρευνας είναι η αντιπροσωπευτική μοντελοποίηση της κυκλοφορίας και η εκτίμηση προτύπων κυκλοφοριακής προσομοίωσης σε ποικίλες κυκλοφοριακές συνθήκες με τη χρήση καινοτόμων και ευέλικτων μεθόδων, όπως τοπικά σταθμισμένη παλινδρόμηση (loess), εύκαμπτες καμπύλες (splines), Gaussian διαδικασίες, Kernel μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (Kernel support vector machines) και νευρωνικά δίκτυα. Οι Antoniou and Koutsopoulos (2006) και οι Antoniou et al. (2013) έχουν προτείνει τη χρήση μεθόδων μηχανικής μάθησης για μακροσκοπική προσομοίωση. Στο πλαίσιο της έρευνας αυτής, το ενδιαφέρον στρέφεται σε μικροσκοπικό επίπεδο.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση



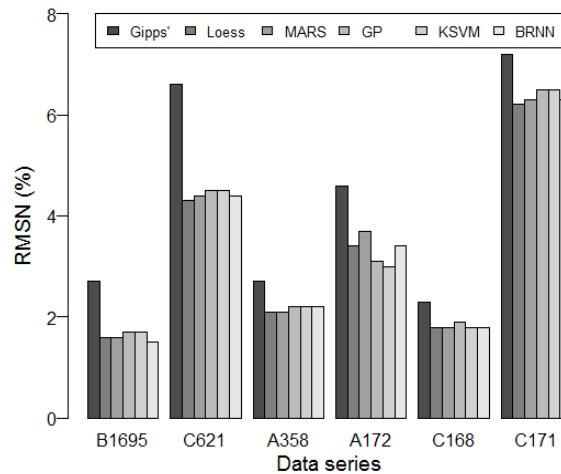
Σχήμα 1: Μεθοδολογία για την εκτίμηση ευέλικτων μοντέλων ακολουθίας οχημάτων με τη χρήση μεθόδων μηχανικής μάθησης

Η προτεινόμενη μεθοδολογία βασίζεται στη χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης (Σχήμα 1). Με τη χρήση των τεχνικών αυτών αναγνωρίζονται πρότυπα και συσχετίσεις στα διαθέσιμα δεδομένα (εκπαίδευση μοντέλου- training). Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει ένα μοντέλο ακολουθίας οχημάτων που βασίζεται στα δεδομένα εκπαίδευσης. Στη συνέχεια, θεωρείται μια νέα σειρά δεδομένων, στην οποία θα εφαρμοστεί το πρότυπο που δημιουργήθηκε με σκοπό να γίνει μια εκτίμηση των ταχυτήτων που αφορούν τα νέα δεδομένα (δοκιμαστικά δεδομένα). Αναμφισβήτητα τα δεδομένα εκπαίδευσης πρέπει να περιλαμβάνουν επαρκές πλήθος παρατηρήσεων, ώστε το πρότυπο που θα προκύψει να είναι αντιπροσωπευτικό.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή περιλαμβάνουν δεδομένα από τρεις διαφορετικές πηγές, δεδομένα από τη Νάπολη (Punzo et al., 2005), τα NGSIM δεδομένα και δεδομένα από την Ινδία. Τα πρώτα δεδομένα προέκυψαν από μια σειρά πειραμάτων που διεξήχθησαν σε οδούς που περιβάλλουν την

πόλη Νάπολη της Ιταλίας σε πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες τον Οκτώβριο του 2002. Για τα δεδομένα της Νάπολης εφαρμόζονται τα διάφορα μοντέλα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ενδεικτικά στο Σχήμα 2. Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόζεται χρησιμοποιώντας πέντε διαφορετικές τεχνικές. Με όλες τις τεχνικές αυτές επιτυγχάνεται καλύτερο αποτέλεσμα από το μοντέλο του Gipps, ένα γνωστό μοντέλο ακολουθίας οχημάτων που χρησιμοποιείται στο AIMSUN λογισμικό προσομοίωσης. Οι αποκλίσεις είναι μικρές και όλες αποτελούν εξίσου καλές εναλλακτικές λύσεις. Συγκρίνοντας όλα τα αποτελέσματα η μέθοδος Ioess προσφέρει την καλύτερη απόδοση για την πλειοψηφία των δεδομένων.



Σχήμα 2: Αποτελέσματα για τα δεδομένα της Νάπολης

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής εξετάστηκαν οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης ως εναλλακτικές μέθοδοι για την εκτίμηση προτύπων ακολουθίας οχημάτων. Οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης παρουσιάζουν μεγάλη ευελιξία και ταχύτητα ως προς τη διαχείριση των δεδομένων, καθώς δεν απαιτείται ειδική βαθμονόμηση αρκετών παραμέτρων όπως συνήθως χρειάζεται στα παραδοσιακά μοντέλα. Επίσης, παρέχουν τη δυνατότητα εξέτασης νέων παραμέτρων που επιδρούν στη συμπεριφορά των οδηγών και δεν περιορίζονται σε αυτές που ορίζουν οι μαθηματικοί τύποι των παραδοσιακών μοντέλων. Παρά το γεγονός ότι οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης στερούνται θεωρητικής τεκμηρίωσης παρέχουν τη δυνατότητα για πιο εξειδικευμένα και λεπτομερή μοντέλα μικροσκοπικής προσομοίωσης.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής εργασίας υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Κωνσταντίνου Αντωνίου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Antoniou C. and H. N. Koutsopoulos (2006). Estimation of Traffic Dynamics Models with Machine Learning Methods. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1965, pp. 103-111, Washington D.C., 2006.
- Antoniou, C., Koutsopoulos, H. N., & Yannis, G. (2013). Dynamic data-driven local traffic state estimation and prediction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 34, 89-107.
- Punzo V., Formisano D.J., Torrieri V. (2005). A non-stationary Kalman Filter for the estimation of accurate multiple Car-Following Data, *Proceedings of the 84th Annual Meeting TRB*, Washington, D. C.

Εξαγωγή Τροχιών Κινούμενων Αντικειμένων από Βιντεοσκοπήσεις

Γιώργος Κουσκουλής
Υποψήφιος Διδάκτορας ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Η ύπαρξη δεδομένων για κάθε επιστημονικό κλάδο αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη της ερευνητικής μεθοδολογίας και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Αντίστοιχα, και στον τομέα της κυκλοφοριακής προσομοίωσης τα δεδομένα που αποτυπώνουν τις τροχιές κινούμενων αντικειμένων, όπως οχημάτων, ποδηλάτων και πεζών, αποτελούν τη βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη προτύπων που θα «εξηγούν» ανάλογα φαινόμενα. Υπάρχουν, όμως, περιπτώσεις που δεν υφίστανται έτοιμα δεδομένα προς ανάλυση και η συλλογή τους είναι απαραίτητη. Η τεχνολογία σήμερα παρέχει τη δυνατότητα συλλογής κυκλοφοριακών δεδομένων μέσω αρκετών μέσων και τρόπων, μεταξύ των οποίων ραντάρ, ανιχνευτές, κάμερες, σαρωτές Bluetooth, συσκευές GPS κ.α. (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015). Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εξαγωγή τροχιών κινούμενων πεζών από βιντεοσκοπήσεις και ο περιορισμός του θορύβου τους, ώστε να χρησιμοποιηθούν, σε μεταγενεστερό στάδιο, στην ανάλυση της κυκλοφοριακής κίνησης.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Τα στάδια της μεθοδολογίας της προκειμένης εργασίας παρουσιάζονται παρακάτω:

