



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ:  
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ  
ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΕΖΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ  
ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS**

**Δημήτριος Σβορώνος**

Επιβλέπων: Γεώργιος Ν. Φώτης  
Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.



ΑΘΗΝΑ, Οκτώβριος 2014

*“All truly great thoughts are conceived while walking.”*

Friedrich Nietzsche

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γιώργο Φώτη για την καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας καθώς και για τις καίριες παρατηρήσεις και επισημάνσεις του σε όλα τα στάδια εκπόνησής της, όπως και τους κ. Άγγελο Σιόλα και κ. Θάνο Βλαστό μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Επιπλέον ευχαριστώ θερμά όλους τους «συνοδηγούς» για την πολύτιμη βοήθεια τους στη συλλογή των δεδομένων με το αυτοκίνητο.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά όλους τους φίλους και φίλες μου καθώς και την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση και στήριξή τους, που με συνοδεύει από την αρχή των σπουδών μου.

Οκτώβριος 2014

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Την τελευταία εικοσαετία και με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη, η παγκόσμια κοινότητα αναζητά λύσεις στα προβλήματα που δημιουργούνται από την υποβάθμιση του αστικού χώρου και της ποιότητας ζωής στις σύγχρονες πόλεις. Η βιώσιμη κινητικότητα και ειδικότερα, το περπάτημα ως τρόπος έκφρασής της, αποτελεί σημαντικό παράγοντα και μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην επίτευξή της. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για την έννοια της περπατησιμότητας στο σχεδιασμό βιώσιμων πόλεων. Με τον όρο περπατησιμότητα (walkability) εκφράζεται το κατά πόσο μια περιοχή είναι ελκυστική προς την πεζή μετακίνηση. Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο ανάλυσης αστικών δικτύων κίνησης πεζών καθώς και ο υπολογισμός ενός δείκτη περπατησιμότητας σε περιβάλλον GIS, με μελέτη περίπτωσης το Δήμο Χαλανδρίου. Στο πρώτο στάδιο, βιντεοσκοπήθηκε η περιοχή μελέτης σε όλη την έκτασή της και μέσω επεξεργασίας του ψηφιακού υλικού καταγράφηκαν τα πλάτη των πεζοδρομίων, η κατάσταση τους, καθώς και η ύπαρξη εμποδίων όπως δέντρα, κολώνες και αυτοκίνητα καθώς και οι διαβάσεις ως συνδεδετικά τόξα του δικτύου. Στη συνέχεια, με κατάλληλη επεξεργασία και με χρήση του λογισμικού ArcGIS δημιουργήθηκαν τα απαραίτητα χαρτογραφικά υπόβαθρα. Αξιοποιώντας μεθόδους και τεχνικές γεωχωρικής ανάλυσης εξήχθησαν πληροφορίες και προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά την κατάσταση του δικτύου των πεζοδρομίων και αφετέρου στη συσχέτισή της με τις επιμέρους αντικειμενικές αξίες της περιοχής μελέτης. Επιπλέον, η διαδικασία εφαρμογής του δείκτη περπατησιμότητας που βασίζεται στην παραγωγή και διαχείριση εικόνων τύπου raster, πραγματοποιήθηκε για τρεις περιπτώσεις κατανομής βαρών στις παραμέτρους που τον επηρεάζουν και εξήχθησαν σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με την περπατησιμότητα στο Δήμο Χαλανδρίου. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η σύγκριση των αποτελεσμάτων για κάθε περίπτωση βαρών.

**Λέξεις κλειδιά:** περπατησιμότητα, πεζός, Γ.Σ.Π., χωρική ανάλυση, Χαλάνδρι

## **ABSTRACT**

The global community is constantly seeking viable solutions to the problems created by degradation of urban area. A key factor in sustainable development is walking. In recent years the interest in the concept of walkability has been increased regarding the design of sustainable cities. Walkability expresses whether an area is attractive to pedestrian movement. In this study a methodological framework is presented for the analysis of urban pedestrian networks and the calculation of a walkability index using Geographic Information Systems (G.I.S.) for the municipality of Chalandri. At first, using the method of video all the necessary data were collected, the width of sidewalks and any obstacle such as trees, pillars, vehicles etc. were written down, whereas their condition was also evaluated. Afterwards some maps were drawn following the proper process and by using ArcGis software. Utilizing techniques and methods of geospatial information and analysis useful conclusions were extracted regarding the status of the network of sidewalks and also its correlation with individual objective values of the study area. In addition, the process of applying the walkability index that is based on the production and the management of raster images, was held for three different cases of weights, distributed in the factors which affect it and were extracted notable conclusions about the walkability in the municipality of Chalandri. Finally, a comparison among the results for each case of weights has been conducted.

**Key words:** walkability, pedestrian, G.I.S., spatial analysis, Chalandri

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....</b>	<b>III</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>11</b>
1.1 Γενική τοποθέτηση του προβλήματος.....	11
1.2 Σκοπός μελέτης .....	11
1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας.....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....</b>	<b>14</b>
2.1 Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης.....	14
2.2 Βιώσιμη κινητικότητα .....	15
2.2.1 Δείκτες μέτρησης βιώσιμης κινητικότητας .....	16
2.3 Πεζός και βιώσιμη κινητικότητα.....	19
2.4 Περπατήσιμη πόλη .....	21
2.5 Στατιστικά στοιχεία οδικής ασφάλειας πεζών.....	24
2.6 Ελληνική νομοθεσία περί υποδομής δικτύου πεζών .....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΠΑΤΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ – WALKABILITY.....</b>	<b>28</b>
3.1 Ορισμός περπατησιμότητας .....	28
3.2 Οφέλη περπατησιμότητας .....	30
3.3 Μέθοδοι μέτρησης περπατησιμότητας.....	31
3.3.1 Ερωτηματολόγια.....	33
3.3.2 Εργαλεία ελέγχου – Audit Tools .....	34
3.3.3 Ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) .....	35
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</b>	<b>40</b>
4.1 Γεωγραφική θέση περιοχής.....	40
4.2 Γεωμορφολογία - Υδρολογία .....	41
4.3 Φυσικό περιβάλλον .....	41
4.4 Ανθρωπογενές περιβάλλον.....	42
4.4.1 Πληθυσμιακά στοιχεία .....	42
4.4.2 Παραγωγικοί τομείς – Οικονομικές δραστηριότητες .....	43
4.5 Χρήσεις και κάλυψη γης .....	43

4.6 Δίκτυο συγκοινωνιών .....	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....</b>	<b>46</b>
5.1 Μεθοδολογία υπολογισμού δείκτη περπατησιμότητας .....	47
5.1.1 Μεθοδολογία πρώτης φάσης.....	47
5.1.2 Μεθοδολογία δεύτερης φάσης.....	50
5.1.3 Μεθοδολογία τρίτης φάσης.....	54
5.1.4 Διάγραμμα ροής μεθοδολογικού πλαισίου.....	55
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ WALKABILITY .....</b>	<b>56</b>
6.1 Συλλογή δεδομένων.....	56
6.1.1 Συλλογή χωρικών δεδομένων δικτύου κίνησης πεζών.....	56
6.1.2 Συλλογή δεδομένων υπολογισμού του δείκτη περπατησιμότητας.....	57
6.2 Επεξεργασία δεδομένων.....	58
6.2.1 Επεξεργασία βίντεο .....	58
6.3 Ανάλυση δικτύου κίνησης πεζών .....	60
6.3.1 Πλάτος πεζοδρομίων .....	60
6.3.2 Ποιοτική κατάσταση πεζοδρομίων.....	62
6.3.3 Εμπόδια επί των πεζοδρομίων.....	63
6.3.4 Πεζόδρομοι.....	64
6.3.5 Διαβάσεις Πεζών .....	65
6.3.6 Αξιολόγηση υποδομής δικτύου κίνησης πεζών.....	66
6.3.7 Ζώνες αντικειμενικών αξιών .....	67
6.4 Εφαρμογή Δείκτη Περπατησιμότητας.....	68
6.4.1 Εφαρμογή πρώτης φάσης υπολογισμού του δείκτη .....	68
6.4.2 Εφαρμογή δεύτερης φάσης υπολογισμού του δείκτη.....	75
6.4.3 Εφαρμογή τρίτης φάσης υπολογισμού του δείκτη .....	79
6.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων ανά μέθοδο απόδοσης βαρών .....	84
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....</b>	<b>87</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>89</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Επιπτώσεις των συστημάτων μεταφορών στη βιωσιμότητα .....	17
Πίνακας 2.2: Πιθανοί δείκτες βιωσιμότητας.....	18
Πίνακας 2.3: Μέσος χρόνος αυτόνομου περπατήματος (σε λεπτά) που αφιερώνεται ανά άνδρα και γυναίκα ανά ημέρα για διάφορες δραστηριότητες (Αθήνα 2006).....	21
Πίνακας 2.4: Θάνατοι πεζών ανά εκατομμύρια κατοίκους και ανά χώρα .....	25
Πίνακας 3.1: Οφέλη από βελτιωμένη περπατησιμότητα .....	30
Πίνακας 3.2: Παράμετροι που χρησιμοποιούνται σε δείκτες περπατησιμότητας.....	32
Πίνακας 3.3: Μεθοδολογίες εκτίμησης περπατησιμότητας με χρήση ερωτηματολογίων .....	33
Πίνακας 4.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη Δήμου Χαλανδρίου .....	42
Πίνακας 4.2: Χρήσεις γης και εκτάσεις ανά κατηγορία.....	44
Πίνακας 5.1: Μέθοδοι μέτρησης συνδεσιμότητας δικτύου.....	48
Πίνακας 5.2: Ενδεικτικός πίνακας σύγκρισης κριτηρίων κατά ζεύγη.....	52
Πίνακας 5.3: Συγκριτική κλίμακα Thomas Saaty .....	52
Πίνακας 5.4: Τιμές δείκτη RI για διαφορετικές τιμές του N.....	54
Πίνακας 6.1: Πλήθος σημείων χρήσεων γης ανά κατηγορία .....	57
Πίνακας 6.2: Μήκη πεζοδρομίων και ποσοστό επί του συνολικού .....	61
Πίνακας 6.3: Μέση απόσταση εμφάνισης εμποδίου .....	63
Πίνακας 6.4: Βαθμολογία περπατησιμότητας διεθνούς βιβλιογραφίας.....	75
Πίνακας 6.5: Πίνακας εφαρμογής σύγκρισης κριτηρίων ανά ζεύγη .....	78
Πίνακας 6.6: Κανονικοποιημένος πίνακας με τα τελικά βάρη.....	78
Πίνακας 6.7: Μέσος όρος και μέγιστη τιμή δείκτη περπατησιμότητας ανά περίπτωση.....	84
Πίνακας 6.8: Επιφάνεια ανά σχετική περπατησιμότητα – Ισοβαρείς παράμετροι.....	85
Πίνακας 6.9: Επιφάνεια ανά σχετική περπατησιμότητα – Βάρη περίπτωσης Βόλου .....	85
Πίνακας 6.10: Επιφάνεια ανά σχετική περπατησιμότητα – Βάρη διαδικασίας AHP .....	85

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1: Παράδειγμα βαθμολογίας walkonomics στη Νέα Υόρκη.....	36
Εικόνα 3.2: Decision Tree – Walkshed .....	37
Εικόνα 3.3: Παράδειγμα βαθμολογίας walkshed στη Νέα Υόρκη.....	37
Εικόνα 3.4: Παράδειγμα βαθμολογίας walkscore στη Νέα Υόρκη.....	38
Εικόνα 3.5: Παράδειγμα βαθμολογίας .....	38
Εικόνα 3.6: Πληροφορίες και υπηρεσία Google Street View .....	39



<b>Εικόνα 3.7:</b> Travel Time Map .....	39
<b>Εικόνα 4.1:</b> Κυριότερα ρέματα Δήμου Χαλανδρίου .....	41
<b>Εικόνα 4.2:</b> Ρέμα Χαλανδρίου.....	42
<b>Εικόνα 6.1:</b> Το αυτοκίνητο που χρησιμοποιήθηκε με την κάμερα τοποθετημένη πάνω.....	56
<b>Εικόνα 6.2:</b> Γεωκωδικοποιημένα video οδών σε Google Earth .....	59
<b>Εικόνα 6.3:</b> : Παράδειγμα ιστοσελίδας γεωκωδικοποίησης σημείων .....	60
<b>Εικόνα 6.4:</b> Παράμετροι καθορισμού δικτύου κίνησης πεζών.....	69
<b>Εικόνα 6.5:</b> Εργαλείο Shannon’s Index- Land Facet Corridor Tools.....	72
<b>Εικόνα 6.6:</b> Ιδιότητες εργαλείου Service Area του Arcgis.....	74

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

<b>Διάγραμμα 2.1:</b> Βασικοί πυλώνες βιωσιμότητας .....	15
<b>Διάγραμμα 2.2:</b> Εξέλιξη της συμβατικής προσέγγισης των συστημάτων μεταφορών .....	19
<b>Διάγραμμα 2.3:</b> Αριθμός θανάτων πεζών και ποσοστό αυτών επί των συνολικών στην ΕΕ-19 .....	24
<b>Διάγραμμα 2.4:</b> Θάνατοι πεζών ανά εκατομμύρια κατοίκους, ανά χώρα. Έτος 2010 .....	25
<b>Διάγραμμα 2.5:</b> Ποσοστό θανάτων πεζών κατά τη διάρκεια της νύχτας ανά χώρα. Έτος 2010 .....	26
<b>Διάγραμμα 5.1:</b> Ενδεικτική μορφή ιεράρχησης ΑΗΡ .....	51
<b>Διάγραμμα 5.2:</b> Διάγραμμα ροής μεθοδολογικού πλαισίου.....	55
<b>Διάγραμμα 6.1:</b> Ποσοστό πλάτους πεζοδρομίων .....	61
<b>Διάγραμμα 6.2:</b> Ποσοστά Κατηγορίας Πεζοδρομίου ανά Ζώνη Αντικειμενικών Αξιών .....	68

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ**

<b>Χάρτης 4.1:</b> Γεωγραφική Θέση Δήμου Χαλανδρίου.....	40
<b>Χάρτης 4.2:</b> Δίκτυο συγκοινωνιών Δήμου Χαλανδρίου .....	45
<b>Χάρτης 6.1:</b> Πλάτη πεζοδρομίων Δήμου Χαλανδρίου και στοιχεία χωρικού μέσου .....	62
<b>Χάρτης 6.2:</b> Κατάσταση πεζοδρομίων Δήμου Χαλανδρίου.....	63
<b>Χάρτης 6.3:</b> Πυκνότητα εμποδίων Δήμου Χαλανδρίου .....	64
<b>Χάρτης 6.4:</b> Πεζόδρομοι Δήμου Χαλανδρίου .....	65
<b>Χάρτης 6.5:</b> Δείκτης ποιότητας υποδομής πεζοδρομίων .....	66
<b>Χάρτης 6.6:</b> Ζώνες αντικειμενικών αξιών Δ. Χαλανδρίου .....	67
<b>Χάρτης 6.7:</b> Συνδεσιμότητα δικτύου κίνησης πεζών Δ. Χαλανδρίου.....	70
<b>Χάρτης 6.8:</b> Οικιστική πυκνότητα Δ. Χαλανδρίου .....	71

<b>Χάρτης 6.9:</b> Μίξη χρήσεων γης Δ. Χαλανδρίου .....	73
<b>Χάρτης 6.10:</b> Εγγύτητα χρήσεων γης Δ. Χαλανδρίου.....	74
<b>Χάρτης 6.11:</b> Σχετική περπατησιμότητα Δήμου Χαλανδρίου – Ισοβαρείς παράμετροι .....	76
<b>Χάρτης 6.12:</b> Σχετική περπατησιμότητα Δ. Χαλανδρίου – Βάρη περίπτωσης Βόλου.....	77
<b>Χάρτης 6.13:</b> Σχετική περπατησιμότητα Δ. Χαλανδρίου – Βάρη διαδικασίας ΑΗΡ .....	79
<b>Χάρτης 6.14:</b> Ποινή για μικρό πλάτος πεζοδρομίων Δ. Χαλανδρίου .....	80
<b>Χάρτης 6.15:</b> Ποινή για κακή κατάσταση πεζοδρομίων Δ. Χαλανδρίου.....	81
<b>Χάρτης 6.16:</b> Τελικός δείκτης περπατησιμότητας Δ. Χαλανδρίου – Ισοβαρείς παράμετροι .	82
<b>Χάρτης 6.17:</b> Τελικός δείκτης περπατησιμότητας Δ. Χαλανδρίου – Βάρη περίπτωσης Βόλου .....	83
<b>Χάρτης 6.18:</b> Τελικός δείκτης περπατησιμότητας Δ. Χαλανδρίου – Βάρη διαδικασίας ΑΗΡ .....	84

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στο εισαγωγικό κεφάλαιο παρουσιάζεται μια γενικότερη τοποθέτηση του προβλήματος που σχετίζεται με τη βιώσιμη κινητικότητα και συγκεκριμένα με την πεζή μετακίνηση, ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και η δομή της.

### **1.1 Γενική τοποθέτηση του προβλήματος**

Το περπάτημα αποτελεί το σημαντικότερο μέσο μετακίνησης στο πλαίσιο της βιώσιμης κινητικότητας. Αν και σύμφωνα με τη συμβατική εξέλιξη των μεταφορών τα παλαιότερα μέσα τείνουν να αντικατασταθούν από τα νεότερα και πιο γρήγορα, κανείς δε μπορεί να αμφισβητήσει πως και ο πιο φανατικός χρήστης του αυτοκινήτου κάποιες μετακινήσεις του θα τις κάνει πεζός. Ωστόσο, η συχνή χρήση του αυτοκινήτου αλλά και η προτεραιότητα που έχει δοθεί τα τελευταία χρόνια στην ανάπτυξη των σύγχρονων πόλεων με βάση τα μηχανοκίνητα μέσα έχει δημιουργήσει πολλά προβλήματα και έχει υποβαθμίσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

Επομένως η έννοια της περπατησιμότητας (walkability) έχει γίνει αντικείμενο μελέτης και έρευνας για τη διερεύνηση αν και κατά πόσο τα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος και των χρήσεων γης ευνοούν τους κατοίκους της περιοχής να περπατήσουν με σκοπό τη σωματική άσκηση, την αναψυχή, την πρόσβαση σε υπηρεσίες ή την εργασία. Όπως προκύπτει το δίκτυο κίνησης των πεζών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πεζή μετακίνηση, όμως η δομή του αστικού χώρου και μόνο δεν επαρκεί για την προώθηση των βιώσιμων μέσω μεταφοράς. Είναι απαραίτητη η εξέταση του αστικού οδικού περιβάλλοντος για τη δυνατότητα του να υποστηρίξει συνολικά και να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες που θα προσελκύσουν τις πεζές μετακινήσεις.

### **1.2 Σκοπός μελέτης**

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση ενός δικτύου κίνησης πεζών καθώς και η εφαρμογή ενός δείκτη περπατησιμότητας με σκοπό τη συνολική αξιολόγηση μιας περιοχής, με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S). Αξίζει να αναφερθεί πως ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μία οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον (Φώτης, 2010). Η αξιοποίησή τους επομένως, μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην ανάγκη για βιώσιμες και φιλικές προς τους πεζούς πόλεις (Tal and Handy, 2012).

Για την ανάλυση του δικτύου κίνησης των πεζών απαιτείται η συλλογή και η επεξεργασία των σημαντικότερων στοιχείων του δομημένου αστικού χώρου, δηλαδή τα συστατικά που χαρακτηρίζουν τα πεζοδρόμια όπως το πλάτος, η κατάσταση τους, τα πιθανά εμπόδια που βρίσκονται επ' αυτών, αλλά και η συνδεσιμότητα μεταξύ τους

με τη χρήση διαβάσεων και πεζοδρόμων. Ωστόσο για να αξιολογηθεί η περπατησιμότητα μιας περιοχής απαιτείται μια συνολική μεθοδολογική προσέγγιση. Επομένως στον υπολογισμό ενός δείκτη περπατησιμότητας υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες όπως είναι οι χρήσεις γης αλλά και η οικιστική πυκνότητα.

Τα αποτελέσματα των μεθοδολογιών παρέχουν τη δυνατότητα αξιολόγησης των πόλεων σχετικά με τις πεζές μετακινήσεις καθώς και της λήψης χρήσιμων συμπερασμάτων ως προς την εκπόνηση μελλοντικών δράσεων βελτίωσή τους. Συνεπώς η παρούσα εργασία καλείται να απαντήσει, στο αν η περιοχή του Δήμου Χαλανδρίου είναι ελκυστική προς τους πεζούς ή αν και κατά πόσο οι κάτοικοι της είναι εξαρτημένοι από τη χρήση του αυτοκινήτου.

### **1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας**

Η εν λόγω διπλωματική εργασία έχει διαρθρωθεί σε επτά επιμέρους κεφάλαια μέσα στα οποία περιγράφονται οι θεωρητικές έννοιες που είναι απαραίτητες για την κατανόηση του προβλήματος, οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν τόσο για τη συλλογή των δεδομένων αλλά και για την ανάλυση του δικτύου των πεζοδρομίων και για τη συνολική αξιολόγηση της περπατησιμότητας της περιοχής.

#### **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>**

Παρουσιάζεται η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης και της βιώσιμης κινητικότητας. Συγκεκριμένα παρατίθενται πιθανοί δείκτες μέτρησης της βιώσιμης κινητικότητας και πως συνδέεται με την πεζή μετακίνηση. Επίσης, παρουσιάζεται η έννοια της περπατήσιμης πόλης καθώς και κάποια στατιστικά στοιχεία σχετικά με την οδική ασφάλεια των πεζών. Τέλος παρατίθεται η ελληνική νομοθεσία που διέπει την υποδομή των δικτύων κίνησης των πεζών.

#### **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>**

Εισάγεται η έννοια της περπατησιμότητας καθώς και τα οφέλη της στην κοινωνία, δίνοντας κάποιους ορισμούς της, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία. Επιπρόσθετα παρουσιάζονται μέθοδοι μέτρησης της περπατησιμότητας που έχουν χρησιμοποιηθεί σε άλλες εργασίες.

#### **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>**

Γίνεται αναφορά στην περιοχή μελέτης της εργασίας, στα βασικά χαρακτηριστικά της και ειδικότερα στο ανθρωπογενές περιβάλλον, τις χρήσεις γης της περιοχής αλλά και το δίκτυο συγκοινωνιών που εφαρμόζεται.

#### **Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>**

Παρουσιάζεται η μεθοδολογία για την ανάλυση του δικτύου κίνησης των πεζών αλλά και για τον υπολογισμό ενός δείκτη περπατησιμότητας της περιοχής. Αναλυτικά, μελετάται η επίδραση των σημαντικότερων παραγόντων ενός δείκτη περπατησιμότητας, τα βάρη κάθε παραμέτρου και οι μέθοδοι που θα

χρησιμοποιηθούν για την επιμέρους κατανομή τους, καθώς και οι ποινές που εισέρχονται στο δείκτη ως αποτέλεσμα της κακής υποδομής του δικτύου.

### **Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>**

Πραγματοποιείται η ανάλυση του δικτύου κίνησης των πεζών ως προς τα βασικά στοιχεία του δομημένου περιβάλλοντος και αξιολογείται η υποδομή του δικτύου. Επιπλέον παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία εφαρμογής και υπολογισμού του δείκτη περπατησιμότητας καθώς και τα αποτελέσματα της. Επίσης γίνεται σύγκριση των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για την απόδοση των βαρών στις παραμέτρους του δείκτη, όσον αφορά τις διαφοροποιήσεις που προέκυψαν στα αποτελέσματα.

### **Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>**

Παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα της μελέτης και γίνονται κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα σχετικά με την περπατησιμότητα και τις επιπτώσεις της στις σύγχρονες πόλεις και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι έννοιες της βιώσιμης ανάπτυξης και της βιώσιμης κινητικότητας όπως και ο ρόλος τους στις σύγχρονες πόλεις. Επιπλέον αναφέρονται κάποιοι ενδεικτικοί δείκτες μέτρησης της βιώσιμης κινητικότητας καθώς και η συμβολή της πεζής μετακίνησης προς αυτή την κατεύθυνση. Ακολούθως ορίζεται η έννοια της περπατήσιμης πόλης, τα χαρακτηριστικά της και οι προϋποθέσεις για την ασφαλή μετακίνηση των πεζών στο πλαίσιο της βιώσιμης κινητικότητας. Επιπρόσθετα παρουσιάζονται κάποια σημαντικά στατιστικά στοιχεία από έρευνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσον αφορά την πεζή μετακίνηση στην Ευρώπη αλλά και στην Ελλάδα ειδικότερα, εξάγοντας χρήσιμα συμπεράσματα. Τέλος, αναφέρεται η κείμενη νομοθεσία που διέπει το σχεδιασμό των υποδομών του δικτύου των πεζοδρομίων στον ελλαδικό χώρο.

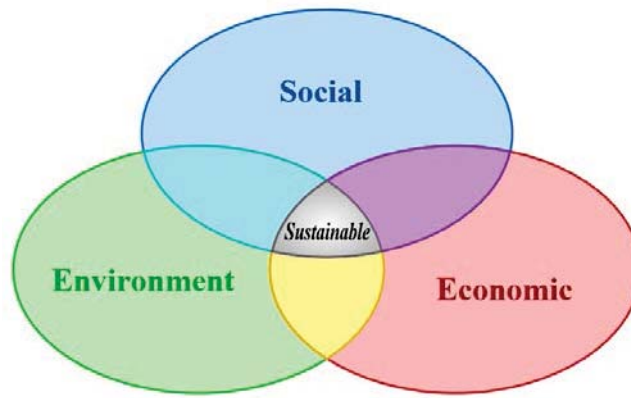
### 2.1 Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης

Τα τελευταία χρόνια η συνεχής υποβάθμιση του αστικού χώρου έχει οδηγήσει τις πόλεις, σε παγκόσμιο επίπεδο, στην αναζήτηση βιώσιμων λύσεων στα προβλήματα που τις απασχολούν και αφορούν στην καθημερινότητα των κατοίκων τους. Έτσι η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί πολύ σημαντικό ζήτημα του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

Η βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη (sustainable development) δεν έχει αποσαφηνιστεί σαν έννοια, ωστόσο έχουν γίνει προσπάθειες τόσο από την Ευρωπαϊκή Ένωση, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με την επιτροπή του Brundland(1987) του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) και τον ευρέως διαδεδομένο ορισμό που προέκυψε από αυτή, «βιώσιμη ανάπτυξη σημαίνει ότι οι παρούσες γενιές πρέπει να καλύπτουν τις ανάγκες τους χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο και αμφισβήτηση τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύπτουν τις δικές τους ανάγκες.»

Στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών στο Ρίο (1992), η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης παρουσιάστηκε ως βασικό ζητούμενο για τη μελλοντική ανάπτυξη για πάνω από 170 χώρες, υπογράφοντας την «Ατζέντα 21». Η Ατζέντα αυτή περιγράφει τους γενικότερους στόχους για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης και όχι το πώς θα υλοποιηθούν. Ωστόσο έχει μεγάλη σημασία το στίγμα που άφησε, ώστε να λυθούν τα προβλήματα βιωσιμότητας της παγκόσμιας κοινότητας, με τη συνεργασία όλων των κρατών.

Η Γερμανική Επιτροπή Enquete για την «Προστασία του Ανθρώπου και του Περιβάλλοντος» της Γερμανικής Βουλής στην έκθεσή της, «Αρχές Βιωσιμότητας από την Θεωρία στην Εφαρμογή» (1996) διακηρύσσει σαν πρωταρχικούς στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης την «ασφάλεια και βελτίωση των οικονομικών και κοινωνικών αγαθών», δίνοντας έμφαση στο μοντέλο των τριών ισοδύναμων πυλώνων της βιωσιμότητας που στηρίζεται στην οικολογία, στην οικονομία και την κοινωνία όπως τους αναφέρει και ο Van Dieren (1995). Στο διάγραμμα 2.1 παρουσιάζονται οι τρεις βασικοί πυλώνες που προσεγγίζουν τις βασικές αρχές της βιωσιμότητας. Είναι σαφές πως η πιο κρίσιμη διάσταση είναι η περιβαλλοντική βιωσιμότητα.



**Διάγραμμα 2.1:** Βασικοί πυλώνες βιωσιμότητας

Πηγή: <http://www.thwink.org/sustain/glossary/ThreePillarsOfSustainability.htm>

Οι συνθήκες του Maastricht το 1992, του Amsterdam το 1997 και η Διεθνής Συνδιάσκεψη του Johannesburg το 2002, επιβεβαίωσαν την αναγκαιότητα της βιωσιμότητας και ενσωματώθηκαν στο Διεθνές Δίκαιο και το Δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## 2.2 Βιώσιμη κινητικότητα

Ο στόχος της βιώσιμης κινητικότητας (sustainable transport) στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης αποτελεί στις μέρες μας, καθοριστική παράμετρο της διαδικασίας αντιμετώπισης των προβλημάτων μιας σύγχρονης πόλης. Είναι πλέον αδιαμφισβήτητο, ότι η αλόγιστη χρήση του αυτοκινήτου έχει δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Παρόλα αυτά, η συμβατική και τελικά εφαρμοζόμενη, συγκοινωνιακή πολιτική εστιάζεται σχεδόν αποκλειστικά, στην εξυπηρέτηση των οχημάτων παρά στη μη μηχανοκίνητη μετακίνηση, που αντιπροσωπεύουν βιώσιμα μέσα όπως το περπάτημα και το ποδήλατο.

Η έννοια της βιώσιμης κινητικότητας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη προώθηση βιώσιμων μέσων μετακίνησης όπως είναι η πεζή μετακίνηση, το ποδήλατο και τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Δεν υπάρχει ένας σαφής και κοινά αποδεκτός προσδιορισμός της έννοιας της βιώσιμης κινητικότητας. Χρησιμοποιώντας τον ορισμό της βιώσιμης ανάπτυξης από την επιτροπή του Brundtland (1987) για την βιώσιμη κινητικότητα, μπορεί να θεωρηθεί ως αυτή που «ικανοποιεί τις ανάγκες κινητικότητας του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες κινητικότητας», ένας ορισμός σχετικά ασαφής όμως.

Σύμφωνα με το Transportation Research Board (TRB, 1997) η βιώσιμη κινητικότητα εκτιμάται από το «πώς περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά συστήματα αλληλεπιδρούν προς ένα αμοιβαίο πλεονέκτημα ή μειονέκτημα τους σε διάφορες χωρικές κλίμακες λειτουργίας».

Η Ευρωπαϊκή Πολιτική στηρίζει τη βιώσιμη κινητικότητα και χρησιμοποιεί τον όρο του βιώσιμου συστήματος μεταφορών. Κατά αυτόν τον τρόπο σύμφωνα με το Συμβούλιο των Υπουργών Μεταφορών (2001), ως βιώσιμο σύστημα μεταφορών ορίζεται αυτό που:

- επιτρέπει τις βασικές ανάγκες πρόσβασης και ανάπτυξης των ατόμων, των επιχειρήσεων και της κοινωνίας, να τηρούνται με ασφάλεια και με τρόπο που να συνάδει με την υγεία του ανθρώπου και των οικοσυστημάτων, καθώς και να προάγει τη δικαιοσύνη μεταξύ των διαδοχικών γενεών.
- είναι προσιτό, λειτουργεί σωστά και αποδοτικά, προσφέρει τη δυνατότητα επιλογής του τρόπου μεταφοράς και υποστηρίζει μια ανταγωνιστική οικονομία, καθώς και την ισόρροπη περιφερειακή ανάπτυξη.
- περιορίζει τις εκπομπές ρύπων και τα απόβλητα εντός της ικανότητας του πλανήτη να τα απορροφά, χρησιμοποιεί ανανεώσιμους πόρους σε ποσοστό ίσο ή κάτω από τους συντελεστές παραγωγής τους, χρησιμοποιεί μη ανανεώσιμους πόρους σε ποσοστό ίσο ή κάτω από τα ποσοστά ανάπτυξης των ανανεώσιμων υποκατάστατων, ενώ επιπρόσθετα ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις στις χρήσεις γης και την παραγωγή θορύβου.

### **2.2.1 Δείκτες μέτρησης βιώσιμης κινητικότητας**

Το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη βιώσιμη ανάπτυξη και τη βιώσιμη κινητικότητα, οδήγησε αναπόφευκτα στη δημιουργία δεικτών μέτρησης διαφόρων συστημάτων μεταφορών, όσον αφορά τη συνεισφορά τους στη βιωσιμότητα μια κοινωνίας (T. Litman and D. Burwell 2006). Ο Gudmundsson (2011) αναφέρει χαρακτηριστικά στην εργασία του, «πώς ξέρουμε αν τα συστήματα μεταφορών μας είναι στην πραγματικότητα όλο και περισσότερο ή λιγότερο βιώσιμα, και πώς ξέρουμε αν οι ασκούμενες πολιτικές για τη μεταφορά, συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων που έχουν σκοπό να εξυπηρετούν;». Τέτοιου είδους ερωτήσεις έχουν αυξήσει τη ζήτηση για δείκτες μέτρησης της απόδοσης των συστημάτων και των πολιτικών μεταφορών.

Η σχέση μεταξύ των τριών βασικών πυλώνων της βιωσιμότητας – οικονομική, περιβαλλοντική, κοινωνική - ενσωματώνονται στους δείκτες μέτρησης της βιώσιμης κινητικότητας. Τα δίκτυα των μεταφορών έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη βιωσιμότητα όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (2.1).



Οικονομικές	Κοινωνικές	Περιβαλλοντικές
Κυκλοφοριακή συμφόρηση	Ανισότητα των επιπτώσεων	Ατμοσφαιρική και θαλάσσια ρύπανση
Εμπόδια στην κινητικότητα	Μειονεκτική θέση της κινητικότητας	Απώλεια βιότοπων
Ζημιές λόγω ατυχημάτων	Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία	Υδρολογικές επιπτώσεις
Κόστος εγκαταστάσεων	Αλληλεπίδραση στη κοινότητα	Εξάντληση των μη-ανανεώσιμων πόρων
Κόστος των καταναλωτών	Ποιότητα ζωής της κοινότητας	
Εξάντληση των μη-ανανεώσιμων πόρων	Αισθητική	

**Πίνακας 2.1:** Επιπτώσεις των συστημάτων μεταφορών στη βιωσιμότητα  
*Πηγή: Litman and D. Burwell (2006)*

Η βιωσιμότητα συνήθως αξιολογείται χρησιμοποιώντας ένα σύνολο μετρήσιμων δεικτών για την παρακολούθηση των τάσεων, συγκρίνοντας τομείς και δραστηριότητες και αξιολογώντας συγκεκριμένες πολιτικές και στόχους (Litman, 2003; CST, 2001).

Στον παρακάτω πίνακα (2.2), με βάση το «Προτεινόμενο ερευνητικό πρόγραμμα για την ανάπτυξη δεικτών και δεδομένων μέτρησης της βιωσιμότητας των μέσων μεταφοράς» (Sustainable Transport Indicators, TRB 2008), καταγράφονται οι κυριότεροι δείκτες βιωσιμότητας με την εξής βαθμολόγηση:

- «Α», που μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλες τις περιπτώσεις.
- «Β», που μπορεί να εφαρμοσθεί όταν είναι εφικτό ή σχετικό.
- «Γ», όταν είναι απαραίτητο να αντιμετωπισθούν συγκεκριμένες ανάγκες της κοινωνίας.

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτης	Επιμέρους δείκτης	Βαθμολογία
<b>Μετακίνηση</b>	Οχήματα	Ιδιοκτησία μηχανοκίνητου οχήματος	Ανά είδος οχήματος, δημογραφικά στοιχεία ιδιοκτήτη, τοποθεσία	A
	Κινητικότητα	Μήκος διαδρομής		A
	Χρήση διαφορετικών μέσων	Ποσοστό μετακίνησης με αυτοκίνητο, μέσα μαζικής μεταφοράς, ποδήλατο ή περπάτημα	Σκοπός και συνθήκες μετακίνησης	A
<b>Ατμοσφαιρική ρύπανση</b>	Εκπομπές	Συνολικές εκπομπές οχημάτων	Είδος εκπομπών, μέσο μεταφοράς, τοποθεσία	A
	Έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση	Πλήθος ημερών έκθεσης ανά έτος	Δημογραφικές ομάδες που επηρεάζονται	A
	Κλιματική αλλαγή	Εκπομπές λόγω κλιματικής αλλαγής (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> )	Μέσο μεταφοράς	A
	Λοιπές εκπομπές	Εκπομπές από οχήματα και οικοδόμηση εγκαταστάσεων	Είδος εκπομπών και μέσων μεταφοράς	A

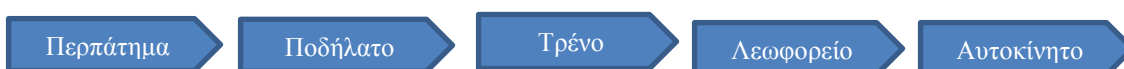
Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτης	Επιμέρους δείκτης	Βαθμολογία
<b>Ηχορύπανση</b>	Κυκλοφοριακός θόρυβος	Άτομα που εκτίθενται σε θόρυβο άνω των 55 Laeq,T	Δημογραφικές ομάδες, τοποθεσία, μέσο μεταφοράς	B
	Θόρυβος λόγω αεροσκαφών	Άτομα που εκτίθενται σε θόρυβο λόγω αεροσκαφών άνω των 57 Laeq,T		B
<b>Οδική ασφάλεια</b>	Θύματα ατυχημάτων	Θάνατοι και τραυματισμοί	Μέσο μεταφοράς, δρόμος, είδος και αίτια του ατυχήματος	A
	Ατυχήματα	Καταγεγραμμένα στην αστυνομία ατυχήματα		A
	Κόστος ατυχημάτων	Οικονομικό κόστος τροχαίου ατυχήματος		B
<b>Παραγωγικότητα Οικονομίας</b>	Κόστος μετακίνησης	Επενδύσεις στις μεταφορές	Μέσο μεταφοράς, είδος χρήστη, τοποθεσία	A
	Κόστος μετακίνησης (χρόνος και χρήμα)	Πρόσβαση στην εργασία		A
	Αξιοπιστία οχήματος	Το κατά κεφαλήν κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης		B
	Κόστος υποδομής	Δαπάνες για οδική υποδομή		A
	Έξοδα αποστολής	Επάρκεια μεταφοράς εμπορευμάτων		B
	Επιλογές μετακίνησης	Ποιότητα περπατήματος, ποδηλασίας, δημοσίων μέσων μεταφοράς, οδήγησης, ταξί, κτλ.		A
<b>Προσβασιμότητα</b>	Προσβασιμότητα στη χρήση γης	Ποιότητα της πρόσβασης στη χρήση γης	Σκοπός μετακίνησης, τοποθεσία, χρήστης	B
	Υποκατάστατα μετακίνησης	Πρόσβαση στο διαδίκτυο και ποιότητα υπηρεσιών παράδοσης		B
	Αποδοτικότητα των τιμών	Τιμολόγηση βασισμένη στο κόστος	Ανά μέσο μεταφοράς, είδος κόστους (δρόμοι, χώροι στάθμευσης, κτλ.)	B
<b>Πολιτική μεταφορών και ομάδων σχεδιασμού</b>	Στρατηγικός σχεδιασμός	Κατά πόσο ατομικές αποφάσεις σχεδιασμού υποστηρίζουν στρατηγικούς στόχους	Ανά μέσο μεταφοράς, εταιρεία	B
	Αποδοτικότητα του σχεδιασμού	Περιεκτικός και ουδέτερος σχεδιασμός		Γ
	Ικανοποίηση χρήστη	Αποτελέσματα ερευνών για το χρήστη		Ανά ομάδες (ατόμων με αναπηρίες, παιδιών, χαμηλού εισοδήματος)

**Πίνακας 2.2:** Πιθανοί δείκτες βιωσιμότητας  
*Πηγή: TRB (2008)*

Επομένως γίνεται φανερό πως το ζήτημα της μέτρησης της βιωσιμότητας και ειδικότερα της βιώσιμης κινητικότητας, απασχολεί τη παγκόσμια κοινότητα, καθώς πραγματοποιούνται συνεχώς έρευνες για τη δημιουργία δεικτών αξιολόγησης τους.

