



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μεθοδολογία Προσδιορισμού Χωρικού Δείκτη Ποδηλατικότητας
(bikeability)**

Μελέτη Περίπτωσης: Η πόλη του Βόλου

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ:

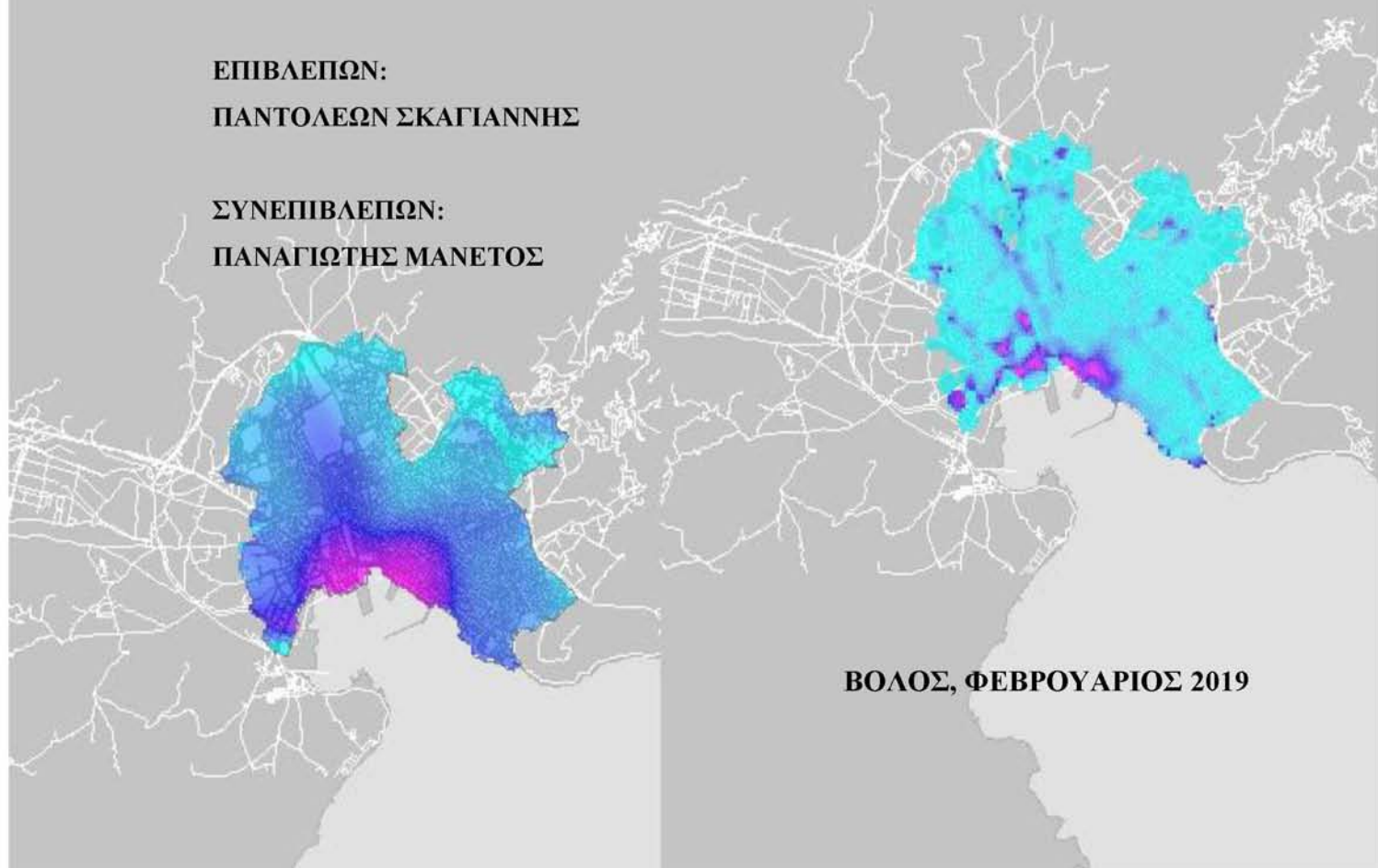
ΓΕΩΡΓΙΑ ΜΠΑΖΙΜΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΠΑΝΤΟΛΕΩΝ ΣΚΑΓΙΑΝΝΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΝΕΤΟΣ



ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

«Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον».

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μεθοδολογική ανάπτυξη και εφαρμογή ενός χωρικού δείκτη ποδηλατικότητας για τις ελληνικές πόλεις με τη χρήση των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS). Η ανάγκη για τη διερεύνηση του ερευνητικού προβλήματος προέκυψε από την η ανάγκη των πόλεων για άμβλυνση των αστικών πιέσεων που αντιμετωπίζουν, μέσω ενίσχυσης της ποδηλατικότητας τους μέσω των χωρικών εργαλείων αξιολόγησης. Αναλύοντας και συγκρίνοντας μεθοδολογίες και εφαρμογές διαδικτυακών και ερευνητικών δεικτών ποδηλατικότητας, στο πλαίσιο της εργασίας γίνεται προσπάθεια ανάπτυξης μιας πρότυπης μεθοδολογίας. Στάδια αυτής, αποτελούν ο προσδιορισμός των παραμέτρων (μεταβλητών) και των βαρών (σημαντικότητας) στις παραμέτρους του δείκτη. Εφαρμόζοντας την μεθοδολογία του δείκτη για την πόλη του Βόλου, ακολουθεί χωρική ανάλυση των δεδομένων, η οποία στηρίζεται στον υπολογισμό και στην κανονικοποίηση των παραμέτρων. Ολοκληρώνοντας την διαδικασία υπολογισμού, ερμηνεύονται τα αποτελέσματα τόσο για την πόλη του Βόλου όσο και για τις περιοχές του Βόλου και της Ν. Ιωνίας, δίνοντας απάντηση στο κεντρικό ερώτημα της εργασίας.

Λέξεις Κλειδιά:

Αστικές πιέσεις, χωρικός δείκτης ποδηλατικότητας, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

University of Thessaly

School of Engineering Department of Planning and Regional Development

Diploma Thesis Title: Methodology of Bikeability Index

Case Study: City of Volos

Student: Georgia Bazima

Supervisors: Prof. Panteleon Skayannis

Dr. Panayiotis Manetos

Abstract

This thesis aim is to develop a robust methodology for calculating and implementing a spatial bikeability index for Greek Cities with the use of Geographical Information Systems (GIS). The need to investigate this research issue derived from cities necessity to mitigate the urban compulsion they encounter, by amplifying their Bikeability using spatial evaluation tools. During this thesis, the methodological framework was created by analyzing and comparing methodologies as well as web and research applications, regarding Bikeability indexes. Determining the parameters (variables) and the weights (significance) according to the index's parameters, constitute the main steps of the research approach. The index methodology was applied for the city of Volos, followed by spatial data analysis, based on calculation and parameter normalization. Results concerning both the city of Volos as well as areas of Volos and N. Ionia are evaluated, thus concluding the evaluation process, and therefore giving a response to the project's main argument.

Key Words:

Urban compulsion, spatial bikeability index, Geographic Information Systems

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	3
Abstract	4
Ευχαριστίες	10
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	11
1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα	11
1.2 Στόχος.....	13
1.3 Δομή	13
1.4 Εννοιολογικό Πλαίσιο «ποδηλατικότητας» (bikeability).....	16
Κεφάλαιο 2: Χωρικοί Δείκτες Ποδηλατικότητας	18
2.1 Εισαγωγή	18
2.2 Διαδικτυακοί Δείκτες	18
2.2.1 Δείκτης «Mercer County Bikeability Map».....	19
2.2.2 Δείκτης «Bike Score»	21
2.3 Ερευνητικοί Δείκτες	23
2.3.1 Δείκτες «Μεμονωμένης» Τοποθεσίας	23
2.3.2 Δείκτες «Ευρείας» Περιοχής	24
2.4 Συγκριτική Ανάλυση Δεικτών	35
2.4.1 Σύγκριση Διαδικτυακών	35
2.4.2 Σύγκριση Ερευνητικών	35
2.4.3 Σύγκριση Δεικτών	37
4.5 Συμπεράσματα.....	39
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία Χωρικού Δείκτη	40
3.1 Εισαγωγή	40
3.2 Προσδιορισμός Παραμέτρων (Μεταβλητών).....	40
3.2.1 Πυκνότητα Πληθυσμού	41
3.2.2 Μείξη Χρήσεων Γης	42
3.2.3 Επιτρεπόμενο Όριο Ταχυτήτων ανά (Λειτουργική) Κατηγορία Οδού	44
3.2.4 Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου	45
3.2.5 Πυκνότητα Δικτύου Ποδηλατοδρόμων	47
3.2.6 Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες	48
3.2.7 Κλίση Εδάφους.....	48
3.3 Προσδιορισμός Βαρών (Σημαντικότητας) στις Παραμέτρους.....	49
3.4 Συμπεράσματα.....	52
Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή Δείκτη για την Πόλη του Βόλου με τη χρήση ΓΣΠ (GIS)	54
4.1. Εισαγωγή	54
4.2 Γενικά Χαρακτηριστικά του Βόλου	54
4.3 Υπολογισμός Παραμέτρων.....	59
4.3.1 Πυκνότητα Πληθυσμού	59

4.3.2 Μείξη Χρήσεων Γης	65
4.3.3 Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά (Λειτουργική) Κατηγορία Οδού.....	69
4.3.4 Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου	72
4.3.5 Πυκνότητας Δικτύου Ποδηλατοδρόμων.....	76
4.3.6 Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες.....	78
4.3.7 Κλίση Εδάφους.....	80
4.4. Κανονικοποίηση Παραμέτρων	81
4.5 Συμπεράσματα.....	83
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα Δείκτη.....	84
5.1 Εισαγωγή	84
5.2 Ποδηλατικότητα της Πόλης του Βόλου	84
5.2 Ποδηλατικότητα περιοχών Βόλου και Ν. Ιωνίας.....	86
5.4 Συμπεράσματα.....	89
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	91
Βιβλιογραφία.....	96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	102
Ερωτηματολόγιο: Προσδιορισμού Βαρών στις Παραμέτρους του Δείκτη Ποδηλατικότητας .	116

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 Μετατροπή Διανυσματικών Αρχείων (vector) σε Εικόνες (raster)	26
Πίνακας 2.2 Κανονικοποίηση Παραμέτρων	28
Πίνακας 2.3 Παράμετροι Ποδηλατικότητας του Δείκτη.....	102
Πίνακας 2.4 Προσδιορισμός Βαρών (σημαντικότητα) στις παραμέτρους του Δείκτη	105
Πίνακας 2.5 Σύνοψη Διαδικτυακών Δεικτών	106
Πίνακας 2.6 Σύνοψη Δεικτών Ευρύτερης Περιοχής.....	107
Πίνακας 2.7 Ομοιότητες Δεικτών	110
Πίνακας 2.8 Διαφορές Δεικτών	111
Πίνακας 3.1 Ταχύτητες μηχανοκίνητων οχημάτων και ποδηλατών.....	44
Πίνακας 3.2 Απαντήσεις Ερωτηματολογίων	50
Πίνακας 3.3 Ταξινόμηση απαντήσεων με την Μέθοδο «Borda»	51
Πίνακας 4.1 Κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά Νομό για το 2015.....	55
Πίνακας 4.2 Ατυχήματα και παθόντες της ΠΕ Μαγνησίας για το έτος 2016.....	57
Πίνακας 5.1 ΕμβαδόνΕπιφάνειας ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας	85
Πίνακας 5.2 Εμβαδόν Επιφάνειας ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για τον Βόλου	87
Πίνακας 5.3 Εμβαδόν Επιφάνειας ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για την Ν. Ιωνίας	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Δομή Διπλωματικής Εργασίας	14
Εικόνα 2.1 Δείκτης «Mercer County Bikeability Map» για το Τρέντον, (2009).....	20
Εικόνα 2.2: Δείκτης «Mercer County Bikeability Map» για το Τρέντον (2011).....	21
Εικόνα 2.3 Δείκτης«Bike Score» για το Σαν Φρανσίσκο	22
Εικόνα 2.4 Δείκτηςτης πόλης «Metro Vancouver».....	27
Εικόνα 2.5 Δείκτης της πόλης «Graz»	29
Εικόνα 2.6 Αξιολόγηση ποδηλατικότητας σε ζώνη ακτίνας 800μ. γύρω από σιδηροδρομικό σταθμό.....	30
Εικόνα 4.1 Περιοχή Εφαρμογής του Χωρικού Δείκτης Ποδηλατικότητας.....	54
Εικόνα 4.2 Βόλος το 1900 και σήμερα	56
Εικόνα 4.3 Ζώνες 10 μέτρων γύρω από του κόμβους.....	73

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 3.1 Αποτελέσματα Έρευνας Προσδιορισμού Βαρών στις Παραμέτρους του Δείκτη	52
Γράφημα 4.1 Ποσοστό νοικοκυριών ανά αριθμό ΙΧ για τον Δήμο Βόλου το έτος 2011	57
Γράφημα 5.1 Ποσοστό Εμβαδού ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για την πόλη του Βόλου	86
Γράφημα 5.2 Ποσοστό Εμβαδού ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για τον Βόλο	88
Γράφημα 5.3 Ποσοστό Εμβαδού ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για την Ν. Ιωνία	89

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 4.1 Μόνιμος Πληθυσμός/ΟΤ Βόλου και Ν. Ιωνίας	61
Χάρτης 4.2 Μόνιμος Πληθυσμός/ΟΤ Βόλου και Ν. Ιωνίας	62
Χάρτης 4.3 Μόνιμος Πληθυσμός/ΟΤ Βόλου και Ν. Ιωνίας (γεωγραφικό αρχείο σημείων)	63
Χάρτης 4.4 Πληθυσμιακή Πυκνότητα	64
Χάρτης 4.5 Κατηγορίες Χρήσεων Γης	65
Χάρτης 4.6 Πυκνότητα ανά Κατηγορία Χρήσης Γης	66
Χάρτης 4.7 Ποσοστό Πυκνότητας ανά Κατηγορία Χρήσης Γης	67
Χάρτης 4.8 Μείξη Χρήσεων Γης	68
Χάρτης 4.9 Οδικό Δίκτυο	69
Χάρτης 4.10 Κατηγοριοποίηση Οδικού Δικτύου ανά Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας	70
Χάρτης 4.11 Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά (Λειτουργική) Κατηγορία Οδού	71
Χάρτης 4.12 Κόμβοι Οδικού Δικτύου (1 ^ο διανυσματικό αρχείο)	72
Χάρτης 4.13 Κόμβοι Οδικού Δικτύου (2 ^ο διανυσματικό αρχείο)	74
Χάρτης 4.14 Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου	75
Χάρτης 4.15 Δίκτυο Ποδηλατοδρόμων	76
Χάρτης 4.16 Πυκνότητα Δικτύου Ποδηλατοδρόμων	77
Χάρτης 4.17 Οδοί που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες	78
Χάρτης 4.18 Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με Υδάτινες και Πράσινες Επιφάνειες	79
Χάρτης 4.19 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους	80
Χάρτης 4.20 Κλίση Εδάφους	81
Χάρτης 4.21 Δείκτης Ποδηλατικότητας της πόλης του Βόλου	83
Χάρτης 5.1 Δείκτης Ποδηλατικότητας της πόλης του Βόλου	85
Χάρτης 5.2 Δείκτης Ποδηλατικότητας για τις περιοχές του Βόλου και της Ν.Ιωνίας	87

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΚΡΟΝΥΜΙΩΝΕλληνόγλωσσα

ΑΔΣ	Αποφάσεις Δημοτικού Συμβουλίου
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΓΠΣ	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
ΔΕ	Δημοτική Ενότητα
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΠΖ	Επιτροπή Ποιότητας Ζωής
ΕΣΠΑ	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφορά
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΟΜΟΕ	Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων
ΠΑ	Προεδρικό Διάταγμα
ΠΕ	Περιφερειακή Ενότητα
ΠΕΠ	Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
ΠΣ	Πολεοδομικό Συγκρότημα
ΣΒΑΚ	Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας
ΥΑ	Υπουργική Απόφαση

Ξενόγλωσσα

DEM	Digital Elevation Model
DVRPC	Delaware Valley Regional Planning Commission
GIS	Geographic Information System
OECD	Organisation for Economic Co – Operation and Development
JRC	Joint Research Centre
USGS	United States Geological Survey

Ευχαριστίες

Στο πλαίσιο ολοκλήρωσης του προπτυχιακού μου προγράμματος στο Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στην διεξαγωγή της διπλωματικής μου εργασίας.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παντολέοντα Σκάγιαννης και τον συνεπεβλέποντα μου κ. Παναγιώτη Μανέτο για τη καθοδήγηση και τη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου αλλά και των προπτυχιακών μου σπουδών.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω, στον Αλέξανδρο Μπαρτζώκα-Τσιόμπρα, ο οποίος καθόρισε την ενασχόληση μου με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας και συνέβαλε στην διεξαγωγή αυτής τόσο με τις γνώσεις του όσο και με την ενθάρρυνσή του.

Επιπλέον, επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν και συμμετείχαν στην έρευνα ερωτηματολογίου, οι οποίοι είναι: ο Αριστείδης Σαπουνάκης, η Βασιλική Τροβά, η Βασιλική Κατσαρδή, ο Δημήτριος Σταθάκης, ο Ευθύμιος, Μπακογιάννης, ο Νικόλαος Ηλιού, ο Ιωάννης Αδάμος, και ο Νικόλαος Βογιαζίδης.

Εγκάρδιο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου που με την καθημερινή ψυχολογικής τους υποστήριξη συνέβαλλαν στην εκπλήρωση του στόχου μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους μου για την συμπαράσταση και κατανόηση καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα

Η ενασχόληση με το αντικείμενο της τρέχουσας εργασίας έχει ως αφετηρία τις σοβαρές αστικές προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι πόλεις του 21^{ου} αιώνα, οι οποίες συμβάλλουν αρνητικά τόσο στο περιβάλλον όσο και στην δημόσια υγεία (Frumkin et al., 2004).

Ειδικότερα, η πληθυσμιακή αύξηση που επιτυγχάνεται σε παγκόσμιο επίπεδο με ιλιγγιώδη ρυθμό είναι κατά κύριο λόγο αστικό φαινόμενο, το οποίο συνδέεται με τα προβλήματα του αστικού περιβάλλοντος (Οικονόμου κ.α., 2004). Συγκεκριμένα, η πληθυσμιακή αύξηση επιφέρει μεταβολές στο αστικό περιβάλλον, που σχετίζονται με την αύξηση της αστικής διάχυσης και των αποστάσεων. Εμβαθύνοντας στη σημασία της μεγέθυνσης των πόλεων, χρειάζεται να αναφερθεί ότι αυτή δεν είναι αποτέλεσμα της πληθυσμιακής αύξησης αλλά παραγόντων που υπεισέρχονται από την αύξηση του πληθυσμού. Το φαινόμενο της αστικής διάχυσης οφείλεται είτε στις απαιτήσεις των αστικών νοικοκυριών για περισσότερη γη, είτε στη δυσκολία των χαμηλότερων εισοδηματικών στρωμάτων να αποκτήσουν πρόσβαση στην ακριβή γη των ήδη ανεπτυγμένων αστικών περιοχών (Οικονόμου κ.α., 2004).

Οι συνέπειες που απορρέουν, συνδέονται άμεσα με τις μετακινήσεις που εξαρτώνται ολόενα και περισσότερο από το αυτοκίνητο. Με αποτέλεσμα το γεγονός αυτό να συμβάλει αρνητικά τόσο στο περιβάλλον όσο και στη δημόσια υγεία, δημιουργώντας από την μία πλευρά κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατμοσφαιρική ρύπανση, ηχορύπανση κ.α., και από την άλλη παχυσαρκία και υπερβολική νοσηρότητα που δεν έχουν ακόμη αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά (Bartzokas and Fotis, 2016)

Ο ενεργός τρόπος μετακίνησης (active mobility) και συγκεκριμένα η μετακίνηση με το ποδήλατο δύναται να συμβάλλει στην άμβλυνση των παραπάνω πιέσεων (Handy et al., 2006; Krenn et al., 2015). Ωστόσο, η χρήση του ποδηλάτου είναι εξαρτημένη από την φιλικότητα του αστικού περιβάλλοντος προς εκείνο (Krenn et al., 2015; Peiqin et al., 2018). Συγκεκριμένα η εμπειρία από τις ελληνικές πόλεις, έχει δείξει ότι οι συνθήκες που επικρατούν είναι επικίνδυνες για τις μετακινήσεις με το ποδήλατο (Βλαστός κ.α., 2005). Παρά την παραπάνω άποψη δεν θα πρέπει να θεωρηθεί δεδομένος ο εξοστρακισμός του ποδηλάτου από τις πόλεις (Βλαστός κ.α., 2005). Έτσι επιδιώκοντας οι πόλεις να καταστούν ελκυστικότερες προς το ποδήλατο, πρέπει να επιτευχθεί η

μετάβαση από τις αστικές μετακινήσεις που εξαρτώνται ως τώρα από τα ΙΧ σε βιώσιμες. Ο στόχος επιτυγχάνεται με την υλοποίηση και εφαρμογή των Σχεδίων Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) που θέτουν ως θέση του ποδηλάτου την πόλη και τη προσαρμόζουν σύμφωνα με αυτό (Βλαστός και Μπακογιάννης, 2017). Ωστόσο, απαραίτητο εργαλείο για την επιτυχημένη ενίσχυση του ποδηλάτου μέσω των ΣΒΑΚ, είναι οι δείκτες ποδηλατικότητας, οι οποίοι μετρούν το επίπεδο ελκυστικότητας μιας περιοχής προς τις μετακινήσεις με ποδήλατο, δίνοντας την δυνατότητα της σύγκρισης μεταξύ διαφόρων περιοχών και ενίσχυσης της λιγότερο ποδηλατίσιμης (Saelens et al., 2003; Winters et al., 2013; Peiqin et al., 2018).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να προστεθεί ότι δείκτες ποδηλατικότητας δεν περιορίζουν την εφαρμογή τους στο πλαίσιο του σχεδιασμού των βιώσιμων αστικών μεταφορών, αλλά αποτελούν εργαλεία διεξαγωγής συμπερασμάτων για την παχυσαρκία, τις καρδιόπαθειες, το άσθμα κ.ά. (Winters et al., 2013; Trowbridge, 2013). Επιπλέον όπως θα αναφερθεί και στην συνέχεια, οι δείκτες αποτελούν αντικείμενο εκμετάλλευσης εταιριών διαχείρισης ακινήτων, ενώ ακόμα μπορούν να αποτελέσουν εργαλεία των ποδηλατιστών για την βελτιστοποίηση των μετακινήσεων τους. Το εύρος της εφαρμογής τους είναι ιδιαίτερα μεγάλο και αποδεικνύει την χρησιμότητά τους πέρα από τον σχεδιασμό των αστικών μεταφορών.

Τα θετικά οφέλη που απορρέουν από την βελτίωση της ποδηλατικότητας μέσω των δεικτών σχετίζονται με το περιβάλλον, την υγεία και την οικονομία. Ειδικότερα, με την αύξηση της ποδηλατικότητας μειώνεται η χρήση του αυτοκινήτου και συνεπώς των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στην αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος και κατ' επέκταση στην βελτίωση της δημόσιας υγείας και της ποιότητας ζωής. Παράλληλα η αύξηση των μετακινήσεων με το ποδήλατο, συμβάλλει στην μείωση των επιπέδων παχυσαρκίας, καρδιακών παθήσεων, διαβήτη υπέρτασης, κατάθλιψης κ.α. (Frank et al., 2017) ενώ ταυτόχρονα μειώνει το κόστος μεταφοράς (Litman, 2013).

Τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στον προβληματισμό και στο αντικείμενο μελέτης, αποτελεί η αναγκαιότητα για ενίσχυση του ποδηλάτου. Ωστόσο αυτή καθίσταται επιτυχής μόνο μέσω της μετατροπής των πόλεων από πόλεις μηχανοκίνητων σε πόλεις ήπιων μεταφορών. Η συνειρμική ακολουθία που παρατέθηκε στην πορεία της ενότητας, αποτέλεσε τα θεμέλια για τον προσδιορισμό του στόχου της εργασίας, ο οποίος αναλύεται στη συνέχεια.

1.2 Στόχος

Στην τρέχουσα εισαγωγική ενότητα διατυπώνονται ο στόχος και η μεθοδολογική προσέγγιση της διπλωματικής εργασίας. Στόχος της διπλωματικής εργασίας αποτελεί, η ανάπτυξη της έννοια της «ποδηλατικότητας» (Bikeability) μέσω της δημιουργίας ενός σύνθετου αστικού δείκτη με την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) για την πόλη του Βόλου, ο οποίος δύναται να ποσοτικοποιήσει τον βαθμό που η περιοχή μελέτης είναι ελκυστική και φιλική προς την μετακίνηση με το ποδήλατο.

Ένα ΓΠΣ έχει τη δυνατότητα να μετατρέπει τα γεωγραφικά δεδομένα σε χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες πριν την διαδικασία αυτή δεν ήταν ερμηνεύσιμες, (Longley et al., 2005). Ο δείκτης που παράγεται, δύναται να αποτελέσει προϊόν εκμετάλλευση τόσο από τους σχεδιαστές των αστικών μεταφορών όσο και από τους επαγγελματίες που συνδέονται με την με την αγορά ακινήτων αλλά και απλούς πολίτες, (Winters et al., 2016). Το χωρικό εργαλείο που δημιουργείται για την πόλη του Βόλου από την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, αποσκοπεί να απαντήσει στο εξής κεντρικό ερώτημα, «αν η πόλη του Βόλου είναι φιλική για την μετακίνηση με το ποδήλατο;».

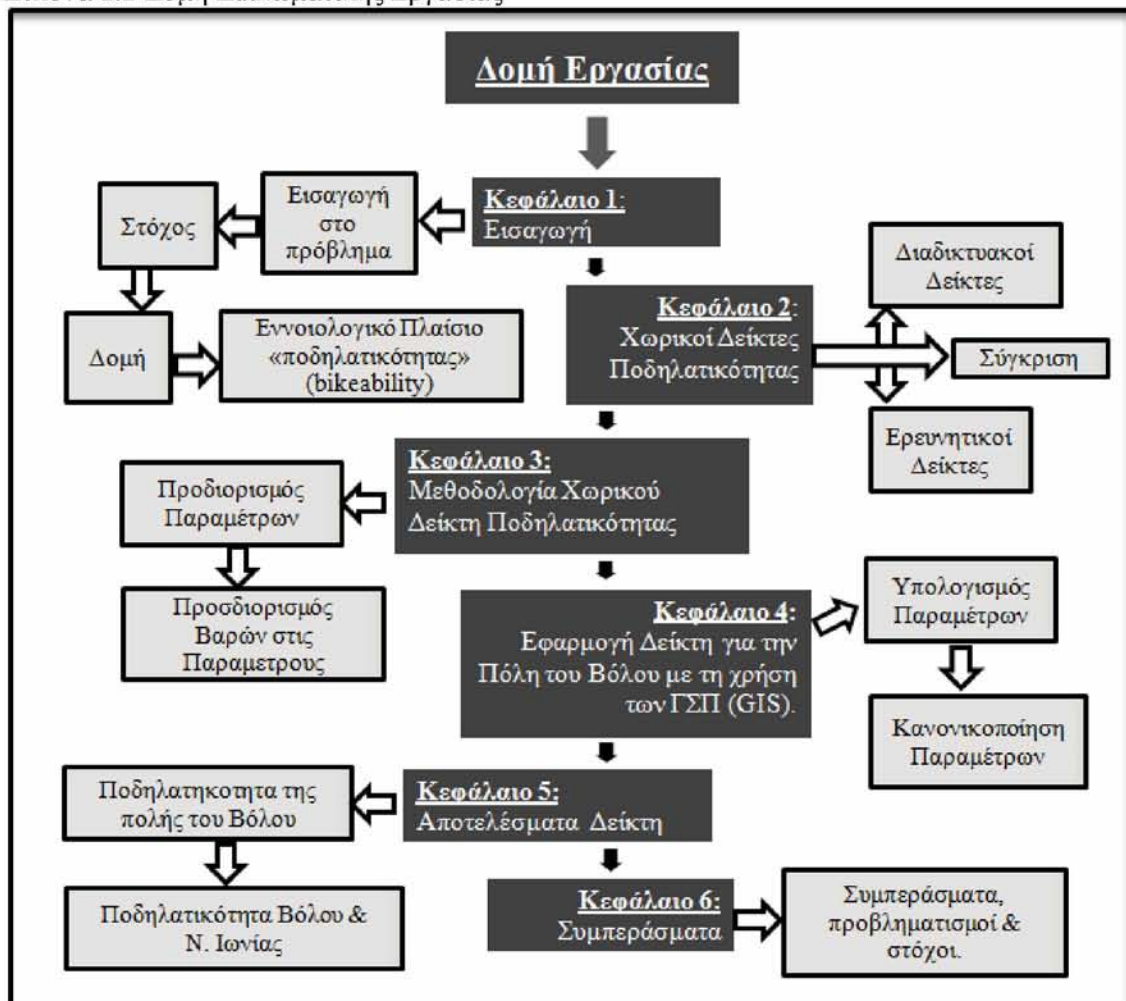
Ακόμα είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι δύο καθοριστικοί παράγοντες για τη διεξαγωγή της τρέχουσας εργασίας, ήταν ο διαθέσιμος χρόνος και δεδομένα. Βάσει αυτών των δύο προσδιορίστηκε και η περιοχή αξιολόγησης του δείκτη, η οποία παρά τον αρχικό στόχο να συμπεριλαμβάνει το ΠΣ Βόλου, περιορίστηκε στις ΔΕ Βόλου και Ν. Ιωνίας, εξαιρώντας τους οικισμούς Κλήμα, Μελισσιάτικα, Φυτόκον και Γλαφυρά.

Οι πηγές από τις οποίες αντλήθηκαν τα δεδομένα για την υλοποίηση της διπλωματικής εργασίας, είναι τόσο σε πρωτογενείς όσο και σε δευτερογενείς. Ειδικότερα στο πρώτο κεφάλαιο, στο οποίο γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση σε χωρικούς δείκτες ποδηλατικότητας, τα στοιχεία βασίζονται κυρίως σε έρευνες δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων. Τα υπόλοιπα κεφάλαια της εργασίας σχετίζονται με την μεθοδολογία, την εφαρμογή και τα αποτελέσματα του χωρικού δείκτη ποδηλατικότητας για την πόλη του Βόλου και η συλλογή των δεδομένων τους έγινε σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, έρευνα καταγραφής μέσω δορυφορικών εικόνων, έρευνα ερωτηματολογίου, διαδικτυακές και βιβλιογραφικές αναφορές.

1.3 Δομή

Επιζητώντας την βέλτιστη κατανόηση όσων θα αναφερθούν παρουσιάζεται η ακόλουθη Εικόνα 1.1, η οποία συνοψίζει τη δομή της τρέχουσας εργασίας.

Εικόνα 1.1 Δομή Διπλωματικής Εργασίας



Πηγή: Ιδία ΕπεξεργασίαExcel

Αναλυτικότερα, δομικά στοιχεία της τρέχουσας διπλωματικής εργασίας αποτελούν τα έξι ακόλουθα κεφάλαια:

1. Εισαγωγή

Στοχεύοντας στην εισαγωγή του αντικείμενου ενασχόλησης, παρατίθενται ο προβληματισμός και το κεντρικό ερώτημα στο οποίο βασίστηκε αυτήν. Έπειτα, ακολουθεί ο στόχος του θέματος κλείνοντας με την εννοιολογική ερμηνεία της έννοιας «ποδηλατικότητα».

2. Δείκτες Ποδηλατικότητας

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται η ανασκόπηση σε χωρικούς δείκτες ποδηλατικότητας της τελευταία δεκαετίας, οι οποίοι αναλύονται ως προς την μεθοδολογία και την εφαρμογή. Η αναφορά διακρίνεται σε δύο είδη δεικτών: τους διαδικτυακούς και τους ερευνητικούς. Ταυτόχρονα οι ερευνητικοί δείκτες, διασπώνται σε δύο υποκατηγορίες ανάλογα με την χωρική κλίμακα (οδικό τμήματα/περιοχή) που

μελετούν, δίνοντας έμφαση στην ανάλυση εκείνης που θεωρείται σπουδαιότερη. Κλείνοντας, γίνεται συγκριτική ανάλυση μεταξύ των δεικτών εντοπίζοντας ομοιότητες και διαφορές τόσο στην μεθοδολογία όσο και στην εφαρμογή αυτών.

3. Μεθοδολογία Χωρικού Δείκτη Ποδηλατικότητας

Η διόρθωση της μεθοδολογίας του δείκτη διασπάται σε δύο φάσεις, οι οποίες είναι: ο προσδιορισμός των παραμέτρων και προσδιορισμός των βαρών στις παραμέτρους του δείκτη. Στο πρώτο μέρος, καθορίζονται οι παράμετροι και η συμβολή τους στον δείκτη, ενώ στο δεύτερο αναλύεται η μεθοδολογία με την οποία προσδιορίστηκε η σημαντικότητα της κάθε παραμέτρου στον δείκτη.

4. Εφαρμογή Δείκτη για την Πόλη του Βόλου με τη χρήση ΓΣΠ (GIS)

Εφαρμόζοντας όσα προσδιορίστηκαν στην μεθοδολογία, το αναφερόμενο κεφάλαιο παρουσιάζει όσα εφαρμόζονται προκειμένου να υπολογιστούν τόσο οι παράμετροι όσο και ο δείκτης. Έτσι η δομή του κεφαλαίου, βασίζεται σε δυο βασικές ενότητες του υπολογισμού των παραμέτρων και της κανονικοποίηση αυτών. Με το πέρας των δύο διαδικασιών, υπολογίζεται ο δείκτης εφαρμόζοντας τη σταθμισμένη συνάρτηση για τις παραμέτρους και τα αντίστοιχα βάρη τους.

5. Αποτελέσματα Δείκτη

Επιδιώκοντας τη βέλτιστη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, θεωρήθηκε αναγκαίος ο διαχωρισμός των συμπερασμάτων σε γενικά και ειδικά. Τα γενικά συμπεράσματα αναφέρονται στην ποδηλατικότητα του συνόλου της περιοχής μελέτης, ενώ τα ειδικά εστιάζουν ξεχωριστά στην ποδηλατικότητα του Βόλο και της Ν. Ιωνίας. Στόχος της διάκρισης αυτής, αποτελεί ο σαφέστερος προσδιορισμός των επιπέδων ποδηλατικότητας της περιοχής μελέτης καθώς και η σύγκριση των δύο περιοχών.

6. Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την εν λόγω εργασία, συνοψίζονται και τονίζονται τα κύρια συμπεράσματα της συνολικής έρευνας. Παράλληλα αναφέρονται προβληματισμοί που συναντήθηκαν κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής αυτής και παρουσιάζονται οι άμεσοι στόχοι βελτίωσης του δείκτη ποδηλατικότητας.

1.4 Εννοιολογικό Πλαίσιο «ποδηλατικότητα» (bikeability)

Ο αγγλικός όρος «bikeability» ή «ποδηλατικότητα» όπως αποδίδεται στα ελληνικά σύμφωνα με τον Ηλιού (2012), είναι σχετικά πρόσφατος για την διεθνή βιβλιογραφία (Tomas et al., 2018). Αναζητώντας την σημασία της έννοιας παρατηρήθηκε ότι οι αναφορές είναι διεθνείς και συμπεριλαμβάνουν και την Ελλάδα. Επομένως σύμφωνα με τον Ηλιού (2012), ένα οδικό δίκτυο για να υποστηρίξει την κίνηση του ποδηλάτου και να χαρακτηριστεί «ποδηλατήσιμο», πρέπει να ικανοποιεί τις εξής λειτουργίες:

- Εξυπηρετικότητα: Η χάραξη του δικτύου ροής των ποδηλάτων πρέπει να είναι άμεση, βασισμένη στις επιθυμητές διαδρομές ποδηλατιστών. Οι περιπορείες γενικά πρέπει να αποφεύγονται, ενώ πρέπει να παρέχεται στην οδό ξεκάθαρη οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση.
- Προσβασιμότητα: Το δίκτυο ροής των ποδηλάτων πρέπει να είναι συνεχές, συνδέοντας όλα τα δυνατά σημεία προέλευσης-προορισμών.
- Οδική ασφάλεια: Ο σχεδιασμός του δικτύου θα πρέπει να ελαχιστοποιεί τις κυκλοφοριακές εμπλοκές με τους λοιπούς χρήστες της οδού (πεζούς, οχήματα). Δράσεις προς αυτήν την κατεύθυνση, είναι η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας των οχημάτων στις οδούς κίνησης των ποδηλάτων.
- Άνεση: Οι ποδηλάτες επιθυμούν ομαλά επαρκώς συντηρημένα οδοστρώματα, σύνδεση με ράμπες σε ανισοσταθμίες της οδικής υποδομής, καθώς και ήπιες κατά μήκος και εγκάρσιες κλίσεις στην οδό. Οι διαδρομές πρέπει να αποφεύγουν πολλαπλούς ελιγμούς και διακοπές. Τα μέτρα ήπιας κυκλοφορίας οφείλουν να είναι φιλικά στον ποδηλάτη, ενώ οι ποδηλατοδρόμοι και λωρίδες κίνησης των ποδηλάτων πρέπει να είναι ικανοποιητικού πλάτους.
- Ελκυστικότητα: Οι διαδρομές πρέπει να είναι ελκυστικές στους ποδηλάτες με αντικειμενικά κριτήρια. Η αισθητική, η ηχητική και οπτική ρύπανση, ο αστικός σχεδιασμός και η ποιότητα των υλικών κατασκευής του οδικού περιβάλλοντος αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά.

Αναφερόμενοι στη ξένη βιβλιογραφία, η έννοια της ποδηλατικότητας μελετάται από τους ερευνητές σε διάφορες χωρικές κλίμακες. Συγκεκριμένα, για τους Birk et al. (2010) και τους Winters et al. (2013), ποδηλατικότητα σημαίνει η γενική ευκολία της ποδηλασίας εντός μιας ζώνης, η οποία μπορεί να είναι ένα σύνολο δρόμων ή μια γειτονιά ή μια πόλη. Παράλληλα οι Lowry et al. (2012), ορίζουν την ποδηλατικότητα ως την ικανότητα μιας οδού ή μιας ζώνης να προσφέρει άνεσης και ευκολίας για

πρόσβαση σε σημαντικούς προορισμούς, όπως η κατοικία, η εργασία, η εκπαίδευση, κλπ. Οι Tomas et al. (2018), υποστηρίζουν ότι ο όρος «ποδηλατικότητα» αναφέρεται στην ικανότητα του αστικού περιβάλλοντος να προτιμάται από ένα άτομο ή μια ομάδα για μεταφορά ή αναψυχή με το ποδήλατο. Ενώ στο πλαίσιο της έρευνας τους ξεπερνούν τα όρια της αστικής κλίμακας και αναφέρονται στην ποδηλατικότητας περιφερειακού επιπέδου. Παράλληλα βάσει των Tomas et al. (2018) προσδιορίζονται ως χαρακτηριστικά μια ποδηλατήσιμης περιοχής τα εξής:

- Ενιαία στοιχεία υποδομής, όπως ποδηλατικές διαδρομές, διαβάσεις και εγκαταστάσεις στάθμευσης, τα οποία αναφέρουν οι Lowry et al. (2012) ως «καταλληλότητα ποδηλάτου».
- Υποδομές που συντελούν στις συνδυασμένες μεταφορές, ώστε να καλύπτεται η κλίμακα της πόλης ή της Μητροπολιτικής Περιοχής (Lowry et al., 2012).

Όλα όσα ειπώθηκαν συγκλίνουν ως προς την σημασία της έννοιας, η οποία αναφέρεται στην ελκυστικότητα μιας οδού ή μιας περιοχής για μετακινήσεις ή για αναψυχή με το ποδήλατο. Ωστόσο, η ελκυστικότητα αυτή σε μια περιοχή είναι πολυδιάστατη και αποτελεί συνάρτηση διαφορετικών μετρήσιμων μεταβλητών οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια της εργασίας.

Κεφάλαιο 2: Χωρικοί Δείκτες Ποδηλατικότητας

2.1 Εισαγωγή

Στο πλαίσιο του παρόντος κεφαλαίου γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση σε χωρικούς δείκτες ποδηλατικότητας της τελευταίας δεκαετίας. Τα παραδείγματα που παρουσιάζονται εστιάζουν κυρίως σε θέματα μεθοδολογίας και εφαρμογής. Η δομή του κεφαλαίου βασίζεται στη παρουσίαση διαδικτυακών και ερευνητικών δεικτών καθώς και στην συγκριτική τους ανάλυση. Αναφορικά με τα ερευνητικά παραδείγματα, αυτά κατηγοριοποιούνται σε δύο διαφορετικές υποκατηγορίες: τους δείκτες «μεμονωμένης» τοποθεσίας και «ευρείας» περιοχής, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη δεύτερη.

2.2 Διαδικτυακοί Δείκτες

Όπως έχει προηγηθεί (Βλ. Κεφάλαιο 1), ένας δείκτης ποδηλατικότητας υποδηλώνει τον βαθμό στον οποίο μια περιοχή είναι σχεδιασμένη ελκυστικά για μετακινήσεις με το ποδήλατο. Επομένως, ένας διαδικτυακός δείκτης ποδηλατικότητας προσφέρει την ίδια εκτίμηση με έναν δείκτη έρευνας. Η διαφορά μεταξύ των δύο κατηγοριών έγκειται στη διαδραστικότητα του διαδικτυακού, η οποία σχετίζεται άμεσα με την δυνατότητα του χρήστη να εισάγει και να εξάγει χωρικά δεδομένα (Krykewycz et al., 2011).