- Βιντεοσκόπηση περιοχής κίνησης πεζών
- Εξαγωγή αρχικών τροχιών μέσω λογισμικού προγράμματος με τις θέσεις των πεζών ως εικονοστοιχεία (pixels) επί των καρτέ του βίντεο
- Αντιστοίχιση των θέσεων των εικονοστοιχείων σε συντεταγμένες επί του εδάφους, μέσω υπολογισμού παραγόντων εσωτερικού και εξωτερικού προσανατολισμού κάμερας
- Εφαρμογή επέκτασης φίλτρου Kalman για αρχικό περιορισμό του θορύβου των τροχιών
- Εφαρμογή κινητού μέσου όρου στις ανανεωμένες τροχιές για περαιτέρω ομαλοποίησή τους με ταυτόχρονη διατήρηση των χαρακτηριστικών της κίνησης

Όπως αναφέρεται και παραπάνω η μεθοδολογία της εργασίας αποτελείται από πέντε στάδια. Πρωταρχικό στάδιο αποτελεί η βιντεοσκόπηση της εξεταζόμενης περιοχής. Ακολουθεί η εισαγωγή των βιντεοσκοπήσεων σε λογισμικό το οποίο εξάγει τις τροχιές των πεζών με θέσεις τα εικονοστοιχεία σε κάθε κάρε. Αξίζει να σημειωθεί πως η κάμερα πρέπει να είναι πλήρως σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της καταγραφής, ώστε να αποφευχθεί επιπλέον θόρυβος των δεδομένων. Στη συνέχεια μετατρέπονται οι θέσεις των εικονοστοιχείων σε συντεταγμένες επί του εδάφους, με τη χρήση φωτογραμμετρικών εργαλείων (Kalisperakis et al., 2006 και Douskos et al., 2009). Στο παρόν στάδιο οι εξαχθείσες τροχιές περιέχουν λευκό θόρυβο ο οποίος πρέπει να περιοριστεί. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται επέκταση του φίλτρου Kalman και ειδικότερα το Unscented Kalman Filter το οποίο περιορίζει τις παραδοχές του βασικού φίλτρου Kalman. Καθότι ο θόρυβος στα δεδομένα εξακολουθεί να υφίσταται εφαρμόζεται, στο τελευταίο στάδιο, ο απλός συμμετρικός κινητός μέσος όρος για περαιτέρω ομαλοποίηση των τροχιών. Σε αυτό το σημείο χρήζει προσοχής ο καθορισμός του πλάτους ομαλοποίησης, καθώς μεγάλο πλάτος μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική ομαλοποίηση των τροχιών και κατ' επέκταση σε εξάλειψη των χαρακτηριστικών της κίνησης του πεζού.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η αποδόση των φίλτρων που χρησιμοποιήθηκαν για την ομαλοποίηση των εξαχθέντων τροχιών εξετάστηκε μέσω του περιορισμού της διακύμανσης της διανυθείσας απόστασης από τον πεζό από καρέ σε καρέ.

Ειδικότερα μελετήθηκαν τυχαία 5 καταγεγραμμένες τροχιές, που προσεγγίζουν ευθείες γραμμές, και υπολογίστηκε η μείωση της διακύμανσης μετά το πρώτο στάδιο (εφαρμογή μόνο του Unscented Kalman Filter) και μετά το δεύτερο και τελικό στάδιο (πρόσθετη εφαρμογή του συμμετρικού απλού κινητού μέσου όρου). Καμπύλες τροχιές αποφεύχθηκαν εξαιτίας του γεγονότος πως εμπεριέχουν διακύμανση της Ευκλείδειας απόστασης. Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της διαδικασίας για καθεμία από τις 5 επιλεγθείσες τροχιές.

Πίνακας 1: Αποδοτικότητα φίλτρων ομαλοποίησης τροχιών

Διακύμανση απόστασης (mm) / Ped id	Ped001	Ped029	Ped035	Ped041	Ped044	Μέσος όρος
Αρχική τροχιά	0.598	0.364	0.364	0.249	0.409	
Εφαρμογή UKF	0.166	0.095	0.093	0.105	0.149	
Μείωση διακύμανσης	72%	67%	74%	58%	64%	67%
Εφαρμογή UKF και κινητού μέσου	0.016	0.021	0.005	0.006	0.010	
Μείωση διακύμανσης	97%	94%	99%	98%	98%	97%

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η ανάλυση δεδομένων είναι πρωταρχικής σημασίας για την προσομοίωση κυκλοφοριακών συνθηκών, και μεταξύ των μέσων που υπάρχουν για τη συλλογή τους είναι και η βιντεοσκόπηση περιοχών με κυκλοφορία. Τα στοιχεία όμως που συλλέγονται, δηλαδή η θέση οχημάτων/πεζών στο χρόνο, περιέχουν λευκό θόρυβο και η ύπαρξη θορύβου στα αρχικά δεδομένα μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα. Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται μια μέθοδος που συνδυάζει υφιστάμενα φίλτρα περιορισμού λευκού θορύβου και οδηγεί σε αποδοτικότερη εκτίμηση των τροχιών των κινούμενων πεζών και κατ' επέκταση σε ακριβέστερο υπολογισμό των κυκλοφοριακών μεγεθών (πχ. ταχύτητα, επιτάχυνση).

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διδακτορικής εργασίας υπό την επίβλεψη της Επίκουρης Καθηγήτριας Ιωάννας Σπυροπούλου. Οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν τον Καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Γεώργιο Καρρά για τις πολύτιμες συμβουλές του στον τομέα της Φωτογραμμετρίας.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Douskos V., L. Grammatikopoulos, I. Kalisperakis, G. Karras and E. Petsa, (2009), [FAUCCAL: an open source toolbox for fully automatic camera calibration](#), in *Proceedings of the XXII CIPA Symposium on Digital Documentation, Interpretation & Presentation of Cultural Heritage*, Kyoto, Japan.
- Kalisperakis I., L. Grammatikopoulos, E. Petsa and G. Karras, (2006), [An open-source educational software for basic photogrammetric tasks](#), in *Proceedings of the FIG-ISPRS-ICA International Symposium on “Modern Technologies, Education & Professional Practice in Geodesy & Related Fields*, Sofia, Bulgaria, pp. 581-586.
- Αντωνίου Κ. και Σπυροπούλου Ι. (2015). Αρχές Κυκλοφοριακής Τεχνικής και Προσομοίωσης, Εκδόσεις Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, Αθήνα.

Διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδηγική συμπεριφορά, μέσω πειράματος σε προσομοιωτή οδήγησης