## 2.3 Πεζός και βιώσιμη κινητικότητα

Ένα από τα σημαντικότερα, αν όχι το σημαντικότερο, βιώσιμο μέσο μετακίνησης είναι το περπάτημα. Το περπάτημα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα είδη βιώσιμης κινητικότητας, είναι δωρεάν και πραγματοποιείται για τις περισσότερες καθημερινές μετακινήσεις του ανθρώπου (Γαλάνης 2011). Ωστόσο, ο συμβατικός σχεδιασμός των μέσων μεταφοράς τείνει να αποδεχτεί πως η πρόοδος των μεταφορών είναι γραμμική, ότι δηλαδή οι νεότεροι και ταχύτεροι τρόποι μετακίνησης αντικαθιστούν παλιότερα και πιο αργά μέσα μετακίνησης όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα (2.2) (T. Litman 2011).



**Διάγραμμα 2.2:** Εξέλιξη της συμβατικής προσέγγισης των συστημάτων μεταφορών  
*Πηγή: Litman (2011)*

Αυτό το μοντέλο όμως προϋποθέτει ότι οι παλαιότεροι τρόποι μεταφοράς είναι ασήμαντοι σε σχέση με τους νεότερους, έτσι για παράδειγμα δεν αποδέχεται ότι η αύξηση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων μπορεί να προκαλέσει καθυστέρηση στα μέσα μαζικής μεταφοράς ή ακόμα και να δημιουργήσει προβλήματα στην πεζή μετακίνηση. Κατ' αυτήν την προσέγγιση είναι αδύνατο να δοθεί προτεραιότητα στο περπάτημα έναντι του αυτοκινήτου.

Η βιώσιμη κινητικότητα παρουσιάζεται ως ένα παράλληλο μοντέλο, που προσπαθεί να δημιουργήσει ισορροπημένα συστήματα μεταφοράς, υποθέτοντας πως κάθε τρόπος μετακίνησης είναι χρήσιμος. Αντίθετα με την συμβατική εξέλιξη, η πρόοδος των μεταφορών σε αυτή την περίπτωση αποσκοπεί στη βελτίωση όλων των μέσων μεταφοράς και όχι μόνο του νεώτερου. Για παράδειγμα, σε πολλές πόλεις μπορούν να προκύψουν αρκετά οφέλη εφαρμόζοντας μια στρατηγική βελτίωσης της πεζής μετακίνησης, του ποδηλάτου και των δημόσιων μεταφορών, περιορίζοντας παράλληλα τη χρήση του αυτοκινήτου στις αστικές περιοχές (T. Litman and D. Burwell 2006). Η βελτιωμένη μεταφορά όμως δε σημαίνει αναγκαστικά και πιο γρήγορες μετακινήσεις αλλά μπορεί να αποσκοπεί στη βελτίωση της ασφάλειας και της άνεσης ή ακόμα και στην εξοικονόμηση κόστους των μετακινήσεων.

Επιπλέον, είναι κοινά αποδεκτό ότι με το περπάτημα προσεγγίζονται χώροι εργασίας, ψυχαγωγίας, εξυπηρετούνται βασικές ανάγκες ενώ παράλληλα, η συστηματική πεζή μετακίνηση συμβάλει στη σωματική άσκηση και κατ' επέκταση στην υγεία του ανθρώπου. Εκτός από εναλλακτικός και ανεξάρτητος τρόπος μετακίνησης είναι και βασικός συνδετικός κρίκος για όλα τα μέσα μεταφοράς. Ακόμη και ο πιο φανατικός χρήστης του αυτοκινήτου κάποιες μετακινήσεις του θα τις κάνει πεζός, έτσι ο σχεδιασμός για τους πεζούς είναι σχεδιασμός για το σύνολο των κατοίκων (Αραβαντινός 2007). Κατ' αυτή την έννοια, η σημασία του περπατήματος στην καθημερινότητα του ανθρώπου συνοψίζεται και από τον Litman (2011) ο οποίος αναφέρει χαρακτηριστικά:

- Το περπάτημα είναι παγκόσμιο, προσφέροντας μετακίνηση, άσκηση και ευχαρίστηση.
- Το 10-20% των μετακινήσεων πραγματοποιούνται εξ' ολοκλήρου με μη μηχανοκίνητους τρόπους και στις περισσότερες μετακινήσεις το περπάτημα είναι συνδεδεμένος κρίκος, όπως στην πρόσβαση σε στάσεις Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, καθώς και μεταξύ παρκαρισμένων οχημάτων, προέλευσης και τελικού προορισμού.
- Η πεζή μετακίνηση αποτελεί την πιο συνήθη μορφή φυσικής άσκησης. Αυξάνοντας το περπάτημα βελτιώνεται αισθητά και η υγεία των πολιτών.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως οι πεζοί δεν είναι μια ομοιογενής ομάδα, άρα και η συμπεριφορά τους κατά την πεζή μετακίνηση διαφέρει από πεζό σε πεζό (Γαλάνης 2012). Η συμπεριφορά των πεζών διαφέρει με βάση την ηλικία και το φύλλο (Sharples and Fletcher 2000). Τα παιδιά μέχρι την ηλικία των δέκα (10), έχουν μειωμένη αντίληψη των κανόνων οδικής κυκλοφορίας, με αποτέλεσμα να εκτίθενται με μεγαλύτερη ευκολία σε κίνδυνο τροχαίων ατυχημάτων. Μια αντίστοιχη ομάδα πεζών είναι οι ηλικιωμένοι οι οποίοι χαρακτηρίζονται από μειωμένη όραση και ακοή, καθώς και μειωμένη ταχύτητα κατά το περπάτημα. Από την άλλη, οι ηλικιωμένοι έχουν περισσότερο ελεύθερο χρόνο άρα πιθανότατα περπατάνε περισσότερο από τους νέους ανθρώπους.

Επιπρόσθετα, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το εισόδημα των πολιτών. Άτομα με μεγαλύτερη οικονομική ευχέρεια έχουν τη δυνατότητα αγοράς -άρα και μετακίνησης- με αυτοκίνητο, σε σχέση με ανθρώπους με χαμηλό εισόδημα που πιθανώς να περπατάνε περισσότερο. Πέρα από τα παιδιά και τους ηλικιωμένους, υπάρχουν και άλλοι τύποι πεζών που συναντούν σημαντικά προβλήματα κατά την πεζή μετακίνηση όπως άτομα με κινητικά προβλήματα, με προβλήματα πνευματικής υγείας άλλα και πεζοί υπό την επήρεια αλκοόλ (Florida Pedestrian Planning and Design Handbook 2003).

Συγκεκριμένα στην Αθήνα, προέκυψε από έρευνα ερωτηματολογίου σε στρωματοποιημένο δείγμα 1086 ατόμων όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (2.3), ότι η διάρκεια του αυτόνομου περπατήματος διαφέρει ανάλογα το φύλο, την ηλικιακή κατηγορία αλλά και την δραστηριότητα για την οποία διατίθεται περισσότερος χρόνος για περπάτημα (Βλαστός και Περπερίδου 2007).

Ηλικία	Σκοπός Μετακίνησης									
	Εργασία	Αγορές	Εκπαιδ.	Αθλητ.	Ψυχαγ.	Κοινων.	Υγεία	Συναλλ.	Διάφορα	Σύνολο
<i>Άνδρες</i>										
<20	0	0,7	16,1	3,8	1,8	0,8	0	0	1,5	24,7
20-34	1,4	3,3	1,5	1,2	2,1	0,8	0,1	0,5	0,2	11,1
35-64	2,3	3,2	0	2,0	2,7	0,4	0,2	1,3	1,5	13,6
>64	0,3	7,2	0	1,8	5,8	0,5	0,8	1,5	2,8	207
<i>Γυναίκες</i>										
<20	0,2	1,5	14,6	2,9	2,1	1,2	0	0,1	0,2	22,8
20-34	1,4	4,1	2,3	2,0	2,1	1,9	0,5	0,4	0,7	15,4
35-64	3,0	7,6	0	1,5	1,3	1,4	0,2	0,6	2,8	18,4
>64	0	8,6	0	0,5	0,6	2,4	1,3	0,9	1,0	15,3

**Πίνακας 2.3:** Μέσος χρόνος αυτόνομου περπατήματος (σε λεπτά) που αφιερώνεται ανά άνδρα και γυναίκα ανά ημέρα για διάφορες δραστηριότητες (Αθήνα 2006)  
*Πηγή: Βλαστός, Περπερίδου (2007)*

Κάποια χρήσιμα συμπεράσματα από τον παραπάνω πίνακα είναι ότι:

- Οι γυναίκες περπατούν περισσότερο όταν είναι νέες, έναντι των αντρών.
- Η εκπαίδευση είναι η δραστηριότητα για την οποία διατίθεται ο περισσότερος χρόνος για περπάτημα και αφορά τους νέους. Έπειτα οι αγορές για τις γυναίκες και η ψυχαγωγία για τους συνταξιούχους άνδρες.
- Οι άνδρες περπατούν περισσότερο όσο μεγαλώνουν, ενώ στις γυναίκες συμβαίνει το ανάποδο.
- Οι εργαζόμενοι, είτε άνδρες είτε γυναίκες, σε ποσοστό 93% μετακινούνται προς το χώρο εργασίας τους στην Αθήνα με κάποιο μηχανοκίνητο μέσο.

## 2.4 Περπατήσιμη πόλη

«Περπατήσιμη» (walkable) ονομάζεται η πόλη που παρέχει τη δυνατότητα σε όλους τους πολίτες για ασφαλές και άνετο περπάτημα για να προσεγγίσουν αγαθά και υπηρεσίες (U.S. Department Transportation 2008). Κατ' αυτή την έννοια, οι περπατήσιμες πόλεις ενθαρρύνουν το περπάτημα, διευρύνουν τις επιλογές μετακίνησης και προσφέρουν ασφαλείς δρόμους που εξυπηρετούν και άτομα με προβλήματα κινητικότητας. Επομένως, οι πολίτες έχουν ανάγκη από μια περπατήσιμη πόλη στην οποία τα πεζοδρόμια θα είναι ασφαλή, προσβάσιμα και άνετα σε όλους.

Σύμφωνα με την έρευνα «A residents guide for creating safe and walkable communities» (U. S. Department Transportation, 2008), οι πόλεις που είναι φιλικές προς τους πεζούς εισπράττουν πολλά οφέλη, όπως τα εξής,

- Ασφαλέστερο περιβάλλον για περπάτημα και ποδηλασία, που κατ' επέκταση σημαίνει και λιγότερες πιθανότητες για εμπλοκή των πεζών και των ποδηλατών σε τροχαία ατυχήματα ή σε τραυματισμούς.
- Καλύτερη πρόσβαση σε περισσότερους προορισμούς, παρέχοντας και περισσότερες επιλογές μετακίνησης, ώστε οι πολίτες να μην εξαρτώνται από το αυτοκίνητο.

- Περισσότερες ευκαιρίες στους πολίτες να είναι σωματικά πιο δραστήριοι βελτιώνοντας την υγεία τους και γενικότερα την ποιότητα ζωής τους.
- Ευκαιρίες για όλους, περιλαμβάνοντας ένα περπατήσιμο οδικό περιβάλλον που εξυπηρετεί και τους πολίτες με κινητικές δυσκολίες.

Παράλληλα, αξίζει να αναφερθούν οι απαιτούμενες προϋποθέσεις έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η κίνηση των πεζών με ασφάλεια:

- Ένα ασφαλές οδικό χώρο για περπάτημα. Αυτό περιλαμβάνει α) ομαλή και χωρίς εμπόδια επιφάνεια πεζοδρομίων με επαρκές πλάτος για τη διασταύρωση δύο αναπηρικών αμαξιδίων, β) πεζοδρόμια διαχωρισμένα από την οδική κυκλοφορία, γ) ασφαλείς οδικές διασταυρώσεις, οι οποίες επιτυγχάνονται με τις κατάλληλες διαβάσεις, σήμανση και σηματοδότηση.
- Ικανότητα αντίληψης της εισερχόμενης κυκλοφορίας από τους πεζούς, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας.
- Πρόσβαση σε πεζοδρόμια και διαβάσεις, περιλαμβάνοντας ράμπες αλλαγής υψομετρικού επιπέδου κίνησης των πεζών.
- Επαρκή χρόνο για τη διάσχιση των δρόμων, είτε πρόκειται για διάβαση με φωτεινό σηματοδότη είτε όχι.
- Σήμανση για την κίνηση των πεζών, ειδικότερα για την εύρεση διαδρομών για τους πεζούς.
- Συνεχής βελτίωση των υπάρχουσών υποδομών. Το δίκτυο των πεζοδρομίων πρέπει να είναι ελεύθερο από εμπόδια και απότομες αλλαγές κατεύθυνσης ή πλάτους πεζοδρομίων.

Η κατανόηση και ο σωστός εντοπισμός των ζητημάτων που μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στην ασφάλεια κίνησης των πεζών είναι το σημαντικότερο μέρος για την εξεύρεση λύσεων στα εν λόγω προβλήματα. Σε περίπτωση που κάποιο πρόβλημα δεν έχει προσδιοριστεί με ακρίβεια, μια λανθασμένη λύση μπορεί να εφαρμοστεί και το πρόβλημα να μην εξαλειφθεί. Τα κυριότερα προβλήματα που επηρεάζουν την ασφάλεια των πεζών χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

#### 1. Ελλιπής υπάρχουσα υποδομή για πεζή μετακίνηση.

- Η γενικότερη απουσία πεζοδρομίων, πεζοδρομίων ή ακόμα και όταν δεν καλύπτονται επαρκώς οι επιθυμητοί προορισμοί.
- Στενά πεζοδρόμια, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να μετακινηθούν με άνεση οι πεζοί ή και να διασταυρωθούν.
- Πεζοδρόμια με σημαντικό αριθμό εμποδίων, που εμποδίζουν την απρόσκοπτη κίνηση των πεζών.

- Πεζοδρόμια που βρίσκονται σε κακή κατάσταση, παρουσιάζοντας έλλειψη συντήρησης.
- Δυσκολία διάσχισης οδών, που οφείλεται συνήθως σε μεγάλου μήκους διαβάσεις και σε απουσία σηματοδότησης.
- Χαμηλή συνδεσιμότητα, δηλαδή η ύπαρξη πολλών αδιέξοδων (cul-de-sacs), λίγες διαβάσεις, ασυνεχής διαδρομές πεζών.
- Ανεπαρκής φωτισμός, ώστε οι πεζοί και οι οδηγοί να αντιλαμβάνονται ο ένας την ύπαρξη του άλλου.
- Ανεπαρκής καθοδήγηση των πεζών ώστε να κατευθύνονται σε διαβάσεις για τη διάσχιση της οδού.
- Εμπλοκές με ποδηλάτες, οι οποίοι ενδεχομένως αναγκάζονται να χρησιμοποιήσουν τα πεζοδρόμια καθώς δεν αισθάνονται ασφαλής με τα αυτοκίνητα.

## 2. Η συμπεριφορά των οδηγών.

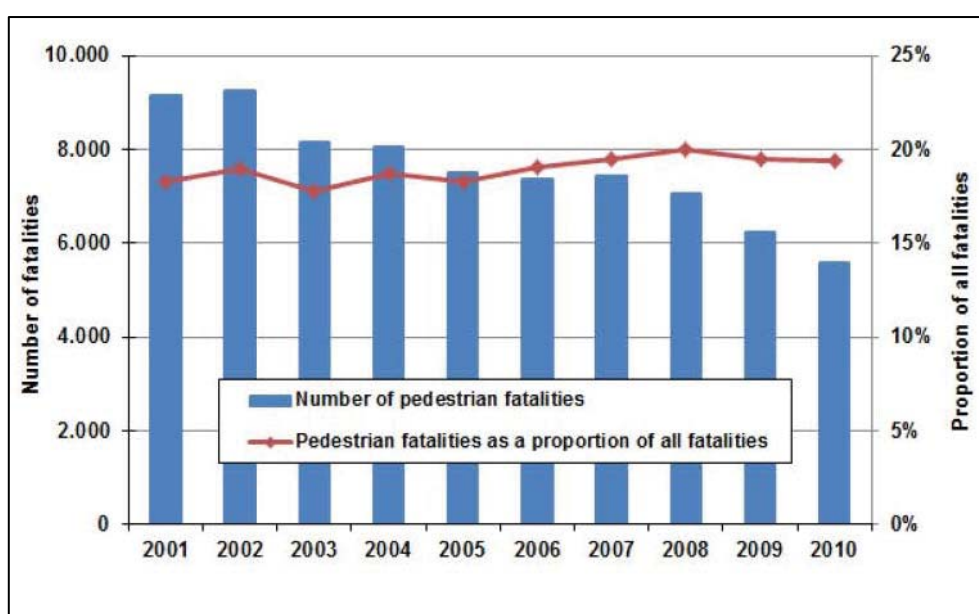
- Η μη παραχώρηση προτεραιότητας στους διερχόμενους πεζούς.
- Η υπέρβαση της επιτρεπόμενης ταχύτητας, ειδικότερα στις αμιγώς κατοικήσιμες γειτονιές.
- Η διέλευση μεγάλου φόρτου οχημάτων από τις γειτονιές, για την αποφυγή κίνησης στις κεντρικές οδούς.
- Η παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη ή της σήμανσης «STOP», αυξάνοντας τις πιθανότητες πρόκλησης ατυχήματος με εμπλοκή πεζού ή ποδηλάτη.
- Η οδήγηση σε κατάσταση μέθης ή η απόσπαση της προσοχής τους, όπως για παράδειγμα, με τη χρήση κινητού τηλεφώνου.

## 3. Η συμπεριφορά των πεζών.

- Η διάσχιση των οδών χωρίς την απαραίτητη προσοχή των διερχόμενων οχημάτων.
- Η διάσχιση των οδών κατά τη διέλευση οχημάτων.
- Η διάσχιση σε μη ασφαλείς τοποθεσίες, όπως εκτός διάβασης στο διάμεσο των οδικών τμημάτων.
- Η ανυπακοή στη φωτεινή σηματοδότηση των διαβάσεων, καθώς προσπαθούν να διασχίσουν την οδό κατά τη διάρκεια του ερυθρού σηματοδότη.
- Η απόσπαση προσοχής των πεζών όπως και στην περίπτωση των οδηγών από τη χρήση κινητών τηλεφώνων.

## 2.5 Στατιστικά στοιχεία οδικής ασφάλειας πεζών

Οι πεζοί, όπως άλλωστε και οι ποδηλάτες, θεωρούνται ευάλωτοι χρήστες των οδών, αφού παρατηρούνται υψηλοί δείκτες τραυματισμών ή και θανάτου σε τροχαία ατυχήματα που εμπλέκονται. Αξιοσημείωτα είναι τα στατιστικά στοιχεία που προκύπτουν από την έρευνα «Traffic Safety Basic Facts 2012: Pedestrians» του Ευρωπαϊκού Παρατηρητηρίου Οδικής Ασφάλειας (European Road Safety Observatory – ERSO). Το 2010, 6.004 πεζοί έχασαν τη ζωή τους σε τροχαία ατυχήματα στην Ευρώπη, σε ποσοστό 20% επί των συνολικών, αν και την τελευταία δεκαετία οι θάνατοι πεζών έχουν μειωθεί κατά 39%. Στο παρακάτω διάγραμμα (2.3) φαίνεται ο αριθμός των απωλειών πεζών και το ποσοστό επί των συνολικών θανάτων για την περίοδο 2001-2010 για 19 χώρες (EU-19<sup>1</sup>).



Διάγραμμα 2.3: Αριθμός θανάτων πεζών και ποσοστό αυτών επί των συνολικών στην ΕΕ-19  
Πηγή: European Road Safety Observatory – ERSO (2012)

Για να καταστεί δυνατή η σύγκριση των θανάσιμων ατυχημάτων για διαφορετικές χώρες, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης των θανάτων πεζών ανά εκατομμύριο κατοίκους. Το 2010 ο χαμηλότερος δείκτης παρουσιάζεται στην Ολλανδία με 3.8 θανάτους ανά εκατομμύριο κατοίκους, ενώ ο μεγαλύτερος στη Ρουμανία με 40.4 θανάτους. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ο μέσος όρος για 24 χώρες (EU-24<sup>2</sup>) ανέρχεται στους 12.3 θανάτους, τη στιγμή που στην Ελλάδα ανέρχεται στους 15.8, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (2.4).

<sup>1</sup> EU-19: Βέλγιο (BE), Τσεχία (CZ), Δανία (DK), Γερμανία (DE), Ιρλανδία (IE), Ελλάδα (EL), Ισπανία (ES), Γαλλία (FR), Ιταλία (IT), Λουξεμβούργο (LU), Ολλανδία (NL), Αυστρία (AT), Πολωνία (PL), Πορτογαλία (PT), Ρουμανία (RO), Σλοβενία (SI), Φινλανδία (FI), Σουηδία (SE), Ηνωμένο Βασίλειο (UK).

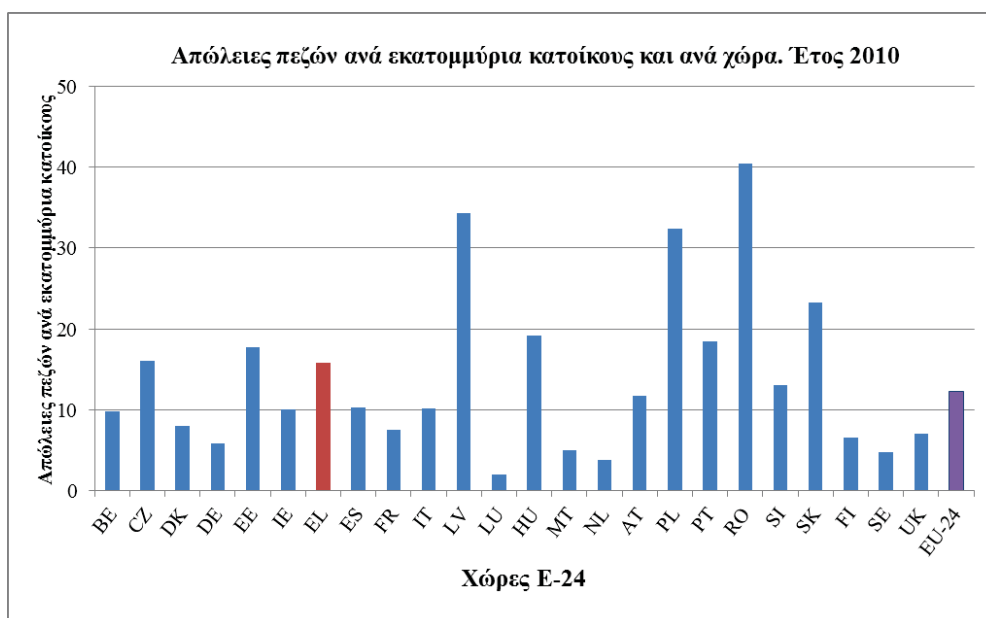
<sup>2</sup> EU-24 = EU – 19 + Εσθονία (EE), Λετονία (LV), Ουγγαρία (HU), Μάλτα (MT), Σλοβακία (SK)



	Απώλειες πεζών	Πληθυσμός (σε εκατομμύρια)	Απώλειες πεζών ανά εκατομμύρια κατοίκους
BE	106	10.8	9.8
CZ	168	10.5	16.0
DK	44	5.5	8.0
DE	476	82.0	5.8
EE	23	1.3	17.7
IE	44	4.4	10.0
EL	<b>179</b>	<b>11.3</b>	<b>15.8</b>
ES	471	45.8	10.3
FR	485	64.4	7.5
IT	614	60.0	10.2
LV	79	2.3	34.3
LU	1	0.5	2.0
HU	192	10.0	19.2
MT	2	0.4	5.0
NL	63	16.5	3.8
AT	98	8.4	11.7
PL	1.236	38.1	32.4
PT	195	10.6	18.4
RO	868	21.5	40.4
SI	26	2.0	13.0
SK	126	5.4	23.3
FI	35	5.3	6.6
SE	44	9.2	4.8
UK	429	61.6	7.0
EU-24	<b>6.004</b>	<b>487.8</b>	<b>12.3</b>

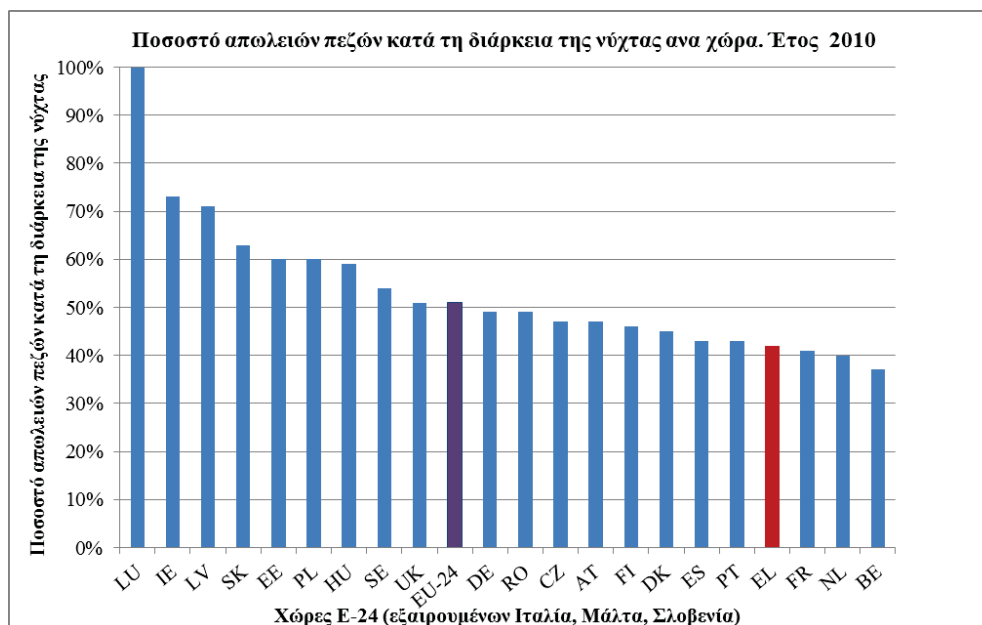
**Πίνακας 2.4:** Θάνατοι πεζών ανά εκατομμύρια κατοίκους και ανά χώρα  
*Πηγή: European Road Safety Observatory – ERSO (2012)*

Παρατίθεται και το αντίστοιχο διάγραμμα (2.4) για τον παραπάνω πίνακα.



**Διάγραμμα 2.4:** Θάνατοι πεζών ανά εκατομμύρια κατοίκους, ανά χώρα. Έτος 2010  
*Πηγή: European Road Safety Observatory – ERSO (2012)*

Επιπλέον ένα πολύ σημαντικό στοιχείο είναι οι απώλειες πεζών που έχουν καταγραφεί ανάλογα τις συνθήκες φωτισμού. Το 51% των θανάτων στην Ευρώπη πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας, αν και στην Ελλάδα αυτό το ποσοστό είναι μικρότερο και ανέρχεται σε 42%. Στο παρακάτω διάγραμμα (2.5) παρουσιάζεται ανά χώρα τα εν λόγω ποσοστά. Ωστόσο δε περιλαμβάνονται η Ιταλία, η Μάλτα και η Σλοβενία λόγω του μεγάλου ποσοστού θανάτων υπό άγνωστες συνθήκες φωτισμού.



**Διάγραμμα 2.5:** Ποσοστό θανάτων πεζών κατά τη διάρκεια της νύχτας ανά χώρα. Έτος 2010  
 Πηγή: European Road Safety Observatory – ERSO (2012)

Βάση και των στατιστικών στοιχείων γίνεται σαφές, πως η οδική ασφάλεια των πεζών είναι μείζονος σημασίας στις σύγχρονες πόλεις και θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν στην ανάπτυξη περιοχών, σύμφωνα με τις αρχές της βιωσιμότητας και προς όφελος των πεζών, άρα και όλων των πολιτών.

## 2.6 Ελληνική νομοθεσία περί υποδομής δικτύου πεζών

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (ΦΕΚ 59Δ'/89), «τα πεζοδρόμια των κοινόχρηστων χώρων κατασκευάζονται, ανακατασκευάζονται, επισκευάζονται και συντηρούνται με σκοπό να διασφαλίζεται η συνεχής, ασφαλής και χωρίς εμπόδια κυκλοφορία των πεζών σε όλη την επιφάνειά τους και η χρήση τους και από άτομα με ειδικές ανάγκες, εφόσον επιτρέπεται από τη μορφολογία του εδάφους». Ωστόσο οι προδιαγραφές των πεζοδρομίων ορίζονται συγκεκριμένα από την απόφαση του ΦΕΚ 258Δ'/04 (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.) ως εξής:

- Τα πεζοδρόμια να διατάσσονται και από τις δύο πλευρές οδού με παρόμοια δόμηση.
- Τα πεζοδρόμια δε διατάσσονται μόνο σε πεζόδρομους ή σε οδούς με κυρίαρχο χρήστη τον πεζό (ήπιας κυκλοφορίας, πεζοποδηλατόδρομους)

- Σε οδούς με ταχύτητα κυκλοφορίας 40 km/h και άνω είναι απαραίτητο να χωρίζονται οι επιφάνειες κίνησης των πεζών από το οδόστρωμα με προστατευτικές λωρίδες πρασίνου, κιγκλιδώματα ή θωράκια με ελάχιστο πλάτος 0.5 μ.
- Ως ελάχιστο πλάτος επιφάνειας, ελεύθερη από κάθε άλλο στοιχείο εξοπλισμού της οδού, ορίζεται το 1.50 μ. Επιπλέον για άνετη κίνηση ενός πεζού ή ΑΜΕΑ χωρίς πιθανότητα σύγκρουσης με πεζό ή ΑΜΕΑ κινούμενο σε αντίθετη κατεύθυνση είναι απαραίτητο το πλάτος 0.75 μ για τον καθένα, επομένως σύνολο 1.50 μ.

Επιπρόσθετα, ως ύψος πεζοδρομίου ορίζεται το ύψος του κρασπέδου του πεζοδρομίου. Το ύψος αυτό δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 7-10cm, γιατί τότε δημιουργεί προβλήματα στη διαμόρφωση των διαβάσεων. Σημαντικό ρόλο έχει και η κατά μήκος κλίση του πεζοδρομίου που δεν πρέπει να υπερβαίνει το 12%. Όσον αφορά τα υλικά κατασκευής του πεζοδρομίου, πρέπει να εξασφαλίζουν αντιολισθηρότητα, ομοιογένεια, σταθερότητα, αντοχή στην χρήση και τις καιρικές συνθήκες, μικρή αντανακλαστικότητα και ευκολία στον καθαρισμό και την συντήρηση τόσο σε συνήθεις συνθήκες χρήσης όσο και σε εξαιρετικές καιρικές συνθήκες (πχ βροχή, χιόνι, παγετός).

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ως σήμανση, εννοείτε κάθε μέσον που προσφέρει ενδείξεις, που αφορούν στην ασφάλεια και στην πληροφόρηση όλων των ατόμων που κινούνται στο πεζοδρόμιο και πρέπει να είναι αντιληπτή από το σύνολο των ατόμων συμπεριλαμβανομένων και των ατόμων με ειδικές ανάγκες.

Από τα πλέον σημαντικά μέρη του δικτύου των πεζών είναι οι διαβάσεις, καθώς η υψηλή πυκνότητα των διαβάσεων είναι πολύ σημαντική για τη συνέχεια της κίνησης του πεζού (Βλαστός 2009). Προτείνεται να διαμορφώνονται κάθε 100m τουλάχιστον και κατά προτίμηση κάθετα στην ροή κυκλοφορίας. Σαν ελάχιστο πλάτος διάβασης ορίζονται τα 2.5m.

Επίσης ως πεζόδρομος ορίζεται ο διαμορφωμένος υπαίθριος κοινόχρηστος ελεύθερος χώρος, που εξυπηρετεί αποκλειστικά την συνεχή, ασφαλή και χωρίς εμπόδιο κυκλοφορία των πεζών. Σύμφωνα με τον ΚΟΚ πεζόδρομος είναι η οδός η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τους πεζούς. Με βάση ωστόσο την πλούσια διεθνή εμπειρία θα ήταν σωστότερο να οριστεί ως πεζόδρομος ο δρόμος που μπορεί να χρησιμοποιείται από πεζούς, δημόσια συγκοινωνία και ποδήλατα (Βλαστός 2009). Οι πεζόδρομοι κατηγοριοποιούνται ως εξής (Αραβαντινός 2007) :

- Αμιγείς πεζόδρομοι.
- Πεζόδρομοι με πρόσβαση τροχοφόρων για ορισμένες ώρες.
- Πεζόδρομοι με πρόσβαση για ορισμένες κατηγορίες οχημάτων.
- Πεζόδρομοι με ήπια κυκλοφορία τροχοφόρων οχημάτων (Woonerf)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΠΑΤΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ – WALKABILITY**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η έννοια της περπατησιμότητας (walkability) και επιδιώκεται η απόδοση του ορισμού της, κυρίως μέσω της διεθνούς βιβλιογραφίας. Επιπλέον αναφέρονται τα κυριότερα οφέλη της περπατησιμότητας που κατηγοριοποιούνται σε οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Κατά συνέπεια είναι ανάγκη να προσδιοριστούν μέθοδοι μέτρησης της περπατησιμότητας ανά περιοχή και για αυτό το λόγο αναφέρονται οι πιο διαδεδομένοι τρόποι μέτρησής της, δηλαδή με ερωτηματολόγια, με εργαλεία ελέγχου (audit tools) και με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.). Ανά περίπτωση παρουσιάζονται και παραδείγματα εφαρμογών στο αστικό περιβάλλον.

### **3.1 Ορισμός περπατησιμότητας**

Στο πλαίσιο της βιώσιμης κινητικότητας η έννοια της «περπατησιμότητας» αποτελεί σημαντικό στοιχείο για το σχεδιασμό του αστικού χώρου. Οι «περπατήσιμες» κοινωνίες χαρακτηρίζονται από την προώθηση ήπιων μορφών μετακίνησης όπως το περπάτημα και το ποδήλατο έναντι των μηχανοκίνητων μέσων μεταφοράς. Ωστόσο, η διεθνής βιβλιογραφία δε παρέχει ένα κοινώς αποδεκτό ορισμό για την έννοια της «περπατησιμότητας», αλλά αναλώνεται στην παρουσίαση χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την πεζή μετακίνηση.

Για ένα περπατήσιμο οδικό περιβάλλον γενικά συμπεραίνεται πως η ύπαρξη υποδομής πεζοδρομίων αυξάνει την περπατησιμότητα μιας περιοχής. Όμως υπάρχουν σημαντικές μεταβλητές που επιδρούν στην περπατησιμότητα μιας περιοχής και βρίσκονται υπό επιστημονική διερεύνηση όπως η σύνδεση με τις χρήσεις γης, η συνδεσιμότητα του δικτύου, η ύπαρξη φωτισμού κλπ. Γενικότερος στόχος από την διερεύνηση του όρου «Walkability» είναι η αναγνώριση των σημαντικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την συμπεριφορά των ανθρώπων για πεζή μετακίνηση.

Ο όρος «walkability» μιας κοινότητας, αναφέρεται ως το βαθμό στον οποίο τα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος και των χρήσεων γης ευνοούν τους κατοίκους της περιοχής να περπατήσουν με σκοπό την σωματική άσκηση, την αναψυχή, την πρόσβαση σε υπηρεσίες ή την εργασία (Leslie et al 2006), ή ως το βαθμό εκείνο που το δομημένο περιβάλλον είναι φιλικό προς τους πεζούς (Abley and Turner 2011)

Από την άλλη, οι Pivo et al (2010) ορίζουν την περπατησιμότητα ως το βαθμό που οι κάτοικοι της περιοχής ενθαρρύνονται να προσεγγίσουν τους προορισμούς που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση πεζή. Υποστηρίζουν πως διάφορα φυσικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά της περιοχής επηρεάζουν το βαθμό της περπατησιμότητας της. Τέτοιου είδους χαρακτηριστικά είναι η πυκνότητα του πληθυσμού, η μίξη των χρήσεων γης, η συνδεσιμότητα του δικτύου, ο κυκλοφοριακός φόρτος, η απόσταση από τους προορισμούς, το πλάτος των πεζοδρομίων και η συνέχεια του δικτύου των

πεζοδρομίων, το μέγεθος των οικοδομικών τετραγώνων, η τοπογραφία της περιοχής καθώς και η αντιλαμβανόμενη από τους πεζούς ασφάλεια και αισθητική των οδών.

Υψηλής περπατησιμότητας περιοχές, χαρακτηρίζονται αυτές με υψηλή οικιστική πυκνότητα, μίξη χρήσεων γης, συνδεσιμότητα οδικού δικτύου και οδική ασφάλεια με βάση την έρευνα των Saelens et al (2003).

Επίσης ο Litman (2014) αναφέρεται στον όρο περπατησιμότητα ως την ποιότητα των συνθηκών περπατήματος, συμπεριλαμβανομένων βασικών παραγόντων που επηρεάζουν την πεζή μετακίνηση όπως η ύπαρξη υποδομής πεζοδρομίων, η ασφάλεια, η άνεση και η εξυπηρετικότητα.