Επιπλέον, αυτή ομάδα δεικτών αποτελεί ιδιαίτερα ενδιαφέρον και σημαντικό επιστημονικό αντικείμενο και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι διαδικτυακοί δείκτες έχουν υψηλή δημοτικότητα λόγω της εκτεταμένης κάλυψης τους στη Βόρεια Αμερική παρέχοντας συνεπή μεθοδολογία και ρυθμίσεις με σχετικά χαμηλό κόστος (Winters et al., 2016). Εκτός αυτών, παράληψη θα αποτελούσε αν δεν αναφερόταν ότι οι δείκτες που εντάσσονται στην τρέχουσα ενότητα, αποτελούν αντικείμενο εκμετάλλευσης εταιρειών διαχείρισης ακινήτων (Rea Estate), όπως ο δείκτης «Bike Score» από την «Red Fin» (Winters et al., 2016).

Ωστόσο αντικείμενο ενασχόλησης της παρούσας ενότητας, αποτελεί η παρουσίαση δύο διαδραστικών εφαρμογών εκτίμησης της ποδηλατικότητας που θα μελετηθούν από πλευρά μεθοδολογίας και εφαρμογής.

2.2.1 Δείκτης «Mercer County Bikeability Map»

Ο δείκτης «Mercer County Bikeability Map» αποτέλεσε τον πρώτο διαδικτυακό δείκτη ποδηλατικότητας, ο οποίος δημιουργήθηκε το 2009 για οδικά τμήματα της Περιφέρειας της Φιλαδέλφειας (Krykewycz et al., 2011).

Αναφορικά με την μεθοδολογία του δείκτη, αυτή αναφέρεται στον προσδιορισμό των παραμέτρων και την συλλογή των χωρικών δεδομένων. Οι παράμετροι που συμμετέχουν στην εκτίμηση της ποδηλατικότητας, είναι οι εξής¹:

1. Οδικό Δίκτυο (λειτουργική κατηγοριοποίηση) (Road Network)
2. Αριθμός Διαδρομών (Number of routes)
3. Όριο Ταχύτητας (Speed Limit)
4. Πλάτος Πεζοδρομίου (PavementWidth)
5. Κατάσταση Οδοστρώματος (PavementCondition)
6. Όγκος Κυκλοφορίας (TrafficVolume)
7. Στάθμευση στον δρόμο (Parking on the street)

Η μεθοδολογική προσέγγιση του δείκτη συνεχίζεται με τη συλλογή των χωρικών δεδομένων, η οποία επιτεύχθηκε μέσω των ακόλουθων πηγών¹: έρευνα πεδίου, αεροφωτογραφίες DVRPC 2005 και Google Earth.

Ολοκληρώνοντας την μεθοδολογία, οι διαδικασίες εφαρμογής περιλαμβάνουν: τον υπολογισμό των παραμέτρων και τον υπολογισμό του δείκτη εφαρμόζοντας τη μέθοδο «BLOS», οι οποίες πραγματοποιήθηκαν με το λογισμικό ArcGIS. Ο υπολογισμός περιελάμβανε την ψηφιοποίηση των δεδομένων καθώς και τον υπολογισμό των δύο τελευταίων παραμέτρων με την χρήση μέσων τιμών¹. Ενδεικτικά για τον υπολογισμό της παραμέτρου της στάθμευσης στο δρόμο, συμπεριλήφθηκαν συνολικά δεκαπέντε (15) οδικά τμήματα για κάθε τύπο περιοχής (κεντρική, επιχειρηματική περιοχή, αστική, προαστιακή και αγροτική) και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος ανά κατηγορία οδικού τμήματος. Έπειτα του παραπάνω υπολογισμού, ακολούθησε η εκτίμηση της ποδηλατικότητας εφαρμόζοντας τη μέθοδο «BLOS»².

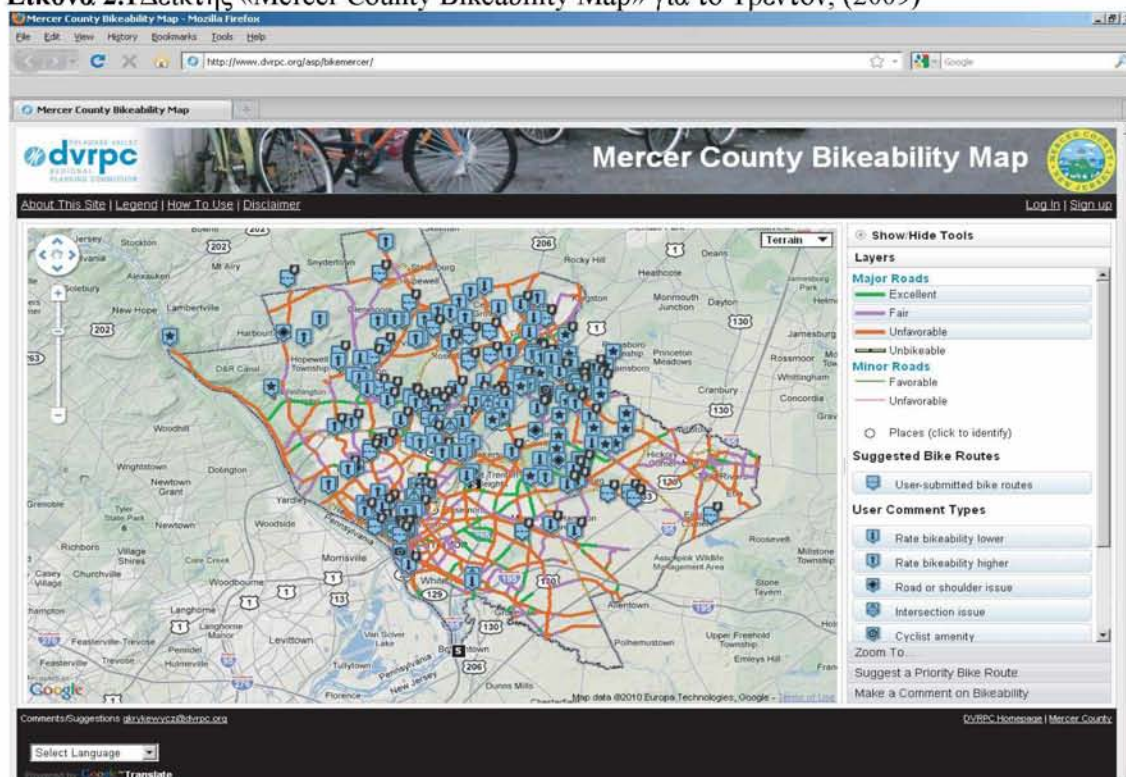
Με την ολοκλήρωση του συμβατικού δείκτη ποδηλατικότητας, έγινε δημοσιοποίηση του δείκτη στον διαδικτυακό ιστότοπο «<https://www.dvrpc.org>». Το ψηφιακό του

¹ (Krykewyczetal, 2011)

² Μέθοδος «BLOS»: παλινδρόμηση η οποία υπολογίζει μια αριθμητική βαθμολογία βάσει των χαρακτηριστικών της οδού και της κυκλοφορίας.

περιβάλλον, απεικονίζεται στην Εικόνα 2.1, όπου η ποδηλατικότητα της περιοχής κατηγοριοποιείται σε τέσσερις κλάσεις: τέλεια, καλή, μέτρια, μη ποδηλατική.

Εικόνα 2.1 Δείκτης «Mercer County Bikeability Map» για το Τρέντον, (2009)

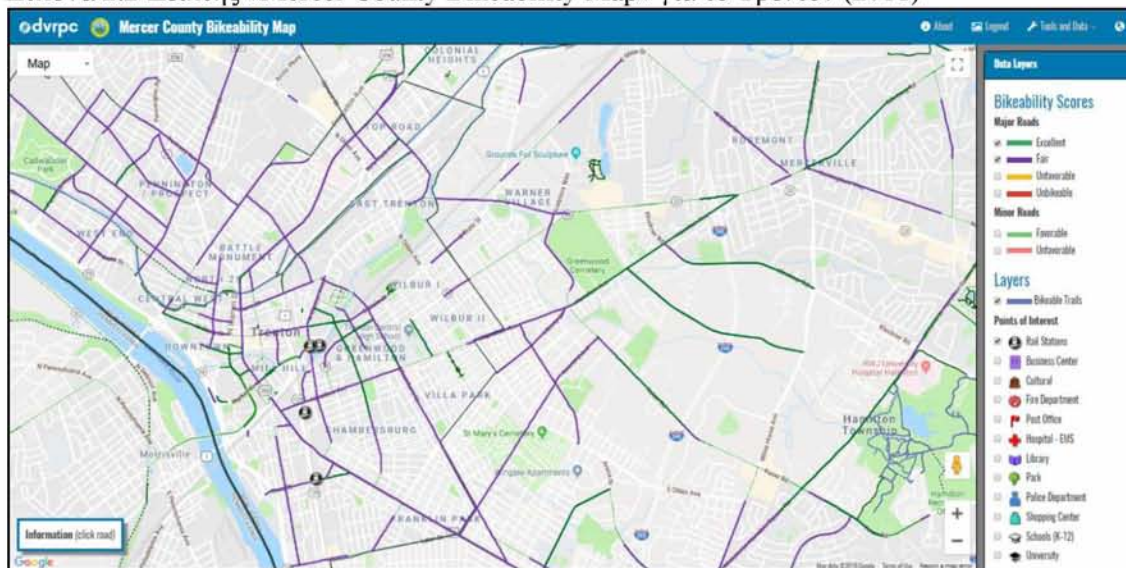


Πηγή: Krykewycz, G.R., Pollard, C., Canzoneri, N., He, E. (2011). "Web-Based "Crowdsourcing" Approach to Improve Area wide "Bikeability" Scoring"

Υστερα από δημοσίευση του δείκτη, δόθηκε η δυνατότητα στους επισκέπτες να συμμετέχουν στη διαδικασία βελτίωσης με τον σχολιασμό και με την εισαγωγή δεδομένων. Συγκεκριμένα, στη διαδικασία αυτή συμμετείχαν 1.097 μοναδικοί επισκέπτες της ιστοσελίδας στο διάστημα περίπου 6 εβδομάδων¹.

Στην Εικόνα 2.2, απεικονίζεται το ενημερωμένο περιβάλλον του διαδικτυακού δείκτη «Mercer County Bikeability Map» με παράδειγμα ποδηλατικότητας το Τρέντον της Φιλαδέλφειας. Ωστόσο μεταξύ της Εικόνας 2.1 και της 2.2 παρατηρείται μια προσθήκη, η οποία οφείλεται στην βελτίωση του δείκτη στο διάστημα των δέκα (10) ετών από το έτος δημιουργίας του. Η επιπλέον πληροφορία σχετίζεται με τις χρήσεις γης, οι οποίες βρίσκονται κάτω δεξιά του παραθύρου.

Εικόνα 2.2 Δείκτης «Mercer County Bikeability Map» για το Τρέντον (2011)



Πηγή: <https://www.dvrpc.org>

Αναλυτικότερα, ο ενημερωμένος δείκτης περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες: σιδηροδρομικός σταθμός, επιχειρήσεις, πολιτισμός, σημεία πυρόσβεσης, δημόσια διοίκηση, νοσοκομεία, βιβλιοθήκες, πάρκα, αστυνομικό τμήμα, κ.ά.

2.2.2 Δείκτης «Bike Score»

Ο δείκτης «Bike Score» δημιουργήθηκε το 2012 και αξιολογεί την ποδηλατικότητα περίπου 160 πόλεων των ΗΠΑ και του Καναδά (Winters et al., 2016). Η μεθοδολογία που βασίστηκε περιλαμβάνει το προσδιορισμό των παραμέτρων και των βαρών (σημαντικότητας) στις παραμέτρους του δείκτη. Οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψη για την εκτίμηση της ποδηλατικότητας αναφέρονται στη συνέχεια³:

1. Δίκτυο Ποδηλατοδρόμων (Cycle path network)
2. Τοπογραφία Εδάφους (Topography)
3. Προορισμοί (Destinations)
4. Συνδεσιμότητα (Πυκνότητα Διασταυρώσεων) (Connectivity)
5. Εργαζόμενοι που μετακινούνται με το ποδήλατο (η παράμετρος συμπεριλαμβάνεται στον δείκτη μόνο για τις πόλεις των ΗΠΑ) (Bike commuting mode share)

Η συλλογή των χωρικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε από πηγές όπως: Δημοτικές/Κοινοτικές Αρχές, Εθνικές Στατιστικές Υπηρεσίες, Εθνικό σύνολο

³(Winters et al., 2016)

δεδομένων ανύψωσης «USGS», «Open Street Map» και με δεδομένα του προγενέστερου δείκτη περπατησιμότητας «WalkScore»³.

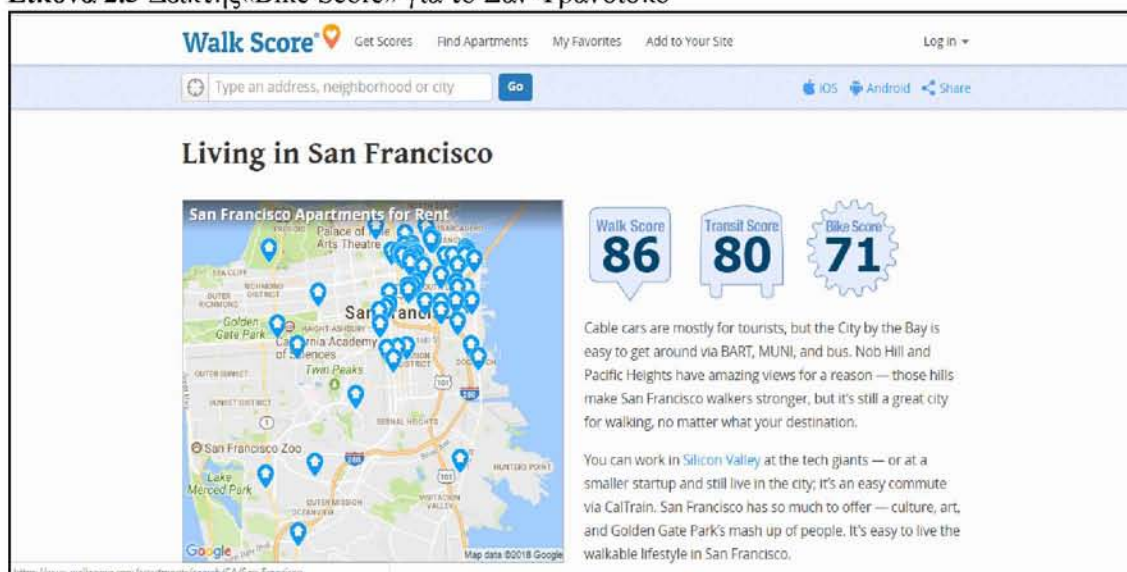
Αναφερόμενοι στο δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας, ο προσδιορισμός πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με έρευνα ερωτηματολογίου δείγματος χιλιάδων ατόμων των ΗΠΑ και του Καναδά, δίνοντας στην παράμετρο του δικτύου ποδηλατοδρόμων την σημαντικότερη και διπλάσια βαρύτητα από τις υπόλοιπες.

Ο υπολογισμός του δείκτη επιτεύχθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό ArcGIS με το οποίο υπολογίστηκαν οι παράμετροι ενώ παράλληλα με την χρήση των υπολογιστικών φύλλων Excel τα αποτελέσματα του δείκτη κανονικοποιήθηκαν σε συνεχή κλίμακα τιμών από 0 έως 100. Η ολοκλήρωση της διαδικασίας υπολογισμού του δείκτη έγινε με τον υπολογισμό της ακόλουθης σχέσης³:

Δείκτης Ποδηλατικότητας $= (\text{Δίκτυο ποδηλατοδρόμων} * b1) + (\text{Τοπογραφία} * b2) + (\text{Προορισμοί} * b3) + (\text{Συνδεσιμότητα Οδικού δικτύου} * b4)$, με βάρη παραμέτρων $b1=0,5$ και $b2, b3, b4 = 0,25$.

Με την ολοκλήρωση της εφαρμογής ο συμβατικός δείκτης δημοσιοποιήθηκε στην ιστοσελίδα <https://www.walkscore.com>, της οποίας το περιβάλλον απεικονίζεται στην Εικόνα 2.3. Στην ακόλουθη εικόνα εκτός από την επίδοση της ποδηλατικότητας (bikescore), παρουσιάζονται και εκείνες της περπατησιμότητας (walkscore) και της αστικής συγκοινωνίας (transitscore).

Εικόνα 2.3 Δείκτης «Bike Score» για το Σαν Φρανσίσκο



Πηγή: https://www.walkscore.com/CA/San_Francisco

Οι δείκτες της τρέχουσας κατηγορίας θα μπορούσαν να διαχωριστούν και σύμφωνα με χωρική κλίμακα της περιοχής που αξιολογούν μιας και αυτή διαφέρει. Συγκεκριμένα, ο πρώτος δείκτης επικεντρώνει την εκτίμηση του σε οδικά τμήματα, ενώ ο δεύτερος σε επίπεδο πόλης. Ωστόσο, σύμφωνα με αυτή τη διάκριση θα αναλυθεί η επόμενη κατηγορία δεικτών.

2.3 Ερευνητικοί Δείκτες

Μελετώντας τη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με το ζήτημα της αξιολόγησης της ποδηλατικότητας, διαπιστώθηκε ότι έχουν αναπτυχθεί αρκετοί δείκτες, (Winters et al., 2008; Su et al., 2010; Birk et al., 2010; McNeil, 2011; Horacek et al., 2012; Wahlgren and Schantz, 2012; Lowry et al., 2012; Winters et al., 2013; Bendik, 2015; Krenn et al., 2015; Prigolon et al., 2017; Lino and Wei, 2018; Peiqin et al., 2018). Ωστόσο, αυτοί επικεντρώνουν τη μελέτη τους σε τέσσερα διαφορετικά χωρικά επίπεδα τα οποία είναι: οδικό τμήμα, γειτονιά, πόλη και μητροπολιτική περιοχή. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας τα τέσσερα προαναφερόμενα επίπεδα αξιολόγησης της ποδηλατικότητας αποφασίστηκε να συγχωνευτούν σε δύο κατηγορίες οι οποίες είναι: οι δείκτες «μεμονωμένης» τοποθεσίας και οι δείκτες «ευρείας» περιοχής. Το γεγονός της συγχώνευσης βασίζεται στο βασικό μειονέκτημα που χαρακτηρίζει τη πρώτη κατηγορία δεικτών, σύμφωνα με τον Lino and Wei (2018) και θα αναφερθεί αναλυτικά στη συνέχεια. Αναφορικά με τους δείκτες «μεμονωμένης» τοποθεσίας, αυτοί συμπεριλαμβάνουν τους δείκτες των επιπέδων οδικού τμήματος και γειτονιά, ενώ οι δείκτες «ευρείας» περιοχής αποτελούνται από τους δείκτες των επιπέδων πόλης και μητροπολιτικής περιοχής. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν παραδείγματα δεικτών και από τις δύο κατηγορίες, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη δεύτερη λόγω του βασικού της πλεονεκτήματος, αλλά και την αντιστοιχία της με την χωρική κλίμακα μελέτης της παρούσας εργασίας (Βλ. Κεφάλαιο 4).

2.3.1 Δείκτες «Μεμονωμένης» Τοποθεσίας

Οι δείκτες «μεμονωμένης» τοποθεσίας επικεντρώνουν την αξιολόγηση τους είτε σε ένα οδικό τμήμα είτε σε ένα σύνολο οδών μιας γειτονιά. Ωστόσο αυτή η κατηγορία δεικτών χαρακτηρίζεται από ένα βασικό μειονέκτημα, το οποίο σχετίζεται με τη παροχή αποσπασματικών πληροφοριών για τη δυνατότητα ποδηλασίας εντός μιας περιοχής, (Birk et al., 2010; Winters et al., 2013; Lino and Wei, 2018). Αυτό σημαίνει ότι η

εκτίμηση της τρέχουσας κατηγορίας δεικτών δεν δύναται να γενικευτεί για το σύνολο της περιοχής, αλλά ούτε και να εξασφαλίσει την ευτυχή ενίσχυση της ποδηλατικότητας σε αυτήν, (Lino and Wei, 2018). Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές για την τρέχουσα κατηγορία δεικτών όπως για παράδειγμα οι ακόλουθοι:

- Ο δείκτης ποδηλατικότητας των Su et al., (2010), ο οποίος βασίζεται στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, όπως το πλάτος του δρόμου, τον όγκο της κυκλοφορίας, την ταχύτητα και την κατάσταση του πεζοδρομίου.
- Ο δείκτης ποδηλατικότητας των Horacek et al., (2012), ο οποίος λαμβάνει υπόψη παραμέτρους ασφάλειας και άνεσης.
- Ο δείκτης ποδηλατικότητας των Wahlgren and Schantz (2012), που στηρίζει την αξιολόγησή σε διαδρομές που επιλέγουν οι ποδηλάτες.

Στηριζόμενοι σε όσα ειπώθηκαν, δημιουργείται η ανάγκη για διεξοδικότερη μελέτη σε δείκτες ποδηλατικότητας ευρύτερων περιοχών, οι οποίοι σε αντίθεση με τους προηγούμενους δίνουν την δυνατότητα τόσο γενικών και όσο ειδικών συμπερασμάτων. Αυτό σημαίνει ότι από την αξιολόγηση ευρύτερων περιοχών μπορούν να προκύψουν και ειδικότερα συμπεράσματα για μικρότερες περιοχές ή οδικά τμήματα.

2.3.2 Δείκτες «Ευρείας» Περιοχής

Δεδομένων όσων προαναφέρθηκαν θεωρήθηκε απαραίτητο να δοθεί έμφαση σε δείκτες ποδηλατικότητας ευρύτερων περιοχών αναλύοντας παραδείγματα τόσο σε επίπεδο πόλης όσο και σε επίπεδο μητροπολιτικής περιοχής. Συγκεκριμένα, τα παραδείγματα που θα αναλυθούν είναι τέσσερα και εστιάζουν κυρίως στην μεθοδολογία και στην εφαρμογή των δεικτών. Να προστεθεί ακόμα ότι τα παραδείγματα συμπεριλαμβάνουν τόσο ξένες όσο και ελληνικές ερευνητικές αναφορές, δείχνοντας ότι η εκτίμηση της ποδηλατικότητας έχει αρχίσει να απασχολεί και την χώρα.

2.3.2.1 Δείκτης της πόλης «Metro Vancouver»

Ο δείκτης για το «Metro Vancouver» αποτελείται από 22 Δήμους και 2,1 εκατομμύρια κατοίκους. Αναφορικά με το δίκτυο ποδηλατοδρόμων, στην περιοχή εφαρμογής καταγράφονται συνολικά 1350χλμ, εκ των οποίων τα 170χλμ. είναι ποδηλατικές διαδρομές (όχι ποδηλατικές λωρίδες παράλληλης/αντίθετης κυκλοφορίας με την μηχανοκίνητη κίνηση), (Winters et al., 2013).

Βάσει των δεδομένων των ερευνών και των διαθέσιμων χαρτογραφικών δεδομένων που θα αναφερθούν στην πορεία, ο δείκτης περιλαμβάνει τις εξής παραμέτρους⁴:

1. Πυκνότητα Ποδηλατοδρόμων (Bike lane Density)
2. Ποδηλατικές Διαδρομές (Cycling Routes)
3. Συνδεσιμότητα, (Connectivity)
4. Τοπογραφία, (Topography)
5. Πυκνότητα Προορισμών (Destination Density)

Τα δεδομένα στα οποία βασίστηκε ο δείκτης πηγάζουν από τρεις προηγούμενες μελέτες για τον εντοπισμό στοιχείων του δείκτη, οι οποίες είναι: η μελέτη δημοσκοπήσης, η μελέτη συμπεριφοράς σε ταξίδι και η μελέτη ομάδων εστίασης, (Winters and Cooper, 2008; Winters and Teschke, 2010; Winters et al., 2010a; Winters et al., 2010b; Winters et al., 2011a). Σκοπός της δημοσκοπικής έρευνας (δείγμα 1402 ποδηλάτες), αποτέλεσε η εύρεση παραγόντων που επηρεάζουν τη μετακίνηση με το ποδήλατο. Τα αποτελέσματα που διεξήχθησαν από την έρευνα, αφορούσαν στους εξής παράγοντες: εγκαταστάσεις ποδηλάτου, αισθητική, τοπογραφία, κυκλοφορία και απόσταση ταξιδιού⁴. Σχετικά με την ανάλυση συμπεριφοράς σε ταξίδια, εξετάστηκαν 3.280 ταξίδια τα οποία συγκρίθηκαν με την μικρότερη απόσταση που θα μπορούσε να διανύσει ο ποδηλάτης. Τα τελικά αποτελέσματα της σύγκρισης αυτής, έδειξαν ότι οι υποδομές, η συνδεσιμότητα δρόμων και οι χρήσεις γης συνδέονται θετικά με την ποδηλασία ενώ η τοπογραφία συνδέεται αρνητικά με αυτήν⁴. Όσον αφορά τις ομάδες εστίασης, έργο τους αποτέλεσε η βαθμολόγηση των παραμέτρων που επηρεάζουν μια περιοχή ώστε να καταστεί ποδηλατήσιμη⁴. Σημαντικότερος παράγοντας μέσα από τη διαδικασία αναδείχθηκε ο παράγοντας των υποδομών και συγκεκριμένα οι υποδομές για τον διαχωρισμό της κυκλοφορίας⁴.

Αναφορικά με την διαδικασία εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε το χαρτογραφικό εργαλείο ArcGIS 9.3⁴. Η εφαρμογή περιελάμβανε τα εξής στάδια: την μετατροπή των παραμέτρων από διανυσματικά αρχεία (vector) σε εικόνες (raster), την κανονικοποίηση των παραμέτρων, και την εφαρμογή του σταθμισμένου αθροίσματος βαθμολογιών-παραμέτρων. Για το στάδιο της μετατροπής, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κάθε παράμετρο παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

⁴ (Winters et al., 2013)

Πίνακας 2.1 Μετατροπή Διανυσματικών Αρχείων (vector) σε Εικόνες (raster)

Παράμετροι Ποδηλατικότητας	Εργαλείο του ArcGIS
Πυκνότητα Ποδηλατοδρόμων	«Line Density»
Ποδηλατικές Διαδρομές	Εφαρμογή ζώνης (buffer) 200 μέτρων και μετατροπή σε Raster
Συνδεσιμότητα	«Point Density»
Τοπογραφία	«Slope»
Πυκνότητα Προορισμών	«Point Density»

Πηγή: Winters, M., Brauer, M., Setton, E. M., Teschke, K.(2013). "Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel"

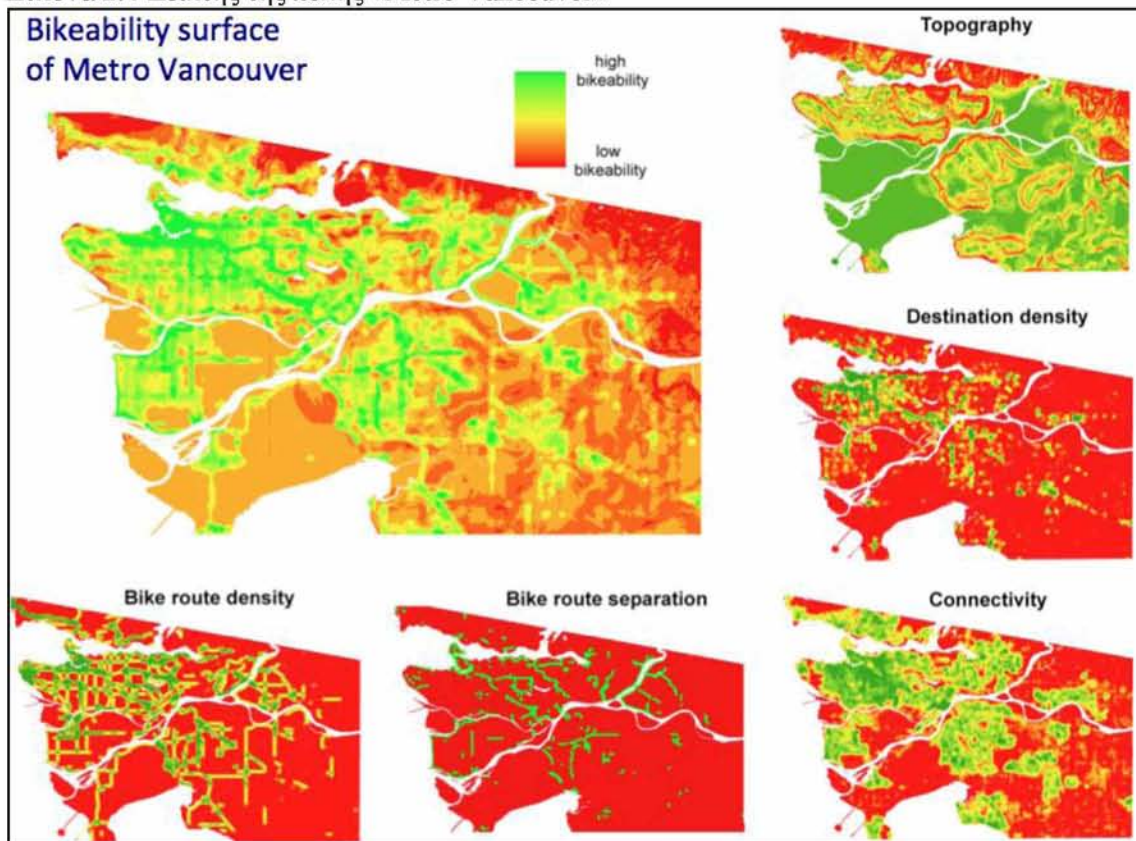
Μετά τη μετατροπή, οι παράμετροι κανονικοποιήθηκαν σε κλάσεις από το 1 έως το 10 (10 φιλικές και 1 λιγότερο φιλικές περιοχές για μετακινήσεις με ποδήλατο). Στη συνέχεια, ο δείκτης υπολογίστηκε σύμφωνα με την παρακάτω:

Δείκτης Ποδηλατικότητας= (Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων*B1) + (Διαχωρισμός διαδρομής ποδηλάτου*B2) + (Συνδεσιμότητα ποδηλατικών διαδρομών*B3) + (Τοπογραφία*B4) + (Πυκνότητα προορισμού*B5)

Όπου B1-B5 τα βάρη που δόθηκαν σε κάθε παράμετρο με βάση την έρευνα των ομάδων εστίασης (το βάρος της πυκνότητα ποδηλατοδρόμων είναι διπλάσιο των υπολοίπων και αυτό βάσει των ομάδων εστίασης).

Τα αποτελέσματα από την κανονικοποίηση και από τον υπολογισμό του δείκτη παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.4. Στους χάρτες της παρακάτω εικόνας, το πράσινο χρώμα αντιστοιχεί στις περισσότερες ποδηλατήσιμες περιοχές ενώ το κόκκινο χρώμα στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές. Αναλυτικότερα, βάσει τοπογραφίας εξάγεται ότι η περιοχή μελέτης στο σύνολο της είναι ελκυστική για μετακινήσεις με ορισμένες εξαιρέσεις. Αντίθετα για τις παραμέτρους: πυκνότητα ποδηλατοδρόμων, πυκνότητα προορισμού, διαχωρισμό διαδρομής ποδηλάτου και συνδεσιμότητα ποδηλατικών διαδρομών το μεγαλύτερο τμήματα της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται μη φιλικό για μετακινήσεις με ποδήλατο.

Εικόνα 2.4 Δείκτης της πόλης «Metro Vancouver»



Πηγή: Winters, M., Brauer, M., Setton, E. M., Teschke, K. (2013). "Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel"

Παρόλα αυτά το τελικό αποτέλεσμα παρουσιάζει ότι η περιοχή του Μετρό Βανκούβερ στο σύνολο της είναι μέτρια σε ποδηλατικότητα.

2.3.2.2 Δείκτης της πόλης «Graz»

Ακόμη ένα παράδειγμα δείκτη είναι εκείνο για την πόλη «Graz» της Αυστρίας, η οποία αριθμεί σε πληθυσμό 300.000 κατοίκους, έχει έκταση(περίπου) 130τ.χλ. και ποδηλατικές υποδομές μήκους 120χλμ. (λωρίδες κατά μήκος της μηχανοκίνητης κίνησης και ποδηλατικές διαδρομές) .Η μεθοδολογία του δείκτη σύμφωνα με τους Krenn et al 2015, περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των παραμέτρων και την συλλογή των χωρικών δεδομένων. Έτσι οι παράμετροι που επιλέχθηκαν για τη δημιουργία του μοντέλου εκτιμήσεις είναι⁵:

1. Ποδηλατική Υποδομή (λωρίδες ποδηλάτου και ποδηλατικές διαδρομές), (BicycleInfrastructure)
2. Ποδηλατικές Διαδρομές (Bicycle Routes)

⁵(Krennelat., 2015)

3. Βασικό Οδικό Δίκτυο (χωρίς παράλληλη υποδομή ποδηλάτου) (Main Road Network)
4. Πράσινες και Υδάτινες περιοχές (Green and Aquatic areas)
5. Μείξη Χρήσεων Γης (κατοικημένες περιοχές, βιομηχανικές περιοχές, περιοχές κυκλοφορίας και πράσινες και υδάτινες περιοχές) (Mixed land use)
6. Τοπογραφία, (Topography)

Η άντληση των χωρικών δεδομένων για τον υπολογισμό, πραγματοποιήθηκε από τις τοπικές υπηρεσίες και τη διαδικτυακή σελίδα «Open Street Map»⁵.

Το στάδιο του υπολογισμού (υπολογισμός και κανονικοποίηση παραμέτρων) πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το εργαλείο χωρικής ανάλυσης ArcGIS 9.1⁵. Αναλύοντας την διαδικασία της κανονικοποίησης, τα δεδομένα ακολούθησαν την ταξινόμηση σε συνεχή κλίμακα από 0 έως 10 (10 περισσότερο ποδηλατίσιμη περιοχή και 0 η λιγότερο ποδηλατίσιμη περιοχή), (Βλ. Πίνακα.2.2).

Πίνακας 2.2 Κανονικοποίηση Παραμέτρων

Τιμές Παραμέτρων	Ποδηλατική ή υποδομή	Ποδηλατικές διαδρομές	Βασικό οδικό δίκτυο	Πράσινες και υδάτινες περιοχές	Τοπογραφία
1	0	0	1101-3565	0-9955	6
2	1-251	-	884-1100	9956-18,241	5
3	252-430	-	727-883	18,242-29,039	-
4	431-545	-	586-726	29,04-43,163	4
5	546-702	-	492-585	43,164-60,693	-
6	703-874	-	406-491	60,694-81,508	3
7	875-1063	-	289-405	81,509-108,159	-
8	1064-1314	-	161-288	108,160-139,712	2
9	1315-1645	-	1-160	139,713-161,999	-
10	1646-3353	1	0	>162,000	1

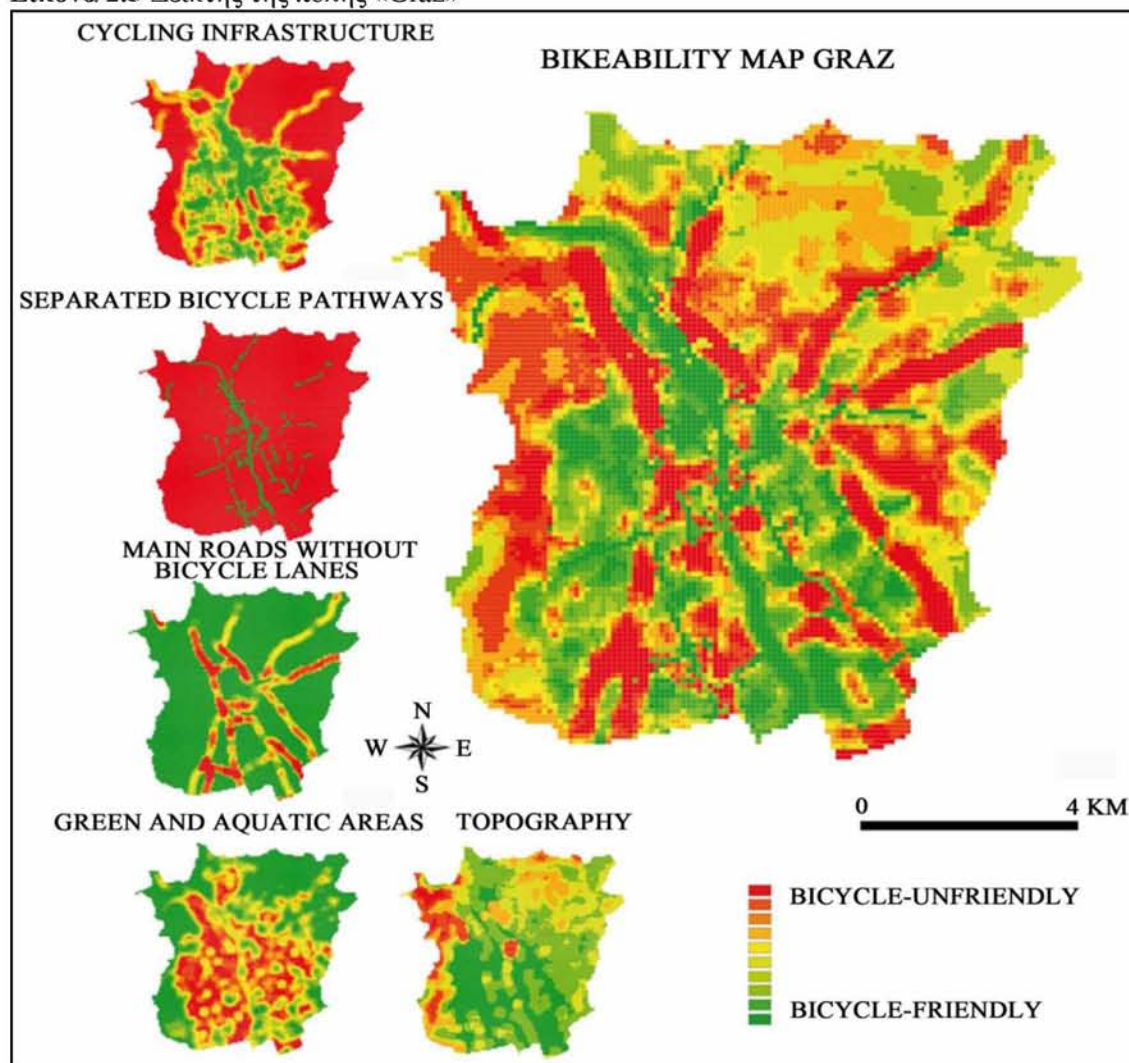
Πηγή: Krenn, P.J., Oja, P., Titze, S. (2015). "Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments"

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία, το αποτέλεσμα της εκτίμηση διεξάχθηκε σύμφωνα με την ακόλουθη συνάρτηση⁵:

Δείκτης Ποδηλατικότητας = (Ποδηλατική Υποδομή) + (Ποδηλατικές Διαδρομές) + (Βασικό Οδικό Δίκτυο) + (Πράσινες και Υδάτινες περιοχές) + (Τοπογραφία)

Ωστόσο βάσει της παραπάνω συνάρτησης, παρατηρείται ότι εν τέλει η παράμετρος της χρήσεις γης δεν συμπεριλήφθηκε στον υπολογισμό του δείκτη. Η απόφαση αυτή, πάρθηκε κατά το στάδιο της εφαρμογής και ύστερα από τη παρατήρηση ότι η συμμετοχή της παραμέτρου στον δείκτη δεν προσφέρει κάποια πρόσθετη αλλαγή στο τελικό αποτέλεσμα (Βλ. Εικόνα.2.5).

Εικόνα 2.5 Δείκτης της πόλης «Graz»



Πηγή: Krenn, P.J., Oja, P., Titze, S. (2015). "Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments"

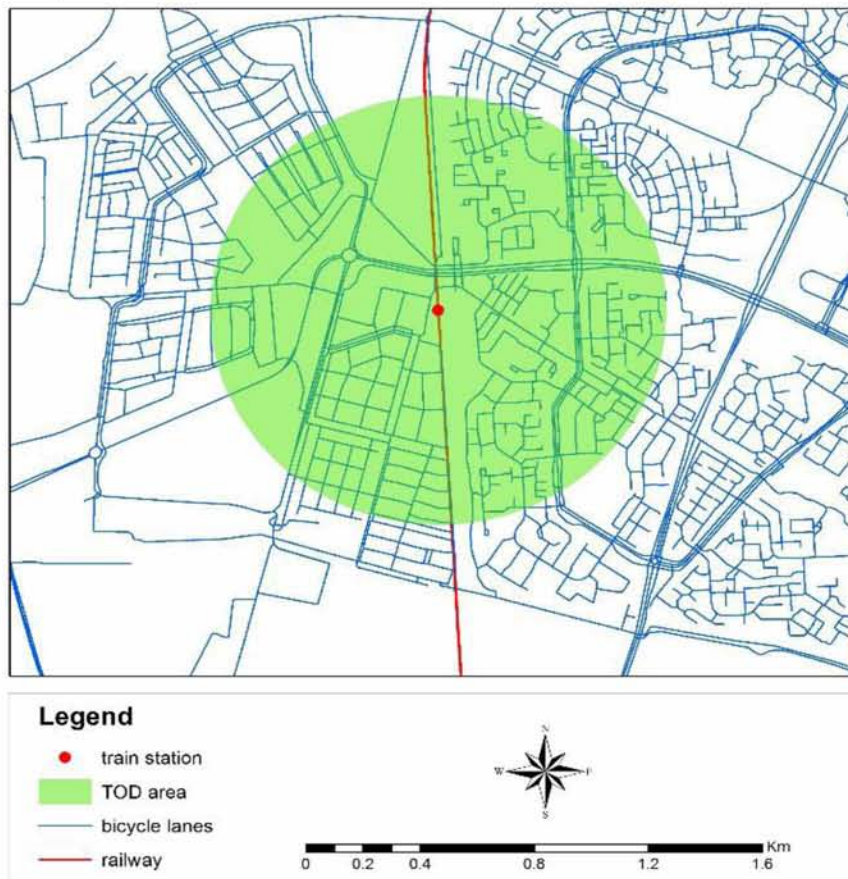
Αναφορικά με τα αποτελέσματα, τα επίπεδα ποδηλατικότητα κατηγοριοποιούνται σε κλάσεις στις οποίες το πράσινο χρώμα αντιστοιχεί στις περισσότερο ποδηλατήσιμες περιοχές ενώ το κόκκινο χρώμα στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές. Αναλυτικότερα, βάσει τοπογραφίας, πράσινων και υδάτινων περιοχών και βασικού οδικού δικτύου, η πόλη σύνολο της χαρακτηρίζεται ελκυστική για μετακινήσεις με ποδήλατο. Αντίθετα σύμφωνα με τις παραμέτρους της ποδηλατικής υποδομής και των ποδηλατικών

διαδρομών, η πόλη χαρακτηρίζεται μη φιλική για μετακινήσεις με ποδήλατο. Το τελικό αποτέλεσμα που εξάγεται για το σύνολο της πόλης αντιστοιχεί στα μέτρια και υψηλά επίπεδα ποδηλατικότητας.

