

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΟΥ ΜΕΤΡΟΥ
ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΒΑΣΕΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ**

ΜΟΥΣΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΦΩΤΗΣ Γ., ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Δ., ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΣΚΑΓΙΑΝΝΗΣ Π., ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΓΟΣΠΟΔΙΝΗ Α., ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΝΤΥΚΕΝ Μ-Ν., ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΚΟΥΣΙΑΩΝΗΣ Χ., ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΛΑΛΕΝΗΣ Κ., ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΒΟΛΟΣ 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η προσβασιμότητα (accessibility) χρησιμοποιήθηκε σε μια πληθώρα επιστημονικών πεδίων, όπως ο αστικός σχεδιασμός, η γεωγραφία και ο σχεδιασμός των μεταφορών. Για τον καθορισμό της έννοιας της προσβασιμότητας δόθηκαν πολλές και διαφορετικές ερμηνείες και ορισμοί. Η ερευνά αυτής εξελίχθηκε από τα παραδοσιακά μέτρα που εξετάζουν τη προσβασιμότητα σε ένα ταξίδι (trip based), στα σύγχρονα μέτρα τα οποία την εξετάζουν μέσα από το αλυσιδωτό ταξίδι (trip chaining). Παράλληλα, με τη μετεξέλιξη των παραδοσιακών μέτρων στα σύγχρονα μέτρα, μετεξελίχθηκε και η ανάλυση αυτής. Συγκεκριμένα, ενώ η ανάλυση της προσβασιμότητας γινόταν σε ζωνικό επίπεδο (zonal accessibility), λόγω της έμφυτης τάσης των ζωνικών δεδομένων να υποκρύπτουν τα πραγματικά επίπεδα αυτής, οδηγήθηκε η ανάλυση της στο ατομικό επίπεδο (individual level), δηλαδή στις έρευνες της ατομικής προσβασιμότητας.

Σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι ο προσδιορισμός και η ποσοτικοποίηση της προσβασιμότητας, προτείνοντας ένα νέο μέτρο ατομικής προσβασιμότητας. Το προτεινόμενο μέτρο καλείται ως «ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα της προέλευσης» (individual perceptible origin accessibility). Το νέο μέτρο δομείται βασιζόμενο στην τριπλή σχέση χώρου (spatial attraction), χρόνου (temporal constraints) και μετακίνησης (travel constraints) χρησιμοποιώντας τεχνικές άθροισης (aggregation techniques). Ειδικότερα, το μέτρο αυτό βασίζεται στο χωρο-χρονικό μέτρο του Odoki (1992) το οποίο προσαρμόζεται στη δομή του σύνθετου μέτρου άθροισης των Bhat et al. (2002) ενσωματώνοντας την επίδραση του χώρου δράσης (activity space) με στοιχεία από το μέτρο βαρύτητας τύπου Gaussian. Το μέτρο αυτό συμπεριλαμβάνει όλες τις ημερήσιες εκτός κατοικίας δραστηριότητες του ατόμου για μια τυπική μέρα.

Το προτεινόμενο μέτρο εφαρμόστηκε πιλοτικά στην πόλη του Βόλου για τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας των φοιτητών. Ειδικότερα, εισάγοντας στο προτεινόμενο μέτρο δεδομένα κινητικότητας των σπουδαστών για τις εκτός κατοικίας δραστηριότητες αυτών για μια τυπική μέρα προσδιορίζεται η αντιληπτή προσβασιμότητα του κάθε φοιτητή, η οποία αξιολογείται με υφιστάμενα μέτρα και τελικά ανάγεται σε επίπεδο πόλης.

Λέξεις Κλειδιά: ατομική προσβασιμότητα, μέτρα προσβασιμότητας, χώρος δράσης, ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων, χρονικοί περιορισμοί, περιορισμοί μετακίνησης, ελκυστικότητα.

ABSTRACT

Accessibility was used in a variety of scientific fields, such as urban planning, geography and transport planning. Accessibility has been defined in several different ways. The accessibility research evolved from traditional measures, dealing with a one trip accessibility, to modern measures, which deal with the trip chaining. At the same time, accessibility analysis has evolved with the evolution of accessibility measures. Specifically, while the analysis of accessibility became at zonal level, due to the tendency of zonal data to hide the real levels of accessibility, led the analysis at the individual level.

The purpose of this dissertation is to identify and quantify the level of accessibility suggesting a new individual accessibility measure. The proposed measure is called as individual perceptible origin accessibility. The proposed measure is based on the triple relation spatial attraction, temporal constraints and travel constraints using aggregation techniques. In particular, the new measure is based on the measure of spatio-temporal Odoki (1992) and adapted to the structure of the composite measure of Bhat et al. (2002) incorporating the effect of activity space with elements of the gravity measure (Gaussian type). This measure includes all daily out of home activities of the individual for a typical day.

The proposed measure applied in the city of Volos to determine university student accessibility. In particular, data of student mobility are imported for non-residence activities for a typical day and determined the perceptible accessibility of each student, which is evaluated with existing measures. This measure is converted to city level.

Keywords: *individual accessibility, accessibility measures, activity space, daily activity schedule, temporal constraints, travel constraints, spatial attractions.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ.....	10
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	14
1.3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	17
2.1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	18
2.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	20
2.3. ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ - ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	22
2.4. ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	24
2.5. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	25
2.6. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	29
2.7. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	42
2.8. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	44
2.9. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.....	47
2.10. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ – ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	52
2.11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ – ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	56
ΕΝΟΤΗΤΑ Α. ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	56
3.1. ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ - ΚΑΤΟΙΚΙΑ.....	56
3.2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ.....	57

3.3. ΕΡΕΥΝΕΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ- ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ	60
3.4. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΔΡΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ	61
3.5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	62
3.6. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ	63
ΕΝΟΤΗΤΑ Β. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ.....	65
3.7. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ	65
3.8. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΜΕΤΡΟ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	67
3.8.1. ΧΩΡΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ.....	69
3.8.2. ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ.....	73
3.8.3. ΧΡΟΝΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	75
3.8.4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΟΡΦΗ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ	80
4.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	81
4.2. ΘΕΣΕΙΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ – ΚΑΤΟΙΚΙΑ.....	82
4.3. ΘΕΣΕΙΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ.....	83
4.3.1. ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	83
4.3.2. ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	88
4.3.2.1. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	88
4.3.2.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ.....	94

4.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	106
4.4.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	106
4.4.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ.....	109
4.4.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	113
4.4.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ	116
4.4.5. ΑΝΑΓΩΓΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΟΛΗΣ.....	125
4.5.6. ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ –ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟ ΜΕ ΜΑΚΡΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	134
4.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	137
4.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	137
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	139
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	143
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΤΟΠΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ -ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	143
ΒΑΣΙΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	150
ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΙΑ ΕΜΒΑΘΥΝΣΗ	161

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Σχέση μέτρων προσβασιμότητας και συνθετικών στοιχείων αυτής	30
Πίνακας 2.2. Διάκριση μέτρων προσβασιμότητας	31
Πίνακας 2.3. Μορφές του μέτρου σωρευτικής ευκαιρίας	33
Πίνακας 2.4. Μορφές του μέτρου βαρύτητας.....	34
Πίνακας 2.5. Μορφές του μέτρου χρησιμότητας.....	38
Πίνακας 2.6. Μορφές του μέτρου χωρο - χρονικής προσβασιμότητας.....	39
Πίνακας 2.7. Σύνθετα μέτρα προσβασιμότητας	40
Πίνακας 2.8. Εφαρμογές της προσβασιμότητας – συνοπτικά	48
Πίνακας 4.1. Ομαδοποίηση των μεταβλητών αστικών δραστηριοτήτων.....	95
Πίνακας 4.2. Ποσοστιαία αναλογία του δείκτη της ελκυστικότητας της κάθε δραστηριότητας.....	107
Πίνακας 4.3. Προσβασιμότητα φοιτητών	116
Πίνακας 4.4. Συσχέτιση αντιληπτής προσβασιμότητας με προσβασιμότητα ανά προορισμό	123
Πίνακας 4.5. Συσχέτιση μεταξύ υφιστάμενων μέτρων και προτεινόμενου μέτρου	124
Πίνακας 4.6. Έκταση που καταλαμβάνουν τα διαφορετικά επίπεδα προσβασιμότητας των φοιτητών στην πόλη του Βόλου	126

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1. Χρόνος μετακίνησης φοιτητών.....	98
Γράφημα 4.2. Τρόπος μετακίνησης κάθε φοιτητή προς κάθε μια από αυτές τις δραστηριότητες	99
Γράφημα 4.3. Τελική απόσταση μετακίνησης φοιτητών από τις κατοικίες στις θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων	105
Γράφημα 4.4. Χωρικό στοιχείο για κάθε δραστηριότητα	107
Γράφημα 4.5. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τη σχολή με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τη σχολή.....	109
Γράφημα 4.6. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τη φοιτητική λέσχη με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τη φοιτητική λέσχη.....	110
Γράφημα 4.7. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τη διασκέδαση με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τη διασκέδαση	111
Γράφημα 4.8. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό την αγορά με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς την αγορά.....	111
Γράφημα 4.9. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τις υπηρεσίες με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τις υπηρεσίες..	112
Γράφημα 4.10. Ημερήσια συμμετοχή των φοιτητών στις εκτός κατοικίας δραστηριότητες	113
Γράφημα 4.11. Απεικόνιση χρονικού στοιχείου για τις σταθερές δραστηριότητες σε σχέση με το μέση τιμή του χρονικού στοιχείου για το σύνολο των φοιτητικών δραστηριοτήτων.....	114
Γράφημα 4.12. Απεικόνιση χρονικού στοιχείου για τις μεταβλητές δραστηριότητες σε σχέση με το μέση τιμή του χρονικού στοιχείου για το σύνολο των φοιτητικών δραστηριοτήτων.....	114

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1. Συνθετικά στοιχεία της προσβασιμότητας	21
Σχήμα 3.1. Κατηγορίες παραγόντων που χρησιμοποιούνται στο προσδιορισμό της προσβασιμότητας.....	66
Σχήμα 4.1. Χωρικός εντοπισμός των μεταβλητών θέσεων των ατομικών δραστηριοτήτων.....	92

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 4.1. Διασπορά κατοικιών των φοιτητών.....	82
Χάρτης 4.2. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Πεδίου Άρεως).....	85
Χάρτης 4.3. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Κοραή).....	86
Χάρτης 4.4. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Φυτόκο).....	86
Χάρτης 4.5. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Παραλίας).....	87
Χάρτης 4.6. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς φοιτητική λέσχη.....	87
Χάρτης 4.7. Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των υφιστάμενων δραστηριοτήτων διασκέδασης.....	96
Χάρτης 4.8. Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των υφιστάμενων δραστηριοτήτων αγοράς.....	96
Χάρτης 4.9. Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των υφιστάμενων υπηρεσιών.....	97
Χάρτης 4.10. Χωρική σχέση ομάδων δραστηριότητας και περιοχής εξυπηρέτησης... ..	101
Χάρτης 4.11. Θέσεις μεταβλητών δραστηριοτήτων φοιτητών (αγορές).....	102
Χάρτης 4.12. Θέσεις μεταβλητών δραστηριοτήτων φοιτητών (υπηρεσίες).....	103
Χάρτης 4.13. Θέσεις μεταβλητών δραστηριοτήτων φοιτητών (διασκέδαση).....	104
Χάρτης 4.14. Συντελεστής χώρου δράσης των φοιτητών.....	106
Χάρτης 4.15. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τη σχολή).....	117
Χάρτης 4.16. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τη φοιτητική λέσχη).....	118
Χάρτης 4.17. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τη διασκέδαση).....	119
Χάρτης 4.18. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τις υπηρεσίες).....	120
Χάρτης 4.19. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τις αγορές).....	121
Χάρτης 4.20. Ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα φοιτητών.....	122
Χάρτης 4.21. Η περιοχή μελέτης σε μορφή πολυγώνου και οι θέσεις των κατοικιών των φοιτητών.....	126
Χάρτης 4.22. Νέες χωρικές ζώνες που προέκυψαν από την εφαρμογή των thissen polygon στις θέσεις των κατοικιών των φοιτητών.....	126
Χάρτης 4.23. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (σχολή).....	127
Χάρτης 4.24. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (φοιτητική λέσχη).....	128
Χάρτης 4.25. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (υπηρεσίες).....	129
Χάρτης 4.26. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (διασκέδαση).....	130
Χάρτης 4.27. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (αγορά).....	131
Χάρτης 4.28. Τελική αντιληπτή προσβασιμότητα σε επίπεδο πόλης.....	132

Χάρτης 4.29. Πρόβλεψη της αντιληπτής προσβασιμότητας των φοιτητών σε επίπεδο πόλης (εφαρμογή τεχνικής kriging).....	133
Χάρτης 4.30. Εφαρμογή ενός σωρευτικού δείκτη για τον προσδιορισμό της μακρο-προσβασιμότητας στην πόλη του Βόλου (σύνολο στάσεων των δημόσιων μέσων μεταφοράς).....	135
Χάρτης Π1. Κατανομή των θέσεων των σχολών του πανεπιστημίου	149

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύζυγο μου και τους γονείς μου για τη συνεχή ενθάρρυνση και την υποστήριξη τους σε ολόκληρη την πορεία μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κύριο Φώτη Γεώργιο που υποστήριξε την έρευνα μου με τις πολύτιμες παρατηρήσεις και συμβουλές του, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Οικονόμου Δημήτριο και κ. Σκάγιαννη Παντολέων για τις στοχευμένες παρατηρήσεις τους στη διόρθωση της διδακτορικής μου διατριβής. Τέλος, ευχαριστώ τα μέλη της επταμελούς επιτροπής για την ευγενική διάθεσή τους να αποτελέσουν μέλη της εξεταστικής επιτροπής.

«Την αφιερώνω στην κόρη μου»

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προσβασιμότητα αποτελεί αντικείμενο έρευνας πολλών επιστημονικών τομέων, όπως η γεωγραφία, η έρευνα μεταφορών και ο πολεοδομικός σχεδιασμός. Έχει αποδειχτεί ότι τα μέτρα της προσβασιμότητας βοηθούν στη μέτρηση της προόδου για την επίτευξη περιφερειακών στόχων, όπως της βιωσιμότητας και της κοινωνικής ισότητας (Cervero et al., 1997• Cervero, 1992• Kwan, 1998). Μέσα από τις διάφορες έρευνες έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να συσχετιστεί με κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες μητροπολιτικές περιοχές, όπως η ανεργία, τα προβλήματα εθνοτήτων, τα ποσοστά εγκληματικότητας, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η ατμοσφαιρική ρύπανση (Parolin and Kamara, 2003• Handy, 2002• Huang and Wei, 2002• Grengs, 2010).

Η προσβασιμότητα έχει οριστεί και εφαρμοστεί με αρκετούς τρόπους. Ο Hansen (1959) την όρισε ως «η δυνατότητα των ευκαιριών για αλληλεπίδραση», λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση μεταξύ της προέλευσης (origin) και του προορισμού (destination) καθώς και τον αριθμό των ευκαιριών (opportunities) που είναι διαθέσιμες στους προορισμούς. Ο Ingram (1971) την όρισε ως το «εγγενές χαρακτηριστικό» ή το πλεονέκτημα μιας θέσης για την υπερνίκηση κάποιας πηγής τριβής στο χώρο (π.χ. χρόνος ή απόσταση) διαχωρίζοντας αυτή μεταξύ της μερικής και της ακέραιας προσβασιμότητας. Οι Dalvi και Martin (1976) την όρισαν ως πόσο εύκολα μια δραστηριότητα μπορεί να προσεγγιστεί από μια θέση χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο σύστημα μεταφορών. Ο Hägerstrand (1970) αναπτύσσει την προσβασιμότητα μέσα από ένα χωρο-χρονικό πρίσμα. Για τον Burn (1979) ήταν η ελευθερία των ατόμων να επιλέξουν εάν θέλουν ή όχι να συμμετέχουν σε διαφορετικές δραστηριότητες και για τους Ben-Akiva και Lerman (1979) ορίστηκε ως τα οφέλη από το σύστημα μεταφορών και τις χρήσεις γης. Σύμφωνα, με τους Geurs και Van Wee (2004) τα στοιχεία που συνθέτουν την έννοια αυτής είναι οι χρήσεις γης, τα μέσα μεταφοράς, οι χρονικοί περιορισμοί, καθώς και το άτομο με τα χαρακτηριστικά του.

Η ερευνά της προσβασιμότητας εξελίχθηκε από τα παραδοσιακά μέτρα (απόσταση, σωρευτικά μέτρα, μέτρα βαρύτητας και χρησιμότητας), στα σύγχρονα μέτρα (χωροχρονικά μέτρα, μέτρα δραστηριότητας, σύνθετα μέτρα). Τα παραδοσιακά

μέτρα εξετάζουν την προσβασιμότητα σε ένα ταξίδι (trip based), ενώ τα σύγχρονα την εξετάζουν μέσα από το αλυσιδωτό ταξίδι (trip chaining) στο ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων (activity schedule) (Dong et al., 2006).

Παραδοσιακά, η προσβασιμότητα προσδιορίζονταν με βάση τη λογική των ζωνικών χωρικών επιπέδων, όπου ο αστικός χώρος διακρίνονταν σε ένα σύνολο ζωνών. Όμως, τα ζωνικά μέτρα (δηλαδή τα παραδοσιακά μέτρα) είχαν το μειονέκτημα ότι επηρεάζονταν αρνητικά από το μέγεθος και το σχήμα των ζωνών, καθώς και από την άθροιση των δεδομένων (Dalvi and Martin, 1976• Davidson, 1977• Pirie, 1979• Bach, 1981• Pooler, 1987• Frost and Spence, 1995). Επιπρόσθετα, τα ζωνικά μέτρα υπέθεταν ότι όλα τα άτομα μέσα σε μία ζώνη έχουν τις ίδιες ευκαιρίες με αποτέλεσμα να δημιουργείται το ίδιο επίπεδο προσβασιμότητας για διαφορετικά άτομα στην ίδια ζώνη (Ben-Akiva and Lerman, 1979• Vickerman, 1974• Pirie, 1979• Kwan, 1998• Kwan, 1999). Για το λόγο αυτό, η ανάλυση της προσβασιμότητας σε επίπεδο ζώνης θεωρείται ένας σχετικά ανεπαρκής τρόπος παρουσίασης αυτής. Αντίθετα, η ανάλυση αυτής σε ατομικό επίπεδο κατόρθωσε να αντιμετωπίσει τα ανωτέρω προβλήματα που δημιουργούσε η ζωνική προσέγγιση της προσβασιμότητας (Ben-Akiva and Lerman, 1979• Kwan, 1998• Kwan, 1999• Kwan and Weber, 2008).

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι κατάλληλα για ανάλυση και μέτρηση της προσβασιμότητας επειδή έχουν την ικανότητα για την ακριβή παρουσίαση των χαρακτηριστικών των συστημάτων μεταφοράς και των δραστηριοτήτων. Για τον προσδιορισμό αυτής οι βασικές λειτουργίες που χρησιμοποιούνται από ένα τυπικό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι η προετοιμασία της βάσης δεδομένων και ο αλγόριθμος που μετρά τη φυσική προσβασιμότητα (Arentze et al., 1994• Kwan, 1998• O'Sullivan et al., 2000• Shen, 1998• Φώτης, 2010). Με βάση τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών αναπτύχθηκαν διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις για τον προσδιορισμό αυτής (Zhu et al., 2005• Thériault and Des Rosiers, 2004• Liu and Zhu, 2004• O'Sullivan et al., 2000• Lee and Goulias, 1997). Στην παρούσα διδακτορική διατριβή τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών συνέβαλλαν σημαντικά στην υλοποίηση του προτεινόμενου μέτρου.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή στοχεύει στην ανάπτυξη ενός νέου μέτρου ατομικής προσβασιμότητας, το οποίο συνθέτει τα θετικά σημεία τόσο από τα σύγχρονα όσο και από τα παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας. Το προτεινόμενο μέτρο

ονομάζεται «ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα της προέλευσης». Η ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα της προέλευσης ορίζεται ως η ωφέλεια που έχει το άτομο από την επιλογή της θέσης της προέλευσης (κατοικίας) του σε σχέση με σύνολο των προορισμών που επισκέπτεται ημερησίως σύμφωνα με το ατομικό χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων του. Ο προτεινόμενος τρόπος προσδιορισμού της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας, που εισάγεται, συνδυάζει την επίδραση του χώρου, του χρόνου και της μετακίνησης. Το προτεινόμενο μέτρο συνδυάζει τη δομή των παραδοσιακών μέτρων (κυρίως μέτρα βαρύτητας) με τη δομή των σύγχρονων μέτρων, δηλαδή του χωρο-χρονικού μέτρου του Odoki και του σύνθετου μέτρου άθροισης της προσβασιμότητας των Bhat et al (2002). Με τη χρήση των τεχνικών και των μεθόδων των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) αναπτύχθηκε μια ακολουθία χωρικών λειτουργιών και σχέσεων πάνω στην οποία εφαρμόστηκε το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας.

Το προτεινόμενο μέτρο εφαρμόζεται στους φοιτητές της πόλης του Βόλου. Στην έρευνα αυτή συλλέχθηκαν πληροφορίες σχετικά με την ακριβή θέση της κατοικίας των φοιτητών, συμπληρώθηκε για κάθε ερωτώμενο φοιτητή ένα ημερήσιο ατομικό ημερολόγιο δραστηριοτήτων και απαντήθηκαν ερωτήσεις σχετικά με την ημερήσια μετακίνηση τους στις δραστηριότητες. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν σε παλαιότερη έρευνα και για να εντοπιστεί το χωρικό πρότυπο της μετακίνησης των φοιτητών στην πόλη του Βόλου (Moustou and Photis, 2005• Moustou and Photis, 2006• Μούστου και Φώτης, 2005• Μούστου, 2004). Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην παρούσα διατριβή αναπτύχθηκε μια πρωτότυπη μεθοδολογία δημιουργίας χωρικών δεδομένων. Ειδικότερα, επειδή τα δεδομένα που συλλέγονται μέσα από τα ημερήσια ημερολόγια δραστηριοτήτων είναι αρκετά λεπτομερή παρατηρείται το πρόβλημα της δυσκολίας των ερωτώμενων να προσδιορίσουν την ακριβή θέση των μεταβλητών δραστηριοτήτων τους (flexible activities), δηλαδή των δραστηριοτήτων αυτών που το άτομο έχει εναλλακτικές επιλογές (όπως η αγορά, η διασκέδαση, υπηρεσίες). Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος προτείνεται μια έμμεση μέθοδος δημιουργίας χωρικών δεδομένων σε μικρό-κλίμακα, ακολουθώντας μια νέα μέθοδο μικρο-προσομοίωσης της ανθρώπινης συμπεριφοράς (η οποία περιγράφεται λεπτομερώς στο κεφάλαιο της εφαρμογής).