Σύμφωνα με την έρευνα των Hess et al (2011), η περπατησιμότητα είναι μια ποσοτική αλλά και ποιοτική μέτρηση του κατά πόσο μια περιοχή προσελκύει ή όχι τους πεζούς. Επιπλέον, επισημαίνουν ότι οι πόλεις δείχνουν συνεχώς και περισσότερο ενδιαφέρον για την πεζή μετακίνηση και πως η σχέση μεταξύ περπατήματος και κοινωνικής ζωντανίας στις γειτονιές γίνεται όλο και πιο σαφής. Παράλληλα, οι περιοχές που προωθούν και διευκολύνουν την πεζή μετακίνηση προς καταστήματα, σχολεία και άλλες υπηρεσίες, παρουσιάζονται ως μέρη με καλύτερη ποιότητα ζωής, υψηλότερες τιμές ακινήτων, προώθηση πιο υγιεινών τρόπων ζωής και έχουν υψηλότερα επίπεδα κοινωνικής συνοχής.

Το στρατηγικό σχέδιο για το περπάτημα για την πόλη του Λονδίνου (Transport for London) αναφέρεται στον όρο «walkability» ως το βαθμό στον οποίο η πεζή μετακίνηση είναι διαθέσιμη στους πολίτες ως ασφαλής και ευχάριστη δραστηριότητα. Ορίζονται πέντε βασικοί πυλώνες που χαρακτηρίζουν την περπατησιμότητα μιας περιοχής, τα λεγόμενα “5Cs”.

- Η συνδεσιμότητα (Connectivity) του δικτύου πεζών με μέσα μαζικής μεταφοράς και άλλους προορισμούς.
- Η ευχαρίστηση (Convivial) που δημιουργεί στον πεζό το περιβάλλον του δικτύου.
- Η ύπαρξη ασφαλών και με επαρκή φωτισμό δημόσιων χώρων που ευνοούν την πεζή μετακίνηση (Conspicuous)
- Η ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού στους δημόσιους χώρους και η γενικότερη ποιότητα τους, ώστε οι πεζοί να έχουν ένα ευχάριστο και άνετο περιβάλλον (Comfortable).
- Η εξυπηρετικότητα (Convenient) του δικτύου των πεζών, ώστε να μπορεί να ανταγωνιστεί άλλα μέσα μεταφοράς τόσο σε χρόνο όσο και σε χρήμα.

Παράλληλα στην έρευνα του Southworth (2005) η περπατησιμότητα αναφέρεται ως ο βαθμός στον οποίο το δομημένο περιβάλλον υποστηρίζει και ενθαρρύνει το περπάτημα και παρέχει άνεση, ασφάλεια, συνδέει τους ανθρώπους με διάφορους

προορισμούς σε κοντινή απόσταση και ελκύει το οπτικό ενδιαφέρον του πεζού κατά μήκος του δικτύου.

Είναι εμφανές από τη διεθνή βιβλιογραφία, ότι υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την περπατησιμότητα οι οποίοι παρουσιάζουν συνήθως μικρές διαφορές μεταξύ τους. Από όλα τα παραπάνω όμως γίνεται φανερό ότι είναι μια πολύπλευρη έννοια που περιλαμβάνει τα περισσότερα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος μιας περιοχής.

### 3.2 Οφέλη περπατησιμότητας

Τα βασικότερα οφέλη της περπατησιμότητας εντάσσονται στον οικονομικό τομέα. Ωστόσο οφέλη παρουσιάζονται τόσο σε κοινωνικά όσο και σε περιβαλλοντικά ζητήματα. Στον παρακάτω πίνακα (3.1) παρουσιάζονται συνοπτικά, τα οφέλη από τη βελτίωση της περπατησιμότητας (Litman 2014)

Οικονομικά	Κοινωνικά	Περιβαλλοντικά
Βελτιωμένη προσβασιμότητα, ιδιαίτερα για τους οδηγούς μη μηχανοκίνητων μέσων	Αυξημένη προσβασιμότητα σε άτομα με μειωμένη κινητικότητα	Μείωση αστικού χώρου για κατασκευή οδών και θέσεων οχημάτων στάθμευσης
Μείωση του κόστους μετακίνησης	Μειωμένα εξωτερικά κόστη, όπως ατυχήματα, ρύπανση περιβάλλοντος	Διατήρηση ανοιχτών κοινόχρηστων χώρων
Αυξημένη επάρκεια των χώρων στάθμευσης	Αυξημένη κοινωνική συνοχή και αλληλεπίδραση μεταξύ των κατοίκων μιας γειτονιάς	Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης και ατμοσφαιρικών ρύπων
Βελτίωση της επιχειρηματικής δραστηριότητας και των θέσεων εργασίας	Βελτίωση της αρχιτεκτονικής και διατήρηση παραδοσιακών κτιρίων	Βελτίωσης της αισθητικής του αστικού περιβάλλοντος
Υποστήριξη εναλλακτικών μέσων μετακίνησης και MMM	Αύξηση της σωματικής δραστηριότητας	Μείωση του φαινομένου των "θερμών νησίδων"
Αποταμίευση κόστους από υγειονομικές υπηρεσίες εξαιτίας αυξημένης σωματικής άσκησης		

**Πίνακας 3.1:** Οφέλη από βελτιωμένη περπατησιμότητα  
*Πηγή: Litman (2014)*

Η εξάρτηση από τα μηχανοκίνητα μέσα έχει προκαλέσει πολλά προβλήματα στις σύγχρονες πόλεις με μεγάλο οικονομικό κόστος. Ο σχεδιασμός περπατήσιμων πόλεων και η μείωση των κυκλοφοριακών φόρτων κατά ορισμένες εκατοντάδες οχήματα τη μέρα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών ακινήτων κατά 18% σε έρευνα του Litman (1999). Αντίστοιχα για την πόλη του Λονδίνου προέκυψε από τον οργανισμό «Transport for London» πως η δημιουργία περπατήσιμων οδών μπορούν να προσθέσουν μέχρι και 30.000£ στη μέση τιμή ενός ακινήτου.

Πράγματι, από την έρευνα «How Walkability raises home values in U.S. cities» που πραγματοποιήθηκε, καθίσταται σαφές ότι η έννοια της περπατησιμότητας συνδέεται στενά με τις υψηλότερες τιμές κατοικιών σε όλες σχεδόν τις μητροπολιτικές περιοχές.

Η επιλογή, η ευκολία και η ποικιλία για περπατήσιμες περιοχές αντικατοπτρίζεται στις αγορές κατοικιών και είναι βασικό προϊόν ζήτησης των καταναλωτών. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην περπατησιμότητα των γειτονιών, ως μια βασική παράμετρος της αστικής ζωής και ως ώθηση για τη δημόσια πολιτική που θα αυξήσει τις συνολικές αξίες των ακινήτων (Joe Cortright 2009).

Συγχρόνως, σημαντικά οφέλη παρατηρούνται στη σωματική υγεία των κατοίκων περπατήσιμων γειτονιών. Βασικοί παράμετροι της περπατησιμότητας όπως η μίξη των χρήσεων γης, η πυκνότητα του πληθυσμού καθώς και η συνδεσιμότητα του δικτύου είναι θετικά και άμεσα συνυφασμένες με το χρόνο που διαθέτει κάθε άνθρωπος για σωματική άσκηση κάθε μέρα (Frank et al 2005). Στην έρευνα που είχε πραγματοποιηθεί «Σύνδεση αντικειμενικών μετρήσεων φυσικής δραστηριότητας με αντικειμενικά μετρήσιμες παραμέτρους του δομημένου αστικού περιβάλλοντος» (Linking Objectively Measured Physical Activity with Objectively Measured Urban Form), το 37% των ανθρώπων σε περιοχές υψηλής περπατησιμότητας περπατούν πάνω από 30 λεπτά την ημέρα, σε αντίθεση με μόλις το 18% των κατοίκων γειτονιών χαμηλής περπατησιμότητας. Η μειωμένη σωματική άσκηση έχει ως αποτέλεσμα αυξημένα προβλήματα υγείας και μπορεί να οδηγήσει σε παχυσαρκία, καρδιακά νοσήματα και διαβήτη. Επομένως μια περιοχή σχεδιασμένη στα πρότυπα της βιώσιμης κινητικότητας μπορεί να βελτιώσει την υγεία των κατοίκων της με ενθάρρυνση της πεζής μετακίνησης.

Συνοψίζοντας, τα οφέλη της περπατησιμότητας μπορεί να παρουσιάζονται σε διάφορες πτυχές, όμως η οικονομική ανάπτυξη που μπορεί να προσφέρει, ειδικότερα στη σημερινή εποχή της οικονομικής κρίσης είναι ιδιαίτερα σημαντική.

### **3.3 Μέθοδοι μέτρησης περπατησιμότητας**

Κατά κοινή ομολογία, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η έννοια της περπατησιμότητας περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία των χαρακτηριστικών του δομημένου περιβάλλοντος. Έτσι, αναπόφευκτα τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια προσπάθεια συσχέτισης των στοιχείων του περιβάλλοντος με τη βιώσιμη κινητικότητα. Ωστόσο, από σύγχρονες έρευνες έχει προκύψει πως οι διαφορετικές εκφάνσεις της πεζής μετακίνησης όπως για αναψυχή, εργασία, προσέγγιση υπηρεσιών, επηρεάζονται αντίστοιχα και από διαφορετικούς παράγοντες του δικτύου των πεζών (Owen et al 2004). Επομένως, όπως είναι φυσικό για να γίνει κατανοητή η επίδραση του αστικού οδικού περιβάλλοντος στη φυσική μετακίνηση είναι και απαραίτητη η ανάπτυξη υψηλής ποιότητας δεικτών και μεθοδολογιών (Γαλάνης 2011). Στην εργασία των Maghelal and Capp (2011) γίνεται ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας για 25 δείκτες περπατησιμότητας και τις παραμέτρους που χρησιμοποιούν. Όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα (3.2) η μεταβλητή που συναντάται στους περισσότερους δείκτες είναι αυτή των χρήσεων γης και έπονται τα χαρακτηριστικά δικτύου των πεζών καθώς και του οδικού δικτύου.

Βιβλιογραφική αναφορά-Δείκτης	Σχεδιασμός						Πυκνότητα	Ποικιλία	Ποιότητα	
	Απόσταση	Πεζοδρόμια	Δρόμοι	Διασταυρώσεις	Κυκλοφοριακός Φόρτος	Πλευρικός διαχωρισμός (lateral separation)	Δημογραφικά στοιχεία	Χρήσεις γης	Ασφάλεια	Άνεση
Συνολική εμφάνιση	6	15	14	12	10	6	8	16	6	11

**Πίνακας 3.2:** Παράμετροι που χρησιμοποιούνται σε δείκτες περπατησιμότητας  
*Πηγή: Maghelal and Carr (2011)*

Γενικότερα χρησιμοποιούνται τρεις κατηγορίες μεθοδολογιών:

- Ερωτηματολόγια, που αποτυπώνουν την υποκειμενική αντίληψη των πεζών για την προσβασιμότητα, την ελκυστικότητα καθώς και την άνεση του δικτύου των πεζοδρομίων.
- Εργαλεία συστηματικού ελέγχου, γνωστά ως και audit tools, με σκοπό την ποσοτικοποίηση των χαρακτηριστικών του οδικού περιβάλλοντος από αντικειμενική σκοπιά.
- Επεξεργασία και αξιολόγηση των δεδομένων του αστικού περιβάλλοντος με χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών GIS.

Οι τρεις αυτές κατηγορίες έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες περιπτώσεις και αναλυτικότερα παρουσιάζονται παρακάτω.



### 3.3.1 Ερωτηματολόγια

Αρχικά, πρέπει να σημειωθεί πως με τη χρήση ερωτηματολογίων αποτυπώνονται προσωπικές απόψεις και προτιμήσεις των πεζών και όχι αντικειμενικά στοιχεία του περιβάλλοντος. Ωστόσο αποτελεί μια επιτυχημένη μέθοδος συλλογής δεδομένων με σκοπό τη συσχέτιση του αστικού περιβάλλοντος με φυσικά μέσα μετακίνησης. Τα κύρια χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η λειτουργικότητα, η ασφάλεια, η αισθητική και ο προορισμός (Pikora et al 2003). Για την εκτίμηση των δεικτών μέσω ερωτηματολογίων, συλλέγονται δεδομένα από συνεντεύξεις ή μέσω επιστολών (ταχυδρομικές ή e-mail). Μέσω των απαντήσεων δύναται να εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος ανάλογα την πληθυσμιακά ομάδα, τη γεωγραφική περιοχή σε σχέση με τη πεζή μετακίνηση ή και το ποδήλατο. Στον παρακάτω πίνακα (3.3) παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές μεθοδολογίες που έχουν εφαρμοστεί με τη χρήση ερωτηματολογίων.

Έρευνα	Χώρα εφαρμογής	Αριθμός ερωτήσεων	Τρόπος συλλογής δεδομένων	Δείγμα	Χαρακτηριστικά
Neighbourhood Environmental Walkability Scale (NEWS) 2003	Η.Π.Α.	68	Μέσω ταχυδρομικών επιστολών	106	Πυκνότητα κατοικίας
					Μίξη χρήσεων γης
					Συνδεσιμότητα οδικού δικτύου
					Υποδομές για βιώσιμη μετακίνηση
					Αισθητική
Perceived walking environment 2004	Αυστραλία	8	Μέσω τηλεφωνικών συνεντεύξεων	80	Οδική ασφάλεια
					Αισθητική
					Άνεση
St. Louis Environmental Instrument 2004	Η.Π.Α.	30	Μέσω τηλεφωνικών συνεντεύξεων	99	Πρόσβαση σε υπηρεσίες
					Υποδομές για βιώσιμη μετακίνηση
					Πεζόδρομοι
					Οδική ασφάλεια
Modified NEWS 2005	Αυστραλία	62	Μέσω ταχυδρομικών επιστολών	71	Θέσεις εργασίας
					Πυκνότητα κατοικίας
					Μίξη χρήσεων γης
					Συνδεσιμότητα οδικού δικτύου
Physical Activity Neighbourhood Environment Survey 2006	Σουηδία	17	Μέσω ταχυδρομικών επιστολών	98	Αισθητική
					Πρόσβαση σε υπηρεσίες
					Πυκνότητα κατοικίας
					Συνδεσιμότητα οδικού δικτύου
					Κοινωνικό περιβάλλον
Ιδιοκτησία ΙΧ ανά νοικοκυριό					

**Πίνακας 3.3:** Μεθοδολογίες εκτίμησης περπατησιμότητας με χρήση ερωτηματολογίων  
*Πηγή: Brownson et al (2009)*

Λόγω της υποκειμενικότητας που χαρακτηρίζει το δείκτη ανάλογα με το δείγμα των αντίστοιχων ερωτηματολογίων, υπάρχει η πιθανότητα απόκλισης του αποτελέσματος από τα πραγματικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Επομένως δημιουργήθηκαν και άλλοι τρόποι μέτρησης της περπατησιμότητας μιας περιοχής.

### 3.3.2 Εργαλεία ελέγχου – Audit Tools

Με τη διενέργεια μετρήσεων πεδίου μπορούν να αξιολογηθούν τα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος και για αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν τα κατάλληλα εργαλεία. Για τη χρήση των «Audit Tools» απαιτείται η προσωπική παρατήρηση στο πεδίο για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων, αποτυπώνοντας τα σε ένα κατάλογο ελέγχου (checklist).

Από τα πλέον γνωστά και εφαρμόσιμα εργαλεία ελέγχου είναι το PERS – «Pedestrian Environment Review System», το οποίο έχει αναπτυχθεί από την εταιρία TRL Limited – Transport Research Laboratory. Το εν λόγω εργαλείο αποτελείται από δύο κομμάτια, τα έντυπα ελέγχου για τη συλλογή των δεδομένων στο πεδίο και από το λογισμικό που γίνεται η επεξεργασία και παρουσιάζεται η αξιολόγηση των δεδομένων. Το PERS αξιολογεί τα εξής ποιοτικά αλλά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του αστικού περιβάλλοντος:

- Τους συνδέσμους τις οδικής υποδομής. Κάθε πεζοδρόμιο, μονοπάτι ή αυτοκινητόδρομο.
- Τις διασταυρώσεις, ειδικότερα όπου τα πεζοδρόμια διασταυρώνονται με κάποιο αυτοκινητόδρομο.
- Τις διαδρομές που μπορεί να ακολουθήσει κάποιος όπως για παράδειγμα από την κατοικία στο χώρο εργασίας.
- Τις στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Τους χώρους μεταξύ των στάσεων μέσων μαζικής μεταφοράς, ειδικότερα τις διαδρομές που χρησιμοποιούνται για την εναλλαγή κάποιου μέσου της δημόσιας συγκοινωνίας.
- Τους δημόσιους χώρους. Από μικρές πλατείες έως μεγάλα πάρκα.

Το σύστημα βαθμολόγησης του PERS κυμαίνεται από -3 έως +3. Έπειτα με το λογισμικό που χρησιμοποιείται κατανέμονται τα ανάλογα βάρη σε κάθε παράμετρο ανάλογα το σκοπό για τον οποίο γίνεται η έρευνα ώστε να εξαχθεί ο τελικός δείκτης.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως λόγω της διαφοροποίησης των χαρακτηριστικών της υποδομής ανά περιοχή, δεν είναι δυνατό ένα εργαλείο ελέγχου να αποτυπώνει πλήρως τα χαρακτηριστικά της ή να μπορεί να εφαρμοσθεί παντού.

### 3.3.3 Ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS)

Η επιστήμη της Γεωγραφικής Πληροφορίας και ειδικότερα, η τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, με τη συνεχή εξέλιξή της καθιστά δυνατή την αποθήκευση, διαχείριση, επεξεργασία και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων που αποτυπώνουν χωρικά και ποσοτικά το φυσικό περιβάλλον. Η αξιοποίησή της επομένως, μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, στην ανάγκη για βιώσιμες και φιλικές προς τους πεζούς πόλεις (Tal and Handy, 2012).

Αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι ο δείκτης walkability που κατασκευάζεται στην εργασία «Walkability of Local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes» των Leslie et al (2005), για τη μέτρηση της περπατησιμότητας σε κοινότητες της Αυστραλίας. Τα κυριότερα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το κτηματολόγιο της περιοχής, οι οδικοί άξονες, οι χρήσεις γης, οι ζώνες χρήσεων γης, τα εμπορικά κέντρα και τα δημογραφικά στοιχεία της περιοχής όπως τα ορίζει η στατιστική υπηρεσία. Αναλυτικότερα χρησιμοποιήθηκε:

α) Η οικιστική πυκνότητα σε κλίμακα 1 έως 10.

β) Η συνδεσιμότητα του οδικού δικτύου, ως τις συνδέσεις που καταλήγουν σε κάθε κόμβου του δικτύου, συμπεριλαμβάνοντας όμως μόνο τους κόμβους στους οποίους καταλήγουν 3 ή παραπάνω συνδέσεις. Επίσης σε κλίμακα 1 έως 10.

γ) Η μίξη των χρήσεων γης, αφού είχαν κατηγοριοποιηθεί σε οικιστικές, εμπορικές, βιομηχανικές, αναψυχής και άλλα. Χρησιμοποιήθηκε ένας δείκτης εντροπίας που δίνει τιμές από 0 έως 1, 0 υποδεικνύοντας ομογενοποιημένη περιοχή ως προς τις χρήσεις γης και η τιμή 1 δηλώνει ετερογένεια των χρήσεων στην περιοχή. Όπως και προηγουμένως μετατράπηκε σε κλίμακα 1 έως 10.

δ) Η εμπορική επιφάνεια σε σχέση με το χώρο που καταλαμβάνουν. Η εν λόγω παράμετρος χρησιμοποιήθηκε για την περίπτωση μεγάλων εμπορικών κέντρων που προσελκύουν τη χρήση αυτοκινήτων. Ο επιμέρους δείκτης λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 και έπειτα μετατρέπεται σε κλίμακα 1 έως 10.

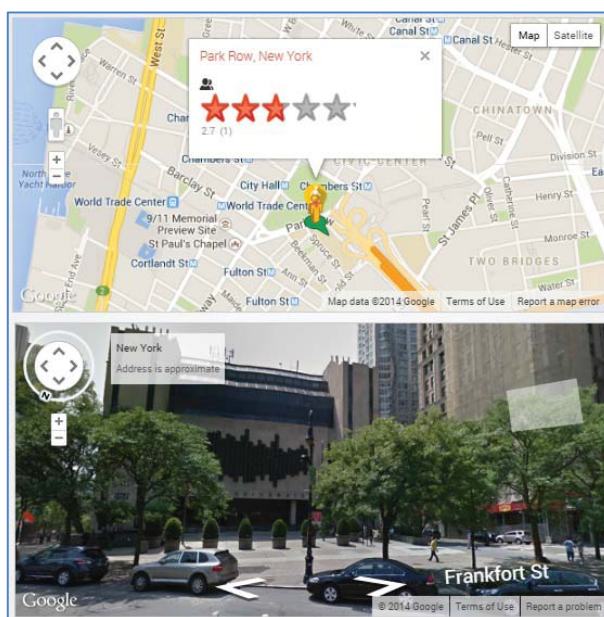
Συνοψίζοντας, ο τελικός δείκτης περπατησιμότητας προκύπτει από την άθροιση των τεσσάρων παραμέτρων παίρνοντας τιμές από 4 έως 40. Όσο μεγαλύτερη τιμή προέκυπτε για την εκάστοτε περιοχή τόσο μεγαλύτερο επίπεδο περπατησιμότητας είχε. Με αυτό τον τρόπο τα αποτελέσματα μπορούν να οπτικοποιηθούν σε χάρτη της περιοχής εντοπίζοντας ποιες περιοχές είναι εξαρτημένες από μηχανοκίνητα μέσα και ποιες όχι. Στην εν λόγω εργασία προτείνεται και η χρήση άλλων παραμέτρων που επιδρούν στη συμπεριφορά των ανθρώπων για επιλογή μέσου μετακίνησης όπως ο φωτισμός της περιοχής, η ασφάλεια-εγκληματικότητα καθώς και η αισθητική του χώρου.

Όσον αφορά την Ελλάδα, η βιβλιογραφία είναι ελλιπής τόσο στο θέμα της περπατησιμότητας όσο και στις μεθόδους μέτρησής της. Ωστόσο στην εργασία

«Walk and the city: Ανάπτυξη και εφαρμογή ενός σύνθετου δείκτη "περπατησιμότητας" (walkability) με την χρήση Γ.Σ.Π (G.I.S) στο πολεοδομικό συγκρότημα Βόλου» (Μπαρτζώκας 2013) παρουσιάζεται η δημιουργία ενός δείκτη περπατησιμότητας βασισμένη στις βασικές παραμέτρους της διεθνούς βιβλιογραφίας. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται ο δείκτης walkability βάση της οικιστικής πυκνότητας, της μίξης των χρήσεων γης, της εγγύτητας των χρήσεων γης και της συνδεσιμότητας του δικτύου των πεζοδρομίων. Βασικό στοιχείο είναι ότι δίνονται βάρη στις παραμέτρους μέσω της διενέργειας διαδικτυακών ερωτηματολογίων και επιβάλλονται ποινές για την τελική βαθμολογία του δείκτη, βάση των κύριων χαρακτηριστικών της υποδομής του δικτύου όπως είναι το πλάτος, η κατάσταση των πεζοδρομίων καθώς και τα εμπόδια που εμποδίζουν την απρόσκοπτη πορεία των πεζών. Έτσι δημιουργείται ένας δείκτης περπατησιμότητας σε κλίμακα από 0 έως 100.

Επιπρόσθετα με τη ραγδαία εξέλιξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών αλλά και του διαδικτύου, δημιουργήθηκαν αρκετές διαδικτυακές εφαρμογές για τη μέτρηση της περπατησιμότητας μια περιοχής, χρησιμοποιώντας και διαφορετικές μεθοδολογίες η κάθε μια. Οι εφαρμογές αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως και τα αποτελέσματά τους τα χρησιμοποιούν ακόμα και εταιρίες Real Estate.

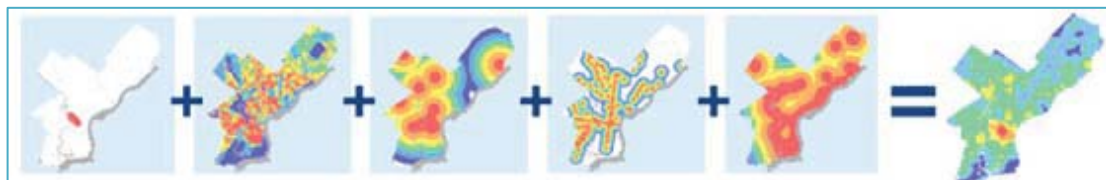
Αρχικά, ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή κυρίως στην Αγγλία είναι το walkonomics<sup>3</sup>, το οποίο βαθμολογεί τις οδούς πόλεων της Αγγλίας, της Νέας Υόρκης και του Σαν Φρανσίσκο. Η μέθοδος για τη βαθμολόγηση των οδών χρησιμοποιεί την οδική ασφάλεια, τη συνδεσιμότητα του δικτύου ως προς την ευκολία να διασχίσεις μια οδό, την ύπαρξη πεζοδρομίων, την κλίση της οδού, τη δυνατότητα προσανατολισμού στο χώρο, το αίσθημα του φόβου, την αισθητική του αστικού χώρου καθώς και τη δυνατότητα για διασκέδαση και χαλάρωση. Η εφαρμογή παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να βαθμολογήσουν κάθε κατηγορία δεδομένων ώστε να προκύψει η τελική βαθμολογία σε κλίμακα 0-5, όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.1.



**Εικόνα 3.1:** Παράδειγμα βαθμολογίας walkonomics στη Νέα Υόρκη  
Πηγή: [www.walkonomics.com](http://www.walkonomics.com)

<sup>3</sup> [www.walkonomics.com](http://www.walkonomics.com)

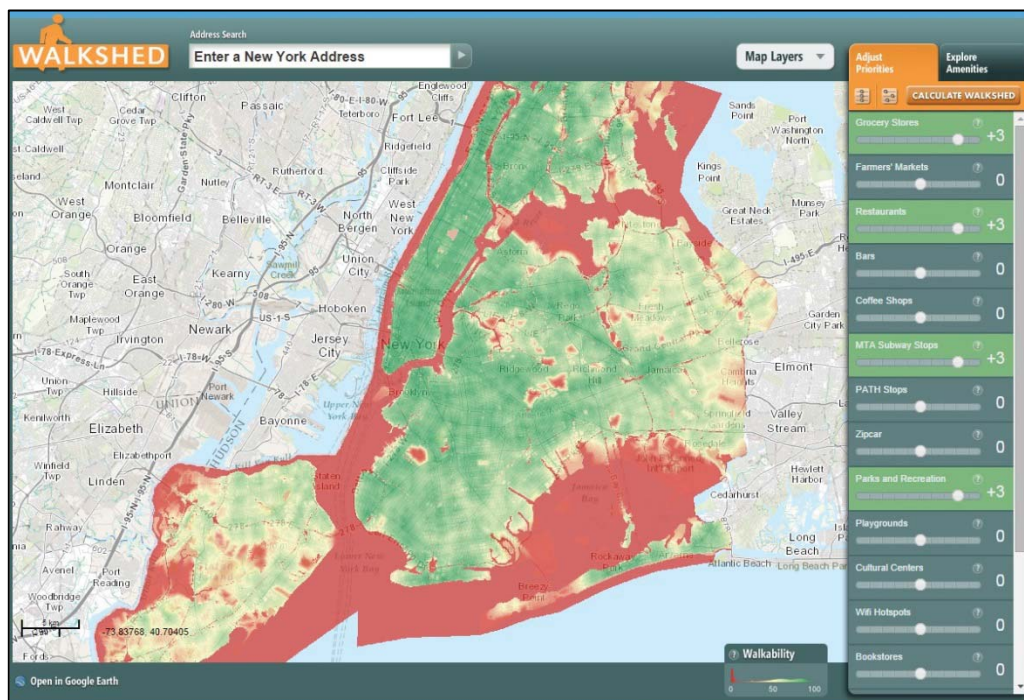
Μια άλλη διαδικτυακή εφαρμογή είναι το walkshed<sup>4</sup>, η οποία όμως δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να βάλει δικά του βάρη στις παραμέτρους ανάλογα τις προτιμήσεις του. Λειτουργεί σύμφωνα με τη λογική του «δέντρου αποφάσεων» (Decision Tree) όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.2, το οποίο είναι εργαλείο ιεράρχησης.



**Εικόνα 3.2:** Decision Tree – Walkshed

Πηγή: [www.walkshed.org](http://www.walkshed.org)

Σημαντικό ρόλο στο τελικό δείκτη του walkshed διαδραματίζει η συνδεσιμότητα του δικτύου, αφού για παράδειγμα τα αδιέξοδα απαιτούν μεγαλύτερες αποστάσεις στο περπάτημα. Τέλος η κλίμακα της περπατησιμότητας είναι από 0 έως 100 όπως παρουσιάζεται και στην παρακάτω εικόνα (3.3).



**Εικόνα 3.3:** Παράδειγμα βαθμολογίας walkshed στη Νέα Υόρκη

Πηγή: [www.walkshed.org](http://www.walkshed.org)

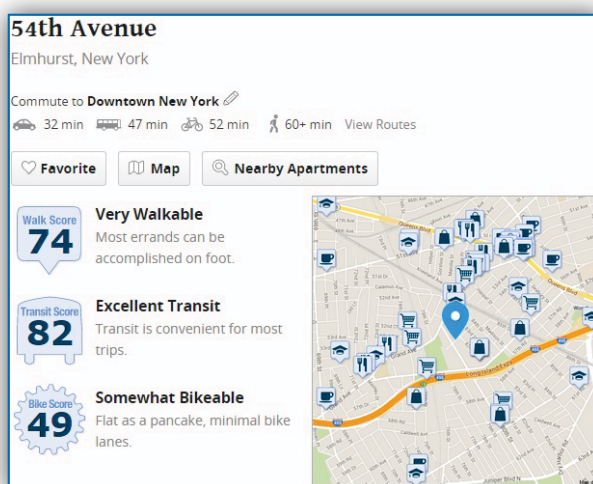
<sup>4</sup> [www.walkshed.org](http://www.walkshed.org)

Επίσης μια ολοκληρωμένη διαδικτυακή εφαρμογή είναι το walkscore<sup>5</sup> (Εικόνα 3.4), το οποίο για να μετρήσει την περπατησιμότητα κάθε διεύθυνσης αναλύει εκατοντάδες διαδρομές με τα πόδια σε κοντινούς προορισμούς. Για τις υπηρεσίες που βρίσκονται σε απόσταση μέχρι 5 λεπτών δίνεται η μέγιστη βαθμολογία, ενώ δεν αξιολογεί αποστάσεις μεγαλύτερες των 30 λεπτών. Επίσης στο αποτέλεσμα υπεισέρχονται η φιλικότητα του δικτύου με τη χρήση της πυκνότητας του πληθυσμού, το μέγεθος των οικοδομικών τετραγώνων καθώς και τη συνδεσιμότητα του δικτύου. Το walkscore αν και υποστηρίζεται πλήρως στις Η.Π.Α., Καναδά, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία επιτυγχάνει την ενδεικτική βαθμολόγηση διευθύνσεων σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες της Google, Education.com, το OpenstreetMap, τις χρήσεις γης που προστίθενται από την κοινότητα του Walkscore και από άλλες υπηρεσίες που παρέχουν τοποθεσίες πιθανών προορισμών των κατοίκων μιας περιοχής. Η βαθμολογία που δίνεται είναι σε κλίμακα 0-100 και δίνει την επιλογή για αναζήτηση κοντινών κατοικιών προς πώληση ή ενοικίαση. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα κυριότερα αποτελέσματα του walkscore για μια συγκεκριμένη διεύθυνση.



**Εικόνα 3.4:** Παράδειγμα βαθμολογίας walkscore στη Νέα Υόρκη  
 Πηγή: [www.walkscore.com](http://www.walkscore.com)

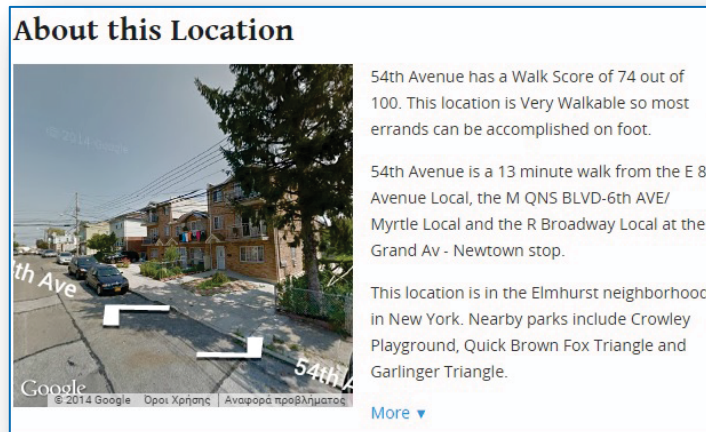
Αρχικά, παρουσιάζεται η βαθμολογία για περπάτημα, ποδήλατο αλλά και για τις δημόσιες συγκοινωνίες μια συγκεκριμένης οδού (Εικόνα 3.5).



**Εικόνα 3.5:** Παράδειγμα βαθμολογίας  
 Πηγή: [www.walkscore.com](http://www.walkscore.com)

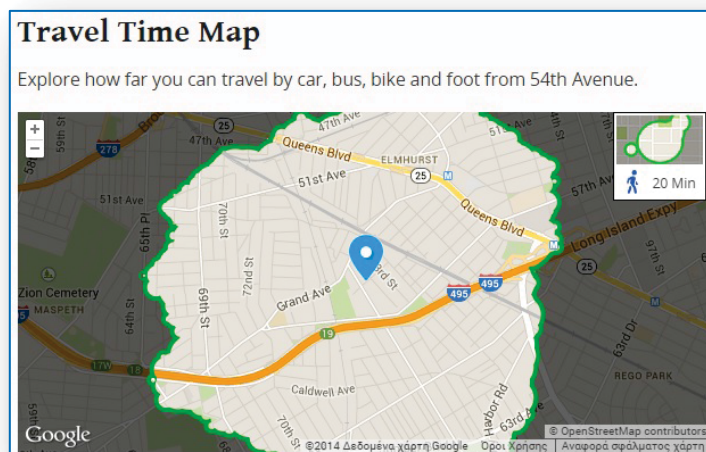
<sup>5</sup> [www.walkscore.com](http://www.walkscore.com)

Έπειτα παρουσιάζονται πληροφορίες για την επιλεγμένη οδό, κυρίως για τις κοντινές χρήσεις γης και εικόνες από την υπηρεσία Google Street View (Εικόνα 3.6).



**Εικόνα 3.6:** Πληροφορίες και υπηρεσία Google Street View  
Πηγή: [www.walkscore.com](http://www.walkscore.com)

Τέλος, δημιουργείται ένας χάρτης μέγιστης απόστασης για πεζή μετακίνηση σε συγκεκριμένο χρόνο, «Travel Time Map» (Εικόνα 3.7).



**Εικόνα 3.7:** Travel Time Map  
Πηγή: [www.walkscore.com](http://www.walkscore.com)

Με την ανάλυση του δικτύου κίνησης των πεζών με τη χρήση GIS, είναι δυνατό να αποτιμηθεί αφ' ενός η εξάρτηση των πολιτών από το αυτοκίνητο, εάν δεν υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές για πεζή μετακίνηση και αφ' ετέρου η επάρκεια του δικτύου για καθημερινές δραστηριότητες των πεζών με την ανάδειξη περιοχών που παρουσιάζουν ελλιπείς υποδομές (Agampatian, 2014).

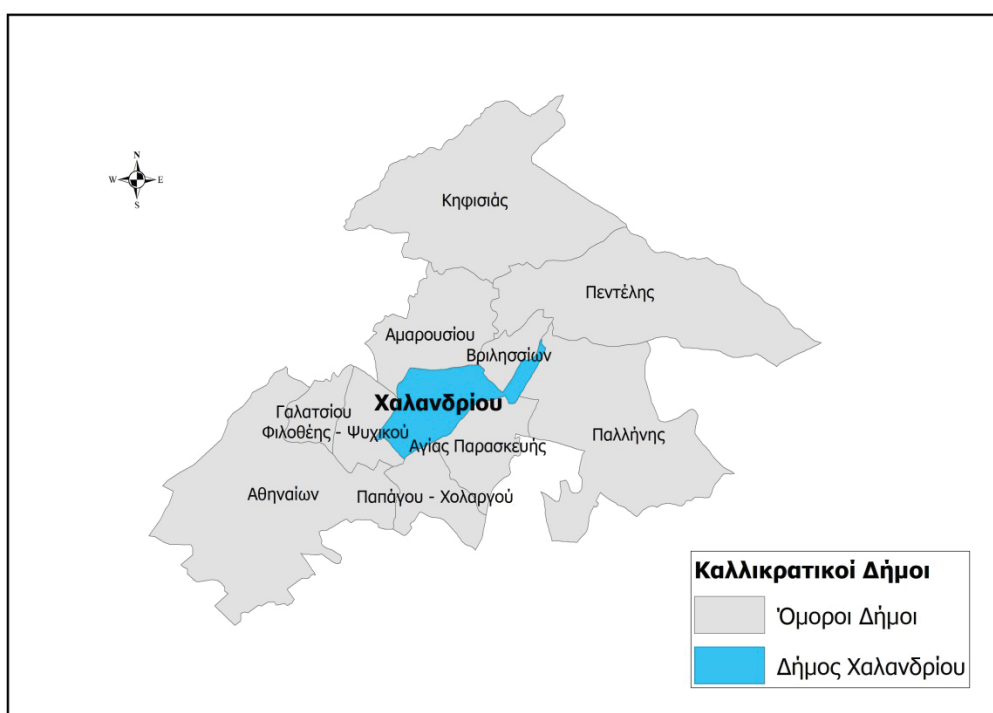
Με δεδομένα και τα παραπάνω επιλέχθηκε η χρήση των GIS για τη μεθοδολογική προσέγγιση ανάλυσης του δικτύου κίνησης πεζών, καθώς και για τον υπολογισμό ενός δείκτη περπατησιμότητας στο Δήμο Χαλανδρίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης της εν λόγω διπλωματικής εργασίας, δηλαδή του Δήμου Χαλανδρίου. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η γεωγραφική θέση του Δήμου, η γεωμορφολογία όπως και η υδρολογία που το χαρακτηρίζει καθώς και το φυσικό περιβάλλον που περιβάλλει την περιοχή. Επιπλέον αποτυπώνεται το ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής με βάση τα πληθυσμιακά στοιχεία των τελευταίων χρόνων καθώς και τους παραγωγικούς τομείς στους οποίους απασχολείται ο κύριος όγκος των κατοίκων. Παράλληλα, αναλύονται οι υφιστάμενες χρήσεις γης ανά κατηγορία και ως προς την έκταση που καταλαμβάνουν, όπως και το δίκτυο συγκοινωνιών που εξυπηρετεί το Δήμο Χαλανδρίου.