2.3.2.3 Δείκτης της Μητροπολιτικής Περιοχής του «Arnhem-Nijmegen»

Ο δείκτης για την μητροπολιτική περιοχή του «Arnhem-Nijmegen» της Ολλανδίας διαφοροποιείται από τους υπόλοιπους δείκτες, αξιολογώντας την ποδηλατικότητα γύρω από είκοσι ένα (21) σιδηροδρομικούς σταθμούς σε ζώνες ακτίνας 800, 1600 και 2400μ. που συνδέονται με τις τυπικές αποστάσεις ποδηλασίας (Βλ. Εικόνα 2.6), (Dittmar and Ohland, 2004; CBS, 2015; Prigolon et al., 2017).

Εικόνα 2.6 Αξιολόγηση ποδηλατικότητας σε ζώνη ακτίνας 800μ γύρω από σιδηροδρομικό σταθμό



Πηγή:Prigolon, A.B., Brussel, M. and Maarseveen, V.(2017)."Developing a bikeability index in the context of transit-oriented development (TOD)"

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε προκειμένου να επιτευχθεί η αξιολόγηση των περιοχών TOD⁶, περιλαμβάνει: τον προσδιορισμό των παραμέτρων, τη συμβολή των παραμέτρων, την συλλογή δεδομένων και τον προσδιορισμό των βαρών.

Στην προκειμένη περίπτωση ο προσδιορισμός των παραμέτρων συνδέθηκε με τις Βασικές Αρχές Σχεδιασμού της Ποδηλατικής Υποδομής, οι οποίες είναι: η ασφάλεια, η συντομία, η συνοχή, η ελκυστικότητα, και η άνεσης, (Bach and Ohland, 2006; Prigolon et al., 2017). Η παράθεση αυτών γίνεται μέσω του Πίνακα 2.3, (Βλ. Παράρτημα).

Ωστόσο στο συγκεκριμένο παράδειγμα αναλύεται και η συμβολή των παραμέτρων στον δείκτη, η οποία είτε είναι θετική είτε αρνητική. Στην περίπτωση που ο δείκτης συμβάλλει θετικά τότε η υψηλότερη τιμή δείχνει την περισσότερο ποδηλατίσιμη περιοχή, ενώ στην περίπτωση που ο δείκτης συμβάλλει αρνητικά τότε η υψηλότερη τιμή δείχνει την λιγότερο ποδηλατίσιμη περιοχή. Συγκεκριμένα όλες οι παράμετροι συμβάλλουν θετικά στον δείκτη εκτός από εκείνη των κόμβων (με ή χωρίς φωτεινό σηματοδότη).

Αναφορικά με τα χωρικά δεδομένα, αυτά εξασφαλίστηκαν από την ολλανδική ένωση ποδηλασίας⁷. Τα βάρη που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της σημαντικότητας της κάθε παραμέτρου απεικονίζονται στον Πίνακα 2.4, (Βλ. Παράρτημα).

Περνώντας στην εφαρμογή, αυτή πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του χαρτογραφικού προγράμματος ArcGIS αλλά και με εισροές του πρόγραμμα υπολογιστικών φύλλων Excel. Σε πρώτη φάση υπολογίστηκαν και κανονικοποιήθηκαν οι παράμετροι σε κλίμακα συνεχούς αρίθμησης από 0 έως 1 (10 η περισσότερο ποδηλατική περιοχή και 0 η λιγότερο περιοχή)⁷. Ολοκληρώνοντας την διαδικασία εφαρμογής υπολογίστηκε η ακόλουθη σταθμισμένη συνάρτηση:

Δείκτης Ποδηλατικότητας = (Κυκλοφοριακή Κατάσταση * 0.166) + (Συνδεσιμότητα * 0.166) + (Υποδομές * 0.166) + (Περιβάλλον * 0.166) + (Τοπογραφία) * 0,166) + (Εγκαταστάσεις στάθμευσης ποδήλατου * 0.166).

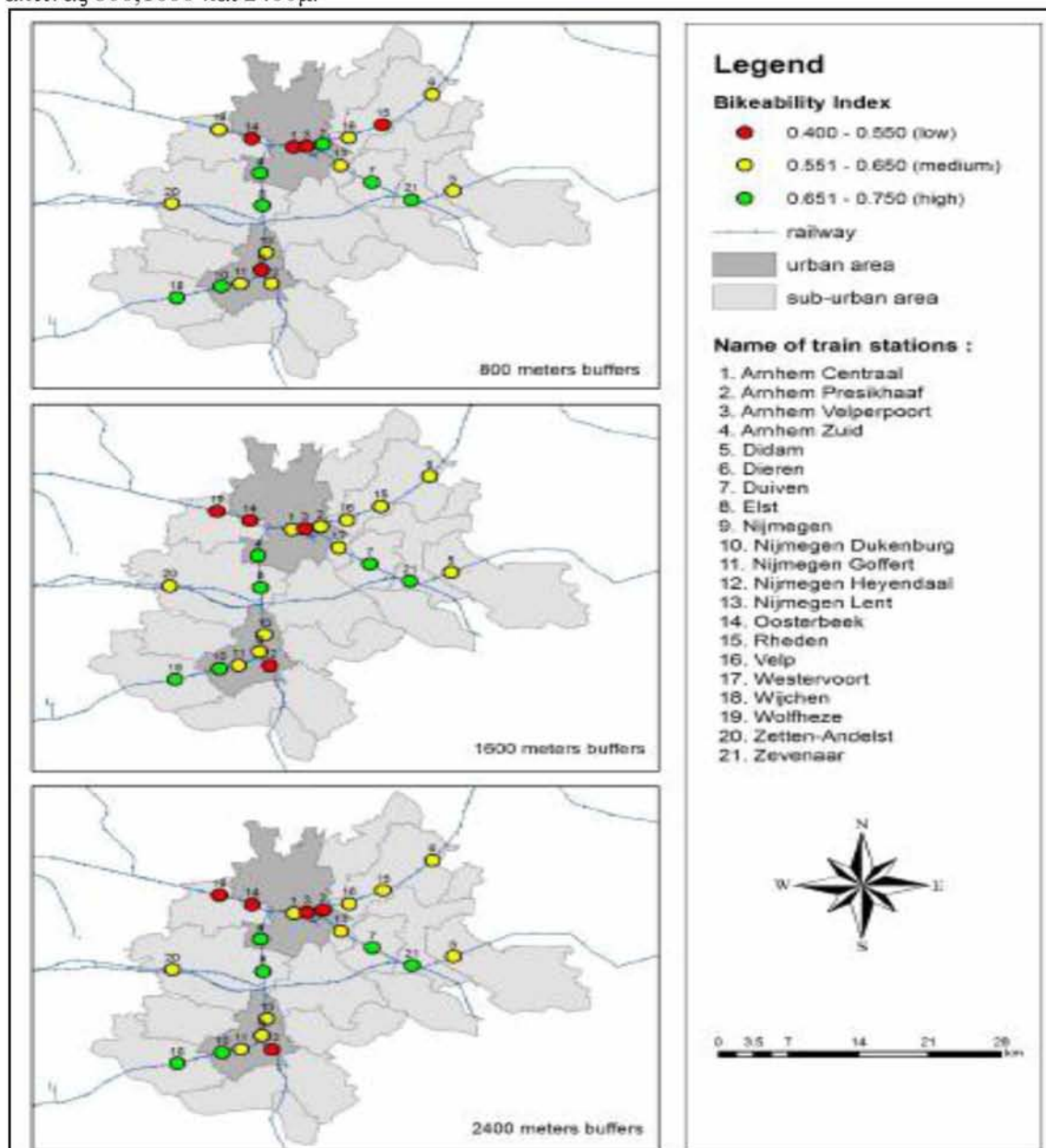
Η διαδικασία επαναλήφθηκε για τους 21 σιδηροδρομικούς σταθμούς της περιοχής για κάθε μια από τις τρεις ζώνες των 800, 1600 και 2400μ. Τα αποτελέσματα των επιπέδων ποδηλατικότητας για τους 21 σιδηροδρομικούς σταθμούς, κατηγοριοποιήθηκαν σε τρία

⁶ Περιοχή TOD ορίζεται εκείνη, η οποία απέχει από τον σιδηροδρομικό σταθμό 800 ή 1600 ή 2400μ.

⁷(Prigolon et al., 2017)

επίπεδα ποδηλατικότητα: υψηλό(πράσινο), μέτριο (κίτρινο) και χαμηλό (κόκκινο) επίπεδο και παράλληλα οι περιοχές διαχωρίστηκαν σε αστικές και προαστιακές (Βλ. Εικόνα 2.7).

Εικόνα 2.7 Δείκτης της μητροπολιτικής περιοχής του «Arnhem-Nijmegen» για τις τρεις ζώνες ακτίνας 800,1600 και 2400μ.



Πηγή: Bach, B.(2006). "Urban design and traffic : a selection from Bach's toolbox"

Ειδικότερα, χαμηλά επίπεδα ποδηλατικότητας εντοπίζονται στους σιδηροδρομικούς σταθμούς των αστικών περιοχών ανεξαρτήτως ζωνών (800, 1600 και 2400μ.). Αντίθετα μέτριοι και υψηλοί σε επίπεδα ποδηλατικότητας είναι οι σιδηροδρομικοί σταθμοί που βρίσκονται σε εγγύτητα ή ανήκουν στις προαστιακές περιοχές. Παράλληλα οι διαφορές που διακρίνονται μεταξύ των τριών ζωνών αφορούν σε εκείνες μεταξύ της ζώνης των

800μ και των άλλων δύο. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι στις αστικές περιοχές της ζώνης των 800μ υπάρχουν περισσότεροι σιδηροδρομικοί σταθμοί με χαμηλά επίπεδα ποδηλατικότητας απ' ότι στις ζώνες των 1600 και 2400μ. Επιπλέον θα πρέπει να προστεθεί ότι διαφορές δεν παρατηρούνται μεταξύ των ζωνών των 1600 και 2400μ.

2.3.2.4 Δείκτης της Καλλιθέας

Ο τελευταίος δείκτης ανάλυσης αφορά στην ελληνική πόλη της Καλλιθέας, η οποία έχει πληθυσμό 100.000 κατοίκων και έκταση 4,5τ.χλ. Σύμφωνα με τους Karolemeas et al. (2018), οι αναφορές ως προς την μεθοδολογία την εφαρμογή και τα αποτελέσματα του δείκτη είναι σχετικά περιορισμένες σε σχέση με τις άλλες αναφορές. Παρόλα αυτά, η αξιολόγηση της ποδηλατικότητας στηρίζεται στις κάτωθι παραμέτρους:

1. Κλίση εδάφους (Slope)
2. Πυκνότητα Διασταύρωσης (Junction Density)
3. Πυκνότητα Κυκλοφορίας (Traffic Density)
4. Ταχύτητα Κυκλοφορίας (Traffic Speed)
5. Φυσικό Περιβάλλον (Natural Environment)
6. Δομημένο Περιβάλλον (Built Environment)
7. Κάλυψη Δραστηριοτήτων (Activities Coverage)
8. Κεντρικό σημείο (Centrality)
9. Προσβασιμότητα σε σταθμούς μεταφορών (Accessibility to Public Transport Station)

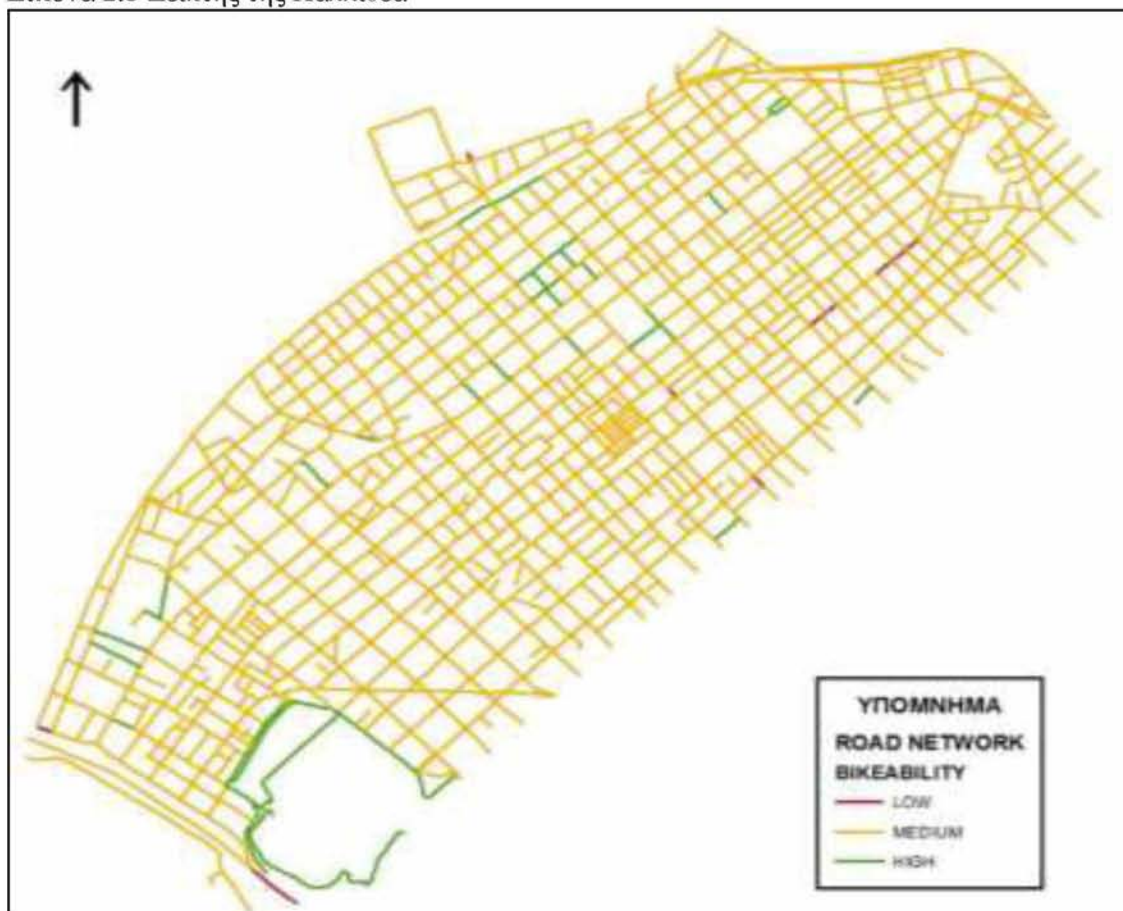
Αναφορικά με την εφαρμογή του δείκτη, ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των ΓΣΠ εφαρμόζοντας την ακόλουθη συνάρτηση:

Δείκτης Ποδηλατικότητας = Κλίση εδάφους + Πυκνότητα Διασταύρωσης + Πυκνότητα Κυκλοφορίας + Ταχύτητα κυκλοφορίας + Φυσικό Περιβάλλον + Χτισμένο Περιβάλλον + Κάλυψη Δραστηριοτήτων + Κεντρικό Σημείο + Προσβασιμότητα σε σταθμούς μεταφορών

Το αποτελέσματα της διαδικασίας παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.8, όπου η ποδηλατικότητα του οδικού δικτύου της περιοχής διακρίνεται σε τρία επίπεδα χαμηλής, μέτριας και υψηλή ποδηλατικότητας. Έτσι ποδηλατικότητα του σύνολο της περιοχή

μελέτης αντιστοιχίζεται με το επίπεδο μεσαίας ποδηλατικότητας. Εξαίρεση, αποτελούν μεμονωμένα οδικά τμήματα υψηλών και χαμηλών επιπέδων ποδηλατικότητας.

Εικόνα 2.8 Δείκτης της Καλλιθέας



Πηγή: Karolemeas, C., Vassi, A. Christodouloupoulou, G., Bakogiannis, E. (2018). "Explore the ability to cycle in Greek modern cities. The case study of Kallithea"

Παρατηρώντας τις αναφορές που προηγήθηκαν διαπιστώνεται ότι οι δείκτες ποδηλατικότητας στο εξωτερικό είναι ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο εργαλείο σχεδιασμού των αστικών μεταφορών την τελευταία δεκαετία. Αντίθετα στην Ελλάδα είναι εντελώς καινούργιο, κρίνοντας βάσει της πρώτης εφαρμογής για την πόλη της Καλλιθέας (Karolemeas et al., 2018). Παρόλα αυτά η ανάγκη για την εκτίμηση της ποδηλατικότητας στην χώρα παρατηρείται αρκετά νωρίτερα με την έρευνα ερωτηματολογίου για την πόλη του Βόλου (δείγμα 100 ατόμων), (Eliou and Galanis, 2009). Διεξοδικότερα, η έρευνα εστιάζει σε ερωτήσεις που σχετίζονται με το οδικό δίκτυο, τη ποδηλατική υποδομή και την οδική συμπεριφορά και τα αποτελέσματα καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η πόλη του Βόλου δεν είναι φιλική προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο.

Βάσει όσων αναφέρθηκαν δημιουργείται η ανάγκη για διεξαγωγή συμπερασμάτων τόσο ως προς την μεθοδολογία όσο και ως προς την εφαρμογή των δεικτών ποδηλατικότητας έτσι στη συνέχεια ακολουθεί σύγκριση ανάλυση των παραδειγμάτων που αναλύθηκαν.

2.4 Συγκριτική Ανάλυση Δεικτών

Στόχος της ενότητας αποτελεί η ανάδειξη ομοιοτήτων και διαφορών των δεικτών προηγήθηκαν. Έτσι ύστερα από τις επιμέρους συγκρίσεις των διαδικτυακών και ερευνητικών δεικτών θα ακολουθήσει η συνολική σύγκριση αυτών, επιτυγχάνοντας το επιθυμητό αποτέλεσμα.

2.4.1 Σύγκριση Διαδικτυακών

Η προκειμένη σύγκριση απευθύνεται στους διαδικτυακούς δείκτες, και εστιάζει σε ομοιότητες και διαφορές της μεθοδολογίας και της εφαρμογή αυτών. Συνοψίζοντας, τόσο για τον «Mercer County Bikeability Map» όσο και για τον δείκτη «Bike Score» στον Πίνακα 2.5 (Βλ. Παράρτημα), προκύπτει ως μοναδική ομοιότητα η επεξεργασία των χωρικών δεδομένων η οποία πραγματοποιείται με το λογισμικό το ArcGIS. Αντίθετα, διαφορές μεταξύ των δύο δεικτών παρατηρούνται:

- Στη μεθοδολογία και ειδικότερα στον προσδιορισμό παραμέτρων, όπου δεν σημειώνουν καμία κοινή παράμετρο.
- Επίσης, στη συλλογή των χωρικών δεδομένων, η οποία προκύπτει από τελείως διαφορετικές πηγές.
- Τέλος στην εφαρμογή όπου η κλίμακα μελέτης διαφέρει.

Ακόμα πρέπει να τονιστεί ότι δεν δύνανται να διεξαχθούν συμπεράσματα για την κανονικοποίηση και τον συνάρτηση υπολογισμού των δεικτών λόγω των λιγοστών στοιχείων που δίνονται για τον δείκτη «Mercer County Bikeability Map».

2.4.2 Σύγκριση Ερευνητικών

Η σύγκριση των ερευνητικών δεικτών ακολουθεί τη δομή της ενότητας 2.3 και διακρίνεται με βάση τις δύο προαναφερθείσες υποκατηγορίες δεικτών. Σχετικά με τους δείκτες «μεμονωμένης» τοποθεσίας, η σύγκριση που δύναται να γίνει είναι πολύ περιορισμένη λόγω της συνοπτική αναφοράς. Ωστόσο τα δεδομένα που αναφέρονται

επιτρέπουν την διεξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά τη μεθοδολογία. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι και οι τρεις δείκτες λαμβάνουν υπόψη τελείως διαφορετικές παραμέτρους προκειμένου να αξιολογήσουν την ποδηλατικότητα ενός οδικού τμήματος ή μιας γειτονιάς. Επομένως, οι παράμετροι των δεικτών ποικίλουν και συνδέονται τόσο με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδών όσο και με ποδηλατικές υποδομές.

Από την άλλη πλευρά, διεξοδικότερα συμπεράσματα προκύπτουν από την ανάλυση των δεικτών «ευρύτερης» περιοχής. Ο Πίνακας 2.6 (Βλ. Παράρτημα), στον οποίο συνοψίζονται όσα ειώθηκαν στην υποενότητα 2.3.2, συντελεί στην διεξαγωγή των ομοιοτήτων μεταξύ των τεσσάρων δεικτών, οι οποίες ακολουθούν παρακάτω:

- Για τους δείκτες «Metro Vancouver», «Graz» και «Arnhem-Nijmegen», κοινή είναι η χρήση της παραμέτρου των ποδηλατικών διαδρομών.
- Όλοι οι δείκτες έχουν ως κοινή παράμετρο την τοπογραφία και την επεξεργασία των χωρικών δεδομένων με ΓΠΣ.
- Για τον «Metro Vancouver» και «Arnhem-Nijmegen» οι ομοιότητες σχετίζονται με τη παράμετρο της συνδεσιμότητας, τη χρήση βαρών στις παραμέτρους και τον υπολογισμό της ποδηλατικότητας με την χρήση της ίδιας συνάρτησης.
- Επιπλέον, ομοιότητα διακρίνεται μεταξύ των δεικτών «Metro Vancouver» και «Graz», η οποία σχετίζεται με το εύρος τιμών που ακολουθούν οι κοινωνικοποιημένες παράμετροι.
- Παράλληλα οι δείκτες «Arnhem-Nijmegen» και «Καλλιθέα», παρουσιάζουν ομοιότητες στις παραμέτρους της ταχύτητας και του όγκου κυκλοφορίας.
- Επίσης για τους δείκτες «Graz» και «Καλλιθέα» ομοιότητα αποτελεί η συνάρτηση υπολογισμού του δείκτη ποδηλατικότητας, η οποία δεν λαμβάνει υπόψη τις βαρύτητες σημαντικότητας.

Αναφορικά με τις διαφορές, αυτές εμφανίζονται σε όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των δεικτών τα οποία σχετίζονται τόσο με την μεθοδολογία όσο και με την εφαρμογή. Ενδεικτικά μια από τις βασικότερες αυτών είναι η κλίμακα εφαρμογής του δείκτη «Arnhem-Nijmegen» που επικεντρώνεται σε επίπεδο Μητροπολιτική Περιοχή και δεν συμβαδίζει με εκείνη των υπόλοιπων που περιορίζονται σε επίπεδο πόλης.

2.4.3 Σύγκριση Δεικτών

Με την συμβολή των δύο Πινάκων 2.5 και 2.6 κατασκευάστηκε ο Πίνακας 2.7 (Βλ. παράρτημα), στον οποίο παρουσιάζονται ανά ζεύγη δεικτών οι ομοιότητες. Διεξοδικότερα οι ομοιότητες μεταξύ των δεικτών επικεντρώνονται στα εξής σημεία:

- Για τους δείκτες τους «Mercer County Bikeability Map», «Arnhem-Nijmegen» και «Καλλιθέα», κοινές είναι παράμετροι της ταχύτητας και της κυκλοφοριακής κατάστασης.
- Το σύνολο των δεικτών δείκτες εφαρμόζεται με τη χρήση των ΓΣΠ.
- Οι δείκτες «Bike Score», «Metro Vancouver», «Graz» και «Arnhem-Nijmegen», αξιολογούν την ποδηλατικότητα βάσει του δικτύου ποδηλατοδρόμων και της τοπογραφία.
- Επιπλέον οι δείκτες «Bike Score», «Metro Vancouver», «Graz» και «Καλλιθέα», εφαρμόζονται σε επίπεδο πόλης.
- Για τους δείκτες «Bike Score» και «Metro Vancouver», σημεία τομείς αποτελούν η παράμετρος του προορισμού μετακινήσεων, η συλλογή των χωρικών δεδομένων (προγενέστερες έρευνες), ο προσδιορισμός των βαρών που εξάγεται μέσω έρευνα ερωτηματολογίου και ο υπολογισμός του δείκτη που γίνεται βάσει σταθμισμένη συνάθροισης.
- Παράλληλα για τους δείκτες «Bike Score» και «Graz», ομοιότητες εντοπίζονται στη συλλογή των χωρικών δεδομένων, η οποία πραγματοποιείται κυρίως μέσω Εθνικών/Δημοτικών/Κοινοτικών Υπηρεσιών και «Open Street Map».
- Για τους δείκτες «Bike Score» και «Arnhem-Nijmegen», κοινά στοιχεία αποτελούν η παράμετρος της πυκνότητας κόμβων και ο υπολογισμός του δείκτη (συνάρτηση σταθμισμένης συνάθροισης).
- Επιπλέον για τους δείκτες «Bike Score» και «Καλλιθέα» όμοιες παράμετροι είναι η τοπογραφία και η συνδεσιμότητα.
- Για τους δείκτες «Metro Vancouver» και «Arnhem-Nijmegen», ομοιότητες παρατηρούνται στην παράμετρο της πυκνότητα ποδηλατοδρόμων και στην κανονικοποίηση των παραμέτρων η οποία ακολουθεί συνεχή κλίμακα τιμών από 0 έως 1.
- Οι δείκτες «Graz», «Arnhem-Nijmegen» και «Καλλιθέα», δε εντάσσουν την ίδια ακριβώς παράμετρο, όμως στην προκειμένη περίπτωση οι παράμετροι

πράσινες/υδάτινες περιοχές και ποδηλατικές υποδομές κατά μήκος πράσινων/υδάτινων επιφανειών θεωρούνται κοινές, διότι εντάσσουν στους δείκτες το πράσινων και υδάτινες στοιχείο.

- Για τους δείκτες «Graz» και «Καλλιθέα», κοινό σημείο αποτελεί ο υπολογισμός του δείκτη, ο οποίος γίνεται με συνάθροιση των παραμέτρων χωρίς να λαμβάνει βάρη.

Παράλειψη θα αποτελούσε αν δεν αναφερόταν ότι, σύμφωνα με τα δεδομένα των Πινάκων 2.3 και 2.4, οι διαφορές εντοπίζονται τόσο στην μεθοδολογία όσο και εφαρμογή των δεικτών ποδηλατικότητας. Έτσι, βάσει του Πίνακα 2.8 (Βλ. Παράρτημα) οι διαφορές που παρατηρούνται για τους δείκτες είναι:

- Σύμφωνα με τον δείκτη «Mercer County Bikeability Map», οι παράμετροι: οδικό δίκτυο (Λειτουργική κατηγοριοποίηση), αριθμός διαδρομών, πλάτος πεζοδρομίου, κατάσταση οδοστρώματος παρόδια στάθμευση δεν χρησιμοποιούνται στους υπόλοιπους. Ταυτόχρονα η μεθοδολογία του δείκτη διαφοροποιείται στην συλλογή των χωρικών δεδομένων, η οποία πραγματοποιείται μέσω έρευνας πεδίου, αεροφωτογραφίες DVRPC (2005) και «Google Earth».
- Η διαφορά του «Bike Score», συνδέεται με την συνεχή κλίμακα κανονικοποίησης (1-100).
- Επιπλέον ο δείκτη «Graz», διαφορές παρατηρούνται τόσο στην κλίμακα των κανονικοποιημένων παραμέτρων η οποία έχει εύρος από 1-10.
- Ο «Arnhem-Nijmegen» εφαρμόζεται σε επίπεδο μητροπολιτικής περιοχής.
- Επίσης ο δείκτης «Mercer County Bikeability Map» διαφέρει από του υπόλοιπους με τη χρήση παραμέτρων που σχετίζονται με την ποδηλατική υποδομή όπως ο τύπος υποδομής, η ποιότητα φωτών, οι λωρίδες ποδήλατου κατά μήκος ελκυστικών περιοχών, οι λωρίδες ποδηλάτου κατά μήκος οικισμού και οι εγκαταστάσεις στάθμευσης ποδήλατου καθώς και εφαρμόζεται σε οδικά τμήματα.
- Το παράδειγμα της Καλλιθέας, αποτελεί εξαίρεση χρησιμοποιώντας παραμέτρους όπως το δομημένο περιβάλλον, κάλυψη δραστηριοτήτων, κεντρικό σημείο και προσβασιμότητα σε σταθμούς μεταφορών.

Σύγκριση ωστόσο δεν μπορεί να επιτευχθεί στους δείκτες «Mercer County Bikeability Map», και «Καλλιθέα» αναφορικά πιο αναλυτικές διαδικασίες τόσο της μεθοδολογίας όσο και της εφαρμογής.

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα από την συγκριτική ανάλυση δείχνουν αλληλοεπικάλυψη στους δείκτες «Bike Score», «Metro Vancouver», «Graz», «Arnhem-Nijmegen» και «Καλλιθέα», με εξαίρεση να αποτελεί ο δείκτη «Mercer County Bikeability Map» που στο σύνολο του δεν εμφανίζει ομοιότητες με του υπόλοιπους δείκτες. Ωστόσο, αυτή η διαφοροποίηση εν μέρει είναι αναμενόμενη από τη στιγμή που ο δείκτης εφαρμόζεται για την αξιολόγηση οδικών τμημάτων.

4.5 Συμπεράσματα

Εξαιρώντας τον διαδικτυακό δείκτη «Mercer County Bikeability Map», είναι προφανές ότι η ανάλυση επικεντρώνεται σε δείκτες ποδηλατικότητας που εφαρμόζονται σε επίπεδο πόλης. Αναφερόμενοι στη σύγκριση των διαδικτυακών δεικτών, συμπεραίνεται ότι οι δύο δείκτες δεν παρουσιάζουν ομοιότητες. Αντίθετα, από τη σύγκριση των ερευνητικών δεικτών παρατηρείται έντονη εναρμόνιση. Ωστόσο η συνολική σύγκριση, αποδεικνύει την αναμενόμενη συσχέτιση μεταξύ των δεικτών «Bike Score», «Metro Vancouver», «Graz» «Arnhem-Nijmegen» και «Καλλιθέα», αποκλείοντας από αυτή τον δείκτη «Mercer County Bikeability Map».

Μέσα από την έρευνα που προηγήθηκε είναι εμφανές ότι το πλήθος των παραμέτρων ποδηλατικότητας είναι μεγάλο και συγκεκριμένα υπολογίζεται περίπου στις είκοσι τέσσερις διαφορετικές παραμέτρους. Παρά το γεγονός αυτό, οι παράμετροι που παρατηρούνται καθολικά στους δείκτες είναι εκείνες της τοπογραφία και της ποδηλατικής υποδομής.

Επιπλέον, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σύγκριση και η διεξαγωγή των συμπερασμάτων, προέκυψε μέσα από τα στοιχεία των βιβλιογραφικών αναφορών που αναλύονται κατά τη διάρκεια του παρόντος. Ωστόσο, οι ελλείψεις που παρατηρήθηκαν ελαχιστοποίησαν τα περιθώρια τόσο της σύγκρισης όσο και της διεξαγωγής περαιτέρω συμπερασμάτων. Έτσι το γεγονός αυτό αφαιρεί τη δυνατότητα περαιτέρω σχολιασμού με απόλυτη εγκυρότητα.

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία Χωρικού Δείκτη

3.1 Εισαγωγή

Βάσει της βιβλιογραφικής ανασκόπησης σε χωρικούς δείκτες ποδηλατικότητας που προηγήθηκε, συμπεραίνεται ότι οι μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί διαφέρουν από δείκτη σε δείκτη. Συγκεκριμένα, οι διαφορές τους εντοπίζονται σε δύο σημεία, τα οποία είναι: ο προσδιορισμός των παραμέτρων και η συλλογή των χωρικών δεδομένων.

Παρ' όλα αυτά, στόχος του κεφαλαίου είναι η δημιουργία μιας νέας μεθοδολογίας δείκτη που θα εφαρμοστεί για την πόλη του Βόλου σε επόμενο κεφάλαιο. Η διάρθρωση της μεθοδολογίας στηρίζεται σε δύο φάσεις, οι οποίες είναι: ο προσδιορισμός των παραμέτρων και ο προσδιορισμός βαρών στις παραμέτρους του δείκτη.

3.2 Προσδιορισμός Παραμέτρων (Μεταβλητών)

Το πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας του δείκτη αφορά στην επιλογή των παραμέτρων (μεταβλητών) του. Όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 2, υπάρχουν διάφορες παράμετροι που μπορούν να δομήσουν ένα δείκτη ποδηλατικότητας. Αυτό ωστόσο εξαρτάται, τόσο από τον διαθέσιμο χρόνο όσο και από τη διαθεσιμότητα των χωρικών δεδομένων. Σύμφωνα με τις δύο αυτές συνιστώσες, οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψη στη μεθοδολογία του δείκτη, είναι οι εξής:

1. Πυκνότητα Πληθυσμού (Population Density)
2. Μείξη Χρήσεων Γης (Land Use Mix)
3. Επιτρεπόμενο Όριο Ταχυτήτων ανά Κατηγορία Οδού (Friendly Streets Density)
4. Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου (Intersection Density Route)
5. Πυκνότητα Δικτύου Ποδηλατοδρόμων (Bike lanes Density)
6. Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες (Green/Blue Routes Density).
7. Κλίση εδάφους, (Slope)

Αναλυτικότερα, στην συνέχεια θα αναλυθεί η συμβολή των παραμέτρων στον δείκτη και η διαδικασία συλλογής των χωρικών δεδομένων.

3.2.1 Πυκνότητα Πληθυσμού

Η πρώτη παράμετρος του δείκτη αφορά στην πληθυσμιακή πυκνότητα και για την μέτρησή της θα χρησιμοποιηθεί η μη παραμετρική συνάρτηση πυκνότητα πυρήνα (Kernel Density Estimation), η οποία υπολογίζει την πυκνότητα των χαρακτηριστικών σε μια γειτονιά γύρω από αυτά τα χαρακτηριστικά. Η συνάρτηση πυκνότητας πυρήνα είναι η εξής, (Gervasoni et al., 2016).

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{\|x - x_i\|}{h}\right)$$

n = μέγεθος δείγματος,

K = πυρήνας,

$h > 0$ = εύρος ζώνης,

x και x_i = οι συντεταγμένες γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους αντίστοιχα.

Σύμφωνα με την ανασκόπηση σε άλλους αντίστοιχους δείκτες (Βλ. Κεφαλαίο 2), η παράμετρος της πληθυσμιακής πυκνότητας δεν έχει ξανά χρησιμοποιηθεί αν και αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι υψηλότερη πληθυσμιακή πυκνότητα συμβάλει σημαντικά στα μη μηχανοκίνητα ταξίδια (Saelens et al., 2003; Muhs and Clifton, 2016). Ερχόμενοι σε αντίθεση με την μεθοδολογία των προαναφερθέντων δεικτών, η τρέχουσα μεθοδολογία ενσωματώνει τη παράμετρο αυτή στον δείκτη. Η ένταξη της παραμέτρου οφείλεται στον Litman, (2013), οποίος αναφέρει ότι η πυκνότητα του πληθυσμού επηρεάζει την εγγύτητα των προορισμών και κατ' επέκταση την επιλογή του μέσου μετακίνησης. Οι μικρές αποστάσεις αποτελούν βασικό λόγο για επιλογές τρόπων μετακίνησης φιλικών προς το περιβάλλον, όπως το ποδήλατο (Βλαστός και Μηλάκης, 2011). Επομένως, στην περίπτωση της αυξημένης πληθυσμιακής πυκνότητας, αυξάνεται η εγγύτητα και ο αριθμός των μετακινήσεων προς προορισμούς όπως καταστήματα, σχολεία και εργασία (Βλαστός και Μηλάκης, 2011). Έτσι λόγω της αυξημένης εγγύτητας μεταξύ Προέλευσης-Προορισμού, δύναται να αυξηθούν και οι μετακινήσεις με ποδήλατο. Στη περίπτωση της χαμηλής πληθυσμιακής πυκνότητας τα αποτελέσματα είναι ακριβώς τα αντίθετα. Έτσι βασιζόμενοι στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν, συμπεραίνεται ότι η ποδηλατησιμότητα μιας περιοχής μπορεί να αυξάνεται ή να μειώνεται ανάλογα με την πληθυσμιακή πυκνότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι υψηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις περισσότερο ποδηλατήσιμες

περιοχές, ενώ οι χαμηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές, (θετική συμβολή της παραμέτρου στον δείκτη).

Αναφορικά με τα χωρικά δεδομένα της τρέχουσας παραμέτρου, αυτά αντλήθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ. Η απόκτησης πραγματοποιήθηκε υποβάλλοντας ηλεκτρονική αίτηση στην διαδικτυακή πλατφόρμα της ΕΛΣΤΑΤ στις 23/05/18. Τα χωρικά δεδομένα που ζητήθηκαν με την αίτηση αφορούσαν στον μόνιμο πληθυσμό ανά οικοδομικό τετράγωνο για το ΔΕ Βόλου και Ν. Ιωνίας σε γεωγραφικό αρχείο ή αρχείο τύπου Excel. Με την αποστολή των ζητούμενων, ακολούθησε ο υπολογισμός της παραμέτρου (Βλ. Κεφάλαιο 4).

3.2.2 Μείξη Χρήσεων Γης

Η μείξη χρήσεων γης αποτελεί τη δεύτερη παράμετρο του δείκτη ποδηλατικότητας. Η μείξη χρήσεων γης ή αλλιώς μεικτές χρήσεις γης, σύμφωνα με τους Duncan et al. (2010), εκφράζει την ετερογένεια των χρήσεων γης (κατοικία, εμπόριο, υπηρεσίες, αναψυχή, κλπ.) μιας καθορισμένης γεωγραφικής περιοχής (κτήριο ή γειτονιά ή τμήμα οδικού άξονα). Συγκεκριμένα σε επίπεδο γειτονιάς, η τυπική απόσταση ελέγχου για τη μείξη των χρήσεων γης βασίζεται σε εύλογες αποστάσεις που φτάνουν έως και 1.6χλμ, οι οποίες συνάδουν με τις ημερήσιες τυπικές αποστάσεις που διανύσουν οι ποδηλάτες, (Duncan et al., 2010; Prigolon et al., 2017). Σχετικά με την μέτρηση της παραμέτρου, αυτή υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση Εντροπίας «Shannon», με εύρος τιμών από 0 έως 1 (1 η υψηλότερη και 0 η χαμηλότερη μείξη χρήσεων γης), (Gervasoni et al., 2016):

$$EI = \frac{-\sum_{j=1}^k P_j \ln(P_j)}{\ln(k)}$$

,με P_j το ποσοστό της πυκνότητας της χρήσης (της πυκνότητας που έχει υπολογιστεί με την Kernel Density) και k = συνολικό πλήθος των χρήσεων.

Η μείξη χρήσεων γης αποτελεί παράμετρο που συμπεριλαμβάνεται εν μέρει μόνο σε έναν δείκτης από όσους προαναφέρθηκαν χωρίς να προσφέρει κάποιο πρόσθετο αποτέλεσμα στον δείκτη (Krenn et al., 2015). Ωστόσο, η ένταξη της παραμέτρου στην μεθοδολογία δεν αρκείται μόνο στο παραπάνω παράδειγμα, αλλά βασίζεται σε διάφορες αναφορές που υποστηρίζουν ότι η μείξη χρήσεων γης συμβάλει θετικά στη μετακίνηση με το ποδήλατο. Αναλυτικότερα ο Banister (1999), ισχυρίζεται ότι «ο

διαχωρισμός της κατοικίας από τις υπόλοιπες χρήσεις είναι μία από τις αιτίες της εντατικοποίησης της χρήσεις του αυτοκινήτου». Παράλληλα σε εναρμονισμό με την παραπάνω άποψη έρχεται και εκείνη των Van και Senior (2000), οι υποστηρίζουν ότι οι μεικτές χρήσεις γης οδηγούν σε περισσότερες μετακινήσεις με περπάτημα και ποδήλατο». Ακόμη, οι Stead et al (2000), θεωρούν ότι η ποικιλία των χρήσεων γης φαίνεται να εξηγεί τις διαφορές, τόσο στις αποστάσεις μετακίνησης όσο και την επιλογή του μέσου. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Βλαστός και Μηλάκης (2011), η συνύπαρξη χρήσεων όπως κατοικία, εμπόριο και υπηρεσίες μειώνουν τα μήκη των μετακινήσεων και την εξάρτηση από το αυτοκίνητο. Παρά τις προαναφερθείσες αναφορές η πιο πρόσφατη εκείνη των Sperry et al. (2012), η οποία αναφέρει ότι η μείξη χρήσεων γης, μειώνει τις αποστάσεις (προέλευση- προορισμός), αυξάνει τις μετακινήσεις με το ποδήλατο και το περπάτημα. Ωστόσο, το εμφανές συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η παράμετρος έχει θετική συμβολή στον δείκτη. Αυτό σημαίνει ότι οι υψηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις περισσότερο ποδηλατήσιμες περιοχές, ενώ ότι οι χαμηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές. Αναφορικά με τη συλλογή των χωρικών δεδομένων για την παράμετρο, χρειάστηκε να πραγματοποιηθεί έρευνα μέσω των δορυφορικών εικόνων του «Open Street Map» και της «Google Street View». Επίσης απαραίτητο να αναφερθεί είναι ότι για την κατηγοριοποίηση των χρήσεων γης ακολουθήθηκαν οι «Ειδικές Κατηγορίες Χρήσεων» του 2018. Η μεθοδολογία αυτής της κατηγοριοποίησης, έρχεται σε αντίθεση με τη συνηθισμένη κατηγοριοποίηση των υφιστάμενων χρήσεων γης, η οποία στηρίζεται στη κατηγοριοποίηση μη θεσμοθετημένων χρήσεων. Η διαφοροποίηση αυτή θεωρήθηκε απαραίτητη προκειμένου να προσδιοριστούν με σαφήνεια οι χρήσεις που συμπεριλαμβάνει η κάθε κατηγορία και να αποφευχθούν σφάλματα. Αναλυτικότερα, στον Πίνακα 3.2 (Βλ. Παράρτημα), παρουσιάζονται οι κατηγορίες και υποκατηγορίες χρήσεων γης που καταγράφηκαν.