Ελένη Ανδρικοπούλου¹, Μαρία Λινάρδου²

¹ Προπτυχιακή Σπουδάστρια ΣΑΤΜ

² Διπλωματούχος ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση αποτελεί μία από τις συχνότερες πηγές απόσπασης προσοχής και μια από τις σημαντικότερες αιτίες τροχαίων ατυχημάτων. Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο τη διερεύνηση της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στην οδηγική συμπεριφορά υπό συνθήκες ημέρας και νύχτας. Ειδικότερα, εξετάζεται το κατά πόσο ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η τηλεφωνική συνομιλία – δια χειρός χρήση του κινητού, σύστημα ενσύρματης επικοινωνίας ή σύστημα ανοιχτής ακρόασης – επιδρά στην οδηγική συμπεριφορά και ποιες είναι οι διαφοροποιήσεις μεταξύ της επίδρασης αυτής κατά την ημέρα και τη νύχτα.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης FOERST Driving Simulator του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής, της Σχολής Πολικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, με στόχο τον προσδιορισμό της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στην οδηγική συμπεριφορά των οδηγών. Στο πείραμα έλαβαν μέρος εθελοντικά 88 συμμετέχοντες (20 έως 62 ετών) οι οποίοι κλήθηκαν να οδηγήσουν σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια ημέρας και νύχτας, συνομιλώντας παράλληλα μέσω του κινητού τους τηλεφώνου. Η έρευνα αυτή εξετάζει την επιρροή του κινητού τηλεφώνου, ως μέσου απόσπασης προσοχής, στη μέγιστη ταχύτητα κίνησης των οδηγών, στο χρόνο αντίδρασής τους και στην τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης του οχήματος. Για τον υπολογισμό του χρόνου αντίδρασης του οδηγού προγραμματίστηκε η ξαφνική εμφάνιση εικόνας με την ένδειξη «STOP», σε διάφορα σημεία της διαδρομής που προσομοιώθηκε. Τόσο η σειρά οδήγησης των σεναρίων που σχεδιάστηκαν όσο και τα σημεία εμφάνισης της εικόνας «STOP», επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να μην επηρεάσει ο σχεδιασμός του πειράματος τα τελικά αποτελέσματα. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο σχετικά με τις οδηγικές τους συνήθειες και προτιμήσεις, τα προσωπικά τους χαρακτηριστικά κ.α. Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω της πειραματικής διαδικασίας δημιουργήθηκαν μαθηματικά μοντέλα διακριτών επιλογών με εξαρτημένες μεταβλητές τις τρεις προαναφερθείσες μεταβλητές. Κάθε μία από τις εξαρτημένες μεταβλητές κατηγοριοποιήθηκε σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη αφορά σε χαμηλές τιμές της μεταβλητής, η δεύτερη σε μεσαίες τιμές της μεταβλητής και η τρίτη σε υψηλές τιμές της μεταβλητής. Για τον υπολογισμό των ορίων της κάθε κατηγορίας το σύνολο των τιμών αρχικά διατάχθηκε με αύξουσα σειρά. Έτσι, το 25% των χαμηλότερων τιμών αποτέλεσε την Κατηγορία 1, το υπόλοιπο 50%, το οποίο αφορά στις μεσαίες τιμές, κατατάχθηκε στην Κατηγορία 2 και τέλος, το 25% των υψηλότερων τιμών αποτέλεσε την Κατηγορία 3. Να σημειωθεί πως για την αποδοχή των τελικών επιλεχθεισών τιμών, λήφθηκαν υπόψη και αντίστοιχες τιμές που έχουν υπολογιστεί από διερευνήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν. Τέλος, δημιουργήθηκαν διατεταγμένα μοντέλα Probit (Ordered Probit) με την προσθήκη του προσδιορισμού «*random effects*», ώστε να λαμβάνεται υπόψη η ομοιογένεια μεταξύ κάποιων εκ των παρατηρήσεων, δεδομένου ότι προέρχονται από τον ίδιο οδηγό.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν μέσω της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε η χρήση κινητού τηλεφώνου αλλά και άλλες παράμετροι όπως το φύλο του οδηγού, η ηλικία του, το περιβάλλον οδήγησης κ.α. επιδρούν σημαντικά στην οδηγική συμπεριφορά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι βρέθηκε πως η μέγιστη ταχύτητα κίνησης των οδηγών είναι χαμηλότερη κατά την οδήγηση με ταυτόχρονη χρήση του κινητού, με τη δια χειρός χρήση του να είναι αυτή που προκαλεί τη μεγαλύτερη μείωση, συγκριτικά με τους δυο άλλους τρόπους χρήσης κινητού. Στο υπεραστικό περιβάλλον παρατηρούνται χαμηλότερες ταχύτητες συγκριτικά με το αστικό περιβάλλον οδήγησης. Οι άνδρες οδηγοί παρουσιάζουν υψηλότερες μέγιστες ταχύτητες συγκριτικά με τις γυναίκες ενώ οι οδηγοί ηλικίας άνω των 35 ετών οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες συγκριτικά με τους νεότερους. Ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού αυξάνεται κατά την τηλεφωνική συνομιλία με τη δια χειρός χρήση του κινητού να επιδρά με δυσμενέστερο τρόπο στην παράμετρο αυτή. Στο αστικό περιβάλλον οι χρόνοι αντίδρασης των οδηγών βρέθηκαν αυξημένοι συγκριτικά με την οδήγηση σε υπεραστική οδό. Οι γυναίκες οδηγοί αντιδρούν πιο αργά στα αναπάντεχα οδικά συμβάντα συγκριτικά με τους άνδρες οδηγούς και οι οδηγοί ηλικίας 35 ετών και άνω παρουσιάζουν αυξημένους χρόνους αντίδρασης συγκριτικά με τους νεότερους οδηγούς. Τέλος η τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης του οχήματος σε υπεραστική οδό αυξάνεται υπό την επίδραση του κινητού τηλεφώνου. Το σύστημα ανοιχτής ακρόασης είναι αυτό που βρέθηκε πως επιφέρει μεγαλύτερη αύξηση στην τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης του εξεταζόμενου οχήματος κατά την ημέρα, ενώ η δια χειρός χρήση του κινητού κατά την οδήγηση νυχτερινές ώρες. Οι γυναίκες οδηγοί παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές τυπικής απόκλισης της πλευρικής θέσης του οχήματος συγκριτικά με τους άνδρες οδηγούς, ενώ τέλος, οι οδηγοί 45 ετών και άνω παρουσιάζουν αυξημένες τιμές τυπικής απόκλισης της πλευρικής θέσης του οχήματος, σε σύγκριση με τους νεότερους οδηγούς.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα στοιχεία

Σύμφωνα με τα ευρήματα που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, βρέθηκε πως η χρήση του κινητού τηλεφώνου επηρεάζει την οδηγική συμπεριφορά ανεξάρτητα από τον τρόπο χρήσης του κινητού τηλεφώνου. Η παρατηρούμενη μείωση της μέγιστης ταχύτητας κίνησης αποδίδεται στην θεωρία περί αντιστάθμισης του κινδύνου (*Risk Compensation Mechanism*). Ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού σε αναπάντεχο συμβάν καθώς και η τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης του οχήματος βρέθηκε πως αυξάνονται κατά την οδήγηση υπό την επίδραση του κινητού. Οι δύο αυτές παράμετροι είναι καθοριστικές τόσο για την οδηγική συμπεριφορά όσο και για την οδική ασφάλεια. Η μέγιστη ταχύτητα κίνησης αποτελεί γενικότερα κρίσιμη παράμετρο, καθώς όμως παρατηρείται μείωσή της με χρήση του κινητού τηλεφώνου δεν θεωρείται πως συμβάλει άμεσα τουλάχιστον στην αύξηση της επικινδυνότητας. Στην αύξηση του χρόνου αντίδρασης συμβάλει σε μεγαλύτερο βαθμό η δια χειρός χρήση του κινητού, ενώ την τυπική απόκλιση της πλευρικής θέσης του οχήματος δυσχεραίνει κυρίως το σύστημα ανοιχτής ακρόασης καθώς και η δια χειρός χρήση του κινητού. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι, τόσο η επαφή όσο και η μη επαφή του οδηγού με το κινητό του τηλεφώνου κατά τη συνομιλία, δεν καθιστά την οδήγησή του ασφαλή, αντίθετα αυτή επηρεάζεται αρνητικά. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν εξέτασαν την επίδραση του κινητού τηλεφώνου στην οδηγική συμπεριφορά κατά την ημέρα, ωστόσο η παρούσα έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση της επίδρασης τριών τρόπων χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην οδηγική συμπεριφορά, τόσο σε συνθήκες ημέρας αλλά και νύχτας, σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον. Επιπλέον, η Ανάλυση Διακριτών Επιλογών που επιλέχθηκε αποδείχθηκε κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης δεδομένων για σχετικούς ερευνητικούς σκοπούς.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος διπλωματικών εργασιών υπό την επίβλεψη της Επίκουρης Καθηγήτριας Ιωάννας Σπυροπούλου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Benedetto, A., Calvi, F. D'Amico, A. (2012). Effects of mobile telephone tasks on driving performance: a driving simulator study, *Adv. Transp. Stud.*, 26 pp. 29–44.