### 4.1 Γεωγραφική θέση περιοχής

Ο Δήμος Χαλανδρίου ανήκει στο Πολεοδομικό Συγκρότημα της Αθήνας και ειδικότερα, στο Βόρειο Τομέα της Περιφέρειας Αττικής και έχει έκταση 10,805 km<sup>2</sup>. Αποτελεί σημαντικό οικιστικό κέντρο του Συγκροτήματος και διακρίνεται για το ιδιαίτερο ρυμοτομικό του σχέδιο. Ο Δήμος προσδιορίζεται από μια σειρά οδικούς άξονες υπεραστικής σημασίας οι οποίοι καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία και τη δυναμική του. Πρόκειται για τη Λεωφόρο Κηφισίας στα δυτικά, τη Λεωφόρο Μεσογείων στα Ανατολικά, τους άξονες Εθνικής Αντιστάσεως, Κ. Παλαιολόγου, Δουκίσσης Πλακεντίας, Ανδρέα Παπανδρέου, Κ. Βάρναλη, Λ. Πεντέλης μέσα στο Δήμο και την Αττική Οδό που διατρέχει το βόρειο ανατολικό τμήμα του. Συνορεύει με τους Δήμους Αμαρουσίου, Ν. Ψυχικού, Παπάγου-Χολαργού, Αγίας Παρασκευής, Παλλήνης, Βριλησίων και Πεντέλης. Στον παρακάτω χάρτη (4.1) φαίνεται η γεωγραφική θέση του Χαλανδρίου σε σχέση με τους όμορους του δήμους.



Χάρτης 4.1: Γεωγραφική Θέση Δήμου Χαλανδρίου

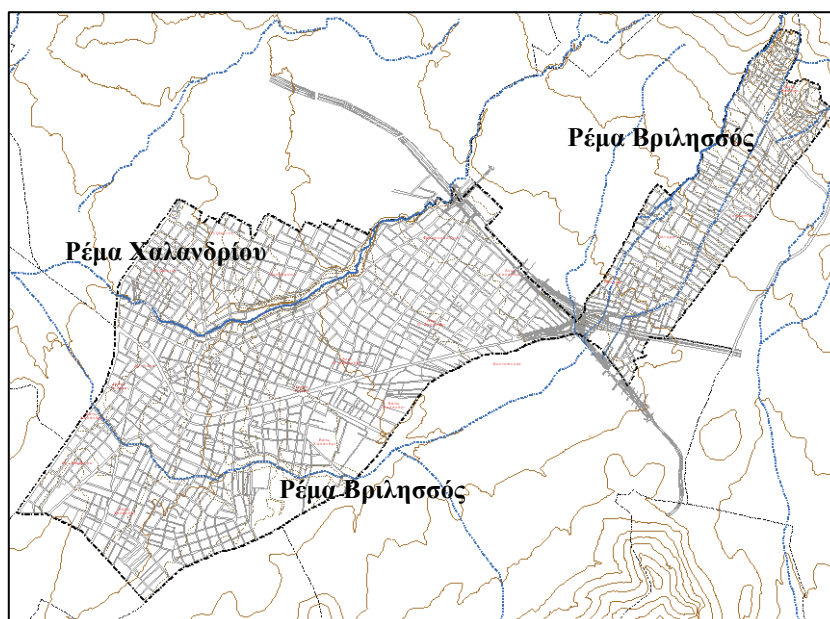


Γύρω από το εμπορικό κέντρο εκτείνονται οι εξής ζώνες: Αγία Βαρβάρα στα δυτικά, Πολύδροσο στα βόρεια, Άνω Χαλάνδρι στα βορειοανατολικά, Πάτημα στα ανατολικά και Κάτω Χαλάνδρι στα νότια.

## 4.2 Γεωμορφολογία - Υδρολογία

Ο Δήμος Χαλανδρίου αποτελεί βορειοανατολικό προάστιο του λεκανοπεδίου Αττικής. Στο μεγαλύτερο μέρος της έκτασης του είναι πεδινός και μόνο στην περιοχή Πάτημα στα βορειοανατολικά του Χαλανδρίου, ανατολικά του λόφου Κρασσά, το ανάγλυφο γίνεται λοφώδες. Τα υψόμετρα στην περιοχή μελέτης ξεκινάνε από 185m στα νοτιοδυτικά του δήμου και φθάνουν τα 230m στα βορειοανατολικά σύμφωνα με τη «Μελέτη αναθεώρησης Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Δ. Χαλανδρίου» (Τεχνική Υπηρεσία Δ. Χαλανδρίου, 2011). Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής έχει αστικοποιηθεί με αποτέλεσμα το φυσικό έδαφος να έχει πλήρως αλλοιωθεί από τις ανθρώπινες επεμβάσεις.

Παράλληλα, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου, διακρίνονται δύο ρέματα όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (4.2). Το �έμα Πεντέλης – Χαλανδρίου και το �έμα Βριλησσός ή Φιλοθέης που συμπίπτει σε μεγάλο κομμάτι με τα όρια του Δήμου.



**Εικόνα 4.1:** Κυριότερα ρέματα Δήμου Χαλανδρίου  
Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δ. Χαλανδρίου (2011)

Το σημαντικότερο υδατόρευμα είναι η ρεματιά Πεντέλης – Χαλανδρίου που ξεκινάει από την Πεντέλη διέρχεται Ν. Πεντέλη, Βριλήσσια, Πολύδροσο και φτάνει ως το Χαλάνδρι με διεύθυνση Βορειοανατολική προς Νοτιοδυτική.

## 4.3 Φυσικό περιβάλλον

Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής του Χαλανδρίου διαμορφώνεται ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρουσίας και του αστικού τοπίου και λιγότερο των φυσικών

παραγόντων. Εντούτοις, το μοναδικό φυσικό οικοσύστημα, που μπορεί να αναφερθεί κανείς, είναι στη ρεματιά Χαλανδρίου – Πεντέλης. Η γενικότερη κατάσταση της ζώνης που εκτείνεται στη ρεματιά είναι αρκετά καλή όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (4.3).



**Εικόνα 4.2:** Ρέμα Χαλανδρίου  
 Πηγή: <http://oikoinfo.wordpress.com>

Παρόλο που με βάση τη νομοθεσία, το ρέμα και η περιοχή γύρω από αυτό βρίσκεται σε καθεστώς προστασίας, παρατηρούνται σημεία που χρησιμοποιούνται για απόρριψη σκουπιδιών ή μπαζών καθώς και σημεία που παρατηρούνται κτίσματα εντός της προστατευόμενης περιοχής.

#### 4.4 Ανθρωπογενές περιβάλλον

Σημαντικά στοιχεία της περιοχής του Χαλανδρίου είναι τόσο η πληθυσμιακή εξέλιξη των τελευταίων χρόνων, όσο και οι οικονομικές δραστηριότητες που παρατηρούνται στο δήμο.

##### 4.4.1 Πληθυσμιακά στοιχεία

Ο Δήμος Χαλανδρίου σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2011) αριθμεί 74.192 κατοίκους. Είναι κατά συνέπεια, ο μεγαλύτερος σε πληθυσμό Δήμος των βορείων προαστίων, με το Μαρούσι που ακολουθεί με 72.333 κατοίκους να καταλαμβάνει μεγαλύτερη έκταση (13.093 km<sup>2</sup>). Στον πίνακα (4.1) που ακολουθεί παρουσιάζεται η πληθυσμιακή εξέλιξη του Δήμου σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.).

<u>Χρονολογία</u>	<u>Πληθυσμός</u> <u>Δήμου</u>	<u>Μεταβολή</u> <u>Πληθυσμού</u>	<u>Έκταση</u> <u>Δήμου</u> <u>(km<sup>2</sup>)</u>	<u>Πυκνότητα</u> <u>Δόμησης</u> <u>(κάτοικοι ανά km<sup>2</sup>)</u>
1981	54.320	-	10.805	503
1991	65.287	20.19%	10.805	604
2001	71.684	9.80%	10.805	663
2011	74.192	3.50%	10.805	687

**Πίνακας 4.1:** Πληθυσμιακή εξέλιξη Δήμου Χαλανδρίου  
 Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.

Γίνεται επομένως εύκολα αντιληπτό ότι η μεγαλύτερη πληθυσμιακή αύξηση πραγματοποιήθηκε κατά τη δεκαετία 1981-1991 με ρυθμό 20.19%. Όπως φαίνεται και από τον πίνακα η πληθυσμιακή εξέλιξη την τελευταία δεκαετία παρουσιάζει τάσεις κορεσμού και σημαντική αύξηση της πυκνότητας δόμησης, ωστόσο υπάρχουν σημαντικές εκτάσεις που εντάχθηκαν πρόσφατα στο σχέδιο πόλεως όπως η περιοχή «Πάτημα», επομένως υπάρχουν οι προοπτικές ανάπτυξης της περιοχής.

#### 4.4.2 Παραγωγικοί τομείς – Οικονομικές δραστηριότητες

Στο Δήμο Χαλανδρίου το 2001 εργάζονταν στον πρωτογενή τομέα το 0.75%, στο δευτερογενή το 16.54% και στον τριτογενή τομέα το υπόλοιπο 83.46% των απασχολουμένων κατοίκων του Δήμου (Μελέτη αναθεώρησης Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Δ. Χαλανδρίου). Εύκολα, λοιπόν, μπορεί ο καθένας να συμπεράνει στο ότι ο Δήμος εξειδικεύεται κυρίως στον τριτογενή τομέα και ειδικότερα στο εμπόριο και την παροχή υπηρεσιών.

#### 4.5 Χρήσεις και κάλυψη γης

Οι υφιστάμενες χρήσεις γης και κτιρίων διαμορφώνονται τόσο από την κυρίαρχη χρήση που χαρακτηρίζει κάθε τυπική οικιστική περιοχή, δηλαδή τις περιοχές κατοικίας, όσο και από τα δομικά στοιχεία εδαφικής έκτασης του Δήμου ως υποδοχέα οικονομικών δραστηριοτήτων. Στον παρακάτω πίνακα (4.2) παρουσιάζονται οι γενικότερες χρήσεις γης και οι εκτάσεις τους ανά κατηγορία.

Γενική Κατηγορία	Κατηγορία έρευνας πεδίου	Έκταση (σε στρ.)	Ποσοστό %
<b>Κατοικία</b>	Κατοικία	4591.29	58.07
	Χώρος Διαμονής Τσιγγάνων	19.58	0.25
<b>Μικτή χρήση τοπικής σημασίας</b>	Μικτή τοπική χρήση	184.80	2.34
<b>Μικτή χρήση υπερτοπικής σημασίας</b>	Μικτή υπερτοπική χρήση	33.24	0.42
	Τοπικό εμπόριο	242.84	3.07
<b>Τοπικό εμπόριο</b>	super market	12.56	0.16
	Φαρμακείο	2.17	0.03
<b>Υπερτοπικό εμπόριο</b>	Υπερτοπικό εμπόριο	32.76	0.41
	Αντιπροσωπείες αυτοκινήτων	19.60	0.25
<b>Διοίκηση</b>	Διοίκηση	27.95	0.35
<b>Νομισματοκοπείο</b>	Νομισματοκοπείο	161.26	2.04
<b>Γραφεία</b>	Γραφεία	152.69	1.93
<b>Ελεύθεροι - Κοινόχρηστοι χώροι</b>	Κοινόχρηστος χώρος	297.55	3.76
<b>Αθλητισμός</b>	Αθλητική εγκατάσταση	108.61	1.37
<b>Αναψυχή</b>	Αναψυχή	23.85	0.30
<b>Εστιατόρια - Ξενοδοχεία</b>	Εστίαση	37.52	0.47
	Ξενοδοχείο	1.16	0.01
<b>Εκπαίδευση</b>	Εκπαίδευση	231.47	2.93
<b>Περίθαλψη - ιατρεία</b>	Περίθαλψη	9.74	0.12
	Ιατρείο	4.17	0.05
<b>Πρόνοια</b>	ΚΑΠΗ	0.72	0.01
	Ίδρυμα Χατζηκώνστα	26.26	0.33
	Παιδικός σταθμός	48.76	0.62
	Πρόνοια	1.59	0.02

Γενική Κατηγορία	Κατηγορία έρευνας πεδίου	Έκταση (σε στρ.)	Ποσοστό %
Πολιτιστικοί χώροι	Πολιτιστική χρήση	6.91	0.09
	Κινηματογράφος	2.68	0.03
Θρησκευτικοί χώροι	Εκκλησία	23.75	0.30
	Μονή	0.50	0.01
Νεκροταφείο	Νεκροταφείο	49.35	0.62
Βιοτεχνικές εγκαταστάσεις - εργαστήρια - αποθήκες	Βιοτεχνία	151.66	1.92
	Μάντρα υλικών	21.49	0.27
	Συνεργείο	21.69	0.27
	Αποθήκη	2.74	0.03
Πρατήριο καυσίμων	Πρατήριο καυσίμων	19.39	0.25
MMM	METPO	32.84	0.42
Χώροι στάθμευσης	Parking	57.38	0.73
Φυτώρια - καλλιέργειες	Φυτόριο	15.90	0.20
	Καλλιέργεια	2.85	0.04
Αδόμητα οικοπέδα - εκτάσεις	Αδιαμόρφωτος χώρος	1065.28	13.47
	Κενό	61.86	0.78
Ασαφής χρήση - γιαπί	Χωρίς χρήση	4.83	0.06
	Γιαπί	92.60	1.17
<b>Συνολική έκταση χρήσεων απογραφής</b>		<b>7905.84</b>	<b>100.00</b>

**Πίνακας 4.2:** Χρήσεις γης και εκτάσεις ανά κατηγορία  
*Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δ. Χαλανδρίου (2011)*

Συμπερασματικά, καθίσταται σαφές πως μεγαλύτερη έκταση στο δήμο καταλαμβάνουν οι κατοικίες, έπειτα ο αδιαμόρφωτος χώρος της περιοχής και ακολούθως το τοπικό εμπόριο. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική αύξηση της επιχειρηματικής δραστηριότητας και ειδικότερα, σε καταστήματα εστίασης και διασκέδασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις περισσότερες ώρες της ημέρας να καταγράφεται αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος από την αθρόα προσέλευση οχημάτων, με σημαντικές επιπτώσεις όπως η δυσκολία εξεύρεσης χώρου στάθμευσης ακόμα και για τους μόνιμους κατοίκους.

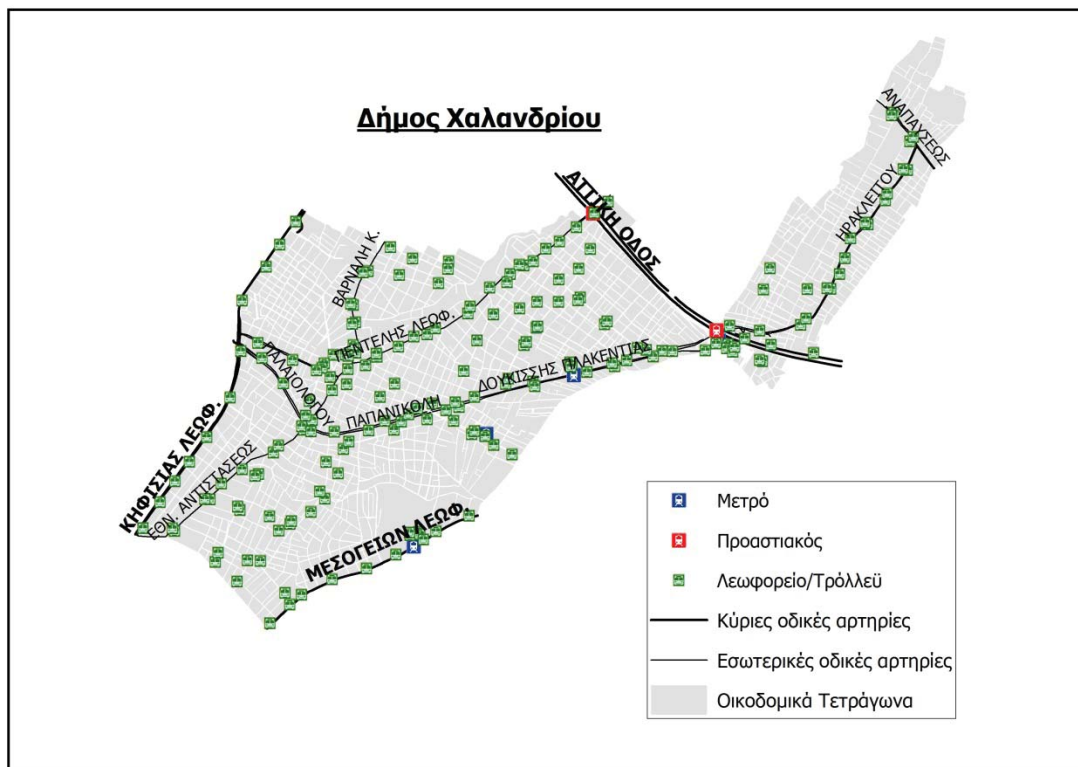
#### 4.6 Δίκτυο συγκοινωνιών

Ο Δήμος Χαλανδρίου βρίσκεται σε κομβικό σημείο του λεκανοπεδίου Αττικής. Το οδικό δίκτυο διαρθρώνεται από τρεις βασικές οδικές αρτηρίες, τη Λεωφόρο Κηφισίας και τη Λεωφόρο Μεσογείων, που παρέχουν πρόσβαση από και προς την πόλη των Αθηνών με τη βόρεια και την ανατολική Αττική, καθώς και την Αττική Οδό. Εσωτερικά οι βασικοί οδικοί άξονες στη περιοχή του κέντρου του Χαλανδρίου είναι οι οδοί Παπανικολή, Δουκίσσης Πλακεντίας, Βασιλέως Γεωργίου και Ανδρέα Παπανδρέου.

Βασικό του χαρακτηριστικό όμως είναι η ύπαρξη τεσσάρων (4) σταθμών του Μετρό (Νομισματοκοπείο, Αγία Παρασκευή, Χαλάνδρι, Δουκίσσης Πλακεντίας), που βρίσκονται στα σύνορα με άλλους δήμους, καθώς και δύο (2) σταθμών του

προαστιακού (Πεντέλης και Δουκίσσης Πλακεντίας). Επίσης εξυπηρετείται από σημαντικό αριθμό λεωφορειακών γραμμών και τρόλεϊ.

Στον παρακάτω χάρτη (4.2) αποτυπώνονται οι οδικές αρτηρίες του Χαλανδρίου καθώς και οι στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς.



**Χάρτης 4.2:** Δίκτυο συγκοινωνιών Δήμου Χαλανδρίου

Το σύστημα των συγκοινωνιών εξελίσσεται σε συντονισμό των φορέων που σχεδιάζουν και λειτουργούν τα εν λόγω δίκτυα ( Ο.Α.Σ.Α., Αττικό Μετρό).

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά του Δήμου Χαλανδρίου τον καθιστούν ενδιαφέρουσα περίπτωση μελέτης για την ανάλυση του δικτύου κίνησης των πεζών, καθώς παρουσιάζεται ως δήμος άρρηκτα συνδεδεμένος με το αυτοκίνητο, κάτι το οποίο έχει αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο για την ανάλυση του δικτύου κίνησης των πεζών καθώς και για τον υπολογισμό ενός δείκτη περπατησιμότητας με σκοπό την ανάδειξη του βαθμού εξάρτησης των κατοίκων από τα μηχανοκίνητα μέσα και κυρίως το αυτοκίνητο.

Όπως παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, η περπατησιμότητα μιας περιοχής είναι μια σύνθετη και πολύπλευρη έννοια που μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες του αστικού περιβάλλοντος. Ωστόσο, στο πλαίσιο αυτό η πλειοψηφία των ερευνών αναγνωρίζει τη συσχέτιση που έχει η υψηλή πυκνότητα του πληθυσμού, η ετερογένεια μιας περιοχής ως προς τις χρήσεις γης και η υψηλή συνδεσιμότητα του δικτύου με την υψηλή περπατησιμότητα, άρα και τη δημιουργία ευνοϊκών όρων για την πεζή μετακίνηση και τη χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς. Για αυτό λοιπόν, επιλέχθηκε η χρήση του δείκτη που δημιουργήθηκε στην εργασία «Walk and the city: Ανάπτυξη και εφαρμογή ενός σύνθετου δείκτη "περπατησιμότητας" (walkability) με την χρήση Γ.Σ.Π (G.I.S) στο πολεοδομικό συγκρότημα Βόλου» καθώς περιλαμβάνει τα παραπάνω συστατικά στοιχεία υπολογισμού ενός χωρικού δείκτη περπατησιμότητας αλλά και των ιδιαιτεροτήτων του ελλαδικού χώρου ως προς το δίκτυο των πεζών. Επιπλέον, δύναται να διερευνηθεί κατά πόσο ο εν λόγω δείκτης μπορεί να εφαρμοσθεί και σε άλλες πόλεις της Ελλάδας πέρα από το Βόλο.

Συνοψίζοντας, είναι σημαντικό να επισημανθούν οι βασικοί παράμετροι του δείκτη.

- Η συνδεσιμότητα του δικτύου πεζών.
- Η οικιστική πυκνότητα.
- Η εγγύτητα των χρήσεων γης.
- Η μίξη των χρήσεων γης.

Επίσης χρησιμοποιείται το πλάτος, η κατάσταση και τα εμπόδια των πεζοδρομίων ως αρνητικοί παράγοντες στον παραπάνω δείκτη όταν δεν ευνοούν την πεζή μετακίνηση αλλά την καθιστούν πιο δύσκολη ή ακόμα και ακατόρθωτη.

Στο πλαίσιο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως η μέθοδος διαφοροποιείται όσον αφορά τα βάρη που αποδίδονται στις παραμέτρους που επηρεάζουν την περπατησιμότητα. Αρχικά υπολογίζεται ο δείκτης λαμβάνοντας ως ισοβαρείς τις παραμέτρους όπως συνηθίζεται και στη διεθνή βιβλιογραφία, έπειτα σύμφωνα με τα βάρη που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια στην περίπτωση του Βόλου και τέλος αποδίδοντας βάρη στις τέσσερις παραμέτρους με τη χρήση της διαδικασίας αναλυτικής ιεράρχησης AHP<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Analytic Hierarchy Process - AHP

Η διαδικασία υπολογισμού του δείκτη πραγματοποιείται κυρίως με την παραγωγή και επεξεργασία χαρτών τύπου raster με τη χρήση G.I.S.

## **5.1 Μεθοδολογία υπολογισμού δείκτη περπατησιμότητας**

Ο υπολογισμός του δείκτη περπατησιμότητας διαρθρώνεται σε τρεις φάσεις. Αρχικά πραγματοποιείται η μέτρηση και υπολογισμός των τεσσάρων βασικών παραμέτρων που θα χρησιμοποιηθούν, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Έπειτα, κατά τη δεύτερη φάση υπολογίζεται ο δείκτης περπατησιμότητας βάσει των τριών περιπτώσεων κατανομής βαρών για τις εν λόγω παραμέτρους, σε κλίμακα βαθμολογίας 0-100. Στην τρίτη και τελευταία φάση αποδίδονται οι ποινές στο δείκτη, όπου το αστικό περιβάλλον δεν ευνοεί την πεζή μετακίνηση βάση των χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν, δηλαδή το πλάτος, την κατάσταση και τα εμπόδια των πεζοδρομίων.

### **5.1.1 Μεθοδολογία πρώτης φάσης**

Οι βασικοί παράμετροι του δείκτη είναι συνδεσιμότητα του δικτύου πεζών, η πυκνότητα του πληθυσμού, η εγγύτητα των χρήσεων γης και η μίξη των χρήσεων γης. Αναλυτικά παρουσιάζεται παρακάτω η μέθοδος υπολογισμού για κάθε παράμετρο.

#### ***1<sup>η</sup> Παράμετρος: Συνδεσιμότητα δικτύου πεζών***

Η πρώτη παράμετρος του δείκτη είναι η συνδεσιμότητα του δικτύου των πεζών. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Μεταφορών της Βικτόρια (TDM<sup>7</sup> Encyclopedia of Victoria Transport Policy Institute - VTPI) ως συνδεσιμότητα εννοείται η πυκνότητα των συνδέσεων σε ένα δρόμο ή οδικό δίκτυο. Ένας δρόμος ή μία διαδρομή ενός δικτύου υψηλής συνδεσιμότητας παρουσιάζει μικρές διαδρομές, πολλές διασταυρώσεις και ελάχιστα αδιέξοδα. Καθώς αυξάνεται η συνδεσιμότητα, οι αποστάσεις μειώνονται, οι επιλογές διαδρομών αυξάνονται επιτρέποντας πιο άμεσες διαδρομές μεταξύ των προορισμών δημιουργώντας ένα πιο ευέλικτο και προσιτό δίκτυο, μειώνοντας την εξάρτηση από το αυτοκίνητο. Επομένως όσους περισσότερους συνδέσμους έχει ένα δίκτυο σε σχέση με τον αριθμό των κόμβων του τόσο μεγαλύτερη συνδεσιμότητα παρουσιάζει, άρα και πιθανότητα για περισσότερες πεζές μετακινήσεις.

Βέβαια, σε πολλές εργασίες υπολογισμού δείκτη περπατησιμότητας λόγω έλλειψης δεδομένων σχετικά με το δίκτυο των πεζών χρησιμοποιείται η συνδεσιμότητα του οδικού δικτύου, με την παραδοχή ότι όπου υπάρχει δρόμος υπάρχει και παραπλεύρως πεζοδρόμιο. Ωστόσο, στις περισσότερες από αυτές τις εργασίες αναφέρεται πως για καλύτερα αποτελέσματα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το δίκτυο των πεζοδρομίων, κάτι που αποδεικνύεται και από την εργασία των Chin et al (2008). Από την εν λόγω μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αυστραλία προέκυψε πως η συνδεσιμότητα των

---

<sup>7</sup> Transportation Demand Management (TDM) Encyclopedia είναι η πιο ολοκληρωμένη πηγή πληροφοριών στον κόσμο, σε ό,τι έχει να κάνει με καινοτόμες στρατηγικές διαχείρισης των μεταφορών. Τη δημιούργησε και τη διαχειρίζεται το Ινστιτούτο Μεταφορών της Βικτόρια στο Καναδά.

πεζοδρομίων είναι υψηλότερη από τη συνδεσιμότητα του οδικού δικτύου, αφού οι διάδρομοι κίνησης πεζών ποικίλλουν και ενώνουν σημεία που στο οδικό δίκτυο είναι αδιέξοδα.

Στο πλαίσιο αυτό κατανοούμε πως η χρήση της συνδεσιμότητας του οδικού δικτύου είναι πιθανόν να μην αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα, επομένως επιλέχθηκε η χρήση της συνδεσιμότητας του δικτύου των πεζοδρομίων.

Αξίζει επιπλέον να αναφερθεί πως έχουν πραγματοποιηθεί πολλές εργασίες σχετικά με τις μεθόδους μέτρησης της συνδεσιμότητας ενός δικτύου, ειδικότερα με τη χρήση GIS. Στην εργασία του Mike Tresidder «Using GIS to Measure Connectivity: An Exploration of Issues» (2005), υπολογίζεται η συνδεσιμότητα περιοχών με τη χρήση διαφόρων μεθόδων. Στον παρακάτω πίνακα (5.2) παρουσιάζονται συνήθεις μέθοδοι για την μέτρηση της συνδεσιμότητας ενός δικτύου, όπως αναφέρονται στην εν λόγω εργασία.

Μέθοδος	Τρόπος Υπολογισμού	Σχόλια
<b>Intersection Density - Πυκνότητα διασταυρώσεων</b>	Πλήθος κόμβων/έκταση	Υψηλό αποτέλεσμα σημαίνει περισσότερες διασταυρώσεις άρα και υψηλή συνδεσιμότητα
<b>Street Density - Πυκνότητα δικτύου</b>	Άθροισμα μήκους δικτύου/Εμβαδό	Υψηλό αποτέλεσμα σημαίνει περισσότερες διαδρομές άρα υψηλότερη συνδεσιμότητα
<b>Link to Node - Σύνδεσμος σε κόμβο</b>	Πλήθος συνδέσμων της περιοχής / Πλήθος κόμβων της περιοχής	Υψηλό αποτέλεσμα σημαίνει υψηλότερη συνδεσιμότητα
<b>Average Block Length - Μέσο μήκος οικοδομικού τετραγώνου</b>	Άθροισμα μήκους συνδέσμων ανά οικοδομικό τετράγωνο/ Άθροισμα των κόμβων	Μικρότερα οικοδομικά τετράγωνα σημαίνουν και περισσότερες διασταυρώσεις.
<b>Gamma Index - Δείκτης Γ</b>	Σύνδεσμοι ανά περιοχή/ $3*(Κόμβοι - 2)$	Αποτέλεσμα από 0 έως 1
<b>Alpha Index - Δείκτης Α</b>	$(Σύνδεσμοι - Κόμβοι) + 1 / 2*(Κόμβοι - 5)$	Αποτέλεσμα από 0 έως 1

**Πίνακας 5.1:** Μέθοδοι μέτρησης συνδεσιμότητας δικτύου  
*Πηγή: Mike Tresidder (2005)*

Χρειάζεται επίσης να σημειωθεί πως για τη μέτρηση της συνδεσιμότητας στο Δήμο Χαλανδρίου επιλέχθηκε η μέθοδος Link to Node, υπολογίζοντας πόσοι σύνδεσμοι εισέρχονται σε κάθε κόμβο του δικτύου των πεζοδρομίων.

## 2<sup>η</sup> Παράμετρος Οικιστική Πυκνότητα

Η δεύτερη παράμετρος που εισέρχεται στο δείκτη περπατησιμότητας είναι η οικιστική πυκνότητα της περιοχής μελέτης. Η παράμετρος αυτή είναι σημαντική καθώς η ύπαρξη υψηλής πυκνότητας κατοίκων αποτελεί συνήθως παράγοντα προώθησης της πεζής μετακίνησης αλλά και με μέσα μαζικής μεταφοράς (Frank et al, 2004). Επιπλέον σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα (Μηλάκης, 2006) μια από τις πιο σημαντικές πολεοδομικές μεταβλητές που επηρεάζει την επιλογή της πεζής μετακίνησης είναι η πυκνότητα κατοικίας.



### **3<sup>η</sup> Παράμετρος Μίξη Χρήσεων Γης**

Η τρίτη παράμετρος είναι η μίξη των χρήσεων γης (land use mix) που δραστηριοποιούνται στην περιοχή. Η ποικιλία των χρήσεων γης αναφέρεται στους περισσότερους δείκτες περπατησιμότητας και αποτελεί σημαντικό παράγοντα της βιώσιμης κινητικότητας στο πλαίσιο της ανάπτυξης των σύγχρονων πόλεων (Πίνακας 3.1).

Ο Litman (2014) στην εργασία «Land Use Impacts on Transport - How Land Use Factors Affect Travel Behavior» για το VTPI αναφέρει ότι στις περιοχές που παρατηρείται υψηλή μίξη χρήσεων γης παρουσιάζεται και μείωση των διαδρομών με αμάξι από 5% έως 15%. Επιπλέον επιτυγχάνεται η μείωση των αποστάσεων μεταξύ των επιθυμητών προορισμών των πεζών όπως ο χώρος εργασίας, υπηρεσίες, κατοικία κλπ. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι πως η μίξη των χρήσεων γης τείνει να μειώσει τη χρήση του αυτοκινήτου και να αυξήσει τη χρήση βιώσιμων μέσων μετακίνησης και ειδικότερα το περπάτημα (Ewing and Cervero 2010).

Επομένως, για να μετρηθεί η μίξη των χρήσεων γης μπορούν να χρησιμοποιηθούν δείκτες εντροπίας, δίνοντας ως αποτέλεσμα την ομοιογένεια ή την ετερογένεια της περιοχής, λαμβάνοντας τιμές από 0 έως 1 αντίστοιχα.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε ο Shannon's Index, ο οποίος δημιουργήθηκε αρχικά από τον Claude Shannon (1948) για τον υπολογισμό της εντροπίας των γραμμάτων σε ένα κείμενο. Ωστόσο, εφαρμόζεται συχνά τα τελευταία χρόνια με σκοπό την ανάλυση της ετερογένειας ή της ομοιογένειας μιας κατανομής στο χώρο. Η μαθηματική πράξη του δείκτη ορίζεται ως εξής:

$$\text{Shannon Index } H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i ,$$

Όπου  $p_i = \frac{n_i}{N}$  η αναλογία των παρατηρήσεων στην κατηγορία χρήσης γης  $i$ , εντός της περιοχής ελέγχου ως προς τις συνολικές

$n_i$  ο αριθμός των παρατηρήσεων της κατηγορίας χρήσης γης  $i$

$N$  ο συνολικός αριθμός των χρήσεων γης

$S$  ο αριθμός των κατηγοριών χρήσεων γης

Με τη χρήση αυτής της παραλλαγής του Shannon Index, ο δείκτης λαμβάνει τιμές από 0 έως  $\ln(S)$ .

### **4<sup>η</sup> Παράμετρος Εγγύτητα Χρήσεων Γης**

Για τον υπολογισμό του δείκτη περπατησιμότητας σημαντικό ρόλο έχει η τέταρτη παράμετρος, δηλαδή η εγγύτητα των χρήσεων γης. Ο παράγοντας αυτός

χρησιμοποιείται στην πλειοψηφία των μεθόδων για τον υπολογισμό της περπατησιμότητας μιας περιοχής.

Με τη χρήση της εν λόγω παραμέτρου, υπάρχει η δυνατότητα αξιολόγησης της εγγύτητας των χρήσεων γης που έχουν επιλεχθεί για μια συγκεκριμένη περπατήσιμη απόσταση. Στην εργασία αυτή έχουν οριστεί τα πέντε (5) λεπτά πεζής μετακίνησης. Η επιλογή των χρήσεων γης αναφέρθηκαν πραγματοποιήθηκε βάση των διαδικτυακών εφαρμογών όπως WalkScore, Walkshed, τις χρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για το δείκτη περπατησιμότητας για την περίπτωση του Βόλου καθώς και από προσωπική εμπειρία για την περιοχή μελέτης.

Ο υπολογισμός της παραμέτρου γίνεται με βάση το δίκτυο των πεζοδρομίων και για περιοχή κάλυψης τα 5 λεπτά.

### **5.1.2 Μεθοδολογία δεύτερης φάσης**

Στη δεύτερη φάση πραγματοποιείται ο υπολογισμός του δείκτη περπατησιμότητας αφού πρώτα αποδοθούν τα κατάλληλα βάρη σε κάθε παράμετρο. Επιλέχθηκαν τρεις περιπτώσεις κατανομής βαρών ως εξής.

1. Οι παράμετροι θεωρούνται ισοβαρείς όπως και στην πλειοψηφία των μεθόδων της διεθνή βιβλιογραφίας.
2. Αποδίδονται βάρη σύμφωνα με την περίπτωση του Βόλου (Μπαρτζώκας 2013), όπως προέκυψαν με τη χρήση διαδικτυακών ερωτηματολογίων.
3. Αποδίδονται βάρη στις παραμέτρους σύμφωνα με τη διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης AHP.

Στο πλαίσιο αυτό, γίνεται σαφές πως επιλέχθηκαν τρεις διαφορετικές μεθοδολογίες απόδοσης βαρών με σκοπό τη σύγκριση των τελικών αποτελεσμάτων και την αποτίμηση των διαφορών που θα προκύψουν.

#### ***Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης – AHP***

Η μέθοδος AHP είναι από τις πιο διαδεδομένες πολυκριτηριακές μεθόδους σε θέματα ενεργειακής και περιβαλλοντικής διαχείρισης αλλά και αειφόρου ανάπτυξης. Είναι μια δομημένη τεχνική που χρησιμοποιείται για την οργάνωση και ανάλυση πολυκριτηριακών αποφάσεων. Αναπτύχθηκε την δεκαετία του 1970 από τον Thomas Saaty, από τότε όμως έχει μελετηθεί και έχει βελτιωθεί εκτενώς. Η μέθοδος AHP χαρακτηρίζεται από τη σαφήνεια της αλλά και την ευκολία υλοποίησης της. Η AHP βοηθά στην αφομοίωση τόσο υποκειμενικών όσο και αντικειμενικών κριτηρίων και μέτρων αξιολόγησης, παρέχοντας έναν αποτελεσματικό μηχανισμό ελέγχου της συνέπειας (consistency) των μέτρων αξιολόγησης και των εναλλακτικών που προτείνονται, μειώνοντας την σύγχυση στην λήψη των αποφάσεων (Saaty 1994).

Η εφαρμογή της μεθόδου επιτυγχάνεται μέσα από τέσσερα επιμέρους στάδια:

1. Ορισμός και ανάλυση του προβλήματος σε μια ιεραρχική δομή
2. Σύγκριση των στοιχείων απόφασης και εισαγωγή των προτιμήσεων του αποφασίζοντα σε πίνακες κατά ζεύγη συγκρίσεων για κάθε επίπεδο ιεραρχίας
3. Υπολογισμός των σχετικών βαρών κάθε στοιχείου του προβλήματος
4. Σύνθεση του τελικού αποτελέσματος και επιλογή της καλύτερης δυνατής εναλλακτικής λύσης.

Τα δύο πρώτα βήματα απαιτούν την ανθρώπινη συμμετοχή, αντίθετα τα δύο τελευταία είναι υπολογιστικά.

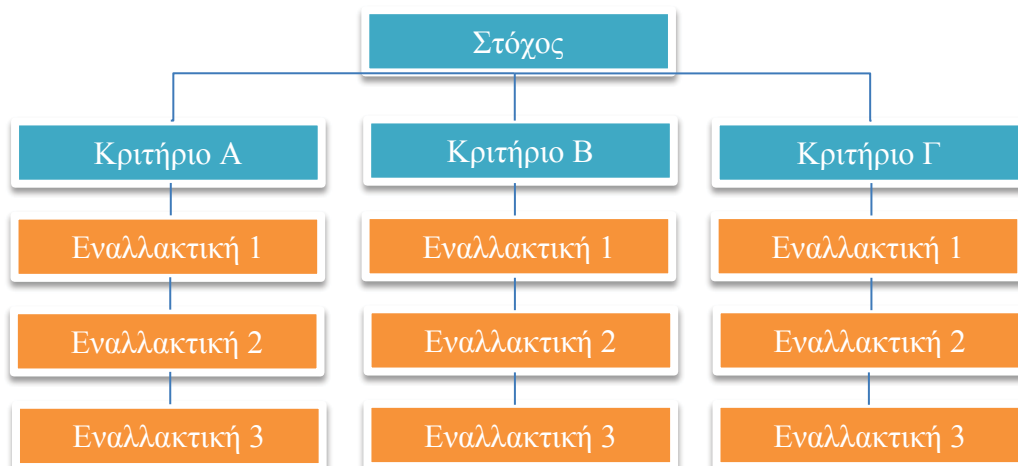
### ✓ *Ιεραρχική ανάλυση*

Στην πρώτη λειτουργία της μεθόδου ορίζεται το πρόβλημα και καθορίζονται τα ζητούμενα προς επίλυση του με την ανάλυση του προβλήματος σε επιμέρους υποπροβλήματα. Η λειτουργία καθορίζει τα αποτελέσματα της μεθόδου, άρα αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα της μεθόδου.