Ωστόσο, οι χρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να υπολογιστεί η τρέχουσα παράμετρος, είναι οι εξής: η κατοικία, η εκπαίδευση, το εμπόριο και οι παροχές υπηρεσιών, η εστίαση, τα αναψυκτήρια και η αναψυχή-κέντρα διασκέδαση. Παρόλα αυτά για λόγους εφαρμογής οι κατηγορίες: εστίαση, αναψυκτήρια και αναψυχή-κέντρα διασκέδαση συγχωνεύτηκαν σε μια. Ακόμα η επιλογής των συγκεκριμένων χρήσεων, βασίστηκε στη διεθνή βιβλιογραφία και στις χρήσεις που σύμφωνα με αυτή έλκουν τις

καθημερινές μετακινήσεις με το ποδήλατο, (Duncan et al., 2010; Βλαστός και Μηλάκης, 2011; Krenn et al., 2015).

3.2.3 Επιτρεπόμενο Όριο Ταχυτήτων ανά (Λειτουργική) Κατηγορία Οδού

Γενικότερα η ταχύτητα των οδών αποτελεί παράμετρο ποδηλατικότητας που λαμβάνεται υπόψη από δείκτες που προηγήθηκαν και συγκεκριμένα αυτοί είναι: ο διαδικτυακός δείκτη «Mercer County Bikeability Map» και ερευνητικοί δείκτες «Arnhem-Nijmegen» και «Καλλιθέα». Το γεγονός αυτό όμως δεν είναι αρκετό ώστε να κατανοηθεί η σημαντικότητα της παραμέτρου για τον δείκτη.

Δεδομένης της έλλειψης των ποδηλατικών υποδομών στις ελληνικές πόλεις, αναπόφευκτα η κίνηση του ποδηλάτου γίνεται παράλληλα με την μηχανοκίνητη κίνηση. Ωστόσο, τα επιτρεπόμενα όρια ταχυτήτων ανά κατηγορία οδού και η κοινωνική ταχύτητα του ποδηλάτου δεν συμβαδίζουν σε καμία κατηγορία οδού, με αποτέλεσμα να τίθενται ζητήματα ασφάλειας για τον ποδηλάτη. Το γεγονός αυτό περιγράφεται στον Πίνακα 3.2, με τον οποίον δύναται να κατανοηθεί η σύγκρουση που αναπτύσσεται στις οδούς όπου επιτρέπεται η κίνηση των δύο μέσων.

Πίνακας 3.1 Ταχύτητες μηχανοκίνητων οχημάτων και ποδηλατών

Κατηγορίες Οδών	Επιτρεπόμενες Ταχύτητες Οχημάτων, (χλ.μ./ώρα)	Ταχύτητα Ποδηλάτου (Κοινωνική Ταχύτητα Ποδηλάτου), (χλ.μ./ώρα)	Διαφορά Ταχυτήτων (χλ.μ./ώρα)	Ποσοστό Διαφοράς
Αστική Αρτηρία (Γ III)	70	14	56	67%
Κύρια Συλλεκτήρια Οδός (Γ IV)	50	14	36	56%
Συλλεκτήρια Οδός (Α IV)	50	14	36	56%
Τοπική Οδός (Α V)	50	14	36	56%
Τοπική Οδός (Ε V)	30	14	16	36%
Τοπική Οδός Κατοικιών (Ε VI)	15	14	1	3%

Πηγές: ΦΕΚ 1053/Β/14-4-2016.Τεχνικές Οδηγίες Ποδηλατικών Υποδομών», «Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων», Seifried , D.,1990. Gute Argumente: Verkehr, Beck'sche Reihe, Beck, Munic, Ιδία Επεξεργασία Excel

Αναλυτικότερα, οι οδοί που θεωρούνται φιλικότερες για τις μετακινήσεις με το ποδήλατο είναι εκείνες που εντάσσονται στις κατηγορίες Τοπικών Οδών (Ε,V) και

(E,VI), αυτό επειδή σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα το ποσοστό διαφοράς των δύο μέσων είναι μικρότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες διαφορές. Έτσι λοιπόν, οι Τοπικές Οδοί (E V) και (E VI) θεωρούνται φιλικές προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο, οι Κύριες Συλλεκτήριες (Γ IV), Συλλεκτήριες Οδοί(A IV), Τοπικές Οδοί (A V) λιγότερο φιλικές και οι Αστικές Αρτηρίες (Γ III) καθόλου φιλικές προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο. Επιπλέον, πρέπει να προστεθεί ότι στην παράμετρο συμπεριλαμβάνονται και το δίκτυο πεζοδρόμων, το οποίο έχει την φιλικότερη ταχύτητα για ποδηλασία σε σχέση με τις προαναφερθείσες κατηγορίες.

Το αποτέλεσμα που εξάγεται για τη συμβολή της παραμέτρου στον δείκτη είναι αρνητική, πράγμα που σημαίνει ότι οι υψηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές, ενώ ότι οι χαμηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις περισσότερο ποδηλατήσιμες περιοχές. Το γεγονός αυτό θα αντιστραφεί σε επόμενη φάση (Βλ. Κεφάλαιο 4).

Αναφορικά με τη συλλογή των χωρικών δεδομένων της τρέχουσας παραμέτρου, αυτά ανακτήθηκαν από την διαδικτυακή πηγή των Ανοιχτών Γεωγραφικών Δεδομένων «Open Street Map». Ωστόσο το γεωγραφικό αρχείο του οδικού δικτύου από το «Open Street Map», δεν εξυπηρετούσε απόλυτα της ανάγκες της εργασίας, γι' αυτό και χρειάστηκε να γίνει λειτουργική κατηγοριοποίηση των οδών αι αντιστοίχιση αυτών με το επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας στο προαναφερόμενο αρχείο. Η κατηγοριοποίηση των οδών περιγράφεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2 και η διαδικασία υπολογισμού της τρέχουσας παραμέτρου περιγράφεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.

3.2.4 Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου

Για τη μέτρηση της πυκνότητας κόμβων χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση «Kernel Density», με την οποία υπολογίστηκε και η παράμετρος της πληθυσμιακής πυκνότητας. Η πυκνότητα των κόμβων αποτελεί μια ακόμη παράμετρο που συμβάλει στην εκτίμηση της ποδηλατικότητας, σύμφωνα και με προηγούμενες μελέτες (Winters et al., 2013;Prigolon et al., 2017;Karolemeas et al., 2018).

Αναφορικά με το πρόσημο της συμβολή της παραμέτρου στον δείκτη, αυτή κινείται ανάμεσα σε δύο αντικρουόμενες απόψεις. Η πυκνότητα κόμβων του οδικού δικτύου είναι παράμετρος προσβασιμότητας και οδικής ασφάλειας για την ποδηλατικότητα. Σύμφωνα με τον Ηλιού (2012), για να χαρακτηριστεί ένα οδικό δίκτυο ποδηλατήσιμο, θα πρέπει να πληρούνται και τα δύο χαρακτηριστικά. Ωστόσο για να εφαρμοστεί η

μεθοδολογία, θα πρέπει να επιλεγεί ποιο από τα δύο χαρακτηριστικά θεωρείται σημαντικότερο στο πλαίσιο της εργασίας. Επομένως, στην περίπτωση που η πρόσβαση θεωρείται σημαντικότερη από την ασφάλεια, τότε η συμβολή της παραμέτρου θα είναι θετική. Αυτό σημαίνει ότι οι υψηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις περισσότερο ποδηλατήσιμες περιοχές, ενώ ότι οι χαμηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές. Από την άλλη πλευρά, αν θεωρηθεί η ασφάλεια σημαντικότερη από την πρόσβαση, τότε η παράμετρος έχει αρνητική σημασία στον δείκτη, σημαίνοντας για τις τιμές του δείκτη ακριβώς τα αντίθετα από την προηγούμενη περίπτωση. Παράλληλα, αν υιοθετηθεί η άποψη των περισσότερων μεθοδολογιών με εξαίρεση εκείνη του δείκτη «Arnhem-Nijmegen» θα πρέπει να επιλεγεί η πρώτη μέθοδος η οποία θέτει ως σημαντικότερο παράγοντα για τον ποδηλάτη την πρόσβαση.

Η παρούσα μεθοδολογία ωστόσο, θα διαφοροποιηθεί από σύνολο των δεικτών και θα θέσει ως σημαντικότερο παράγοντα για την ποδηλασία την ασφάλεια και όχι τη πρόσβαση, δίνοντας στην πυκνότητα κόμβων αρνητική σημασία. Το γεγονός αυτό βασίστηκε στο ότι οι κόμβοι αποτελούνται από σημεία εμπλοκής (διασταύρωση, συμβολή, μερισμός), τα οποία οφείλονται για τα ατυχήματα τόσο ανάμεσα στα μηχανοκίνητα οχήματα όσο ανάμεσα στα μηχανοκίνητα οχήματα και στα ποδήλατα. Στην δεύτερη περίπτωση ατυχημάτων, τα θύματα είναι ποδηλάτες κι αυτό συμβαίνει λόγω των διαφορών μεταξύ μηχανοκίνητων οχημάτων και ποδηλάτων όπως ο όγκος, η ταχύτητα κ.ά. (Βλαστός κ.α., 2005). Επιπλέον λόγος είναι ότι οι κόμβοι αποτελούν σημεία στα οποία διακόπτεται και ρυθμίζεται η κυκλοφορία, γεγονός που αυξάνει τις καθυστερήσεις και μειώνει τη συνέχεια της κυκλοφορίας. Αποτέλεσμα αυτού, είναι η ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων από μεριάς των μηχανοκίνητων οχημάτων προκειμένου να αναπληρώσουν τον χαμένο χρόνο θέτοντας έτσι σε κίνδυνο για ακόμη μία φορά τους ποδηλάτες (Βλαστός κ.α., 2005). Οι δύο ισχυρισμοί που προαναφέρθηκαν συνέβαλλαν στον να αποφασιστεί η επιλογή της αρνητικής σημασίας της παραμέτρου στον δείκτη. Σχετικά με τα χωρικά δεδομένα της παραμέτρου, αυτά βασίστηκαν στο οδικό δίκτυο των Ανοιχτών Γεωγραφικών Δεδομένων «Open Street Map», το οποίο ύστερα από επεξεργασία (Βλ. Κεφάλαιο 5) οδήγησε στην δημιουργίας της παραμέτρου.

3.2.5 Πυκνότητα Δικτύου Ποδηλατοδρόμων

Η πυκνότητα ποδηλατοδρόμων θα μετρηθεί σύμφωνα με τη συνάρτηση πυκνότητα γραμμής (Line Density), η οποία είναι η εξής(<http://desktop.arcgis.com>):

$$\text{Πυκνότητα Γραμμής} = ((L1 * V1) + (L2 * V2)) / (\text{ζώνης}),$$

με L1 και L2 το μήκος του τμήματος κάθε γραμμής που εμπίπτει στον κύκλο και με V1 και V2 το σύνολο του πλήθους των τμημάτων που βρίσκονται εντός της ζώνης.

Η πυκνότητα ποδηλατοδρόμων αποτελεί τη μόνη παράμετρο που σχετίζεται με την ποδηλατική υποδομή και έρχεται σε εναρμονισμό με τις μεθοδολογίες του συνόλου των δεικτών που προηγήθηκε, με μοναδική εξαίρεση τον δείκτη «Arnhem-Nijmegen», (Βλ. Κεφάλαιο 2).

Αναφορικά με τη συμβολή της παραμέτρου στον δείκτη αυτή είναι θετική, που σημαίνει πως στην περίπτωση της υψηλής πυκνότητας ποδηλατοδρόμων η περιοχή χαρακτηρίζεται περισσότερο ποδηλατήσιμη, ενώ στην περίπτωση την χαμηλής πυκνότητας ποδηλατοδρόμων η περιοχή χαρακτηρίζεται λιγότερο ποδηλατήσιμη. Το γεγονός αυτό βασίστηκε στην ικανότητα των ποδηλατικών υποδομών να παρέχουν στον ποδηλάτη ασφάλεια, συνοχή, ελκυστικότητα και άνεση συντομία/αμεσότητα, σύμφωνα με τις «Οδηγίες των Ποδηλατικών Υποδομών» του 2016.

Σχετικά με τη συλλογή των χωρικών δεδομένων, αυτά ανακτήθηκαν από την διαδικτυακή πηγή των Ανοιχτών Γεωγραφικών Δεδομένων «Open Street Map». Αναφορικά με τις κατηγορίες ποδηλατικών υποδομών που περιλαμβάνει η εν λόγω παράμετρος σύμφωνα με τις «Τεχνικές Οδηγίες Ποδηλατικών Υποδομών» του 2016, είναι:

- Μη αποκλειστική λωρίδα ποδηλάτων παράλληλης ροής
- Ποδηλατικές Διαδρομές

Σύμφωνα με την παρατήρηση που έγινε μέσω των εικόνων της «Google Street View», παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν οι κατηγορίες των «αποκλειστικών λωρίδων ποδηλάτων παράλληλης/αντίθετης ροής» ούτε «λεωφορειόδρομων». Όσον αφορά στους λεωφορειόδρομους, οι υπάρχοντες λεωφορειόδρομοι της περιοχής μελέτης δεν χρησιμοποιούνται και δεν δύναται να χρησιμοποιηθούν με την συγκεκριμένη λειτουργία διότι σύμφωνα με τις «Οδηγίες Ποδηλατικών Υποδομών» του 2016, δεν τηρούν τις προδιαγραφές οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης.

3.2.6 Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες

Η τρέχουσα παράμετρος μετράται με την συνάρτηση «Line Density» που δόθηκε στη παράμετρο της πυκνότητας ποδηλατοδρόμων. Η παράμετρος δεν έχει παρουσιαστεί σε άλλους δείκτες ποδηλατικότητας ακριβώς με την ίδια μορφή, ωστόσο κι άλλοι δείκτες εντάσσουν παραμέτρους που σχετίζονται με το πράσινο και υδάτινο στοιχείο, (Krenn et al., 2015; Prigolon et al., 2017).

Ο ποδηλάτης έρχεται σε άμεση επαφή με το περιβάλλον (φυσικό και δομημένο), το οποίο αποτελείται τόσο από υποβαθμισμένες όσο και από ελκυστικές περιοχές. Ωστόσο οι υποβαθμισμένες περιοχές συνήθως αποφεύγονται και προτιμώνται οι ελκυστικές. Αυτό συμβαίνει διότι η ποδηλασία είναι μια φυσική δραστηριότητας ή ένας ενεργός τρόπος μετακίνησης συνυφασμένος με την απόλαυση, (Βλαστός κα., 2005, Colville, 2018). Αναφορικά με τις ελκυστικές διαδρομές αυτές καθορίζονται από το σύνολο των στοιχείων της μικρο-κλίμακας και μακρο-κλίμακας τα οποία είναι: η αρχιτεκτονική ταυτότητα, η ύπαρξη φυσικών στοιχείων, ο αστικός εξοπλισμός, η καθαριότητα, ο φωτισμός κ.ά. (Prigolon et al., 2017). Στην προκειμένη περίπτωση, προσαρμόζοντας την παράμετρο στα δεδομένα της περιοχής μελέτης, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της παραμέτρου οι διαδρομές που βρίσκονται κατά μήκος ή περιμετρικά ή κάθετα των υδάτινων ή πράσινων επιφανειών. Η παράμετρος έχει θετική συμβολή στον δείκτη ποδηλατικότητας, σημαίνοντας ότι οι υψηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις περισσότερο ποδηλατήσιμες περιοχές, ενώ ότι οι χαμηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές.

Τα χωρικά δεδομένα που χρειάστηκαν προκειμένου να υπολογιστεί η παράμετρος αφορούσαν στο οδικό δίκτυο στην ακτογραμμή και στους χώρους πρασίνου. Έτσι η συλλογή προέκυψε από την διαδικτυακή των Ανοιχτών Γεωγραφικών Δεδομένων «Open Street Map», τα οποία ύστερα από επεξεργασία με το ArcGis χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της παραμέτρου (Βλ. Κεφάλαιο 5).

3.2.7 Κλίση Εδάφους

Η συγκεκριμένη παράμετρος ορίζεται από τον αλγόριθμο «Slope» όπου υπολογίζει το μέγιστο ρυθμό μεταβολής της τιμής του κελιού σύμφωνα με τις τιμές των γειτονικών του κελιών. Συγκεκριμένα ο υπολογισμός βασίζεται στην ακόλουθη συνάρτηση:

Slope Radians = $\text{ATAN}(\sqrt{[dz/dx]^2 + [dz/dy]^2})$, με dz/dx = τις τιμές των όμορων κελιών.

Η παράμετρος είναι η τελευταία του δείκτη και όπως διαπιστώθηκε σε προγενέστερο κεφάλαιο περιλαμβάνεται σε όλους τους δείκτες που αναλύθηκαν εκτός από εκείνον του «Mercer County Bikeability Map».

Σύμφωνα με τον Colville-Andersen, (2018) η εξής έκφραση: «οι άνθρωποι θα ποδηλατούν μόνο όταν το έδαφος είναι επίπεδο», είναι μύθος. Η κατάρριψη του μύθου, βασίζεται σε δύο πόλεις οι οποίες είναι ελκυστικές για μετακινήσεις με ποδήλατο αν και στο σύνολο τους δεν είναι επίπεδες. Οι πόλεις αυτές είναι: το Βανκούβερ και το Σαν Φρανσίσκο.

Παρόλα αυτά η παράμετρος θεωρείται σημαντική για την εκτίμηση της ποδηλατικότητας μιας περιοχής, διότι βάσει αυτής αξιολογείται τόσο η άνεση όσο και η συντομία που δύναται να προσφέρει μια περιοχή στον ποδηλάτη. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά άνεσης και της συντομίας είναι εξίσου απαραίτητα προκειμένου να χαρακτηριστεί μια περιοχή φιλική προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο (Ηλιού, 2012). Αναφορικά με την συμβολή της παραμέτρου στον δείκτη αυτή είναι αρνητική, σημαίνοντας ότι οι υψηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις λιγότερο ποδηλατήσιμες περιοχές, ενώ ότι οι χαμηλές τιμές της παραμέτρου αντιστοιχούν στις περισσότερο ποδηλατήσιμες περιοχές. Το γεγονός αυτό θα αντιστραφεί σε επόμενη φάση (Βλ. Κεφάλαιο 4).

Αναφορικά με την συλλογή των χωρικών δεδομένων της παραμέτρου, αυτά ανακτηθήκαν από την διαδικτυακή πηγή δεδομένων «Earth Explorer». Η επεξεργασία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) περιγράφεται στο επόμενο Κεφάλαιο 5.

3.3 Προσδιορισμός Βαρών (Σημαντικότητας) στις Παραμέτρους

Σκοπός της τρέχουσας ενότητας αποτελεί η περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε προκειμένου να προσδιοριστούν τα βάρη στις παραμέτρους του δείκτη ποδηλατικότητας. Γενικά, οι μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί ο προσδιορισμός των βαρών είναι οι εξής: η έρευνα με ερωτηματολόγιο, η υιοθέτηση των βαρών από άλλους σχετικούς δείκτες και ο προσδιορισμός με βάση την κρίση του ερευνητή, (Κοτζαμάνης, 2009; Schnell et al., 2011). Η τρέχουσα εργασία ενστερνίστηκε τη μέθοδο της έρευνας με ερωτηματολόγιο, με την επιλογή αυτή να βασίζεται στον αποκλεισμό των άλλων δύο μεθόδων. Αυτό προέκυψε, τόσο από την αδυναμία της

βιβλιογραφίας να καλύψει τις ανάγκες της παρούσας εργασίας όσο και από την επιθυμία του ερευνητή να αποφύγει σφάλματα με τον προσδιορισμό των βαρών από τον ίδιο. Αναφορικά με την έρευνα (Βλ. Παράρτημα), αυτή διεξάχθηκε την περίοδο 13-20/12/18 και απευθύνθηκε σε δέκα ειδικούς σε θέματα Αστικής Κινητικότητας και Χωρικής Ανάλυσης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της διαδικασίας συνοψίζονται στον ακόλουθο Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.2 Απαντήσεις Ερωτηματολογίων

	Απαντήσεις Ερωτηματολογίων									
Παράμετροι Ποδηλατικότητας	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο	7ο	8ο	9ο	10ο
Πληθυσμιακή Πυκνότητα	7	7	5	5	7	2	8	5	8	3
Μεικτές Χρήσεις Γης	6	8	6	5	8	1	4	7	8	3
Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά (λειτουργική) κατηγορία οδού	8	1	6	9	7	4	7	6	10	5
Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου	10	6	5	9	7	8	3	10	7	5
Πυκνότητα Ποδηλατοδρόμων	9	2	7	9	9	5	10	10	5	6
Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες	7	3	7	7	9	7	8	3	9	4
Κλίση Εδάφους	8	9	9	10	9	3	10	4	9	8

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία Excel

Παρ' όλα αυτά, η διαδικασία του προσδιορισμού δεν ολοκληρώνεται σε αυτό το σημείο, αφού το διατυπωμένο ερώτημα στο ερωτηματολόγιο δεν αποτελούσε ερώτημα ιεράρχησης. Επόμενο βήμα για τον υπολογισμό των βαρών αποτέλεσε η μέθοδος ταξινόμησης «Borda», η οποία κατατάσσει τα δεδομένα ανά σειρά προτεραιότητας. Η ταξινόμηση των δεδομένων περιγράφεται ως εξής: στην μεταβλητή (παράμετρος) με την μικρότερη τιμή (βάρος) το 0 ακολουθώντας στην συνέχεια ο προσδιορισμός των τιμών και των υπολοίπων μεταβλητών (παραμέτρων) με σειρά προτεραιότητας.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το εύρος τιμών εναλλάσσεται σε κάθε ένα από τα ερωτηματολόγια. Αναλυτικότερα, στην περίπτωση που δοθήκαν για κάθε μεταβλητή (παράμετρο) διαφορετικές τιμές (βάρος), τότε το εύρος τιμών (βαρών) ορίζεται από 0 έως 6. Αντίθετα, στην περίπτωση που δόθηκε η ίδια τιμή (βάρος) σε δύο ή περισσότερες μεταβλητές (παραμέτρους), τότε το εύρος τιμών εναλλάσσεται στις εξής περιπτώσεις: από 0 έως 5, από 0 έως 4, από 0 έως 3, από 0 έως 2, από 0 έως 1 και 0. Ωστόσο, σύμφωνα με τα ταξινομημένα δεδομένα τα οποία συγκεντρώνονται στον

Πίνακα 3.4 μόνο ένα από τα ερωτηματολόγια ανήκει στην πρώτη περίπτωση εύρους, ενώ τα περισσότερα ανήκουν στην δεύτερη.

Πίνακας 3.3 Ταξινόμηση απαντήσεων με την Μέθοδο «Borda»

Παράμετροι Ποδηλατικότητας	Ταξινόμηση Απαντήσεων των Ερωτηματολογίων										Συνολικό Βάρος Παραμέτρου	Βάρος
	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο	7ο	8ο	9ο	10ο		
Πληθυσμιακή Πυκνότητα	1	4	0	0	0	1	3	2	2	0	11	7%
Μεικτές Χρήσεις Γης	0	5	1	0	1	0	1	4	2	0	14	10%
Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά (λειτουργική) κατηγορία οδού	2	0	1	2	0	3	2	3	4	2	19	13%
Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου	4	3	0	4	0	6	0	5	1	2	25	17%
Πυκνότητα Ποδηλατοδρόμων	3	1	2	4	2	4	4	5	0	3	28	19%
Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες	1	2	2	1	2	5	3	0	3	1	20	14%
Κλίση Εδάφους	2	6	3	3	2	2	4	1	3	4	30	20%
Σύνολο Βαρών	13	21	9	14	7	21	17	20	13	12	147	100%

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, Excel

Επιπλέον, ο άνωθεν πίνακας παρουσιάζει και τα αποτελέσματα της διαδικασίας προσδιορισμού βαρών των παραμέτρων ποδηλατικότητας, τα οποία υπολογίστηκαν σύμφωνα με τον εξής τύπο:

$$\text{Βάρος Παραμέτρου} = \text{Συνολικό Βάρος Παραμέτρου} / \text{Σύνολο Βαρών}$$

Τα αποτελέσματα από την διαδικασία που προηγήθηκε εξάγονται με την συμβολή τόσο του Πίνακα 3.4 όσο και του Γραφήματος 3.1. Οι παράμετροι που θεωρούνται σημαντικότερες για την εκτίμηση της ποδηλατικότητας είναι εκείνες της κλίσης εδάφους και της πυκνότητας των ποδηλατοδρόμων. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί ωστόσο να συσχετιστεί και με το γεγονός ότι αυτές αποτελούν παράμετροι που συμπεριλαμβάνονται στους περισσότερους δείκτες (Κεφάλαιο 2). Επίσης μέτριας

σημαντικότητας είναι οι παράμετροι: πυκνότητα κόμβων οδών, επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας ανά (λειτουργική) κατηγορία οδού, και πυκνότητα οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες. Ενώ χαμηλοί σε σημαντικότητα είναι οι παράμετροι: μεικτές χρήσεις γης και πληθυσμιακή πυκνότητα.

Γράφημα 3.1 Αποτελέσματα Έρευνας Προσδιορισμού Βαρών στις Παραμέτρους του Δείκτη



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία Excel.

Τα βάρη που εξάχθηκαν θα χρησιμοποιηθούν σε επόμενο κεφάλαιο όπου θα περιγραφεί η διαδικασία της εφαρμογής του δείκτη ποδηλατικότητας.

3.4 Συμπεράσματα

Οι αναφορές που έγιναν διακρίθηκαν σε δυο φάσεις και σχετίζονται τόσο με τον προσδιορισμό των παραμέτρων όσο και τον προσδιορισμό βαρών στις παραμέτρους του δείκτη. Η πρώτη φάση αναλύθηκε σύμφωνα με τις επτά παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη προκειμένου να εκτιμηθεί η φιλικότητα της περιοχής μελέτης προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο. Η συλλογή των χωρικών δεδομένων προέκυψε είτε από καταγραφή μέσω αεροφωτογραφιών του «Open Street Map» και της «Google Street View» είτε από ηλεκτρονικές πηγές όπως: ΕΛΣΤΑΤ, «Open Street Map», «Earth Explorer».

Σε δεύτερη φάση ο προσδιορισμός βαρών στις παραμέτρους υπολογίστηκε μέσω έρευνας ερωτηματολογίου, που ύστερα από ταξινόμηση των δεδομένων αναδείχθηκαν ως σημαντικότερες παράμετροι εκείνες της κλίσης εδάφους και της πυκνότητας ποδηλατοδρόμων. Αυτό συμπίπτει τόσο με την καθολική συμμετοχή των δύο

παραμέτρων σε σχετικούς δείκτες όσο και με τα αποτελέσματα άλλων αντίστοιχων ερευνών προσδιορισμού σημαντικότητας, (Βλ. Κεφάλαιο 2). Από την άλλη, λιγότερο σημαντικές κρίθηκαν οι παράμετροι της πληθυσμιακής πυκνότητας και της μείξης χρήσεων γης, αποτέλεσμα που μπορεί να συσχετιστεί με την μειωμένη συμμετοχή των δύο παραμέτρων στους προαναφερθέντες δείκτες.

Βάσει όσων αναφέρθηκαν από την ανάπτυξη της εν λόγω μεθοδολογίας προκύπτει το συμπέρασμα ότι, δεν ακολουθείται ο απλός εναρμονισμός με τις υπόλοιπες μεθοδολογίες που διερευνήθηκαν (Βλ. Κεφάλαιο 2). Η τρέχουσα μεθοδολογία αιτιολογεί και παρουσιάζει την συμβολή της κάθε παραμέτρου στηριζόμενη σε βιβλιογραφικές αναφορές. Παράλληλα οι παράμετροι με τις οποίες διαφοροποιείται η τρέχουσα μεθοδολογία από τις προηγούμενες είναι: η πληθυσμιακή πυκνότητα, η μείξης χρήσεων γης και η πυκνότητα κόμβων η οποία εντάσσεται στη κατηγορία αυτή λόγω της αρνητικής της συμβολής στον δείκτη.

Αναφορικά με την έρευνα προσδιορισμού σημαντικότητας στις παραμέτρους του δείκτη, πρέπει να τονιστεί ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση του ζητήματος διαφέρει από τις υπόλοιπες έρευνες. Το γεγονός αυτό στηρίζεται στο καθορισμένο δείγμα που λήφθηκε υπόψη για το προσδιορισμό. Σε αντίθεση με αυτή την μεθοδολογική προσέγγιση έρχονται οι προηγούμενες μεθοδολογίες, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν μεγάλο δείγμα ατόμων. Παρά την διαφορά αυτή, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προτεινόμενη μεθοδολογία καταδεικνύουν έναν εναρμονισμό με τα αποτελέσματα των προαναφερθέντων, γεγονός που αποδεικνύει την αξιοπιστία της.

Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή Δείκτη για την Πόλη του Βόλου με τη χρήση ΓΣΠ (GIS)

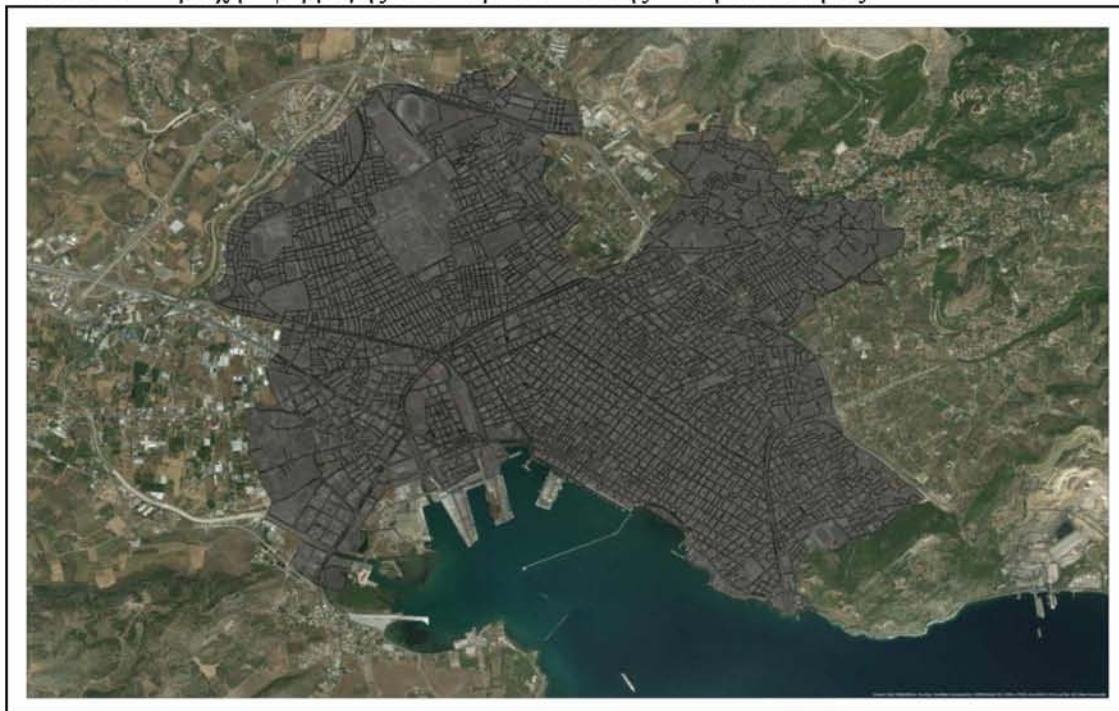
4.1. Εισαγωγή

Σκοπός του τρέχοντος κεφαλαίου αποτελεί η δημιουργία ενός χωρικού δείκτη ποδηλατικότητας για την πόλη του Βόλου με τη χρήση ΓΣΠ. Ωστόσο η δομή του τρέχοντος κεφαλαίου διορθώνεται σε δύο ενότητες. Στην πρώτη σκιαγραφείται ο χαρακτήρας της περιοχής μελέτης, αναφέροντας ορισμένα από τα γενικά χαρακτηριστικά της (πληθυσμιακά, κοινωνικά, κ.α.). Έπειτα στη δεύτερη, περιγράφονται οι διαδικασίες χωρικής ανάλυσης των δεδομένων, οι οποίες διακρίνονται στον υπολογισμό και στην κανονικοποίηση των παραμέτρων του δείκτη, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ArcGIS 10.2.2.

4.2 Γενικά Χαρακτηριστικά του Βόλου

Η περιοχή μελέτης υπάγεται διοικητικά στον Δήμο Βόλου, της ΠΕ Μαγνησίας, της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Ειδικότερα, η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τις ΔΕ Βόλου και Ν. Ιωνίας, εξαιρώντας τους οικισμούς Κλήμα, Μελισσιάτικα, Φυτόκον και Γλαφυρά (Βλ. Εικόνα 4.1).

Εικόνα 4.1 Περιοχή Εφαρμογής του Χωρικού Δείκτη Ποδηλατικότητας



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2.

Τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης στηρίζονται σε στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ του έτους 2011, έτσι ο μόνιμος πληθυσμός αυτής ανέρχεται στους 118.707 κατοίκους ενώ ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου Βόλου και της ΠΕ Μαγνησίας αριθμεί σε 144.449 και 190.010 κατοίκους αντίστοιχα, καταλαμβάνοντας την 2^η θέση στη πληθυσμιακή κατάταξη της Περιφέρειας τόσο ο Δήμος όσο και η ΠΕ.

Αναφορικά με τα οικονομικά στοιχεία δίνονται από την ΕΛΣΤΑΤ σε επίπεδο περιφέρειας και νόμου έτος 2015, έτσι το κεφαλήν ΑΕΠ της Μαγνησίας κατατάσσεται στην 2^η θέση της περιφέρειας, (Βλ. Πίνακα 4.1).

Πίνακας 4.1 Κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά Νομό για το 2015

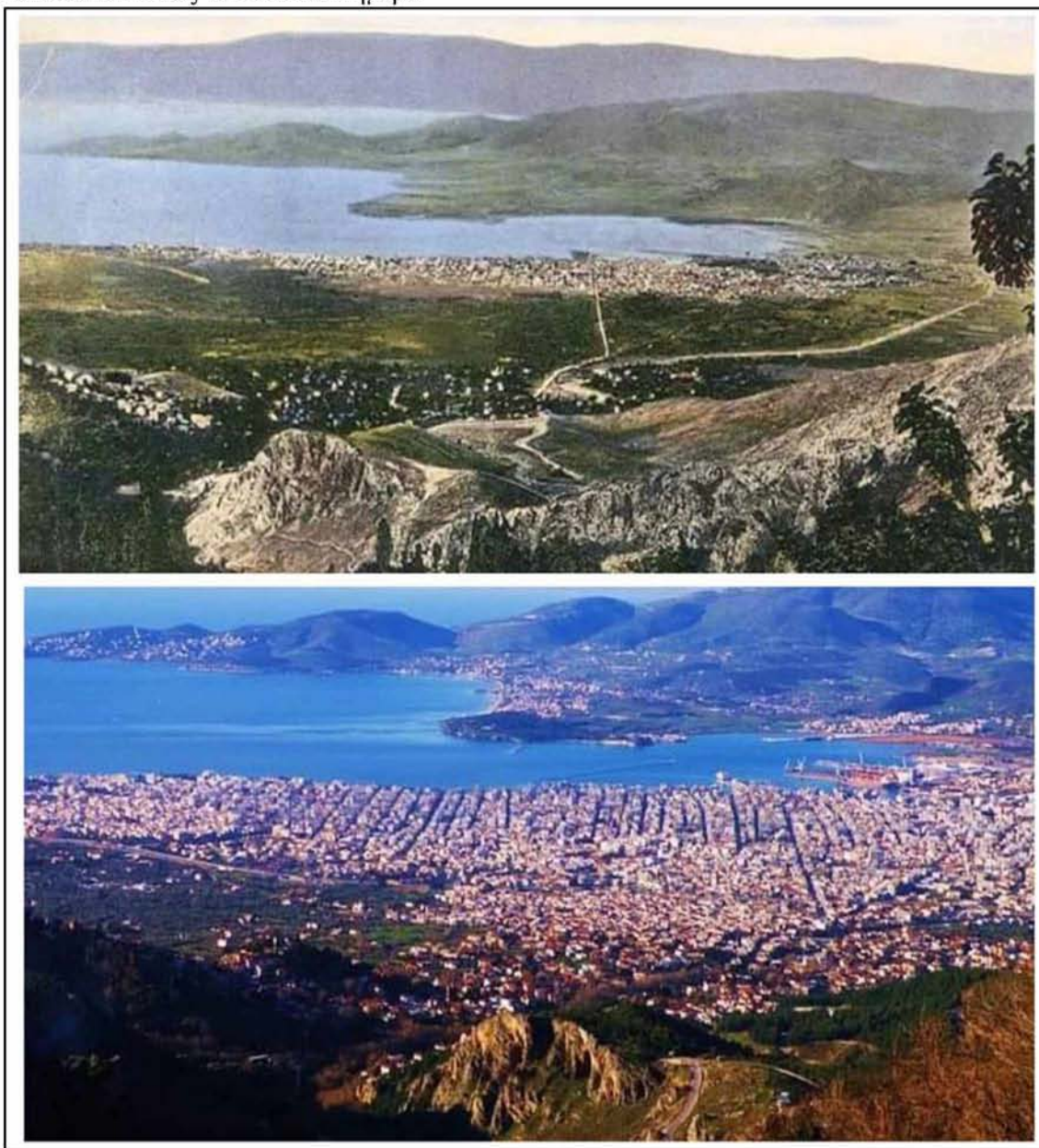
Νομοί Θεσσαλίας	Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ
Καρδίτσα	9.647
Τρίκαλα	11.054
Λάρισα	13.860
Μαγνησία	12.686
Περιφέρεια Θεσσαλίας	12.393

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

Αναφορικά με τον πολεοδομικό ιστό του Βόλου, αυτός από το «Πολεοδομικό Σχέδιο» του 1882-83, μέχρι και σήμερα διαμορφώθηκε σε έναν ορθοκανονικό κάναβο. Επιπλέον, στηριζόμενοι στην «Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) του Πολεοδομικού Συγκροτήματος (Π.Σ.) Βόλου» του 2016, προτείνεται πολυκεντρικότητα, η οποία στηρίζεται σε επτά (7) ΠΕ για τον Βόλο (Αϊβαλιώτικα - Ν. Παγασές, Νεάπολη - Αγ. Ανάργυροι, Παλαιά - Οξυγόνο - Εφτά Πλατάνια, Μεταμόρφωση - Αγ. Νικόλαος – Ανάληψη, Αγ. Βασίλειος – Καλλιθέα, Καραγάτς, Δημητριάδα- Γορίτσα) και πέντε (5) ΠΕ για την Ν. Ιωνία (Αγ. Γεώργιος - Εργατικά - Αγ. Παρασκευή Ν. Ιωνία, Ευαγγελίστρια, Πέτρου και Παύλου, Αγ. Σπυρίδωνας Αγ. Βαρβάρα - Αγ. Νεκτάριος).

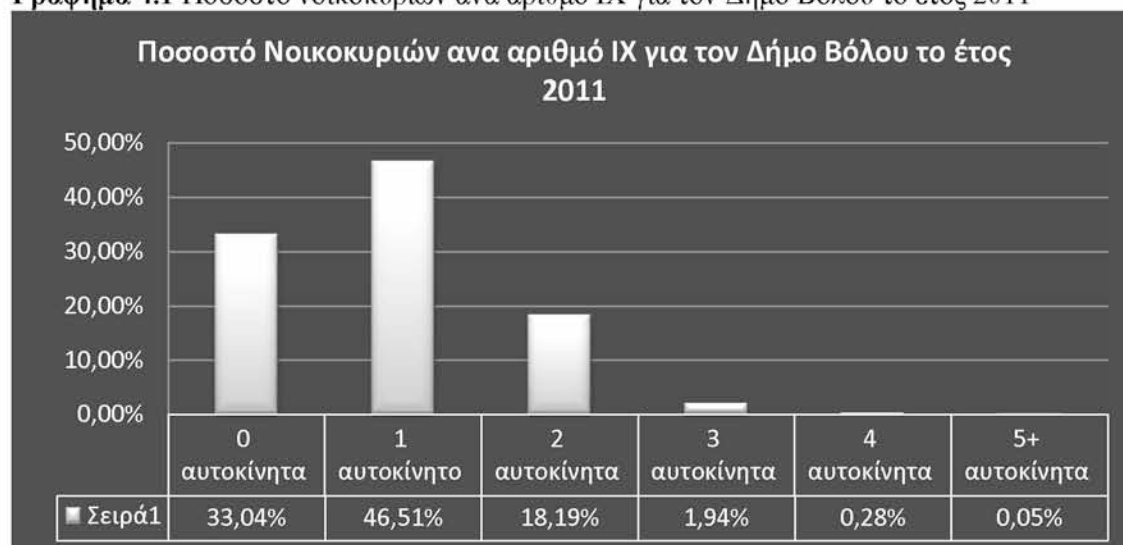
Ακόμα η πόλη του Βόλου παρουσιάζει μια συμπαγή μορφή δόμησης, συγκεκριμένα το 2000 τα ποσοστά δημόσιου χώρου στο σύνολο του αστικού χώρου είναι, (Lalenis, 2004): δημόσιος χώρος (χωρίς το οδικό δίκτυο): 4.53%, οδικό δίκτυο: 22.97%, δημόσιος χώρος συνολικά: 27.50%. Παρόλα αυτά η συνεχής αύξηση του πληθυσμού και των αναγκών αυτού (κατοικία, ΙΧ), οδηγούν την πόλη σε αστική εξάπλωση. Η τάση αυτή για την πόλη του Βόλου, μπορεί να διαπιστωθεί στην Εικόνα 4.2 .