Η Προσπελασιμότητα με Βιώσιμα Μέσα Μετακίνησης στην Πόλη ως Εργαλείο Αξιολόγησης Πολεοδομικών και Κυκλοφοριακών Επενδυτικών Αποφάσεων

Χριστιάνα Λιόγκα
Διπλωματούχος ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η σύγχρονη πόλη είναι η συνεχώς αυξανόμενη χρήση του αυτοκινήτου. Το τελευταίο ενοχοποιείται ως η κυριότερη αιτία υποβάθμισης του αστικού περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής στην πόλη. Η βιώσιμη κινητικότητα και ειδικότερα η στροφή προς τα συλλογικά μέσα μεταφοράς συμβάλλουν καθοριστικά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών. Η προσπελασιμότητα που εξασφαλίζουν στις διάφορες δραστηριότητες της πόλης αποτελεί δείκτη αξιολόγησής τους, ο οποίος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό και από την ελκυστικότητά τους.

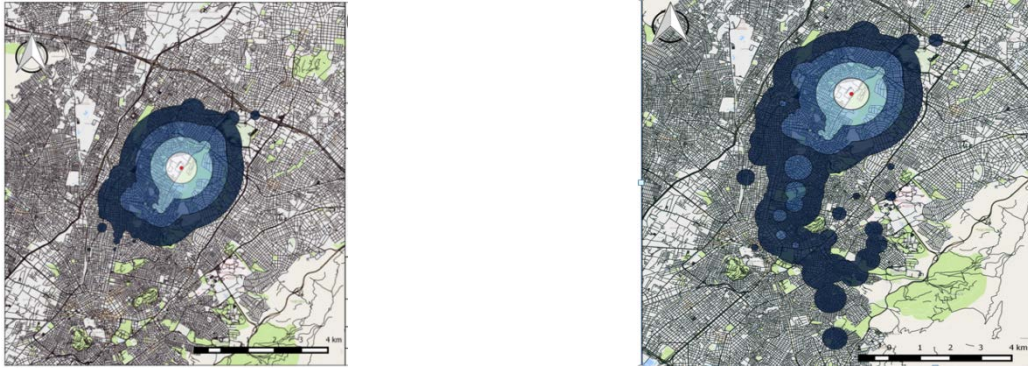
Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η εφαρμογή μίας μεθόδου συγκριτικής αξιολόγησης δραστηριοτήτων μέσω του δείκτη της προσπελασιμότητας του πληθυσμού με τη χρήση δημόσιας συγκοινωνίας και περπάτηματος. Με άλλα λόγια, εξετάζεται ο πληθυσμός που μετακινείται με δημόσια συγκοινωνία και περπάτημα προς τις εξεταζόμενες δραστηριότητες με βασικό κριτήριο την χρονοαπόστασή τους από την κατοικία. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν ως μελέτη εφαρμογής τρία Ολυμπιακά Ακίνητα στην περιοχή της Αττικής (το Ολυμπιακό Κέντρο Γαλατσίου, το Ολυμπιακό Κέντρο Άνω Λιοσίων και το Ολυμπιακό Ιππικό Κέντρο Μαρκόπουλου) στα οποία εφαρμόστηκε ο παραπάνω δείκτης. Υψηλή προσπελασιμότητα πληθυσμού με δημόσια συγκοινωνία και περπάτημα αποτελεί για μια δραστηριότητα δείκτη που φανερώνει ότι η οικονομική αξιοποίησή της θα ήταν συμβατή με τους νέους κυκλοφοριακούς και περιβαλλοντικούς στόχους που τίθενται για τις πόλεις. Επιπλέον, εξετάστηκαν μελλοντικά σενάρια νέων κοινωνικών υποδομών τα οποία αξιολογήθηκαν μέσω του ίδιου δείκτη.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που παρουσιάζεται για την αξιολόγηση περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια. Για το πρώτο στάδιο διαμορφώθηκε μία μέθοδος για τον υπολογισμό του χρόνου που δαπανάται κατά τη μετακίνηση με δημόσια συγκοινωνία και περπάτημα από ένα σημείο της πόλης σε ένα άλλο. Κατά το δεύτερο στάδιο αξιοποιήθηκε γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών, ώστε: α) να δημιουργηθούν ισόχρονες καμπύλες για κάθε εξεταζόμενο ακίνητο με δημόσια συγκοινωνία και περπάτημα και β) να υπολογιστεί ο πληθυσμός που βρίσκεται εντός των ισόχρονων καμπυλών. Τρίτο στάδιο αποτελεί η εφαρμογή ενός μοντέλου βαρύτητας (ή δυνητικά μοντέλο προσπελασιμότητας) για την ποσοτικοποίηση του δείκτη. Για κάθε ομάδα πληθυσμού που βρίσκεται μεταξύ δύο ισόχρονων καμπυλών αποδόθηκε διαφορετικό βάρος, οπότε στον τελικό δείκτη συμμετέχει περισσότερο ο πληθυσμός που δαπανά λιγότερο χρόνο με δημόσια συγκοινωνία και περπάτημα για να μετακινείται προς μια δραστηριότητα.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Παρακάτω παρουσιάζεται, ενδεικτικά, για την περίπτωση του Ολυμπιακού Κέντρου Γαλατσίου, το εποπτικό αποτέλεσμα της αξιολόγησης της προσπελασιμότητας α) στην υφιστάμενη κατάσταση (αριστερή απεικόνιση) και β) έπειτα από αλλαγές στο κοινωνικό δίκτυο που έχουν προταθεί για το μέλλον (δεξιά απεικόνιση). Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα ποσοτικά αποτελέσματα των τριών εξεταζόμενων ακινήτων.



Εικόνα 1: Ισόχρονες καμπύλες προσπελασιμότητας Ολυμπιακού Κέντρου Γαλατσίου

Πίνακας 1: Ποσοτικά αποτελέσματα προσπελασιμότητας του πληθυσμού σε Ολυμπιακά Ακίνητα

ΟΛΥΜΠΙΑΚΑ ΑΚΙΝΗΤΑ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΟΙΚΗΣΗΣ	ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ
Ολυμπιακό Κέντρο Γαλατσίου	14836 κατ/τ.χλμ	157114	282718
Ολυμπιακό Κέντρο Άνω Λιοσίων	872 κατ/τ.χλμ	21806	24794
Ολυμπιακό Ιππικό Κέντρο Μαρκόπουλου	116 κατ/τ.χλμ	1987	1987

4. Συμπεράσματα- Καινοτόμα στοιχεία

Τα αποτελέσματα που εξάγονται αφορούν, κυρίως, στη σύγκριση των δραστηριοτήτων αυτών ως προς το επίπεδο της πληθυσμιακής προσπελασιμότητάς τους με δημόσια συγκοινωνία και περπάτημα. Το κυριότερο συμπέρασμα που απορρέει είναι ότι αν οραματιζόμαστε μια αστική ανάπτυξη προσανατολισμένη στη δημόσια συγκοινωνία, τότε πρέπει να δίνεται προτεραιότητα σε επενδύσεις σε εκείνες τις δραστηριότητες που βρίσκονται σε πυκνοκατοικημένες περιοχές με πλούσια δίκτυα βιώσιμης κινητικότητας.