Το παρόν διδακτορικό μέσα από τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας αντιμετώπισε μια σειρά από ερωτήματα. Τα ερωτήματα, τα οποία απαντήθηκαν (κεφάλαιο 5), είναι:

- Με ποιον τρόπο μπορεί να συνδεθεί και να συνδυαστεί η έννοια της αλληλεπίδρασης των αστικών υπηρεσιών με την ανθρώπινη χωρική συμπεριφορά με σκοπό τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας σε επίπεδο ατόμου;
- Ποια η σχέση του χώρου δράσης με την μέτρηση της ατομικής προσβασιμότητας;
- Πως σχετίζεται ο χρόνος, ο χώρος και η μετακίνηση με σκοπό να προσδιοριστεί η ατομική προσβασιμότητα;
- Πως η ατομική προσβασιμότητα ανάγεται σε επίπεδο πόλης;

1.2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η επιστημονική συνεισφορά της διδακτορικής διατριβής είναι η ανάπτυξη ενός ατομικού μέτρου προσβασιμότητας, το οποίο ονομάζεται «ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα της προέλευσης». Η προτεινόμενη ονομασία δίνεται αφενός διότι διερευνάται η προσβασιμότητα της προέλευσης σε ατομικό επίπεδο αφετέρου επειδή επηρεάζεται όχι μόνο από παραδοσιακούς χωρικούς παράγοντες (θέσεις δραστηριοτήτων), αλλά και από παράγοντες ατομικής προτίμησης και επιλογής (ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων).

Το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας βασίζεται στη τριπλή σχέση του χωρο-χρονικού μέτρου του Odoki, το οποίο προσαρμόζεται στη δομή του σύνθετου μέτρου άθροισης της προσβασιμότητας των Bhat et al. (2002), χρησιμοποιώντας επιπρόσθετα στοιχεία από ένα παραδοσιακό μέτρο προσβασιμότητας (μέτρο βαρύτητας τύπου Gaussian), καθώς και την επίδραση του χώρου δράσης. Συνεπώς, το νέο μέτρο που προκύπτει από το συνδυασμό των ανωτέρω υφιστάμενων τρόπων μέτρησης εντάσσεται στην κατηγορία των σύνθετων μέτρων άθροισης (aggregation measures) της προσβασιμότητας σε ατομικό επίπεδο.

Η ανάγκη που συνετέλεσε στο να δημιουργηθεί το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας είναι να αντιμετωπιστούν ορισμένα μειονεκτήματα των παραδοσιακών και σύγχρονων μέτρων. Ειδικότερα, γνωρίζοντας ότι τα ζωνικά μέτρα (δηλαδή τα παραδοσιακά μέτρα) μπορούν να κρύψουν ή και να αλλάξουν σε κάποιες περιοχές τη μορφή της προσβασιμότητας επιλέγεται να προσδιοριστεί η προσβασιμότητα σε επίπεδο ατόμου. Επιπλέον, ενώ τα παραδοσιακά μέτρα είναι στατικά και δε λαμβάνουν υπόψη ούτε το πρότυπο των δραστηριοτήτων ούτε την ανθρώπινη συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της ημέρας, το προτεινόμενο μέτρο επιλύει το πρόβλημα αυτό τόσο μέσα από την ενσωμάτωση του χώρου δράσης σε αυτό όσο και με την επίδραση του ημερήσιου ατομικού χρονοδιαγράμματος δραστηριοτήτων καθώς και των χρονικών περιορισμών του ατόμου. Ταυτόχρονα, ενώ τα σύγχρονα μέτρα έχουν προβλήματα εφαρμογής και λειτουργικότητας και απαιτούσαν μεγάλο αριθμό ατομικών δεδομένων, το προτεινόμενο μέτρο αντιμετωπίζει αυτά τα προβλήματα τόσο μέσα από την εύχρηστη και απλή δομή του όσο και από το ότι μπορεί να εφαρμοστεί και σε μικρό αριθμό ατομικών δεδομένων.

Επομένως, το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας εισάγει αρκετά νέα – πρωτότυπα στοιχεία. Πιο αναλυτικά:

- Εισάγεται ο ατομικός χώρος δράσης στον προσδιορισμό της προσβασιμότητας. Μέχρι σήμερα, ο χώρος δράσης χρησιμοποιούνταν ως παράμετρος που έδειχνε το πρότυπο των μετακινήσεων του ατόμου, ενώ στο παρόν διδακτορικό ενσωματώνεται ως βασική συνιστώσα του προτεινόμενου μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας.
- Προτείνεται ένας νέος τρόπος σύνδεσης των χρονικών περιορισμών και ειδικότερα του ημερήσιου χρόνου συμμετοχής του ατόμου στη δραστηριότητα με τη προσβασιμότητα.
- Δημιουργείται ένα μέτρο ατομικής προσβασιμότητας το οποίο είναι πιο εύχρηστο και πιο απλό από τα υφιστάμενα μέτρα ατομικής προσβασιμότητας.
- Επιπλέον, κατά την εφαρμογή του προτεινόμενου μέτρου αναπτύσσονται κάποιες πρωτότυπες μεθοδολογίες με τη χρήση των τεχνικών των GIS. Ειδικότερα, προτείνεται μια νέα μεθοδολογία μικρό-προσομοίωσης της ανθρώπινης συμπεριφοράς για τον εντοπισμό των θέσεων των μεταβλητών ατομικών δραστηριοτήτων (flexible activities), η οποία βασίζεται στη χρήση των χωρικών λειτουργιών των GIS. Άρα δημιουργούνται χωρικά δεδομένα επιλύοντας με τον τρόπο αυτό το πρόβλημα του εντοπισμού των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων που παρατηρείται κατά τη συλλογή των ημερολογίων δραστηριότητας. Επιπρόσθετα, αναπτύσσεται μια νέα διαδικασία μέσω της οποίας η προκύπτουσα ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα ανάγεται σε επίπεδο πόλης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω η ανάπτυξη του προτεινόμενου μέτρου προσβασιμότητας σε επίπεδο ατόμου δίνει στον αστικό σχεδιασμό ένα καινούριο εργαλείο, με το οποίο μπορούν να αξιολογηθούν οι διαφορετικές πολιτικές ανάπτυξης.

1.3. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η διδακτορική διατριβή απαρτίζεται από πέντε κεφάλαια των οποίων η διάρθρωση έχει ως εξής:

- Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της προσβασιμότητας. Συγκεκριμένα, περιγράφεται το ζήτημα της προσβασιμότητας στο χώρο σε σχέση με τους διαφορετικούς τρόπους μέτρησης που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα. Ταυτόχρονα, περιγράφονται οι διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις που έχουν ακολουθηθεί για να προσδιοριστεί αυτή.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται στην πρώτη ενότητα το εννοιολογικό πλαίσιο πάνω στο οποίο βασίζεται η δόμηση του προτεινόμενου μέτρου της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Στην δεύτερη ενότητα αναπτύσσεται η διαδικασία μέσα από την οποία θεμελιώνεται το προτεινόμενο μέτρο «ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας της προέλευσης».
- Στο τέταρτο κεφάλαιο εφαρμόζεται το προτεινόμενο μέτρο. Ειδικότερα, επιλέχθηκε να προσδιορισθεί η αντιληπτή προσβασιμότητα των φοιτητών στην πόλη του Βόλου, χρησιμοποιώντας λεπτομερή στοιχεία από έρευνα που κατέγραψε πληροφορίες σχετικά με το ημερήσιο πρόγραμμα δραστηριοτήτων των φοιτητών και την κινητικότητα αυτών.
- Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και τα ευρήματα γύρω από το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας, αναδεικνύοντας τη θετική συμβολή του προτεινόμενου μέτρου και τις προοπτικές αυτού στον προσδιορισμό της προσβασιμότητας και απαντώνται τα βασικά ερωτήματα της διδακτορικής διατριβής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Η ανάπτυξη μιας περιοχής είναι μια πολυσταδιακή διαδικασία, η οποία μεταβάλλεται συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου, ενσωματώνοντας τις εκάστοτε ανάγκες και απαιτήσεις της εποχής. Ήδη από τα μέσα του δεύτερου μισού του 19ου αιώνα πολλές πόλεις του βιομηχανοποιημένου κόσμου βίωσαν σημαντικές αλλαγές. Η ανάπτυξη νέων δικτύων δημόσιων μέσων μεταφοράς άλλαξε τελείως το πρότυπο της προσβασιμότητας και της μετακίνησης.

Παράλληλα, οι αλλαγές που συντελέστηκαν στον 20ο αιώνα επηρέασαν καθοριστικά τη χωρική δομή. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε, μέσα από μια μαζική αστικοποίηση, μια επέκταση των πόλεων δημιουργώντας νέες αστικές δομές που αποτέλεσαν τους δορυφόρους των αστικών κέντρων. Μέσα από τις αλλαγές αυτές επηρεάστηκαν σημαντικά οι χρήσεις γης και η διασπορά αυτών, η μορφή της μετακίνησης, καθώς και η κοινωνική διασπορά του πληθυσμού μέσα στην πόλη (Φραντζεσκάκης και Γιαννόπουλος, 1986).

Μέσα από τις αλλαγές που συντελέστηκαν στον αστικό χώρο αναδείχθηκε το ζήτημα της αλληλεξάρτησης των συστημάτων μεταφορών και των χρήσεων γης. Πιο αναλυτικά, το σύστημα των χρήσεων γης, δηλαδή το είδος, η πυκνότητα και η κατανομή τους στο χώρο, καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τον αριθμό, το σκοπό, το μήκος και τα άλλα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων. Από την άλλη μεριά, το σύστημα των μεταφορών επηρεάζει την επιλογή της θέσης εγκατάστασης των διάφορων χρήσεων γης. Το γεγονός αυτό, δηλαδή η αλληλεξάρτηση των συστημάτων μεταφορών και χρήσεων γης, οδήγησε πολύ γρήγορα στη διερεύνηση όλων των στοιχείων που την επηρεάζουν σε μια περιοχή. Αναδείχθηκε έτσι η έννοια της προσβασιμότητας (Hansen, 1959• Handy and Niemeier, 1997• Torrens, 2000• Geurs and Van Wee, 2004• Litman, 2008).

2.1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Σημαντικό στοιχείο για τη διερεύνηση της προσβασιμότητας στο αστικό χώρο αποτελεί ο καθορισμός της έννοιας αυτής. Η προσβασιμότητα έχει οριστεί με αρκετούς τρόπους.

Ο Hansen (1959) την όρισε ως το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των ευκαιριών λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση μεταξύ της προέλευσης - προορισμού καθώς και τον αριθμό των διαθέσιμων ευκαιριών.

Ο Hagerstrand (1970) ασχολήθηκε με τη χωρο - χρονική προσβασιμότητα εισάγοντας ότι τα άτομα έχουν περιορισμένο χρόνο κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων και αναπτύσσει την προσβασιμότητα μέσα από ένα χωρο-χρονικό πρίσμα.

Κατά τον Ingram (1971) η προσβασιμότητα έχει δύο διαστάσεις της μερικής προσβασιμότητας που σημαίνει δυνατότητα πρόσβασης μεταξύ δύο σημείων, και της ακέραιας προσβασιμότητας που σημαίνει δυνατότητα πρόσβασης μεταξύ ενός σημείου και ενός συνόλου (Waerden, 2003).

Για τους Ben-Akiva και Lerman (1979) η προσβασιμότητα ορίζεται ως «τα οφέλη από το σύστημα μεταφορών και τις χρήσεις γης». Ειδικότερα, ορίζουν τη χρησιμότητα που λαμβάνει ένα άτομο για τις διαφορετικές επιλογές ταξιδιού.

Σύμφωνα με τους Tagore και Sikdar (1995), τα τρία κύρια συστατικά ενός μέτρου προσβασιμότητας είναι η θέση και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού, η γεωγραφική κατανομή και η ένταση των οικονομικών δραστηριοτήτων, καθώς και τα χαρακτηριστικά του υπάρχοντος συστήματος μεταφορών.

Ο Joly (1999) εντόπισε τους κυριότερους ορισμούς της προσβασιμότητας, ορίζοντας τη θέση στον αστικό χώρο ως κόμβο στο δίκτυο. Οι παρακάτω ορισμοί δείχνουν ότι η έννοια αυτής εξελίχθηκε από την πιο απλή δομή της η οποία εκφράζεται ως μια απλή σύνδεση μεταξύ του κόμβου και του δικτύου στις περισσότερες πολύπλοκες όπου η προσβασιμότητα προκύπτει μέσα από ένα σύνολο παραγόντων που αξιολογούνται και βαθμολογούνται με την συμβολή ειδικών επιστημόνων.

Ειδικότερα, σύμφωνα με το Joly (1999) η προσβασιμότητα είναι:

- Η ύπαρξη μια σύνδεσης μεταξύ του κόμβου και του δικτύου.
- Η απόσταση στο κοντινότερο κόμβο στο δίκτυο
- Το σύνολο των άμεσων συνδέσεων με άλλους κόμβους.
- Ο συνολικός αριθμός των συνδέσεων με αυτόν τον κόμβο.
- Το κόστος ταξιδιού μεταξύ των κόμβων
- Το σταθμισμένο μέσο κόστος ταξιδιού μεταξύ του κόμβου και όλων των κόμβων στο δίκτυο
- Η αναμενόμενη εκτίμηση της μέγιστης χρησιμότητας μιας επίσκεψης σε οποιοδήποτε κόμβο.
- Η χωρική αλληλεπίδραση μεταξύ του κόμβου και όλων των άλλων κόμβων
- Το σύνολο των ανθρώπων που μπορούν να φθάσουν από ένα κόμβο μέσα ένα ορισμένο όριο κόστους μεταφοράς.
- Το αντίστροφο ενός εξισορροπημένου παράγοντα σε ένα απλό ή διπλά περιορισμένο χωρικό πρότυπο αλληλεπίδρασης.
- Μετριέται με τη βοήθεια της κρίσης των ειδικών

Μετά τον καθορισμό των διάφορων εννοιών της προσβασιμότητας, στην επόμενη ενότητα, παρουσιάζονται οι βασικότερες συνιστώσες που συνθέτουν και προσδιορίζουν αυτή.

2.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Σημαντικό στοιχείο της διερεύνησης της προσβασιμότητας είναι ο καθορισμός των συνιστωσών αυτής. Σύμφωνα με τους Geurs και Van Wee (2004) οι συνιστώσες που συνθέτουν την έννοια της προσβασιμότητας είναι οι χρήσεις γης, οι μεταφορές, οι χρονικοί περιορισμοί και το ίδιο το άτομο.

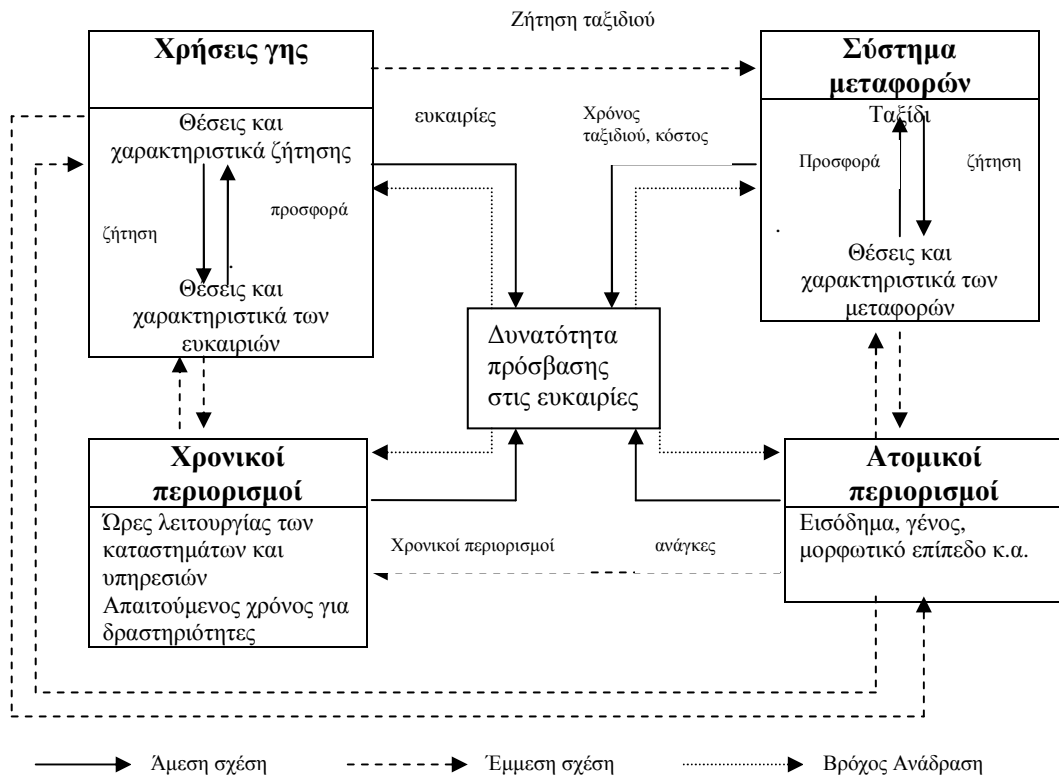
Η συνιστώσα των χρήσεων γης περιλαμβάνει το μέγεθος, την ποιότητα και τη χωρική διασπορά των παρεχόμενων υπηρεσιών σε κάθε προορισμό, αλλά και τη ζήτηση για αυτές τις ευκαιρίες σε κάθε προέλευση.

Η συνιστώσα του συστήματος μεταφορών εκφράζεται ως η απόσταση που χρειάζεται να διανύσει το άτομο μεταξύ προέλευσης και προορισμού, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα μέσα μεταφοράς και περιλαμβάνει το χρόνο (ταξιδιού, καθυστέρησης και παρκαρίσματος), το κόστος (σταθερό και μεταβλητό) και την προσπάθεια (περιλαμβάνοντας αξιοπιστία, επίπεδο άνεσης κ.α.).

Η συνιστώσα των χρονικών περιορισμών περιλαμβάνει τη διαθεσιμότητα των ευκαιριών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές της ημέρας και το διαθέσιμο χρόνο των ατόμων που συμμετέχουν σε συγκεκριμένες δραστηριότητες.

Η συνιστώσα του ατόμου περιλαμβάνει τις ανάγκες (που εξαρτώνται από την ηλικία, το εισόδημα, το εκπαιδευτικό επίπεδο, την κατάσταση νοικοκυριού κ.α.), τις ικανότητες (εξαρτώνται από τη φυσική κατάσταση των ατόμων, τη διαθεσιμότητα των μέσων μεταφοράς) και τις ευκαιρίες (εξαρτώνται από το εισόδημα των ατόμων, το προϋπολογισμό για το ταξίδι, κ.α.).

Το Σχήμα 2.1. των Geurs και Van Wee, (2004) απεικονίζει τις ανωτέρω συνιστώσες με τα χαρακτηριστικά τους και δείχνει τη συσχέτιση αυτών με τη προσβασιμότητα. Ειδικότερα, σύμφωνα με αυτό η συνιστώσα των χρήσεων γης (ως διασπορά δραστηριοτήτων) είναι βασικός παράγοντας προσδιορισμού τη ζήτηση ταξιδιού (συνιστώσα μεταφορών) και μπορεί να εισάγει χρονικούς περιορισμούς και να επηρεάσει τις ατομικές ευκαιρίες (συνιστώσα ατομικών περιορισμών).



Σχήμα 2.1. Συνθετικά στοιχεία της προσβασιμότητας

Αφού απεικονίστηκαν οι βασικές συνιστώσες της προσβασιμότητας είναι απαραίτητο να διερευνηθεί η σχέση αυτής με τα διάφορα χωρικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες μητροπολιτικές περιοχές, τα οποία και περιγράφονται στην επόμενη ενότητα.

2.3. ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ - ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Η ανάλυση της προσβασιμότητας στον αστικό χώρο αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για την αντιμετώπιση των χωρικών προβλημάτων, όπως η απομόνωση και υποβάθμιση κάποιων περιοχών, η υπερσυγκέντρωση υπηρεσιών σε κάποιες άλλες, περιβαλλοντικά και κυκλοφοριακά προβλήματα, αλλά και ο κοινωνικός αποκλεισμός διάφορων ομάδων. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών ήρθε ο νέος αστικός σχεδιασμός να εισάγει νέους τρόπους σχεδιασμού των πόλεων.

Συγκεκριμένα, οι περιοχές του Νέου Αστικού Σχεδιασμού χαρακτηρίζονται από μίξη των χρήσεων γης και των κατοικιών, από υψηλές πυκνότητες κατοίκησης και από ένα αλληλοσυνδεδεμένο δίκτυο οδικών αξόνων. Οι υποστηρικτές του ρεύματος αυτού αναφέρουν ότι ο Νέος Αστικός Σχεδιασμός μειώνει την εξάρτηση από τη χρήση του αυτοκινήτου, αυξάνει το περπάτημα και τη χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς, μειώνοντας τις αποστάσεις και το χρόνο μετακίνησης, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η προσβασιμότητα για τους κατοίκους των περιοχών αυτών. Για το λόγο αυτό, στα πλαίσια του νέου αστικού σχεδιασμού η προσβασιμότητα μελετάται και ερευνάται σε επίπεδο ατόμου (Joh, 2009).

Πιο αναλυτικά, η μελέτη της προσβασιμότητας επιδρά θετικά στην αποτελεσματικότερη κατανομή των υπηρεσιών σε σχέση πάντα με το κόστος και το χρόνο. Ταυτόχρονα, μπορεί να προσφέρει περισσότερους πελάτες σε μια εκτεταμένη περιοχή αγορών και βοηθά περισσότερο τα άτομα να προσεγγίσουν τους διαφορετικούς ημερήσιους προορισμούς τους. Για τους λόγους αυτούς, η προσβασιμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ελκυστικότητας μέσα από το οποίο επηρεάζονται οι αποφάσεις χωροθέτησης των επιχειρήσεων, οι αποφάσεις χωροθέτησης των διαφορετικών χρηστών στην πόλη και τέλος οι μετακινήσεις (Handy, 2002• Huang and Wei,2002). Η προσβασιμότητα είναι μεγάλης σημασίας για τις διαφορετικές χρήσεις γης, καθώς επηρεάζει σημαντικά τη χωροθέτηση χρήσεων, όπως εμπορίου, γραφείων και κατοικιών. Περιοχές με υψηλή προσβασιμότητα τείνουν να αναπτύσσονται γρηγορότερα από άλλες περιοχές (Spiekermann, 2003).