Εικόνα 4.2 Βόλος το 1900 και σήμερα



Πηγή: <https://volospelionmagnesia.blogspot.com>

Σχετικά με την ανάγκη των νοικοκυριών του Βόλου για ΙΧ, σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα μπορεί να διαπιστωθεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των νοικοκυριών (16.087 νοικοκυριά) έχει ένα αυτοκίνητο. Δεύτερα και τρίτα σε σειρά έρχονται τα νοικοκυριά που δεν έχουν (11.427 νοικοκυριά) ή έχουν δύο (6.290 νοικοκυριά) ΙΧ. Ενώ τελευταία είναι εκείνα τα νοικοκυριά που έχουν από τρία (671 νοικοκυριά), τέσσερα (96 νοικοκυριά) και τουλάχιστον πέντε (17 νοικοκυριά) αυτοκίνητα στην κατοχή τους.

Γράφημα 4.1 Ποσοστό νοικοκυριών ανά αριθμό ΙΧ για τον Δήμο Βόλου το έτος 2011

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, Ιδία Επεξεργασία Excel

Παράλληλα σύμφωνα με τον κάτωθι πίνακα ο Δήμος Βόλου κατατάσσεται 1^{ος} σε ποσοστό ατυχημάτων και παθόντων με 70% και 63%, αντίστοιχα.

Πίνακας 4.2 Ατυχήματα και παθόντες της ΠΕ Μαγνησίας για το έτος 2016

Δήμοι	Ατυχήματα	Παθόντες	Ποσοστό Ατυχημάτων	Ποσοστό Παθόντων
Δήμος Βόλου	28	33	70%	63%
Δήμος Αλμυρού	7	8	18%	15%
Δήμος Νότιου Πηλίου	3	7	8%	13%
Δήμος Ρήγα Φεραίου	2	4	5%	8%
Περιφέρεια Μαγνησίας	40	52	100%	100%

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

Όσον αφορά στην πολιτική του Βόλου τα τελευταία χρόνια, βάσει του υφιστάμενου ποδηλατικού δικτύου αλλά και του χαρακτήρα των αστικών μεταφορών, ο οποίος είναι συνυφασμένος με την μετακίνηση με αυτοκίνητο, αποδεικνύει ότι δεν έχει εφαρμόσει ακόμα καμία από τις κατευθύνσεις που προωθούν την μετακίνηση του ποδηλάτου. Σχετικά με τις κατευθύνσεις που έχουν τεθεί από το Δημοτικό Συμβούλιο (ΑΔΣ 617/2011) και την «Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) του Πολεοδομικού Συγκροτήματος (ΠΣ) Βόλου» του 2016, θα γίνει αναλυτική περιγραφεί στην συνέχεια.

Το Δημοτικό Συμβούλιο του Βόλου το 2011, έθεσε κατευθύνσεις και προτάσεις οι οποίες στην συνέχεια ενστερνίζεται η «Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) του Πολεοδομικού Συγκροτήματος (ΠΣ) Βόλου». Έτσι σύμφωνα με τις ΑΔΣ 617/2011 προτείνονται τα εξής:

- Ασφαλής κίνηση για τα ποδήλατα.
- Αποθάρρυνση της χρήσης των αυτοκινήτων στο κέντρο της πόλης και η προώθηση της μετακίνησης με άλλα μέσα.
- Τέσσερις σταθμοί ενοικίασης ποδηλάτου (bike sharing).
- Ενσωμάτωση στο υπό αναθεώρηση Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο ένα γενικό προγραμματικό σχέδιο (master plan) για την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων που θα συνδέει τις συνοικίες με το κέντρο της πόλης.
- Διαφύλαξη του χώρου που εξασφαλίστηκε σε βάρος του αυτοκινήτου και υπέρ του ποδηλάτη.

Επιπλέον, για το υφιστάμενο δίκτυο ποδηλατοδρόμων προτείνονται:

- Να αστυνομευθεί αυστηρά η παράνομη στάθμευση στις εισόδους-εξόδους (Δημοτική Αστυνομία).
- Να απομακρυνθούν οι κάδοι απορριμμάτων στην απέναντι πλευρά των δρόμων ή έξω από τα κράσπεδα ή να κατασκευασθούν εσοχές στα πεζοδρόμια στην πλευρά των ποδηλατοδρόμων.
- Να ελεγχθεί και, εφ' όσον χρειαστεί, να αντικατασταθεί η κάθετη σήμανση (πινακίδες) στις διασταυρώσεις από το Τμήμα Κυκλοφοριακού Σχεδιασμού.
- Άμεσος χρωματισμός των ποδηλατοδρόμων με ταυτόχρονη επισήμανση των διασταυρώσεων.
- Να χωροθετηθούν ποδηλατοστάσια σε διάφορα σημεία της πόλης, μετά από αποφάσεις της ΕΠΖ.

Εκτός των παραπάνω η «Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) του Πολεοδομικού Συγκροτήματος (ΠΣ) Βόλου», προτείνει:

- Δημιουργία ποδηλατοδρόμου στη Ν. Ιωνία, που θα διέρχεται από τις οδούς Καραμπατζάκη-Παρασκευοπούλου, Αγ. Διονυσίου, Δοξοπούλου, πάρκο

αθλητικών εγκαταστάσεων, Πολιτιστικό Άλσος και η διασύνδεση του με το υφιστάμενο δίκτυο ποδηλατοδρόμων του ΠΣ.

- Επιπλέον, προτείνεται η δημιουργία ποδηλατόδρομου κατά μήκος του συνόλου παραλιακού μετώπου από το Σωρό μέχρι την Αγριά.

Αν και οι προτάσεις υπάρχουν, μέχρι σήμερα καμία δεν έχει εφαρμοστεί σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση που θα αναλυθεί στη συνέχεια του παρόντος. Παράλληλα, η πολιτική της πόλης το 2015 ήρθε σε σύγκρουση με όσα προαναφέρθηκαν για ενίσχυση του ποδηλάτου, προχωρώντας σε έργα κατάργησης των τότε υφιστάμενων ποδηλατοδρόμων επί των οδών Αντωνοπούλου, Ρήγα Φεραίου, Μικρασιατών, Κολοκοτρώνη, Νικηταρά, Παπανικολή και Ξάνθου.

Συνοψίζοντας, ο Βόλος είναι μια πόλη μεσαίου πληθυσμιακά μεγέθους, με αυξημένες ανάγκες για ΙΧ που συντελούν στο φαινόμενο της αστικής εξάπλωσης τα τελευταία χρόνια. Αναφορικά με τα οικονομικά στοιχεία λόγω των δεδομένων σε επίπεδο νομού δεν δύναται να διεξαχθεί κάποιο συμπέρασμα για την περιοχή μελέτης. Σχετικά με τα ατυχήματα ο Δήμος μπορεί να παρουσιάζει τα περισσότερα ατυχήματα σε σχέση με του όμορους, ωστόσο η παρατήρηση αυτή είναι αναμενόμενη λόγω των αυξημένων μετακινήσεων σε σχέση με τους υπόλοιπους. Τέλος όσον αφορά την πολιτική για την ενίσχυση του ποδηλάτου, κατανοείται ότι αυτή δεν είναι σταθερή και ουσιαστική ώστε να επιτευχθεί αυτή.

4.3 Υπολογισμός Παραμέτρων

Η τρέχουσα ενότητα αποτελεί προκαταρκτικό στάδιο για τον υπολογισμό του δείκτη, η οποία αφορά στον υπολογισμό των παραμέτρων και συγκεκριμένα τις διαδικασίες χωρικής ανάλυσης αυτών. Έτσι λοιπόν, η ενότητα διασπάται σύμφωνα με τις επτά παραμέτρους που προηγήθηκαν και οι διαδικασίες υπολογισμού αναφέρονται στο λογισμικό ArcGIS 10.2.2.

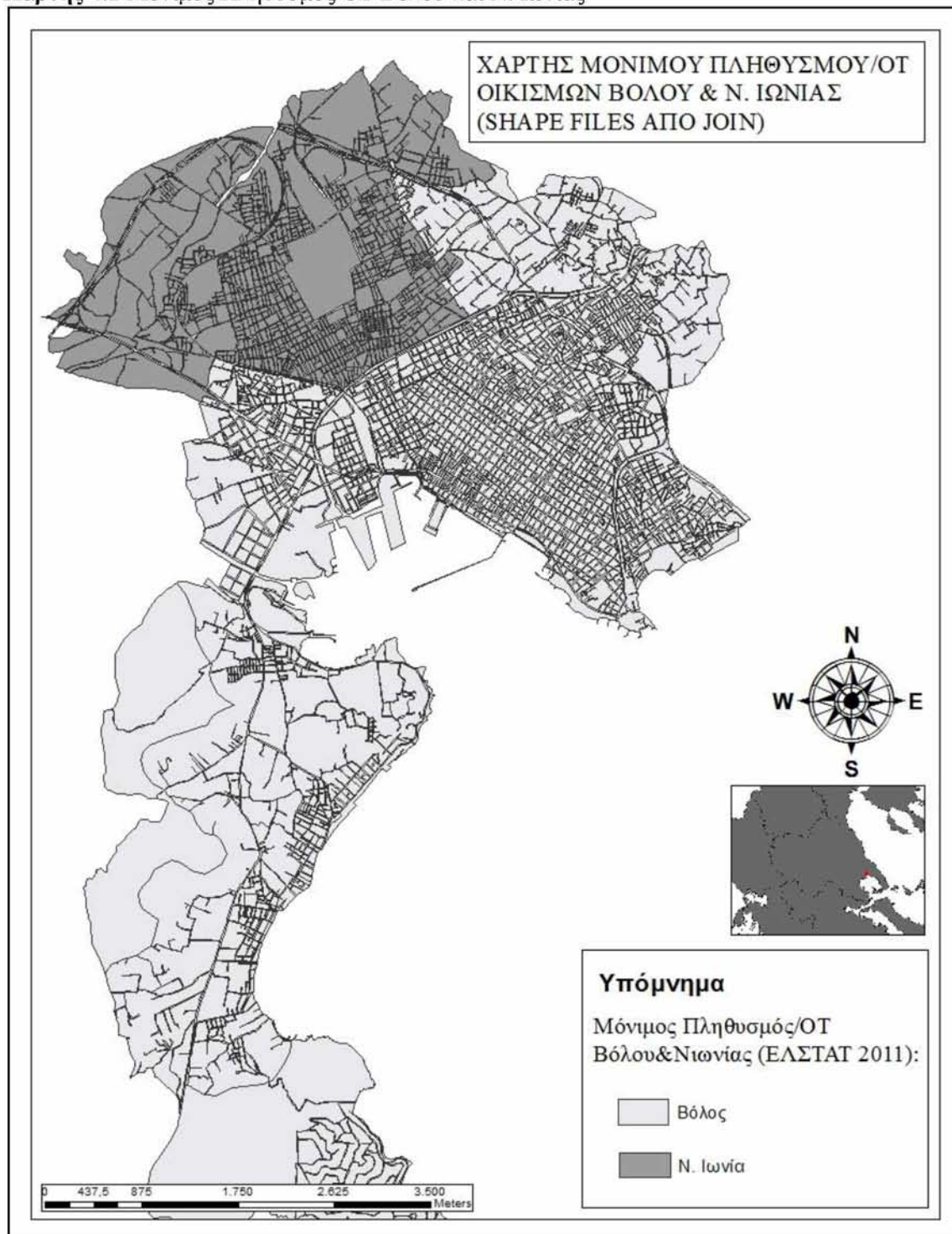
4.3.1 Πυκνότητα Πληθυσμού

Η διαδικασία υπολογισμού της παραμέτρου ξεκινάει από την διαχείριση των δεδομένα που δόθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ. Τα αρχεία που ζητήθηκαν και δόθηκαν κατόπιν ηλεκτρονικής αίτησης, αφορούσαν στα δύο αρχεία Excel με τον πληθυσμό ανά ΟΤ και

στα δύο διανυσματικά αρχεία με τα ΟΤ των οικισμών του Βόλου και της Ν. Ιωνίας από την απογραφή του 2011.

Αρχικός στόχος αποτέλεσε η δημιουργία ενός διανυσματικού αρχείου με τον πληθυσμό ανά ΟΤ για τους οικισμούς του Βόλου και Ν. Ιωνίας. Το πρώτο βήμα για την διαδικασία αυτή, απαιτήθηκε η συνένωση των αρχείων Excel με τα διανυσματικά αρχεία του κάθε οικισμού (Βλ. Χάρτη 4.1).

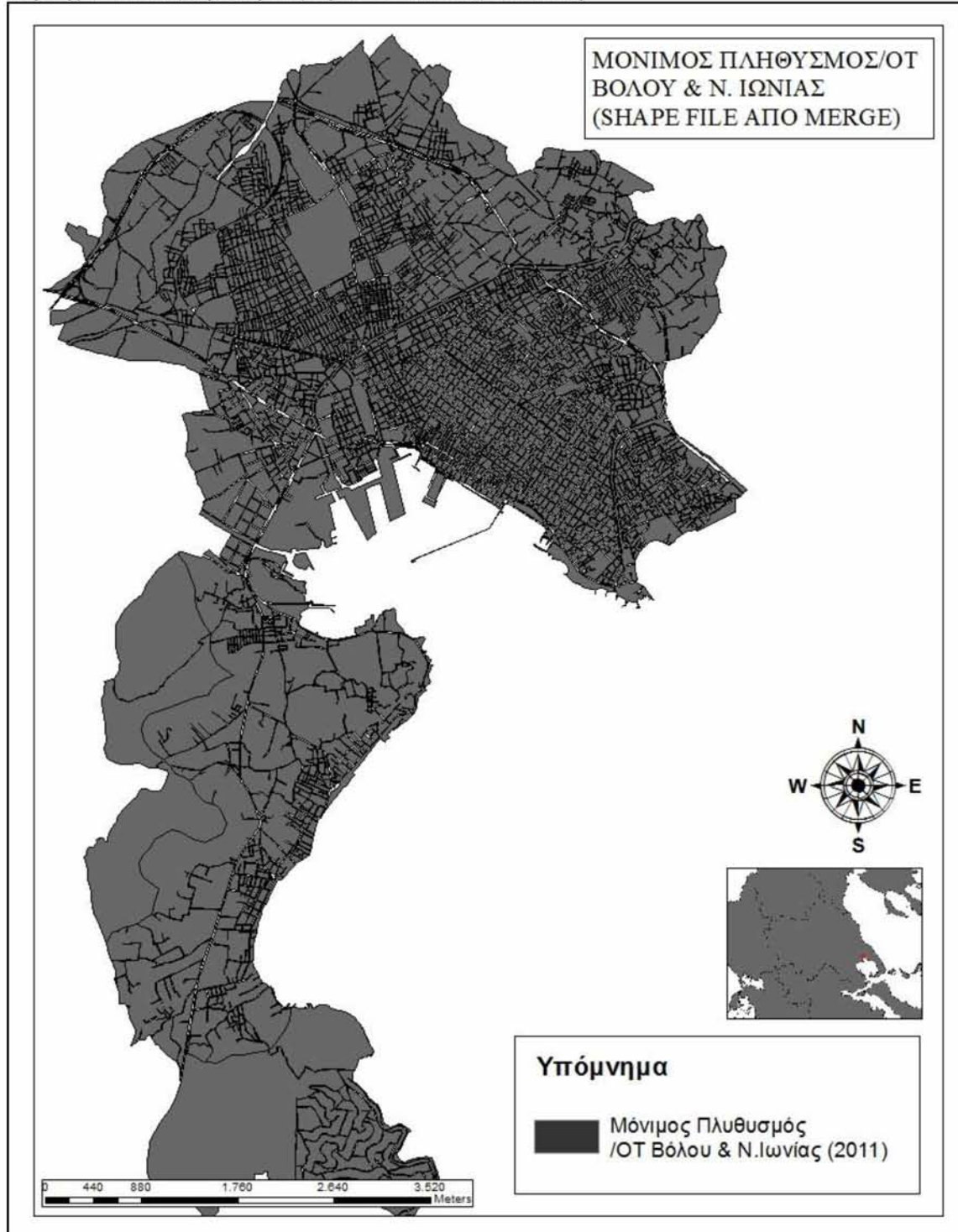
Χάρτης 4.1 Μόνιμος Πληθυσμός/ΟΤ Βόλου και Ν. Ιωνίας



Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Το δεύτερο και τελευταίο βήματα για τη δημιουργία του διανυσματικού αρχείου με τον πληθυσμό ανά ΟΤ για τον Βόλο και Ν. Ιωνία, αποτέλεσε η συνένωση των δύο γεωγραφικών αρχείων του κάθε οικισμού (Geoprocessing>Merge) (Βλ. Χάρτη 4.2).

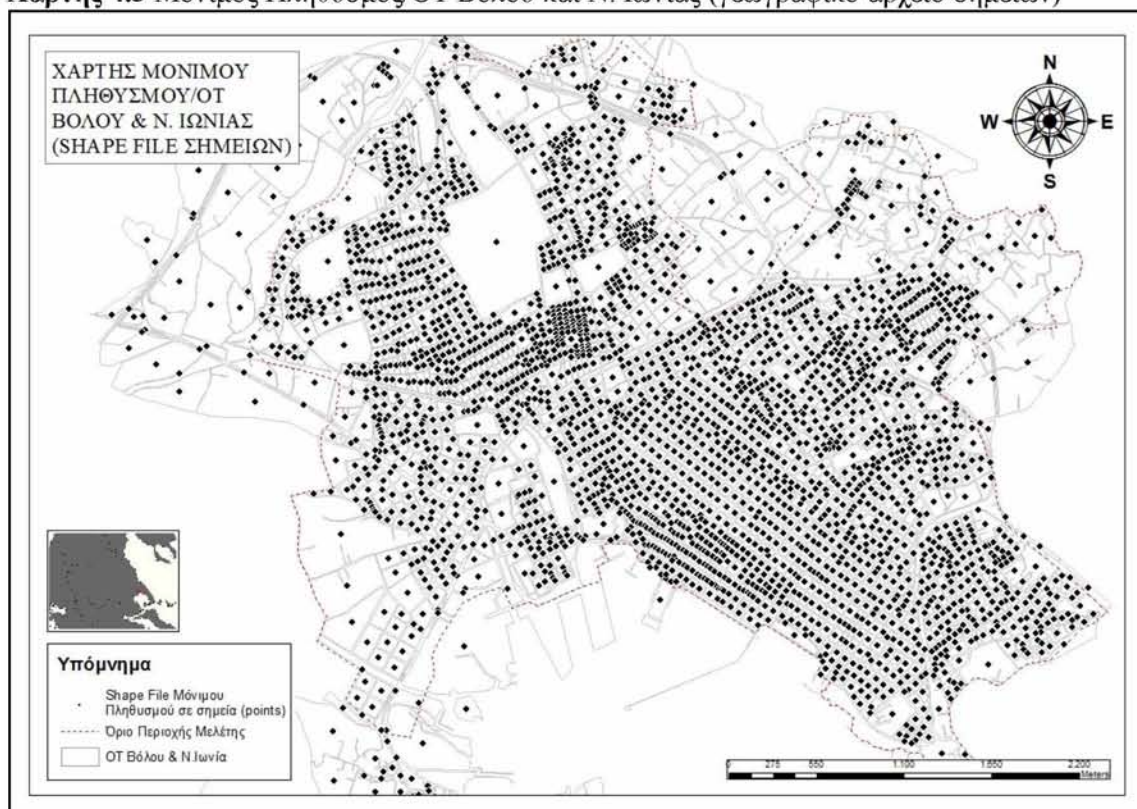
Χάρτης 4.2 Μόνιμος Πληθυσμός/ΟΤ Βόλου και Ν. Ιωνίας



Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Έπειτα για τον υπολογισμό της παραμέτρου, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο «Kernel Density», του οποίου η συνάρτηση περιγράφεται σε προγενέστερο κεφάλαιο (Κεφαλαίο 2). Προκειμένου να γίνει χρήση του, χρειάστηκε να γίνει μετατροπή του παραπάνω διανυσματικού αρχείου από αρχείο πολυγώνων (polygons) σε αρχείο σημείων (points). Η διαδικασία μετατροπής πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του εργαλείου «Feature To Points» (System Toolboxes > Data Management Tools > Features > Feature To Points) (Βλ.Χάρτη 4.3).

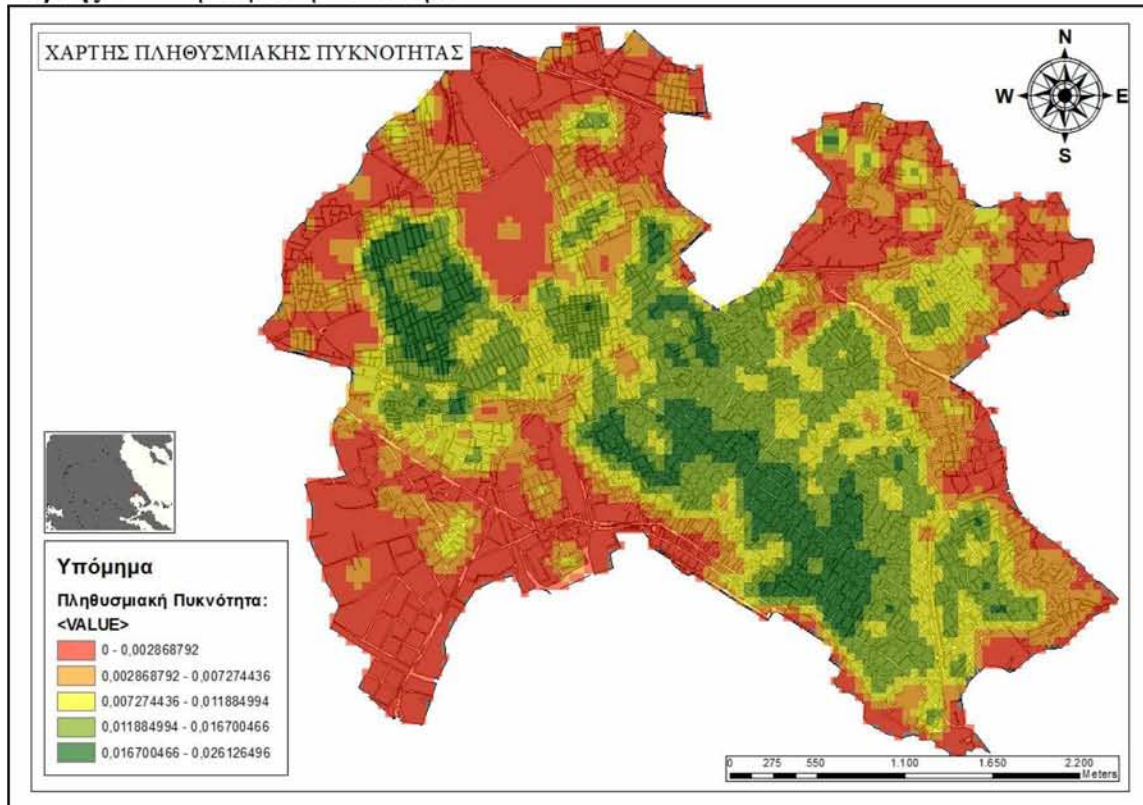
Χάρτης 4.3 Μόνιμος Πληθυσμός/ΟΤ Βόλου και Ν. Ιωνίας (γεωγραφικό αρχείο σημείων)



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Κατόπιν της μετατροπής, ακολούθησε ο υπολογισμός της πληθυσμιακής πυκνότητας με την εφαρμογή του εργαλείου, (Spatial Analyst Tools > Density > Kernel Density), στο οποίο ορίστηκε το μέγεθος των pixels 50*50μ., ζώνη 150τ.μ. και το όριο της περιοχής μελέτης. Το αποτέλεσμα από τον υπολογισμό της παραμέτρου απεικονίζεται στον Χάρτη 4.4.

Χάρτης 4.4 Πληθυσμιακή Πυκνότητα

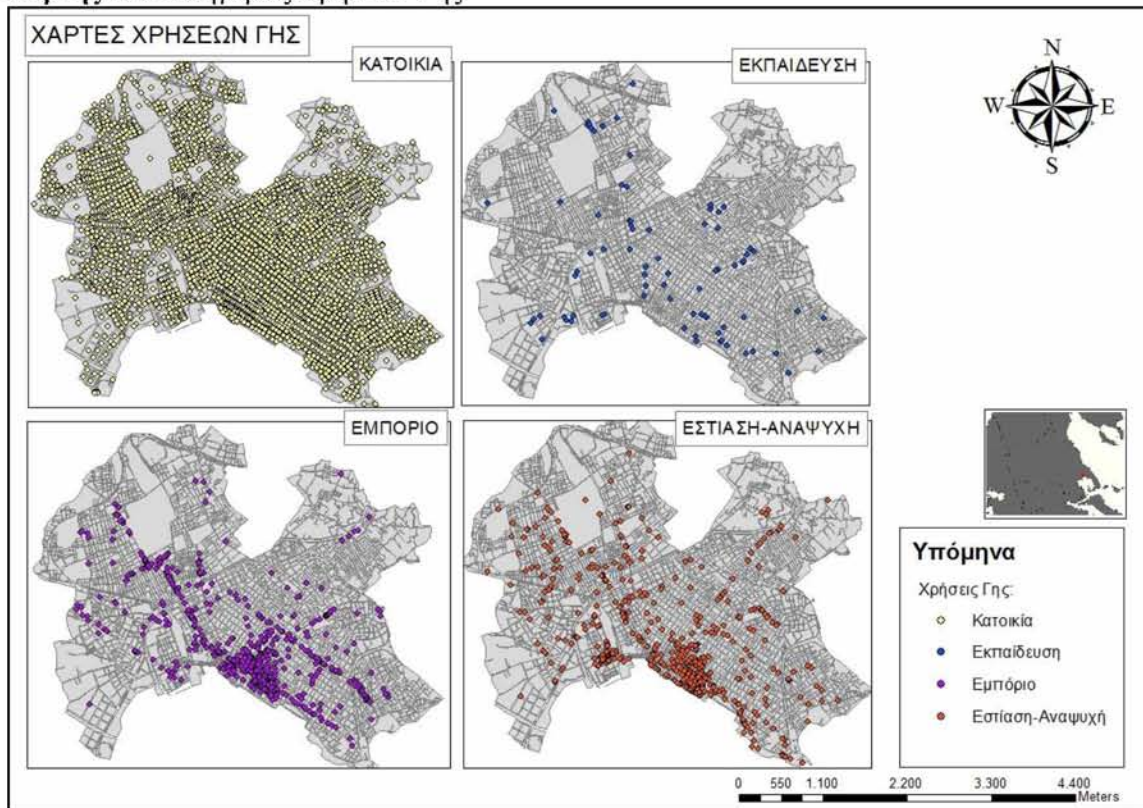


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

4.3.2 Μείξη Χρήσεων Γης

Παράλληλα της καταγραφής των χρήσεων γης, ακολούθησε η ψηφιοποίηση αυτών με την μορφή σημείων. Οι κατηγορίες χρήσεων γης που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής: κατοικία, εκπαίδευση, εμπόριο και εστίαση-αναψυχή (συγχώνευση των χρήσεων εστίασης, αναψυκτηρίων και αναψυχής) (Βλ. Χάρτη 4.5).

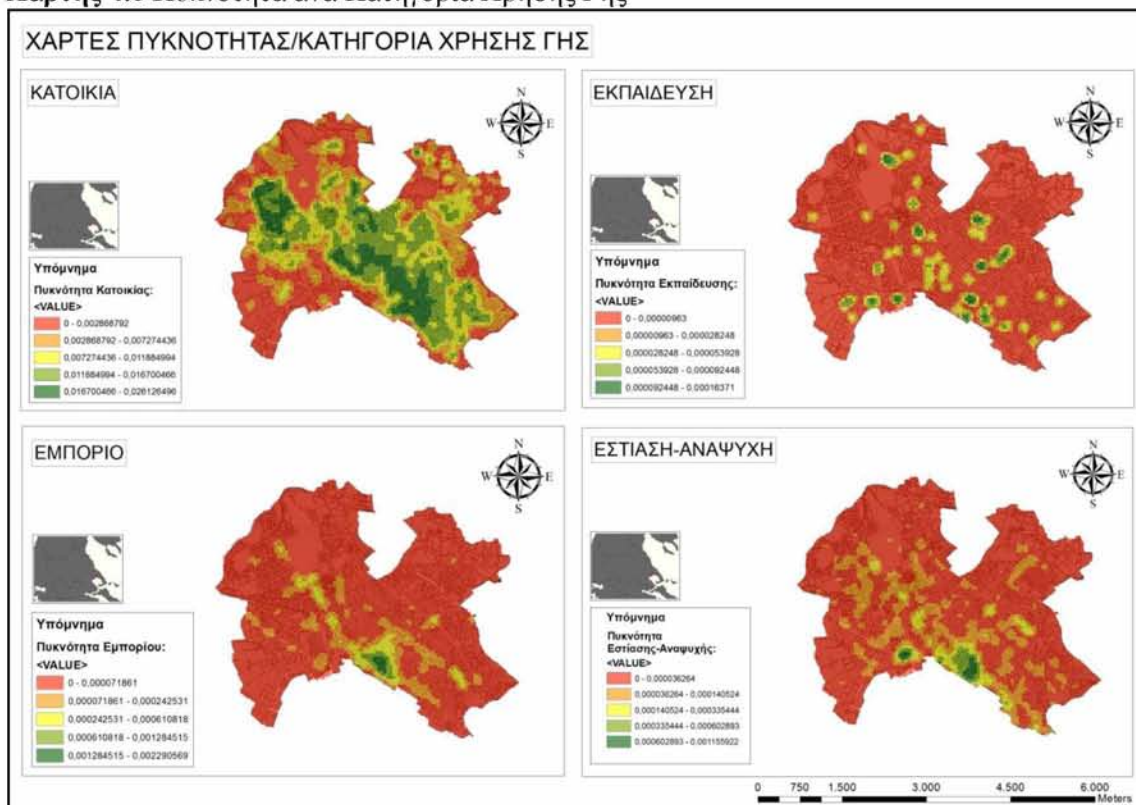
Χάρτης 4.5 Κατηγορίες Χρήσεων Γης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Στη συνέχεια η διαδικασία υπολογισμού ακολουθεί την συνάρτηση εντροπίας (Βλ. Κεφάλαιο 2). Έτσι χρειάστηκαν να υπολογιστούν: η πυκνότητα και το ποσοστό πυκνότητας κάθε χρήσης. Για τον υπολογισμό της πυκνότητας, εφαρμόστηκε το εργαλείο «Kernel Density» (Spatial Analyst Tools > Density > Kernel Density), ορίζοντας μέγεθος pixels 50*50μ., ζώνη 150τ.μ και το όριο της περιοχής μελέτης. Στον κάτωθι Χάρτη 4.6, απεικονίζονται τα χωρικά αποτελέσματα.

Χάρτης 4.6 Πυκνότητα ανά Κατηγορία Χρήσης Γης



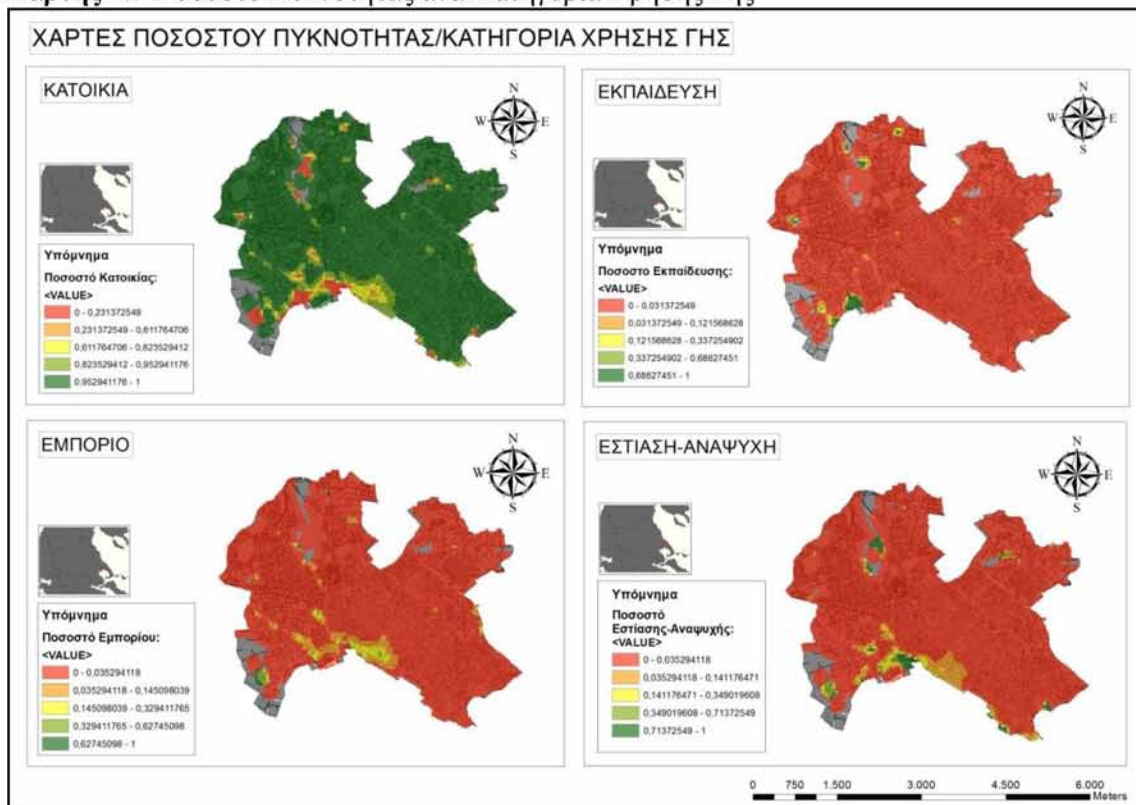
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Επόμενο στάδιο αποτέλεσε ο υπολογισμός του ποσοστού της πυκνότητας της κάθε χρήσης, ο οποίος υλοποιήθηκε μέσω της εξής συνάρτησης:

$$\text{Ποσοστό Χρήσης} = \text{Πυκνότητα Χρήσης} / \text{Άθροισμα των πυκνοτήτων των χρήσεων}$$

Η εφαρμογή της συνάρτησης έγινε για κάθε χρήση μέσω του «Raster Calculator» (Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον Χάρτη 4.7.

Χάρτης 4.7 Ποσοστό Πυκνότητας ανά Κατηγορία Χρήσης Γης

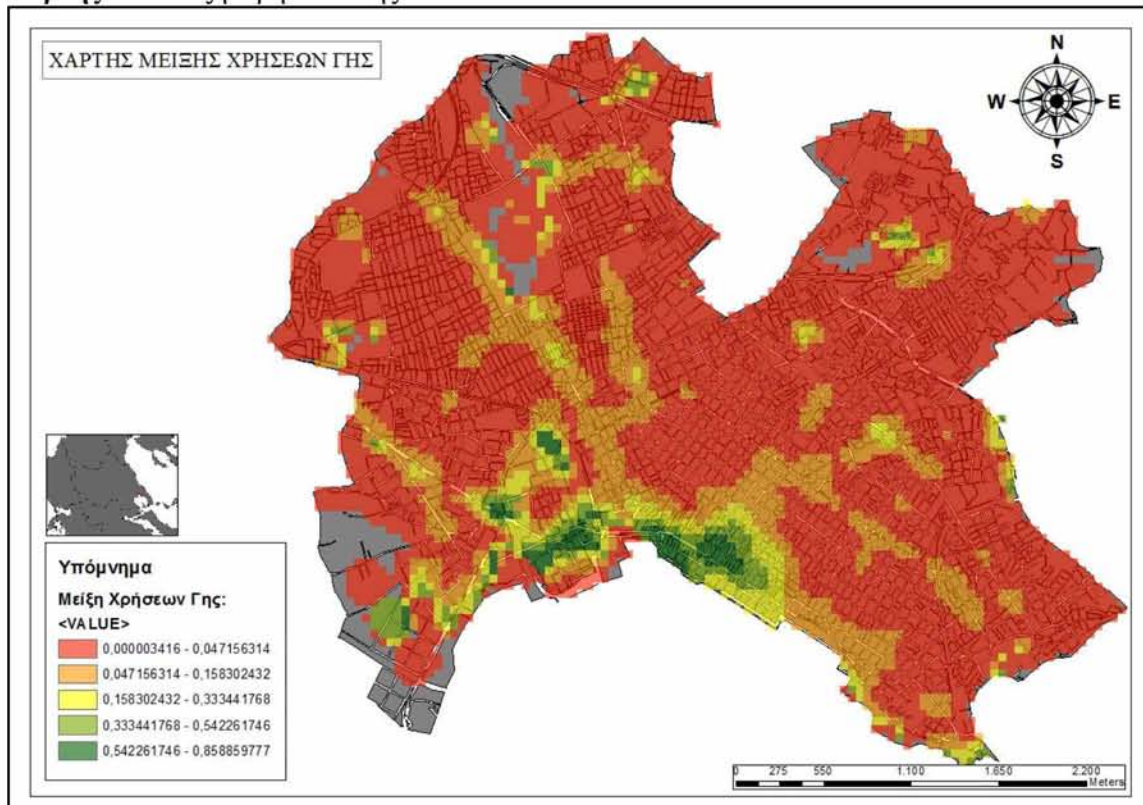


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Έπειτα ο υπολογισμός της μείξης χρήσεων γης πραγματοποιήθηκε μέσω της παρακάτω συνάρτησης εντροπίας (Βλ. Χάρτη 4.8):

Μείξη Χρήσεων Γης = $-\left(\left(\text{ποσοστό πυκνότητας κατοικίας}\right) * \text{Ln}(\text{ποσοστό πυκνότητας κατοικίας}) + \left(\text{ποσοστό πυκνότητας εκπαίδευσης}\right) * \text{Ln}(\text{ποσοστό πυκνότητας εκπαίδευσης}) + \left(\text{ποσοστό πυκνότητας εμπορίου}\right) * \text{Ln}(\text{ποσοστό πυκνότητας εμπορίου}) + \left(\text{ποσοστό πυκνότητας εστίαση/αναψυχή}\right) * \text{Ln}(\text{ποσοστό πυκνότητας εστίαση/αναψυχή})\right) / \text{Ln}(4)$

Χάρτης 4.8 Μείξη Χρήσεων Γης

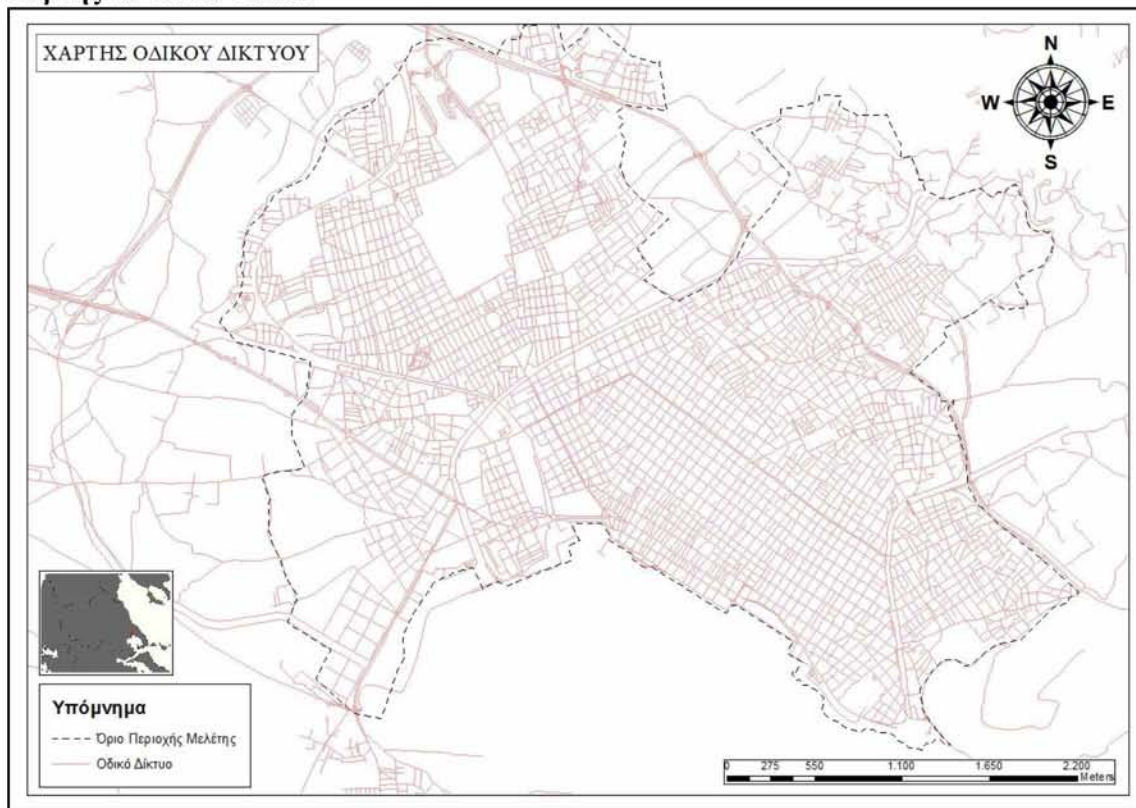


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, ArcGIS 10.2.2

4.3.3 Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά (Λειτουργική) Κατηγορία Οδού

Τα χωρικά δεδομένα για τον υπολογισμό της παραμέτρου (όπως αναφέρθηκε προηγουμένως), βασίστηκαν στο οδικό δίκτυο των Ανοιχτών Χωρικών Δεδομένων «Open Street Map» (Βλ. Χάρτη 4.9).