Σύμφωνα με τον Thomas Saaty (1990), η δομή της ιεραρχίας θα πρέπει:

- Να αντιπροσωπεύει το πρόβλημα όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Να λαμβάνει υπ' όψιν το εξωτερικό περιβάλλον.
- Να εντοπίζει στοιχεία που συμβάλλουν στην επίλυση του προβλήματος.
- Να περιλαμβάνει όλους τους συμμετέχοντες στο πρόβλημα.

Στο παρακάτω διάγραμμα (5.1) παρουσιάζεται μια ενδεικτική μορφή ιεράρχησης.



**Διάγραμμα 5.1:** Ενδεικτική μορφή ιεράρχησης AHP

### ✓ Σύγκριση κατά ζεύγη

Τα στοιχεία κάθε επιπέδου της ιεραρχίας συγκρίνονται κατά ζεύγη μεταξύ τους ως προς το βαθμό προτίμησης σε σχέση με τα γονικά τους στοιχεία. Στη συνέχεια, τα κριτήρια ανά δύο συγκρίνονται ως προς την ικανοποίηση του συνολικού στόχου.

Δημιουργούνται κατά αυτό τον τρόπο πίνακες σύγκρισης ζευγών, τόσοι όσα και τα στοιχεία του προβλήματος. Παρακάτω παρουσιάζεται ενδεικτικά ένας πίνακας (5.3).

Στόχος	Κριτήριο 1	Κριτήριο 2	Κριτήριο 3
Κριτήριο 1	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$	$\alpha_{13}$
Κριτήριο 2	$\alpha_{21}$	$\alpha_{22}$	$\alpha_{23}$
Κριτήριο 3	$\alpha_{31}$	$\alpha_{32}$	$\alpha_{33}$

Πίνακας 5.2: Ενδεικτικός πίνακας σύγκρισης κριτηρίων κατά ζεύγη

Η τυπική ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί για τη συμπλήρωση του πίνακα είναι ποιο από τα δύο κριτήρια  $i, j$  είναι σημαντικότερο για την ικανοποίηση του στόχου και πόσο σημαντικότερο είναι (Thomas L. Saaty, 1977). Τα στοιχεία  $\alpha_{ij}$  του πίνακα δηλώνουν την προτίμηση του κριτηρίου  $i$  έναντι του κριτηρίου  $j$  και πρακτικά μπορεί να θεωρηθεί ότι εκφράζουν πόσες φορές πιο σημαντικό είναι το ένα κριτήριο από το άλλο.

Για κάθε πίνακα κατά ζεύγη συγκρίσεων ισχύει  $\alpha_{ii}=1$ , αφού αναφέρεται σε σύγκριση του κριτηρίου  $i$  με τον εαυτό του. Επίσης, αν το κριτήριο  $i$  είναι σημαντικότερο από το  $j$  τότε  $\alpha_{ij}>1$  ενώ αν το  $j$  είναι σημαντικότερο το  $i$ , τότε  $\alpha_{ij}<1$ . Τέλος, για κάθε  $i \neq j$ , ισχύει  $\alpha_{ij} = 1/\alpha_{ji}$ .

Στη μέθοδο AHP δίνεται ιδιαίτερο βάρος στην αριθμητική κλίμακα που χρησιμοποιείται για τις συγκρίσεις των κριτηρίων κατά ζεύγη, που υποδεικνύει πόσο πιο σημαντικό είναι το ένα κριτήριο από το άλλο. Στον πίνακα (5.4) που ακολουθεί παρουσιάζεται η κλίμακα όπως έχει προταθεί από τον Thomas Saaty.

Αριθμητική κλίμακα	Ορισμός	Επεξήγηση
1	Ίσης σημαντικότητας	Τα δύο στοιχεία συνεισφέρουν εξίσου ή σχεδόν εξίσου στον στόχο
2	Ασθενής σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	
3	Μέτρια σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	Η εμπειρία και η κρίση κλίνουν ελαφρά υπέρ του ενός στοιχείου
4	Μέτρια προς ισχυρή σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	Η εμπειρία και η κρίση κλίνουν έντονα υπέρ του ενός στοιχείου
5	Ισχυρή σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	
6	Αρκετά ισχυρή σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	Υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι το ένα στοιχείο είναι σημαντικότερο του άλλου
7	Πολύ ισχυρή σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	
8	Σχεδόν απόλυτη σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	Όλα τα στοιχεία επιβεβαιώνουν σε απόλυτο βαθμό την υπεροχή του ενός στοιχείου
9	Απόλυτη σημαντικότητα του ενός έναντι του άλλου	

Πίνακας 5.3: Συγκριτική κλίμακα Thomas Saaty  
Πηγή: Saaty (2008)

### ✓ Υπολογισμός προτεραιοτήτων

Σε αυτό το στάδιο υπολογίζονται για κάθε κόμβο της ιεραρχικής δομής οι σχετικές προτεραιότητες ( $w$ ) σε σχέση με το γονικό στοιχείο. Έστω ότι ο αποφασίζων γνωρίζει τα βάρη  $w_1, w_2, \dots, w_n$  των κόμβων  $A_1, A_2, \dots, A_n$  τότε ο πίνακας σύγκρισης ανά ζεύγη θα ήταν ο εξής:

$$A = \begin{bmatrix} w_1 / w_1 & w_1 / w_2 & \dots & w_1 / w_n \\ w_2 / w_1 & w_2 / w_2 & \dots & w_2 / w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n / w_1 & w_n / w_2 & \dots & w_n / w_n \end{bmatrix}$$

Ενώ το διάνυσμα των βαρών σε διάταξη στήλης θα ήταν:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Για τον πίνακα  $A$  ισχύει  $A_{w=n_w}$ , όπου  $n$  είναι το πλήθος των συγκρινόμενων κόμβων. Επίσης, κάθε πίνακας  $A=(a_{ij})$ , όπου  $a_{ij}=w_i/w_j$  για κάθε  $i, j=1, \dots, n$  θεωρείται συνεπής όταν ισχύει  $a_{jk} = a_{ik} / a_{ij}$ , για κάθε  $i, j, k=1, \dots, n$ .

Ο παραπάνω πίνακας  $A$ , όπου όλα τα βάρη είναι γνωστά, ικανοποιεί το κριτήριο της συνέπειας. Όμως στην πραγματικότητα ο χρήστης δεν είναι σε θέση να γνωρίζει ακριβώς τα βάρη  $w_1, w_2, \dots, w_n$ , παρά μόνο εκτιμήσεις αυτών.

Επομένως, ο πίνακας  $A$  δεν είναι απόλυτα συνεπής και σύμφωνα με τη θεωρία των ιδιοτιμών (eigenvalue theory), η εκτίμηση του διανύσματος των βαρών δίνεται από τη σχέση  $Aw'=\lambda_{\max}w'$ , όπου  $\lambda_{\max}$  είναι η μέγιστη ιδιοτιμή του ασυνεπούς πίνακα  $A$ . Το διάνυσμα  $w'$  αποτελεί προσέγγιση του πραγματικού διανύσματος βαρών  $w$ , ενώ αποδεικνύεται ότι  $\lambda_{\max} > n$  (Saaty, 1990).

### ✓ Έλεγχος συνέπειας

Η ασυνέπεια σε έναν πίνακα συγκρίσεων μπορεί να αποδοθεί από την τιμή  $\lambda_{\max}-n$ , που εκτιμά την απόκλιση των συγκρίσεων από τη συνεπή προσέγγιση (Saaty, 1990). Στο γεγονός αυτό βασίζεται ο υπολογισμός του δείκτη συνέπειας CI (consistency index), που προκύπτει από την παρακάτω σχέση

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Στη συνέχεια ο λόγος συνέπειας CR (consistency ratio) δίνεται από το λόγο του CI προς τον τυχαίο δείκτη συνέπειας RI

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Οι τιμές του RI προκύπτουν από τις μέσες τιμές του CI για τυχαίους πίνακες και απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα (5.5) (Triantaphyllou & Mann, 1995).

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

**Πίνακας 5.4:** Τιμές δείκτη RI για διαφορετικές τιμές του N

Πηγή: Triantaphyllou & Mann (1995)

Αν η τιμή του CR είναι μικρότερη από 0.1 ( $CR < 0.1$ ) τότε η εκτίμηση του w από το w' γίνεται αποδεκτή. Σε διαφορετική περίπτωση επιχειρείται βελτίωση της συνέπειας (Saaty, 1990).

### 5.1.3 Μεθοδολογία τρίτης φάσης

Στη τρίτη και τελευταία φάση υπολογισμού του δείκτη περπατησιμότητας περιλαμβάνεται η απόδοση ποινών. Η συσχέτιση του αστικού σχεδιασμού με την επιλογή μετακίνησης με τα πόδια έχει αποτελέσει αντικείμενο συζήτησης πολλών ερευνών. Οι πεζοί όμως, για να μετακινηθούν με άνεση και ασφάλεια απαιτούν, όπως και οι οδηγοί των οχημάτων, την αντίστοιχη υποδομή (Γαλάνης 2011). Όσο καλύτερα σχεδιασμένο είναι το δομημένο περιβάλλον τόσο πιο ελκυστικό θα παρουσιαστεί για την επιλογή της πεζής μετακίνησης.

Ειδικότερα, το μέγεθος, η ποιότητα και η άνεση που προσφέρει η υποδομή του δικτύου κίνησης πεζών στον αστικό χώρο είναι μείζονος σημασίας για την περπατησιμότητα της πόλης. Σε αυτό το πλαίσιο, για τον υπολογισμό του τελικού δείκτη αποφασίσθηκε η απόδοση ποινών όταν το πλάτος, η κατάσταση και τα εμπόδια κατά μήκος των πεζοδρομίων αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για την επιλογή της πεζής μετακίνησης από τους κατοίκους.

Συνεπώς αποφασίσθηκε η μείωση κατά 30 μονάδες (10 ανά περίπτωση) του δείκτη σε όσα τμήματα υπάρχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μηδενικό πλάτος ή πλάτος πεζοδρομίου έως 1m.
- Κακή κατάσταση πεζοδρομίου.
- Πεζοδρόμια υψηλής πυκνότητας εμποδίων.

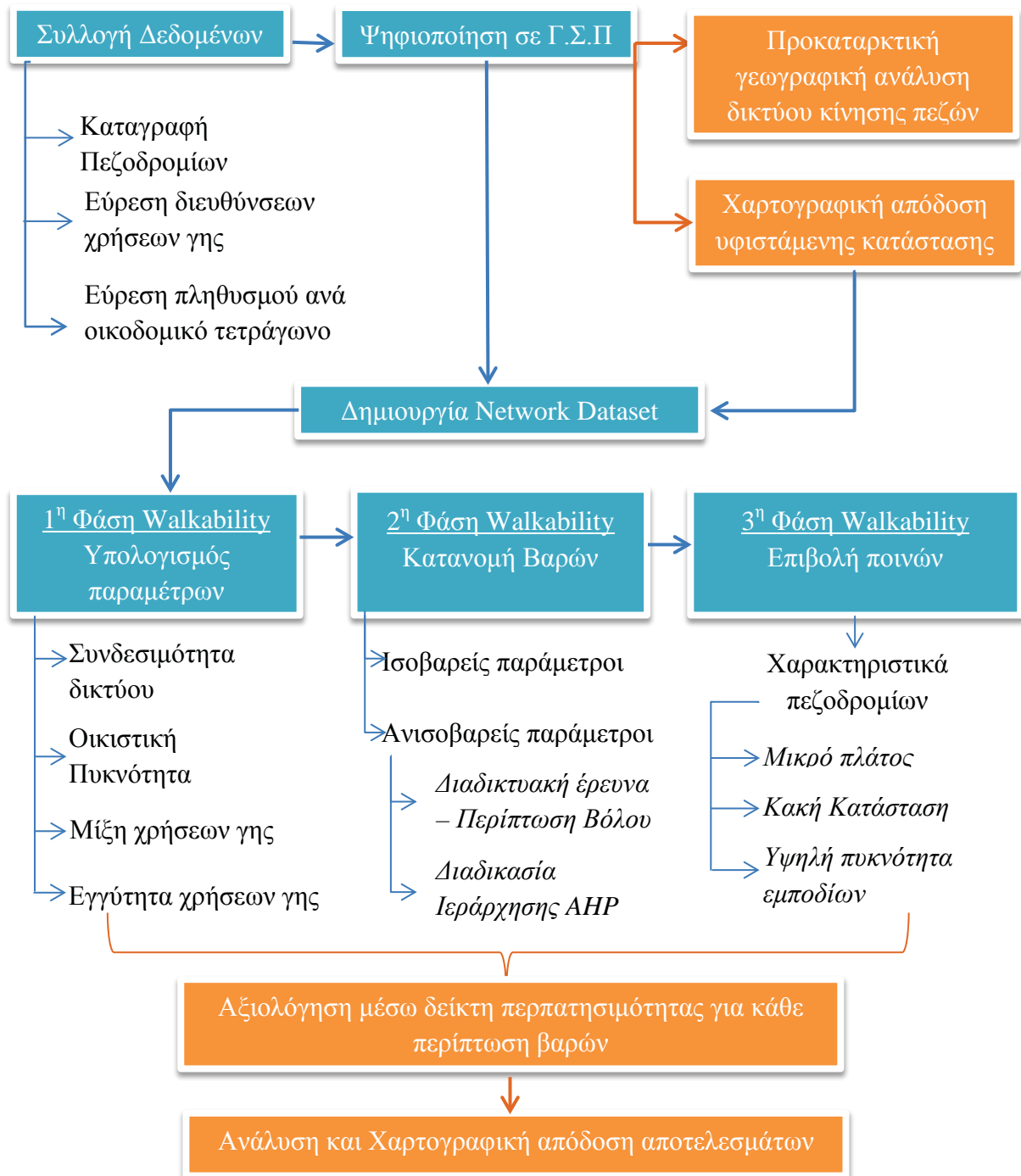
Οι McCormack et al (2012) σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησαν, κατέληξαν στο γεγονός ότι η ύπαρξη πεζοδρομίων σε μία γειτονιά συσχετίζεται θετικά με τον συνολικό χρόνο που μετακινείται κάποιος με τα πόδια. Ωστόσο τα τρία αυτά επιμέρους χαρακτηριστικά των πεζοδρομίων δημιουργούν ένα μη φιλικό περιβάλλον

για τον πεζό και οδηγούν τους κατοίκους σε όλο και μεγαλύτερη εξάρτηση από τα μηχανοκίνητα μέσα.

Συμπερασματικά, τα στοιχεία αυτά των πεζοδρομίων δεν επιλέχθηκαν τυχαία αλλά με σκοπό τον καλύτερο προσδιορισμό του δείκτη περπατησιμότητας για την περιοχή μελέτης της εργασίας.

#### 5.1.4 Διάγραμμα ροής μεθοδολογικού πλαισίου

Εδώ παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής (5.2) της μεθοδολογίας που ακολουθείται.



Διάγραμμα 5.2: Διάγραμμα ροής μεθοδολογικού πλαισίου

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ WALKABILITY

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των χαρακτηριστικών του δικτύου κίνησης των πεζών με τη χρήση του προγράμματος ArcGis, καθώς και η εφαρμογή του δείκτη περπατησιμότητας για την περιοχή μελέτης, δηλαδή το Δήμο Χαλανδρίου.

### 6.1 Συλλογή δεδομένων

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται η μεθοδολογία συλλογής των απαραίτητων δεδομένων σχετικά με το δίκτυο κίνησης πεζών στο Δ. Χαλανδρίου, καθώς και για τον υπολογισμό του δείκτη περπατησιμότητας της πόλης.

#### 6.1.1 Συλλογή χωρικών δεδομένων δικτύου κίνησης πεζών

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που δημιουργήθηκε εξ αρχής ήταν η πλήρης έλλειψη χωρικών δεδομένων όσον αφορά το δίκτυο των πεζοδρομίων. Για τη δημιουργία του δικτύου των πεζοδρομίων απαιτείται ένας μεγάλος όγκος δεδομένων. Όλα τα δεδομένα που απαιτήθηκαν συλλέχθηκαν από μηδενική βάση. Αρχικά, διαπιστώθηκε πως η τεχνική υπηρεσία του Δήμου Χαλανδρίου δεν είχε διαθέσιμο υλικό και υπόβαθρα όσον αφορά τα πεζοδρόμια. Ωστόσο παραχωρήθηκε σε ψηφιακή μορφή, το χαρτογραφικό υπόβαθρο του Δήμου και συγκεκριμένα τα Οικοδομικά Τετράγωνα, οι άξονες των δρόμων καθώς και οι ονομασίες αυτών. Για τη συλλογή της χωρικής πληροφορίας των πεζοδρομίων, αποφασίστηκε να εφαρμοστεί η τεχνική της βιντεοσκόπησης όλων των οδών του δήμου, μέσω κάμερας που με «ειδική» κατασκευή τοποθετήθηκε σε αυτοκίνητο, το οποίο θα διέτρεχε – κατέγραφε την πόλη τμηματικά (Εικόνα 6.1).



Εικόνα 6.1: Το αυτοκίνητο που χρησιμοποιήθηκε με την κάμερα τοποθετημένη πάνω.

#### *Δημιουργία υποβάθρων σε περιβάλλον GIS*

Αρχικά εισήχθηκε στο ArcGis ως χάρτης υποβάθρου (basemap) η περιοχή όπως διατίθεται από την ιστοσελίδα OpenstreetMaps και χωρίστηκε το Χαλάνδρι σε



δώδεκα υπό-περιοχές με ίδια περίπου έκταση, βάση των κύριων οδικών αρτηριών αλλά και τις υφιστάμενες γειτονιές. Οι βιντεοσκοπήσεις πραγματοποιήθηκαν κυρίως Κυριακές, έτσι ώστε να μην υπάρχει ιδιαίτερη κίνηση στο δρόμο και να υπάρξει όσο το δυνατόν καλύτερη εικόνα σχετικά με τα πεζοδρόμια. Απαραίτητη προεργασία για τη βιντεοσκόπηση ήταν η εκτύπωση της υπό-περιοχής και η δημιουργία χειρόγραφων «διαδρομών» για την πορεία με το αυτοκίνητο, έτσι ώστε να καταγραφούν όλες οι οδοί της εκάστοτε υπό-περιοχής. Κατά τη διάρκεια της βιντεοσκόπησης απαιτήθηκαν δύο άτομα, οδηγός και συνοδηγός, όπου ο συνοδηγός έδινε τις απαραίτητες οδηγίες από τους χάρτες πορείας - διαδρομών που είχαν δημιουργηθεί προηγουμένως.

Συνολικά καταγράφηκαν δεκαοκτώ ώρες βίντεο για όλο το δήμο και συνολικά διανύθηκαν πάνω από 260 χιλιόμετρα με το αυτοκίνητο. Η δε καταγραφή διήρκησε περίπου δύομισή μήνες, από το Μάιο έως και τον Ιούλιο του 2014.

### 6.1.2 Συλλογή δεδομένων υπολογισμού του δείκτη περπατησιμότητας

Βασικό στοιχείο για τον υπολογισμό του δείκτη περπατησιμότητας είναι οι χρήσεις γης του Δήμου Χαλανδρίου. Στον παρακάτω πίνακα (6.1) παρουσιάζονται οι κατηγορίες των χρήσεων γης που συλλέχθηκαν καθώς και το πλήθος τους ανά κατηγορία.

<u>A/A</u>	<u>Κατηγορία</u>	<u>Πλήθος Χρήσεων γης</u>
<b><u>Μετακίνηση για αγορά τροφίμων με σκοπό την κάλυψη καθημερινών αναγκών</u></b>		
1	Super Market/Παντοπωλείο	55
2	Φούρνος/Ζαχαροπλαστείο	92
3	Οπωροπωλείο	27
4	Κρεοπωλείο	35
<b><u>Μετακίνηση για αγορά άλλων προϊόντων (εκτός απαραίτητων ειδών διατροφής) και υπηρεσιών</u></b>		
5	Περίπτερο/Ψυλικά Είδη	76
6	Τράπεζα	24
7	Φαρμακείο/Υπηρεσίες υγείας	91
8	Ένδυση-Υπόδηση	156
9	Δημόσιες Υπηρεσίες (ΙΚΑ, ΚΕΠ, Εφορία, Αστυνομία, Ταχυδρομεία κλπ)	16
<b><u>Μετακίνηση για Αναψυχή/Ελεύθερο χρόνο</u></b>		
10	Καφέ-Μπαρ-Εστιατόρια/Φαστ φουντ	184
11	Πάρκο/Πλατεία	25
12	Αθλητικές εγκαταστάσεις γειτονιάς	11
13	Γυμναστήριο (ιδιωτικό)	23
14	Θρησκεία	15
<b><u>Μετακίνηση με προορισμό χώρο εκπαίδευσης</u></b>		
15	Σχολεία	49
16	Παιδικοί σταθμοί	27
17	Φροντιστήρια	51
<b><u>Μετακίνηση με προορισμό "Στάση λεωφορείου (ή άλλου ΜΜΜ)"</u></b>		
18	Στάση Λεωφορείου ή άλλου Μ.Μ.Μ	201

Πίνακας 6.1: Πλήθος σημείων χρήσεων γης ανά κατηγορία

Η συλλογή των πληροφοριών και κυρίως των διευθύνσεων, για κάθε κατηγορία χρήσης γης πραγματοποιήθηκε με βάση τα στοιχεία των βάσεων δεδομένων του Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Αθηνών<sup>8</sup> (ΕΒΕΑ), του Επαγγελματικού Επιμελητηρίου Αθηνών<sup>9</sup> (ΕΕΑ) και από άλλες ηλεκτρονικές σελίδες επαγγελματικού καταλόγου όπως για παράδειγμα το [vrisko.gr](http://vrisko.gr). Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε με βάση τον Κωδικό Αριθμό Δραστηριότητας (ΚΑΔ) κάθε κατηγορίας όπως τον ορίζει για κάθε δραστηριότητα η Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων του Υπουργείου Οικονομικών, αφού πρώτα αντιστοιχήθηκε η κάθε κατηγορία με τους αντίστοιχους κωδικούς με τη βοήθεια του Φορολογικού Ινστιτούτου<sup>10</sup>.

Επιπλέον, ζητήθηκε και παραχωρήθηκε από την Ε.Σ.Υ.Ε. ο πληθυσμός του Δήμου Χαλανδρίου από την απογραφή του 2011 ανά οικοδομικό τετράγωνο.

## 6.2 Επεξεργασία δεδομένων

Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται η μεθοδολογία επεξεργασίας των δεδομένων ώστε να εξαχθούν τα απαιτούμενα αποτελέσματα.

### 6.2.1 Επεξεργασία βίντεο

Για κάθε βίντεο που καταγράφηκε και μέσω οπτικής επεξεργασίας του υλικού σε περιβάλλον εξειδικευμένου λογισμικού παρατήρησης αποδόθηκαν οι παρακάτω πληροφορίες στο υπόβαθρο των πεζοδρομίων και στο περιβάλλον του ArcGis.

- i. Το μέσο πλάτος του πεζοδρομίου σε μέτρα, για κάθε πλευρά του Οικοδομικού Τετραγώνου σε κλάσεις με μηδενικό πλάτος, το οποίο σημαίνει πως δεν υπήρχε πεζοδρόμιο, έπειτα πεζοδρόμιο έως 1 m πλάτος, από 1 έως 1.5, από 1.5 έως 2, από 2 έως 2.5 και τέλος πεζοδρόμια με πλάτος μεγαλύτερο από 2.5 μέτρα.
- ii. Η ποιοτική πληροφορία της γενικότερης κατάστασης του πεζοδρομίου (καλή και κακή) αξιολογώντας τα υλικά κατασκευής του, την ύπαρξη φθορών αλλά και τη συντήρηση του.
- iii. Τα εμπόδια που παρατηρούνταν κατά μήκος του πεζοδρομίου και καταλάμβαναν μεγάλο ή μικρό μέρος του, εμποδίζοντας την κίνηση των πεζών. Συγκεκριμένα για κάθε πεζοδρόμιο καταγράφηκε ο ακριβής αριθμός από δέντρα, γλάστρες, ογκώδεις κολώνες (ΔΕΗ/ΟΤΕ κλπ), μικρά κολωνάκια, αυτοκίνητα, καθώς και μια κατηγορία άλλων εμποδίων όπως για παράδειγμα, μηχανές και κάδοι απορριμμάτων.
- iv. Οι διαβάσεις, ως συνδεδετικά τόξα του δικτύου των πεζοδρομίων οι οποίες διαχωρίστηκαν σε απλές διαβάσεις πεζών, διαβάσεις με φωτεινό σηματοδότη, πεζογέφυρες και υπόγειες διαβάσεις.

<sup>8</sup> [www.acci.gr](http://www.acci.gr)

<sup>9</sup> [www.eea.gr](http://www.eea.gr)

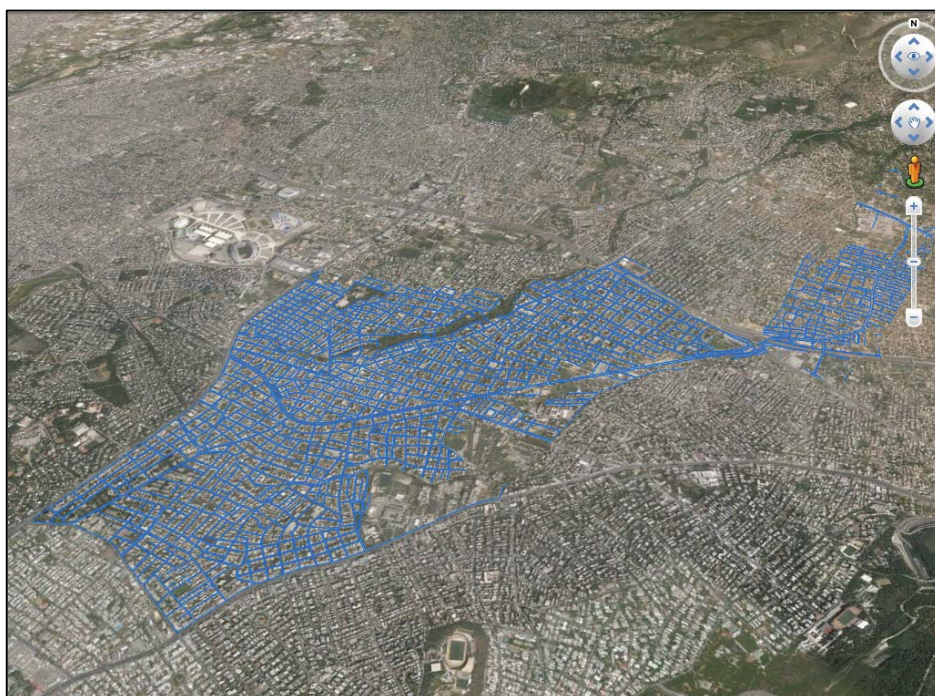
<sup>10</sup> [www.forin.gr](http://www.forin.gr)

- ν. Οι πεζόδρομοι οι οποίοι αποτυπώθηκαν ως απλοί πεζόδρομοι και πεζόδρομοι που επιτρέπεται η ήπια κυκλοφορία τροχοφόρων οχημάτων - wooperf (Αραβαντινός 2007), αλλά προτεραιότητα έχουν οι πεζοί.

Συνολικά ψηφιοποιήθηκαν περίπου 7750 γραμμές πεζοδρομίων (polylines).

### ***Δημιουργία αρχείων .kml***

Παράλληλα, τα βίντεο των διαδρομών που καταγράφηκαν, μεταφορτώθηκαν σε κανάλι της ιστοσελίδας [www.youtube.com](http://www.youtube.com) και δημιουργήθηκαν αρχεία kml για κάθε διαδρομή μέσω του ArcGis, με ενσωματωμένο το link του αντίστοιχου δρόμου. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να παρέχεται η δυνατότητα αναζήτησης και οπτικής αναπαραγωγής της διαδρομής καταγραφής και συλλογής των δεδομένων στο Google Earth. Στην παρακάτω εικόνα (6.2) παρουσιάζεται το δίκτυο των διαδρομών των γεωκωδικοποιημένων video στο Google Earth.



**Εικόνα 6.2:** Γεωκωδικοποιημένα video οδών σε Google Earth

*Πηγή: Google Earth*

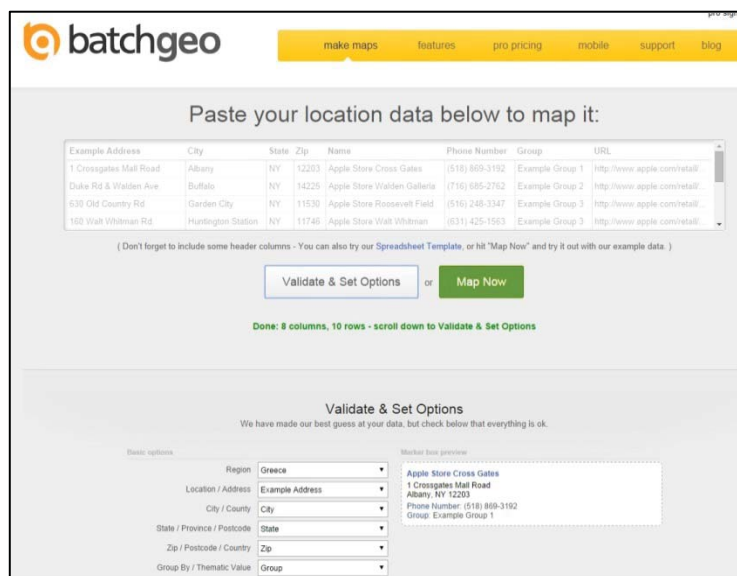
### ***Γεωκωδικοποίηση διευθύνσεων σημείων χρήσεων γης***

Απαραίτητη προεργασία για την επεξεργασία και διαχείριση των χρήσεων γης με τη χρήση G.I.S. είναι η γεωκωδικοποίηση όλων των διευθύνσεων. Αφού κατηγοριοποιήθηκαν οι χρήσεις γης όπως αναφέρθηκε παραπάνω εισήχθησαν τα απαραίτητα στοιχεία στην ιστοσελίδα [www.batchgeo.com](http://www.batchgeo.com) ανά κατηγορία. Για την όσο το δυνατόν ακριβέστερη γεωκωδικοποίηση δόθηκε για κάθε σημείο τα εξής στοιχεία:

- Χώρα → Ελλάδα
- Πόλη → Χαλάνδρι

- Ταχυδρομικός κώδικας σημείου
- Διεύθυνση σημείου

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως το εν λόγω site χρησιμοποιεί τους χάρτες της Google και δίνει τη δυνατότητα αποθήκευσης του χάρτη που δημιουργήθηκε σε μορφή .kml. Στην παρακάτω εικόνα (6.3) παρουσιάζεται η αρχική σελίδα του batchgeo.com.



**Εικόνα 6.3:** Παράδειγμα ιστοσελίδας γεωκωδικοποίησης σημείων  
*Πηγή: www.batchgeo.com*

Έπειτα για την εισαγωγή του στο ArcGis χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο «kml to layer», ωστόσο για την επεξεργασία των σημείων ήταν απαραίτητος ο μετασχηματισμός του συστήματος συντεταγμένων των σημείων στο σύστημα του υποβάθρου με τη χρήση του εργαλείου «Project». Το Google Maps χρησιμοποιεί το WGS 84 Web Mercator, ενώ το υπόβαθρο ήταν στο ελληνικό σύστημα συντεταγμένων GGRS 1987.

### 6.3 Ανάλυση δικτύου κίνησης πεζών

Το δίκτυο κίνησης πεζών<sup>11</sup> στο Δήμο Χαλανδρίου ανέρχεται σε 350km περίπου. Αναλυτικά παρουσιάζονται τα κυριότερα στοιχεία μετά την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν, κυρίως με τη μέθοδο της βιντεοσκόπησης.

#### 6.3.1 Πλάτος πεζοδρομίων

Από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν αρχικά κάποια χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά την υποδομή του δικτύου. Όπως έχει προαναφερθεί, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία ως ελάχιστο αποδεκτό πλάτος για πεζοδρόμια ορίζεται το 1.5 μέτρο (ΦΕΚ 285/Δ 2004).

<sup>11</sup> Είναι σαφές πως εξαιρείται η κατηγορία μηδενικού πλάτους.

Στην πόλη του Χαλανδρίου το μέσο πλάτος των πεζοδρομίων είναι 1.14 μέτρα. Το πλάτος αυτό πολλές φορές δεν είναι ανεκτό, καθώς σε συνδυασμό με την πιθανή ύπαρξη εμποδίων, η διέλευση των πεζών δυσχεραίνεται ή καθίσταται ακόμα και αδύνατη. Παράλληλα, μόλις το 55.6% των πεζοδρομίων έχουν πλάτος μεγαλύτερο από 1.5 μέτρο ενώ τα πεζοδρόμια με πλάτος μεγαλύτερο ή ίσο από 2m αποτελούν μόλις το 17.9% του δικτύου, τη στιγμή που στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Βόλου για παράδειγμα, καταλαμβάνουν το 45% του δικτύου και το μέσο πλάτος είναι 1.5m (Μπαρτζώκας 2013). Αξίζει τέλος να αναφερθεί, ότι το ποσοστό του δικτύου κίνησης των πεζών στο οποίο παρατηρείται παντελής έλλειψη πεζοδρομίου, ανέρχεται στο 22.3%, με συνέπεια σε σημαντικό τμήμα του αστικού ιστού οι πεζοί να εξαναγκάζονται να «συνυπάρχουν» στο οδικό δίκτυο με τα οχήματα με προφανή κίνδυνο δημιουργίας κάποιου τροχαίου ατυχήματος.

Στον παρακάτω πίνακα (6.2) παρουσιάζονται τα συνολικά μήκη και το ποσοστό των πεζοδρομίων για κάθε κατηγορία πλάτους.

Πλάτος Πεζοδρομίου (m)	0	έως 1	1.01-1.5	1.51-2	2.01-2.5	2.51 και άνω
Συνολικό Μήκος Πεζοδρομίων (m)	90606.57	36903.70	64997.41	140848.46	22724.64	49844.18
Ποσοστό	22.32%	9.09%	16.01%	34.70%	5.60%	12.28%

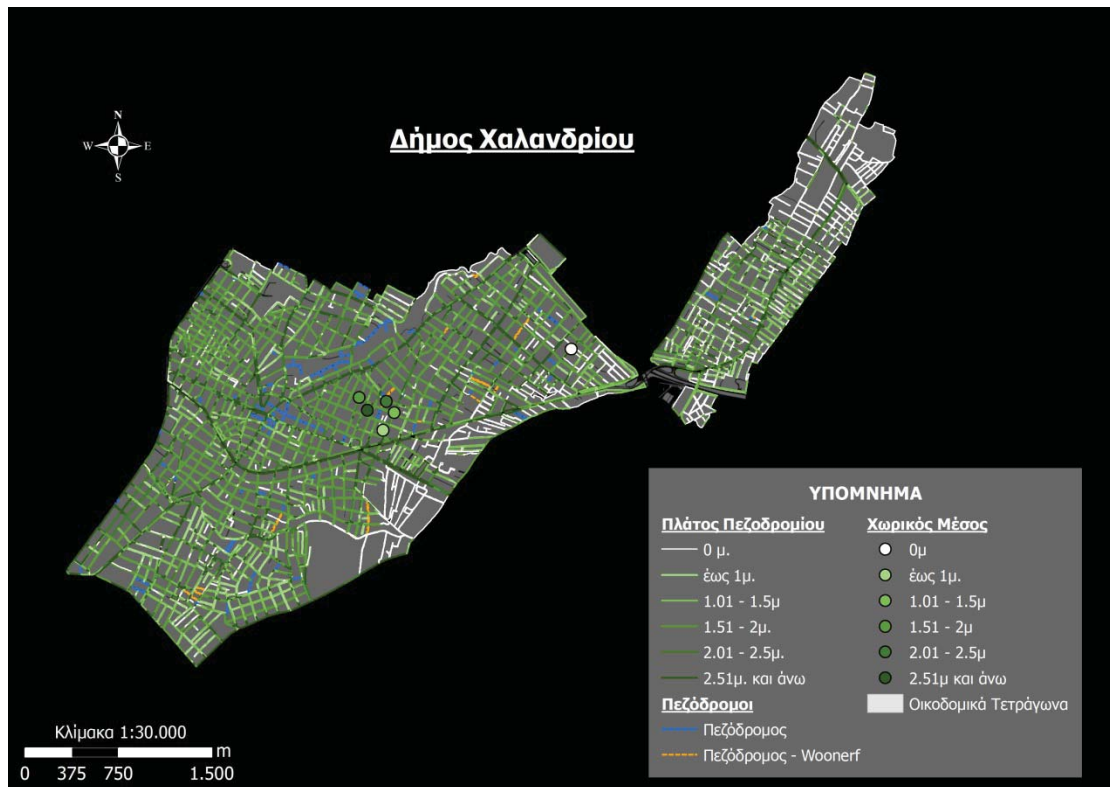
Πίνακας 6.2: Μήκη πεζοδρομίων και ποσοστό επί του συνολικού

Αναλυτικά παρουσιάζεται το ποσοστό των πεζοδρομίων ανάλογα το πλάτος τους και στο παρακάτω διάγραμμα (6.1).



Διάγραμμα 6.1: Ποσοστό πλάτους πεζοδρομίων

Στο πλαίσιο της ανάλυσης της γεωγραφικής κατανομής των διαφορετικών κατηγοριών πλάτους στην πόλη σε περιβάλλον GIS, αρχικά χρησιμοποιήθηκε ο χωρικός μέσος (spatial mean) (Φώτης, 2009). Η χαρτογραφική απόδοση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων εμφανίζεται στον παρακάτω χάρτη 6.1.