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η προσβασιμότητα είναι σημαντικός παράγοντας στην κινητικότητα. Οι όροι προσβασιμότητα και κινητικότητα συχνά χρησιμοποιούνται μαζί στο σχεδιασμό των μέσων μεταφοράς, αλλά χωρίς ξεκάθαρη

διάκριση. Η κινητικότητα, δηλαδή η πιθανότητα μετακίνησης, σχετίζεται με τη προσβασιμότητα. Πολιτικές, οι οποίες αυξάνουν την κινητικότητα, μπορούν σε γενικές γραμμές να αυξήσουν τη προσβασιμότητα κάνοντας ευκολότερη την πρόσβαση των προορισμών. Ωστόσο, υπάρχουν και περιπτώσεις όπου η προσβασιμότητα δε σχετίζεται με την κινητικότητα. Για παράδειγμα, μια κοινότητα με υψηλή συμφόρηση, στην οποία οι κάτοικοι ζουν μέσα σε κοντινή απόσταση από τους επιθυμητούς τους προορισμούς έχει φτωχή κινητικότητα, αλλά υψηλή προσβασιμότητα (Handy, 2002).

Ταυτόχρονα, η εφαρμογή πολιτικών κινητικότητας (mobility strategies) ευνόησε τη χρήση του αυτοκινήτου, οδηγώντας στην αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση αυξάνει τις καθυστερήσεις, όποτε μειώνεται η ταχύτητα και τελικά αυξάνεται ο χρόνος πρόσβασης των διάφορων προορισμών. Επομένως, η διερεύνηση της προσβασιμότητας του χώρου κατά το σχεδιασμό μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση του προβλήματος της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Παράλληλα, η προσβασιμότητα των δημόσιων μέσων μεταφοράς αποτελεί βασικό στοιχείο στη μετακίνηση. Τα τελευταία χρόνια συντελέστηκαν σημαντικές αλλαγές στη κατασκευή και την τεχνολογία αυτών με σκοπό να γίνουν προσβάσιμα στους κατοίκους των περιοχών. Η προσβασιμότητα είναι πολύ σημαντική για τα δημόσια μέσα μεταφοράς, καθώς δίνει τη δυνατότητα να γίνουν εύκολα προσεγγίσιμοι αρκετοί προορισμοί. Συνεπώς, η διερεύνηση της αποτελεί επιτακτική ανάγκη για την καλύτερη οργάνωση του συστήματος μεταφορών (Fu et al., 2005• Schoon et al., 1999• Hillman and Pool, 1997• Koskinen et al., 2005).

Ταυτόχρονα, παρατηρήθηκε ότι προβλήματα προσβασιμότητας μπορούν να συμβάλλουν στον κοινωνικό αποκλεισμό και τη στέρηση της πρόσβασης σημαντικών υπηρεσιών από αρκετές κοινωνικές ομάδες. Αποτέλεσμα αυτού είναι να δημιουργούνται προβλήματα ανεργίας, εγκληματικότητας και χαμηλού μορφωτικού επιπέδου (Kwan, 1998• Kwan, 1999• Shen, 1998• Grengs, 2010).

2.4. ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Εξαιτίας της ποικιλίας των μορφών και ορισμών της προσβασιμότητας παρατηρήθηκε ότι εφαρμόζεται σε διαφορετικά χωρικά επίπεδα ανάλυσης. Ειδικότερα, τα επίπεδα ανάλυσης της προσβασιμότητας ξεκίνησαν με την πρώτη γενιά μοντέλων, που βασίστηκαν στη σωρευτική ζήτηση (aggregate demand), διερευνώντας τις σχέσεις των μετακινούμενων σε ζωνικό επίπεδο. Ωστόσο, σταδιακά η προσέγγιση των συνολικών ή σωρευτικών μοντέλων αντικαταστάθηκε από τα ατομικά μοντέλα (δεύτερης γενιάς μοντέλα).

Η ζωνική προσέγγιση χρησιμοποιείται ευρέως στον προσδιορισμό της προσβασιμότητας, απεικονίζοντας την σε διάφορες χωρικές μονάδες (Kwan and Weber, 2008). Για παράδειγμα, μελετάται σε επίπεδο περιοχών πληθυσμιακής απογραφής (Haynes et al., 2003• Helling, 1998), σε επίπεδο γειτονιών (Limanond and Niemeier, 2003), σε επίπεδο σχεδιασμού μεταφορών (Chang, 2003• Kawabata, 2003• Shaw, 1991) και σε επίπεδο εκλογικών περιφερειών (Gimpel and Schuknecht, 2003).

Η ανάλυση των σωρευτικών δεδομένων (aggregate data) και άρα η ανάλυση σε ζωνικό επίπεδο είναι ένας σχετικά ανεπαρκής τρόπος παρουσίασης των ανθρωποκεντρικών κοινωνιών. Αυτό οφείλεται στην έμφυτη τάση των συνολικών στοιχείων να καλύπτουν την πραγματική εικόνα (Ben-Akiva and Lerman, 1979• Kwan, 1998• Kwan, 1999• Kwan and Weber, 2008). Για παράδειγμα, η συγκέντρωση του φαινομένου της φτώχειας σε μια κοινωνία αποδεικνύεται ότι δεν μπορεί με σιγουριά να οριοθετηθεί μέσα από τη συνολική ανάλυση. Επίσης, σύμφωνα με μελέτες της Kwan (1998), σε αστικό επίπεδο έχει αποδειχτεί, μέσα από λεπτομερή ανάλυση σε ατομικό επίπεδο δειγμάτων γυναικών, ότι η συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα έχει μειωμένη δυνατότητα πρόσβασης, κάτι το οποίο κρύβεται από τη συνολική ανάλυση των δεδομένων. Επομένως, γίνεται αντιληπτή η ανάγκη ανάλυσης αυτής σε ατομικό επίπεδο (O'Sullivan, 2003). Στην παρούσα διατριβή η ατομική προσέγγιση της προσβασιμότητας αποτελεί το κύριο στοιχείο για τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου.

2.5. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Για τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας βασικό δομικό στοιχείο αποτελεί η επιλογή των παραγόντων και των κριτηρίων πάνω στα οποία θα βασιστεί η διερεύνηση αυτής. Σύμφωνα με τον Litman (2008), οι παράγοντες που επιδρούν στη προσβασιμότητα διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Ζήτηση μέσω μεταφοράς
- Κινητικότητα
- Επιλογές μέσω μεταφοράς
- Πληροφορίες χρήστη
- Ολοκλήρωση συστήματος
- Οικονομική ανεκτικότητα
- Υποκατάστατα κινητικότητας
- Χρήσεις γης
- Συνδετικότητα του δικτύου μεταφορών
- Σχεδιασμός και διαχείριση οδικού δικτύου
- Καθορισμός προτεραιοτήτων
- Μη- προσιτότητα (inaccessibility)

Πιο αναλυτικά:

- Η ζήτηση μέσω μεταφοράς αναφέρεται στο μέγεθος της κινητικότητας και της προσβασιμότητας των ατόμων κάτω από ποικιλία συνθηκών.
- Η κινητικότητα αναφέρεται στη φυσική μετακίνηση, μετρημένη σε ταξίδια, απόσταση και ταχύτητα. Η αυξημένη κινητικότητα οδηγεί σε αυξημένη προσβασιμότητα.
- Οι επιλογές μέσω μεταφοράς αναφέρονται στην ποιότητα και την ποσότητα των μέσων μεταφοράς και των προσιτών υπηρεσιών. Γενικότερα, βελτιώνοντας τις επιλογές μεταφοράς βελτιώνεται η προσβασιμότητα.

- Η ποιότητα της πληροφορίας επιδρά τόσο στην επιθυμία της κινητικότητας όσο και στις επιλογές προσβασιμότητας.
- Η ολοκλήρωση συστήματος σημαίνει ότι η προσβασιμότητα επηρεάζεται από την ποιότητα ολοκλήρωσης του συστήματος, όπως η ευκολία αλλαγής μεταξύ των μέσων, η ποιότητα των στάσεων, των τερματικών και της άνεσης χώρου στάθμευσης.
- Η οικονομική ανεκτικότητα σημαίνει ότι τα οικονομικά κόστη των χρηστών για τη μεταφορά δεν είναι υπερβολικά. Παράγοντες ατομικοί αλλά και χωρικοί επηρεάζουν την οικονομική ανεκτικότητα των μεταφορών.
- Τα υποκατάστατα κινητικότητας περιλαμβάνουν τηλε-εργασία και υπηρεσίες διανομής που παρέχουν πρόσβαση με την ελάχιστη κινητικότητα. Τα υποκατάστατα κινητικότητας μπορούν να παρέχουν πρόσβαση για πολλά αγαθά και για δραστηριότητες.
- Οι χρήσεις γης επιδρούν στη προσβασιμότητα, περιλαμβάνοντας πυκνότητα και συνδετικότητα. Η αυξημένη πυκνότητα και η ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων οδηγούν σε αύξηση της προσβασιμότητας.
- Η συνδετικότητα του δικτύου μεταφορών επιδρά στη προσβασιμότητα. Τα ιεραρχικά οδικά δίκτυα συχνά έχουν υψηλότερη κυκλοφοριακή ταχύτητα αλλά μικρότερη προσβασιμότητα εξαιτίας των αυξημένων αποστάσεων ταξιδιού, της αυξημένης καθυστέρησης στη συμφόρηση και των μειωμένων επιλογών ταξιδιού, με αποτέλεσμα να απαιτούνται υψηλότερα συνολικά κόστη για να διατηρηθεί ένα καθορισμένο επίπεδο προσβασιμότητας.
- Ο σχεδιασμός και η διαχείριση οδικού δικτύου περιλαμβάνουν ποικιλία παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν την κινητικότητα και την προσβασιμότητα. Ο σχεδιασμός του οδικού δικτύου συχνά περιλαμβάνει ανταλλαγή μεταξύ διαφορετικών τύπων πρόσβασης. Για παράδειγμα, οι σχεδιαστές οδικών αξόνων θα πρέπει συχνά να επιλέξουν, κατανέμοντας στο χώρο, τους λεωφορειοδρόμους, τους ποδηλατοδρόμους, τους δρόμους παρκαρίσματος κ.λ.π.
- Ο καθορισμός προτεραιοτήτων (συχνά ονομάζεται διαχείριση της ζήτησης της μεταφοράς ή διαχείριση κινητικότητας) αυξάνει την αποτελεσματικότητα του

συστήματος μεταφορών, δίνοντας προτεραιότητα σε ταξίδια μεγαλύτερης αξίας και σε περισσότερο αποδοτικά μέσα μεταφοράς. Αυξάνοντας την κινητικότητα και την προσβασιμότητα αυξάνει η οικονομική αποτελεσματικότητα και τα κοινωνικά οφέλη.

- Η μη-προσιτότητα παρέχει ωφέλη και αυξημένη κινητικότητα και συχνά βγάζει σημαντικά εξωτερικά κόστη. Για παράδειγμα πολλοί άνθρωποι ονειρεύονται να ζήσουν σε μια απομονωμένη περιοχή εξαιτίας της ανάγκης τους για ιδιωτικότητα και ησυχία (Litman, 2008).

Ταυτόχρονα, πέρα από τη γενική διάκριση των κατηγοριών των παραγόντων προσβασιμότητας, οι Steer et al. (2005) όρισαν μια σειρά ειδικών κριτηρίων. Ειδικότερα:

- Θέση: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει αστικές περιοχές, περιαστικές, αγροτικές και κόμβους με καλή ποιότητα των γραμμών των δημόσιων μέσων μεταφοράς.
- Τύπος δραστηριότητας: Η προσβασιμότητα θα πρέπει να μετρηθεί για την εργασία, τις εμπορικές και άλλες δραστηριότητες.
- Χρόνος ταξιδιού: Ο χρόνος ταξιδιού είναι ο χρόνος ταξιδιού από πόρτα σε πόρτα, περιλαμβάνοντας το χρόνο που ξοδεύεται στο περπάτημα προς τις στάσεις των μέσων μεταφοράς, το χρόνο αναμονής, το χρόνο μετακίνησης με το μέσο μεταφοράς και το χρόνο ανταλλαγής σε άλλη υπηρεσία.
- Αποδεκτός χρόνος περπατήματος: Ο χρόνος αυτός περιλαμβάνει δύο τύπους περπατήματος, το χρόνο προς τις στάσεις των μέσων μεταφοράς και το χρόνο όπου τα ταξίδια γίνονται εξολοκλήρου περπατώντας.
- Χρόνος αναμονής: Όταν η συχνότητα υπηρεσίας των δημόσιων μέσων μεταφοράς είναι υψηλή, δηλαδή ανά 10-15 λεπτά, το άτομο είναι πιθανό να σχεδιάσει τα ταξίδια του σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα και πολύ πιθανό να περιμένει για την επόμενη υπηρεσία.
- Χρόνος μέσα στο όχημα: Αναφέρεται στο χρόνο που ξοδεύεται ταξιδεύοντας μέσα στο λεωφορείο, στο τρένο ή το μετρό. Ο χρόνος στο όχημα λαμβάνει υπόψη και την κυκλοφοριακή συμφόρηση.

- Ανταλλαγή: Η ανταλλαγή μεταξύ των μέσων μεταφοράς είναι πολύπλοκη και μπορεί δύσκολα να μοντελοποιηθεί για να προσδιορίσει τη προσβασιμότητα.
- Η καλή ποιότητα των γραμμών των δημόσιων μέσων μεταφορών: Η καλή ποιότητα των γραμμών των δημόσιων μέσων μεταφοράς ορίστηκε σε 15 λεπτά συνδυασμένης συχνότητας για την ανταλλαγή των μέσων μεταφοράς.
- Χρονικά διαστήματα: Η ανάλυση προσβασιμότητας λαμβάνει υπόψη τα χρονικά διαστήματα που πιο πιθανά χρησιμοποιούνται οι δραστηριότητες.
- Το μέγεθος των δραστηριοτήτων: Για τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας στην προέλευση από την κατοικία λαμβάνονται υπόψη τόσο ο αριθμός όσο και το μέγεθος των δραστηριοτήτων από αυτήν.

Οι παράγοντες και τα κριτήρια προσδιορισμού της προσβασιμότητας που εντοπίστηκαν στην παρούσα ενότητα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, συνδυάζονται και ενσωματώνονται στα διαφορετικά μέτρα προσβασιμότητας που έχουν προσδιοριστεί μέχρι σήμερα μέσα από διάφορες έρευνες. Αντίστοιχα, και στη παρούσα διδακτορική διατριβή για τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου, επιλέχθηκε ο καταλληλότερος συνδυασμός των παραγόντων/κριτηρίων αυτών που θα συμβάλλουν στο προσδιορισμό της προσβασιμότητας. Στην επόμενη ενότητα γίνεται η διάκριση των μέχρι σήμερα καταγεγραμμένων μέτρων προσβασιμότητας.

2.6. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Αναφορικά με τη μέτρηση της προσβασιμότητας έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τρόποι μέτρησης και διάκρισης αυτής. Ένας πρώτος τρόπος είναι η διάκριση αυτής σε τρεις μορφές. Συγκεκριμένα, η προσβασιμότητα μετράται σε επίπεδο ατόμου, θέσης και περιοχής. Η πρώτη μορφή εστιάζεται στο άτομο και στις δραστηριότητες του και βασίζεται σε χωρο-χρονικούς περιορισμούς (Hanson, 1997• Kwan, 1998• Miller, 1999). Η μορφή αυτή χρησιμοποιείται για να εντοπίσει τις διαφορές των ατόμων και των κοινωνικών ομάδων. Η δεύτερη μορφή της προσβασιμότητας, αυτή της θέσης, δείχνει την ευκολία συγκεκριμένων θέσεων να είναι προσβάσιμες (Guy, 1983• Kwan, 1998). Η μορφή αυτή μετρά τα οφέλη της θέσης αυτής από την επίδραση του συστήματος μεταφορών και των χρήσεων γης. Η τρίτη μορφή προσβασιμότητας βασίζεται στις ευκαιρίες που έχουν τα άτομα που κατοικούν σε μία περιοχή (Huang and Wei, 2002).

Ένας δεύτερος τρόπος μέτρησης είναι η διάκριση που κάνουν οι Geurs και Van Wee (2004). Ειδικότερα, διέκριναν τέσσερις ομάδες μέτρων προσβασιμότητας:

- Το μέτρο που βασίζεται στις υποδομές (Infrastructure-based): Αναλύει την απόδοση ή το επίπεδο υπηρεσιών του συστήματος μεταφορών, όπως επίπεδο συμμόρφωσης και μέση ταχύτητα ταξιδιού στο οδικό δίκτυο.
- Το μέτρο που βασίζεται στη θέση (Location-based): Αναλύει την προσβασιμότητα σε μακρο-επίπεδο. Το μέτρο αυτό περιγράφει το επίπεδο της δυνατότητας πρόσβασης στις χωρικά διεσπαρμένες δραστηριότητες. Επιπλέον, πολύπλοκο γίνεται το μέτρο όταν ενσωματώνει περιορισμούς χωρητικότητας. Η ομάδα αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε γεωγραφικές έρευνες και στον αστικό σχεδιασμό.
- Το μέτρο που βασίζεται στο άτομο (Person-based): Αναλύει τη προσβασιμότητα σε ατομικό επίπεδο, όπως τις δραστηριότητες που μπορεί να συμμετέχει ένα άτομο σε δοσμένο χρόνο. Αυτό το μέτρο χρησιμοποιείται στη χωρο-χρονική γεωγραφία του Hagerstrand (1970), όπου μετρά τους περιορισμούς στην ελευθέρια δράσης του ατόμου.
- Το μέτρο που βασίζεται στη χρησιμότητα (Utility-based): Αναλύει τα οικονομικά οφέλη που τα άτομα έχουν από την πρόσβαση σε χωρικά διεσπαρμένες δραστηριότητες.

Η σχέση των παραπάνω μέτρων προσβασιμότητας και των τεσσάρων συνιστωσών αυτής απεικονίζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2.1..

Πίνακας 2.1. Σχέση μέτρων προσβασιμότητας και συνθετικών στοιχείων αυτής

	Σύστημα μεταφορών	Χρήσεις γης	Χρονικοί περιορισμοί	Άτομο
Μέτρο βασισμένο στην υποδομή	Ταχύτητα μετακίνησης, χαμένες ώρες στην συμφόρηση		24ωρο	Βασισμένο στο ταξίδι
Μέτρο βασισμένο στη θέση	Χρόνος μετακίνησης ή κόστος μεταξύ των διαφορετικών θέσεων των δραστηριοτήτων	Μέγεθος και χωρική διασπορά της ζήτησης ή /και της προσφοράς των ευκαιριών	Χρόνος ταξιδιού και κόστος μπορούν να διαφέρουν μεταξύ των ημερών της εβδομάδας, των ωρών της ημέρας	Βασισμένο στον πληθυσμό
Μέτρο ατόμου	Κόστος μετακίνησης μεταξύ των διαφορετικών θέσεων των δραστηριοτήτων	Μέγεθος και χωρική διασπορά των προσφερόμενων ευκαιριών	Χρονικοί περιορισμοί για δραστηριότητες	Αναλύεται σε ατομικό επίπεδο
Μέτρο χρησιμότητας	Κόστος μετακίνησης μεταξύ των διαφορετικών θέσεων των δραστηριοτήτων	Μέγεθος και χωρική διασπορά των προσφερόμενων ευκαιριών	Χρόνος ταξιδιού και κόστος μπορούν να διαφέρουν μεταξύ των ημερών της εβδομάδας, των ωρών της ημέρας	Χρησιμότητα που εξάγεται σε ατομικό επίπεδο ή σε ομοιογενής πληθυσμό

Geurs and Van Wee, (2004)

Ένας τρίτος τρόπος μέτρησης της προσβασιμότητας παρουσιάζεται από τους Giannopoulos και Boulougaris (1989). Οι Giannopoulos και Boulougaris (1989) προτείνουν και διαχωρίζουν τα επίπεδα πολυπλοκότητας των μέτρων της δυνατότητας πρόσβασης χρησιμοποιώντας:

- Χωρικούς δείκτες διαχωρισμού
- Δείκτες ευκαιρίας
- Δείκτες τύπου βαρύτητας
- Συμπεριφορικούς δείκτες

Ειδικότερα:

- Οι χωρικοί δείκτες διαχωρισμού (Spatial separation indices) απεικονίζουν τα χαρακτηριστικά ενός δικτύου μεταφορών, δηλαδή απόσταση, χρόνος, γενικευμένο κόστος, κ.λπ.

- Οι δείκτες ευκαιρίας (Opportunity indices) απεικονίζουν τον αριθμό δραστηριοτήτων (ή ευκαιριών) που μπορούν να πραγματοποιηθούν από ένα σημείο προέλευσης μέσα σε ορισμένο χρονικό πλαίσιο.
- Οι δείκτες τύπου βαρύτητας (Gravity-type indices) προέρχονται από μοντέλα βαρύτητας και απεικονίζουν την ελκυστικότητα των δραστηριοτήτων με το σύστημα μεταφορών, καθώς και την ποιότητα του συστήματος μεταφοράς.
- Οι συμπεριφορικοί δείκτες (Behavioral-type indices) έχουν αναπτυχθεί βασισμένοι σε συμπεριφορικές προσεγγίσεις από τους Ben-Akiva και Lerman (1979) και απεικονίζουν, εκτός από τα χαρακτηριστικά του συστήματος μεταφορών, τη χρησιμότητα από τις διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις (Da Silva et al. 2001).

Ο Joly (1999) προσδιόρισε τριών ειδών δείκτες προσβασιμότητας, τοπολογικούς, οικονομικούς και μικτούς. Στον Πίνακα 2.2. που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τοπολογικοί δείκτες που περιλαμβάνουν τα απλά μέτρα της απόστασης, της συνδετικότητας, οι οικονομικοί δείκτες που περιλαμβάνουν τα μέτρα βαρύτητας και χρησιμότητας και μια κατηγορία των μικτών δεικτών που βασίζεται στην ανάλυση της ταξινόμησης.

Πίνακας 2.2. Διάκριση μέτρων προσβασιμότητας

Τύπος	Μέτρα	Θεωρητικό πλαίσιο
Τοπολογικοί δείκτες	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Απόσταση ✓ Χρόνος ✓ Κόστος μεταφοράς ✓ Συνδετικότητα 	Τοπολογία του δικτύου μεταφορών: ευκλείδειο χώρο Graph Theory
Οικονομικοί δείκτες	Χωρική αλληλεπίδραση (λειτουργία έλξης / σύνθετη λειτουργία αντίστασης) Λειτουργία χρησιμότητας	Πρότυπο βαρύτητας Νεοκλασική θεωρία συμπεριφοράς του καταναλωτή
Μικτοί δείκτες	Ταξινόμηση	Ταξινομική ανάλυση

Joly (1999)

Παραδοσιακά – Σύγχρονα Μέτρα Προσβασιμότητας

Ο πιο σύγχρονος τρόπος διάκρισης των μέτρων προσβασιμότητας σύμφωνα με τους Dong et al. (2006) είναι η κατηγοριοποίηση τους σε δύο μεγάλες ομάδες τα παραδοσιακά μέτρα, δηλαδή τα μέτρα που βασίζονται στο απλό ταξίδι (trip based), και τα σύγχρονα μέτρα που βασίζονται στο αλυσιδωτό ταξίδι (tour chaining). Στα παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας εντάσσονται τα απλά μέτρα προσβασιμότητας, τα μέτρα των σωρευτικών ευκαιριών, τα μέτρα βαρύτητας και τα μέτρα χρησιμότητας. Στα σύγχρονα μέτρα προσβασιμότητας εντάσσονται και μέτρα που βασίζονται στη δραστηριότητα, τα χωρο-χρονικά μέτρα προσβασιμότητας και τα σύνθετα. Οι διακρίσεις αυτές αναπτύσσονται παρακάτω.

A) Παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας

I) Απλό μέτρο προσβασιμότητας – Απόσταση: Η απόσταση είναι ένα από τα συμβατικά μέτρα προσδιορισμού της δυνατότητας πρόσβασης. Συγκεκριμένα, υπολογίζει την απόσταση από μια σταθερή θέση προς στις δραστηριότητες της καθημερινότητας. Αυτή μπορεί να οριστεί ως η μέση απόσταση, η σταθμισμένη απόσταση ή η απόσταση στην πιο κοντινή ευκαιρία. Οι αποστάσεις αυτές μπορούν να απεικονισθούν με διάφορους τρόπους, από τις απλές ευθείες γραμμές στις πιο περίπλοκες, αυτές που ακολουθούν ένα σύνθετο δίκτυο (Makrí and Folkesson, 1999).

Ειδικότερα, το μέτρο αυτό αντιλαμβάνεται τη δυνατότητα πρόσβασης κατά ένα μεγάλο μέρος από την άποψη της εγγύτητας της κατοικίας ή του εργασιακού χώρου σε συγκεκριμένες θέσεις. Η μέτρηση της πρόσβασης στην απασχόληση ή τις υπηρεσίες από κάποιες συγκεκριμένες θέσεις προϋποθέτει ότι αποτελούν το κέντρο των καθημερινών δραστηριοτήτων ενός ατόμου, καθώς και ότι αποτελεί την προέλευση του καθημερινού ταξιδιού κάθε ατόμου. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι αρνείται την ύπαρξη των πολλαπλών στάσεων κατά τη διάρκεια της ημέρας, που το πρόσωπο μπορεί να πραγματοποιήσει μακριά από το σπίτι ή τον εργασιακό χώρο (Kwan and Weber, 2003).

II) Μέτρο Σωρευτικής Ευκαιρίας (Cumulative opportunities): Το μέτρο αυτό λαμβάνει υπόψη της τόσο την απόσταση όσο και το σκοπό του ταξιδιού. Το μέτρο αυτό καθορίζει ως όριο ένα χρόνο ταξιδιού ή μια συγκεκριμένη απόσταση και εντοπίζει τον αριθμό των πιθανών δραστηριοτήτων μέσα σε αυτό το όριο (Σχέση 2.1.).

$$A_i = \sum_j O_{jt} \quad (2.1.)$$

όπου:

O_{jt} : ο αριθμός των δραστηριοτήτων j μέσα στο προκαθορισμένο όριο t

Η σημαντικότερη κριτική για τα μέτρα αυτά είναι ότι δεν υπάρχει συμπεριφορική διάσταση και οι κοντινές και οι μακρινές ευκαιρίες αντιμετωπίζονται το ίδιο (Bhat et al., 2000a• Bhat et al., 2000b• Bhat et al., 2002). Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται χαρακτηριστικά μέτρα σωρευτικής ευκαιρίας.

Πίνακας 2.3. Μορφές του μέτρου σωρευτικής ευκαιρίας

Wachs και Kumagi (1973)	$A(T)_i = \frac{1}{100} \sum_j \sum_k P_{ijk} E(T)_{ijk}$	<p>T ο χρόνος ταξιδιού j κατηγορία εισοδήματος k κατηγορία απασχόλησης P_{ijk} ποσοστό εργασίας στη ζώνη i με εισοδηματική κατηγορία j και κατηγορία απασχόλησης k $E(T)_{ijk}$ ευκαιρίες απασχόλησης στην εισοδηματική κατηγορία j και με κατηγορία απασχόλησης k μέσα σε χρόνο T στη ζώνη i</p>
Guy (1983)	$A_i = O_i(D) \left[D - \frac{\left(\sum_{j=1}^{O_i} d_{ij} \right)}{O_i(D)} \right]$	<p>$O_i(D)$ συνολικός αριθμός ευκαιριών d_{ij} ευκλείδεια απόσταση μεταξύ κατοικίας και ευκαιριών</p>
Mowforth (1989)	$A_{ik} = \frac{\left(\frac{E_{ik}}{\sum E_i} \right)}{\frac{E_{gk}}{\sum E_g}}$	<p>E_{ik} ο αριθμός του διαθέσιμων εργασιών για τους εργαζομένους της ομάδας k στην ζώνη i $\sum E_i$ το σύνολο των εργασιών όλων των τύπων στη ζώνη i E_{gk} ο αριθμός του διαθέσιμων εργασιών για τους εργαζομένους της ομάδας k σε όλη της περιοχής μελέτης $\sum E_g$ το σύνολο των εργασιών όλων των τύπων σε όλη της περιοχής μελέτης</p>

Bhat et al. (2000a), Mowforth (1989)

III) Μέτρο Βαρύτητας (Gravity Measure): Το μέτρο βαρύτητας ή η πιθανή προσβασιμότητα χρησιμοποιείται στη γεωγραφία και τη χωρική ανάπτυξη από το 1940. Το μέτρο αυτό περιλαμβάνει τόσο ένα παράγοντα ελκυστικότητας όσο και ένα παράγοντα διαχωρισμού. Η γενική μορφή του μέτρου βαρύτητας είναι η ακόλουθη (Σχέση, 2.2.).

$$A_j = \sum_i \frac{O_j}{t_{ij}^a} \quad (2.2.)$$

όπου:

O_j : παράγοντας ελκυστικότητας,

t_{ij} : χρόνος ταξιδιού,

a : παράγοντας αποσύνθεσης της απόστασης

Τρία είναι τα βασικά στοιχεία του μέτρου βαρύτητας:

- ο χαρακτηρισμός της ζώνης ελκυστικότητας,
- το μέτρο σύνθετης αντίστασης μεταξύ των ζωνών
- και ο τύπος της σύνθετης αντίστασης.

Τα μέτρα αυτά υπολογίζουν την προσβασιμότητα των δραστηριοτήτων σε μια ζώνη με τέτοιο τρόπο, όπου περισσότερο μακρινές δραστηριότητες έχουν ελάχιστη επίδραση. Το μειονέκτημα είναι ότι οδηγεί σε υψηλά βάρη κυρίως σε ζώνες με μεγάλο μέγεθος. Η χρήση μικρών ζωνών είναι μια λύση για το προαναφερθέν πρόβλημα (Bhat et al., 2000a• Bhat et al., 2000b• Bhat et al., 2006). Στον Πίνακα 2.4. παρουσιάζονται χαρακτηριστικά μέτρα βαρύτητας. Η λογική των μέτρων βαρύτητας πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ώστε να προσδιοριστεί το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας.

Πίνακας 2.4. Μορφές του μέτρου βαρύτητας

Hansen (1959)	$A_i = \sum_{j=1} \frac{S_j}{T_{ij}^b}$	S_j μέγεθος της δραστηριότητας στη ζώνη j T_{ij} χρόνος ταξιδιού μεταξύ των ζωνών i και j b εκθέτης περιγράφοντας την επίδραση του χρόνου ταξιδιού μεταξύ των ζωνών
Koenig (1980)	$A_i = \sum_j O_j \exp(-C_{ij} / x_o)$	O_j ευκαιρίες στη ζώνη j C_{ij} χρόνος ή κόστος μεταξύ των ζωνών i και j X_o παράμετρος διασποράς

Guy (1983)	$A_i = \sum_j S_j d_{ij}^{-b}$ <p>τύπος Gaussian:</p> $A_i = \sum_j S_j \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{d^*}\right)^2\right]$	<p>S_j μέγεθος της ευκαιρίας στο j</p> <p>d_{ij} ευκλείδεια απόσταση μεταξύ κατοικίας i και ευκαιρίας j</p> <p>b= σταθερά (υπολογίστηκε για 4 διαστήματα)</p> <p>d^* απόσταση μετά της οποίας η πρόσβαση στα μαγαζιά είναι δύσκολη</p>
Gaussian	$A_i = \sum_j O_j \exp[(t_{ij}/t)^2 / (-2)]$	<p>t_{ij} χρόνος μετακίνησης μεταξύ των ζωνών</p> <p>t μέσος χρόνος μετακίνησης σε κάθε δραστηριότητα</p>
Giannopoulos and Boulougaris (1989)	$A_i = \sum_j P_j F_{(t_{ijm})}$ $F_{(t_{ijm})} = \frac{\sum (t_{ijm})^{-a}}{m}$	<p>P_j πληθυσμός της περιοχής j που βρίσκεται μέσα στην περιοχή επιρροή της i</p> <p>t_{ijm} γενικευμένος χρόνος με το μέσο m</p>
Handy (1992)	<p>Τοπική δυνατότητα πρόσβασης στις εμπορικές δραστηριότητες μέσα στη ζώνη</p> $A_i = \frac{E_j}{\exp(bt_{ij})}$ $N_i = \sum_j \exp(-bt_{ij})$	<p>E_j εμπόριο, υπηρεσίες στη ζώνη i</p> <p>t_{ij} μέσος ενδοζωνικός χρόνος ταξιδιού</p> <p>b παράμετρος αποσύνθεσης απόστασης ορίστηκε ως 0.1813</p> <p>i προέλευση κατοικίας</p> <p>j προορισμός εμπόριο</p> <p>b παράμετρος αποσύνθεσης απόστασης ορίστηκε ως 0.52</p> <p>t_{ij} χρόνος ταξιδιού από την κατοικία i στο εμπόριο j</p>
Levinson and Kumar (1994)	$A_{mi} = \sum_j [f(C_{ijm}) EMP_j]$ $\bar{A}_m = \sum_i (A_{mi} HH_i) / \sum_{i=1}^j (HH_i)$	<p>A_{mi} δυνατότητα πρόσβασης στη ζώνη της κατοικίας i με το μέσο m</p> <p>$f(C_{ijm})$ παράγοντας τριβής μεταξύ των ζωνών i και j με το μέσο j</p> <p>EMP_j απασχόληση στη ζώνη j</p> <p>\bar{A}_m οφέλη του δικτύου με το μέσο m</p> <p>HH_i νοικοκυριά στον προορισμό j</p>

Cervero, et al (1995)	<p>Δυνατότητα πρόσβασης στην εργασία</p> $A_i = \sum_{jk} (p_{ik} E_{jk}) d_{ij}^{-\gamma}$ <p>Δυνατότητα πρόσβασης στην κατοικία από την εργασία</p> $A_j = \sum_{i,k} (p_{jk} R_{ik}) d_{ij}^{-\gamma}$	<p>p_{jk} αναλογία των κατοικιών των εργαζόμενων στη ζώνη i ανάλογα με τη εργασιακή ομάδα που βρίσκονται</p> <p>E_{jk} αριθμός των εργαζομένων στη ζώνη j που εργάζονται στην εργασιακή κλάση k</p> <p>d_{ij} απόσταση στο δίκτυο μεταξύ των κεντροειδών για όλα τα ζευγάρια ζωνών</p> <p>γ εμπειρικά εξαγόμενος συντελεστής σύνθετης αντίστασης, ορίστηκε σε -0.35 για τις μετακινήσεις</p> <p>R_{ik} Αριθμός των κατοικιών των εργαζομένων της ζώνης i στην κλάση k</p>
Tagore and Sikdar (1995)	$A_i = \frac{\sum_j S_j f(t_{ij}) \exp(\gamma M_j)}{\sum_j S}$ $M_j = \sum_k m_j^k$ $m_j^k = \frac{F_t^k}{\sum_j F_j^k}$ $f(t_{ij}) = e^{at_{ij}} (t_{ij})^\beta$	<p>S_j μέγεθος της δραστηριότητας στη ζώνη j</p> <p>$F(t_{ij})$ βαθμονόμηση της διαφοράς του ταξιδιού</p> <p>M_j επίπεδο κινητικότητας στη ζώνη j</p> <p>γ συντελεστής κινητικότητας που θα βαθμονομηθεί</p> <p>m_j^k παράμετρος κανονικοποίησης της κινητικότητας χρησιμοποιώντας το μέσο k στη ζώνη j</p> <p>F_j^k συχνότητα εμφάνισης της παραμέτρου k στη ζώνη j</p> <p>t_{ij} χρόνος ταξιδιού</p> <p>a, β παράγοντας βαθμονόμησης</p>
Jadraque, Caceres, Pinto, Duque (1996)	<p>Απόλυτη δυνατότητα πρόσβασης με δημόσια μέσα μεταφοράς</p> $A_i = \sum_j \frac{D_j}{\exp(T_{ij})}$ <p>σχετική δυνατότητα πρόσβασης με δημόσια μέσα μεταφοράς</p> $A_i = \sum_j \frac{D_j}{\exp(T_i - T_g)}$	<p>D_j = αριθμός των ταξιδιών που ελκύνονται από την ζώνη j με όλα τα μέσα μεταφοράς</p> <p>T_{ijt} συνολικός χρόνος ταξιδιού με δημόσια μέσα μεταφοράς μεταξύ των ζωνών i και j = $2 * t_a + 1.2 * t_w + 1.5 * t_x + t_v$</p> <p>$t_a$ χρόνος με βοηθητικά μέσα, t_w χρόνος αναμονής, t_x χρόνος φωτεινού σηματοδότη, t_v χρόνος στο όχημα</p> <p>T_g χρόνος ταξιδιού με ιδανικό σύστημα μέσω μεταφορών σύνδεση ευθείας γραμμής και μέγιστη ταχύτητα</p>
Kockelman (1996)	$A_i = \sum_j \frac{Att_j}{f(t_{ij})}$	<p>Att_j ελκυστικότητα της ζώνης j</p> <p>t_{ij} χρόνος ταξιδιού μεταξύ των ζωνών i και j</p>
Agyemang-Duah and Hall (1997)	$A_i = \sum_{j=i}^n d_j \exp(-t_{ij})$	<p>d_j ελκυστικότητα προορισμού</p> <p>t_{ij} χρόνος ταξιδιού στο δίκτυο</p>
Lee and Goulias (1997)	$A_i = \sum_j \exp \left[\left(\frac{d_{ij}}{d} \right)^2 / (-2) \right]$	<p>d απόσταση από τη ζώνη i όπου η δυνατότητα πρόσβασης μειώνεται γρήγορα</p>

Shen (1998)	A_i^v η δυνατότητα πρόσβασης στη ζώνη i και ταξιδεύουν με το μέσο v $A_i^v = \sum_j (O_j f(t_{ij}^v)) / (\sum_m \sum_k P_k^m f(t_{kj}^m))$	O_j ο αριθμός των ευκαιριών στη ζώνη j $f(t_{ij}^v)$ ο περιορισμός για το ταξίδι από την i στην j με το μέσο v P_k^m ο αριθμός αυτών που ζουν στη ζώνη k και ταξιδεύουν με το μέσο m $i, j, k = 1, 2, 3, \dots, N$ M μέσα μεταφοράς $v, m = 1, 2, 3, \dots, M$
-------------	---	--

Bhat et al. (2000a), Primerano (2004), Redfearn et al. (2008)

IV) Μέτρο Χρησιμότητας (Utility Measure): Μια άλλη προσέγγιση που προσδιορίζει τη προσβασιμότητα είναι το μέτρο χρησιμότητας. Αυτό βασίζεται στη χρησιμότητα που λαμβάνει ένα άτομο για τις διαφορετικές επιλογές ταξιδιού. Σύμφωνα με τους Ben-Akiva και Lerman (1979) η γενική του μορφή είναι (Σχέση 2.3.):

$$A_i = E[Max U_{qi}] = \ln \sum_{q=C} \exp(V_{qi}) \quad (2.3.)$$

όπου:

C : το σύνολο των επιλογών για ένα πολυωνυμικό μοντέλο

i : άτομο

V_{qi} : το συστηματικό στοιχείο της μέγιστης χρησιμότητας του ατόμου i από την εναλλακτική επιλογή q

Η προσβασιμότητα ορίστηκε ως το σύνολο λογαρίθμων (longsum) ενός μοντέλου ατομικής επιλογής (discrete choice model). Οι Ben - Akiva και Lerman αναφέρουν ότι η παραπάνω εξίσωση δεν μπορεί εύκολα να προγραμματιστεί, καθώς αποτελεί το φυσικό λογάριθμο του πολυωνυμικού μοντέλου που χρησιμοποιείται στην πρόβλεψη της ζήτησης ταξιδιού. Επίσης, οι Ben - Akiva και Lerman (1979) αποδεικνύουν ότι η προσβασιμότητα δεν μειώνεται με την αύξηση των εναλλακτικών και δεν μειώνεται όσο η μέση χρησιμότητα αυξάνει. Μια κριτική για τα μέτρα αυτά είναι ότι δεν είναι προσιτές όλες οι επιλογές σε όλα τα άτομα. Ένα μέτρο προσβασιμότητας που βασίζεται στη χρησιμότητα απεικονίζει μόνο την παρατηρούμενη συμπεριφορά και δεν απεικονίζει τα οφέλη από τις αυξημένες επιλογές (Morris et al., 1979). Στον Πίνακα 2.5. παρουσιάζονται εναλλακτικές μορφές των μέτρων χρησιμότητας.

Πίνακας 2.5. Μορφές του μέτρου χρησιμότητας

Richardson and Young (1982)	$A_i = \ln 2 + (B_j + B_k + B_i) - (C_{ij} + C_{ik} + C_{jk})$	Για την δυαδική επιλογή ταξιδιών i μέσω των ζωνών j και k B = τα οφέλη της συμμετοχής της δραστηριότητας στον προορισμό C = κόστος μετακίνησης μεταξύ δύο περιοχών
Martinez (1995)	$A = \frac{-1}{\beta_{kp}} \ln(g_{kpti})$ $A_{pseudo} = \frac{-1}{\beta} \ln(b_{kptj})$	P = σκοπός t = χρόνος i προέλευση j προορισμός g, b_{kptij} = παράγοντας εξισορρόπησης-πλεονάσματος καταναλωτή και παραγωγού
Niemeier (1997)	$\Delta A = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \left[\ln \sum_k e^{V_k} \right]_{V^1}^{V^2}$	ΔA = Εξισορροπητική μεταβολή λ = οριακή χρησιμότητα εισοδήματος V = Μέση έμμεση χρησιμότητα k = συνδυασμένη επιλογή μέσου- προορισμού $V^{1,2}$ μέση έμμεση χρησιμότητα για τα σενάρια 1,2

Bhat et al. (2000a), Primerano (2004)

B) Σύγχρονα μέτρα προσβασιμότηταςI) Μέτρα βασισμένα στη δραστηριότητα (activity-based measure)

Τα μέτρα προσβασιμότητας που βασίζονται στη δραστηριότητα διαφέρουν από τα παραδοσιακά μέτρα και αυτό οφείλεται στο ότι δεν βασίζονται σε ένα ταξίδι αλλά σε όλες τις δραστηριότητες και τα ταξίδια, τα οποία είναι τμήμα ενός ατομικού ημερήσιου χρονοδιαγράμματος. Τα μοντέλα που βασίζονται στη δραστηριότητα αντικαθιστούν τα τέσσερα βήματα των παραδοσιακών μοντέλων και χρησιμοποιούν τις διαδρομές (tours) αντί για τα ταξίδια (trip based) σε ένα προορισμό, ενώ το ταξίδι δημιουργείται μέσα από τα ημερήσια χρονοδιαγράμματα δραστηριοτήτων (activity schedule). Τα μέτρα αυτά μοιάζουν με τα μέτρα χρησιμότητας, αλλά ενσωματώνουν την επίδραση του

αλυσιδωτού ταξιδιού (trip chaining), το σύνολο των δραστηριοτήτων που επισκέπτεται το άτομο μέσα στην ημέρα και το χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων (Dong et al., 2006). Τέτοια μέτρα ανέπτυξαν οι Chen (1996) και οι Ben-Akiva and Bowman (1998).

Το ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων (activity schedule) των μέτρων δραστηριότητας πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως βασικός παράγοντας για τον προσδιορισμό του προτεινόμενου μέτρου προσβασιμότητας.

II) Μέτρα Χωρο - Χρονικής Προσβασιμότητας (Time- Space Accessibility): Τα μέτρα αυτά προσθέτουν μια ακόμη διάσταση στο θεωρητικό πλαίσιο της προσβασιμότητας, που ανταποκρίνονται με τους χρονικούς περιορισμούς των ατόμων. Ο Hagerstrand ήταν ο πρώτος που ασχολήθηκε με τη χωρο - χρονική προσβασιμότητα, χρησιμοποιώντας ένα τριών διαστάσεων πρίσμα του χρόνου και του χώρου για κάθε άτομο που παίρνει μέρος στις δραστηριότητες. Το κίνητρο πίσω από την προσέγγιση αυτή είναι ότι τα άτομα έχουν περιορισμένο χρόνο κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τους. Οι περιορισμοί διακρίνονται σε τρεις ομάδες: περιορισμοί ικανότητας (για παράδειγμα το χρόνο που χρειάζεται για ύπνο και διατροφή), οικογενειακοί περιορισμοί και περιορισμοί αρχών (την ώρα που λειτουργούν οι υπηρεσίες και οι εμπορικές δραστηριότητες). Προσδιορίζοντας τη χωρο-χρονική προσβασιμότητα των ατόμων μπορεί αφενός να αξιολογηθεί καλύτερα το συνδυασμένο ταξίδι αφετέρου μπορεί να εντοπιστεί η διαφορά της προσβασιμότητας μεταξύ των διαφορετικών μελών του νοικοκυριού (Bhat et al., 2000a).

Το στοιχείο του χρονικού περιορισμού των χωρο-χρονικών μέτρων πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας. Στον Πίνακα 2.6. παρουσιάζονται εναλλακτικές μορφές των μέτρων χωρο-χρονικής προσβασιμότητας.