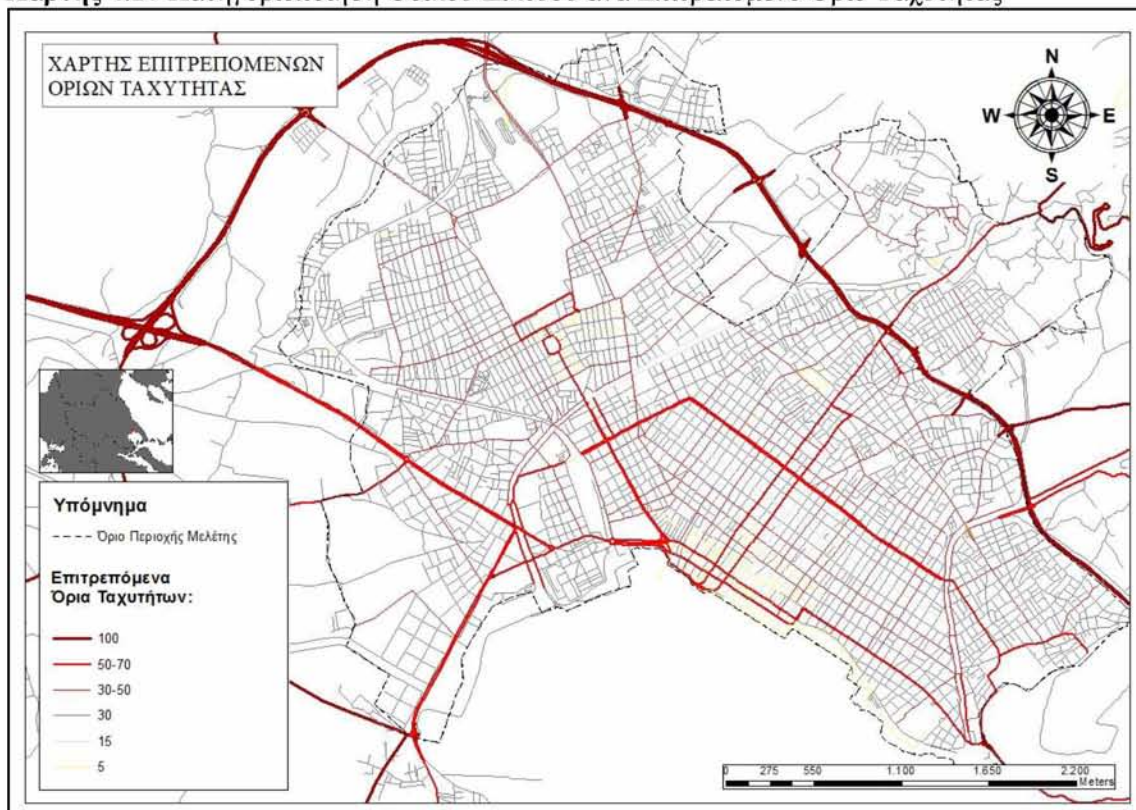
Χάρτης 4.9 Οδικό Δίκτυο



Πηγή: Open Street Map

Σε πρώτη φάση το διανυσματικό αρχείο του οδικού δικτύου, κατηγοριοποιήθηκε σύμφωνα με το επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας της κάθε οδού (Βλ. Χάρτη 4.10).

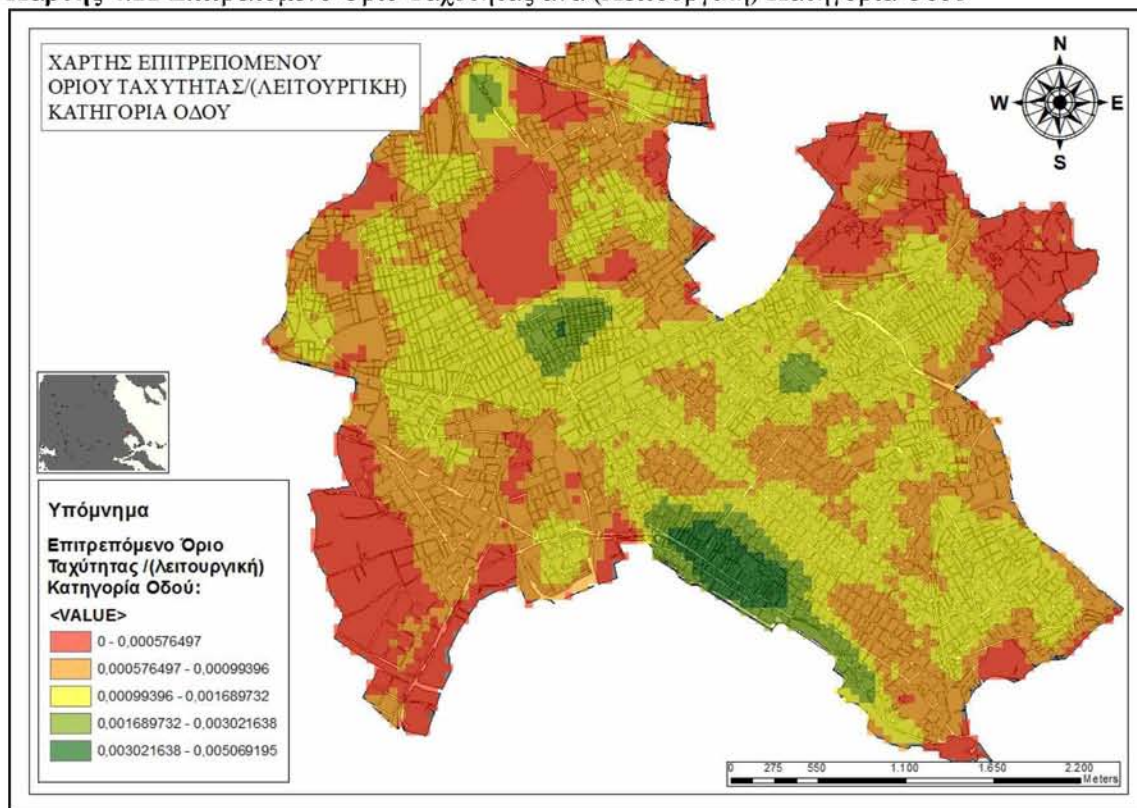
Χάρτης 4.10 Κατηγοριοποίηση Οδικού Δικτύου ανά Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Βάσει του κατηγοριοποιημένου διανυσματικού αρχείου, υπολογίστηκε παράμετρος χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση «Line Density» (Spatial Analyst Tools > Density > Density Line),(Βλ. Κεφάλαιο 2). Το αποτέλεσμα της διαδικασίας απεικονίζεται στον Χάρτη 4.11.

Χάρτης 4.11 Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά (Λειτουργική) Κατηγορία Οδού



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, ArcGIS 10.2.2

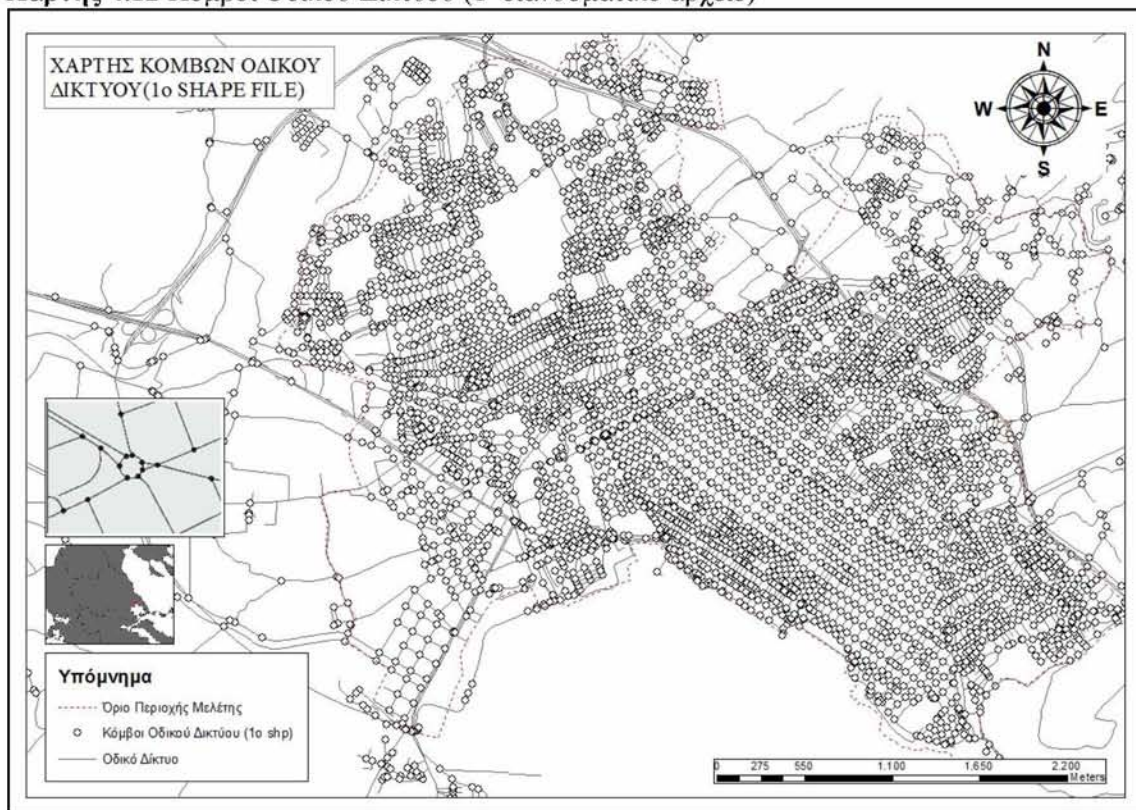
Ο υπολογισμός της πυκνότητας έγινε ορίζοντας μέγεθος pixels 50*50μ., ζώνη 150τ.μ. και το όριο περιοχής μελέτης.

Ωστόσο σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι ο υπολογισμός της παραμέτρου υπολογίστηκε στάδιο χρησιμοποιώντας το κλάσμα 1/ Επιτρεπόμενο Όριο Ταχυτήτων και όχι το επιτρεπόμενο όριο ταχυτήτων. Ο λόγος της αντιστροφής θεωρήθηκε απαραίτητος προκειμένου να το αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας να δώσει στην παράμετρο θετική συμβολή στον δείκτη. Ωστόσο πρέπει να τονιστεί ακόμα ότι η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε μόνο για την συγκεκριμένη παράμετρο αρνητικής συμβολής και όχι για όλες.

4.3.4 Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου

Τα χωρικά δεδομένα που χρειάστηκαν για να υπολογιστεί η τρέχουσα παράμετρος αφορούσαν στο διανυσματικό αρχείο του οδικού δικτύου (Βλ. Χάρτη 4.9), στο οποίο εφαρμόστηκε «Intersect» (Geoprocessing > Intersect), ώστε να υπολογιστεί το 1^ο διανυσματικό αρχείο των κόμβων (Βλ. Χάρτης 4.12).

Χάρτης 4.12 Κόμβοι Οδικού Δικτύου (1^ο διανυσματικό αρχείο)

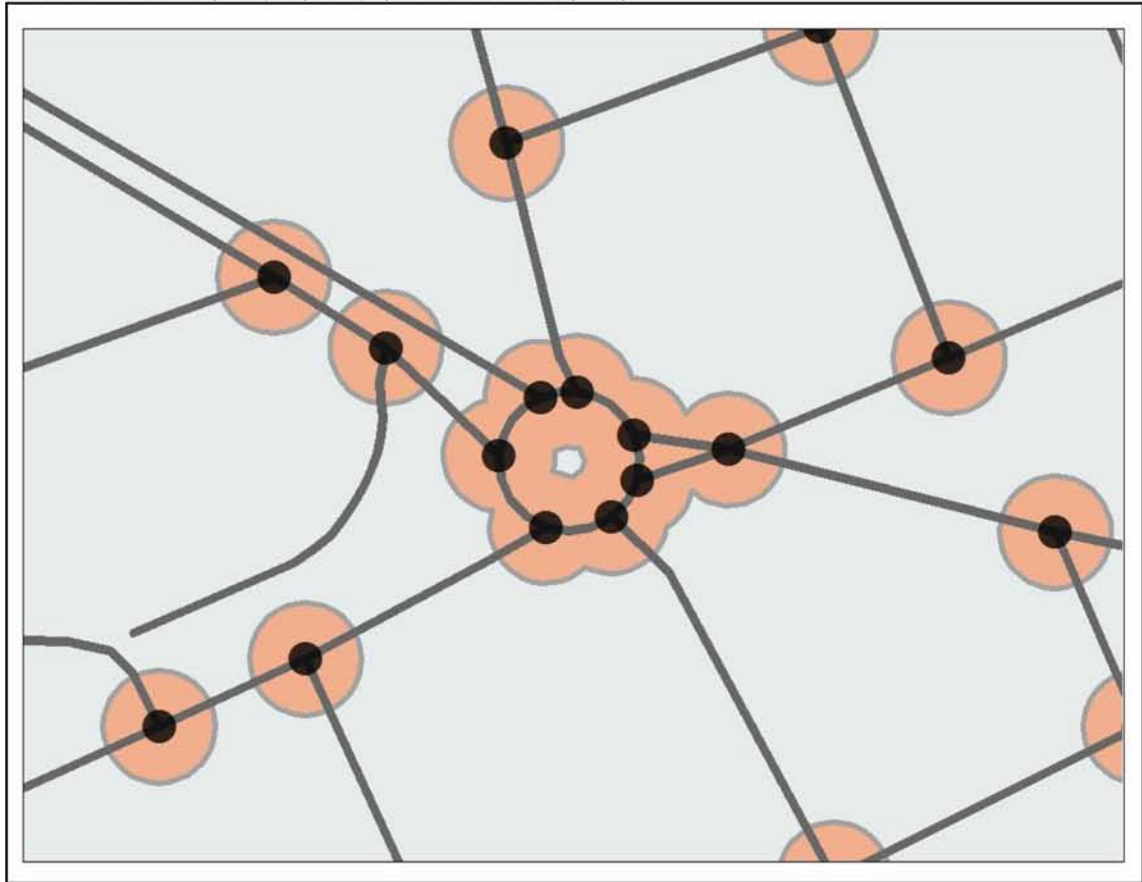


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Ωστόσο το αποτέλεσμα από την παραπάνω διαδικασία, αντιμετωπίζει ένα βασικό λάθος, το οποίο σχετίζεται με τον σχεδιασμό του οδικού δικτύου (D' Sousa et al., 2007). Σύμφωνα με τον προηγούμενο χάρτη και την εικόνα που απεικονίζονται ταυτόχρονα, παρουσιάζεται μια περίπτωση λανθασμένου κόμβου. Συγκεκριμένα αντί για έναν κόμβο απεικονίζονται επτά.

Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος δημιουργήθηκαν ζώνες 10μ γύρω από τα λανθασμένα σημεία κόμβων (Analysis Tools > Proximity > Buffer), (Βλ. Εικόνα 4.2).

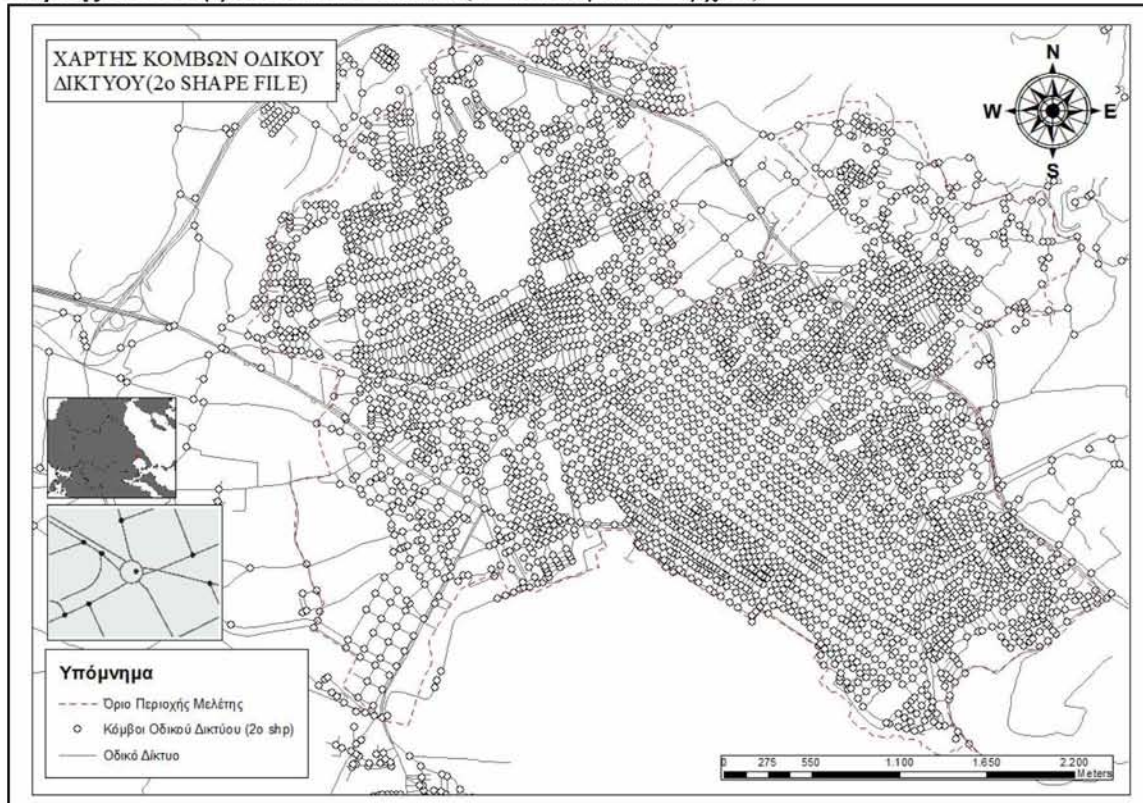
Εικόνα 4.3 Ζώνες 10 μέτρων γύρω από του κόμβους



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, ArcGIS 10.2.2

Στην συνέχεια το διανυσματικό αρχείο των ζωνών μετατράπηκε από πολύγωνα (polygon) σε σημεία (points) (System Toolboxes > Data Management Tools > Features > Feature To Points). Το διορθωμένο διανυσματικό αρχείο των κόμβων παρουσιάζεται παράλληλα με το αντίστοιχο παράδειγμα κόμβου στον Χάρτη 4.13 .

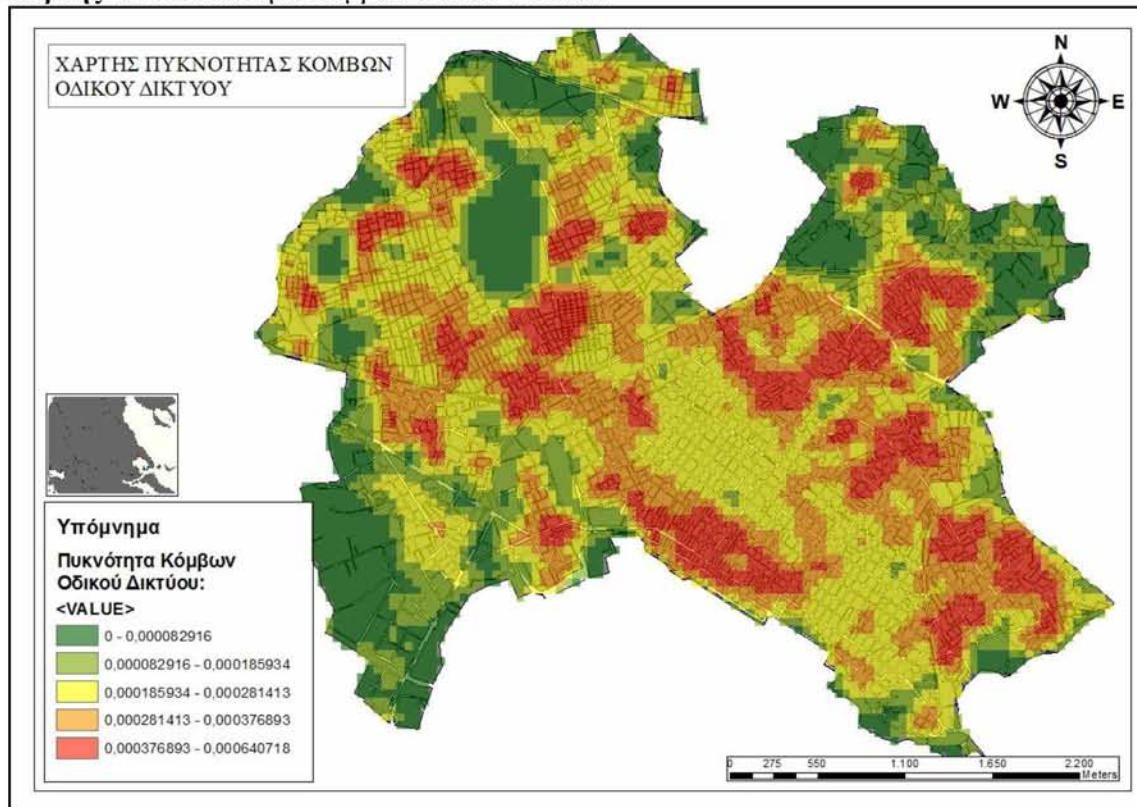
Χάρτης 4.13 Κόμβοι Οδικού Δικτύου (2^ο διανυσματικό αρχείο)



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Στο 2^ο διανυσματικό αρχείο εφαρμόστηκε η συνάρτηση «Kernel Density» (Spatial Analyst Tools > Density > Kernel Density), στην οποία ορίστηκε μέγεθος pixels 50*50μ., ζώνη 150τ.μ. και το όριο περιοχής μελέτης (Βλ. Χάρτη 4.14).

Χάρτης 4.14 Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου

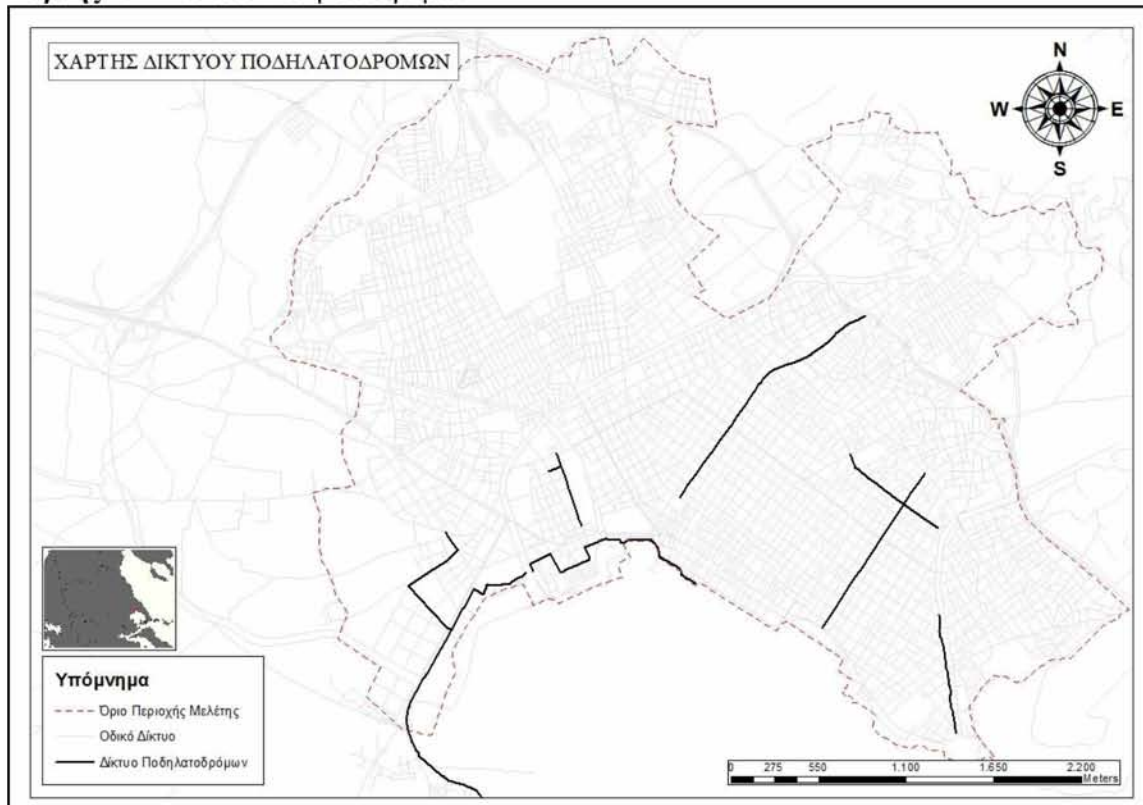


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

4.3.5 Πυκνότητας Δικτύου Ποδηλατοδρόμων

Τα χωρικά δεδομένα στα οποία βασίστηκε η διαδικασία υπολογισμού της πυκνότητας ποδηλατοδρόμων, αφορούσε στο δίκτυο ποδηλατοδρόμων της ηλεκτρονικής σελίδας Ανοιχτών Χωρικών Δεδομένων «Open Street Map». Στην συνέχεια με τον Χάρτη 4.15 παρουσιάζεται το διανυσματικό αρχείο του δικτύου ποδηλατοδρόμων που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της παραμέτρου.

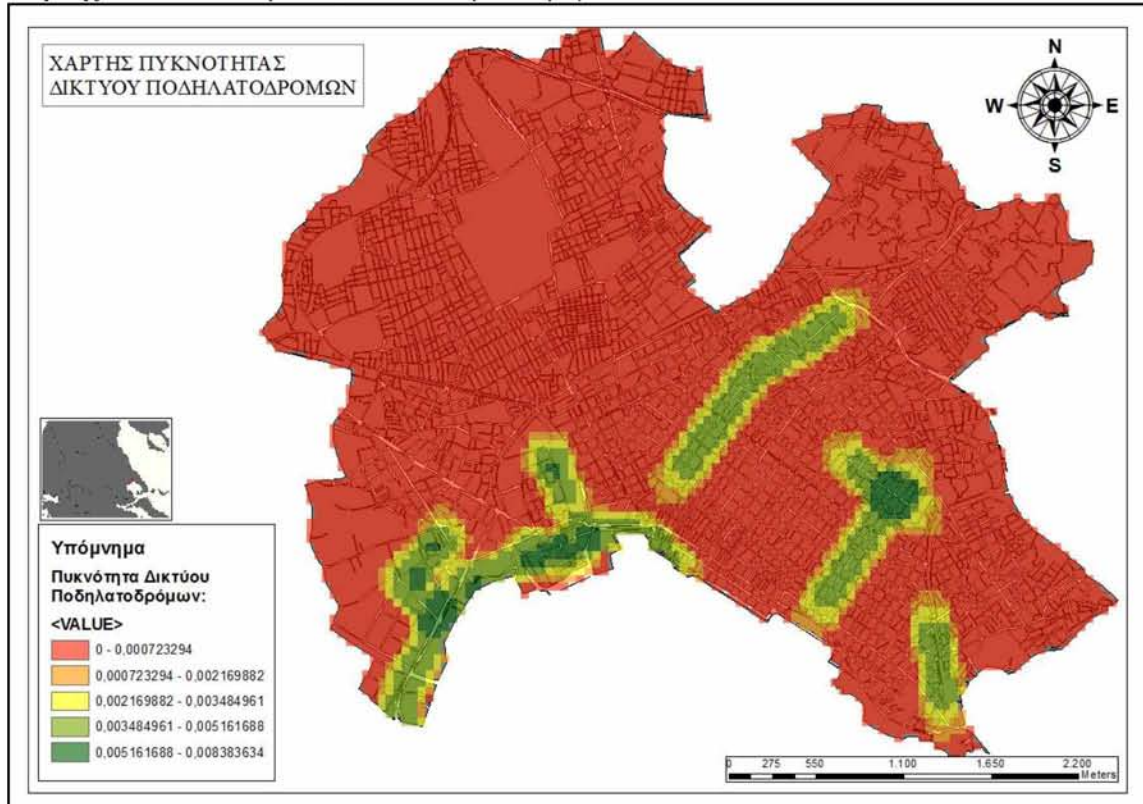
Χάρτης 4.15 Δίκτυο Ποδηλατοδρόμων



Πηγή: Open Street Map, Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Έπειτα, για τον υπολογισμό της παραμέτρου χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση «Line Density» (Spatial Analyst Tools > Density > Line Density), στην οποία ορίστηκε μέγεθος pixel 50*50μ., ζώνη 150τ.μ. και όριο της περιοχής μελέτης. Τα αποτελέσματα από τη παραπάνω διαδικασία απεικονίζονται στον Χάρτη 4.16.

Χάρτης 4.16 Πυκνότητα Δικτύου Ποδηλατοδρόμων

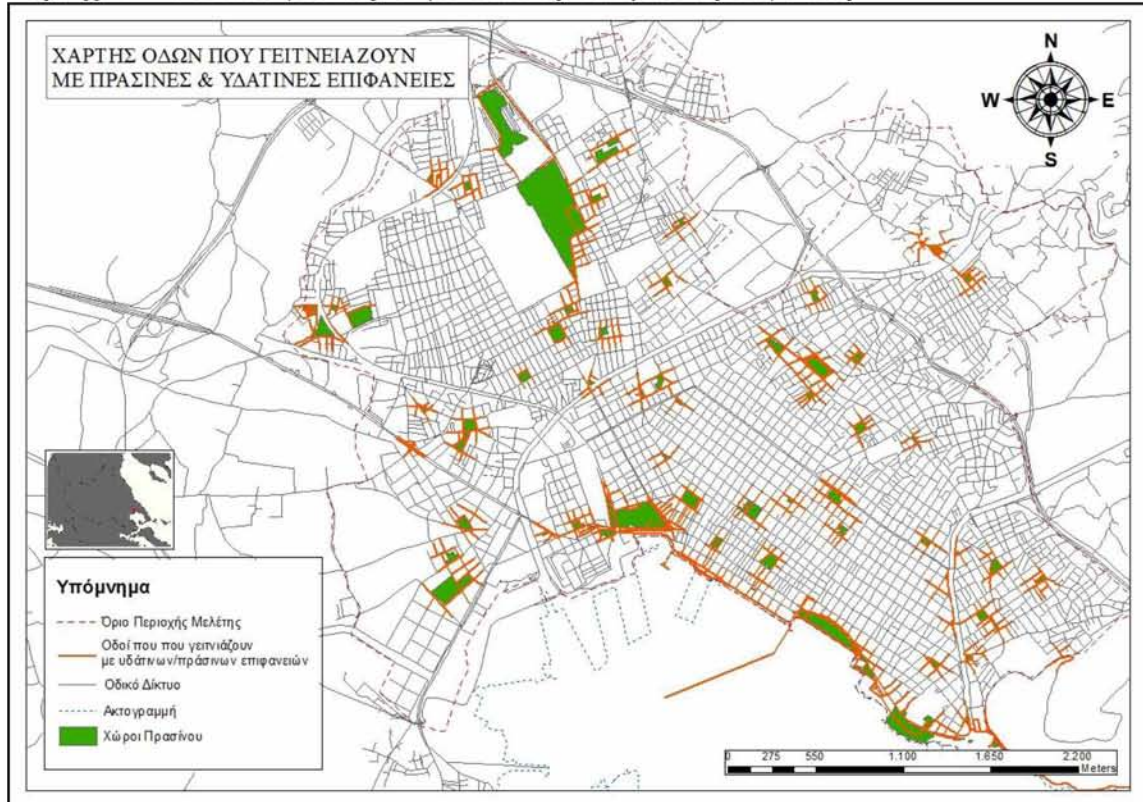


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

4.3.6 Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες

Τα χωρικά δεδομένα που χρειάστηκαν ώστε να δημιουργηθεί το διανυσματικό αρχείο των οδών που βρίσκονται σε εγγύτητα με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες είναι τα εξής: οδικό δίκτυο, ακτογραμμή και χώροι πρασίνου, τα οποία ανακτήθηκαν από τον ηλεκτρονικό ιστότοπο των Ανοιχτών Χωρικών Δεδομένων «Open Street» (Βλ. Χάρτη 4.17).

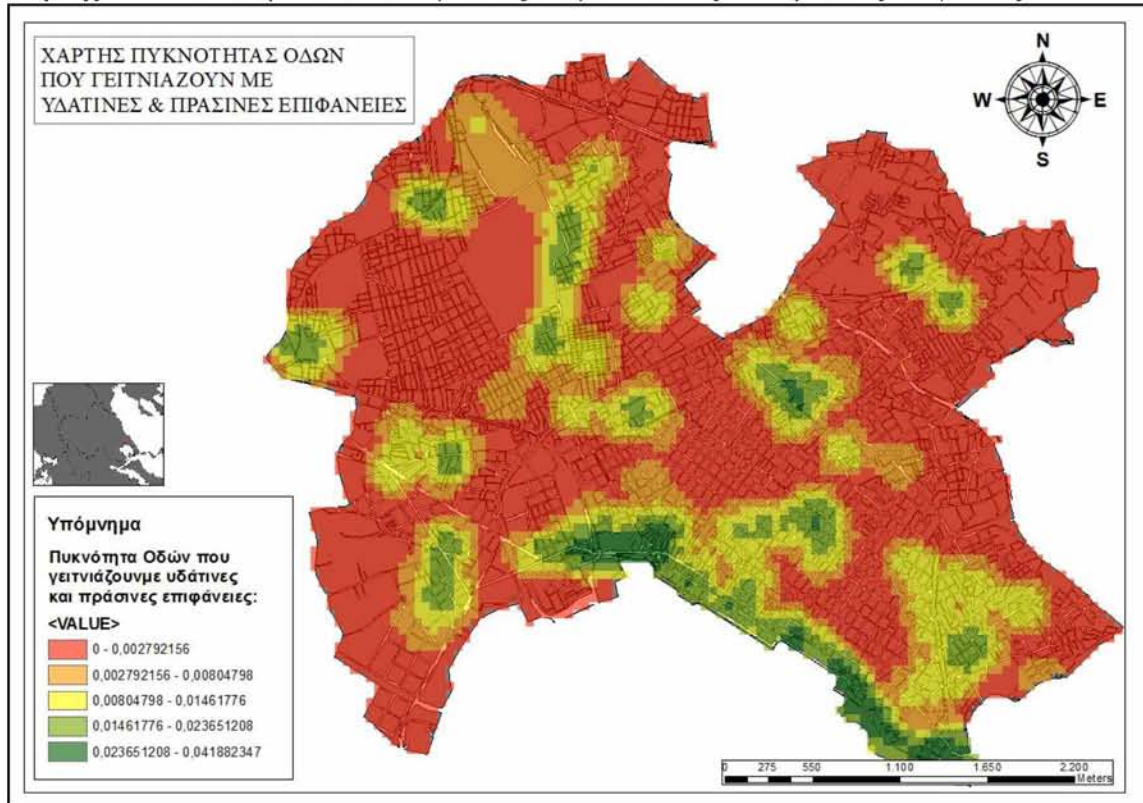
Χάρτης 4.17 Οδοί που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Ο υπολογισμός της παραμέτρου ολοκληρώθηκε με την συνάρτηση «Density Line», εφαρμόζοντας τα εξής βήματα: Spatial Analyst Tools > Density > Density Line και ορίζοντας μέγεθος pixels 50*50μ., ζώνη 150τ.μ. και το όριο της περιοχής μελέτης, (Βλ. Χάρτη 4.18).

Χάρτης 4.18 Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με Υδάτινες και Πράσινες Επιφάνειες

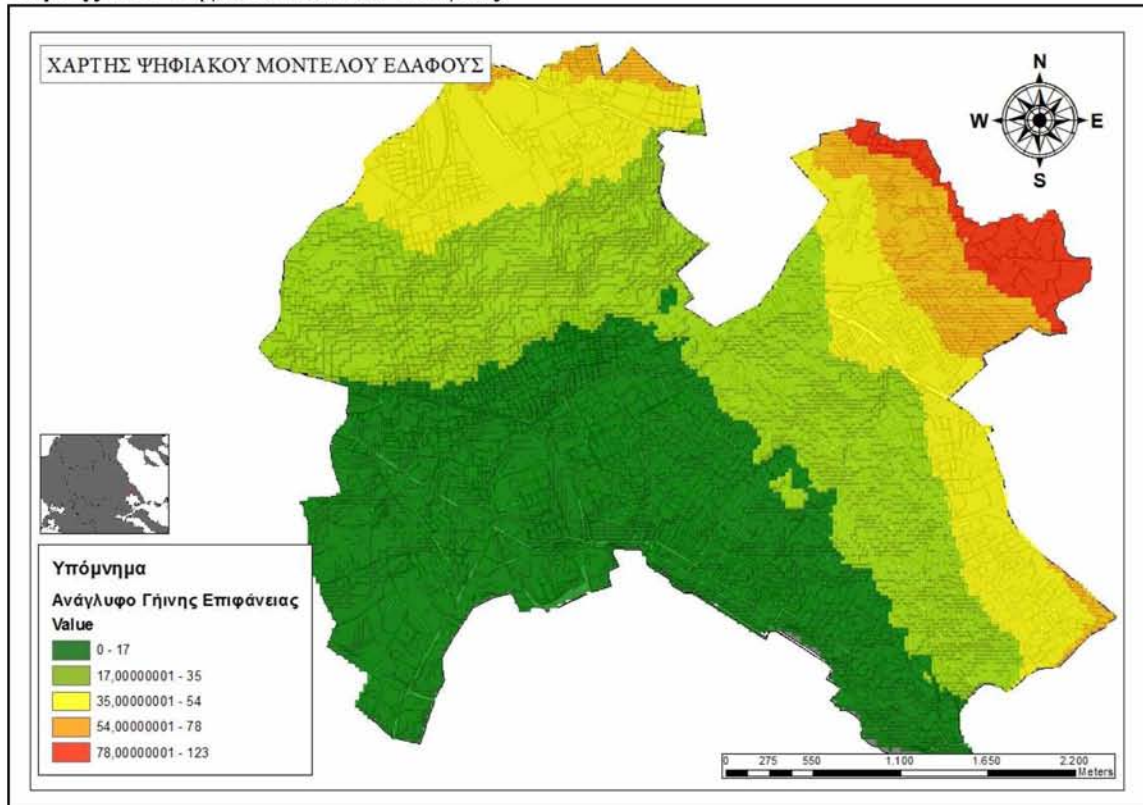


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

4.3.7 Κλίση Εδάφους

Ο υπολογισμός της παραμέτρου πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το ψηφιακό μοντέλο εδάφους DEM, το οποίο ανακτήθηκε από τη διαδικτυακή σελίδα της «Earth Explorer» (Βλ. Χάρτη 4.19).

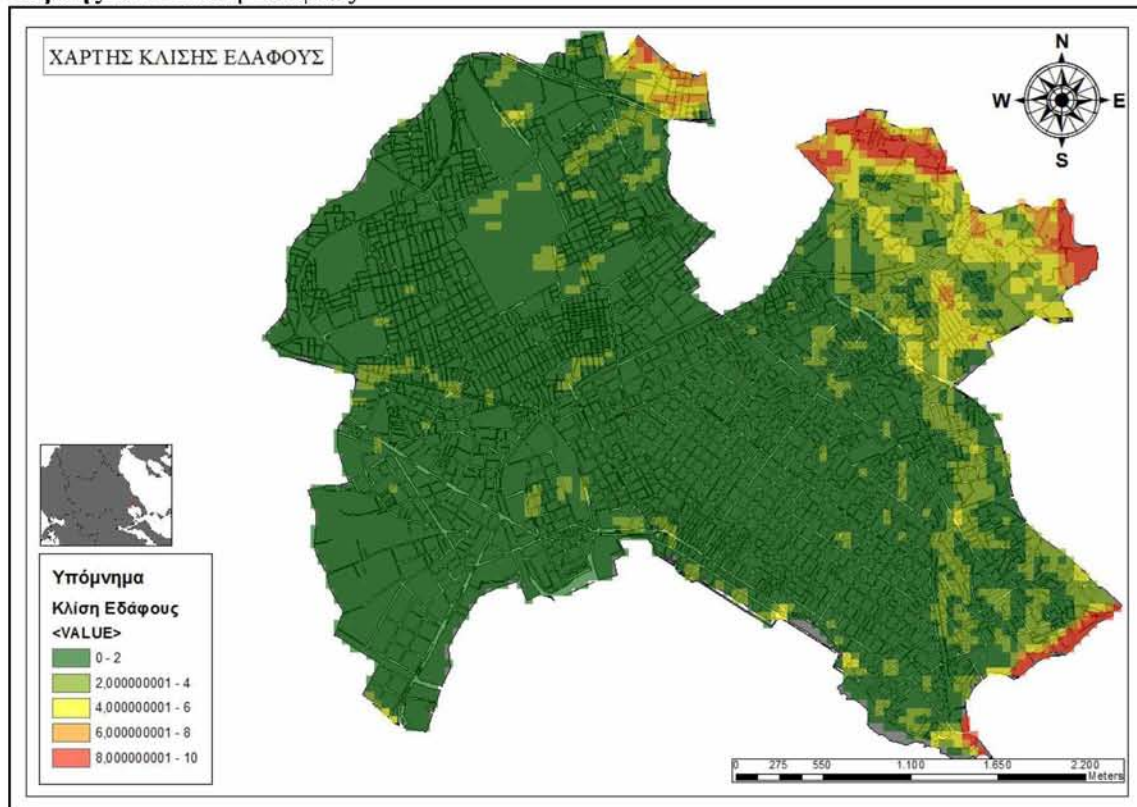
Χάρτης 4.19 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Για την διαδικασία υπολογισμού των ποσοστών κλίσης εδάφους, εφαρμόστηκε το εργαλείο «Slope» (Spatial Analyst Tools > Surface > Slope), όπου ορίστηκαν το μέγεθος των pixels 50*50μ. και το όριο της περιοχής μελέτης (Βλ. Χάρτη 4.20).

Χάρτης 4.20 Κλίση Εδάφους



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

4.4. Κανονικοποίηση Παραμέτρων

Η τρέχουσα ενότητα περιγράφει τις απαιτούμενες διαδικασίες πριν τον υπολογισμό του δείκτη. Με τη κανονικοποίηση των δεδομένων αντιστοιχίζονται οι τιμές τις κάθε παραμέτρου με τιμές συνεχούς κλίμακας (1-10). Στην προκειμένη περίπτωση η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το εργαλείο «Rescale by Function», (Spatial Analyst Tools > Reclass > Rescale by Function), το οποίο χρησιμοποιεί για την αντιστοίχιση μια μαθηματική συνάρτηση. Συγκεκριμένα, αυτή που επιλέχθηκε είναι η «MSLarge», η οποία μετατρέπει τις τιμές εισόδου σύμφωνα με τη μέση και τυπική απόκλιση, δίνοντας έμφαση στις τιμές τις εικόνες που είναι μεγαλύτερες.