Η παρούσα εργασία καινοτομεί ως προς τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε, καθώς έγινε συνδυασμός μοντέλων προσπελασιμότητας της διεθνούς βιβλιογραφίας: των μοντέλων περιγράμματος μέσω των ισόχρονων καμπυλών που δημιουργήθηκαν και των δυνητικών μοντέλων προσπελασιμότητας μέσω του δείκτη βαρύτητας που εφαρμόστηκε. Επιπλέον, καινοτόμο στοιχείο της εργασίας αποτελεί και η εύρεση της προσπελασιμότητας με πληθυσμιακά στοιχεία. Διαπιστώθηκε ότι η χρήση του δείκτη της «προσπελασιμότητας πληθυσμού» με δημόσια συγκοινωνία και περπάτημα αποτελεί ένα καινοτόμο και κατάλληλο «εργαλείο» για την αξιολόγηση των δικαιωμάτων δόμησης που πρέπει να δίνονται στα ακίνητα, καθώς και για την αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων για συγκοινωνιακές υποδομές. Είναι ένας δείκτης που ελάχιστα έχει αξιοποιηθεί μέχρι σήμερα διεθνώς για την υποβοήθηση επενδυτικών αποφάσεων.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος διπλωματικής εργασίας υπό την επίβλεψη του καθηγητή ΕΜΠ, Θάνου Βλαστού, και του Κωνσταντίνου Αθανασόπουλου, ΕΔΙΠ ΕΜΠ, οι οποίοι με καθοδήγηση σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της, από τον ορισμό του θέματος μέχρι την τελική συγγραφή.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Geurs, K.T. and Ritsema van Eck, J.R., (2001): *Accessibility measures, review and applications: Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economic impacts*. Utrecht: National Institute of Public Health and the Environment (RIVM).
- Schürmann, C. and Talaat, A., (2000): *Towards a European Peripherality Index: Final Report*. Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission. Universität Dortmund.

Φυσικός Σχεδιασμός του Υμηττού και ένταξή του στο αστικό περιβάλλον

Στέφανος Τσιγδινός

Απόφοιτος ΣΑΤΜ, Μεταπτυχιακός Σπουδαστής ΕΜΠ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Ο ρόλος του πρασίνου είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τις πόλεις, γι' αυτό καθίσταται αναγκαίο να θωρακίζεται από ενδεχόμενες απειλές, να είναι προσπελάσιμο και άρτια ενταγμένο στον αστικό ιστό. Χαρακτηριστική περίπτωση περιαστικού πρασίνου με αξιόλογες δυνατότητες αποτελεί ο ορεινός όγκος του Υμηττού, ο οποίος έχει σπουδαία κοινωνική, πολιτιστική και περιβαλλοντική αξία για την Αθήνα. Ωστόσο, η κατάσταση του βουνού σήμερα δεν είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντική, η απειλή της αστικής επέκτασης, τα συχνά περιστατικά πυρκαγιών, το μεγάλο πλήθος ασύμβατων χρήσεων που εντοπίζεται στην περιοχή και η πλήρης κυριαρχία του ιδιωτικού αυτοκινήτου για την προσπέλαση και τη μετακίνηση στο εσωτερικό του, διαμορφώνουν μια εικόνα αισθητής υποβάθμισης. Επομένως, ως στόχος της παρούσας εργασίας τίθεται η προστασία και η ανάδειξη του ορεινού όγκου του Υμηττού καθώς και η βελτίωση της προσπελασιμότητας του με βιώσιμους τρόπους και μέσα μετακίνησης.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Αρχικά πραγματοποιείται η αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης (φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον) και στη συνέχεια η ανάλυση των δεδομένων εστιάζει στην ανίχνευση αξιοσημείωτων πόλων έλξης και δικτύων κινητικότητας. Κατόπιν λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα της παραπάνω ανάλυσης και το στόχο της εργασίας ακολουθεί η δημιουργία των προτάσεων σχεδιασμού. Σημειώνεται ότι η διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και οι προτάσεις σχεδιασμού αναφέρονται σε τρία χωρικά επίπεδα ιεραρχημένα μεταξύ τους. Το πρώτο επίπεδο είναι η ζώνη προστασίας του ορεινού όγκου του Υμηττού, το δεύτερο είναι οι περιμετρικοί δήμοι και το τρίτο η μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας. Ο διαχωρισμός αυτός πραγματοποιήθηκε με σκοπό την απόκτηση σφαιρικότερης και αρτιότερης εικόνας για την περιοχή και προκειμένου να ικανοποιηθούν όσο το δυνατό αποτελεσματικότερα οι διαφορετικές ανάγκες του κάθε επιπέδου. Όσον αφορά στα δεδομένα της έρευνας προήλθαν από διάφορες πηγές, όπως από επιτόπια έρευνα, από την ΕΚΧΑ, από το google maps, το openstreetmap, ερευνητικά προγράμματα, διπλωματικές εργασίες, επιστημονικά βιβλία και περιοδικά κ.ά.

3. Παρουσίαση Προτάσεων Σχεδιασμού

Στο πρώτο επίπεδο προτείνονται μέτρα και παρεμβάσεις σχετικές με τη διαχείριση του ορεινού όγκου (δημιουργία ειδικού φορέα προστασίας), με τις χρήσεις γης (γι' αυτές που δε συνάδουν με τον χαρακτήρα του βουνού κρίνεται απαραίτητη η σταδιακή απομάκρυνση τους), αλλά και με τις υποδομές που θα υπάρχουν στο χώρο. Ειδικότερα, προτείνεται η κατασκευή επισκέψιμων καταφυγίων, κέντρων λειτουργίας καθώς και η διαμόρφωση χώρων στάσης αναψυχής σε διάφορα σημεία της περιοχής. Ακόμα, στο εν λόγω επίπεδο συναντώνται μέτρα που σχετίζονται με την είσοδο και την κυκλοφορία στον χώρο του Υμηττού. Συγκεκριμένα, προτείνεται η αναδιοργάνωση των πυλών-εισόδων στο βουνό καθώς και η ιεράρχησή τους ανάλογα με την σημασία τους (κύριες, δευτερεύουσες κτλ), ενώ αναφορικά με την κινητικότητα στον ορεινό όγκο, προτείνεται η αυστηρή οριοθέτηση της κυκλοφορίας του αυτοκινήτου, ο περιορισμός της ασφάλτου, η λειτουργία ειδικής εσωτερικής λεωφορειακής διαδρομής καθώς και η επέκταση του δικτύου μονοπατιών.

Στο δεύτερο επίπεδο εντοπίζονται μέτρα που στοχεύουν στη βελτίωση της σχέσης του βουνού και των περιμετρικών του δήμων. Αναλυτικότερα, προτείνονται διαδρομές βιώσιμης κινητικότητας που συνδέουν τις

κύριες και δευτερεύουσες εισόδους του Υμηττού με χώρους των γειτονικών του περιοχών που σχηματίζουν ή εν δυνάμει μπορούν να σχηματίσουν σημαντικές σχέσεις αλληλεπίδρασης με αυτόν. Τέτοιου είδους χώροι είναι τα πολεοδομικά κέντρα, οι δημόσιοι χώροι τους, οι εκπαιδευτικές μονάδες και οι αθλητικές εγκαταστάσεις τους.