Πίνακας 2.6. Μορφές του μέτρου χωρο - χρονικής προσβασιμότητας

<p>Wang and Timmermans (1996)</p>	$A_{hp} = \ln \left[\sum_{i=1}^{m_{hp}} \exp(U_i) \right]$ $A_h = \sum_{p=1}^p A_{hp}$	<p>A_{hp} η προσβασιμότητα των ατόμων που ζουν στο νοικοκυριό h και έχουν το πρόγραμμα της δραστηριότητας p</p> <p>M_{kp} ο αριθμός των ανταλλακτικών προγραμμάτων</p> <p>A_h συνολική προσβασιμότητα των ατόμων που ζουν στο νοικοκυριό h με διαφορετικά προγράμματα δραστηριοτήτων</p> <p>A_p η μέση προσβασιμότητα των ατόμων που έχουν</p>
-----------------------------------	---	--

	$A_p = \sum_{h=1}^H A_{hp} / H$ $A_{whp} = \ln \left[\sum_{i=1}^{m_{whp}} \exp(U_i) \right]$ $A_{wp} = \ln \left[\sum_{i=1}^{m_{wp}} \exp(U_i) \right]$ $A_w = \sum_{p=1}^P \sum_{h=1}^H A_{whp}$	<p>το ίδιο πρόγραμμα δραστηριοτήτων αλλά ζουν σε διαφορετικά νοικοκυριά</p> <p>A_{whp} η προσβασιμότητα της εργασίας των ατόμων με διαφορετικό πρόγραμμα δραστηριοτήτων που ζουν στο νοικοκυριό h</p> <p>A_{wp} η προσβασιμότητα της εργασίας των ατόμων με το ίδιο πρόγραμμα δραστηριοτήτων που ζουν σε διαφορετικό νοικοκυριό</p> <p>A_w η προσβασιμότητα της εργασίας των ατόμων με διαφορετικό πρόγραμμα δραστηριοτήτων που ζουν σε διαφορετικό νοικοκυριό</p>
Kwan (1998)	$A_g = \sum_j W_j I(i)$	<p>W_j σταθμισμένη περιοχή της θέσης j</p> <p>$I(i)$ Άθροισμα των δραστηριοτήτων μέσα από ένα σύνολο εφικτών δραστηριοτήτων</p>

Bhat et al. (2000a), Kwan (1998), Redfearn et al. (2008)

III) Σύνθετα Μέτρα Προσβασιμότητας (composite)

Μια νέα σειρά μέτρων προσβασιμότητας τα οποία βασίστηκαν σε τεχνικές άθροισης (aggregation techniques) εισήχθησαν από τους Bhat et al. (2002). Αυτά παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 2.7., πάνω στη γενική δομή αυτών θα χρησιμοποιηθεί για να δομηθεί το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας.

Πίνακας 2.7. Σύνθετα μέτρα προσβασιμότητας

<p>Αθροίζοντας τις προσβασιμότητες για όλα τα μέσα M</p>	$Acc_{ipt} = \ln \left[\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \frac{\{A_{impt} * e^{a_m} + A_{inpt} * e^{a_n}\}}{\{e^{a_m} + e^{a_n}\}} \right]$ <p>Acc_{ipt} προσβασιμότητα για τη ζώνη i, p σκοπός μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για όλα τα μέσα μεταφοράς</p> <p>M συνολικός αριθμός μέσων μεταφοράς</p> <p>A_{impt} προσβασιμότητα για τη ζώνη i, p σκοπός μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για το μέσο m</p> <p>A_{inpt} προσβασιμότητα για τη ζώνη i, p σκοπός μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για το μέσο n</p> <p>a_n σταθερά που σχετίζεται με το μέσο n υπολογίστηκε από την αναλογία των ταξιδιών όλων των μέσων.</p>
--	--

<p>Αθροίζοντας τις προσβασιμότητες για όλες τις ζώνες</p>	$Acc_{mp} = \ln \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{\{A_{i_1 m p t} * e^{a_{i_1}} + A_{i_2 m p t} * e^{a_{i_2}} + A_{i_3 m p t} * e^{a_{i_3}} + \dots\}}{\{e^{a_{i_1}} + e^{a_{i_2}} + e^{a_{i_3}} \dots\}} \right]$ <p>Acc_{mp} προσβασιμότητα με το μέσο m, p σκοπός μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για όλες τις ζώνες</p> <p>N συνολικός αριθμός ζωνών</p> <p>$Acc_{i_1 m p}$ προσβασιμότητα με το μέσο m, p σκοπός μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για τη ζώνη i_1</p> <p>a_{i_1} σταθερά που σχετίζεται με τη ζώνη i_1 υπολογίστηκε από την αναλογία των ταξιδιών της ζώνης i_1 σε σχέση με όλα τα ταξίδια σε όλες τις ζώνες.</p>
---	---

Bhat et al. (2002)

Στη παρούσα διδακτορική διατριβή η συμβολή συγκεκριμένων υφιστάμενων μέτρων είναι σημαντική στο χτίσιμο του προτεινόμενου μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται τα προβλήματα των υφιστάμενων μέτρων προσβασιμότητας.

2.7. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Τα προαναφερθέντα μέτρα προσβασιμότητας ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκουν, παρουσιάζουν μια σειρά από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στη συνέχεια, αναλύονται τα σημαντικότερα προβλήματα που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία για κάθε μια κατηγορία μέτρων προσβασιμότητας.

Πιο αναλυτικά, τα παραδοσιακά μέτρα (απλά μέτρα προσβασιμότητας, μέτρα των σωρευτικών ευκαιριών, μέτρα βαρύτητας), παρόλο που διακρίνονται από απλότητα και ευχρηστία, δέχονται κριτικές για προβλήματα τόσο σε επίπεδο λειτουργικότητας όσο και σύλληψης. Ταυτόχρονα, τα παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας δε λαμβάνουν υπόψη τους τις πιθανές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών πληθυσμιακών ομάδων σε διαφορετικές καταστάσεις και με διαφορετική κινητικότητα (Breheny, 1978• Pirie, 1979• Handy and Niemeier, 1997• Kwan and Weber, 2003• Cerda, 2009).

Επίσης, η αθροιστική φύση των περισσότερων μέτρων βαρύτητας περιορίζει τη χρησιμότητα τους. Τα παραδοσιακά μέτρα εξαιτίας της ανάλυσης τους σε ζώνες έχουν δεχτεί κριτική σχετικά με τη μεγάλη τους συσχέτιση με το πρόβλημα της μεταβλητής μονάδας (Modifiable Areal Unit Problem MAUP). Τα παραδοσιακά μέτρα επηρεάζονται αρνητικά από το μέγεθος και το σχήμα των ζωνών, καθώς από την άθροιση των δεδομένων (Dalvi and Martin, 1976• Davidson, 1977• Pirie, 1979• Bach, 1981) και συσχετίζονται με το πρόβλημα της προσβασιμότητας μέσα στη ζώνη (Pooler, 1987• Frost and Spence, 1995).

Ταυτόχρονα, τα παραδοσιακά μέτρα έχουν προβλήματα ως μέτρα ατομικής προσβασιμότητας εξαιτίας της έλλειψης των χρονικών περιορισμών και της αδυναμίας τους να συλλάβουν την πολύπλοκη συμπεριφορά μετακίνησης (Recker et al., 1986a• Recker et al., 1986b).

Ένα ακόμη σημαντικό μειονέκτημα των παραδοσιακών μέτρων προσβασιμότητας είναι ότι προσδιορίζουν τη προσβασιμότητα μόνο ως μια λειτουργία ταξιδιού και διασποράς δραστηριοτήτων, χωρίς να εντάσσουν και την ικανότητα των ατόμων να χρησιμοποιήσουν τις ευκαιρίες που βασίζονται στο πρόγραμμα αυτών των δραστηριοτήτων, ενώ σχετίζονται και με συγκεκριμένους χρονικούς περιορισμούς (Miller, 1999• Kwan, 1998).

Τέλος, τα σύγχρονα μέτρα προσβασιμότητας (χωρο-χρονικά μέτρα, μέτρα δραστηριότητας) παρουσιάζουν το πρόβλημα της δυσκολίας στην εφαρμογή και στη λειτουργικότητα. Ταυτόχρονα, σημαντικό μειονέκτημα των μέτρων αυτών είναι ότι απαιτούν μεγάλο αριθμό ατομικών δεδομένων (individual-level data) (Geurs and Ritsema van Eck, 2001• Kim and Kwan, 2003• Cerda, 2009).

Ωστόσο, ο σχεδιασμός των μέτρων προσβασιμότητας, καθώς και η αξιολόγηση αυτών συμβάλλουν σε μια εκ των προτέρων αποφυγή αρκετών προβλημάτων. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται η διαδικασία σχεδιασμού ενός μέτρου προσβασιμότητας και τα κριτήρια αξιολόγησης αυτών.

2.8. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Τα μέτρα προσβασιμότητας χρησιμοποιούνται για να ποσοτικοποιήσουν τη προσβασιμότητα και να αξιολογήσουν την ευκολία με την οποία το άτομο, ο πληθυσμός ή η κοινότητα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε μία ή περισσότερες υπηρεσίες από την κατοικία ή άλλες θέσεις, χρησιμοποιώντας τα μέσα μεταφοράς. Τα μέτρα προσβασιμότητας αποτελούν ένα σημαντικό στοιχείο για το σχεδιασμό. Τα μέτρα αυτά παίζουν σημαντικό ρόλο, καθώς αφενός βοηθούν να αναγνωριστούν οι προτεραιότητες, ταξινομώντας πολιτικές και λύσεις αφετέρου μπορούν να καταγράψουν απόδοση και αποτελέσματα. Η έλλειψη αυτών μπορεί να οδηγήσει σε πολιτικές και σχέδια που παράγουν μη αναμενόμενα αποτελέσματα. Επομένως, είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν ορθολογικοί τρόποι σχεδιασμού των μέτρων αυτών.

Συμφωνά με τον Wilson (1970) για να σχεδιαστεί ένα μέτρο προσβασιμότητας χρειάζεται να απαντηθούν κάποιες θεμελιώδεις ερωτήσεις. Αυτές είναι:

- ✓ Ποιος είναι ο βαθμός και ο τύπος ατομίκευσης, δηλαδή σε ποιο χωρικό επίπεδο (ατομικό, ζωνικό) σχεδιάζεται το μέτρο προσβασιμότητας.
- ✓ Πως ορίζονται οι προελεύσεις και οι προορισμοί, δηλαδή αν είναι θέσεις ημερήσιων δραστηριοτήτων, κατοικιών, θέσεις στάσεων δημόσιων μέσων μεταφοράς κλπ.
- ✓ Πως μετράται η έλξη, δηλαδή ποιοι είναι αυτοί οι χωρικοί παράγοντες που έλκουν το μετακινούμενο.
- ✓ Πως μετράται ο περιορισμός, δηλαδή το κόστος μετακίνησης.

Οι ερωτήσεις αυτές αποτέλεσαν στη παρούσα διδακτορική διατριβή το βασικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο χτίστηκε το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας.

Αφού απαντηθούν οι παραπάνω ερωτήσεις και σχεδιαστεί το μέτρο προσβασιμότητας κρίνεται αναγκαία η αξιολόγηση της ικανότητας και της χρησιμότητας αυτού. Επομένως, θα πρέπει να εντοπιστούν τα κριτήρια αξιολόγησης των μέτρων προσβασιμότητας. Στη βιβλιογραφία διεθνώς έχουν καταγραφεί διάφορα κριτήρια αξιολόγησης. Τέτοια κριτήρια μπορούμε να δούμε στους Black και Conroy (1977), στον Jones (1981) και στους Handy και Niemeier (1997).

Ωστόσο, οι Geurs και Van Wee (2004) έκαναν μια σημαντική διάκριση και κατηγοριοποίηση των κριτηρίων αυτών και χώρισαν τα κριτήρια στις εξής ομάδες:

- θεωρητικής βάσης,
- λειτουργικότητας,
- ερμηνευτικότητας
- και χρησιμότητας στην κοινωνική και οικονομική αξιολόγηση.

Ειδικότερα:

Θεωρητική βάση: Ένα μέτρο προσβασιμότητας θα πρέπει να είναι ευαίσθητο σε αλλαγές στο σύστημα μεταφορών και σε αλλαγές στις χρήσεις γης. Μέτρα τα οποία δεν υπολογίζουν επιδράσεις ανταγωνισμού μπορεί να οδηγήσουν σε ανακριβή και παραπλανητικά αποτελέσματα. Ένα μέτρο θα πρέπει να επηρεάζεται από τους χρονικούς περιορισμούς των δραστηριοτήτων και θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει τις ατομικές ανάγκες, ικανότητες και ευκαιρίες.

Λειτουργικότητα: Κάθε παραγόμενο μέτρο θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην πράξη, όπως για παράδειγμα στη διαπίστωση των διαθέσιμων δεδομένων, μοντέλων, τεχνικών, του χρόνου και του προϋπολογισμού.

Ερμηνευτικότητα: Ερευνητές, σχεδιαστές και εμπλεκόμενοι φορείς θα πρέπει να μπορούν να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν το μέτρο, διαφορετικά δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί σε έρευνες αξιολόγησης των χρήσεων γης ή του συστήματος μεταφοράς και δε θα έχει καμία επίδραση στη διαδικασία πολιτικής απόφασης. Ωστόσο, ο Pirie (1979) τονίζει ότι δεν είναι εγγυημένο το εύκολο πέρασμα από την έρευνα της δυνατότητας πρόσβασης στη μορφοποίηση της δημόσιας πολιτικής και της εφαρμογής.

Προσβασιμότητα ως κοινωνικός δείκτης: Τα μέτρα προσβασιμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κοινωνικοί δείκτες, δείχνοντας τη διαθεσιμότητα των οικονομικών και κοινωνικών ευκαιριών των ατόμων. Η προσβασιμότητα ως κοινωνικός δείκτης θα πρέπει να μετράται σε ατομικό επίπεδο, χρησιμοποιώντας ατομικά δεδομένα και να δείχνει τα επίπεδα πρόσβασης των δραστηριοτήτων των ατόμων.

Προσβασιμότητα ως οικονομικός δείκτης: Η προσβασιμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως οικονομικός δείκτης με τη μορφή ενός μοντέλου χρησιμότητας, προσδιορίζοντας το όφελος από ένα έργο.

Τα παραπάνω κριτήρια αποτελούν ένα σημαντικό οδηγό στην παρούσα διδακτορική διατριβή. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται κάποιες εφαρμογές και υφιστάμενες μεθοδολογικές προσεγγίσεις της προσβασιμότητας, οι οποίες συνέβαλαν στη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου του διδακτορικού.

2.9. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Σε επίπεδο εφαρμογής, τα μέτρα προσβασιμότητας έχουν χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσουν τις πιθανές επιδράσεις στα πρότυπα μεταφορών, να εντοπίσουν τις αλλαγές στη προσβασιμότητα κατά τη διάρκεια του χρόνου και να συνδέσουν τις επιδράσεις των χρήσεων γης και των μεταφορών, δείχνοντας αφενός τις αποκλίσεις σε διαφορετικά πρότυπα χρήσεων γης και αφετέρου τονίζοντας τις διαφορές μεταξύ πληθυσμιακών ομάδων.

Σύμφωνα με τους Bhat et al. (2000b) τα μέτρα προσβασιμότητας έχουν αυξημένη χρήση στο σχεδιασμό των μεταφορών στις ΗΠΑ. Με το νόμο του 1991 (Intermodal Surface Transportation Efficient Act) απαιτείται οι φορείς σχεδιασμού να αναπτύσσουν τρόπους μέτρησης της προσβασιμότητας. Η Νότια Καλιφόρνια, η Νέα Υόρκη και η Φλόριντα για να αξιολογήσουν το σύστημα μεταφορών χρησιμοποιούν τη προσβασιμότητα στην εργασία. Η Μινεσότα χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό από μέτρα προσβασιμότητας, τα οποία μετρούν την αναλογία του πληθυσμού που έχουν περισσότερες από μια επιλογές μέσων μετακίνησης.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο το κίνητρο για τη ανάπτυξη ενός μέτρου προσβασιμότητας προέρχεται από τη εφαρμογή της Τοπικής Ατζέντας 21. Ειδικότερα, αναπτύχθηκε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών για να αξιολογήσει έργα και για να αναγνωρίσει περιοχές με υψηλή και χαμηλή προσβασιμότητα. Αυτό το πρόγραμμα αφενός χρησιμοποιεί διαφορετικά μέτρα προσβασιμότητας, περιλαμβάνοντας μοντέλα βαρύτητας και ευκαιριών αφετέρου απεικονίζει γραφικά την αλλαγή της προσβασιμότητας του δικτύου εξαιτίας προτεινόμενων αλλαγών (Hillman and Pool, 1997).

Στην Ολλανδία, η προσβασιμότητα χρησιμοποιείται ως εργαλείο στην επίδραση επιλογής μέσου μετακίνησης και στη διευκόλυνση του ατόμου να συμμετέχει σε εκτός εργασίας δραστηριότητες. Αυτά τα μέτρα προσβασιμότητας προέρχονται κυρίως από τη γειτνίαση στις στάσεις των δημόσιων μεταφορών, στις αστικές οδικές συνδέσεις και στις εξόδους των εθνικών οδών (Hilbers and Verroen, 1994) (Πίνακας 2.8.).

Πίνακας 2.8. Εφαρμογές της προσβασιμότητας – συνοπτικά

<u>Περιοχή</u>	<u>Στόχος</u>	<u>Μορφή μέτρου</u>	<u>Δεδομένα</u>
Ολλανδία	Επιλογή μέσου μεταφοράς	Απόσταση στο δίκτυο Υποζώνη	Απόσταση στους κόμβους των δημόσιων μέσων μεταφοράς Απόσταση στις αρτηρίες Απόσταση στην έξοδο της ράμπας
Ηνωμένο Βασίλειο	Προσβασιμότητα σε δημόσια μέσα μεταφοράς	Υποζώνη	Χρόνος περπατήματος στις στάσεις των δημόσιων μέσων μεταφοράς Μέσος χρόνος αναμονής Χρόνος μετακίνησης μεταξύ ζωνών Χρόνος περπατήματος στους προορισμούς
Όρεγκον	Απόδοση των μέτρων του συστήματος μεταφορών	Λογαριθμικό άθροισμα (μεγιστοποίηση χρησιμότητας)	Απόσταση Κόστος στάθμευσης Αντίτιμο Χρόνος μετακίνησης μέσα στο όχημα Χρόνος μετακίνησης έξω από το όχημα Λειτουργικά κόστη
Νότια Καλιφόρνια	Προσβασιμότητα στην εργασία	Άθροιση ευκαιριών	Χρόνος μετακίνησης Αριθμός εργασιών
Φλόριντα	Μέτρο κινητικότητας	Απόσταση δικτύου	Απόσταση των νοικοκυριών στους εθνικούς άξονες

Bhat et al. (2000a), Hilbers and Verroen (1994), Hillman and Pool (1997)

Ταυτόχρονα, έχουν γίνει σε παγκόσμιο επίπεδο πολλές έρευνες σχετικά με το ζήτημα της προσβασιμότητας και επομένως κρίνεται αναγκαίο να παρουσιαστούν μερικές εξ'αυτών, δείχνοντας συνολικά τις διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις προσδιορισμού της προσβασιμότητας.

Σύμφωνα με τους El-Geneidy και Levinson (2007) κάθε άτομο συμβάλλει και ενισχύει το επίπεδο προσβασιμότητας κάθε ζώνης σύμφωνα με τη διαφορετική δυνατότητα μετακίνησης του. Αυτή η δυνατότητα του ατόμου εξαρτάται από την ελκυστικότητα της ζώνης προέλευσης. Οι El-Geneidy και Levinson (2007) ανέπτυξαν

ένα νέο μέτρο προσβασιμότητας, το οποίο ονόμασαν μέτρο ταξινόμησης θέσης προσβασιμότητας (place rank accessibility measure). Το μέτρο αυτό βασίστηκε στον αριθμό των ατόμων που μετακινούνται προς μία ζώνη για να προσεγγίσουν μια δραστηριότητα.

Οι Koskinen et al. (2005) για να αξιολογήσουν την απόδοση των δημόσιων μέσων μεταφοράς χρησιμοποιούν τη προσέγγιση προέλευσης – προορισμού (O-D). Ειδικότερα, ανέπτυξαν ένα εργαλείο που προσδιορίζεται γεωγραφικά από τα ατομικά μέτρα προσβασιμότητας για κάθε προέλευση και προορισμό. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν τον αριθμό των συνδέσεων που απαιτούνται, τα διαφορετικά συστατικά του χρόνου ταξιδιού, την αναλογία του χρόνου ταξιδιού μεταξύ δημόσιων μέσων μεταφοράς και αυτοκινήτου, την ταχύτητα μετακίνησης, τον αριθμό των επιβιβάσεων και την κάλυψη υπηρεσιών. Το εργαλείο αυτό μετρά την προσβασιμότητα από δημόσια μέσα μεταφοράς (Bhat et al., 2006).

Οι Zhu et al. (2005) μελέτησαν τη δυνατότητα πρόσβασης της κατοικίας στη Σιγκαπούρη. Η έρευνα τους ενσωμάτωσε τεχνικές ανάλυσης πολλαπλών κριτηρίων με μοντέλα αξιολόγησης της δυνατότητας πρόσβασης σε περιβάλλον GIS. Στην ανάλυση τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν σχετίζονταν με την πρόσβαση στις δημόσιες συγκοινωνίες, στις χρήσεις γης και τις προτεραιότητες των ντόπιων κατοίκων. Τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιλογή των καταλληλότερων περιοχών για τη χωροθέτηση συγκροτήματος νέων κατοικιών.

Οι Thériault και Des Rosiers (2004) παρουσίασαν μια μεθοδολογία που αναλύει την κινητικότητα των ανθρώπων στις δραστηριότητες τους και συσχετίζει το χρόνο μετακίνησης με τις θέσεις των δραστηριοτήτων στην πόλη, έτσι ώστε να αξιολογηθεί η προσβασιμότητα. Με την έρευνα αυτή, χρησιμοποιώντας την ασαφή λογική (fuzzy logic), βρέθηκε η καταλληλότητα κάθε σημείου εξυπηρέτησης και δομήθηκαν οι δείκτες προσβασιμότητας. Εφαρμόζοντας την ασαφή λογική σε μια μικρο-χωρική ανάλυση στα πρότυπα μετακίνησης των ατόμων επιτρέπεται η μέτρηση της πραγματικής επιθυμίας των κατοίκων για ταξίδι.

Οι Thakuriah et al. (2003) προσδιόρισαν τις διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις δυνατότητας πρόσβασης προς την εργασία για τη περιοχή του Σικάγου. Ο στόχος ήταν να προσδιοριστούν οι κύριες προτεραιότητες κατά λήψη των αποφάσεων για την

πρόσβαση στην εργασία των χαμηλόμισθων. Αυτό επιτεύχθηκε με ένα χωρικό σύστημα λήψης απόφασης (SDSS). Το SDSS περιλαμβάνει ένα GIS και ένα εργαλείο λήψης απόφασης πολλαπλών κριτηρίων (MCDM).

Ο Kawabata (2002) ποσοτικοποίησε τη σημασία της δυνατότητας πρόσβασης των χαμηλόμισθων στην εργασία χωρίς αυτοκίνητο στις αμερικάνικες μητροπολιτικές περιοχές. Ένα ουσιαστικό τμήμα της ανάλυσης είναι ο υπολογισμός των βελτιωμένων μέτρων πρόσβασης στην εργασία, λαμβάνοντας υπόψη τη προσφορά και ζήτηση της αγοράς εργασίας και τα μέσα μεταφοράς. Ο Kawabata χρησιμοποίησε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) και στατιστικά εργαλεία.