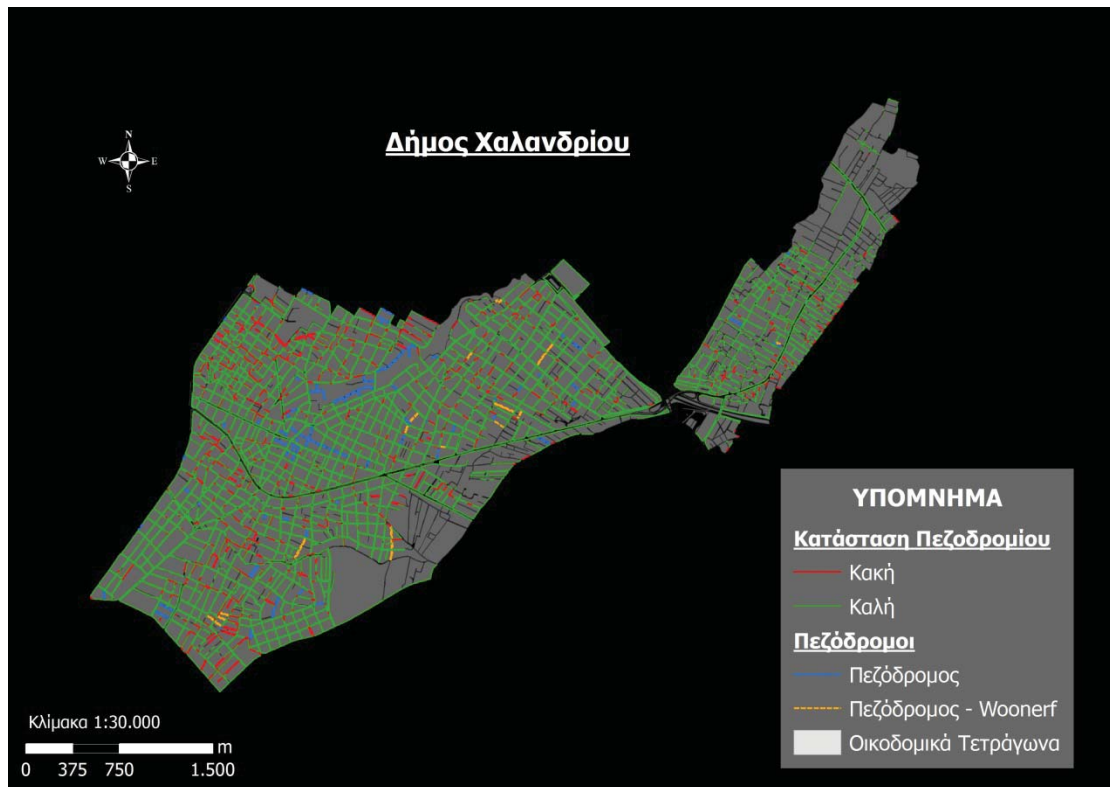


**Χάρτης 6.1:** Πλάτη πεζοδρομίων Δήμου Χαλανδρίου και στοιχεία χωρικού μέσου

Είναι φανερό και από το χάρτη, πως τα πεζοδρόμια στο Χαλάνδρι εμφανίζουν ομοιόμορφη χωρική κατανομή ως προς το πλάτος τους, αν εξαιρεθούν τα πεζοδρόμια μηδενικού πλάτους που φαίνεται πως συγκεντρώνονται στα ανατολικά του δήμου, κοντά στην περιοχή «Πάτημα». Το συγκεκριμένο γεγονός πιθανά συνδυάζεται με, χωρίς όμως να δικαιολογείται από, την πρόσφατη ένταξη - ανάπτυξη καθώς και την αραιή δόμηση της περιοχής.

### 6.3.2 Ποιοτική κατάσταση πεζοδρομίων

Παράλληλα, από την επεξεργασία των στοιχείων όσον αφορά την ποιοτική πληροφορία της κατάστασης των πεζοδρομίων προέκυψε ότι το 87% των πεζοδρομίων είναι σε καλά επίπεδα. Αντίστοιχα μόλις το 13% των πεζοδρομίων βρίσκεται σε κακή κατάσταση παρουσιάζοντας έλλειψη συντήρησης, φθορές, ή ακόμα και έλλειψη πλακόστρωσης. Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης 6.2 με την γενικότερη κατάσταση των πεζοδρομίων.



Χάρτης 6.2: Κατάσταση πεζοδρομίων Δήμου Χαλανδρίου

### 6.3.3 Εμπόδια επί των πεζοδρομίων

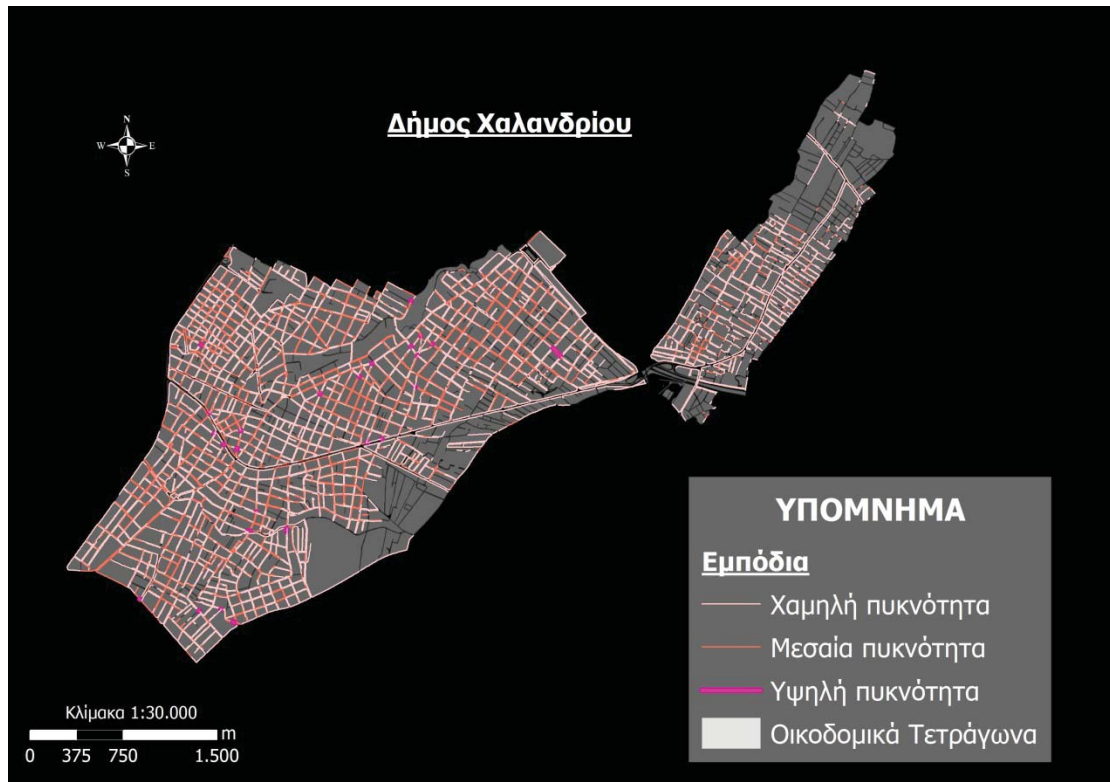
Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που αξίζει να αναφερθεί είναι τα ευρισκόμενα επί των πεζοδρομίων εμπόδια που δυσχεραίνουν τη διέλευση των πεζών. Στην περιοχή του Χαλανδρίου, τα εμπόδια που παρατηρούνται πιο συχνά κατά μήκος του πεζοδρομίου είναι τα δέντρα και ακολουθούν τα «κολωνάκια», που τις περισσότερες φορές, χρησιμοποιούνται για την προστασία του πεζοδρομίου από την επ' αυτού στάθμευση των οχημάτων. Έτσι, καταγράφεται ένα δέντρο κάθε δώδεκα (12) μέτρα κι ένα «κολωνάκι» κάθε τριάντα επτά (37).

Στον πίνακα 6.3 παρουσιάζεται η μέση απόσταση εμφάνισης εμποδίου για κάθε κατηγορία πλάτους και στον χάρτη 6.3 εμφανίζεται η πυκνότητα των εμποδίων στα πεζοδρόμια του Δήμου Χαλανδρίου.

Εμπόδια	Μέσος Όρος	Πλάτος Πεζοδρομίων (m)				
		έως 1	1.01-1.5	1.51-2	2.01-2.5	2.51 και άνω
Δένδρα	12	20	16	10	11	15
Γλάστρες	224	286	323	221	281	139
Κολώνες ΔΕΗ/ΟΤΕ	52	60	58	54	48	40
Κολωνάκια	37	110	43	36	27	27
Αυτοκίνητα	165	249	305	200	205	68
Άλλα	1.065	2.306	1.161	1.601	710	479
Σύνολο	7	12	9	6	6	7

Πίνακας 6.3: Μέση απόσταση εμφάνισης εμποδίου

Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικό να αναφερθεί και να αξιολογηθεί η μέση απόσταση εμφάνισης του αυτοκινήτου ως εμπόδιο κατά μήκος του πεζοδρομίου. Παρατηρείται λοιπόν από τον πίνακα, πως ενώ η μέση απόστασης εμφάνισης του είναι τα 165 μέτρα, στα πεζοδρόμια μεγάλου πλάτους (2.51 και άνω) το εν λόγω εμπόδιο εμφανίζεται ανά 68 μέτρα. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι Έλληνες οδηγοί χρησιμοποιούν τα μεγάλα πλάτους πεζοδρόμια, όχι για τη διευκόλυνση της πεζής μετακίνησής τους αλλά για την εύρεση θέσης πάρκινγκ. Το συμπέρασμα αυτό υποδεικνύει σε κάποιο βαθμό την εξάρτηση που έχουν οι κάτοικοι του Χαλανδρίου με το αυτοκίνητο.



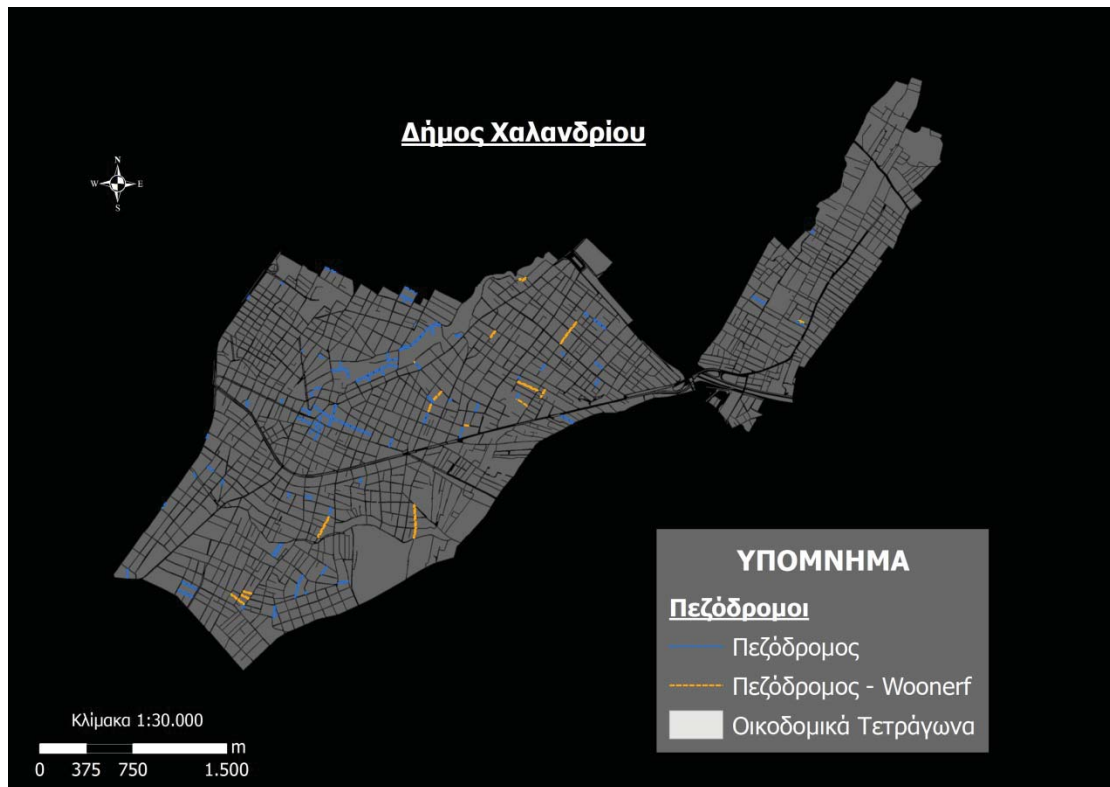
**Χάρτης 6.3:** Πυκνότητα εμποδίων Δήμου Χαλανδρίου

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ελάχιστο ποσοστό του δικτύου των πεζοδρομίων παρουσιάζει υψηλή πυκνότητα εμποδίων, συγκεκριμένα κάτω από 1%. Το 31.4% παρουσιάζει μεσαία πυκνότητα εμποδίων και το υπόλοιπο 68.5% χαμηλή πυκνότητα εμποδίων.

### 6.3.4 Πεζόδρομοι

Το βασικό ζητούμενο όσον αφορά τους πεζόδρομους είναι να μπορεί ο πεζός να κινείται άνετα και ευχάριστα στο σύνολο της αστικής επιφάνειας. Στο Δήμο Χαλανδρίου υπάρχουν 8 km πεζοδρόμων, εκ των οποίων τα 6.3 km αφορούν την αποκλειστική χρήση για τους πεζούς, ενώ στα υπόλοιπα 1.7 km επιτρέπεται η ήπια διέλευση τροχοφόρων οχημάτων, έχοντας προτεραιότητα οι πεζοί. Στον παρακάτω χάρτη 6.4 παρουσιάζονται οι πεζόδρομοι του Δήμου Χαλανδρίου.





**Χάρτης 6.4:** Πεζόδρομοι Δήμου Χαλανδρίου

Είναι σαφές πως το μεγαλύτερο μήκος των πεζόδρομων παρατηρείται κυρίως στο εμπορικό κέντρο του Χαλανδρίου και στην περιοχή κοντά στο ρέμα Χαλανδρίου.

### 6.3.5 Διαβάσεις Πεζών

Οι διαβάσεις αποτελούν πολύ σημαντικό παράγοντα σε ένα δίκτυο πεζοδρομίων τόσο για την ασφάλεια που προσφέρουν στους πεζούς κατά τη διάρκεια διάχισης των δρόμων, αλλά και για την επαρκή σύνδεση των πεζών διαδρομών. Στο Δήμο Χαλανδρίου παρατηρήθηκε μικρός αριθμός διαβάσεων, γεγονός που δυσχεραίνει την πεζή μετακίνηση.

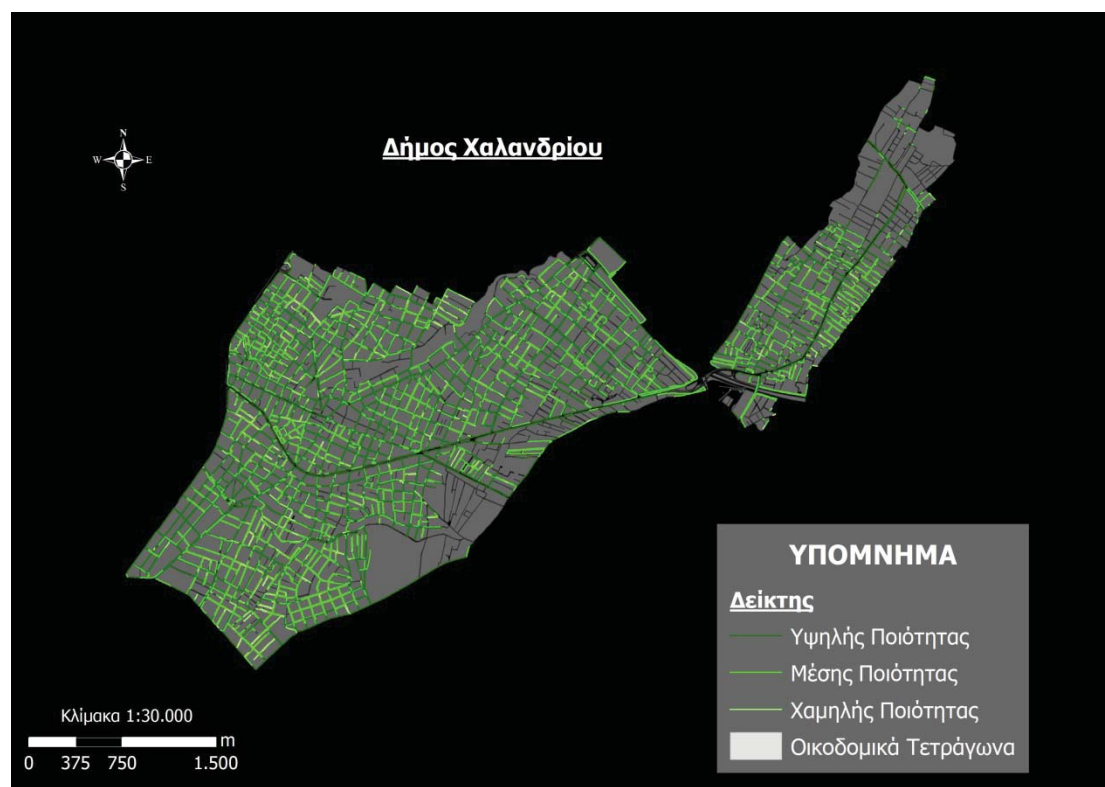
Συγκεκριμένα παρουσιάζονται 92 απλές διαβάσεις, 120 διαβάσεις με φωτεινό σηματοδότη κυρίως στις διασταυρώσεις του οδικού δικτύου που ελέγχονται με φωτεινούς σηματοδότες και μόλις 1 πεζογέφυρα στο σταθμό «Χαλάνδρι» του μετρό. Επομένως είναι εύκολο να συμπεράνει κανείς, πως δεν υπάρχει επαρκής σχεδιασμός για την ασφάλεια των κατοίκων κατά την πεζή μετακίνηση καθώς υπάρχουν μόνο 213 διαβάσεις, που οι περισσότερες εξ' αυτών παρατηρούνται στις κύριες οδικές αρτηρίες. Η έλλειψη διαβάσεων γίνεται αντιληπτή σε μεγαλύτερο βαθμό αν σκεφτεί κανείς πως ο Δήμος Χαλανδρίου αποτελείται από 1346 οικοδομικά τετράγωνα στα οποία όπως αναφέρθηκε δεν υπάρχει η απαραίτητη υποδομή σύνδεσης των πεζοδρομίων τους.

### 6.3.6 Αξιολόγηση υποδομής δικτύου κίνησης πεζών

Στο πλαίσιο της συνολικής αξιολόγησης της υποδομής του δικτύου κίνησης πεζών στην περιοχή μελέτης βάση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, δηλαδή το πλάτος, την κατάσταση και τα εμπόδια των πεζοδρομίων δημιουργήθηκε και υπολογίστηκε για κάθε τμήμα του δικτύου ένας δείκτης αξιολόγησης.

Ο δείκτης λαμβάνει τιμές από 0 έως 9, με επιμέρους κατηγοριοποίηση 0, [1-3], [4-6], [7-9] και προέκυψε από την άθροιση επιμέρους βαθμών που αποδόθηκαν ως ακολούθως. Όσον αφορά στα πλάτη δόθηκαν οι τιμές 0, 1, 3 ως εξής: 0 για τα πεζοδρόμια με πλάτος μικρότερο από ενάμιση μέτρο, 1 για τα πεζοδρόμια από ενάμιση έως δύο μέτρα και 3 για τα πεζοδρόμια πλάτους άνω των δύο μέτρων. Αντίστοιχα, δόθηκε η τιμή 0 για τα πεζοδρόμια που βρίσκονται σε κακή κατάσταση και η τιμή 3 για τα πεζοδρόμια καλής κατάστασης. Τέλος, δόθηκαν τιμές 0, 1, 3 στα πεζοδρόμια με υψηλή, μεσαία, χαμηλή πυκνότητα εμποδίων αντίστοιχα.

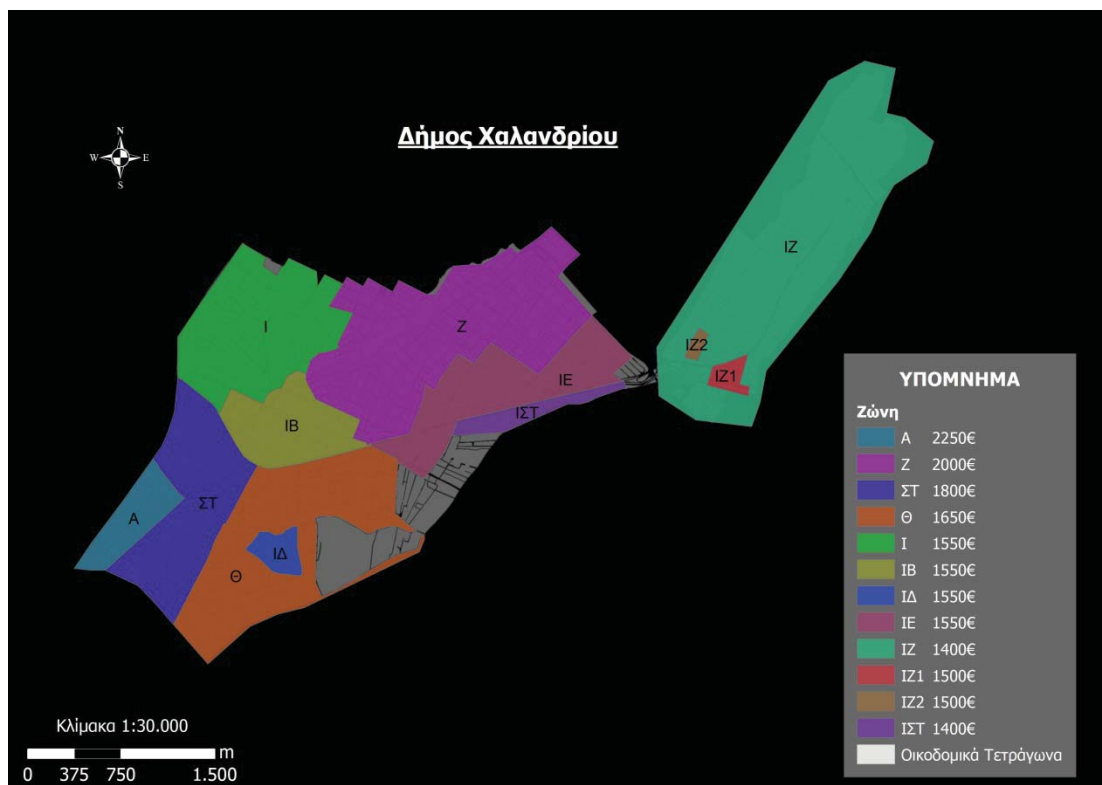
Επομένως δημιουργήθηκε μια κλίμακα αξιολόγησης των πεζοδρομίων βάση των χαρακτηριστικών τους που έχουν άμεση επίδραση στη χρησιμοποίησή τους από τους πεζούς. Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως κανένα πεζοδρόμιο δε λαμβάνει μηδενική βαθμολογία. Στο παρακάτω χάρτη 6.5 εμφανίζονται τα πεζοδρόμια σύμφωνα με τη βαθμολογία τους σε χαμηλής, μέσης και υψηλής ποιότητας πεζοδρόμια.



Χάρτης 6.5: Δείκτης ποιότητας υποδομής πεζοδρομίων

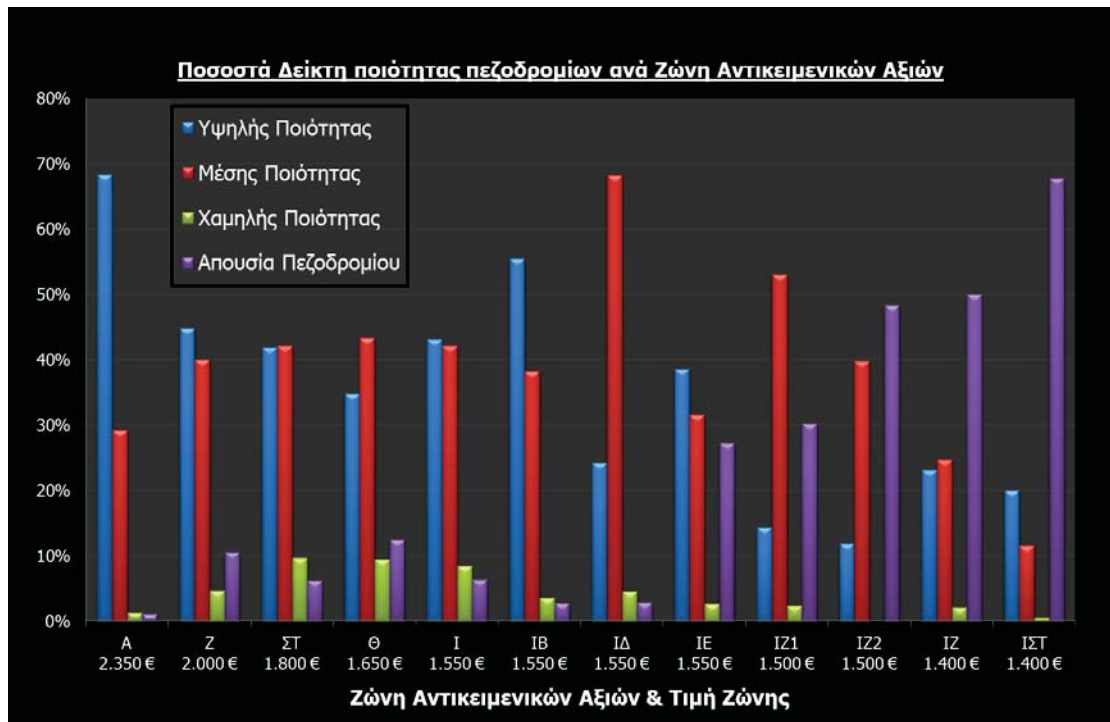
### 6.3.7 Ζώνες αντικειμενικών αξιών

Στο πλαίσιο της περαιτέρω διερεύνησης και συσχέτισης των αποτελεσμάτων στις υποπεριοχές της πόλης που δημιουργούνται βάσει των ζωνών αντικειμενικών αξιών, όπως αυτές έχουν δημοσιευθεί από το Υπουργείο Οικονομικών (2007), κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθεί το αντίστοιχο υπόβαθρο σε περιβάλλον GIS και να πραγματοποιηθεί συγκριτική γεωγραφική ανάλυση μεταξύ των υποπεριοχών. Στον παρακάτω χάρτη 6.6 παρουσιάζονται οι ζώνες αντικειμενικών αξιών του Δήμου Χαλανδρίου.



Χάρτης 6.6: Ζώνες αντικειμενικών αξιών Δ. Χαλανδρίου

Στην ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο δίκτυο των πεζών βάση των παραπάνω ζωνών, προέκυψε πως στη ζώνη A με τη μεγαλύτερη αντικειμενική αξία στο Χαλάνδρι, το 1.3% του δικτύου αποτελείται από χαμηλής ποιότητας πεζοδρόμια ενώ μόλις για το 1.1% του δικτύου καταγράφεται απουσία πεζοδρομίων. Αντίστοιχα στην ζώνη IB που ανήκει και η κύρια εμπορική ζώνη του Χαλανδρίου, το 2.8% του δικτύου δεν έχει πεζοδρόμια και το 3.6% έχει χαμηλής ποιότητας πεζοδρόμια από άποψη υποδομής. Αντίθετα, στις ζώνες με τις χαμηλότερες αντικειμενικές αξίες, όπως οι ΙΖ (Πάτημα Χαλανδρίου) και ΙΣΤ είναι εμφανής η απουσία των πεζοδρομίων, καθώς η εν λόγω κατηγορία καταγράφει ποσοστά 50.1% και 67.8% αντίστοιχα. Αναλυτικά παρουσιάζεται η εν λόγω συσχέτιση στο παρακάτω διάγραμμα 6.2.



**Διάγραμμα 6.2:** Ποσοστά Κατηγορίας Πεζοδρομίου ανά Ζώνη Αντικειμενικών Αξιών

Καθίσταται επομένως σαφές πως οι ζώνες με υψηλή αντικειμενική αξία έχουν και ποιοτικότερο δίκτυο πεζοδρομίων, ενώ περιοχές με σημαντικές ελλείψεις στις αντίστοιχες υποδομές είναι χαμηλότερης αντικειμενικής αξίας.

## 6.4 Εφαρμογή Δείκτη Περπατησιμότητας

Η εφαρμογή του δείκτη περπατησιμότητας σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (5.3) αποτελεί σημαντικό κομμάτι της εργασίας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού ArcGISv10.1. Για την εφαρμογή του δείκτη απαιτήθηκε η παραγωγή και η διαχείριση εικόνων τύπου raster. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας δημιουργούνται τρεις τελικοί χάρτες που απεικονίζουν τις τιμές του δείκτη σε όλη την περιοχή μελέτης και διαφοροποιούνται ως προς τα βάρη των παραμέτρων που υπεισέρχονται στο δείκτη.

### 6.4.1 Εφαρμογή πρώτης φάσης υπολογισμού του δείκτη

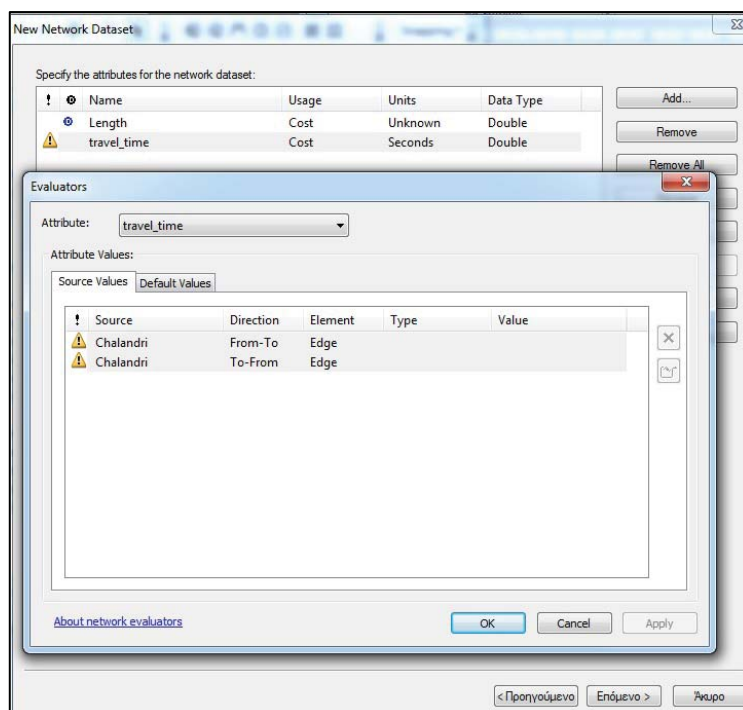
Η πρώτη φάση περιλαμβάνει τη δημιουργία των εικόνων τύπου raster για κάθε μία από τις παραμέτρους. Αποτελεί το σημαντικότερο κομμάτι για την παραγωγή του τελικού χάρτη.

#### *Εφαρμογή 1<sup>ης</sup> παραμέτρου – Συνδεσιμότητα του δικτύου των πεζοδρομίων*

Βασικό κομμάτι για την ανάλυση του δικτύου των πεζοδρομίων ήταν η δημιουργία του δικτύου στο ArcGIS. Η δημιουργία, η διαχείριση, η επεξεργασία και η ανάλυση ενός δικτύου επιτυγχάνεται μέσω της εργαλειοθήκης «Network Dataset», η οποία είναι κατάλληλη για να μοντελοποιήσει τα δίκτυα μεταφοράς μιας περιοχής.

Δημιουργείται από τα χαρακτηριστικά στοιχεία του δικτύου που μπορεί να περιλαμβάνουν γραμμές και σημεία, τις στροφές όπου επιτρέπονται, και τη συνδεσιμότητα των χαρακτηριστικών αυτών. Με τη χρήση του εργαλείου «Network Analyst» πραγματοποιείται ανάλυση στο σύνολο των δεδομένων του δικτύου.

Επομένως, για τη δημιουργία του δικτύου των πεζοδρομίων για το Δήμο Χαλανδρίου χρησιμοποιήθηκε κατάλληλα διαμορφωμένο αρχείο (shapefile) με τις γραμμές (lines) των πεζοδρομίων χωρίς τα στοιχεία του μηδενικού πλάτους, οι πεζόδρομοι, καθώς και οι διαβάσεις ως συνδετικά τόξα των πεζοδρομίων. Η δημιουργία γίνεται μέσω του λογισμικού Arc Catalog καθορίζοντας το αρχείο του δικτύου. Η συνδεσιμότητα προέκυψε αυτόματα βάση των διασταυρώσεων των πεζοδρομίων μεταξύ τους αλλά και με τους πεζόδρομους ή τις διαβάσεις. Έπειτα το λογισμικό ζητά τον προσδιορισμό των σημείων που επιτρέπονται οι στροφές, αλλά στο δίκτυο πεζών δεν έχουμε τέτοιο περιορισμό. Επόμενο ζητούμενο ήταν οι παράμετροι που καθορίζουν το δίκτυο αλλά και την κίνηση των πεζών πάνω σε αυτό. Οι παράμετροι που τέθηκαν ήταν το μήκος κάθε τόξου καθώς και ο χρόνος ταξιδιού που αντιστοιχεί σε κάθε πεζοδρόμιο σε δευτερόλεπτα. Ο χρόνος για κάθε τόξο προέκυψε διαιρώντας τις τιμές του μήκους με τη μέση ταχύτητα των πεζών για κάθε τμήμα του δικτύου. Ως μέση ταχύτητα ορίστηκε το 1.32m/sec, τιμή που προέκυψε μετά από έρευνα στη διδακτορική διατριβή του Γαλάνη (2011) και αντικατοπτρίζει τη μέση ταχύτητα για την ηλικιακή ομάδα 0-50 ετών. Στην παρακάτω εικόνα (6.4) που ακολουθεί φαίνονται οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στο network dataset.



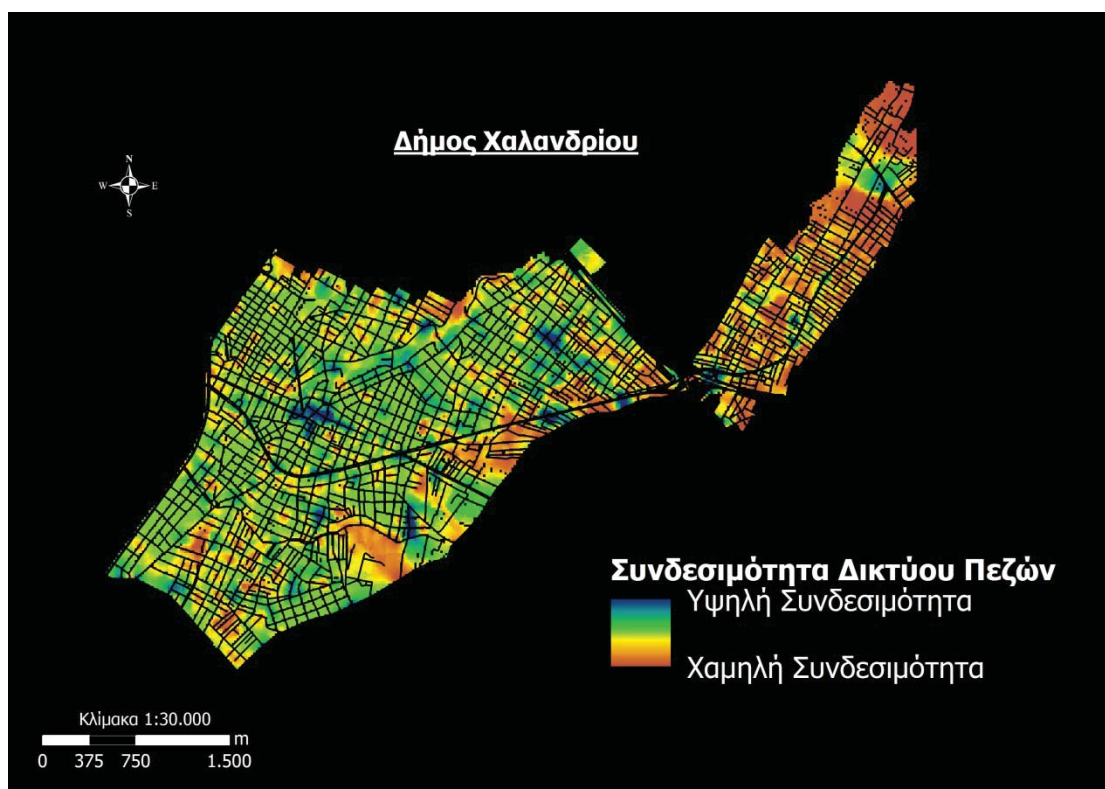
**Εικόνα 6.4:** Παράμετροι καθορισμού δικτύου κίνησης πεζών  
Πηγή: Arc Catalog

Με τη χρήση του εργαλείου, δημιουργείται αυτόματα ένα σημειακό αρχείο με τους κόμβους σύνδεσης του δικτύου. Όπως αναφέρθηκε και στη μεθοδολογία για το δείκτη

της συνδεσιμότητας χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των συνδέσεων που εισέρχονται σε κάθε κόμβο. Γι' αυτό το λόγο με τη χρήση του εργαλείου «spatial join» μεταξύ των κόμβων και των συνδέσεων του δικτύου, δημιουργήθηκε ένα νέο σημειακό αρχείο, που περιλάμβανε την πληροφορία που χρειάζεται ο δείκτης. Δηλαδή το πλήθος των συνδέσεων που εισέρχονται στον κάθε κόμβο.

Έπειτα με τη χρήση του εργαλείου «Inverse Distance Weighted – I.D.W.» προέκυψε μια συνεχής επιφάνεια raster που αντιπροσωπεύει τη συνδεσιμότητα του δικτύου των πεζοδρομίων. Το εργαλείο I.D.W. είναι επί της ουσίας ένας αλγόριθμος παρεμβολής που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία επιφανειών τύπου raster και βασίζεται στη λογική πως κάθε άγνωστο σημείο επηρεάζεται περισσότερο από τα κοντινά γνωστά σημεία και λιγότερο από τα πιο μακρινά.

Τέλος, επειδή οι τιμές της εικόνας ήταν μεταξύ 1 και 4 κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 0-100 με τη χρήση του εργαλείου Raster Calculator. Παρακάτω παρουσιάζεται ο χάρτης 6.7 με το δείκτη συνδεσιμότητας του Δήμου Χαλανδρίου.