Στο τρίτο επίπεδο περιλαμβάνονται μέτρα και παρεμβάσεις που έχουν ως σκοπό να συνδέσουν το βουνό με σημαντικά σημεία και δίκτυα της πόλης, ενισχύοντας τον υπερτοπικό του χαρακτήρα. Ειδικότερα, προτείνονται περιβαλλοντικές διαδρομές ενοποίησης του φυσικού περιβάλλοντος της Αθήνας, πολιτιστική διαδρομή που διατρέχει το βουνό αλλά και συνδέσεις ορισμένων κύριων εισόδων του με περιμετρικούς πόλους έλξης. Επιπρόσθετα, προτείνεται η σύνδεση του δικτύου δημόσιας συγκοινωνίας με το βουνό είτε μέσω πεζοπορικών/ποδηλατικών διαδρομών είτε μέσα από ειδικές λεωφορειακές διαδρομές, η διεύθυνση του δικτύου ποδηλάτου προς τον ορεινό όγκο, καθώς και η χωροθέτηση περιμετρικών σταθμών στάθμευσης αυτοκινήτου επιχειρώντας, σε συνδυασμό με τα παραπάνω, την αποφόρτιση από το εν λόγω μέσο.

Συμπληρωματικά, κρίνεται απαραίτητη η συνεχής συνεργασία με την τοπική κοινωνία μέσα από συμμετοχικές διαδικασίες έτσι ώστε να διευκολυνθεί η ομαλή εφαρμογή του συνόλου του σχεδίου, το οποίο πρέπει να αποτελεί ένα συλλογικό έργο και όχι μια επιβαλλόμενη πρόταση.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η υλοποίηση των προτάσεων σχεδιασμού θα επιφέρει πολλαπλασιαστικά οφέλη για τον Υμηττό, την πόλη και τους κατοίκους της. Εκτιμάται πως θα αποτελέσει ένα κρίσιμο βήμα για τον καλύτερο σχεδιασμό και ένταξη των περιστατικών πράσινων χώρων στον αστικό ιστό και κατ' επέκταση την αύξηση της επισκεψιμότητας τους. Ακόμα θα συμβάλλει στην προστασία, θωράκιση και ανάδειξη των εν λόγω περιοχών, στην ενίσχυση της κοινωνικότητας της πόλης, καθώς και στην προώθηση ενός διαφορετικού τρόπου αστικής μετακίνησης που θα βασίζεται στη βιώσιμη κινητικότητα.

Καινοτόμο στοιχείο της εργασίας συνιστούν τα μεθοδολογικά βήματα σχεδιασμού, τα οποία αφενός μεν εμπλουτίζουν τη βιβλιογραφία σε θέματα σχετικά με τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό χώρων περιστατικού πρασίνου και την αναδιοργάνωση της προσπελασιμότητας τους με βιώσιμους τρόπους και μέσα μετακίνησης, αφετέρου δε έχουν τη δυνατότητα να εφαρμοστούν και σε άλλους αντίστοιχους χώρους με ανάλογα χαρακτηριστικά.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας «Φυσικός σχεδιασμός του Υμηττού και ένταξή του στο αστικό περιβάλλον» υπό την επίβλεψη του Καθηγητή ΕΜΠ Θάνου Βλαστού.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Wittig, R. (2008). Principles for Guiding Eco-City Development. Στο M. Carreiro, Y. C. Song, & J. Wu, *Ecology, Planning and Management of Urban Forests, International Perspectives* (σσ. 29-34). New York: Springer.
- Βλαστός, Θ., & Μηλάκης, Δ. (2006). *Πολεοδομία vs Μεταφορές: από την απόκλιση στη σύγκλιση*. Αθήνα. Παπασωτηρίου.
- ΕΜΠ. (2010). Κατευθύνσεις Χωροταξικής Οργάνωσης και Προστασίας Ορεινού Όγκου Υμηττού. *Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΜΠ, Επιστημονική Υπεύθυνη: Σ. Αυγερινού-Κολώνια*. Αθήνα: Εργαστήριο Χωροταξίας και Οικιστικής Ανάπτυξης, Τομέας Πολεοδομίας και Χωροταξίας, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, ΕΜΠ.

Πολυκεντρικά Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ): Η περίπτωση του Δήμου Μαραθώνα

Τσούτσος Μιχαήλ Χρήστος
Μεταπτυχιακός Σπουδαστής ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Έχοντας επίγνωση των συνεπειών του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και συνειδητοποιώντας τις συνέπειες και των άλλων επιπτώσεων των μηχανοκίνητων μέσων, η δημιουργία συνθηκών βιώσιμης κινητικότητας αποτελεί το νέο στόχο που πρέπει να πετύχουν οι πόλεις, προκειμένου η μηχανοκίνηση να υποκατασταθεί από τη δημόσια συγκοινωνία, το ποδήλατο και το περπάτημα. Αυτός ο νέος σχεδιασμός των μετακινήσεων, του αστικού και του εξωαστικού χώρου πρέπει να χαρακτηρίζεται από την συμμετοχή των πολιτών στο σχεδιασμό, το συντονισμό των πολιτικών μεταξύ των διαφόρων αστικών παραμέτρων, των διαφόρων βαθμών αυτοδιοίκησης, των γειτονικών γεωγραφικά δήμων και περιφερειών και τη συνεργασία ομάδων επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων. Σκοπός της εν λόγω εργασίας είναι η διερεύνηση και εφαρμογή των Πολυκεντρικών Σχεδίων Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) στο νέο δήμο του Μαραθώνα, όπως αναδιαμορφώθηκε με το πρόγραμμα «Καλλικράτης», καθώς το μοντέλο ανάπτυξης που χαρακτηρίζει τον εν λόγω δήμο είναι το πολυκεντρικό, το οποίο συνδυάζει χαμηλές με υψηλές πυκνότητες, μεγαλύτερα και μικρότερα κέντρα, και ένα δίκτυο αρχαιολογικών χώρων. Στόχος είναι η χαρτογράφηση του μεταφορικού και κυκλοφοριακού συστήματος του δήμου και η διερεύνηση ενός καινοτόμου σχεδιασμού για τη βιώσιμη κινητικότητά του, που θα αντικατοπτρίζει ταυτόχρονα και τις πρακτικές που εφάρμοσαν οι ευρωπαϊκές πόλεις.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η μεθοδολογική προσέγγιση για τη δημιουργία του Πολυκεντρικού Σχεδίου Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) του δήμου Μαραθώνος αποτελείται από τρία στάδια:

- 1) τη διερεύνηση της αναγκαιότητας εφαρμογής των ΣΒΑΚ στην Ελλάδα και της μεθοδολογίας που ακολουθείται για την υλοποίησή τους.
- 2) την καταγραφή καλών πρακτικών βιώσιμης κινητικότητας που εφαρμόστηκαν από 4 νότιο-ευρωπαϊκές παραθαλάσσιες πόλεις, με στόχο να διαμορφωθεί ένα πρότυπο πρακτικών που πρέπει να εφαρμόσει ο δήμος του Μαραθώνα.
- 3) τη χαρτογράφηση του μεταφορικού και κυκλοφοριακού συστήματος του δήμου, με στόχο να εξεταστεί η εφαρμογή πρακτικών βιώσιμης κινητικότητας διαφόρων ευρωπαϊκών πόλεων, ήτοι ένας καινοτόμος σχεδιασμός.