Η συνάρτηση περιγράφεται στη συνέχεια:

$$u(x) = 1 - (b * s) / (x - (a * m) + (b * s)),$$

m = ο μέσος όρος,

s = η τυπική απόκλιση,

a = ο πολλαπλασιαστής του μέσου όρου και

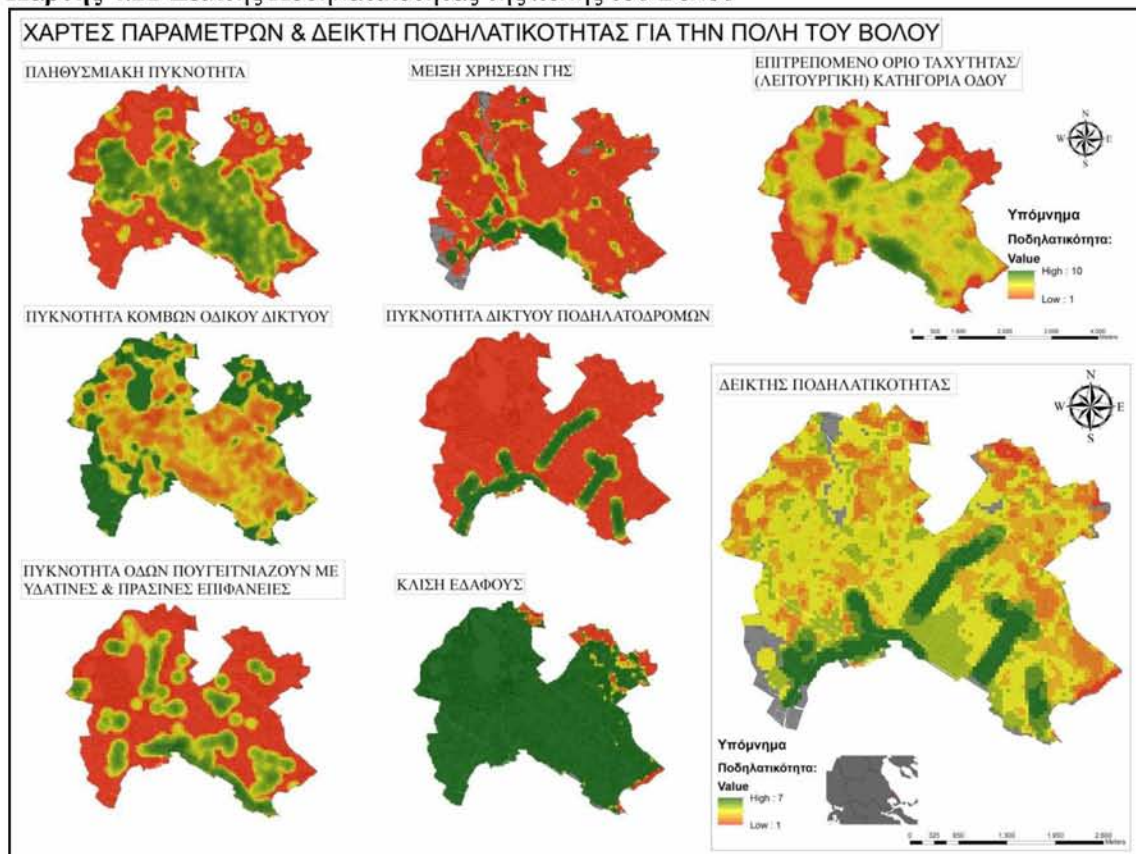
b = ο πολλαπλασιαστής της τυπικής απόκλισης, όπου οι πολλαπλασιαστές a και b είναι παράμετροι εισόδου.

Βασιζόμενοι ωστόσο στην μεθοδολογία που προηγήθηκε στο Κεφάλαιο 2, η συμβολή της κάθε παραμέτρου διαφέρει, επομένως να γίνει εναρμονισμός μετατρέποντας τις παραμέτρους αρνητικής συμβολής σε θετικής. Έτσι περίπτωση της θετικής συμβολής, ορίστηκαν τιμές συνεχούς κλίμακας από 1 έως 10. Αντίθετα στην περίπτωση της αρνητικής συμβολής, ορίστηκαν τιμές συνεχούς κλίμακας από 10 έως 1. Έπειτα από την διαδικασία κανονικοποίησης, υπολογίστηκε η συνάρτηση σταθμισμένη συνάρτηση που περιγράφεται στην συνέχεια:

Δείκτης Ποδηλατικότητας = (Πυκνότητα Πληθυσμού*0.07) + (Μείξη Χρήσεων Γης*0.1) + (Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά Κατηγορία Οδού*0.13) + (Πυκνότητα Κόμβων Οδικού Δικτύου*0.17) + (Πυκνότητα Ποδηλατοδρόμων*0.19) + (Πυκνότητα Οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφάνειες*0.14) + Κλίση Εδάφους*0.2)

Στοχεύοντας σε επόμενο στάδιο την ερμηνεία των τιμών του δείκτη πραγματοποιήθηκε επαναταξινόμηση σε συνεχή κλίμακα από 1 έως 7 εφαρμόζοντας το εργαλείο Reclassify (Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify). Τα αποτελέσματα από τις διαδικασίες απεικονίζονται στον Χάρτη 4.21.

Χάρτης 4.21 Δείκτης Ποδηλατικότητας της πόλης του Βόλου



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

4.5 Συμπεράσματα

Σκοπός του κεφαλαίου αποτέλεσε ο υπολογισμός του δείκτη για την πόλη του Βόλου, ο οποίος επιτεύχθηκε σε δυο φάσεις. Η έναρξη έγινε με τον υπολογισμό των παραμέτρων και η ολοκλήρωση με την κανονικοποίηση αυτών και τον υπολογισμό της σταθμισμένης συνάρτησης. Οι διαδικασίες χωρικής ανάλυσης που περιγράφηκαν στο τρέχον κεφάλαιο προέκυψαν ύστερα από επαναλαμβανόμενους υπολογισμούς που διήρκησαν καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Ωστόσο οι αδυναμίες που διαπιστώνονται με την ολοκλήρωση του παρόντος αποτελούν προϊόντα τόσο της μεθοδολογίας όσο και της εφαρμογής. Στοχεύοντας λοιπόν στην βελτιστοποίηση του δείκτη σε επόμενο στάδιο έρευνας, συνίσταται η χρήση ενημερωμένων δεδομένων όταν αυτά είναι διαθέσιμα και ο υπολογισμός του δείκτη σε pixels μικρότερου μεγέθους.

Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα Δείκτη

5.1 Εισαγωγή

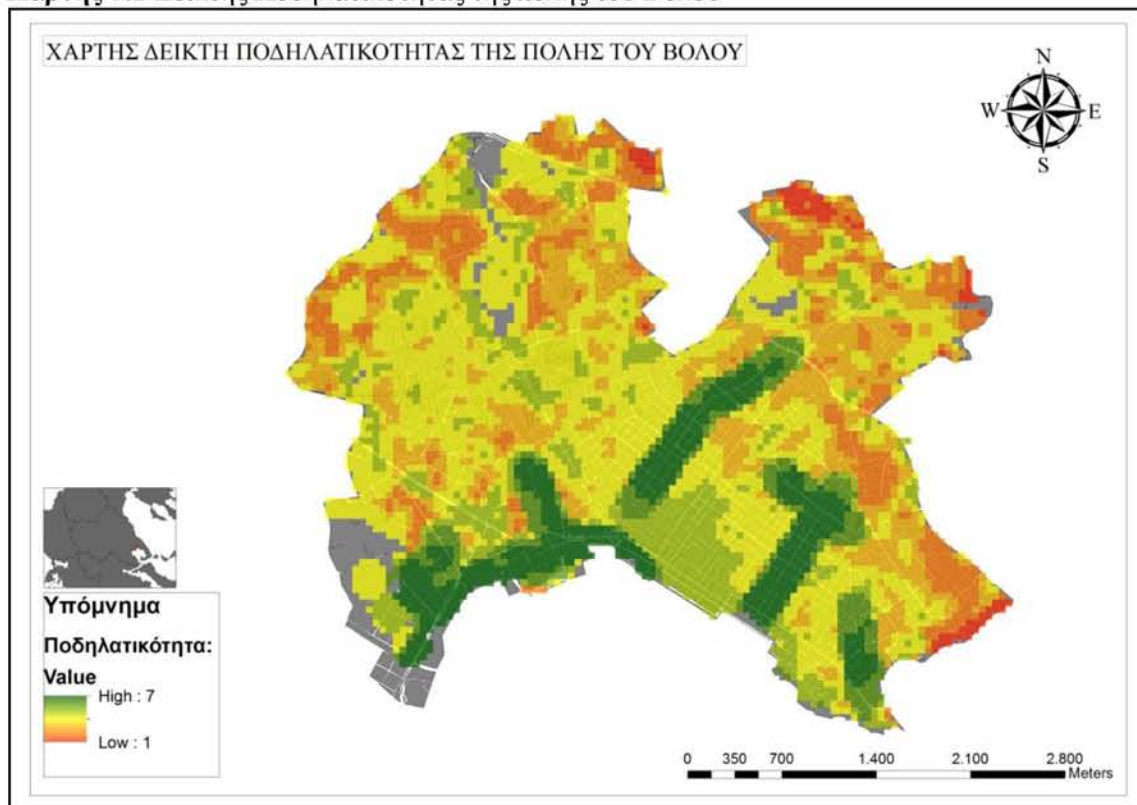
Στο κεφάλαιο αυτό ερμηνεύεται ο δείκτης, αναλύοντας τα αποτελέσματα αυτού σε δύο φάσεις οι οποίες αφορούν στην ποδηλατικότητα τόσο του Βόλου όσο και των επιμέρους περιοχών του Βόλου και της Ν. Ιωνίας. Στόχοι της διάκρισης αυτής αποτελούν η συγκέντρωση αναλυτικότερων συμπερασμάτων αλλά και η σύγκριση των επιπέδων ποδηλατικότητας των δύο περιοχών.

5.2 Ποδηλατικότητα της Πόλης του Βόλου

Τα συμπεράσματα για την πόλη του Βόλου διακρίνονται με βάση τις παραμέτρους και τον δείκτη και στηρίζονται στον Χάρτη 4.21. Αναφορικά με την ποδηλατικότητα της κάθε παραμέτρου, παρατηρείται ότι η παράμετρος με την μεγαλύτερη επιφάνεια σε υψηλά επίπεδα ποδηλατικότητας είναι αυτή της κλίσης εδάφους. Επόμενη παράμετρος που χαρακτηρίζει την πόλη φιλική για μετακινήσεις με το ποδήλατο είναι η πληθυσμιακή πυκνότητα, δίνοντας στο κέντρο της υψηλές τιμές ποδηλατικότητας ενώ στα όρια της χαμηλές. Στη συνέχεια, μέτρια σε επίπεδο ποδηλατικότητας χαρακτηρίζουν τον Βόλο οι παράμετροι της ταχύτητας και της πυκνότητας κόμβων, οι οποίες εξαιρούν με χαμηλές ή υψηλές τιμές ποδηλατικότητας ορισμένα κελύφη του κέντρου και περιοχές πλησίον των ορίων του. Παράλληλα χαμηλή σε ποδηλατικότητα αξιολογούν την περιοχή μελέτης οι παράμετροι της πυκνότητας ποδηλατοδρόμων, της μείξης χρήσεων γης και της πυκνότητας των οδών που γειτνιάζουν και υδάτινες και πράσινες επιφάνειες. Ωστόσο εξαιρέσεις στο επίπεδο ποδηλατικότητας αυτών, αποτελούν οι υψηλές τιμές που εντοπίζονται πλησίον του παραλιακού μετώπου και κατά μήκος των βασικών οδικών αξόνων.

Σχετικά με το συμπέρασμα που απορρέει από τον δείκτη, για την Βόλο, είναι ότι πόλη στο σύνολο της είναι μέτριας ποδηλατικότητας (Βλ. Χάρτη 5.1). Παρά το γεγονός αυτό παρατηρούνται υψηλές τιμές οι οποίες συγκεντρώνονται κατά μήκος των ποδηλατικών διαδρομών και του πολεοδομικό κέντρο της πόλης ενώ χαμηλά επίπεδα συναντώνται περιμετρικά αυτής.

Παρά των όσων αναφέρθηκαν δεν μπορεί να διεξαχθεί με απόλυτη σαφήνεια συμπέρασμα για την ποδηλατικότητα της Πόλης του Βόλου για αυτό και στην συνέχεια οι τιμές των επιπέδων ποδηλατικότητας θα αναλυθούν εκτενέστερα.

Χάρτης 5.1 Δείκτης Ποδηλατικότητας της πόλης του Βόλου

Ιδία Επεξεργασία ArcGIS 10.2.2

Αναλυτικά στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζεται η συνολική επιφάνεια ανά επίπεδο ποδηλατικότητας.

Πίνακας 5.1 Εμβαδόν Επιφάνειας ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας

Επίπεδο Ποδηλατικότητας της πόλης του Βόλου	Πλήθος Pixels	Εμβαδόν(τ.μ.)	Ποσοστό
1	77	192500	1,4%
2	607	1517500	11,2%
3	1114	2785000	20,5%
4	2058	5145000	37,9%
5	704	1760000	13,0%
6	317	792500	5,8%
7	555	1387500	10,2%
Σύνολο	5432	13580000	100,0%

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία Excel

Βασίζοντας την ερμηνεία στα δεδομένα του πίνακα αλλά και στο Γράφημα 5.1, συμπεραίνεται ότι τα επίπεδα ποδηλατικότητας με τα μεγαλύτερα ποσοστά επιφάνειας είναι το 4^ο, το 3^ο και το 5^ο με αντίστοιχα ποσοστά 37,9%, 20,5% και 13%. Στην σειρά ακολουθούν το 2^ο, το 7^ο και το 6^ο επίπεδο με αντίστοιχα ποσοστά 11%, 10,2 % και 5,8%. Τελευταίο ποσοστό αποτελεί εκείνο του 1^{ου} επιπέδου με ποσοστό 1,4 %.

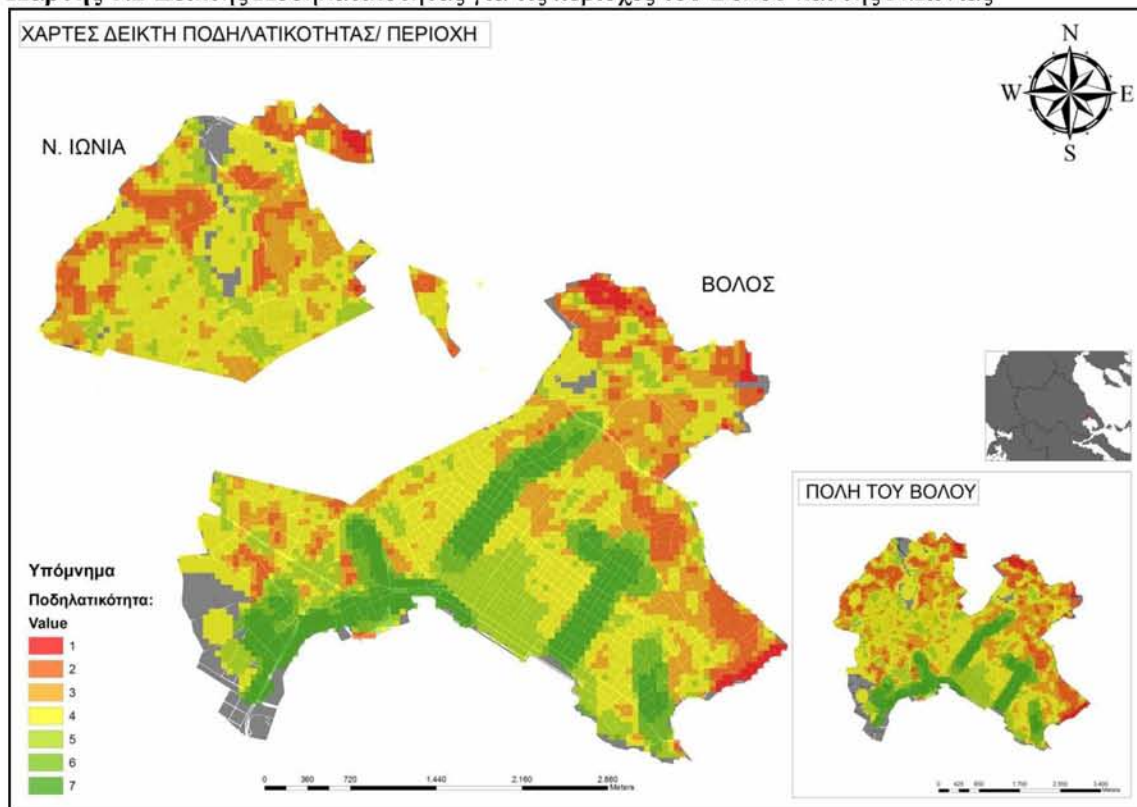
Γράφημα 5.1 Ποσοστό Εμβαδού ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για την πόλη του Βόλου

Πηγή: Ιδία ΕπεξεργασίαExcel

Παρόλα αυτά δεν έχει προσδιοριστεί με σαφήνεια η ποδηλατικότητα της περιοχής. Έτσι λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψη ότι το 4^ο επίπεδο αποτελεί τη μέση ποδηλατική τιμή που διαχωρίζει τις περισσότερες ποδηλατήσιμες από τις λιγότερες, εξάγεται ότι το σύνολο των ποσοστών κάτω από το μέσο επίπεδο είναι μεγαλύτερο από το σύνολο των ποσοστών πάνω από αυτό (33,1% και 29% αντίστοιχα). Η διαφορά μεταξύ των δύο συνόλων ωστόσο δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη (3,9%), διότι το μεγαλύτερο ποσοστό του συνόλου συγκεντρώνεται στο 4^ο επίπεδο, το οποίο χαρακτηρίζει με σαφήνεια ότι το σύνολο της περιοχής μελέτης είναι μέτριο ποδηλατικότητας. Βάσει όσων ειπώθηκαν συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των περιοχών αντιστοιχεί σε περιοχές μέτριας και χαμηλής ποδηλατικότητας, χαρακτηρίζοντας μέτρια προς χαμηλή την πόλη του Βόλου σε φιλικότητα για μετακινήσεις με ποδήλατο.

5.2 Ποδηλατικότητα περιοχών Βόλου και Ν. Ιωνίας

Στόχος της ενότητας αποτελεί η σύγκριση των επιπέδων ποδηλατικότητας του Βόλου και της Ν. Ιωνίας. Η ανάλυση των δεδομένων ωστόσο θα εστιάσει και στις δύο ζώνες εντός της περιοχή μελέτης οι οποίες απεικονίζονται στον Χάρτη 5.2 .

Χάρτης 5.2 Δείκτης Ποδηλατικότητας για τις περιοχές του Βόλου και της Ν.Ιωνίας

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, ArcGIS 10.2.2

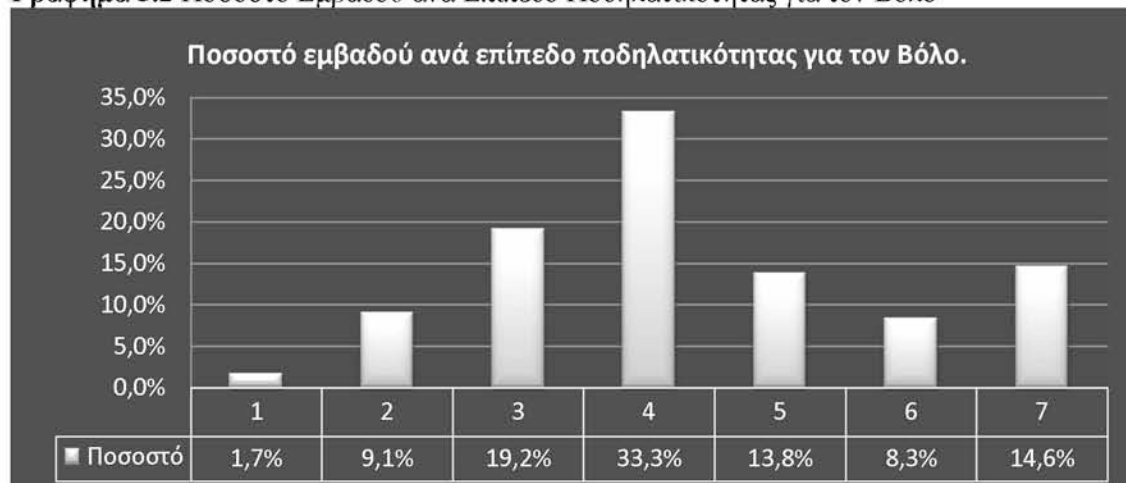
Για τον Βόλο, στη συνέχεια παρουσιάζονται το εμβαδόν και τα ποσοστά επιφάνειας ανά επίπεδο ποδηλατικότητας στο σύνολο του Βόλου, (Βλ. Πίνακα και Γράφημα 5.2).

Πίνακας 5.2 Εμβαδόν Επιφάνειας ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για τον Βόλο

Επίπεδα ποδηλατικότητας Βόλου	Πλήθος Pixels	Εμβαδόν (τ.μ.)	Ποσοστό
1	64	160000	1,7%
2	344	860000	9,1%
3	727	1817500	19,2%
4	1261	3152500	33,3%
5	525	1312500	13,8%
6	316	790000	8,3%
7	555	1387500	14,6%
Σύνολο	3792	9480000	100,0%

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία Excel

Για τον Βόλο, το μεγαλύτερο ποσοστό επιφάνειας ανήκει στο 4^ο επίπεδο ποδηλατικότητας (33,3%). Στη συνέχεια ακολουθούν, το 3^ο επίπεδο με 19,2% το 7^ο επίπεδο με 14,6%, το 5^ο με 13,8% και το 2^ο με 9,1%. Τα επίπεδα με τα μικρότερα ποσοστά επιφάνειας είναι το 6^ο και το 1^ο με αντίστοιχα ποσοστά 8,3% και 1.7%.

Γράφημα 5.2 Ποσοστό Εμβαδού ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για τον Βόλο

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, Excel

Ωστόσο όσα προηγήθηκαν δεν συντελούν ώστε να κατανοηθεί πλήρως η ποδηλατικότητα του Βόλου. Έτσι χρειάζεται να γίνει σύνδεση αυτών με την λογική της προηγούμενης ενότητας λαμβάνοντας υπόψη ότι το 4^ο επίπεδο αποτελεί το μέσο επίπεδο ποδηλατικότητας. Δεδομένης αυτής, καταλήγουμε σε ότι το σύνολο των ποσοστών κάτω από το μέσο επίπεδο είναι μικρότερο από το σύνολο των ποσοστών πάνω από αυτό, με ποσοστά 29,8% και 36% αντίστοιχα. Η διαφορά μεταξύ των συνόλων ανέρχεται σε ποσοστό 6,2% που σε συνδυασμό με το ποσοστό επιφάνειας του 4^{ου} επιπέδου, συντελεί στο συμπέρασμα ότι η περιοχή του Βόλου είναι μέτρια προς υψηλή σε ποδηλατικότητα. Να συμπληρωθεί ότι το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με το επίπεδο ποδηλατικότητας της περιοχής μελέτης.

Συνεχίζοντας για την περιοχή της Ν. Ιωνίας, η οποία προσδιορίζεται με την συμβολή του Χάρτη 5.2, αντίστοιχα τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται προκειμένου να ερμηνευθεί ο δείκτης για την Ν. Ιωνία αναφέρονται στον κάτωθι Πίνακα 5.3 και Γράφημα 5.3.

Πίνακας 5.3 Εμβαδόν Επιφάνειας ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για την Ν. Ιωνίας

Επίπεδα ποδηλατικότητας Ν. Ιωνίας	Πλήθος Pixels	Εμβαδόν (τ.μ.)	Ποσοστό
1	13	32500	0,8%
2	263	657500	16,0%
3	387	967500	23,6%
4	797	1992500	48,6%
5	179	447500	10,9%
6	1	2500	0,1%
7	0	0	0,0%
Σύνολο	1640	4100000	100,0%

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία Excel

Έτσι λοιπόν, στη Ν. Ιωνία, τα μεγαλύτερα ποσοστά επιφανειών συγκεντρώνονται στο 4^ο, 3^ο και 2^ο επίπεδο ποδηλατικότητα με ποσοστά αντίστοιχα 48%, 23% και 16%. Έπειτα ακολουθεί το 5^ο με 16%, το 1^ο με 0,8%, το 6^ο και το 7^ο με μηδενικές επιφάνειες. Σημαντική παρατήρηση για την Ν. Ιωνία είναι ότι δεν παρουσιάζει καμία περιοχή η οποία να έχει τιμές του μέγιστου επίπεδου ποδηλατικότητας (6^ο και 7^ο επίπεδο).

Γράφημα 5.3 Ποσοστό Εμβαδού ανά Επίπεδο Ποδηλατικότητας για την Ν. Ιωνία



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, Excel

Αντίστοιχα στη Ν. Ιωνία προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των περιοχών αυτής αντιστοιχίζεται στα τέσσερα πρώτα επίπεδα ποδηλατικότητας, καθιστώντας την περιοχή μέτριας και χαμηλής ποδηλατικότητας.

Το συμπέρασμα αυτό εναρμονίζεται με εκείνο της περιοχής μελέτης και συγκρούεται με αυτό για την περιοχή του Βόλου. Έτσι μέσα από τη σύγκριση αυτή κατανοείται ότι η περιοχή του Βόλου δεν αντιπροσωπεύει την εικόνα της περιοχής μελέτης ενώ παράλληλα ότι η Ν. Ιωνία συμβάλει καθοριστικά στην ποδηλατικότητα αυτής, αξιολογώντας την μη φιλική για τις μετακινήσεις με το ποδήλατο.

5.4 Συμπεράσματα

Το τρέχον κεφάλαιο εφαρμόστηκε η μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη ποδηλατικότητας τόσο για σύνολο της περιοχής μελέτης όσο και για τις περιοχές του Βόλου και της Ν. Ιωνίας. Η κύρια παράμετρος που επηρεάζει την ποδηλατικότητα στην πόλη του Βόλου ποδηλατίσιμη είναι η κλίση εδάφους. Αντίθετα οι παράμετροι που έκριναν την περιοχή μελέτης μη φιλική στο μεγαλύτερο μέρος της είναι εκείνες της πυκνότητας ποδηλατοδρόμων, της μείξης χρήσεων και των οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφανείες. Παρόλα αυτά τα συμπεράσματα που εξάγονται τόσο

για το σύνολο της περιοχής όσο και για την περιοχή μελέτης αναφέρουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των περιοχών αυτών αντιστοιχίζεται σε μέτριας προς χαμηλής ποδηλατικότητας. Σε αντιδιαστολή με αυτό, έρχεται το αποτέλεσμα για την περιοχή του Βόλου, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό της περιοχής ανήκει σε μέτρια προς υψηλά επίπεδα ποδηλατικότητας. Παρόλα αυτά η πόλη Βόλου υστερεί σε σχέση με αντίστοιχες ευρωπαϊκές ως προς τη ποδηλατησιμότητα και είναι εξαρτημένη από το αυτοκίνητο, όπως άλλωστε οι περισσότερες μικρές/μεσαίες ελληνικές πόλεις

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Ο προβληματισμός για τη διερεύνηση του αντικειμένου προέκυψε από την αυξανόμενη ανάγκη των αστικών περιοχών να εξομαλύνουν τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές-οικονομικές πιέσεων που αντιμετωπίζουν. Η αστική διάχυση που απορρέει από την πληθυσμιακή αύξηση και ειδικότερα από τις αυξανόμενες ανάγκες του πληθυσμού για περισσότερο χώρο, είναι η βασική αιτία εξάρτησης των πόλεων από το αυτοκίνητο. Το γεγονός αυτό οφείλεται για την υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος (κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατμοσφαιρική ρύπανση, ηχορύπανση) και της δημόσιας υγείας (παχυσαρκία και υπερβολική επιδημία που δεν έχουν ακόμη αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά), (Bartzokas and Fotis, 2016).

Η άμβλυνση των παραπάνω, δύναται να επιτευχθεί μέσω της ενεργού μετακίνησης και συγκεκριμένα μέσω της μετακίνησης με το ποδήλατο, (Handy et al., 2006; Krenn et al., 2015). Ωστόσο, η αποδυνάμωση των μετακινήσεων με ΙΧ και η προώθηση των μετακινήσεων με το ποδήλατο, προϋποθέτει ελκυστικότερες πόλεις προς το ποδήλατο. Η μετάβαση αυτή επιτυγχάνεται με την υλοποίηση και εφαρμογή των Σχεδίων Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας που θέτουν ως θέση του ποδηλάτου την πόλη, (Βλαστός και Μπακογιάννης, 2017).

Η επιτυχής ένταξη του ποδηλάτου στις αστικές περιοχές, απαιτεί την χρήση χωρικών εργαλείων αξιολόγησης της ποδηλατικότητας. Ωστόσο οι δυνατότητες των δεικτών ξεφεύγουν από το πλαίσιο του σχεδιασμού των βιώσιμων αστικών μεταφορών σημαίνοντας ότι αυτοί δεν αποτελούν μόνον εργαλεία λήψης αποφάσεων των ΣΒΑΚ, αλλά αποτελούν και αντικείμενα εκμετάλλευσης εταιριών διαχείρισης ακινήτων για την χωροθέτηση επιχειρήσεων, (Winters et al., 2016). Εκτός αυτών οι δείκτες ποδηλατικότητας αποτελούν εργαλεία μέτρησης της παχυσαρκίας, των καρδιοπαθειών άσθμα κ.ά. (Winters et al., 2013; Trowbridge, 2013). Ενώ παράλληλα χρήσιμα εργαλεία δύναται να αποτελέσουν και για τους ποδηλάτες, οι οποίοι βάσει αυτών μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις μετακινήσεις τους.

Όσον αφορά τα οφέλη που απορρέουν από την ενίσχυση της ποδηλατικότητας μέσω των δεικτών, αυτά συνδέονται με το περιβάλλον, την υγεία και την οικονομία. Ειδικότερα, οι θετικές επιδράσεις από την αύξηση της ποδηλατικότητας, συνδέονται με την μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου και συνεπώς των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, της κυκλοφοριακής συμφόρησης, της ηχορύπανσης κ.α.. Ταυτόχρονα με την αύξηση της ποδηλατικότητας μειώνονται τα επίπεδα της παχυσαρκίας, των καρδιακών

παθήσεων, της κατάθλιψη κ.ά. (Frank et al., 2017). Επιπλέον σημαντικό όφελος λόγω της οικονομικής δυσκαμψίας που διανύεται, είναι η μείωση του κόστους μεταφοράς, (Litman, 2013).

Στόχος της εργασίας της διπλωματικής εργασία αποτελεί, η ανάπτυξη της έννοια της «ποδηλατότητας» (bikeability) μέσω της δημιουργίας ενός σύνθετου αστικού δείκτη με την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) για το Πολεοδομικό Συγκρότημα Βόλου, ο οποίος δύναται να ποσοτικοποιήσει τον βαθμό που μια περιοχή είναι ελκυστική και φιλική προς την μετακίνηση με το ποδήλατο. Έτσι λοιπόν το ερώτημα στο οποίο καλείται να απαντήσει με την ολοκλήρωση της είναι, «αν η πόλη του Βόλου είναι φιλική για την μετακίνηση με το ποδήλατο ή οι μετακινήσεις της εξαρτώνται από το αυτοκίνητο;»

Σημαντική είναι η διαπίστωση σχετικά με τον διαδικτυακό δείκτη «Mercer County Bikeability Map», οποίος αποτελεί το μοναδικό παράδειγμα της ανάλυσης το οποίο επικεντρώνει την αξιολόγηση της ποδηλατικότητας που δεν εφαρμόζεται σε επίπεδο μικρότερο από εκείνο πόλης. Αναφορικά με την σύγκριση των διαδικτυακών δεικτών, απορρέει ότι τα δύο παραδείγματα δεν παρουσιάζουν στο σύνολο τους ομοιότητες. Σε αντίθεση με το αποτέλεσμα αυτό έρχονται τα ερευνητικά παραδείγματα τα οποία έρχονται σε εναρμονισμό. Συνεχίζοντας με τη σύγκριση όλων των δεικτών, διακρίνεται συσχέτιση μεταξύ όλων των δεικτών, εξαιρώντας από αυτήν τον δείκτη «Mercer County Bikeability Map». Επιπλέον μέσα από την σύγκριση παρατηρείται ένα μεγάλο πλήθος παραμέτρων που χρησιμοποιείται προκειμένου να αξιολογηθεί η ποδηλατικότητα μια περιοχής, το οποίο υπολογίζεται στις είκοσι τέσσερις διαφορετικές παραμέτρους με τις παραμέτρους της τοπογραφία και της ποδηλατικής υποδομής συμμετέχουν στους περισσότερους δείκτες.

Επιπλέον, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σύγκριση και η διεξαγωγή των συμπερασμάτων, προέκυψε μέσα από τα στοιχεία των βιβλιογραφικών αναφορών που αναλύονται κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου κεφαλαίου. Ωστόσο, οι ελλείψεις που παρατηρήθηκαν ήταν αρκετές και ελαχιστοποίησαν τα περιθώρια τόσο της ολοκληρωμένης σύγκρισης όσο και της διεξαγωγής περαιτέρω συμπερασμάτων. Ωστόσο το γεγονός αυτό αφαιρεί τη δυνατότητα στο να σχολιαστούν με απόλυτη εγκυρότητα αδυναμίες και σφάλματα των αξιολογήσεων του κάθε δείκτη.

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, διαμορφώθηκε σύμφωνα με την διαθεσιμότητα του χρόνου και των χωρικών δεδομένων. Κεντρικός στόχος της μεθοδολογίας αποτέλεσε η συλλογή ενημερωμένων χωρικών δεδομένων

προκειμένου να αποτυπωθεί με ακρίβεια η υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης. Ο προσδιορισμός των παραμέτρων και των βαρών στις παραμέτρους δείκτη αποτελούν τα δομικά στοιχεία της μεθοδολογίας. Σε πρώτη φάση, αναλύθηκαν οι επτά παράμετροι που λήφθηκαν υπόψη προκειμένου να εκτιμηθεί η φιλικότητα του Βόλου προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο. Η συλλογή των χωρικών δεδομένων προέκυψε από την ΕΛΣΤΑΤ, το «Open Street Map», την «Google Street View» και την «Earth Explorer». Η δεύτερη φάση υπολογίστηκε μέσω έρευνας ερωτηματολογίου, δείχνοντας ότι σημαντικότερες παράμετροι είναι εκείνες της κλίσης εδάφους και της πυκνότητας ποδηλατοδρόμων. Αντίθετα, λιγότερο σημαντικές κρίθηκαν οι παράμετροι της πληθυσμιακής πυκνότητας και της μείξης χρήσεων γης.

Βάσει όσων αναφέρθηκαν από την ανάπτυξη της εν λόγω μεθοδολογίας προκύπτει το συμπέρασμα ότι, δεν ακολουθείται ο απλός εναρμονισμός με της υπόλοιπες που διερευνήθηκαν (Βλ. Κεφάλαιο 2). Η τρέχουσα μεθοδολογία αιτιολογεί και ενσωματώνει τη συμβολή της κάθε παραμέτρου στηριζόμενη σε βιβλιογραφικές αναφορές εκτός των προαναφερθέντων δεικτών. Παράλληλα οι παράμετροι με τις οποίες διαφοροποιείται, (συγκρινόμενη με τις μεθοδολογίες προηγούμενων δεικτών), είναι η πληθυσμιακή πυκνότητα, η μείξης χρήσεων γης και η πυκνότητας κόμβων.

Σχετικά με την έρευνα προσδιορισμού των βαρών (σημαντικότητας) στις παραμέτρους του δείκτη, μπορεί υποστηριχτεί ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση του ζητήματος διαφέρει από τις υπόλοιπες έρευνες. Το γεγονός αυτό, στηρίζεται στο δείγμα που λήφθηκε υπόψη. Στον αντίποδα αυτής της μεθοδολογίας έρχονται άλλες (όπως έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφική επισκόπηση), οι οποίες συμπεριλαμβάνουν στην έρευνα τους δείγμα χιλιάδων ατόμων. Παρά την διαφορά αυτή τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μεθοδολογία της παρούσας εργασίας έρχονται σε εναρμονισμό με εκείνα των προαναφερθέντων, αποδεικνύοντας την αξιοπιστία της διαδικασίας που ακολουθήθηκε.

Εφαρμόζοντας την μεθοδολογία με την χρήση των ΓΣΠ για την πόλη του Βόλου, υπολογίστηκαν και κανονικοποιήθηκαν οι μεταβλητές (παράμετροι) του δείκτη. Οι διαδικασίες χωρικής ανάλυσης που περιεγραφήκαν στο αντίστοιχο κεφάλαιο, καθοριστήκαν ύστερα από επαναλαμβανόμενους και συνεχείς υπολογισμούς που διήρκησαν καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Βασιζόμενοι στην εμπειρία που αποκτήθηκε έπειτα από την ολοκλήρωση της εφαρμογής, χρειάζεται να τονιστεί ότι οι υπολογισμοί έχουν σημαντικό βαθμό ευαισθησίας. Σημαίνοντας ότι η ελάχιστη διαφοροποίηση των υπολογισμών είναι ικανή ώστε να αλλάξει το αποτέλεσμα του

δείκτη. Στην προκειμένη περίπτωση, οι επιλογές που έγιναν για τον υπολογισμό του δείκτη βασίστηκαν στην επιλογή του αναλυτικότερου αποτελέσματος. Γεγονός που δεν αποκλείει σε καμία περίπτωση το περιθώριο βελτίωσης. Επομένως με την ολοκλήρωση της εργασίας, παρατηρούνται αδυναμίες που οφείλονται τόσο στην μεθοδολογία όσο και στην εφαρμογή. Στοχεύοντας λοιπόν στην βελτιστοποίηση του δείκτη σε επόμενο στάδιο έρευνας, συνίσταται η χρήση ενημερωμένων δεδομένων όταν αυτά είναι διαθέσιμα και ο υπολογισμός του δείκτη σε pixels μικρότερου μεγέθους.

Ως προς την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, αυτή πραγματοποιήθηκε τόσο για την πόλη του Βόλου ως ενιαία περιοχή αλλά και ξεχωριστά για τις περιοχές του Βόλου και της Ν. Ιωνίας. Σχετικά με την περιοχή μελέτης και τις παραμέτρους, εκείνη που την αξιολογεί φιλική προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο είναι εκείνη της κλίσης εδάφους, αντίθετα οι παράμετροι που την χαρακτηρίζουν μη ελκυστική για της μετακινήσεις με το ποδήλατο είναι εκείνες της πυκνότητας ποδηλατοδρόμων, της μείξης χρήσεων και των οδών που γειτνιάζουν με υδάτινες και πράσινες επιφανείες. Αναφορικά με τα αποτελέσματα του δείκτη για την περιοχή μελέτης, εξάγεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής αποτελείται από περιοχές μέτριων και χαμηλών επιπέδων ποδηλατικότητας. Ανάλογα συμπεράσματα ακολουθούν και για την περιοχή της Ν. Ιωνία, τα οποία έρχονται σε σύγκρουση με τα αποτελέσματα της περιοχής του Βόλου και την χαρακτηρίζουν σχετικά ελκυστική για μετακινήσεις με ποδήλατο.

Από όσα προηγήθηκαν γίνεται κατανοητό ότι η συμβολή της Ν. Ιωνίας στο τελικό αποτέλεσμα είναι σημαντική. Αυτό σημαίνει ότι η βελτίωση των επιπέδων ποδηλατικότητας της περιοχής μελέτης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ενίσχυση της ποδηλατικότητας της Ν. Ιωνίας. Παρόλα όλα αυτά δε θα πρέπει να θεωρηθεί ότι η περιοχή του Βόλου δεν χρειάζεται ενίσχυση αφού βάσει των αποτελεσμάτων αποδεικνύεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτή συγκεντρώνονται σε μέτρια επίπεδα ποδηλατικότητας. Έτσι λοιπόν η μετατροπή της πόλης του Βόλου σε ελκυστική για μετακινήσεις με το ποδήλατο θα επιτευχθεί δίνοντας πρωτίστως έμφαση σε περιοχές όπως η Ν. Ιωνία που δεν παρουσιάζει σχεδόν καθόλου ποσοστά με περιοχών με υψηλά επίπεδα ποδηλατικότητας και στην συνέχεια σε περιοχές της περιοχής του Βόλου όπου δύναται να μετατραπούν σε ελκυστικές. Ωστόσο η απάντηση στο κεντρικό ερώτημα της εργασίας είναι ότι, η πόλη του Βόλου δεν μπορεί να θεωρηθεί φιλική για μετακινήσεις με το ποδήλατο διότι μεγαλύτερο ποσοστό της επιφάνεια της ανήκει σε μη φιλικά επίπεδα ποδηλατικότητας.