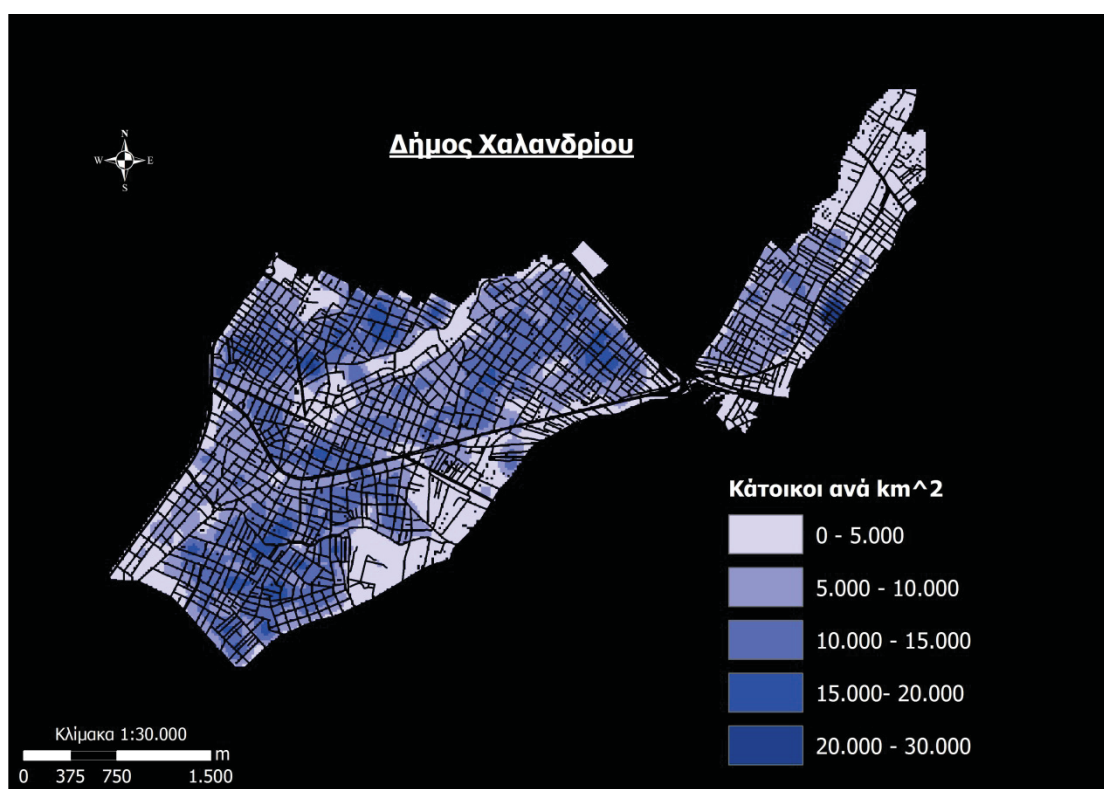


**Χάρτης 6.7:** Συνδεσιμότητα δικτύου κίνησης πεζών Δ. Χαλανδρίου

Είναι φανερό πως υψηλή συνδεσιμότητα παρουσιάζεται κυρίως στο κέντρο του Χαλανδρίου ενώ στους οικισμούς γύρω από το κέντρο παρατηρείται μέση συνδεσιμότητα. Επίσης στην περιοχή «Πάτημα» στα ανατολικά του δήμου, η συνδεσιμότητα είναι χαμηλή αφού πρόκειται για περιοχή πρόσφατα ενταγμένη στο σχέδιο πόλης.

### **Εφαρμογή 2<sup>ης</sup> παραμέτρου – Οικιστική Πυκνότητα**

Για την δεύτερη παράμετρο του δείκτη χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο «Kernel Density». Το εργαλείο αυτό υπολογίζει την πυκνότητα των χαρακτηριστικών σε μια γειτονιά γύρω από αυτά. Αρχικά, μετατράπηκε το αρχείο με τα πολύγωνα των Οικοδομικών Τετραγώνων του Δήμου Χαλανδρίου σε σημειακό με τη χρήση του εργαλείου «Feature to Point». Έπειτα επιλέχθηκε με τη χρήση του kernel density και με βάση τον πληθυσμό ανά οικοδομικό τετράγωνο δημιουργήθηκε η συνεχής επιφάνεια raster που αποτυπώνει την οικιστική πυκνότητα της περιοχής. Όπως και προηγουμένως με τη χρήση του Raster Calculator κανονικοποιήθηκαν οι τιμές στην κλίμακα 0 έως 100. Στο χάρτη 6.8 παρουσιάζεται η οικιστική πυκνότητα του Δήμου Χαλανδρίου.



**Χάρτης 6.8:** Οικιστική πυκνότητα Δ. Χαλανδρίου

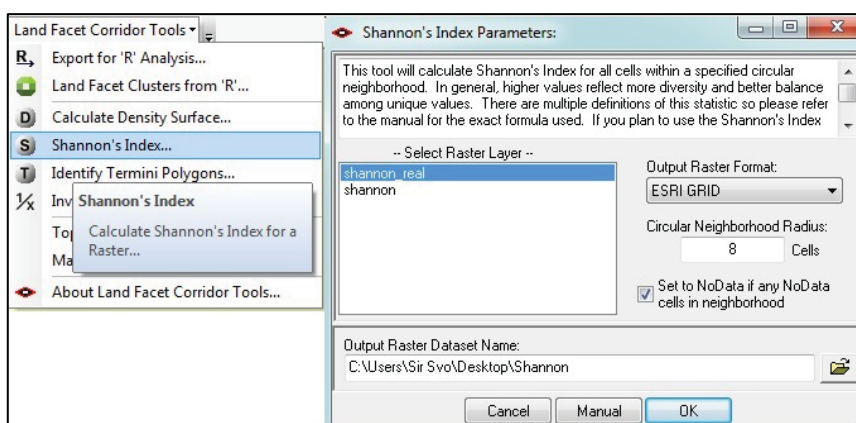
Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως στο κέντρο του Χαλανδρίου παρατηρείται πολύ μικρή οικιστική πυκνότητα και πως ο κύριος όγκος του πληθυσμού συγκεντρώνεται στους οικισμούς του δήμου.

### **Εφαρμογή 3<sup>ης</sup> παραμέτρου – Μίξη Χρήσεων Γης**

Η τρίτη παράμετρος του δείκτη περπατησιμότητας είναι η ποικιλία των χρήσεων γης στην περιοχή. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο ο υπολογισμός του δείκτη γίνεται με το μαθηματικό τύπο Shannon's Index. Στο ArcGIS πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο «Shannon's Index» που προσφέρει το πρόσθετο

(extension) εργαλείο Land Face Tool<sup>12</sup>. Το εργαλείο αυτό υπολογίζει σε μια ακτίνα που ορίζεται από το χρήστη, τη μίξη των χρήσεων γης για κάθε pixel της εικόνας raster. Επομένως είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός raster αρχείου με τα σημεία των χρήσεων γης.

Αρχικά με την εντολή «Merge» συνενώθηκαν τα σημειακά αρχεία των χρήσεων γης που είχαν δημιουργηθεί προηγουμένως για κάθε κατηγορία ξεχωριστά, εξαιρώντας τις στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς. Επίσης στο εν λόγω σημειακό αρχείο προστέθηκε και η χρήση της κατοικίας. Το πολυγωνικό αρχείο των οικοδομικών τετραγώνων μετατράπηκε σε σημειακό με το εργαλείο «Feature to Point» λαμβάνοντας υπ' όψιν το κεντροειδές όσων παρουσίαζαν πληθυσμό μεγαλύτερο από 1 κάτοικο, επιλέγοντας τα με την εντολή «select by attributes» στον πίνακα των χαρακτηριστικών των οικοδομικών τετραγώνων. Ακολούθως υπολογίστηκε η ακτίνα ελέγχου για τις χρήσεις γης. Ως ακτίνα ορίστηκε η μέση απόσταση δύο οικοδομικών τετραγώνων. Για τον υπολογισμό του μέσου μήκους ενός Ο.Τ. στο δήμο Χαλανδρίου χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο «Average Nearest Neighbor», με το αποτέλεσμα να είναι το N.N. Observed=75.919857 m. Επομένως η ακτίνα ορίστηκε ως τα 152 m λαμβάνοντας υπ' όψιν το μέγεθος ενός pixel (cell size). Στην εικόνα 6.5 φαίνεται το εργαλείο Shannon's Index.

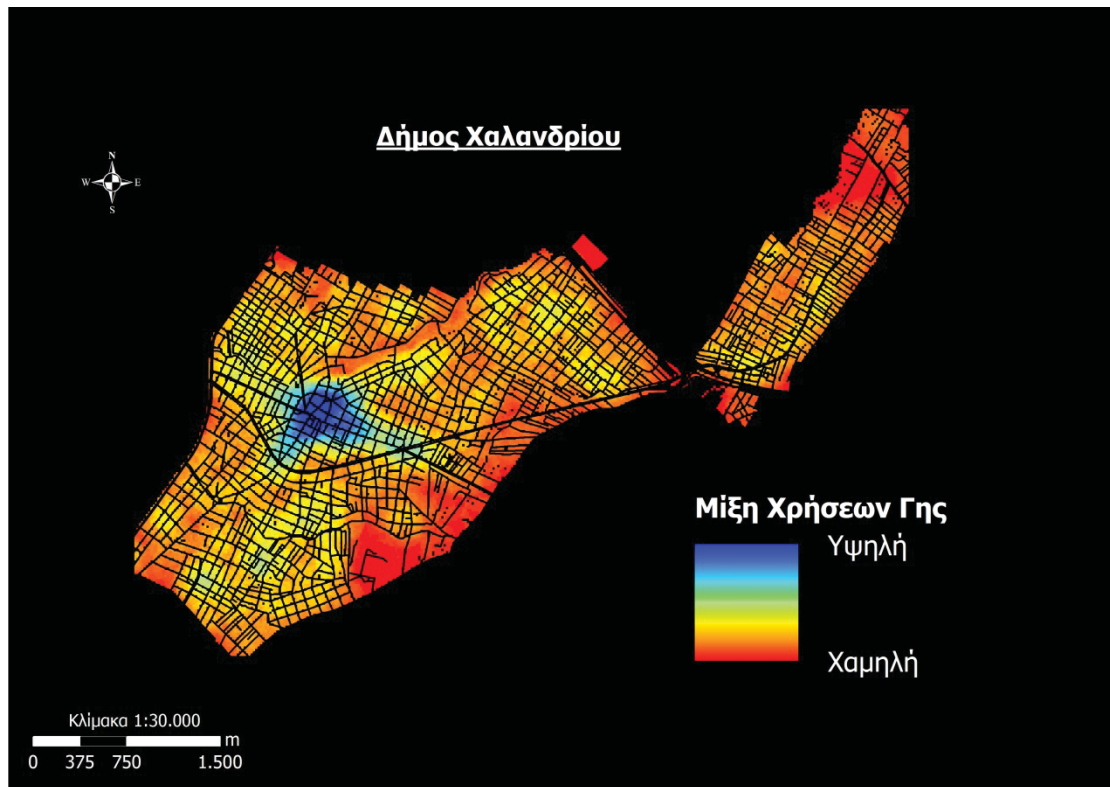


**Εικόνα 6.5:** Εργαλείο Shannon's Index- Land Facet Corridor Tools  
*Πηγή: Arcgis*

Οι τιμές που προέκυψαν κυμαινόταν από 0 έως 1.35, άρα πάλι κανονικοποιήθηκαν στη κλίμακα 0-100. Ωστόσο η μέγιστη τιμή που θα μπορούσε να λάβει είναι 2.89, άρα δε παρατηρείται πολύ μεγάλη μίξη των χρήσεων γης σε κανένα σημείο της περιοχής. Στο χάρτη 6.9 παρουσιάζεται η μίξη των χρήσεων γης.

<sup>12</sup> [http://www.jennessent.com/arcgis/land\\_facets.htm](http://www.jennessent.com/arcgis/land_facets.htm)



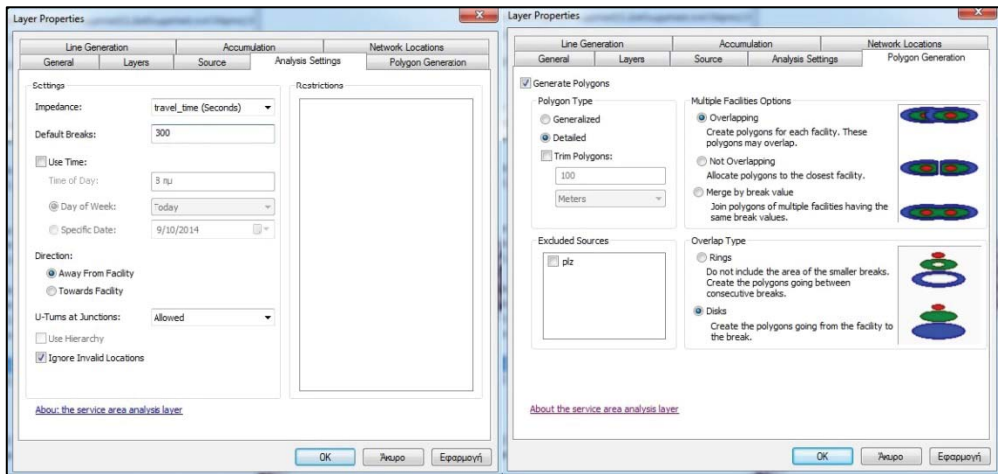


**Χάρτης 6.9:** Μίξη χρήσεων γης Δ. Χαλανδρίου

Επομένως γίνεται κατανοητό από το χάρτη πως το κέντρο του Χαλανδρίου παρουσιάζει υψηλή μίξη χρήσεων γης σε σχέση με τους υπόλοιπους οικισμούς της περιοχής όπου η μίξη των χρήσεων γης τείνει να είναι χαμηλή.

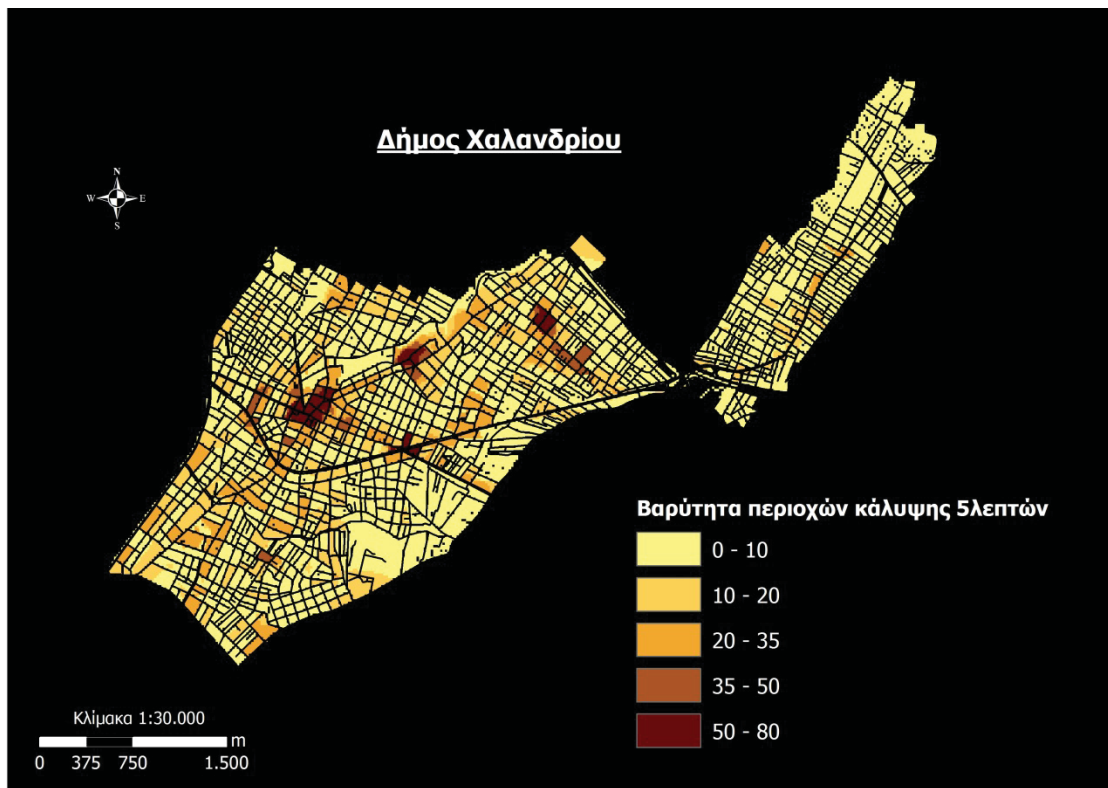
#### ***Εφαρμογή 4<sup>ης</sup> παραμέτρου – Εγγύτητα χρήσεων γης***

Η τέταρτη αλλά πολύ σημαντική παράμετρος αφορά την εγγύτητα των χρήσεων γης του Χαλανδρίου. Για την παράμετρο αυτή υπολογίστηκε η περιοχή εξυπηρέτησης – «Service Area» γύρω από κάθε σημείο ανά χρήση γης, βάσει του υφιστάμενου δικτύου των πεζοδρομίων που δημιουργήθηκε προηγουμένως με τη χρήση της εργαλειοθήκης «Network Analyst». Μετά την εισαγωγή κάθε δραστηριότητας στο δίκτυο, επιλέχθηκαν οι παράμετροι ανάλυσης των περιοχών εξυπηρέτησης και συγκεκριμένα η μέγιστη διαδρομή με τα πόδια 5 λεπτών, άρα 300 δευτερολέπτων. Στην επόμενη εικόνα (6.6) φαίνονται οι παράμετροι ανάλυσης που επιλέχθηκαν.



**Εικόνα 6.6:** Ιδιότητες εργαλείου Service Area του Arcgis  
*Πηγή: ArcGIS*

Συνοψίζοντας, για κάθε δραστηριότητα δημιουργήθηκαν τα πολύγωνα των περιοχών εξυπηρέτησης. Συνολικά δημιουργήθηκαν 18 πολύγωνα, που εν συνεχεία μετατράπηκαν σε raster με το εργαλείο «Polygon to raster». Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως τα πολύγωνα που δημιουργήθηκαν είχαν τη τιμή 1 για την περιοχή κάλυψης κάθε χρήσης γης και την τιμή 0 για την υπόλοιπη περιοχή. Αφού προστέθηκαν όλα τα raster αρχεία με τη χρήση του Raster Calculator, κανονικοποιήθηκε ο δείκτης στην κλίμακα 0-100. Στο χάρτη 6.10 παρουσιάζεται η εγγύτητα των χρήσεων γης.



**Χάρτης 6.10:** Εγγύτητα χρήσεων γης Δ. Χαλανδρίου

Με βάση τον παραπάνω χάρτη υψηλότερη εγγύτητα χρήσεων γης παρατηρείται στο κέντρο του Χαλανδρίου καθώς και στην περιοχή κοντά στη στάση του μετρό «Χαλάνδρι», ενώ οι υπόλοιπες περιοχές παρουσιάζουν αισθητά χαμηλή εγγύτητα χρήσεων γης. Το γεγονός αυτό πιθανότατα οφείλεται και στην ύπαρξη μικρού αριθμού διαβάσεων σε σχέση με τα οικοδομικά τετράγωνα του Χαλανδρίου, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Ως αποτέλεσμα είναι η κάλυψη μικρότερων περιοχών ανά χρήση γης, λόγω της ελλιπούς συνδεσιμότητας.

#### 6.4.2 Εφαρμογή δεύτερης φάσης υπολογισμού του δείκτη

Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την πρόσθεση όλων των παραμέτρων αφού πρώτα πολλαπλασιαστούν με τα αντίστοιχα βάρη, δημιουργώντας ως αποτέλεσμα το χάρτη με το δείκτη περπατησιμότητας της περιοχής. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία ο δείκτης περπατησιμότητας κατανέμεται σε πέντε επιμέρους βαθμολογίες όπως φαίνεται στον πίνακα 6.4

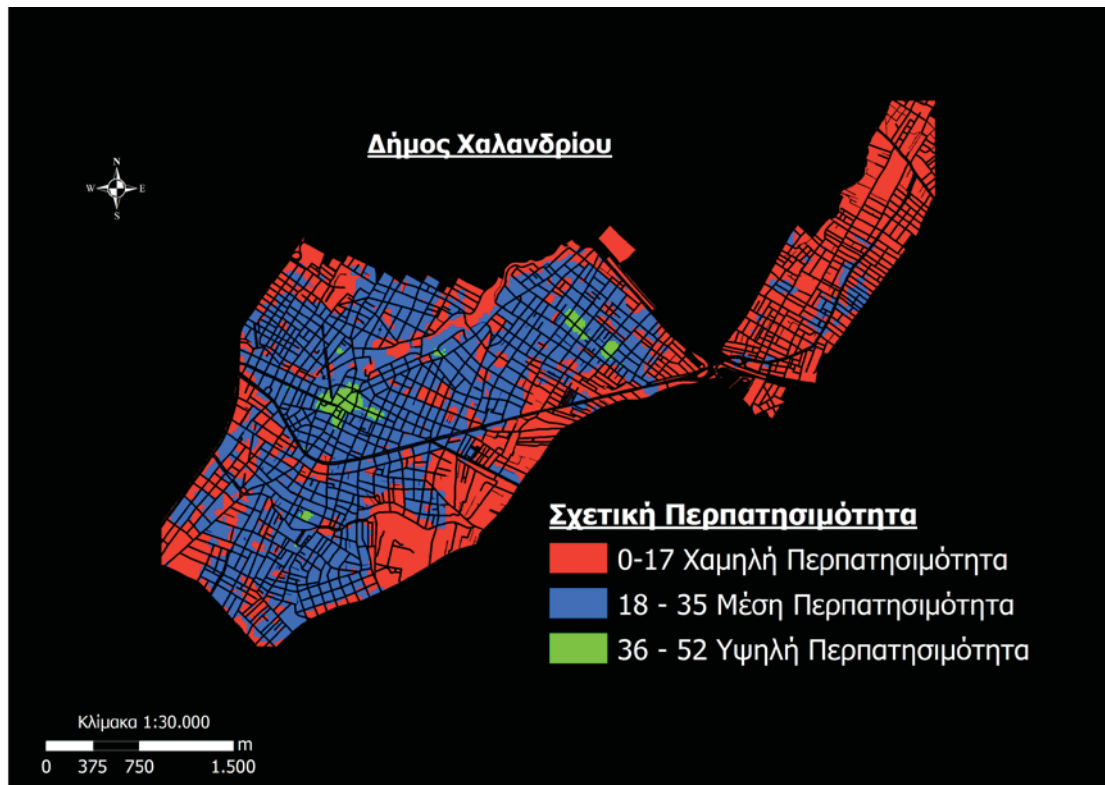
Πολύ υψηλή περπατησιμότητα	90-100
Υψηλή Περπατησιμότητα	70-89
Μέτρια Περπατησιμότητα	50-69
Υψηλή εξάρτηση από το αυτοκίνητο	25-49
Πλήρης εξάρτηση από το αυτοκίνητο	0-24

**Πίνακας 6.4:** Βαθμολογία περπατησιμότητας διεθνούς βιβλιογραφίας  
*Πηγή: www.walkscore.com*

#### *Ισοβαρείς Παράμετροι*

Στη διεθνής βιβλιογραφία οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται έχουν το ίδιο βάρος για τον τελικό υπολογισμό του δείκτη περπατησιμότητας. Επομένως σε αυτή την περίπτωση κατανεμήθηκαν ισοβαρώς και σε κάθε παράμετρο δόθηκε από 25%. Με την πρόσθεση όλων των παραμέτρων με τη χρήση του εργαλείου Raster Calculator προέκυψε ο αρχικός δείκτης περπατησιμότητας της περιοχής.

Ο μέσος όρος της βαθμολογίας για την περιοχή προέκυψε 18 μονάδες, ενώ η μέγιστη τιμή ανέρχεται στις 52 μονάδες στο κέντρο του Χαλανδρίου. Λόγω λοιπόν της χαμηλής βαθμολογίας του δείκτη, αποφασίσθηκε η παρουσίαση της σχετικής περπατησιμότητας της περιοχής σε τρεις επιμέρους κατηγορίες, δηλαδή χαμηλής, μέσης και υψηλής σχετικής περπατησιμότητας στο χάρτη 6.11.



**Χάρτης 6.11:** Σχετική περπατησιμότητα Δήμου Χαλανδρίου – Ισοβαρείς παράμετροι

Είναι εμφανές πως υψηλή σχετική περπατησιμότητα παρουσιάζεται στο κέντρο του Χαλανδρίου και όσο μεγαλύτερη είναι η απομάκρυνση από το κέντρο τόσο μειώνεται και η βαθμολογία του δείκτη.

#### ***Ανισοβαρείς Παράμετροι***

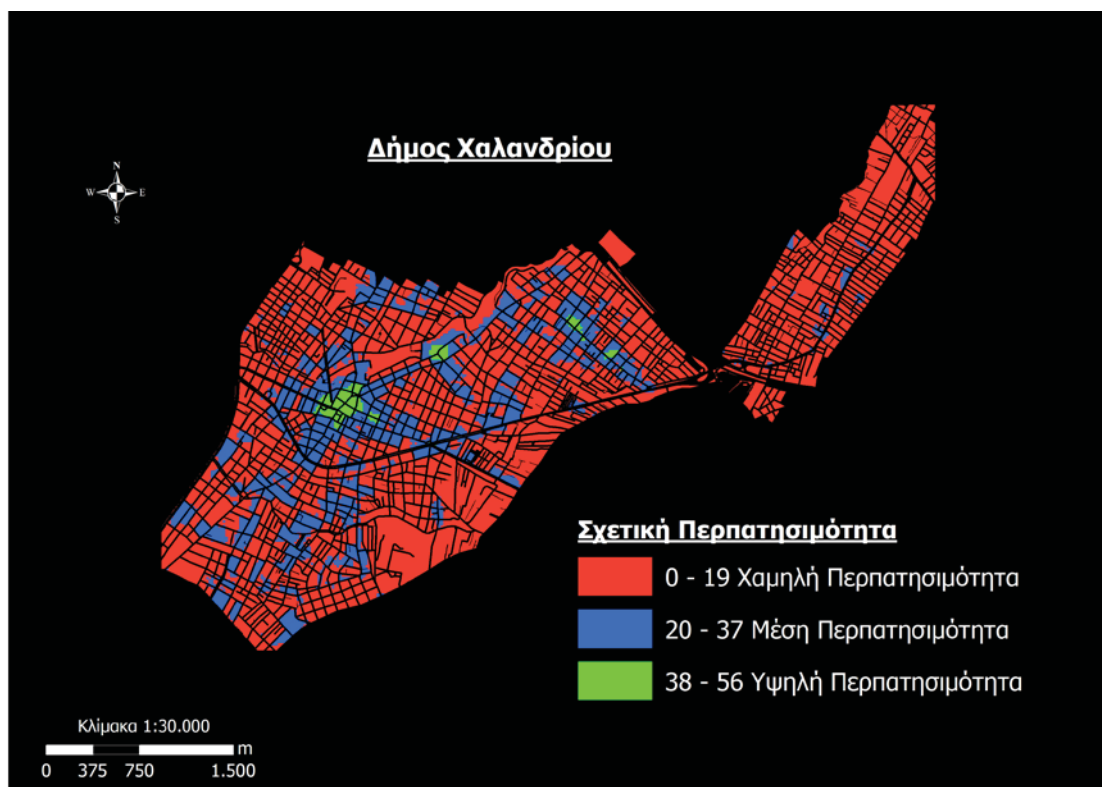
Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν δύο μεθοδολογίες. Πρώτον σύμφωνα με τα βάρη που προέκυψαν στην εργασία για το Βόλο (Μπαρτζώκας 2013), βάσει ερωτηματολογίων μετά από διαδικτυακή έρευνα και δεύτερον με χρήση της διαδικασίας αναλυτικής ιεράρχησης ΑHP.

Τα βάρη που προέκυψαν στην πρώτη περίπτωση έχουν ως εξής:

- Η συνδεσιμότητα δικτύου έλαβε 21.4%.
- Η οικιστική πυκνότητα έλαβε 12.3%.
- Η μίξη των χρήσεων γης έλαβε 25.9%.
- Η εγγύτητα των χρήσεων γης έλαβε 40.4%.

Είναι σαφές πως το μεγαλύτερο βάρος αποδόθηκε στην εγγύτητα των χρήσεων γης, έπειτα στη μίξη, ακολούθως στη συνδεσιμότητα του δικτύου των πεζών και τέλος στην οικιστική πυκνότητα δόθηκε η μικρότερη βαρύτητα.

Ο μέσος όρος της βαθμολογίας του δείκτη για την περιοχή προέκυψε 14 μονάδες, ενώ η μέγιστη τιμή ανέρχεται στις 56 μονάδες στο κέντρο του Χαλανδρίου. Όπως και προηγουμένως η βαθμολογία είναι χαμηλή, επομένως παρουσιάζεται η σχετική βαθμολογία του Δ. Χαλανδρίου στο χάρτη 6.12.



**Χάρτης 6.12:** Σχετική περπατησιμότητα Δ. Χαλανδρίου – Βάρη περίπτωσης Βόλου

Όπως αναμενόταν υψηλή σχετική περπατησιμότητα παρουσιάζεται στο κέντρο του Χαλανδρίου. Μεγάλο ποσοστό φαίνεται πως καταλαμβάνει η χαμηλή σχετική περπατησιμότητα.

Στην περίπτωση της διαδικασίας αναλυτικής ιεράρχησης AHP αποδόθηκαν τα αντίστοιχα βάρη με τη χρήση του διαδικτυακού εργαλείου BPMSG AHP priority calculator<sup>13</sup>. Αρχικά ζητούνται τα ονόματα και ο αριθμός των παραμέτρων και έπειτα ζητείται από το χρήστη να συγκρίνει κατά ζεύγη τις παραμέτρους ανάλογα το βαθμό σημαντικότητας της πρώτης ως προς τη δεύτερη. Τέλος υπολογίζονται τα βάρη και ο λόγος συνέπειας.

Η επιλογή του βαθμού κλίμακας για τη σύγκριση των παραμέτρων κατά ζεύγη έχει ως εξής:

- Η εγγύτητα των χρήσεων γης υπερτερεί ελαφρώς έναντι της μίξης (3).
- Η εγγύτητα των χρήσεων γης υπερτερεί ελαφρώς έναντι της συνδεσιμότητας του δικτύου (3).

<sup>13</sup> [http://bpmsg.com/academic/ahp\\_calc.php](http://bpmsg.com/academic/ahp_calc.php)

- Η εγγύτητα των χρήσεων γης υπερτερεί αρκετά έναντι της οικιστικής πυκνότητας (6).
- Η μίξη των χρήσεων γης έχει ασθενώς μεγαλύτερη σημαντικότητα και συνεισφέρει σχεδόν εξίσου το ίδιο σε σχέση με τη συνδεσιμότητα του δικτύου (2).
- Η μίξη των χρήσεων γης υπερτερεί ελαφρώς έναντι της οικιστικής πυκνότητας (3).
- Η συνδεσιμότητα του δικτύου υπερτερεί ελαφρώς έναντι της οικιστικής πυκνότητας (3).

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας (6.5) σύγκρισης ανά ζεύγη.

Κριτήρια	Εγγύτητα χρήσεων γης	Μίξη χρήσεων γης	Συνδεσιμότητα δικτύου	Οικιστική πυκνότητα
Εγγύτητα χρήσεων γης	1	3	3	6
Μίξη χρήσεων γης	0.33	1	2	3
Συνδεσιμότητα δικτύου	0.33	0.5	1.0	3
Οικιστική πυκνότητα	0.17	0.33	0.33	1
<b>Άθροισμα</b>	1.83	4.83	6.33	13

Πίνακας 6.5: Πίνακας εφαρμογής σύγκρισης κριτηρίων ανά ζεύγη

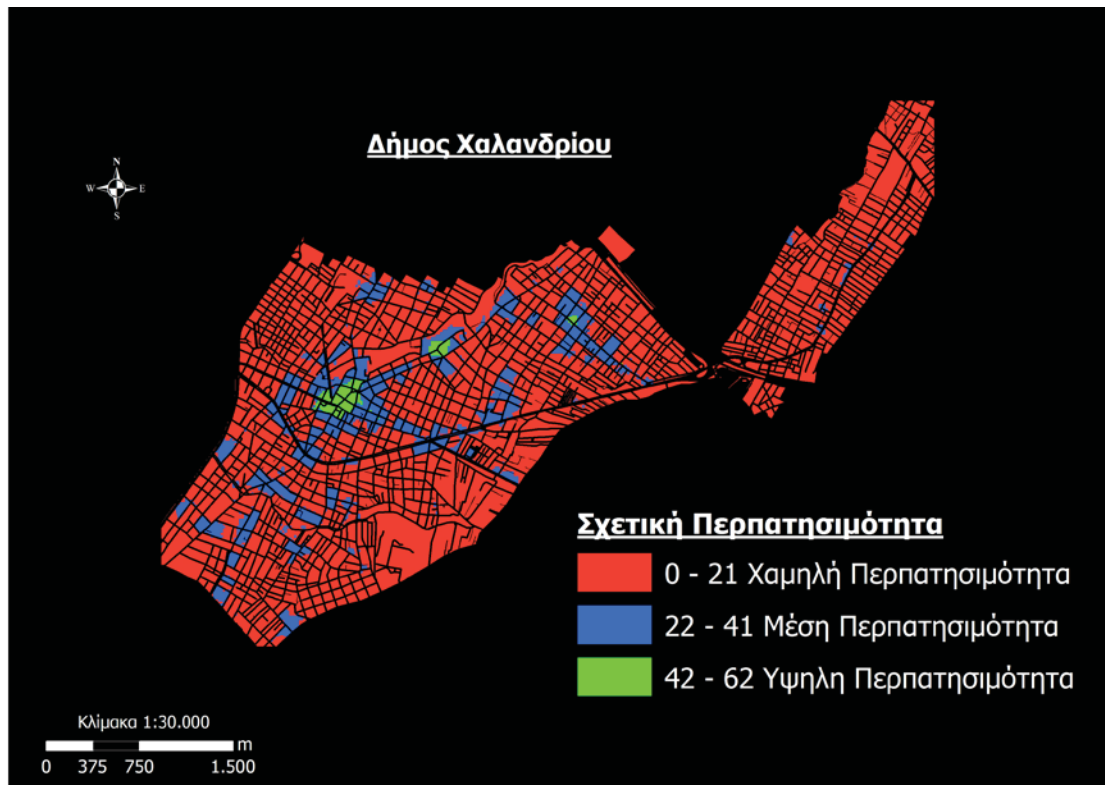
Ακολούθως δημιουργήθηκε ο κανονικοποιημένος πίνακας (6.6) με τα τελικά βάρη.

Κριτήρια	Εγγύτητα χρήσεων γης	Μίξη χρήσεων γης	Συνδεσιμότητα δικτύου	Οικιστική πυκνότητα	Μέσος Όρος	Τελικά βάρη
Εγγύτητα χρήσεων γης	0.54546	0.62070	0.47368	0.46154	0.52534	<b>52.5%</b>
Μίξη χρήσεων γης	0.18182	0.20690	0.31579	0.23077	0.23382	<b>23.4%</b>
Συνδεσιμότητα δικτύου	0.18182	0.10345	0.15790	0.23077	0.16848	<b>16.8%</b>
Οικιστική πυκνότητα	0.09091	0.06897	0.05263	0.07692	0.07236	<b>7.3%</b>

Πίνακας 6.6: Κανονικοποιημένος πίνακας με τα τελικά βάρη

Επιπλέον έγινε έλεγχος ασυνέπειας και υπολογίσθηκε το  $CR=3\%$ , που είναι μικρότερο από  $10\%$  άρα τα βάρη της αναλυτικής διαδικασίας ιεράρχησης είναι αποδεκτά.

Με τη χρήση των βαρών που προέκυψαν με τη διαδικασία  $AHP$  ο μέσος όρος του δείκτη υπολογίστηκε στις 14 μονάδες, ενώ η μέγιστη τιμή του στις 62 μονάδες. Παρουσιάζεται στο παρακάτω χάρτη 6.13 η σχετική περπατησιμότητα του Δ. Χαλανδρίου.



**Χάρτης 6.13:** Σχετική περπατησιμότητα Δ. Χαλανδρίου – Βάρη διαδικασίας AHP

Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν ο δείκτης περπατησιμότητας είναι χαμηλός για την περιοχή του Χαλανδρίου, ωστόσο με την εφαρμογή των ποινών είναι πιθανή και η περαιτέρω μείωση του.

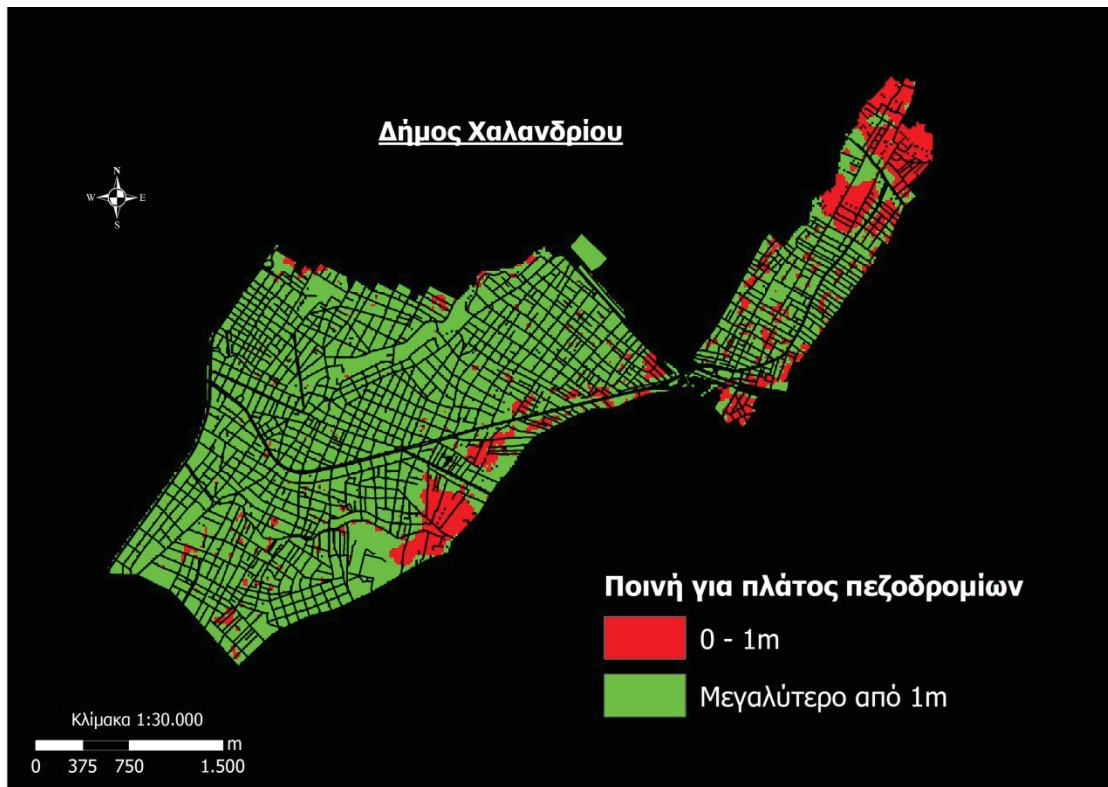
#### 6.4.3 Εφαρμογή τρίτης φάσης υπολογισμού του δείκτη

Στη τρίτη και τελευταία φάση υπολογισμού του τελικού δείκτη πραγματοποιείται η απόδοση των ποινών, βάση των χαρακτηριστικών των πεζοδρομίων που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας.