Τα δύο πρώτα στάδια διερευνήθηκαν με την ανασκόπηση της επιστημονικής βιβλιογραφίας και των διαδικτυακών ιστοσελίδων *Eltis: The urban mobility observatory* (<http://www.eltis.org/>) και *CIVITAS: Cleaner and better transport in cities* (<http://civitas.eu/>). Για το τρίτο στάδιο χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τη *Μονάδα Βιώσιμης Κινητικότητας του ΕΜΠ*, το διαδίκτυο, την υπηρεσία δόμησης και την τεχνική υπηρεσία του δήμου Μαραθώνα.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Κατόπιν της βιβλιογραφικής διερεύνησης των Πολυκεντρικών ΣΒΑΚ, καταγράφηκαν 13 καλές πρακτικές βιώσιμης κινητικότητας 4 ευρωπαϊκών πόλεων και συγκεκριμένα από τη Βενετία (Ιταλία), το Πόρτο (Πορτογαλία), τη Donostia - San Sebastian (Ισπανία) και τη La Rochelle (Γαλλία), οι οποίες προτείνονται ως κατάλληλες προς εφαρμογή για το δήμο του Μαραθώνα. Το οδικό δίκτυο χαρακτηρίζεται από την

κυκλοφοριακή λειτουργία (σύνδεση και πρόσβαση) και από τις μη κυκλοφοριακές λειτουργίες (παραμονή και παρόδιες χρήσεις) και για το λόγο αυτό κατατάσσεται σε πρωτεύον (αυτοκινητόδρομοι, πρωτεύουσες αρτηρίες και πρωτεύουσες συλλεκτήριες) και δευτερεύον δίκτυο (δευτερεύουσες αρτηρίες, δευτερεύουσες συλλεκτήριες και τοπικές οδοί). Χρησιμοποιώντας το λογισμικό *ESRI ArcGIS 10.3.1 for Desktop*, δημιουργήθηκαν χάρτες που σχετίζονται με το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης, τους πόλεις έλξης της ευρύτερης περιοχής, τις θεσμοθετημένες και υφιστάμενες χρήσεις γης, τα στοιχεία αποκοπής του αστικού ιστού, τους κυκλοφοριακούς φόρτους, την πυκνότητα του πληθυσμού, τους πόλους έλξης του δήμου και τους ισχυρούς πόλους έλξης, τις συνθήκες στάθμευσης, τη γεωμετρία του αρτηριακού δικτύου και των δευτερευόντων δρόμων, την υφιστάμενη ιεράρχηση του οδικού δικτύου, τις υφιστάμενες μονοδρομήσεις, τις κατηγορίες ταχυτήτων, το δίκτυο των λεωφορειακών γραμμών, τις κύριες διαδρομές πεζών και τους δημόσιους χώρους. Τοιουτοτρόπως, εντοπίζεται η ύπαρξη επικίνδυνων κόμβων, θέσεων στάθμευσης, δακτυλίων και σημείων αποκοπής των πολεοδομικών ενότητων του δικτύου.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Μετά από πλήρη ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, προτείνεται ένας καινοτόμος σχεδιασμός για τη βιώσιμη κινητικότητα του δήμου Μαραθώνα που θα αμβλύνει τις επιπτώσεις και θα περιλαμβάνει ανακατάταξη του οδικού δικτύου με πεζόδρομους, διαδρομές ποδηλάτου και δημόσιας συγκοινωνίας, περιοχές ήπιας κυκλοφορίας καθώς και πράσινες διαδρομές που θα συνδέουν την πόλη του Μαραθώνα με τους αρχαιολογικούς χώρους και το θαλάσσιο μέτωπο. Η καινοτομία έγκειται στο γεγονός ότι προτείνεται ένα σύστημα μετακινήσεων που θα στηρίζεται στο περπάτημα, στο κοινόχρηστο ποδήλατο, στο κοινόχρηστο αυτοκίνητο, στο συνεπιβατισμό, σε μη επανδρωμένα λεωφορεία και στην ηλεκτροκίνηση.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Ανάλυση Οικιστικών Συστημάτων» του ΔΠΜΣ «Γεωπληροφορική» με διδάσκοντες του μαθήματος τους κυρίους Σιόλα Άγγελο, ομότιμο Καθηγητή ΕΜΠ, Σαγιά Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή ΕΜΠ και Μπακογιάννη Ευθύμιο, Δρ. Ε.Α.Π. ΕΜΠ.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Βλαστός, Θ., Μηλάκης Δ. (2011). *Πολεοδομία vs μεταφορές: από την απόκλιση στη σύγκλιση*, Παπασωτηρίου. Αθήνα.
- Γαβανάς, Ν., Παπαϊωάννου, Π., Πιτσιάβα Λατινοπούλου, Μ., Πολίτης, Ι. (2015). *Αστικά δίκτυα μεταφορών και διαχείριση κινητικότητας*, Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2081>
- Σιόλας, Α., Βάσση, Α., Βλαστός, Θ., Κυριακίδης, Χ., Σίτη, Μ., Μπακογιάννης, Ε., (2015). *Μέθοδοι, εφαρμογές και εργαλεία πολεοδομικού σχεδιασμού*, Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5409>

Κινηματογράφος και Πόλη: Αποδελτιώνοντας το Χρονογεωγραφικό Αποτύπωμα των Αθηναϊκών Αιθουσών κατά την Περίοδο 1950 – 2016

Παρασκευουδάκης Μιχάλης
Διπλωματούχος ΣΑΤΜ

1. Εισαγωγή – Στόχος της Εργασίας

Αντικείμενο της εργασίας είναι η καταγραφή του χρονογεωγραφικού αποτυπώματος των κινηματογραφικών αιθουσών στον δήμο Αθηναίων από το 1950 έως το 2016 σε περιβάλλον GIS. Η κατασκευή και λειτουργία κινηματογράφου δεν αποτελεί ένα μεμονωμένο γεγονός με περιορισμένη για παράδειγμα αρχιτεκτονική ή γενικότερα μηχανική ανάλυση και επεξεργασία. Χωρίς αυτό το γεγονός που προαναφέρθηκε να παραγνωρίζεται, η εξέλιξη της λειτουργίας των κινηματογράφων στην Αθήνα, πέρα από τις κάθε αυτού εξελίξεις στον συγκεκριμένο χώρο επηρεάζεται και επηρεάζει την εκάστοτε κοινωνική πραγματικότητα.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η κατά το δυνατόν ακριβέστερη και πληρέστερη αποτύπωση, σε περιβάλλον GIS, των ευρημάτων που θα προκύψουν κατά την διάρκεια της επιστημονικής μελέτης του συγκεκριμένου θέματος. Κατά δεύτερο λόγο όμως επιδιώκεται η ανάδειξη της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία του αντικειμένου μελέτης (κινηματογραφικές αίθουσες) και στον κοινωνικό χώρο που αυτά εδράζονται. Και αυτό γιατί κάτι τέτοιο επιτρέπει όχι μόνο την λεπτομερέστερη παράθεση των στοιχείων που θα προκύψουν, αλλά και την προσέγγιση των γενεσιουργών αιτιών που οδήγησαν στην λειτουργία, την παύση λειτουργίας και την αλλαγή χρήσης των συγκεκριμένων κινηματογράφων. Με απλά λόγια στο ζήτημα της χωροθέτησης και ειδικότερα στην αποτύπωση της χωροταξικής διάταξης των κινηματογράφων προστίθεται μια ανάλυση που κινείται γύρω από τους λόγους που οδήγησαν στην ανάδειξη των συγκεκριμένων χώρων.

2. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε στην εργασία είναι η εξής:

Α. Θεωρητική Συσχέτιση Πόλης – Κινηματογράφου: Αρχικά παρατίθενται ζητήματα ουσιώδους σημασίας για την αμφίδρομη σχέση ανάμεσα στην πόλη και στον κινηματογράφο σ' ένα ευρύτερο επίπεδο και από μία εναλλακτική γωνία με την χρήση και αξιοποίηση ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας.

Β. Συνοπτική Περιγραφή Περιοχής Μελέτης: Αναφέρεται στην περιοχή στην οποία εκτυλίσσεται η χωροχρονική εξέλιξη των κινηματογραφικών αιθουσών.