Οι Geurs και Ritsema (2001) σε μια έρευνά τους για τις Κάτω Χώρες χρησιμοποίησαν τα βασισμένα στη χρησιμότητα (utility based measure) και στη δραστηριότητα (activity based measure) μέτρα δυνατότητας πρόσβασης, υπολογίζοντας τη δυνατότητα πρόσβασης της εργασίας με το αυτοκίνητο και τις δημόσιες συγκοινωνίες.

Οι Ortua Zar et al (2000) δημιούργησαν ένα μοντέλο, το οποίο παρουσίασε την πολυπλοκότητα της έννοιας της δυνατότητας πρόσβασης και το ρόλο αυτής στην επιλογή θέσης κατοικίας. Ειδικότερα, τα άτομα αποκαλύπτουν την αξιολόγηση της δυνατότητας πρόσβασης τους όταν επιλέγουν τη θέση της κατοικίας τους. Στο μοντέλο, το οποίο βασίστηκε στη μικροοικονομική θεωρία, ενσωματώθηκαν στοιχεία χρήσεων γης και του συστήματος μεταφορών.

Ένας τρόπος προσδιορισμού της πολύμορφης μετακίνησης είναι το μοντέλο του Qing Shen's (1998). Ο στόχος του Shen ήταν να μπορέσει να χαρακτηρίσει τη χωρική δομή των περιοχών της αγοράς εργασίας, χρησιμοποιώντας τα μέτρα δυνατότητας πρόσβασης προς την εργασία. Η σχετική θέση κάθε ατόμου μετριέται σε σχέση με τη δυνατότητα πρόσβασης στις κατάλληλες ευκαιρίες εργασίας και καθορίζεται από κοινού από τη θέση της κατοικίας και τη χρήση των μέσων μεταφοράς (Shen and Sanchez, 2005).

Οι Lee και Goulias (1997) παρουσίασαν μια μεθοδολογία που βασίζεται στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και στοχεύει να δημιουργήσει δείκτες προσβασιμότητας. Σε αυτή τη μελέτη η χρήση του δικτύου κοντινότερης μετακίνησης και η ένταση της εργασίας, ως δείκτης προσέλκυσης, δημιούργησαν τη

προσβασιμότητα με την καλύτερη συμπεριφορική δομή. Η έρευνα επιπλέον δείχνει ότι χτίζοντας δείκτες προσβασιμότητας βασισμένους στα GIS παρέχεται καλύτερη πληροφορία από τους δείκτες συνολικής προσβασιμότητας.

Οι Hillman και Pool (1997) περιέγραψαν ένα μέτρο που υπολογίστηκε προσδιορίζοντας το σύνολο των προορισμών και αναγνωρίζοντας τις γραμμές των δημόσιων μέσων μεταφοράς που συνδέουν την προέλευση (κατοικία) με τους προορισμούς. Επομένως, οι Hillman και Pool's (1997) αξιολόγησαν την προσβασιμότητα του δικτύου μεταφοράς από το χρόνο ταξιδιού μεταξύ προέλευσης και προορισμού.

Οι Wang και Timmermans (1996) εισήγαγαν την αναμενόμενη μέγιστη χρησιμότητα των εναλλακτικών προγραμμάτων δραστηριότητας. Η ιδέα αυτή χρησιμοποιήθηκε για να αναπτυχθούν μέτρα προσβασιμότητας θέσης. Τα μέτρα αυτά αξιολογούν τη προσβασιμότητα σε σχέση με τη συμμετοχή στις δραστηριότητες, λαμβάνοντας υπόψη φυσικούς και θεσμικούς περιορισμούς, τις επιλογές στα προγράμματα δραστηριότητας και το ατομικό ταξίδι.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η προσβασιμότητα, ανάλογα με τη μελετούμενη μορφή της, υπολογίζεται συνδυάζοντας τεχνικές από τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα (π.χ. γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, στατιστικά προγράμματα) με ένα σύνολο παραμέτρων (χωρικών ή μη) και δεικτών μέτρησης. Στην επόμενη ενότητα αναπτύσσεται η συμβολή των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στη προσβασιμότητα.

2.10. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ – ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) χρησιμοποιούνται ευρέως στο προσδιορισμό της προσβασιμότητας. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι το περιβάλλον ή οι υπολογιστικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση, τη διαχείριση και την ανάλυση πληροφοριών με γεωγραφικά χαρακτηριστικά. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς της επιστήμης, αλλά η χρήση τους στις μεταφορές και στην ανάλυση προσβασιμότητας είναι κάτι πολύ πρόσφατο. Από τη βιβλιογραφία διαπιστώνεται ότι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση της προσβασιμότητας κυρίως μετά το 1990. Πολλοί ερευνητές, όπως οι Arentze et al. (1994), Kwan (1998), O'Sullivan et al. (2000), Shen (1998) στράφηκαν στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για την ανάλυση της προσβασιμότητας. Επειδή η τυπική δομή των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών παρουσιάζει ελλείψεις σε λειτουργίες προσδιορισμού της προσβασιμότητας, οι προσπάθειες στράφηκαν στην οικοδόμηση των συγκεκριμένων μέτρων προσβασιμότητας για εφαρμογές σε αυτόνομα προγράμματα μοντελοποίησης με άμεση ή έμμεση πρόσβαση σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι κατάλληλα για ανάλυση και μέτρηση της προσβασιμότητας επειδή έχουν την ικανότητα για ακριβή παρουσίαση των χαρακτηριστικών των συστημάτων μεταφοράς και των δραστηριοτήτων. Οι Miller (1991, 1999) και Kwan (1998) ανέπτυξαν αλγορίθμους που μετρούν τη χωρο-χρονική προσβασιμότητα με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).

Οι O' Sullivan et al. (2000) σχεδίασαν μια GIS εφαρμογή που χρησιμοποιεί ισόχρονα (γραμμές ισοδύναμου χρόνου μετακίνησης) και μέτρησε τόσο τη συνολική όσο και τη χωρο-χρονική προσβασιμότητα με τα δημόσια μέσα μεταφοράς (Lee and McNally, 2003).

Το πρόγραμμα (Accession) υποστηρίζει την αξιολόγηση της προσβασιμότητας και ενσωματώνει τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Το εργαλείο αυτό υποστηρίζει τη χαρτογράφηση της προσβασιμότητας, την αξιολόγηση των προτεινόμενων δράσεων και την παρακολούθηση στρατηγικών προσβασιμότητας. Επιπρόσθετα, ένα ολοκληρωμένο γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών με

ενσωματωμένα μέτρα προσβασιμότητας είναι το λογισμικό Flowmap που αναπτύχθηκε με σκοπό την ανάλυση και την παρουσίαση των αλληλεπιδράσεων των ροών σε μια γεωγραφική έρευνα. Είναι το μόνο διαθέσιμο λογισμικό στο οποίο είναι ενσωματωμένα μια σειρά από μέτρα προσβασιμότητας (Liu and Zhu, 2004).

Η ικανότητα ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για την ανάλυση προσβασιμότητας εστιάζεται στη δυνατότητα του να μοντελοποιεί το πραγματικό δίκτυο μεταφορών, υπολογίζοντας μέσω χωρικών λειτουργιών και ανάλυσης δικτύων τα μέτρα αυτά, να χαρτογραφεί τις υπολογισμένες τιμές δυνατότητας πρόσβασης και να συνδέει τις εκτιμήσεις της δυνατότητας πρόσβασης με άλλα κοινωνικοοικονομικά και δομικά στοιχεία. Για παράδειγμα, η ζωνοποίηση και οι λειτουργίες των επικαλύψεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν τη χωρική μονάδα για την ανάλυση της προσβασιμότητας με την παραγωγή ζωνών αντιπροσωπευόμενων με κανονικές ή ανώμαλες χωρικές μορφές (Liu and Zhu, 2004).

Ωστόσο, τα εργαλεία ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών έχουν περιορισμούς στην έρευνα της προσβασιμότητας. Για παράδειγμα, η λειτουργία παραγωγής ζωνών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει ζώνες για ένα δεδομένο σύνολο ταξιδιών προέλευσης, αλλά αποκλείει δραστηριότητες πέρα από ένα όριο απόστασης. Όλες οι θέσεις μέσα σε μια ορισμένη ζώνη θεωρούνται ότι έχουν το ίδιο επίπεδο δυνατότητας πρόσβασης στις διαθέσιμες δραστηριότητες της ζώνης, χωρίς να εξετάζεται η παρουσία και η ποιότητα του δικτύου μεταφορών.

Για τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας οι λειτουργίες που χρησιμοποιούνται από ένα τυπικό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι η προετοιμασία της βάσης δεδομένων και ο αλγόριθμος που μετρά τη φυσική προσβασιμότητα.

Για τη βάση δεδομένων απαιτούνται οι θέσεις των προελεύσεων - προορισμών, οι θέσεις και τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων και τα χαρακτηριστικά του ταξιδιού. Οι θέσεις των προελεύσεων – προορισμών απεικονίζονται στο οδικό δίκτυο ως οι κοντινότεροι κόμβοι στις πραγματικές τους θέσεις.

Ο αλγόριθμος μετρά τη φυσική προσβασιμότητα μεταξύ προέλευσης και προορισμού βρίσκοντας το κοντινότερο μονοπάτι πάνω στο δίκτυο. Το κοντινότερο μονοπάτι που συνδέει την προέλευση με τον προορισμό χρησιμοποιείται για τον

υπολογισμό του χρόνου μετακίνησης που απαιτείται για να προσεγγίσει τον προορισμό. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι η χρήση των κοντινότερων μονοπατιών δεν δείχνει απαραίτητα ότι τα άτομα θα χρησιμοποιήσουν και τα κοντινότερα μονοπάτια.

Αναφορικά με τις τεχνικές που αναπτύχθηκαν στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για τη μέτρηση της φυσικής προσβασιμότητας, διακρίνονται σε τρεις ομάδες (Kivanc and Sebnem, 2006):

- Η τεχνική που βασίζεται στη ζωνική ανάλυση (Zone based technique)
- Η τεχνική που βασίζεται στην ανάλυση ισόχρονων (Isochronal technique)
- Η τεχνική που βασίζεται στην ανάλυση ψηφίδων (raster)

Η ζωνική τεχνική προσδιορίζει τη προσβασιμότητα σε ζώνες, όπως για παράδειγμα ενορίες, ταχυδρομικούς τομείς κλπ. Η τεχνική αυτή βασίζεται στο κόστος μετακίνησης πάνω στο οδικό δίκτυο (απόσταση από το κεντροειδές της ζώνης σε κάθε υπηρεσία και αντίστροφα). Η δεύτερη τεχνική χρησιμοποιεί τη λογική των ισόχρονων για τη μέτρηση της προσβασιμότητας. Ένα ισόχρονο είναι μια γραμμή που συνδέει σημεία με τον ίδιο χρόνο μετακίνησης από ένα σημείο αναφοράς. Η τρίτη τεχνική, αυτή των ψηφίδων, μοιάζει με την τεχνική των ισόχρονων, ωστόσο ο ίδιος χρόνος ταξιδιού από ένα σημείο αναφοράς απεικονίζεται από τις τιμές των εικονοστοιχείων (pixels) σε περιβάλλον ψηφίδων. Στη παρούσα διδακτορική διατριβή χρησιμοποιείται η τεχνική των χωρικών ζωνών και των ψηφίδων για να αναχθεί και να προβλεφθεί η ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών αποτελούν σημαντικό εργαλείο για τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας. Η παρούσα διδακτορική διατριβή, κατά τη διαδικασία της εφαρμογής του προτεινόμενου μέτρου, χρησιμοποιεί συνδυαστικά τις ανωτέρω τεχνικές των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών.

2.11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, η προσβασιμότητα παίζει κυρίαρχο ρόλο στην πολιτική και την έρευνα των χρήσεων γης και του συστήματος μεταφορών. Η διερεύνηση της μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση αρκετών χωρικών προβλημάτων και των παρενεργειών αυτών. Οι διαφορετικοί ορισμοί που παρουσιάστηκαν δείχνουν ότι η προσβασιμότητα έχει διερευνηθεί με διαφορετικό τρόπο από τους ερευνητές.

Η ερευνά της προσβασιμότητας εισήγαγε ένα μεγάλο αριθμό μέτρων που εξελίχθηκαν από τα παραδοσιακά μέτρα, δηλαδή από την απόσταση, τα μέτρα βαρύτητας και χρησιμότητας, στα σύγχρονα μέτρα, δηλαδή τα μέτρα δραστηριότητας, τα χωροχρονικά μέτρα και σύνθετα μέτρα προσβασιμότητας. Σημαντικό ρόλο για τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου προσβασιμότητας παίζουν τόσο τα σύγχρονα όσο και τα παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας. Σημαντικό στοιχείο για τη διερεύνηση της προσβασιμότητας αποτελεί το γεγονός του ότι για το σχεδιασμό των μέτρων αυτών έχει αναπτυχθεί μια ακολουθία βασικών ερωτήσεων, οι οποίες αποτελούν το υπόβαθρο για το χτίσιμο των μέτρων αυτής. Ταυτόχρονα, αρκετά θετική συμβολή έχει η ύπαρξη κριτηρίων αξιολόγησης των μέτρων αυτών.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πέρα από τα υφιστάμενα μέτρα παρουσιάστηκε και ένα σύνολο από μεθοδολογικές προσεγγίσεις που προσδιορίζουν τη προσβασιμότητα. Όσον αφορά με τις μεθόδους και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται στον προσδιορισμό της προσβασιμότητας στο παρόν κεφάλαιο έγινε εκτενή αναφορά για τη συμβολή των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και των τεχνικών αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ – ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ Α. ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Αφού ολοκληρώθηκε το γενικό θεωρητικό πλαίσιο γύρω από το ζήτημα της προσβασιμότητας, στην παρούσα ενότητα αναπτύσσεται εστιασμένα το εννοιολογικό πλαίσιο πάνω στο οποίο βασίστηκε η δόμηση του προτεινόμενου μέτρου της «ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας της προέλευσης». Η σκοπιμότητα θεμελίωσης αυτού προέκυψε από την ανάγκη να δημιουργηθεί ένα νέο μέτρο προσβασιμότητας, που να συνδυάζει την επίδραση των παραδοσιακών και σύγχρονων μέτρων προσβασιμότητας, αντιμετωπίζοντας υφιστάμενα προβλήματα αυτών. Ειδικότερα, στην παρούσα ενότητα διερευνάται η σχέση της προσβασιμότητας με ένα σύνολο στοιχείων (κατοικία, υφιστάμενα μέτρα, έρευνες βασισμένες στη δραστηριότητα, χώρος δράσης, χρονικοί περιορισμοί, περιορισμός μετακίνησης) που επιλέχθηκαν για να δομήσουν το προτεινόμενο μέτρο.

3.1. ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ - ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Η κυριότερη παράμετρος πάνω στην οποία βασίστηκε η δόμηση του προτεινόμενου μέτρου προσβασιμότητας είναι η θέση της κατοικίας. Η θέση της κατοικίας είναι η πιο σημαντική απόφαση ενός νοικοκυριού και αυτό οφείλεται στο ότι η κατοικία καλύπτει τα 2/3 μιας αστικής περιοχής και τα ταξίδια που ξεκινούν από την κατοικία καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό όλων των ημερήσιων ταξιδιών (Harris, 1996).

Υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της κατοικίας και της προσβασιμότητας μέσα από τη θεωρία της ελαχιστοποίησης του κόστους ταξιδιού. Οι βασικές συνιστώσες που επιδρούν στη θέση της κατοικίας είναι σύμφωνα με τους Hong Kim et al. (2005) τα χαρακτηριστικά της κατοικίας (τύπος κατοικίας, τιμή σε σχέση με εισόδημα κ.α.), η περιφερειακή προσβασιμότητα (προσβασιμότητα εργασίας, χρόνος ταξιδιού στο κέντρο κ.α.), ο αστικός σχεδιασμός και η κλίμακα (τοπική προσβασιμότητα) (χαρακτηριστικά γειτονίας). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στην παρούσα διδακτορική διατριβή προτείνεται ένα νέο μέτρο που προσδιορίζει την προσβασιμότητα της κατοικίας.

3.2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ

Η προσβασιμότητα ως τριπλή σχέση χώρου, χρόνου και μετακίνησης μετρήθηκε και προτάθηκε από τον Burns (1979) και αργότερα βελτιώθηκε από τον Odoki (1992, 2000), όπου εφαρμόστηκε στο προσδιορισμό αυτής σε αγροτικές περιοχές.

Αρχικά, ο Burns (1979) ανέπτυξε ένα μέτρο που ονομάστηκε ωφέλιμη προσβασιμότητα και το οποίο όριζε το όφελος του ατόμου σε μία θέση ως μια σχέση μεταξύ της ελκυστικότητας της ευκαιρίας, του χρόνου παραμονής στην ευκαιρία και του κόστους μετακίνησης σε αυτή. Ακολούθως, ο Odoki (1992) το επέκτεινε αρκετά συμπεριλαμβάνοντας τέσσερις παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας είναι η απόσταση από το άτομο στις δραστηριότητες, ο δεύτερος παράγοντας είναι ο χρόνος συμμετοχής στη δραστηριότητα, ο τρίτος παράγοντας η σημαντικότητα της δραστηριότητας για το άτομο και ο τέταρτος παράγοντας είναι τα χαρακτηριστικά της θέσης της δραστηριότητας.

Πιο αναλυτικά, η γενική δομή του μοντέλου της ωφέλειας της προσβασιμότητας (BM) ενσωματώνει τα τρία στοιχεία προσβασιμότητας ως εξής (εξίσωση 3.1.):

$$BM = q_{(x)} * a_{(k)} * u_{(Tk)} \quad (3.1)$$

όπου:

$q(x)$: το στοιχείο της μετακίνησης

$a(k)$: το χωρικό στοιχείο

$u(Tk)$: το χρονικό στοιχείο

Σύμφωνα με τον Odoki το στοιχείο της μετακίνησης ($q(x)$) (Σχέση 3.2.) είναι μια αρνητική εκθετική συνάρτηση που συνδυάζει την ταχύτητα μετακίνησης, την απόσταση μετακίνησης, το οικονομικό κόστος του ταξιδιού και ένα παράγοντα που σχετίζεται με το εισόδημα του ατόμου

$$q(x) = \exp\left[-\left(\frac{m}{aI} + \frac{1}{V}\right)2x\right] \quad (3.2.)$$

Όπου:

X : απόσταση μετακίνησης,

V : η ταχύτητα μετακίνησης,

m : το χρηματικό κόστος μετακίνησης,

αI : παράγοντας που σχετίζεται με το εισόδημα του ατόμου.

Το χωρικό στοιχείο ($a(k)$) (Σχέση 3.3.) απαρτίζεται από παράγοντες που σχετίζονται με τη σημαντικότητα της δραστηριότητας.

$$a(k) = \rho * \omega * c \quad (3.3.)$$

όπου:

ρ : παραδοσιακός δείκτης ελκυστικότητας (προσφερόμενες δραστηριότητες),

ω : παράγοντας που ενσωματώνει τη σημαντικότητα της δραστηριότητας μέσα στο πλαίσιο του νοικοκυριού,

c : είναι πρότυπη παράμετρος βαθμολόγησης ($c > 0$), (η οποία ενσωματώνει το τρέχον επίπεδο των δραστηριοτήτων για ολόκληρο το πληθυσμό ή για μια περιοχή σε σύγκριση με τα κατώτατα αποδεκτά επίπεδα).

Το χρονικό στοιχείο ($u(T_k)$) (Σχέση 3.4.,3.5.) δείχνει τη χρησιμότητα που βασίζεται στην συμμετοχή του ατόμου στην δραστηριότητα.

$$u(T_k) = h^\gamma (T_k)^\gamma \quad (3.4.)$$

$$T_k = \tau - \frac{2\chi_k}{\nu} \quad (3.5.)$$

όπου:

h : το μέτρο χρησιμότητας της βασικής δραστηριότητας,

γ : η οριακή χρησιμότητα του χρόνου συμμετοχής του ατόμου στη δραστηριότητα,

τ : συνολικός χρόνος συμμετοχής.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή προτείνει ένα νέο μέτρο συνδυάζοντας τα τρία βασικά στοιχεία (χώρος, χρόνος, μετακίνηση) του μέτρου του Odoki με σκοπό να προσδιοριστεί η ωφέλεια του ατόμου από το σύνολο των ημερήσιων του δραστηριοτήτων.

Ένα επιπλέον, μέτρο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου είναι το σύνθετο μέτρο των Bhat et al. (2002) που χρησιμοποιεί τεχνικές άθροισης (aggregation techniques). Οι τεχνικές άθροισης εφαρμόζονται κυρίως σε μέτρα που βασίζονται στη χρησιμότητα και απεικονίζονται με τη λογαριθμική

έκφραση. Οι τεχνικές άθροισης είναι είτε χωρικής (spatial aggregation) είτε χρονικής (χρόνος μέσα στην ημέρα) είτε σε σχέση με τον σκοπό του ταξιδιού (trip purpose) (Bhat et al., 2002).

Η δομή του μέτρου των Bhat et al. (2002) προέκυψε από δύο στάδια. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή το προτεινόμενο μέτρο δομήθηκε με βάση τα δύο ακόλουθα στάδια.

Το πρώτο στάδιο είναι ο προσδιορισμός της ανά προορισμό A_i ως ένα συνδυασμένο μέτρο βαρύτητας με τη δομή των μέτρων χρησιμότητας (Σχέση 3.6.).

$$A_i = \ln \left[\frac{1}{J} \sum_j \exp(V_{ij}) \right] = \ln \left[\frac{1}{J} \sum \frac{O_j^a}{C_{ij}^\mu} \right] \quad (3.6.)$$

όπου:

μ : παράμετρος η οποία υπολογίζεται από μοντέλα επιλογής προορισμού (destination mode choice models) για την περιοχή μελέτης.