Ολοκληρώνοντας την εκτενή ανάλυση του αντικείμενου που πραγματεύεται η διπλωματική, προκύπτουν ερωτήματα για περαιτέρω διερεύνηση. Έτσι μελλοντικοί στόχοι που θέτονται, συνδέονται τόσο με τη βελτίωση όσο και με την επέκταση του δείκτη σε άλλες πόλεις. Αναφορικά με την βελτίωση του δείκτη, η οποία εξαρτάται τόσο από την μεθοδολογία όσο και από την εφαρμογή του δείκτη όπως προαναφέρθηκε υπάρχει ανάγκη για ενημέρωση των δεδομένων όταν είναι διαθέσιμα αλλά και για υπολογισμούς υψηλότερης ακρίβειας. Επίσης στη συνέχεια της έρευνας θα υπολογιστεί ανάλυση ευαισθησίας των βαρών έτσι ώστε τα συμπεράσματα να οδηγήσουν σε ένα βελτιωμένο και πιο σταθερό/εύρωστο δείκτη. Τέλος μεγάλο ενδιαφέρον έχει η εφαρμογή του δείκτη σε άλλες πόλεις όπως η Λάρισα, η Καρδίτσα και τα Τρίκαλα όπου θα επιτρέψει την σύγκριση των επιπέδων ποδηλατικότητας αυτών.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση:

- Βλαστός, Θ., Μπαρμπόπουλος, Ν., Μπαλτάς, Π. (2005) 'Ζητήματα ασφάλειας για την κίνηση των ποδηλατών: Η περίπτωση της Καρδίτσας', Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 3-8.
- Βλαστός, Θ., Μπακογιάννης, Ε. (2017) 'Ποδήλατο προς τις Ελληνικές Πόλεις: Προτάσεις για Δημοτικές Αρχές', M Bike Events & Digital, 7.
- Βλαστός, Θ. κ. Μ., Δ. (2011) 'Πολοδομία vs Μεταφορές: Από την απόκλιση στη σύγκλιση', Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 43-50.
- Ηλιού, Ν. (2012) 'Ο Σχεδιασμός της Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας', 5.
- Κοτζαμάνης, Β. (2009) 'Εισαγωγή στις Μεθόδους Κοινωνικής Ερευνας', Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- Οικονόμου, Δ., Σαρηγιάννης, Γ.Μ., Σεργιάς, Κ. (2004) 'Πόλη και Χώρος από τον 20ο στον 21ο αιώνα', Μέφις ΑΕ, 78-79.

Νομοθεσία/Οδηγίες:

- Ν.3982 /2011 (ΦΕΚ 143/Α /17.06.2011), 'Επαγγελματικά εργαστήρια '.
- Ν.4276/14 (ΦΕΚ 155/Α/30.07.2014), 'Τουριστικές Επιχειρήσεις', [διαθέσιμο]: http://www.karagilanis.gr/images/site/1010/12079_n4276.pdf [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Ν.4002/2011 (ΦΕΚ 180/Α/22.08.2011), 'Χώροι διεξαγωγής τεχνικών - ψυχαγωγικών και τυχερών παιγνίων'.
- Ν.4233/14 (ΦΕΚ 261/Α/17.12.2014), 'Πρατήρια παροχής Καυσίμων και Ενέργειας'.
- Ν. Π.Δ.59/2018 (ΦΕΚ 114/Α/29.06.2018) 'Κατηγορίες και Περιεχόμενος Χρήσεων Γης', [διαθέσιμο]: https://www.pomida.gr/assets/File/188_PD59.xriseis.gis.pdf [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- ΦΕΚ 237/ΑΑΠ/4.11.2016, 'Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) του Πολεοδομικού Συγκροτήματος (Π.Σ.) Βόλου', [διαθέσιμο]: <http://epoleodomia.volos.gr/fekgpsvolos/fekgpsv.pdf> [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- ΦΕΚ 1053/Β/14.04.2016, 'Τεχνικές Οδηγίες Ποδηλατικών Υποδομών', [διαθέσιμο]: https://segm.gr/wp-content/uploads/2016/04/YA_DOY-OIK.1920-5.4.2015_B-1053.pdf [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- ΑΔΣ 617/2011, [διαθέσιμο]: http://apofaseisds.volos-city.gr/download.aspx?FileName=0000000023_00715_912a0229-b6ea-44d9-8697-8369cc53f504.doc [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Περιφέρεια Θεσσαλίας, 'Στρατηγική Έξυπνης Εξειδίκευσης Περιφέρειας Θεσσαλίας 2014-2020', [διαθέσιμο]: <http://espa2007-2013.thessalia-espa.gr/2014-2020/rep2014> [ανακτήθηκε 11/10/2018]

ΥΠΕΧΩΔΕ (2001) 'Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, (ΟΜΟΕ)', [διαθέσιμο]: http://www.ggde.gr/dmdocuments/omoe_4_k.pdf [ανακτήθηκε 11/10/2018]

Ξενόγλωσση:

Bach, B. (2006) 'Urban design and traffic : a selection from Bach's toolbox', Ede: CROW.

Banister, D. (1999) 'Planning more to rave less', Town Planning Review 70 (3), p.313-338.

Bartzokas, T. A., Photis, Y.N. (2016) 'What matters when it comes to “Walk and the city”? Defining a weighted GIS-based walkability index', Transportation Research Procedia 24 [διαθέσιμο]: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2352146517308414?token=242793528E9D858BF8CA29FC5F1675E76B435B10C898E60E5B0E8223FA26F06121FB56862EE7BA5D70942CA176D85C4> [ανακτήθηκε 18/1/2018]

Bendik, M. (2015) 'Measuring bikeability: Space syntax based methods applied in planning for improved conditions for bicycling in Oslo', [διαθέσιμο]: http://www.sss10.bartlett.ucl.ac.uk/wp-content/uploads/2015/07/SSS10_Proceedings_077.pdf [ανακτήθηκε 18/10/2018]

Birk, M., Voros, K., Rose, M., Geller, R., Igarta, D., Patterson, B. (2010) 'Cycle zone analysis: An innovative approach to bicycle planning. In: Paper Presented in Transportation Research Board 2010 Annual Meeting', Washington DC.

Colville, A., M. (2018) 'Copenhagenize: The Definitive Guide to Global Bicycle Urbanism', Island Press, Washington DC, p.98.

D'Sousa, E., Forsyth, A., Koepp, J., Oakes, J.M., Schmitz, K.H., Riper, D.V., Zimmerman, J., Rodriguez, D., Song, Y. (2007) 'Twin Cities Walking Study Environment and Physical Activity : GIS Protocols Version 4.1', [διαθέσιμο]: http://designforhealth.net/wp-content/uploads/2012/12/MinnGIS_Ver4_1_FINAL.pdf [ανακτήθηκε 17/11/2018]

Dittmar, H. a. O., G. (2004) 'The New Transit Town: Best Practices in Transit-Oriented Development', Transportation 71 (1), p.253.

Duncan, M. J., Winkler, E., Sugiyama, T., Cerin, E., Toit, L., Leslie, E., Owen, N. (2010) 'Relationships of Land Use Mix with Walking for Transport: Do Land Uses and Geographical Scale Matter?', Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine 87.(5) p.782-795.

Eliou, N., and Galanis, A. (2009) 'Evaluation of the bikeability of a Greek city": Case study "City of Volos'. [διαθέσιμο]: https://www.researchgate.net/publication/237827434_Evaluation_of_the_bikeability_of_a_Greek_city_Case_study_City_of_Volos [ανακτήθηκε 19/11/2018]

Frank, L. D., Sallis, J.F., Conway, T.L., Chapman, J.E., Saelens, B.E., Bachman, W. (2010) 'Neighborhood Design, Travel and Health in Metro Vancouver: Using a Walkability Index - Executive Summary', University of British Columbia [διαθέσιμο]: http://health-design.spph.ubc.ca/files/2011/06/WalkReport_ExecSum_Oct2010_HighRes.pdf [ανακτήθηκε 19/11/2018]

Frank, L. D., Fox, E.H., Ulmer, J.M., Chapman, J.E., Kershaw, S.E., Sallis, J.F., Smith, G.R. (2017) 'International comparison of observation-specific spatial buffers: maximizing the

- ability to estimate physical activity', *Int. J. Health Geogr.* 16 [διαθέσιμο]: <http://dx.doi.org/10.1186/s12942-017-0077-9>. [ανακτήθηκε 6/11/2018]
- Frumkin, H., Frank, L.D., Jackson, R. (2004) 'Urban Sprawl and Public Health: Designing Planning and Building for Health Communities', Island Press, Washington, DC.
- Gervasoni, L., Bosch, M., Fenet, S., Sturm, P. (2016) 'A framework for evaluating urban land use mix from crowd-sourcing data', [διαθέσιμο]: <https://hal.inria.fr/hal-01396792/file/PID4567469.pdf> [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Handy, S., Cao, X.Y., Mokhtarian, P.L. (2006) 'Self-selection in the relationship between the built environment and walking', *Journal of the American Planning Association* 721, p.55-74.
- Horacek, T. M., White, A.A., Greene, G.W., Reznar, M.M., Quick, V.M., Morrell, J.S., Colby, S.M., Kattelman, K.K., Herrick, M.S., Shelnutt, K.P., Mathews, A., Phillips, B.W., Byrd-Bredbenner, C. (2012) 'Sneakers and spokes: an assessment of the walkability and bikeability of U.S. postsecondary institutions', *J. Environ. Health* 74, p.8-15.
- JRC, O. (2008) 'Handbook on Constructing Composite Indicators Methodology and user guide', [διαθέσιμο]: <http://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf> [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Karolemeas, C., Vassi, A. Christodouloupoulou, G., Bakogiannis, E. (2018) 'Explore the ability to cycle in Greek modern cities.The case study of Kallithea', [διαθέσιμο]: <https://www.bakogiannis.eu/images/publications/4.7/4.7.2.pdf> [ανακτήθηκε 10/12/2018]
- Krenn, P. J., Oja, P., Titze, S. (2015) 'Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments', [διαθέσιμο]: https://file.scirp.org/pdf/OJCE_2015123114394282.pdf [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Krykewycz, G. R., Pollard, C., Canzoneri, N., He, E. (2011) 'Web-Based “Crowdsourcing” Approach to Improve Areawide “Bikeability” Scoring', *Transportation Research Record* [διαθέσιμο]: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3141/2245-01> [ανακτήθηκε 18/10/2018]
- Lalenis, K. (2004) 'Aquiring Public Space in Greek Cities. Legislation and Implementations'.
- Lino, J. J., and Wei, Y.H. (2018) 'Assessing area-wide bikeability: A grey analytic network process', [διαθέσιμο]: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856417308042> [ανακτήθηκε 12/10/2018]
- Litman, T. (2013) 'Land Use Impacts on Transport, How Land Use Factors Affect Travel Behavior'.
- Longley, P. A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. (2005) 'geographical Information System and Siense', John Wiley & Sons Ltd, p.470-475.
- Lowry, H., Lill, A., Wong, B.B.M. (2012) 'Behavioural responses of wildlife to urban environments'.
- Madsen, T., Schipperijn, J., Christiansen, L.B., Nielsen, T.S., Troelsen, J. (2014) 'Developing

- suitable buffers to capture transport cycling behavior Front', Public Health [διαθέσιμο]: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2014.00061> [ανακτήθηκε 18/11/2018]
- McNeil, N. (2011) 'Bikeability and the 20-min Neighborhood:How Infrastructure and Destinations Influence Bicycle Accessibility', Transportation Research Record [διαθέσιμο]: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3141/2247-07> [ανακτήθηκε 18/10/2018]
- Muhs, C. D. a. C., K.J. (2016) 'Do characteristics of walkable environments support bicycling? Toward a definition of bicycle-supported development', J. Transp. Land Use 9 (2).
- Nielsen, T. A. S., Olafsson, A.S., Carstensen, T.A., Skov-Petersen, H. (2013) 'Environmental correlates of cycling: evaluating urban form and location effects based on Danish micro-data', Transp. Res. [διαθέσιμο]: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2013.02.017> [ανακτήθηκε 18/10/2018]
- Peiqin, G., Zhiyuan, H., Zhejing, C., Yulin, C., Yang, J. (2018) 'Using Open Source Data to Measure Street Walkability and Bikeability in China: A Case of Four Cities', Transportation Research Record [διαθέσιμο]: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0361198118758652> [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Prigolon, A. B., Brussel, M. and Maarseveen, V. (2017) 'Developing a bikeability index in the context of transit-oriented development (TOD)', [διαθέσιμο]: file:///C:/Users/georg_000/Downloads/CUPUM_2017_HGMB_final_withnames.pdf [ανακτήθηκε 17/10/2018]
- Saelens, B. E., Sallis, J.F., Frank, L.D. (2003) 'Environmental Correlates of Walking and Cycling: Findings From the Transportation, Urban Design and Planning Literatuter', Society of Behavioral Medicine', 32, p.80-91.
- Schnell, R., Hill, P.B., Esser, E. (2011) 'Methoden de empirischen Sozialforschung', Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, Munchen".
- Seifried, D. (1990) 'Gute Argumente: Verkehr, Beck'sche Reihe, Beck, Munich', [διαθέσιμο]: <http://www.worldcarfree.net/resources/freesources/polluti.htm> [ανακτήθηκε 17/10/2018]
- Sperry, R., Burris, W., Dumbaugh, E. (2012) 'A Case Study Of Induced Trips At Mixed-Use Developments', Environment and Planning B: Planning and Design 39 [διαθέσιμο]: <https://ceprofs.civil.tamu.edu/mburris/Papers/A%20Case%20Study%20of%20Induced%20Trips%20at%20Mixed-Use%20Developments.pdf> [ανακτήθηκε 17/10/2018].
- Stead, D., Williams, J., Titheridge, H. (2000) 'Transport, and People: Identifying the Connection', Achieving Sustainable Urban Form, London E&FM Spon.
- Su, J. G., Winters, M., Nunes, M., Brauer, M. (2010) 'Designing a route planner to facilitate and promote cycling in Metro Vancouver, Canada', Transport. Res. A: Pol. Pract. 44, p.495–505.
- Tomas, N., Sick, A., Hans, S.P. (2018) 'Bikeability – Urban structures supporting cycling. Effects of local, urban and regional scale urban form factors on cycling from home and workplace locations in Denmark', Journal of Transport Geography [διαθέσιμο]: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692317306385> [ανακτήθηκε 27/11/2018].

- Trowbridge, M. J., Schmid, T.L. (2013) 'Built Environment and Physical Activity Promotion: Place-Based Obesity Prevention Strategies', *The Journal of Law, Medicine & Ethics*, 41(2_suppl), 46-51.
- Van, U. P. a. S., M. (2000) 'The contibution of mixed uses to sustainable travel in cities', *Acheving Sustainable Urban From*, London E&FM Spon.
- Wahlgren, L. (2011) 'Studies on Bikeability in a Metropolian Area Using the Active Commuting the route Enviroment Sale (ACRES)'.
- Wahlgren, L. a. S., P. (2012) 'Exploring bikeability in a metropolitan setting: stimulating and hindering factors in commuting route environments', *BMC Public Health* 12, p.168-183.
- Wei, L., and Kenneth, J. (2017) 'Exploring the synergistic economic benefit of enhancing neighbourhoodbikeability and public transit accessibility based on real estate sale transactions', *Urban Studies* [διαθέσιμο]: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0042098016680147> [ανακτήθηκε 14/10/2018]
- Whitelegg, J. (1993) 'Transport for an Sustainable Future: The Case for Europe', University of Lancaster, (23).
- Winters, M., Brauer, M., Setton, E. M., Teschke, K. (2010a) 'Built environment influences on healthy transportation choices: bicycling versus driving', *Journal of Urban Health*, 87, p.969-993
- Winters, M., Teschke, K., Grant, M., Setton, E. M., Brauer, M. (2010b) 'How far out of the way will we travel? Built environment influences on route selection for bicycle and car travel', *Transportation Research Record* 2190, p.1-10.
- Winters, M., Van Loon, J., Frank, L.D. (2011a) 'Motivators and deterrents of bicycling:comparing influences on decisions to rid', *Transportation*, p.153-168.
- Winters, M., Brauer, M., Setton, E. M., Teschke, K. (2013) 'Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel', *Environment and Planning B: Planning and Design* [διαθέσιμο]: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1068/b38185> [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Winters, M. a. C., A. (2008) 'What Makes a Neighbourhood Bikeable? Reporting on the Results of Focus Group Sessions', University of British Columbia for TransLink, Vancouver [διαθέσιμο]: <http://cyclingincities.spph.ubc.ca/files/2011/10/WhatMakesNeighbourhoodsBikeable.pdf> [ανακτήθηκε 11/10/2018]
- Winters, M. a. T., K. (2010) 'Route preferences among adults in the near market for bicycling: findings of the cycling in cities study 2010', *American Journal of Health Promotion* 25, p.40-47.
- Winters, M., Teschke, K., Brauer, M., Fuller, D (2016) 'Bike Score®: Associations between urban bikeability and cycling behavior in 24 cities', [διαθέσιμο]: <https://jbnpa.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12966-016-0339-0> [ανακτήθηκε 11/10/2018]

Λιαδικτυακές Πηγές

[διαθέσιμο]: <https://www.dvrpc.org/webmaps/MercerBLOS> [ανακτήθηκε 15/10/2018]

[διαθέσιμο]: <https://www.walkscore.com/bike-score-methodology.shtml> [ανακτήθηκε 4/10/2018]

[διαθέσιμο]: <https://earthexplorer.usgs.gov/> [ανακτήθηκε 24/11/2018]

[διαθέσιμο]: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-line-density-works.htm>How [ανακτήθηκε 14/10/2018]

[διαθέσιμο]: <http://www.statistics.gr/el/statistics/eco> [ανακτήθηκε 10/5/2018]

[διαθέσιμο]: https://earthmapsgo.com/?gclid=CjwKCAiAyrXiBRAjEiwATI95mWpBgKlThrwZur07va6LlfpWIE0QFupGbhYf3x-cjL_L76s8PaNzfhoCtBMQAvD_BwE [ανακτήθηκε 20/10/2018]

[διαθέσιμο]: <https://www.google.com/maps> [ανακτήθηκε 4/10/2018]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 2.3 Παράμετροι Ποδηλατικότητας του Δείκτη

Κριτήρια (Criteria)	Δείκτες (Indicators)	Μεθόδων μέτρησης (Measurement method)	Μεταβλητών μέτρησης (Measurement variables)	Επίπεδα (Levels)
1. Κυκλοφοριακή Κατάσταση (Traffic condition)	Μέγιστη Ταχύτητα κίνησης (Maximum speed of motorized traffic)	Αναλογία ποδηλατοδρόμων στους δρόμους μέγιστης ταχύτητας (Ratio of bicycle lanes in roads with maximum speed)	30 km/h 50 km/h >50 km/h	1 0.67 0.33
	Διαταραχή Κυκλοφορίας (Traffic disruption)	Αναλογία των ποδηλατοδρόμων στην διαταραχή κυκλοφορίας (Ratio of bicycle lanes with traffic disruption)	Χαμηλή (Few) Μέτρια (Reasonable) Αρκετή (Many)	1 0.67 0.33
2. Συνδεσιμότητα (Connectivity)	Διασταυρώσεις με φανάρι (Intersection with traffic lights density)	Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων με φανάρι (Density of intersections with traffic light)	Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων με φανάρι (Density of intersections with traffic light)	/τμ
	Διασταυρώσεις χωρίς φανάρι (Intersection without traffic lights density)	Πυκνότητα διασταυρώσεων χωρίς φανάρι (Density of intersections without traffic light)	Πυκνότητα διασταυρώσεων χωρίς φανάρι (Density of intersections without traffic light)	/ τμ
	Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων (Bicycle lanes density)	Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων (Bicycle lanes density)	Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων (Bicycle lanes density)	/ τμ
	Ποδηλατική Διαδρομή (Cycling Route Directness)	Ποδηλατική Διαδρομή (Cycling Route Directness)	Ποδηλατική Διαδρομή (Cycling Route Directness)	/ τμ
3. Υποδομή (Infrastructure)	Τύπος Υποδομής (Type of infrastructure)	Αναλογία Υποδομής (Ratio of type of infrastructure)	Ποδηλατικό μονοπάτι (Solitary bike path)	1

			Ποδηλατική διαδρομή με φυσικό διαχωρισμό από τον δρόμο (Cycling lane with physical separation from road)	0.8
			Road for motorized traffic (strip marked cycling lane)	0.6
			Οδός μηχανοκίνητης κυκλοφορίας (Road for motorized traffic (without cycling lane))	0.4
			Αναλογία δρόμου εξυπηρέτησης (Ratio of service road)	0.2
			Αναλογία πεζοδρομίου (Ratio of pedestrianized road)	0.1
	Ποιότητα Πεζοδρομίου (Pavement quality)	Αναλογία ποιότητας Πεζοδρομίου (Ratio of pavement quality)	Καλή (Good) Μέτρια (Reasonable) Κακή (Bad)	1 0.67 0.33
	Ποιότητα φώτων Οδού (Street lightning quality)	Αναλογία ποιότητας φάτων οδού (Ratio of street lightning quality)	Καλή (Good) Μέτρια (Limited) Ανύπαρκτη (None)	1 0.67 0.33
	Ποδηλατοδρόμοι κατά μήκος υδάτινης περιοχής (Bicycle lanes along water area)	Αναλογία Ποδηλατοδρόμων κατά μήκος υδάτινης περιοχής (Ratio of bicycle lanes along water area)	Με νερό (With water) Χωρίς νερό (Without water)	1 0.50

	Ποδηλατοδρόμοι κατά μήκος όμορφης περιοχής (Bicycle lanes along beauty area)	Αναλογία Ποδηλατοδρόμων κατά μήκος όμορφης περιοχής (Ratio of bicycle lanes along beauty area)	Όμορφη (Beautiful) Μέτρια (Neutral) Ασχημη (Ugly)	1 0.67 0.33
5. Τοπογραφία (Topography)	Ποδηλατοδρόμοι Κατά μήκος δομημένης περιοχής (Bicycle lanes along built-up area)	Αναλογία ποδηλατοδρόμων κατά μήκος δομημένης περιοχής (Ratio of bicycle lanes along built-up area)	Δομημένη (Built-up) Αδόμητη (Non built-up)	1 0.50
	Ποδηλατοδρόμοι Κατά μήκος πράσινης περιοχής (Bicycle lanes along green area)	Αναλογία Ποδηλατοδρόμων κατά μήκος πράσινης περιοχής (Ratio of bicycle lanes along green area)	Υψηλά Επίπεδα πρασίνου (High level of green) Χαμηλά Επίπεδα πρασίνου (Low level of green)	1 0.50
	Ποσοστό Κλίσης Εδάφους Ποδηλατοδρόμων (Slope percentage of bicycle lanes)	Αναλογία Κλίσης Εδάφους ποδηλατοδρόμων (Ratio of bicycle lanes with low slope percentage)	< 1% 1-2% 2-4% > 4%	1 0.75 0.50 0.25
6. Στάθμεση ποδηλάτων (Bicycle parking)	Δυνατότητα στάθμευσης του ποδηλάτου στον σιδηροδρομικό σταθμό (Quality of bicycle parking condition at trainstation)	Κατασκευή (Construction)	Μέσα (Indoor) Εξω (Outdoor)	1 0.50
		Ενοικίαση στάθμευσης (Parking rent)	Ελεύθερη (Free) Επί Πληρωμή (Paid)	1 0.50
		Ασφαλής μέθοδος (Securing method)	Ασφαλής (Guarded) Με κλείδωμα (Bicycle lockers) Μη ασφαλής (Unguarded)	1 0.75 0.50
		Ωράριο (Opening hours)	24 ώρες < 24 ώρες	1 0.50

Πηγή: Bach, B.(2006). "Urban design and traffic : a selection from Bach's toolbox"

Πίνακας 2.4 Προσδιορισμός Βαρών (σημαντικότητα) στις παραμέτρους του Δείκτη

Κριτήρια(Criteria)	Βάρος (Weight)	Παράμετροι (Indicators)	Βάρος (Weight)
1.Κυκλοφοριακή Κατάσταση (Traffic condition)	0.166	Μέγιστη Ταχύτητα Κίνησης (Maximum speed of motorized traffic)	0.5
		Διαταραχή Κυκλοφορίας (Traffic disruption)	0.5
2.Συνδεσιμότητα (Connectivity)	0.166	Διασταυρώσεις με φωτεινό σηματοδότη (Intersection with traffic lights density)	0.25
		Διασταυρώσεις χωρίς φωτεινό σηματοδότη (Intersection without traffic lights density)	0.25
		Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων (Bicycle lanes density)	0.25
		Λωρίδες Ποδηλάτων (Cycling Route Directness)	0.25
3.Υποδομές (Infrastructure)	0.166	Τύπος υποδομής (Type of infrastructure)	0.33
		Ποιότητα Πεζοδρομίου (Pavement quality)	0.33
		Ποιότητα φώτων (Street lightning quality)	0.33
4. Περιβάλλον (Environment)	0.166	Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος υδάτινων περιοχών (Bicycle lanes along water area)	0.25
		Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος ελκυστικών περιοχών (Bicycle lanes along beauty area)	0.25
5.Τοπογραφία (Topography)	0.166	Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος δομημένης περιοχής (Bicycle lanes along built-up area)	0.25
		Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος Πράσινης περιοχής (Bicycle lanes along green area)	0.25

		Ποσοστό κλίσης ποδηλατικών λωρίδων (Slope percentage of bicycle lane)	1
6.Εγκαταστάσεις στάθμευσης ποδήλατου (Bicycle parking)	0.166	Κατασκευή (Construction)	0.25
		Ενοικιάσεις στάθμευσης (Parking rent)	0.25
		Μέθοδος διασφάλισης (Securing method)	
		Ώρες λειτουργίας (Opening hours)	0.25

Πηγή: Bach, B.(2006). "Urban design and traffica selection from Bach's toolbox"

Πίνακας 2.5Σύνοψη Διαδικτυακών Δεικτών

Δείκτης Ποδηλατικότητας	Φάσεις Μεθοδολογίας/Εφαρμογής	«Mercer County Bikeability Map».	«Bike Score»
Μεθοδολογία	Παράμετροι Ποδηλατικότητας	Οδικό Δίκτυο (λειτουργική κατηγοριοποίηση)	Δίκτυο ποδηλατοδρόμων
		Αριθμός διαδρομών	Τοπογραφία- Κλίση Εδάφους
		Όριο ταχύτητας	Προορισμοί Μετακινήσεων
		Πλάτος πεζοδρομίου	Συνδεσιμότητα οδικού δικτύου
		Κατάσταση οδοστρώματος	Εργαζόμενοι που μετακινούνται με το ποδήλατο (η παράμετρος συμπεριλαμβάνεται στον δείκτη μόνο για τις πόλεις των ΗΠΑ)
		Όγκος κυκλοφορίας	-
		Παρόδια στάθμευση	-
	Πηγές Δεδομένων	Έρευνα πεδίου	Δημοτικές/Κοινοτικές Αρχές
		Αεροφωτογραφίες DVRPC (2005)	Εθνικές Στατιστικές Υπηρεσίες
		Google Earth	Εθνικό σύνολο δεδομένων ανύψωσης «USGS» (U.S. Geological Survey)
		-	Open Street Map
		-	WalkScore

	Προσδιορισμός Βαρών	-	Έρευνα Ερωτηματολογίου
Εφαρμογή	Χωρική Κλίμακα Εφαρμογής Δείκτη	Τμήματα Οδού (Περιφέρεια Φιλαδέλφεια ΗΠΑ)	Πόλεις ΗΠΑ και Καναδά
	Επεξεργασία Δεδομένων	ArcGIS	ArcGIS
	Κλίμακα Κανονικοποιημένων Παραμέτρων		0-100
	Δείκτης ποδηλατικότητας	-	Δείκτης Ποδηλατικότητας= (δίκτυο ποδηλατοδρόμων x b1) + (τοπογραφία x b2) + (προορισμοί x b3) + (συνδεσιμότητα οδικού δικτύου x b4), με b1=0,5 και b2, b3, b4 = 0,25 (βάρη παραμέτρων).

Πηγές: Krykewycz, G.R., Pollard, C., Canzoneri, N., He, E. (2011). "Web-Based "Crowdsourcing" Approach to Improve Areawide "Bikeability" Scoring", Winters, M., Teschke, K., Brauer, M., Fuller, D. (2016). "Bike Score®: Associations between urban bikeability and cycling behavior in 24 cities", Ιδία Επεξεργασία Excel.

Πίνακας 2.6 Σύνοψη Δεικτών Ευρύτερης Περιοχής

Δείκτης Ποδηλατικότητας	Φάσεις Μεθοδολογίας/Εφαρμογής	«Metro Vancouver»	«Graz»	«Arnhem-Nijmegen»	«Καλλιθέα»
Μεθοδολογία	Παράμετροι Ποδηλατικότητας	Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων (Λωρίδες ποδηλάτου και Ποδηλατικές διαδρομές)	Ποδηλατική υποδομή	Μέγιστη Ταχύτητα κίνησης (Maximum)	Κλίση εδάφους
		Ποδηλατικές Διαδρομές	Ποδηλατικές διαδρομές.	Διαταραχή Κυκλοφορίας	Πυκνότητα Διασταύρωσης
		Συνδεσιμότητα (Πυκνότητα Κόμβων)	Βασικό οδικό δίκτυο (χωρίς	Πυκνότητα Κόμβων με φανάρι	Πυκνότητα Κυκλοφορίας

			παράλληλη υποδομή ποδηλάτου)		
		Τοπογραφία	Πράσινες και υδάτινες περιοχές.	Πυκνότητα Κόμβων χωρίς φανάρι	Ταχύτητα Κυκλοφορίας
		Πυκνότητα Προορισμών	Τοπογραφία	Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων	Φυσικό Περιβάλλον
		-	-	Λωρίδες ποδηλάτων	Δομημένο Περιβάλλον
		-	-	Τύπος υποδομής	Κάλυψη Δραστηριοτήτων
		-	-	Ποιότητα πεζοδρομίου	Κεντρικό σημείο
		-	-	Ποιότητα φώτων	Προσβασιμότητα στο κοινό σταθμούς μεταφορών
		-	-	Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος υδάτινων περιοχών	-
		-	-	Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος ελκυστικών περιοχών	-
		-	-	Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος οικισμού	-
		-	-	Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος πράσινων περιοχών	-
		-	-	Τοπογραφία	-
				Εγκαταστάσεις στάθμευσης ποδήλατου	-
	Πηγές Δεδομένων	Δεδομένα από προηγούμενες μελέτες	Διοικητικά ιδρύματα	Ολλανδική ένωση ποδηλασίας	-
		-	Open Street Map	-	-

	Προσδιορισμός Βαρών	Έρευνα με ερωτηματολόγιο	-	-	-
Εφαρμογή	Χωρική Κλίμακα Εφαρμογής Δείκτη	Πόλη	Πόλη	Μητροπολιτική Περιοχή	Πόλη
	Επεξεργασία Δεδομένων	ArcGIS	ArcGIS	ArcGIS	Gis
	Κλίμακα Κανονικοποιημένων Παραμέτρων	0-1	0-10	0-1	-
	Δείκτης ποδηλατικότητας	Δείκτης Ποδηλατικότητας = $(B1 * \text{πυκνότητα ποδηλατοδρόμων}) + (B2 * \text{διαχωρισμός διαδρομής ποδηλάτου}) + (B3 * \text{συνδεσιμότητα ποδηλατικών διαδρομών}) + (B4 * \text{τοπογραφία}) + (B5 * \text{πυκνότητα προορισμού})$, όπου B1-B2 τα βάρη που δόθηκαν σε κάθε παράμετρο με βάση την έρευνα των ομάδων εστίασης (το βάρος της παραμέτρου «πυκνότητα ποδηλατοδρόμων» είναι διπλάσιο των υπολοίπων και αυτό βάσει εστίασης).	Δείκτης Ποδηλατικότητας = $(\text{ποδηλατική υποδομή}) + (\text{ποδηλατικές διαδρομές}) + (\text{βασικό οδικό δίκτυο}) + (\text{πράσινες και υδάτινες περιοχές}) + (\text{τοπογραφία})$	Δείκτης Ποδηλατικότητας = $(\text{Κυκλοφοριακή Κατάσταση} * 0.166) + (\text{Συνδεσιμότητα} * 0.166) + (\text{Υποδομές} * 0.166) + (\text{Περιβάλλον} * 0.16) + (\text{Τοπογραφία} * 0.166) + (\text{Εγκαταστάσεις} * 0.166)$	Δείκτης Ποδηλατικότητας = $\text{Κλίση εδάφους} + \text{πυκνότητα διασταύρωσης} + \text{πυκνότητα κυκλοφορίας} + \text{ταχύτητα κυκλοφορίας} + \text{φυσική περιβάλλον} + \text{χτισμένο περιβάλλον} + \text{ κάλυψη δραστηριοτήτων} + \text{κεντρικό σημείο} + \text{προσβασιμότητα στο κοινό σταθμούς μεταφορών}$

Πηγές: Winters, M., Brauer, M., Setton, E. M., Teschke, K. (2013). "Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel", Krenn, P.J., Oja, P., Titze, S.(2015). "Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments", Prigolon, A.B., Brussel, M. and Maarseveen, V. (2017). "Developing a bikeability index in the context of transit-oriented development (TOD)", Ιδία επεξεργασία Excel

Πίνακας 2.7 Ομοιότητες Δεικτών

Ομοιότητες Δεικτών	«Mercer County Bikeability Map».	«Bike Score»	Metro Vancouver	Graz	Arnhem-Nijmegen	Καλλιθέα
«Mercer County Bikeability Map».	-	-	-	-	Παράμετροι: Ταχύτητα, κυκλοφορία	Παράμετροι: Ταχύτητα κυκλοφορίας, Πυκνότητα Κυκλοφορίας
	-	Επεξεργασία Δεδομένων : ArcGiS	Επεξεργασία Δεδομένων : ArcGiS	Επεξεργασία Δεδομένων : ArcGiS	Επεξεργασία Δεδομένων : ArcGiS	
«Bike Score»	-	-	Παράμετροι: Δίκτυο ποδηλατοδρόμων, Τοπογραφία, Προορισμοί Μετακινήσεων	Παράμετροι: Δίκτυο ποδηλατοδρόμων, Τοπογραφία	Παράμετροι: Δίκτυο ποδηλατοδρόμων, Τοπογραφία, Συνδεσιμότητα	Παράμετροι: Τοπογραφία, Συνδεσιμότητα
	-	-	Συλλογή Χωρικών Δεδομένα: Προηγούμενες έρευνες,	Συλλογή Χωρικών Δεδομένα: Εθνικές/Δημοτικές/Κοινοτικές Υπηρεσίες, OpenStreet Map	-	-
	-	-	Προσδιορισμός Βαρών: Ερευνα ερωτηματολογίου	-	-	-
	-	-	Χωρική Κλίμακα Εφαρμογής Δείκτη: Πόλη,	Χωρική Κλίμακα Εφαρμογής Δείκτη: Πόλη	-	Χωρική Κλίμακα Εφαρμογής Δείκτη: Πόλη
	-	-	Υπολογισμός Δείκτη: Σταθμισμένη συνάρθους	-	-	-
	-	-				

			η			
Metro Vancouver	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	Κανονικοποίηση Παραμέτρων: 0-1	-
Graz	-	-	-	-	Παράμετροι: Πράσινες και υδάτινες επιφάνειες	Παράμετροι: Φυσικό περιβάλλον
						Υπολογισμός Δείκτης ποδηλατικότητας: Συνάθροισμα παραμέτρων
Arnhem-Nijmegen	-	-	-	-	-	-
Καλλιθέα	-	-	-	-	-	-

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία Excel

Πίνακας 2.8 Διαφορές Δεικτών

Διαφορές Δεικτών	«Mercer County Bikeability Map».	«Bike Score»	Metro Vancouver	Graz	Arnhem-Nijmegen	Καλλιθέα
«Mercer County Bikeability Map».	Παραμετροί: Οδικό Δίκτυο (Λειτουργική Κατηγοριοποίηση), Αριθμός	-	-	-	-	-

	διαδρομών Πλάτος πεζοδρομίου, Κατάσταση οδοστρώματος Παρόδια στάθμευση					
	Πηγές Δεδομένων: Έρευνα πεδίου, Αεροφωτογραφίες DVRPC (2005), Google Earth	-	-	-	-	-
	Χωρική Κλίμακα Εφαρμογής Δείκτη: Οδικά Τμήματα	-	-	-	-	-
«Bike Score»	-	Κλίμακα Κανονικοποιημένων Παραμέτρων: 1-100	-	-	-	-
Metro Vancouver	-	-	-	-	-	-
Graz	-	-	-	Κλίμακα Κανονικοποιημένων Παραμέτρων: 1-10	-	-

Arnhem-Nijmegen	-	-	-	-	Παράμετροι: Τύπος υποδομής, Ποιότητα φώτων, Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος ελκυστικών περιοχών, Ποδηλατικές λωρίδες κατά μήκος οικισμού, Εγκαταστάσεις στάθμευσης ποδηλάτου	-
					Χωρική Κλίμακα Εφαρμογής Δείκτη: Μητροπολιτική Περιοχή	
Καλλιθέα	-	-	-	-	-	Παράμετροι: Δομημένο περιβάλλον, Κάλυψη Δραστηριοτήτων, Κεντρικό σημείο, Προσβασιμότητα σε σταθμούς μεταφορών

Πηγή: Ιδία ΕπεξεργασίαExcel

Πίνακα 3.1 Υφιστάμενες Χρήσεων Γης

Ειδικές Χρήσεις Γης (Π.Δ.59/2018)	
Κατηγορίες	Υποκατηγορίες
1. Κατοικία	
2. Κοινωνική πρόνοια	
3. Εκπαίδευση:	Προσχολικής
	Πρωτοβάθμιας
	Δευτεροβάθμιας
	Τριτοβάθμιας
	Ειδικής εκπαίδευσης
	Ιδιωτικά εκπαιδευτήρια
4. Αθλητικές εγκαταστάσεις (άρθ. 56Α του ν. 2725/1999 και κοινή υπουργική απόφαση ΥΠΠΟΑ/ΓΔΥΑ/ΔΤΥ/ΤΠΑΑΕ/408113/21902/2725/603/2017, ΦΕΚ 3568 Β΄/2017):	Μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις.
	Μικρές αθλητικές εγκαταστάσεις.
	Ειδικές αθλητικές εγκαταστάσεις.
5. Θρησκευτικοί χώροι.	
6. Πολιτιστικές εγκαταστάσεις	
7. Διοίκηση	
8. Περίθαλψη:	Πρωτοβάθμιες υπηρεσίες υγείας χωρίς νοσηλεία
	Δευτεροβάθμιες και τριτοβάθμιες υπηρεσίες υγείας που περιλαμβάνουν νοσηλεία
	Νοσοκομειακές Μονάδες Ψυχικής Υγείας.
	Μονάδες Πρόληψης και Καταπολέμησης των Εξαρτήσεων
9. Χώροι συνάθροισης κοινού/ Συνεδριακά κέντρα.	
10. Εμπόριο και παροχή προσωπικών υπηρεσιών:	Εμπορικά Καταστήματα
	Καταστήματα Παροχής Προσωπικών Υπηρεσιών
11. Γραφεία/ Κέντρα έρευνας/Θερμοκοιτίδες επιχειρήσεων.	
12. Εστίαση	
13. Αναψυκτήρια	
14. Αναψυχή - κέντρα διασκέδασης.	

15. Τουριστικά καταλύματα, εγκαταστάσεις ειδικής τουριστικής υποδομής και λοιπές τουριστικές επιχειρήσεις (ν. 4276/2014):	Τουριστικά καταλύματα
	Τουριστικά γραφεία
	Γραφεία ενοικιάσεως αυτοκινήτων
	Επιχειρήσεις εκμίσθωσης Μοτοσικλετών, Τρίτροχων και Τετράτροχων οχημάτων άνω των 50 κ.εκ.
16. Στάθμευση (κτίριο - γήπεδο).	
17. Πρατήρια παροχής καυσίμων και ενέργειας (άρθ. 15 του ν. 4233/2014)	
18. Πλυντήρια, λιπαντήρα αυτοκινήτων.	
19. Συνεργεία.	
22. Επαγγελματικά εργαστήρια (άρθρο 17 του ν. 3982 /2011).	
26. Εγκαταστάσεις Μέσων Μαζικής Μεταφοράς	Σιδηροδρομικοί Σταθμοί
	Σταθμοί αστικών Υπεραστικών Λεωφορείων, Τρόλεϊ ,Τραμ.
	Λιμενικές ζώνες επιβατικής, εμπορικής, αλιευτικής, βιομηχανικής και τουριστικής δραστηριότητας, μαρίνες.
27. Κέντρα τεχνικού ελέγχου οχημάτων (Κ.Τ.Ε.Ο., Ι.Κ.Τ.Ε.Ο.)	
36. Στρατιωτικές εγκαταστάσεις	
38. Κοιμητήρια	
39. Κέντρα αποτέφρωσης νεκρών (Κ.Α.Ν.) και οστών.	
40. Σωφρονιστικά καταστήματα - φυλακές - κέντρα κράτησης.	
43.Πίστες αγώνων αυτοκινήτων και μοτοποδηλάτων.	
45. Χώροι διεξαγωγής τεχνικών - ψυχαγωγικών και τυχερών παιχνίτων (ν. 4002/2011).	

Πηγές: Π.Δ.59/2018

Ερωτηματολόγιο: Προσδιορισμού Βαρών στις Παραμέτρους του Δείκτη Ποδηλατικότητας

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης

Διπλωματική Εργασία: «Μεθοδολογία Προσδιορισμού Χωρικού Δείκτη Ποδηλατικότητας (bikeability)». Μελέτη Περίπτωσης : Η πόλη του Βόλου

Ερωτηματολόγιο: Μεθοδολογίας (προσδιορισμός βαρών στις παραμέτρους δείκτη ποδηλατικότητας).

Φοιτήτρια: Γεωργία Μπαζίμα

Επιβλέπων: Παντολέον Σκάγιανης

Συνεπιβλέπων: Παναγιώτης Μανέτος

Στο πλαίσιο εκπόνησης διπλωματικής εργασίας που αφορά στην ανάπτυξη δείκτη αξιολόγησης της ικανότητας του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Βόλου να είναι ελκυστικό προς τις μετακινήσεις με το ποδήλατο (ποδηλατικότητα/bikeability), σας ζητείται να προσδιορίσετε βάρη στις παραμέτρους του δείκτη που αναφέρονται στον κάτωθι πίνακα από 1 έως 10 (10 το σημαντικότερο & 1 το λιγότερο σημαντικό) σύμφωνα με την εμπειρία σας.

Σημασία (βάρος) Παραμέτρων Ποδηλατικότητας	Βάρος
Πληθυσμιακή Πυκνότητα	
Μεικτές Χρήσεις Γης	
Επιτρεπόμενο Όριο Ταχύτητας ανά κατηγορία οδού	
Πυκνότητα Διασταυρώσεων Οδικού Δικτύου	
Πυκνότητα Δικτύου Ποδηλατοδρόμων	
Πυκνότητα Οδών κατά μήκος/περιμετρικά/κάθετα υδάτινων/πράσινων περιοχών	
Κλίση Εδάφους	

Ευχαριστώ για τη συμμετοχή σας!