Αρχικά το αρχείο με τις πληροφορίες για τα πεζοδρόμια μετατράπηκε σε σημειακό με τη χρήση του εργαλείου «Feature to Points», ώστε να εισαχθεί στον αλγόριθμο παρεμβολής I.D.W και να δημιουργηθούν τρεις εικόνες raster για κάθε μία από τις κατηγορίες πληροφοριών, δηλαδή το πλάτος, την κατάσταση και την πυκνότητα των εμποδίων.

Όσον αφορά την ποινή για το πλάτος πεζοδρομίων επιλέχθηκαν οι τιμές που αντιπροσωπεύουν πλάτος μικρότερο του 1 μέτρου με το εργαλείο «Extract by attributes». Στη συνέχεια κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 0-10.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο χάρτης 6.14 με την ποινή όσον αφορά τα μικρά πλάτη πεζοδρομίων.



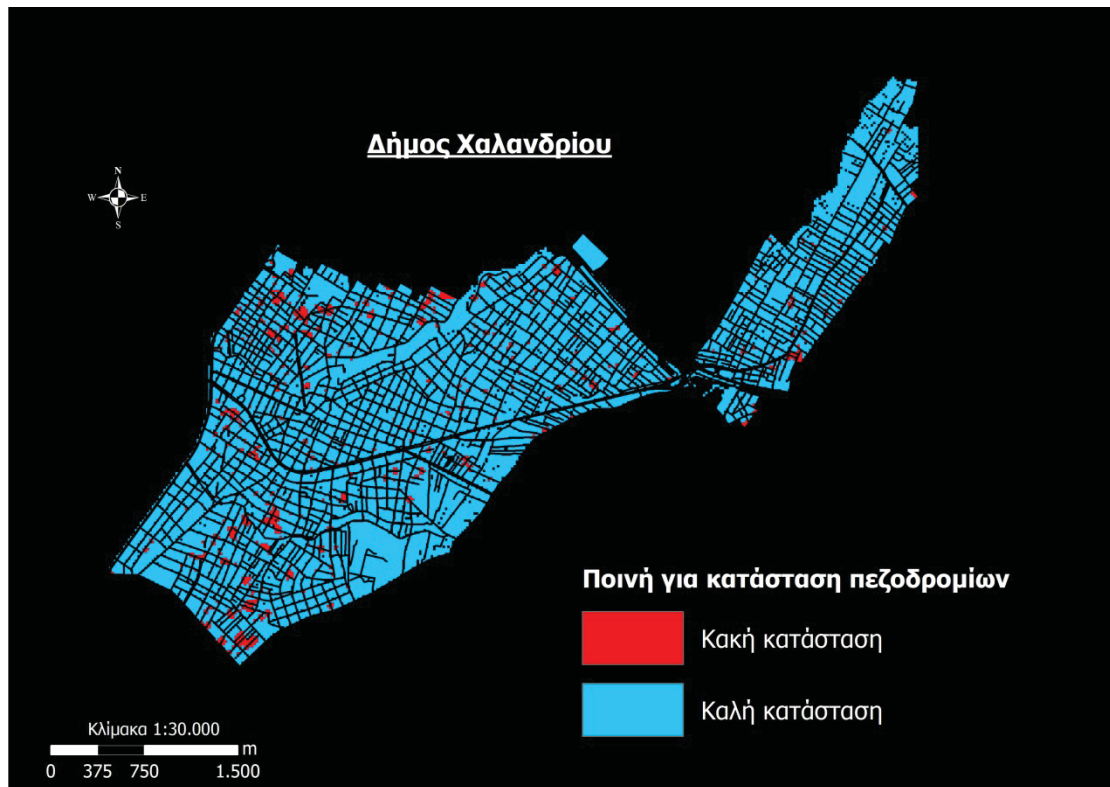
**Χάρτης 6.14:** Ποινή για μικρό πλάτος πεζοδρομίων Δ. Χαλανδρίου

Είναι εμφανές πως στη μεγαλύτερη έκταση του δήμου παρατηρείται πλάτος μεγαλύτερο του 1 μέτρου.

Επιπλέον για την ποιότητα των πεζοδρομίων επιλέχθηκαν οι τιμές που αντιπροσωπεύουν την κακή κατάσταση τους και έπειτα κανονικοποιήθηκαν στην κλίμακα 0-10.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο χάρτης 6.15 με την ποινή όσον αφορά τα πεζοδρόμια που βρίσκονται σε κακή κατάσταση.





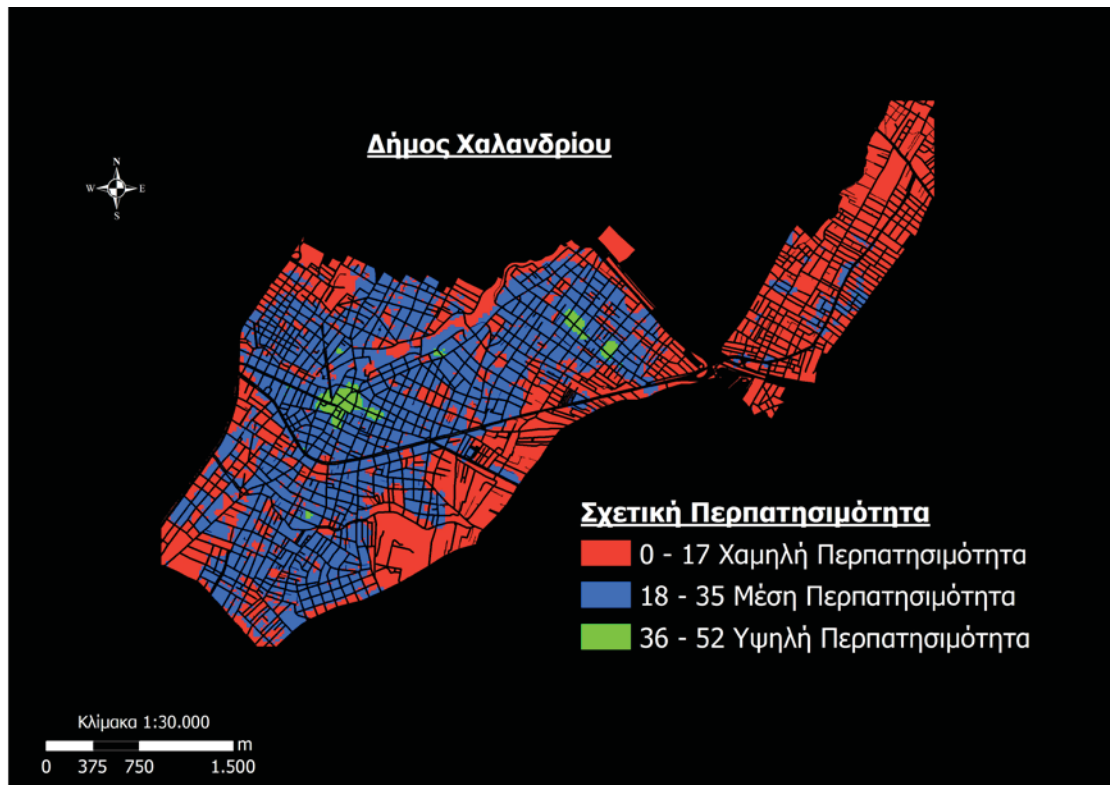
**Χάρτης 6.15:** Ποινή για κακή κατάσταση πεζοδρομίων Δ. Χαλανδρίου

Όπως αναμενόταν, σύμφωνα και με προηγούμενη ανάλυση του δικτύου των πεζοδρομίων, το μεγαλύτερο ποσοστό των πεζοδρομίων βρίσκεται σε καλή κατάσταση.

Τέλος για την κατηγορία των εμποδίων επιλέχθηκε η υψηλή πυκνότητα, ωστόσο επειδή παρατηρείται σε λιγότερο από 1% του δικτύου, συμπεραίνει κανείς πως η διαφοροποίηση στο δείκτη περπατησιμότητας είναι ελάχιστη και δε λήφθηκε υπ' όψιν.

Ο τελικός δείκτης περπατησιμότητας προκύπτει από την αφαίρεση των εικόνων raster από το δείκτη που έχει δημιουργηθεί για κάθε μία περίπτωση βαρών με τη χρήση του Raster Calculator.

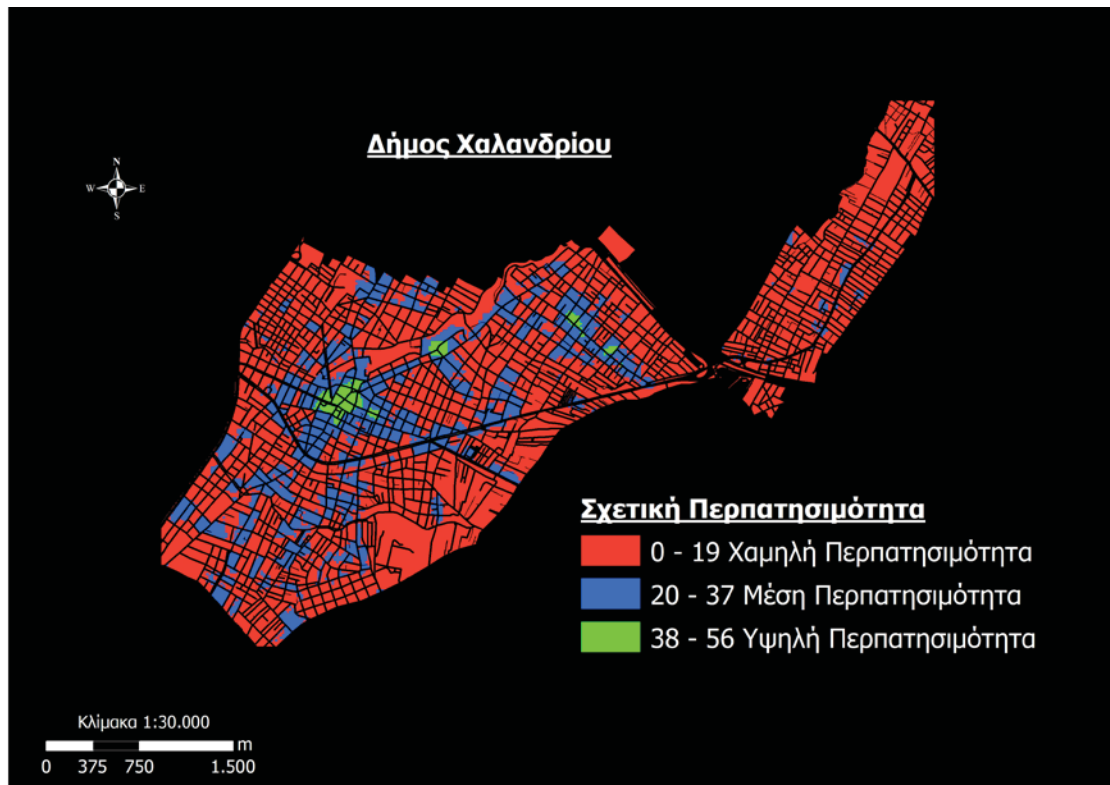
Παρατίθεται ο τελικός χάρτης 6.16 για την περίπτωση των ισοβαρών παραμέτρων μετά την επιβολή των ποινών για το πλάτος και την κατάσταση των πεζοδρομίων.



**Χάρτης 6.16:** Τελικός δείκτης περπατησιμότητας Δ. Χαλανδρίου – Ισοβαρείς παράμετροι

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ο μέσος όρος του δείκτη μειώθηκε κατά 2 μονάδες στην περίπτωση των ισοβαρών παραμέτρων, δηλαδή στις 16 μονάδες.

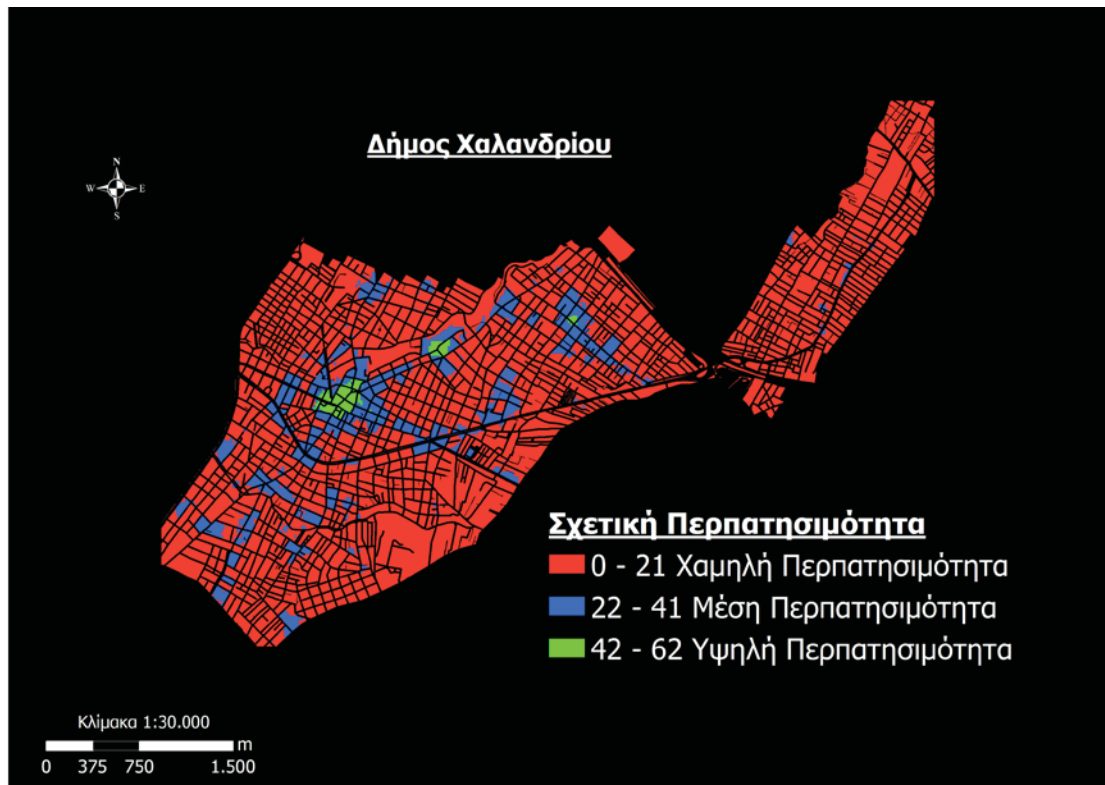
Παρακάτω παρουσιάζεται ο τελικός χάρτης 6.17 για την πρώτη περίπτωση ανισοβαρών παραμέτρων και με την επιβολή των αντίστοιχων ποινών.



**Χάρτης 6.17:** Τελικός δείκτης περπατησιμότητας Δ. Χαλανδρίου – Βάρη περίπτωση Βόλου

Σε αυτή την περίπτωση ο μέσος όρος του δείκτη για την περιοχή δε διαφοροποιήθηκε και παρέμεινε στις 14 μονάδες.

Στη συνέχεια παρατίθεται ο τελικός χάρτης 6.18 για την περίπτωση ανισοβαρών παραμέτρων με τη χρήση των βαρών που προέκυψαν από τη διαδικασία ιεράρχησης ΑΗΡ και με την επιβολή των ποινών.



**Χάρτης 6.18:** Τελικός δείκτης περπατησιμότητας Δ. Χαλανδρίου – Βάρη διαδικασίας ΑHP

Στην τελευταία περίπτωση του δείκτη περπατησιμότητας ο μέσος όρος μειώθηκε κατά 2 μονάδες και ανέρχεται στις 12 μονάδες για την περιοχή του Χαλανδρίου όπως είναι και εμφανές από τον παραπάνω χάρτη.

### 6.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων ανά μέθοδο απόδοσης βαρών

Για την περιοχή μελέτης, δηλαδή το Δήμο Χαλανδρίου παράχθηκαν τρεις δείκτες περπατησιμότητας που διαφοροποιούνται κατά τη μέθοδο απόδοσης βαρών των παραμέτρων. Είναι εμφανείς και οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στα τελικά αποτελέσματα. Αρχικά σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται στο μέσο όρο του δείκτη καθώς και στη μέγιστη τιμή που έχει για κάθε περίπτωση. Αναλυτικά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 6.7.

Διαδικασία Απόδοσης Βαρών	Μέσος όρος Δείκτη	Μέγιστη Τιμή Δείκτη
Ισοβαρείς	16	52
Βάρη περίπτωσης Βόλου	14	56
Βάρη διαδικασίας ΑHP	12	62

**Πίνακας 6.7:** Μέσος όρος και μέγιστη τιμή δείκτη περπατησιμότητας ανά περίπτωση

Στις περιπτώσεις των ανισοβαρών παραμέτρων ο δείκτης παρουσιάζει μεγαλύτερη μέγιστη τιμή σε σχέση με την περίπτωση των ισοβαρών καθώς αυξάνεται η βαρύτητα της εγγύτητας των χρήσεων γης και μειώνεται αισθητά η βαρύτητα της οικιστικής

πυκνότητας. Το γεγονός αυτό είναι λογικό καθώς η μέγιστη τιμή του δείκτη παρατηρείται στο εμπορικό κέντρο του Χαλανδρίου και στις τρεις περιπτώσεις, στο σημείο δηλαδή που εντοπίζεται και η μέγιστη τιμή της παραμέτρου της εγγύτητας των χρήσεων γης, αλλά ταυτόχρονα και η μικρότερη τιμή της παραμέτρου της οικιστικής πυκνότητας. Εντούτοις ο μέσος όρος του δείκτη μειώνεται όσο αυξάνεται η εγγύτητα των χρήσεων γης, καθώς οι γειτονιές του Χαλανδρίου είναι κατά τέτοιο τρόπο ανεπτυγμένες που παρουσιάζουν κυρίως κατοικίες και δρόμους, αλλά λίγες υπηρεσίες και δραστηριότητες.

Κοινό συμπέρασμα ωστόσο είναι πως ο Δήμος Χαλανδρίου παρουσιάζει υψηλή εξάρτηση από το αυτοκίνητο καθώς ευνοεί ελάχιστα ως καθόλου την πεζή μετακίνηση, αφού ο μέσος όρος του δείκτη κυμαίνεται από 12 έως 16 ανά περίπτωση.

Επιπλέον σημαντικό στοιχείο είναι η συσχέτιση του δείκτη περπατησιμότητας ανά κατηγορία, με την επιφάνεια που καλύπτει ως προς τη σχετική περπατησιμότητα της περιοχής.

Στον παρακάτω πίνακα 6.8 παρουσιάζεται η επιφάνεια για την περίπτωση των ισοβαρών παραμέτρων.

<b>Ισοβαρείς Παράμετροι</b>			
<b>Βαθμολογία Δείκτη</b>	<b>Σχετική Περπατησιμότητα</b>	<b>Επιφάνεια (εκτάρια)</b>	<b>Ποσοστό επιφάνειας</b>
0-17	Χαμηλή Περπατησιμότητα	400.2	51.79%
18-35	Μέση Περπατησιμότητα	363.2	47.01%
36-52	Υψηλή Περπατησιμότητα	9.3	1.20%

**Πίνακας 6.8:** Επιφάνεια ανά σχετική περπατησιμότητα – Ισοβαρείς παράμετροι

Ακολούθως για την περίπτωση των βαρών της περίπτωσης του Βόλου στον πίνακα 6.9.

<b>Βάρη περίπτωσης Βόλου</b>			
<b>Βαθμολογία Δείκτη</b>	<b>Σχετική Περπατησιμότητα</b>	<b>Επιφάνεια (εκτάρια)</b>	<b>Ποσοστό επιφάνειας</b>
0-19	Χαμηλή Περπατησιμότητα	636.5	82.37%
20-37	Μέση Περπατησιμότητα	126.9	16.42%
38-56	Υψηλή Περπατησιμότητα	9.3	1.21%

**Πίνακας 6.9:** Επιφάνεια ανά σχετική περπατησιμότητα – Βάρη περίπτωσης Βόλου

Επίσης για την περίπτωση απόδοσης βαρών με τη διαδικασία AHP στον πίνακα 6.10.

<b>Βάρη διαδικασίας AHP</b>			
<b>Βαθμολογία Δείκτη</b>	<b>Σχετική Περπατησιμότητα</b>	<b>Επιφάνεια (εκτάρια)</b>	<b>Ποσοστό επιφάνειας</b>
0-21	Χαμηλή Περπατησιμότητα	689.4	89.22%
22-41	Μέση Περπατησιμότητα	75.7	9.80%
42-62	Υψηλή Περπατησιμότητα	7.5	0.98%

**Πίνακας 6.10:** Επιφάνεια ανά σχετική περπατησιμότητα – Βάρη διαδικασίας AHP

Με δεδομένα τα παραπάνω προκύπτει αφενός πως η μεγαλύτερη έκταση στο Δήμο Χαλανδρίου παρουσιάζει χαμηλή σχετική περπατησιμότητα, αφ' ετέρου ότι με τη διαδικασία απόδοσης των συγκεκριμένων βαρών οι περιοχές με χαμηλή περπατησιμότητα αυξάνονται σημαντικά. Ενώ στην περίπτωση των ισοβαρών παραμέτρων το 51.79% παρουσιάζει χαμηλή και το 47.01% μέση περπατησιμότητα, στις περιπτώσεις των ανισοβαρών στο 82.37% και στο 89.22% της περιοχής παρατηρείται χαμηλή περπατησιμότητα.

Ωστόσο και στις τρεις περιπτώσεις η έκταση με υψηλή σχετική περπατησιμότητα είναι ίση, δηλαδή περίπου το 1% της συνολικής έκτασης του Χαλανδρίου.

Γενικότερα βάση των αποτελεσμάτων προέκυψε πως υψηλή σχετική περπατησιμότητα παρατηρείται στο εμπορικό κέντρο του Χαλανδρίου και γύρω από το δίκτυο των πεζόδρομων που το χαρακτηρίζει, αφού αποτελείται από περιοχές που ικανοποιούν σε υψηλό ποσοστό τις παραμέτρους του δείκτη πλην της οικιστικής πυκνότητας.

Παράλληλα όμως, είναι εμφανές πως σε καμία περιοχή του Χαλανδρίου δε μπορεί να ζήσει κάποιος χωρίς την ανάγκη κατοχής αυτοκινήτου καθώς παρατηρούνται πολύ χαμηλές βαθμολογίες του δείκτη στους οικισμούς γύρω από το κέντρο.

Συμπερασματικά, το Χαλάνδρι αποτελεί ένα δήμο άρρηκτα συνδεδεμένο με το αυτοκίνητο και ο τρόπος ανάπτυξης του δεν ευνοεί την πεζή μετακίνηση, με αποτέλεσμα να ωθούνται οι κάτοικοι της περιοχής στη χρήση μηχανοκίνητων μέσων για τις καθημερινές τους ανάγκες. Επίσης η χρήση διαφορετικών προσεγγίσεων όσον αφορά τα βάρη των παραμέτρων του δείκτη, κατέστησε σαφή τη σημαντικότητα των βαρών στον υπολογισμό ενός δείκτη περπατησιμότητας, καθώς τα αποτελέσματα διαφοροποιήθηκαν σε μεγάλο ποσοστό, ειδικά σε σχέση με την περίπτωση των ισοβαρών παραμέτρων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αποτελεί σημαντικό κομμάτι αξιολόγησης της βιωσιμότητας μια αστικής περιοχής. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα προβλήματα που παρατηρούνται στις σύγχρονες πόλεις λόγω της υποβάθμισης του αστικού χώρου, τις έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση βιώσιμων λύσεων. Ειδικότερα, η αλόγιστη χρήση μηχανοκίνητων μέσων και πιο συγκεκριμένα του αυτοκινήτου έχει δημιουργήσει πολλές συνέπειες στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Στο πλαίσιο αυτό ο στόχος της βιώσιμης ανάπτυξης αποτελεί καθοριστική παράμετρο της διαδικασίας αντιμετώπισης των προβλημάτων μιας πόλης.

Η βιώσιμη κινητικότητα και ειδικά το περπάτημα ως μέρος της έχει γίνει αντικείμενο έρευνας και μελέτης όσον αφορά τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει σε μια πόλη που αναπτύσσεται στα πρότυπα των αρχών της βιωσιμότητας. Με την έννοια της περπατησιμότητας είναι δυνατός ο προσδιορισμός του βαθμού στον οποίο μία περιοχή δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για πεζή μετακίνηση. Επιπρόσθετα όμως, η αυξημένη περπατησιμότητα συνδέεται με την αύξηση των τιμών των ακινήτων αλλά και με την υψηλή φυσική δραστηριότητα των κατοίκων.

Παρ' όλο που η περπατησιμότητα χρησιμοποιείται ευρέως, ειδικότερα σε Αμερική και Αυστραλία, η ελληνική βιβλιογραφία είναι ελλιπής. Συνεπώς η ανάλυση του δικτύου κίνησης των πεζών αλλά και η εφαρμογή ενός δείκτη περπατησιμότητας προσαρμοσμένο στα ελληνικά δεδομένα σε μια περιοχή του Νομού Αττικής, αποτέλεσε αντικείμενο της εν λόγω εργασίας.

Η μεθοδολογία υπολογισμού της περπατησιμότητας βασίστηκε στο δείκτη που δημιουργήθηκε για την ανάγκες προσδιορισμού του βαθμού στον οποίο τα Πολεοδομικό Συγκρότημα του Βόλου είναι ελκυστικό για πεζή μετακίνηση. Ωστόσο προέκυψαν τρεις τελικοί δείκτες, αποδίδοντας διαφορετικά βάρη κάθε φορά. Την πρώτη κατανεμήθηκαν ισοβαρώς, τη δεύτερη σύμφωνα με τα βάρη της περίπτωσης του Βόλου και την τελευταία με τη διαδικασία ιεράρχησης ΑΗΡ. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η μίξη των χρήσεων γης, η συνδεσιμότητα του δικτύου, η οικιστική πυκνότητα και η εγγύτητα των χρήσεων γης. Σημαντικό ρόλο διαδραμάτισαν επίσης οι ποινές που εφαρμόστηκαν βάσει των χαρακτηριστικών των πεζοδρομίων που επηρεάζουν την πεζή μετακίνηση.

Αξίζει να αναφερθεί πως τα δεδομένα που απαιτήθηκαν, συλλέχθηκαν από μηδενική βάση καθώς δεν υπήρχε κάποιο ολοκληρωμένη μελέτη όσο έχει να κάνει με τα πεζοδρόμια στο Δήμο Χαλανδρίου.

Το κυριότερο αποτέλεσμα που προέκυψε όσον αφορά την περιοχή του Χαλανδρίου είναι πως πρόκειται για μια περιοχή που οι κάτοικοι της είναι σε πολύ υψηλή εξάρτηση με το αυτοκίνητο καθώς στη μεγαλύτερη έκταση του δήμου παρουσιάζεται

χαμηλή περπατησιμότητα. Εξαιρέση αποτελεί το εμπορικό κέντρο του Χαλανδρίου, το οποίο όμως λόγω της έντονης ανάπτυξης του τα τελευταία χρόνια όσον αφορά τις υπηρεσίες εστίασης, διασκέδασης και της έντονης όχλησης της περιοχής παρουσιάζει χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού. Ως αποτέλεσμα έτσι, για την προσέγγιση του ιστορικού κέντρου του Χαλανδρίου είναι η χρήση αυτοκινήτου και η δημιουργία μεγάλων προβλημάτων παρκινγκ. Θα αποτελούσε σοβαρή παράλειψη να μην τονίσουμε το γεγονός πως τα πεζοδρόμια του δήμου βρίσκονται σε καλή κατάσταση και με χαμηλή πυκνότητα εμποδίων. Επομένως ενώ η υποδομή του δικτύου κίνησης πεζών βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα, ο τρόπος ανάπτυξης του Χαλανδρίου δεν ευνοεί την πεζή μετακίνηση.

Σε μελλοντικές μελέτες τα αποτελέσματα ενός δείκτη περπατησιμότητας μπορούν να διαφοροποιηθούν με την αύξηση των παραμέτρων που υπεισέρχονται και τον επηρεάζουν. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την περπατησιμότητα είναι πολλοί και δε καθορίζονται από κάποιο υφιστάμενο επιστημονικό πλαίσιο. Ενδεικτικά είναι η οδική ασφάλεια, ο φωτισμός, η ασφάλεια της περιοχής, αλλά και η αισθητική που παρέχει ο χώρος και επηρεάζει θετικά ή αρνητικά την επιλογή των κατοίκων για πεζή μετακίνηση. Αντίστοιχα όμως πρέπει να καθοριστεί και το βάρος κάθε παραμέτρου που επιλέγεται να συμμετέχει στη τελική βαθμολογία ενός δείκτη.

Επιπλέον η περπατησιμότητα μιας περιοχής μπορεί να συσχετισθεί άμεσα με σημαντικά προβλήματα του αστικού χώρου. Συγκεκριμένα μπορεί να συσχετιστεί με τις αξίες ακινήτων μιας πόλης, καθώς σε πολλές χώρες η υψηλή περπατησιμότητα συνδέεται άμεσα με υψηλές αξίες και τα αποτελέσματα δεικτών χρησιμοποιούνται ακόμα και από εταιρίες real estate. Παράλληλα, μπορεί να διερευνηθεί αν και κατά πόσο η περπατησιμότητα συνδέεται με την φυσική άσκηση και κατ' επέκταση με τη βελτίωση της υγείας ή την παχυσαρκία των κατοίκων μιας περιοχής της Ελλάδας με υψηλή ή χαμηλή περπατησιμότητα αντίστοιχα.

Συνοψίζοντας, υπάρχουν πολλές προοπτικές διερεύνησης της περπατησιμότητας μιας περιοχής, τόσο από τη μεθοδολογική προσέγγιση υπολογισμού ενός δείκτη όσο και στη συσχέτιση της με βασικά προβλήματα των σύγχρονων πόλεων στο πλαίσιο της βιωσιμότητάς τους.



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αραβαντινός, Α., (2007), *Πολεοδομικός Σχεδιασμός: Για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*, Β Έκδοση, Συμμετρία, Αθήνα
- Βλαστός, Θ. & Περπερίδου, Δ., (2007), *Σχεδιασμός με στόχο την εξυπηρέτηση πεζών μετακινήσεων*, Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, Ι, τεύχος 3
- Βλαστός, Θ., (2009), *Περπάτημα – Ποδήλατο*, Προσεγγίσεις του εφαρμοσμένου αστικού σχεδιασμού στην Ελλάδα, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Ε.Μ.Π.
- Γαλάνης, Α., (2011), *Συμβολή στη διαμόρφωση μεθοδολογίας ελέγχου και αξιολόγησης της οδικής ασφάλειας και κινητικότητας πεζών στο αστικό περιβάλλον*, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών – Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος
- Μηλάκης, Δ., (2006), *Χρήσεις γης και μεταφορές. Διερεύνηση της επίδρασης των πολεοδομικών χαρακτηριστικών μακρο- και μικρο-κλίμακας στις επιλογές μετακίνησης*, Διδακτορική Διατριβή στο ΕΜΠ-ΣΑΤΜ – Ομάδα Βιώσιμης Κινητικότητας
- Μπαρτζώκας Τσιόμπρας, Α., (2013), *Walk and the city: Ανάπτυξη και εφαρμογή ενός σύνθετου δείκτη "περπατησιμότητας" (walkability) με την χρήση Γ.Σ.Π (G.I.S) στο πολεοδομικό συγκρότημα Βόλου*, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης – Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος
- Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, (2007), *Πίνακες τιμών αντικειμενικών αξιών*, Αθήνα, σελίδες 204-207
- Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε., (2004), *Έγκριση πολεοδομικών σταθεροτύπων (standards) και ανώτατα όρια πυκνοτήτων που εφαρμόζονται κατά την εκπόνηση των γενικών πολεοδομικών σχεδίων (ΓΠΣ), των σχεδίων χωρικής και οικιστικής οργάνωσης "ανοικτής πόλης" (ΣΧΟΟΑΠ) και των πολεοδομικών μελετών*, Απόφαση 10788/2004 – ΦΕΚ 285Δ'5-3-2004
- Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Χαλανδρίου 2011, *Μελέτη αναθεώρησης γενικού πολεοδομικού σχεδίου (ΓΠΣ) Δήμου Χαλανδρίου – Αττικής*, Αθήνα, Χαλάνδρι
- Φώτης, Γ.Ν (2009), *Ποσοτική χωρική ανάλυση*, Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα
- Φώτης, Γ.Ν (2010), *Γεωγραφική Συστήματα Πληροφοριών*, Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα

## Ξένη Βιβλιογραφία

- Agampatian, R., (2014), *Using GIS to measure walkability: A Case study in New York City*, KTH, School of Architecture and the Built Environment (ABE), Urban Planning and Environment, Geodesy and Geoinformatics, Sweden, Master Thesis
- Abley, S. & Turner, S., (2011), *Predicting Walkability: Technical Report*, New Zealand Transport Agency
- Adrian Bauman and Graeme Hugo (2005), *Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes*, Health & Place 13 pp: 111–122

- Centre for Sustainable Transportation (CST) (2001), *Sustainable Transportation Performance Indicators Project*
- Chin, G.K.W, Van Niel, K.P., Giles-Corti, B., Knuiman, M., (2008), *Accessability and connectivity in physical activity studies: The impact of missing pedestrian data*, Preventive Medicine, Vol.46, pp.41-45
- Federal Administration, (2008), *A resident's Guide for Creating safe and walkable Communities*, U. S. Department Transportation
- Florida Department of Transportation, (2003), *Florida Pedestrian Planning and Design Handbook*
- Frank et al, (2005), *Linking Objectively Measured Physical Activity with Objectively Measured Urban Form*, American Journal of Preventive Medicine, Volume 28, Number 2S2
- Gudmundsson, H., (2001), *Indicators and Performance Measures for Transportation, Environment and Sustainability in North America*, Report from a German Marshall Fund Fellowship 2000 individual study tour October 2000, National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark
- Hass, P.M. & Farrow, J. (2011), *Walkability in Toronto's High-rise-Neighborhoods*, University of Toronto
- Joe, Cortright, (2009), *Walking the Walk How Walkability Raises Home Values in U.S. Cities*, CEOs for Cities
- Leslie Eva, Neil Coffee, Lawrence Frank, Neville Owen, Brownson, R.C., Hoehner, C., Day, K., Forsyth, A., and Sallis, J., (2009), *Measuring the Built Environment for Physical Activity*, American Journal of Preventive Medicine, 2009; 36, (4S), pp: 99-123
- Leslie et al, (2006) *Measuring the walkability of local communities using Geographic Information Systems data*, Walk21-VII, The Next Steps, The 7th International Conference on Walking and Liveable Communities
- Litman, T., (1999), *Traffic Calming Benefits, Costs and Equity Impacts*, Victoria Transport Policy Institute
- Litman, T., (2003) *Sustainable Transportation Indicators*, Victoria BC: Victoria Transport Policy Institute
- Litman, T. and David Burwell (2006), *Issues in Sustainable Transportation*, International Journal of Global Environmental Issues, Vol. 6, No. 4, pp. 331-347
- Litman, T., (2011), *Economic value of walkability*, Litman (2014), *Land Use Impacts on Transport - How Land Use Factors Affect Travel Behavior*, Victoria Transport Policy Institute, 31 August 2014
- Maghelal, P.K., & Capp, C.J. (2011), *Walkability: A Review of Existing Pedestrian Indices*, Journal of Urban & Regional Information Systems Association, Vol.23, No2, pp.5-19
- McCormack, G., Shiell, A., Giles-Corti, B., Begg, S., Veerman, L.J., Geelhoed, E., Amarasinghe, A., Herb Emery, J.C. (2012), *The association between sidewalk length and walking for different purposes in established neighborhoods*, International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity, Vol.9:92

- Mike, Tresidder, (2005), *Using GIS to Measure Connectivity: An Exploration of Issues*, Field Area Paper School of Urban Studies and Planning Portland State University
- Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., and Sallis, J.F., (2004), *Understanding environmental influences on walking; review and research agenda*, American Journal of Preventive Medicine, 27, pp: 67-76
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K., Donovan, R., (2003), *Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling*, Social Science Medicine 56, pp: 1693-1703
- Pivo, G. & Fisher, J.D., (2010), *The Walkability Premium in Commercial Real Estate Investments*, Working Paper from Responsible Property Investing Center of University of Arizona and Benecki Center for Real Estate Studies of Indiana University
- Reid Ewing and Robert Cervero, (2010), *Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis*, Journal of the American Planning Association, Vol. 76, No. 3, Summer, pp. 265-294
- Saaty, T.L., (1977), *A scaling method for priorities in hierarchical structures*, Journal of Mathematical Psychology 15
- Saaty, T.L., (1994), *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP*, RWS Publications, Pittsburgh, PA, U.S.A.
- Saaty, T. L., (2008), *Decision making with the analytic hierarchy process*, Services Sciences (1), pp: 83-98.
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B., and Chen, D., (2003), *Neighbourhood-based differences in physical activity: An environmental scale evaluation*, American Journal of Public Health, 93 (9), pp: 1552-1558
- Sharples, J. M. and Fletcher, J. P., (2000), *Pedestrian perceptions of road crossing facilities*, Scottish Executive Central Research Unit: Edinburgh
- Southworth, M., (2005), *Designing the Walkable City*, Journal of urban planning and development, vol.131, No4, pp.246-257
- Tal, G. & Handy, S., (2012), *Measuring Nonmotorized Accessibility and Connectivity in a Robust Pedestrian Network*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Volume 2299, Issue 1, 48-56
- Transport for London, (2004), *Making London a Walkable City: The Walking Plan for London*,
- Triantaphyllou E. & Mann S. H., (1995), *Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: Some challenges*, International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice 2(1), 35-44
- Van, Dieren W., (1995), *Taking Nature into Account: Toward a Sustainable National Income*, A Report to the Club of Rome

## **Διαδίκτυο**

Μονάδα βιώσιμης κινητικότητας Ε.Μ.Π., <http://www.smu.gr/>

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, <http://www.ypeka.gr/>

European Commission – Mobility and transport, <http://ec.europa.eu/transport/>

Florida Department of Transportation, [www.dot.state.fl.us](http://www.dot.state.fl.us)

Transport for London, <http://www.tfl.gov.uk/>

Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org>

Walkonomics, [www.walkonomics.com](http://www.walkonomics.com)

Walkscore, [www.walkscore.com](http://www.walkscore.com)