O_j : το άθροισμα όλων των μέτρων ελκυστικότητας της ζώνης j (σε εξάρτηση με τον σκοπό του ταξιδιού)

C_{ij} : κόστος μετακίνησης

Στο δεύτερο στάδιο προσδιορίζεται η μορφή του σύνθετου μέτρου προσβασιμότητας ως το λογαριθμικό άθροισμα των προσβασιμοτήτων ανά προορισμό σταθμισμένο με ένα παράγοντα που σχετίζεται με τους προορισμούς σε εκθετική μορφή (Σχέση 3.7.). Ειδικότερα, η Σχέση 3.7. απεικονίζει τα ανωτέρω:

$$ACC_{imt} = \ln \left[\frac{1}{P} \sum_{j=1}^P \frac{\{A_{i\ mot} * e^{a_o} + A_{i\ mpt} * e^{a_p} + A_{i\ mqt} * e^{a_q} + ..\}}{\{e^{a_o} + e^{a_p} + e^{a_q} ..\}} \right] \quad (3.7.)$$

όπου:

ACC_{imt} : προσβασιμότητα της ζώνης i , m μέσο μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για όλους τους προορισμούς,

P : συνολικός αριθμός προορισμών,

$A_{i\ mot}$: προσβασιμότητα της ζώνης i , m μέσο μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για τον προορισμό o ,

a_{il} : σταθερά που σχετίζεται με τους προορισμούς o, p, q

3.3. ΕΡΕΥΝΕΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ- ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Σημαντικό στοιχείο για τον προσδιορισμό της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας είναι η σχέση του χώρου (δραστηριότητες) και του χρόνου (συμμετοχή στις δραστηριότητες). Ειδικότερα, οι έρευνες δραστηριότητας βασίζονται στις έρευνες χρήσης χρόνου. Οι μέθοδοι που βασίζονται στη δραστηριότητα χρησιμοποιούνται κυρίως στην ανθρωπολογία, στη ψυχολογία και στην αγροτική οικονομία (Harrison, 2000• Clark and Haswell, 1970). Ωστόσο, το βασικό θεωρητικό πλαίσιο των μεθόδων δραστηριότητας βρίσκεται στη χρόνο-γεωγραφία. Η χρόνο-γεωγραφία εισήχθη το 1960 από τη σχολή του “Lund School” στη Σουηδία (Behrens, 2001• Hägerstrand, 1970• Crosbie, 2006).

Οι έρευνες δραστηριότητας περιλαμβάνουν στοιχεία λεπτομερή σχετικά με τον τρόπο που οι άνθρωποι κατανέμουν το χρόνο τους κατά τη διάρκεια της ημέρας και εστιάζουν σε συγκεκριμένες δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες καταγράφονται μέσα σε ημερολόγια δραστηριοτήτων. Οι έρευνες δραστηριότητας εστιάζουν είτε στο πρότυπο των δραστηριοτήτων των νοικοκυριών είτε στο πρότυπο των ατομικών δραστηριοτήτων (Axhausen, 1995• Harvey, 2003• Pelto, 1989• Μούστου και Φώτης, 2005). Τα ημερολόγια δραστηριοτήτων εστιάζουν στο ταξίδι και περιγράφονται από διάφορους ερευνητές ως ημερολόγια μετακίνησης. Τα ημερολόγια αυτά είναι σχεδιασμένα να εντοπίζουν πληροφορίες της προέλευσης και του προορισμού, το χρόνο αναχώρησης και άφιξης, τα μέσα μετακίνησης που χρησιμοποιούνται και το αν οι ταξιδιώτες έχουν παρέα ή όχι (Kenyon, 2004).

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιείται η έννοια του χρόνου με το χώρο για τον προσδιορισμό της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας με τη χρήση ημερολογίων ατομικής δραστηριότητας μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο.

3.4. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΔΡΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Σημαντική έννοια που χρησιμοποιείται στη δόμηση της προτεινόμενης προσέγγισης είναι ο χώρος δράσης (activity space). Ο χώρος δράσης έχει οριστεί με διαφορετικούς τρόπους από τους ερευνητές που δουλεύουν σε διάφορα αντικείμενα, περιλαμβάνοντας χωρο-χρονικές μελέτες, χωρική συμπεριφορά, σχεδιασμό, μελέτες μετακίνησης και μεταφοράς και μελέτες αλληλεπίδρασης ανθρώπου και περιβάλλοντος.

Ο χώρος δράσης αναπαριστά τη χωρική μετακίνηση ως στοιχείο μιας ανθρώπινης ημερήσιας εμπειρίας στο χώρο. Αυτή η εμπειρία του χώρου δείχνει τη σχέση της απόστασης και της διασποράς των ατομικών δραστηριοτήτων ως την αντίληψη του ατόμου για τη προσβασιμότητα (Golledge and Stimson, 1987). Ο χώρος δράσης περιγράφεται και ως μέτρο ατομικής κινητικότητας, ενσωματώνοντας περιορισμούς, ανάγκες και επιλογές μετακίνησης. Η έρευνα της χωρο-χρονικής γεωγραφίας χρησιμοποιεί μεθόδους και ιδέες που μοιάζουν με το χώρο δράσης, αλλά έχουν διαφορετική προσέγγιση. Για παράδειγμα, το πιθανό ημερήσιο μονοπάτι της Kwan χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η ατομική πρόσβαση στις αστικές ευκαιρίες (Kwan, 1999• Sherman et al., 2005). Σύμφωνα με τους Cerda και El-Genaidy (2009) ο χώρος δράσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της ατομικής προσβασιμότητας.

Ο χώρος δράσης έχει μετρηθεί κατά καιρούς με διαφορετικούς τρόπους. Ένας τρόπος είναι η απεικόνιση του χώρου δράσης ως μια τυπική έλλειψη (Standard Deviational Ellipses). Η τυπική έλλειψη ορίζεται ως μια έλλειψη με ένα μέγιστο και ελάχιστο μήκος άξονα και δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη διασπορά των θέσεων γύρω από τη μέση θέση αυτών. Μια άλλη εναλλακτική λύση βασίζεται στο μονοπάτι που σχεδιάζει το εκτεταμένο οδικό δίκτυο (Kwan, 1999• Yuill, 1971• Sherman et al., 2005). Επίσης, ο χώρος δράσης μετρήθηκε και ως ένα πολύγωνο με προκαθορισμένο ή σχετικό χρόνο μετακίνησης (standard travel time polygon, relative travel time polygon) (Schonfelder and Axhausen, 2003• Theriault et al., 1999• Dijst and Vidakovic, 2000• Moustou and Photis, 2005). Οι παραπάνω διαφορετικοί τρόποι απεικόνισης του χώρου δράσης αξιολογήθηκαν κατά τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου με σκοπό να επιλεγεί η καταλληλότερη μορφή απεικόνισης αυτού ώστε να προσδιοριστεί η προσβασιμότητα.

3.5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Σημαντική παράμετρος προσδιορισμού της προσβασιμότητας είναι η επίδραση του χρονικού περιορισμού (temporal constraints). Σύμφωνα με τους Geurs και Van Wee (2004) το στοιχείο των χρονικών περιορισμών, περιλαμβάνοντας τη διαθεσιμότητα των ευκαιριών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές της ημέρας και το διαθέσιμο χρόνο των ατόμων που συμμετέχουν σε συγκεκριμένες δραστηριότητες, αποτελούν βασικά στοιχεία για τον προσδιορισμό αυτής.

Η έννοια του χρόνου συμμετοχής δεν υφίσταται στα παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας. Αντίθετα, εφαρμόζεται στα σύγχρονα μέτρα προσβασιμότητας και ειδικότερα στα χωρο-χρονικά μέτρα προσβασιμότητας και τα μέτρα δραστηριότητας (Hägerstrand, 1970• Burns, 1979). Η επίδραση του χρόνου συμμετοχής στα σύγχρονα μέτρα προσβασιμότητας ενσωματώνεται μέσα σε ένα χωρο-χρονικό πρίσμα. Μέσα σε αυτό το χωρο-χρονικό πρίσμα (space-time prism) ο χρόνος συμμετοχής (time budget) σχετίζεται με τις θέσεις των δραστηριοτήτων που είναι προσβάσιμες από το άτομο, τη διάρκεια των σταθερών δραστηριοτήτων (fixed activities), τη διάρκεια των μεταβλητών δραστηριοτήτων (flexible activities) και την ταχύτητα μετακίνησης που επιτρέπεται σε κάθε σύστημα μεταφορών (Hägerstrand, 1970).

Ο παράγοντας του χρονικού περιορισμού σύμφωνα με τον Odoki ορίζεται ως η χρησιμότητα από την συμμετοχή του ατόμου στην δραστηριότητα. Η χρησιμότητα αυτή συνδέεται με τη συμμετοχή στη δραστηριότητα και το συνολικό χρόνο που απαιτείται για να προσεγγιστεί η δραστηριότητα.

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή χρησιμοποιήθηκαν η έννοια του χρόνου συμμετοχής στις ημερήσιες δραστηριότητες (σταθερές και μεταβλητές), ο οποίος προσαρμόστηκε στη δομή του προτεινόμενου μέτρου προσβασιμότητας.

3.6. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Σημαντική παράμετρος προσδιορισμού της προσβασιμότητας είναι η επίδραση της μετακίνησης. Η μετακίνηση διακρίνεται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αναγνωρίζει την επίδραση του χώρου, όπως για παράδειγμα ο αριθμός των συνδέσεων και οι αποστάσεις είτε ευκλείδειες είτε στο οδικό δίκτυο. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει το χρόνο μετακίνησης, το κόστος του ταξιδιού, την ποιότητα του οδικού δικτύου και την άνεση στη μετακίνηση.

Η μετακίνηση από την προέλευση προς ένα προορισμό στη βιβλιογραφία εμφανίζεται κυρίως ως μια συνάρτηση μετακίνησης (Geurs and Ritsema van Eck, 2001• Zhao et al., 2003• Iacono et al., 2008). Οι τύποι που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία για να απεικονιστεί η συνάρτηση μετακίνησης είναι οι ακόλουθοι:

- Ουδέτερη λειτουργία (neutral function)
- Εκθετική λειτουργία (exponential function). Έναντι μιας λειτουργίας δύναμης, μια εκθετική λειτουργία αντιπροσωπεύει μια γρήγορα μειωμένη απόσταση αποσύνθεσης.
- Λειτουργία δύναμης (power function). Έναντι μιας εκθετικής λειτουργίας, μια λειτουργία δύναμης αντιπροσωπεύει μια βαθμιαία μείωση της απόστασης αποσύνθεσης (Van der Zwan et al., 2005).

Η συνηθέστερη λειτουργία της συνάρτησης μετακίνησης είναι η αντίστροφη λειτουργία δύναμης (d^{-x}_{ij}). Η περισσότερο αντιπροσωπευτική για τη συμπεριφορά ταξιδιού είναι η αρνητική εκθετική συνάρτηση (Geurs and Ritsema van Eck, 2001• Handy, 1992• Levinson, 1998• Shen, 1998• Kwan, 1998• Horner, 2004), δηλαδή είναι το κόστος μετακίνησης τροποποιημένο από την παράμετρο β (Σχέση 3.8.). Το κόστος μετακίνησης μπορεί να είναι απόσταση, χρόνος μετακίνησης, χρηματικό κόστος ή άλλη μορφή κόστους.

$$f(c_{ij}) = \exp(-\beta c_{ij}) \quad (3.8.)$$

Όπου:

c_{ij} : το κόστος της μετακίνησης από την προέλευση i προς τον προορισμό j .

β : παράμετρος αποσύνθεσης της απόστασης

Σημαντικό μειονέκτημα της εκθετικής συνάρτησης του κόστους μετακίνησης είναι ότι με την απομάκρυνση από το κέντρο της πόλης η προσβασιμότητα πέφτει σημαντικά. Το μειονέκτημα αυτό το εντόπισε ο Ingram (1971) με εμπειρικά δεδομένα. Αυτή την απότομη μεταβολή στα επίπεδα της προσβασιμότητας, ο Ingram (1971) την αντιμετώπισε με τη συνάρτηση Gaussian η οποία χρησιμοποιήθηκε από τους Guy (1983), καθώς και από τους Lee και Goulias (1997) και εκφράζεται με τη Σχέση (3.9.) (Litman, 2008• Iacono et al., 2008• Makri and Folkesson, 2000).

$$f(c_{ij}) = \exp\left(-\frac{d_{ij}^2}{2d^2}\right) \quad (3.9.)$$

όπου:

d_{ij} : ευκλείδεια απόσταση μεταξύ της ζώνης i και της ζώνης j

d : απόσταση από τη ζώνη i όπου η δυνατότητα πρόσβασης μειώνεται γρήγορα

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή το προτεινόμενο μέτρο, λαμβάνοντας υπόψη το προαναφερθέν μειονέκτημα των υπολοίπων συναρτήσεων μετακίνησης, επιλέγει τη συνάρτηση τύπου gaussian για τον προσδιορισμό του παράγοντα της μετακίνησης.

ΕΝΟΤΗΤΑ Β. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

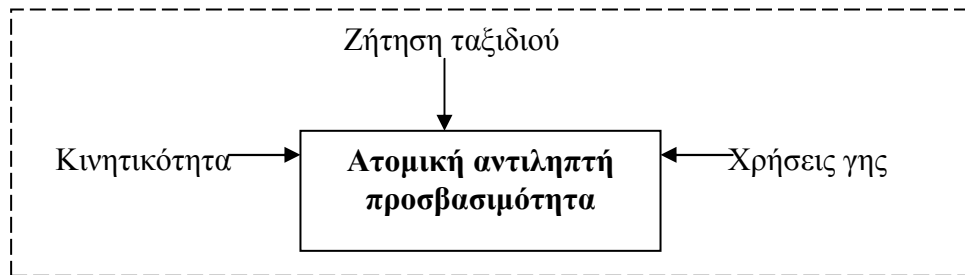
Στο ενότητα αυτή αναπτύσσεται διεξοδικά το προτεινόμενο μέτρο «ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας της προέλευσης». Αρχικά, παρουσιάζονται οι παράγοντες που επιλέγονται για να συνθέσουν το προτεινόμενο μέτρο. Ακολούθως, περιγράφονται τα δομικά στοιχεία του νέου μέτρου, καθώς και η μορφή με την οποία ενσωματώνονται σε αυτό.

3.7. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ

Η θεμελίωση του προτεινόμενου μέτρου αποτελεί μια σύνθεση και επέκταση στοιχείων διαφορετικών κατηγοριών και παραγόντων που αναπτύχθηκαν διεξοδικά στο δεύτερο κεφάλαιο. Πιο αναλυτικά, αξιοποιούνται και αναπτύσσονται στοιχεία από τις παρακάτω κατηγορίες (Σχήμα 3.1.):

- Η πρώτη κατηγορία είναι αυτή της ζήτησης ταξιδιού, με την οποία προσδιορίζεται η πρόσβαση των ατόμων, λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία ατομικά και προορισμού μετακίνησης. Μέσα στα ατομικά στοιχεία περιλαμβάνονται το χρονοδιάγραμμα ημερήσιων δραστηριοτήτων και οι θέσεις προέλευσης (origin) και προορισμού (destination). Ως προέλευση ορίζεται η θέση της κατοικίας του ατόμου (i) και ως προορισμός οι ημερήσιες ατομικές δραστηριότητες (j). Στην παρούσα έρευνα σημαντικό ρόλο έχουν τα ημερολόγια δραστηριοτήτων.
- Η δεύτερη κατηγορία είναι αυτή της κινητικότητας, μέσα από την οποία χρησιμοποιούνται στοιχεία χρόνου μετακίνησης (t_{ij}), τρόπου μετακίνησης (μέσα μεταφοράς m) και απόστασης (d_{ij}).
- Η τρίτη κατηγορία είναι αυτή των χρήσεων γης που σχετίζεται με τη διασπορά των ατομικών δραστηριοτήτων (θέσεις δραστηριοτήτων σταθερών και μεταβλητών). Ως σταθερές θέσεις των δραστηριοτήτων (fixed activities) ορίζονται οι θέσεις που προκύπτουν από τις ατομικές ημερήσιες δραστηριότητες που δε μεταβάλλονται εύκολα (π.χ. εργασία). Αντίθετα, ως μεταβλητές θέσεις των δραστηριοτήτων (flexible activities) ορίζονται οι θέσεις που προκύπτουν από τις δραστηριότητες που το άτομο μπορεί εναλλακτικά να επιλέξει (π.χ.

αγορές, υπηρεσίες, διασκέδαση). Η χωρική σχέση των σταθερών και μεταβλητών θέσεων των δραστηριοτήτων συμβάλουν στον προσδιορισμό της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας.



Σχήμα 3.1. Κατηγορίες παραγόντων που χρησιμοποιούνται στο προσδιορισμό της προσβασιμότητας

Ο Πίνακας 3.1. απεικονίζει συνοπτικά τις κατηγορίες παραγόντων με τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα διατριβή για τον προσδιορισμό του προτεινόμενου μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας.

Πίνακας 3.1. Δεδομένα διδακτορικής διατριβής

Κατηγορίες παραγόντων	Δεδομένα διδακτορικής διατριβής
Κινητικότητα	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Τρόπος μετακίνησης ➤ Χρόνος μετακίνησης ➤ Απόσταση μετακίνησης
Χρήσεις γης	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ατομικές Δραστηριότητες <ul style="list-style-type: none"> ▪ Θέσεις σταθερών δραστηριοτήτων ▪ Θέσεις μεταβλητών δραστηριοτήτων
Ζήτησης ταξιδιού	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων (ημερήσιο ημερολόγιο δραστηριοτήτων) ➤ Θέσεις προέλευσης –προορισμών <ul style="list-style-type: none"> ▪ Θέση κατοικίας – προέλευση ▪ Θέση δραστηριοτήτων-προορισμός

Σημαντικό ζήτημα αποτελεί το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια μιας τόσο λεπτομερούς έρευνας, όπως είναι οι έρευνες δραστηριοτήτων, παρατηρείται το πρόβλημα της έλλειψης πληροφοριών για την ακριβή θέση του ατόμου μέσα στην ημέρα. Το πρόβλημα αυτό εντοπίζεται στις μεταβλητές ατομικές δραστηριότητες και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το άτομο έχει πολλές εναλλακτικές επιλογές. Για το λόγο αυτό, προτείνεται και ένας πρωτότυπος τρόπος αντιμετώπισης της έλλειψης των δεδομένων για τις μεταβλητές αστικές δραστηριότητες (στο κεφάλαιο της εφαρμογής).

3.8. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΜΕΤΡΟ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε, για τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας της προέλευσης συνδυάστηκαν και αναπτύχθηκαν υφιστάμενα μέτρα προσβασιμότητας. Πιο συγκεκριμένα, το προτεινόμενο μέτρο ενσωματώνει τη λογική του χωρο-χρονικού μέτρου του Odoki και σχεδιάζεται πάνω στη δομή των σύνθετων μέτρων άθροισης της προσβασιμότητας των Bhat et al. (2002) δανειζόμενο στοιχεία από τη δομή των μέτρων βαρύτητας (τύπου Gaussian) (Πίνακας 3.2.). Επομένως, το νέο μέτρο είναι ένα ατομικό μέτρο άθροισης της προσβασιμότητας που περιλαμβάνει όλες τις εκτός κατοικίας ημερήσιες ατομικές δραστηριότητες και η δομή του δε βασίζεται στα μέτρα χρησιμότητας (όπως συνήθως συμβαίνει με τα μέτρα που χρησιμοποιούν τις συγκεκριμένες τεχνικές άθροισης) αλλά στα μέτρα βαρύτητας, ακολουθώντας μια τροποποιημένη μορφή του τύπου gaussian.

Πίνακας 3.2. Υφιστάμενα μέτρα προσβασιμότητας που χρησιμοποιούνται για τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου προσβασιμότητας

Μέτρα βαρύτητας (τύπος Gaussian)	$A_i = \sum O_j \exp[(t_{ij} / t)^2 / (-2)]$ <p>όπου: O_j : μέγεθος της ευκαιρίας στο j, t_{ij} : χρόνος μετακίνησης μεταξύ των ζωνών t : μέσος χρόνος μετακίνησης σε κάθε δραστηριότητα</p>
Χωροχρονικά μέτρα Odoki (1992)	$BM = q_{(x)} a_{(k)} u_{(TK)}$ <p>Όπου: $q_{(x)}$: το στοιχείο της μετακίνησης , $a_{(k)}$: το χωρικό στοιχείο, $u_{(TK)}$: το χρονικό στοιχείο</p>
Σύνθετα μέτρα προσβασιμότητας Bhat et al. 2002	$Acc_{imt} = \ln \left[\frac{1}{P} \sum_{j=1}^P \left\{ A_{i\ mot} * e^{a_o} + A_{i\ mpt} * e^{a_p} + A_{i\ mqt} * e^{a_q} + .. \right\} \right]$ <p>Όπου Acc_{imt} : προσβασιμότητα της ζώνης i, m μέσο μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για όλους τους προορισμούς P : συνολικός αριθμός προορισμών $A_{i\ mot}$: προσβασιμότητα της ζώνης i, m μέσο μετακίνησης, t ώρα της ημέρας για τον προορισμό o a_{i1} : σταθερά που σχετίζεται με τους προορισμούς o,p,q</p>

Συνοψίζοντας, ακολούθως παρουσιάζονται τα τέσσερα θεμελιώδη ερωτήματα που απαντώνται για τη δόμηση του προτεινόμενου μέτρου:

- Το πρώτο αφορά το χωρικό επίπεδο για το οποίο σχεδιάζεται το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας. Ειδικότερα, το προτεινόμενο μέτρο προσβασιμότητας επιλέγεται να εφαρμοστεί σε επίπεδο ατόμου (individual level), χρησιμοποιώντας ατομικά δεδομένα.
- Το δεύτερο ερώτημα αφορά τον ορισμό των προελεύσεων – προορισμών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι προελεύσεις i ορίζονται ως οι θέσεις των κατοικιών των ερωτώμενων στην πόλη και οι προορισμοί j ως οι θέσεις των ημερήσιων ατομικών δραστηριοτήτων, που προκύπτουν από το ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων (activity schedule).
- Το τρίτο ερώτημα σχετίζεται με τη μέτρηση της έλξης (attraction). Η έλξη στην προκειμένη περίπτωση είναι οι χωρικοί παράγοντες ή αλλιώς το χωρικό στοιχείο κάθε δραστηριότητας (SE_{ij}).
- Το τέταρτο ερώτημα αφορά τη μέτρηση του περιορισμού μετακίνησης (travel constraints). Ο περιορισμός μετακίνησης (TrE_{ij}) επιλέγεται να είναι μια συνάρτηση κόστους μετακίνησης ($f(c_{ij})$), η οποία αναλύεται επίσης σε ακόλουθη ενότητα. Εκτός από τον παράγοντα της μετακίνησης σημαντικό στοιχείο είναι ο χρονικός περιορισμός (temporal constraints). Ο χρονικός περιορισμός είναι η χρονική συμμετοχή στις δραστηριότητες, ή αλλιώς όπως ορίζεται ως το χρονικό στοιχείο κάθε δραστηριότητας (TE_{ij}).