Γ. Ανάλυση Χρονογεωγραφικής Λειτουργίας των Κινηματογραφικών Αιθουσών: Αυτό αποτελεί το σημαντικότερο στάδιο της εργασίας και στόχο έχει την καταγραφή και την εξέλιξη της πορείας των κινηματογραφικών αιθουσών στο δήμο Αθηναίων από την δεκαετία του 1950 μέχρι το 2016. Το πρώτο βήμα στην συγκεκριμένη διαδικασία έχει να κάνει με την συλλογή και την καταγραφή των δεδομένων. Κατόπιν τα δεδομένα εισάγονται στο λογισμικό QGIS και ακολουθεί η επεξεργασία τους. Ακολουθεί η διαχείριση του υλικού και η ανάλυση των στοιχείων του. Η πορεία που ακολουθείται όμως πρέπει να διευκρινιστεί ότι έχει μια συγκεκριμένη λογική ακολουθία. Σ' ένα γενικό επίπεδο λοιπόν πρώτα παρατίθενται στατιστικά στοιχεία, στην συνέχεια χωρικά δεδομένα και η ακολουθία κλείνει με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά.

3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η ανάλυση ξεκινάει με τον σχηματισμό μιας ζώνης εγγύτητας δηλαδή μιας νέας περιφέρειας ή πολυγώνου με σημείο αναφοράς τις στάσεις του μετρό στον δήμο Αθηναίων. Έτσι γύρω από τα σημεία σχηματίζονται ζώνες επιρροής (buffer) ακτίνας 500 μέτρων από τους σταθμούς του μετρό με σκοπό να τονιστεί η σημασία των μέσων μεταφοράς στην αρμονική λειτουργία τόσο της πόλης, όσο και των κινηματογραφικών αιθουσών

που βρίσκονται σε αυτή. Κεντρικό κομμάτι της εργασίας ασχολείται με την λειτουργία των κινηματογραφικών αιθουσών στον δήμο Αθηναίων ανά δεκαετίες σε αθροιστικό επίπεδο. Έτσι παρατηρείται ποιες περιοχές είναι «σταθερές» σε σχέση με την λειτουργία των κινηματογράφων. Δηλαδή σε ποιες περιοχές ένας κινηματογράφος λειτούργησε, λειτουργούσε και θα εξακολουθεί να λειτουργεί. Ακολούθως αναδεικνύεται το ζήτημα της αλλαγής χρήσης των κινηματογραφικών αιθουσών που διέκοψαν την λειτουργία τους στο δήμο Αθηναίων την χρονική περίοδο από το 1950 μέχρι το 2016. Έτσι προκύπτει ότι η πλειοψηφία των κινηματογραφικών που σταμάτησαν να λειτουργούν άλλαξαν την χρήση τους σε οικιστική και εμπορική. Ένα ακόμα κατεξοχήν σημείο αναφοράς σχετικά με τις κινηματογραφικές αίθουσες και τις θέσεις τους στην πόλη έχει να κάνει με τα έτη λειτουργίας των κινηματογραφικών αιθουσών. Επιπλέον με βάση δύο δείκτες που υπολογίστηκαν για τον κάθε κινηματογράφο (χρονικός μέσος και αναλογία χρόνια κλειστός/χρόνια ανοικτός), προσδιορίστηκε μια βαθμολογία για τον κάθε κινηματογράφο ξεχωριστά με βάση την ιστορικότητα και την διαχρονικότητα, πάντοτε μέσα στο πλαίσιο της κανονικοποίησης. Τέλος, πρέπει να αναφερθούν και δύο μεθοδολογικές παρατηρήσεις για την επεξεργασία των χαρτών μέσω του QGIS. Πρώτον ότι καταλυτικό βήμα ήταν η οριοθέτηση των χωρικών προτύπων κατανομής ώστε να βρεθεί σε τι πρότυπο ανήκει η γεωγραφική κατανομή των σημείων του ζητήματος που εξετάζεται κατά περίπτωση και δεύτερον, ο χωρικός μέσος, έτσι ώστε να βρεθεί η μέση θέση ενός πληθυσμού σημείων στο χώρο κάθε ζητήματος που τίθονταν κατά περίπτωση.

4. Συμπεράσματα – Καινοτόμα Στοιχεία

Η συγκεκριμένη εργασία επιδίωξε να παραθέσει το χρονογεωγραφικό αποτύπωμα της λειτουργίας των κινηματογράφων στο δήμο Αθηναίων την χρονική περίοδο από το 1950 έως το 2016. Ταυτόχρονα προσπάθησε να παραθέσει εναλλακτικές και καινοτόμες οπτικές πάνω στη λειτουργία του κινηματογράφου στην πόλη. Προσπάθησε δηλαδή να συνδυάσει απτά δεδομένα (χάρτες), με σχετικά ιδεατές προτάσεις (θεωρητικό υπόβαθρο). Και αυτό γιατί οι πόλεις δεν μπορούν να θεωρηθούν απλές κουκίδες ή σημεία σ' ένα χάρτη. Αντίθετα συνιστούν κάτι πολύ περισσότερο από αυτό. Καινοτομία της εργασίας αποτελεί η αναταυτοποίηση των στάσεων του μετρό από «χώρους» και «μη χώρους» σε «νέους χώρους». Ενώ λοιπόν οι κινηματογράφοι στον δήμο Αθηναίων, μπορούν να χαρακτηρισθούν ο καθένας ξεχωριστά ως «χώρος», οι σταθμοί του μετρό υπό την χρήση της διάκρισης του χώρου σε «χώρο» και «μη χώρο» αξιολογούνται ως «μη χώροι». Όμως, αυτό που διαφοροποιεί ριζικά την κατάσταση και έχει να κάνει με την χωροθέτηση των κινηματογράφων που τους προσδίδει την έννοια του «χώρου», είναι ότι οι κινηματογράφοι που ορίζονται στην εργασία ως «χώροι» (λόγω της ιστορίας, της ταυτότητας, του σε πολλές περιπτώσεις συνοικιακού χαρακτήρα αλλά και της λειτουργίας τους ως σημείο συνάντησης), γειτνιάζοντας σε μικρή απόσταση από τους σταθμούς του μετρό και κατ' επέκταση συνδεδεμένοι μεταξύ τους μέσω του καταναλωτικού κοινού, προσδίδουν στην συγκεκριμένη περιοχή και σ' ένα μεγάλο βαθμό στην αποκαλούμενη «ζώνη επιρροής» την έννοια του «χώρου». Με απλά λόγια οι κινηματογράφοι προσδίδουν σε ένα γεωγραφικό σημείο (σταθμοί του μετρό) την έννοια του «χώρου». Αυτή η αλληλεπίδραση έχει ιδιαίτερη σημασία όχι μόνο από κοινωνική ή ανθρωπολογική άποψη (πράγμα που δεν απασχολεί ιδιαίτερα την παρούσα εργασία), όσο και από χωροταξική γιατί τονίζει τα στοιχεία που συνδέουν κινηματογράφους και σταθμούς του μετρό, δηλαδή κινηματογράφους και κεντρικά κομμάτια της πόλης, αναδεικνύοντας την σχέση του κινηματογράφου με την πόλη και την ξεχωριστή θέση του μέσα σε αυτή.

Ευχαριστίες: Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Γεώργιου Φώτη.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Otkunc A. (2008), Non – Places at Cinema”, Cities in Film: Architecture, Urban Space and the Moving Image, *An International Interdisciplinary Conference University of Liverpool*, Liverpool.
- Φώτης Ν. Γ. (2010). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, *Εκδόσεις Γκοβόστη*, Αθήνα.
- Φώτης Ν. Γ. (2009). Ποσοτική Χωρική Ανάλυση, *Εκδόσεις Γκοβόστη*, Αθήνα.