3.8.1. ΧΩΡΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

Το χωρικό στοιχείο (SE_{ij}) στην παρούσα διατριβή ορίζεται ως η επίδραση της ελκυστικότητας του προορισμού (δραστηριότητας) j στον προσδιορισμό της προσβασιμότητας. Η συνιστώσα των χωρικών παραμέτρων παραδοσιακά περιλάμβανε κυρίως τη θέση των δραστηριοτήτων στο χώρο. Στην παρούσα διατριβή για τον προσδιορισμό του προτεινόμενου χωρικού στοιχείου ενσωματώνεται η επίδραση του ατομικού χώρου δράσης ($Acts_{space_i}$), στοιχείο το οποίο δεν περιλαμβάνουν τα υφιστάμενα μέτρα προσβασιμότητας καθώς και ένας παράγοντας ελκυστικότητας (ω_{ij}) της δραστηριότητας. Το χωρικό στοιχείο υπολογίζεται σε επίπεδο ατόμου i για κάθε διαφορετικό προορισμό-δραστηριότητα j .

Ο εντοπισμός του χώρου δράσης απαιτεί τη δημιουργία ημερολογίων δραστηριότητας, όπου το κάθε άτομο-ερωτώμενος θα σχεδιάζει μέσα στην ημέρα το πρόγραμμα δραστηριοτήτων του. Ο χώρος δράσης για κάθε άτομο προτείνεται να σκιαγραφηθεί σε σχέση με τη θέση της κατοικίας και των ημερήσιων εκτός κατοικίας ατομικών δραστηριοτήτων. Ο χώρος δράσης έχει κατά καιρούς μετρηθεί ως μια χωρική έλλειψη (standard deviational ellipses), ως μια ζώνη πάνω στο οδικό δίκτυο (road network buffer) και ως ένα πολύγωνο με προκαθορισμένο ή σχετικό χρόνο μετακίνησης. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή διερευνήθηκαν οι παραπάνω εναλλακτικές με σκοπό να επιλεγθεί ο καταλληλότερος τρόπος απεικόνισης του χώρου δράσης. Πιο αναλυτικά, οι ελλείψεις παράλο που αποτελούν την πιο συνήθη μορφή του χώρου δράσης δεν επιλέγονται για να απεικονίσουν στην παρούσα διατριβή το χώρο δράσης, διότι η μορφή αυτή έχει το μειονέκτημα ότι απεικονίζει μόνο την κατεύθυνση και τη διασπορά του χώρου δράσης γύρω από τη μέση θέση χωρίς να περιλαμβάνει τις θέσεις όλων των δραστηριοτήτων. Οι ζώνες στο οδικό δίκτυο δημιουργούν ένα αρκετά εκτεταμένο πραγματικό χώρο δράσης, ο οποίος όμως κινείται γραμμικά, ακολουθώντας συγκεκριμένη διαδρομή στο οδικό δίκτυο. Αντιθέτως, το κυρτό πολύγωνο, όπως προέκυψε από την αξιοποίηση των στοιχείων της εφαρμογής της διδακτορικής διατριβής, μπορεί να περικλείει μέσα στο προκαθορισμένο χρόνο μετακίνησης τις θέσεις των ημερήσιων ατομικών δραστηριοτήτων και ταυτόχρονα ολόκληρη την περιοχή που κινείται το άτομο, κάτι που δεν κάνουν οι ελλείψεις και οι εκτεταμένες ζώνες στο δίκτυο.

Από τα παραπάνω προκύπτει σαφώς ότι το κυρτό πολύγωνο είναι ο καταλληλότερος τρόπος απεικόνισης του χώρου δράσης. Το εμβαδόν του κυρτού πολυγώνου που σχηματίζεται από τη θέση της κατοικίας και των ατομικών δραστηριοτήτων (σταθερές, μεταβλητές) αποτελεί το βασικό δείκτη του ατομικού χώρου δράσης. Ωστόσο, το εμβαδό (Ar_i) που προκύπτει μέσα από αυτή την αλληλεπίδραση των δραστηριοτήτων-κατοικίας δίνει μια μερική πληροφόρηση του ατομικού χώρου δράσης. Για το λόγο αυτό, και προκειμένου να αποδοθεί καλύτερα ο χώρος δράσης, προτείνεται να κανονικοποιηθεί με την παρακάτω μορφή (Σχέση 3.10.):

$$Actspace_i = \frac{\max_i Ar_i - Ar_i}{\max_i Ar_i - \min_i Ar_i} \quad (3.10.)$$

όπου:

Ar_i : το εμβαδόν του χώρου δράσης του ατόμου i ,

$\max_i Ar_i$: ο μεγαλύτερος χώρος δράσης στο σύνολο των ερωτώμενων

$\min_i Ar_i$: ο μικρότερος χώρος δράσης στο σύνολο των ερωτώμενων

Με τον τρόπο αυτό, ο ατομικός χώρος δράσης μπορεί να εκφραστεί από ένα συντελεστή που παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1.

- Όταν ο συντελεστής αυτός πλησιάζει το ένα (1) τότε το Ar_i παίρνει την ελάχιστη τιμή εμβαδού, δηλαδή το άτομο έχει μικρό χώρο δράσης και άρα οι θέσεις των ημερήσιων δραστηριοτήτων σε σχέση με τη θέση της κατοικίας είναι πολύ κοντά
- Όταν ο συντελεστής αυτός πλησιάζει το μηδέν (0) τότε το Ar_i παίρνει την μέγιστη τιμή εμβαδού, δηλαδή το άτομο έχει μεγάλο σε έκταση χώρο δράσης και άρα οι θέσεις των ημερήσιων δραστηριοτήτων σε σχέση με τη θέση της κατοικίας είναι πολύ μακριά.

Ο δεύτερος παράγοντας που προτείνεται για τον προσδιορισμό του χωρικού στοιχείου είναι ένας δείκτης ελκυστικότητας του κάθε προορισμού-δραστηριότητας j . Η ελκυστικότητα της δραστηριότητας j για το άτομο i (ω_{ij}) ορίζεται ως ένας συντελεστής που σχετίζεται με την απόσταση της δραστηριότητας j ($dist_{ij}$) από την κατοικία. Ο συντελεστής αυτός προτείνεται να προσδιοριστεί σύμφωνα με τη Σχέση 3.11:

$$\omega_{ij} = \frac{\max_j dist_{ij} - dist_{ij}}{\max_j dist_{ij} - \min_j dist_{ij}} \quad (3.11.)$$

όπου:

$dist_{ij}$: η απόσταση από τη θέση της κατοικίας του ατόμου i στη δραστηριότητα j ,

$\max_j dist_{ij}$: η μεγαλύτερη απόσταση (μέγιστη τιμή) στο σύνολο των δραστηριοτήτων j του ατόμου i

$\min_j dist_{ij}$: η μικρότερη απόσταση στο σύνολο των δραστηριοτήτων j του ατόμου i

Ωστόσο, εφαρμόζοντας τη σχέση 3.11. σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζεται το πρόβλημα της υποβάθμισης της ελκυστικότητας μιας δραστηριότητας από το σύνολο των ημερήσιων ατομικών δραστηριοτήτων. Ειδικότερα, το παραπάνω πρόβλημα εμφανίζεται όταν το άτομο κάνει μικρά ταξίδια για το σύνολο των δραστηριοτήτων του, όποτε η μέγιστη με την ελάχιστη τιμή της απόστασης είναι πολύ κοντά, εκμηδενίζοντας την ελκυστικότητα της δραστηριότητας με την μέγιστη τιμή. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού προτείνεται η ακόλουθη εξίσωση 3.12..

$$\omega_{ij} = \frac{mean(\max_j dist_{ij}) - dist_{ij}}{mean(\max_j dist_{ij}) - \min_j dist_{ij}} \quad (3.12.)$$

όπου:

$dist_{ij}$: η απόσταση από τη θέση της κατοικίας του ατόμου i στη δραστηριότητα j ,

$mean(\max_j dist_{ij})$: η μέση τιμή του συνόλου των μέγιστων τιμών

$\min_j dist_{ij}$: η μικρότερη απόσταση στο σύνολο των δραστηριοτήτων j του ατόμου i

Ειδικότερα, η εξίσωση 3.12. εφαρμόζεται στην περίπτωση όπου η μέγιστη απόσταση ($\max_j dist_{ij}$) από το σύνολο των ατομικών ημερήσιων δραστηριοτήτων είναι μικρότερη της μέσης απόστασης των μέγιστων αποστάσεων του δείγματος $mean(\max_j$

dist_{ij}), δηλαδή $(\max_j \text{dist}_{ij}) < \text{mean}(\max_j \text{dist}_{ij})$, όπου ως η μέγιστη τιμή για τη σχέση 3.11. ορίζεται η μέση τιμή του συνόλου των μέγιστων τιμών $\text{mean}(\max_j \text{dist}_{ij})$.

Η παραπάνω σχέση δημιουργεί ένα συντελεστή που παίρνει τιμές από 0-1.

- Οι τιμές που πλησιάζουν το μηδέν σημαίνουν μικρή ελκυστικότητα της δραστηριότητας j από την προέλευση i .
- και οι τιμές κοντά στο ένα δηλώνουν υψηλή ελκυστικότητα της δραστηριότητας j από την προέλευση i .

Ολοκληρώνοντας, το χωρικό στοιχείο (SE_{ij}) προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ως ο χωρικός παράγοντας ελκυστικότητας της κάθε ημερήσιας δραστηριότητας για την προέλευση- κατοικία του ατόμου i . Το χωρικό στοιχείο (SE_{ij}) ισούται με το γινόμενο της ελκυστικότητας της συγκεκριμένης δραστηριότητας j (ω_{ij}) με το χώρο δράσης του ατόμου i ($Actspace_i$) (Σχέση 3.13.).

$$SE_{ij} = Actspace_i \times \omega_{ij} \quad (3.13.)$$

όπου:

ω_{ij} : ελκυστικότητα της δραστηριότητας j για το άτομο i

$Actspace_i$: χώρο δράσης του ατόμου i

Αφού ορίστηκε το χωρικό στοιχείο ανά δραστηριότητα το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός του παράγοντα του στοιχείου της μετακίνησης (TrE_{ij}).

3.8.2. ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Η μετακίνηση ορίζεται ως το ταξίδι που κάνει το άτομο από τη θέση της προέλευσης-κατοικίας i για να προσεγγίσει ένα προορισμό-δραστηριότητα j χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο τρόπο μετακίνησης (πεζή μετακίνηση, δημόσια μέσα μεταφοράς, ιδιωτική). Επομένως, προτείνεται το κόστος της μετακίνησης να προκύψει από το χρόνο μετακίνησης από την προέλευση-θέση κατοικίας του ατόμου i στον κάθε προορισμό j (t_{ij}). Ο χρόνος μετακίνησης προκύπτει ως ο λόγος της απόστασης μετακίνησης από την προέλευση (κατοικία) στον προορισμό (δραστηριότητα) (d_{ij}) προς την ταχύτητα μετακίνησης με τα διαφορετικά μέσα μετακίνησης που επιλέγει το άτομο για να προσεγγίσει τον προορισμό (u_m) (Σχέση 3.14.).

$$t_{ij} = \frac{d_{ij}}{u_m} \quad (3.14.)$$

όπου:

t_{ij} : ο χρόνος μετακίνησης από την προέλευση-θέση κατοικίας του ατόμου i στο κάθε προορισμό j

d_{ij} : απόστασης μετακίνησης από την προέλευση στον προορισμό προς την μέση

u_m : ταχύτητα μετακίνησης με τα διαφορετικά μέσα μετακίνησης που επιλέγει το άτομο για να προσεγγίσει τον προορισμό

Ταυτόχρονα, έχοντας υπόψη την κριτική που έγινε στην προηγούμενη ενότητα σχετικά με την επίδραση των λειτουργιών μετακίνησης στην προσβασιμότητα, στην παρούσα διατριβή προτείνεται ως βέλτιστη επιλογή απεικόνισης αυτής η εκθετική συνάρτηση Gaussian (Σχέση 3.17.). Ειδικότερα, η συγκεκριμένη συνάρτηση μετακίνησης ($f(c_{ij})$) έχει το πλεονέκτημα ότι αντιμετωπίζει την απότομη μεταβολή στα επίπεδα της προσβασιμότητας, δηλαδή με την απομάκρυνση από το κέντρο της πόλης δεν πέφτει σημαντικά η προσβασιμότητα, όπως συμβαίνει με τις υπόλοιπες μορφές. Το στοιχείο της μετακίνησης (TrE_{ij} , Σχέση 3.15., 3.17.) που προτείνεται απεικονίζει τον περιορισμό της μετακίνησης ως μια αρνητική εκθετική σχέση του χρόνου μετακίνησης (t_{ij}) από την προέλευση σε κάθε προορισμό με το μέσο χρόνο μετακίνησης (t) (Σχέση 3.16.).

$$TrE_{ij} = f(c_{ij}) = \exp\left(-\frac{t_{ij}^2}{v}\right) \quad (3.15.)$$

$$v = 2t^2 \quad (3.16.)$$

$$TrE_{ij} = f(c_{ij}) = \exp\left(-\frac{t_{ij}^2}{2t^2}\right) \quad (3.17.)$$

Όπου:

t : ο μέσος χρόνος μετακίνησης από το σύνολο των δραστηριοτήτων του ατόμου

t_{ij} : ο χρόνος μετακίνησης από την προέλευση-θέση κατοικίας του ατόμου στο κάθε προορισμό-δραστηριότητα j

Το προτεινόμενο στοιχείο της μετακίνησης (TrE_{ij} , Σχέση 3.17.) έχει μια αρνητική επίδραση και σημαίνει ότι όσο αυξάνει ο χρόνος μετακίνησης τόσο μειώνεται η τιμή του στοιχείου αυτού.

3.8.3. ΧΡΟΝΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

Λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση της επίδρασης των χρονικών περιορισμών στη προσβασιμότητα, η παρούσα διατριβή προτείνει το χρονικό στοιχείο (TE_{ij}) να εκπροσωπηθεί από μια σχέση με βασικό παράγοντα την επισκεψιμότητα της κάθε δραστηριότητας στην ημέρα. Τα χρονικά στοιχεία συλλέγονται με ημερολόγια δραστηριοτήτων και στην παρούσα έρευνα προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ημερολόγιο δραστηριοτήτων μιας ημέρας.

Πιο αναλυτικά, η επισκεψιμότητα του συγκεκριμένου προορισμού-δραστηριότητας από το άτομο ορίζεται σε σχέση με τη συχνότητα συμμετοχής (σύνολο ωρών ημερησίως) του ατόμου στη δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επομένως, το χρονικό στοιχείο (TE_{ij}) προτείνεται ως ο λόγος της επισκεψιμότητας της δραστηριότητας j (h_{ij}) (σύνολο ωρών ημερησίως) προς το μέγιστο χρόνο συμμετοχής από το σύνολο των εκτός κατοικίας δραστηριοτήτων του ατόμου ($\max_j h_{ij}$). Η Σχέση 3.18. που προσδιορίζει το χρονικό στοιχείο είναι:

$$TE_{ij} = a_{ij} = \frac{h_{ij}}{(\max_j h_{ij})} \quad (3.18.)$$

όπου:

h_{ij} : χρόνος συμμετοχής στη δραστηριότητα j

$\max_j h_{ij}$: ο μέγιστος χρόνος συμμετοχής του ατόμου από το σύνολο των ημερήσιων δραστηριοτήτων του j

Η παραπάνω σχέση δημιουργεί ένα συντελεστή που παίρνει τιμές από 0-1 και δείχνει τη σημαντικότητα της επισκεπτόμενης δραστηριότητας στο ατομικό ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων.

- Οι τιμές που πλησιάζουν το μηδέν σημαίνουν μικρή σημαντικότητα της δραστηριότητας j για το άτομο.
- και οι τιμές κοντά στο ένα δηλώνουν υψηλή σημαντικότητα της δραστηριότητας j από το άτομο.

Το χρονικό στοιχείο δείχνει την επίδραση του χρόνου πάνω στο άτομο από τη συμμετοχή του στις ημερήσιες εκτός κατοικίας δραστηριότητες.

Αφού παρουσιάστηκαν τα τρία προτεινόμενα συνθετικά στοιχεία του νέου ατομικού μέτρου αντιληπτής προσβασιμότητας, ακολουθεί η μαθητική σύνθεση αυτών, δημιουργώντας τη τελική μορφή του προτεινόμενου μέτρου.

3.8.4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΟΡΦΗ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε, το προτεινόμενο μέτρο είναι ένα μέτρο άθροισης της προσβασιμότητας που περιλαμβάνει όλες τις εκτός κατοικίας δραστηριότητες του ατομικού ημερήσιου χρονοδιαγράμματος. Το προτεινόμενο μέτρο ακολουθεί τη λογική των σύνθετων μέτρων των Bhat et. al. (2002) και θεμελιώνεται στα δύο στάδια των μέτρων αυτών.

Στο πρώτο στάδιο δημιουργείται ένα νέο μέτρο προσβασιμότητας από την προέλευση i προς κάθε ημερήσια ατομική δραστηριότητα j (A_{ij}). Ενώ στα σύνθετα μέτρα των Bhat et al. (2002) χρησιμοποιείται ένα παραδοσιακό μέτρο βαρύτητας στο οποίο ενσωματώνεται η επίδραση των λογαρίθμων των μέτρων χρησιμότητας, στην παρούσα έρευνα προτείνεται να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά ένα τροποποιημένο μέτρο βαρύτητας. Στα σύνθετα μέτρα ο συνδυασμός των μέτρων βαρύτητας με τη λογική των μέτρων χρησιμότητας αντιμετωπίζει κατά ένα σημαντικό βαθμό το πρόβλημα (των μέτρων βαρύτητας) της απότομης μεταβολής των τιμών της προσβασιμότητας με την απομάκρυνση από το κέντρο της πόλης. Ωστόσο, η προτεινόμενη μορφή (A_{ij}) στην μορφή που ορίζεται (Σχέση 3.22.) μπορεί να αντιμετωπίσει εξίσου το πρόβλημα αυτό, εφαρμόζοντας μια τροποποιημένη μορφή του τύπου Gaussian.

Επομένως, η προσβασιμότητα του ατόμου i στις διαφορετικές ημερήσιες δραστηριότητες του j , στην γενική της μορφή, ορίζεται ως η επίδραση του χώρου και της μετακίνησης. Ο χώρος ταυτίζεται με την προτεινόμενη έννοια του χωρικού στοιχείου ανά ημερήσια δραστηριότητα (SE_{ij}) και η μετακίνηση με την προτεινόμενη συνάρτηση μετακίνησης ανά ημερήσια δραστηριότητα-προορισμό (TrE_{ij}).

Ο παρακάτω τύπος (A_{ij}) απεικονίζει την προτεινόμενη προσβασιμότητα της προέλευσης i προς τις διαφορετικές ημερήσιες δραστηριότητες j του ημερήσιου χρονοδιαγράμματος (τύπος 3.19., 3.22.).

$$A_{ij} = SE_{ij} \times TrE_{ij} \quad (3.19.)$$

$$SE_{ij} = Actspace_i \times \omega_{ij} \quad (3.20.)$$

$$TrE_{ij} = f(c_{ij}) = \exp\left(-\frac{t_{ij}^2}{2t^2}\right) \quad (3.21.)$$

$$A_{ij} = Actspace_{ij} * \omega_{ij} * \exp\left(-\frac{t_{ij}^2}{2t^2}\right) \quad (3.22.)$$

όπου:

SE_{ij} είναι το χωρικό στοιχείο ανά δραστηριότητα j

ω_{ij} ως ελκυστικότητα της δραστηριότητας j για το άτομο i

$Actspace_i$ ο χώρος δράσης του ατόμου i

$f(c_{ij})$ συνάρτηση μετακίνησης από το θέση της κατοικίας του φοιτητή στις δραστηριότητες j

t ο μέσος χρόνος μετακίνησης από το σύνολο των δραστηριοτήτων του ατόμου

t_{ij} ο χρόνος μετακίνησης από την προέλευση-θέση κατοικίας του ατόμου στον κάθε προορισμό-δραστηριότητα j

Ο τύπος (A_{ij} , Σχέση 3.22.) δείχνει ότι οι τιμές της ατομικής προσβασιμότητας προς τις διαφορετικές ημερήσιες δραστηριότητες j του ημερήσιου χρονοδιαγράμματος μεταβάλλεται σε σχέση με τις συνιστώσες αυτού. Ειδικότερα, όσο αυξάνονται οι τιμές του παράγοντα του χωρικού στοιχείου (SE_{ij}) αυξάνονται αναλογικά και οι τιμές του προτεινόμενου μέτρου ατομικής προσβασιμότητας. Ενώ όσο αυξάνεται ο χρόνος μετακίνησης οι τιμές του στοιχείου της μετακίνησης (TrE_{ij}) μειώνονται άρα και οι τιμές της προσβασιμότητας του νέου μέτρου.

Στο δεύτερο στάδιο δημιουργείται το τελικό προτεινόμενο μέτρο (ACC_i). Ενώ στα υφιστάμενα σύνθετα μέτρα των Bhat et al. (2002) η τελική αθροιστική προσβασιμότητα ορίστηκε ως το λογαριθμικό άθροισμα των τιμών των προσβασιμοτήτων για το σύνολο των δραστηριοτήτων σταθμισμένο με ένα εκθετικά τροποποιημένο παράγοντα που σχετίζεται με τη δραστηριότητα. Το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας της προέλευσης (ACC_i) ορίζεται ως το άθροισμα των προσβασιμοτήτων του ατόμου για όλες τις δραστηριότητες του ημερήσιου ατομικού χρονοδιαγράμματος ($\sum A_{ij}$), χωρίς να συμπεριλαμβάνει τη λογαριθμική επίδραση των μέτρων χρησιμότητας, σταθμισμένο από τον παράγοντα που δείχνει τη σημαντικότητα της κάθε δραστηριότητας j (α_{ij}). Στην παρούσα διδακτορική διατριβή δεν ενσωματώνεται η λογική των λογαρίθμων στο προτεινόμενο μέτρο αφού

μέσα από την προτεινόμενη δομή αυτού αντιμετωπίζεται το ζήτημα της απότομης μεταβολής των τιμών της προσβασιμότητας και ταυτόχρονα απλοποιείται ο υπολογισμός της προσβασιμότητας.

Άρα, η τελική μορφή της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας στην προέλευση προτείνεται ως εξής (ACC_i) (Σχέση 3.23., 3.25.):

$$ACC_i = \frac{\sum_j [\exp(a_{ij}) \times A_{ij}]}{\sum_j \exp(a_{ij})} \quad (3.23.)$$

$$a_{ij} = \frac{h_{ij}}{(\max_j h_{ij})} \quad (3.24.)$$

όπου:

h_{ij} : χρόνος συμμετοχής στη δραστηριότητα j

$\max_j h_{ij}$: ο μέγιστος χρόνος συμμετοχής του ατόμου από το σύνολο των ημερήσιων δραστηριοτήτων του

$$ACC_i = \frac{Actspace_i \times \sum_j [\exp(\frac{h_{ij}}{\max_j h_{ij}}) \times \omega_{ij} \times \exp(-\frac{t_{ij}^2}{2t^2})]}{\sum_j \exp(\frac{h_{ij}}{\max_j h_{ij}})} \quad (3.25.)$$

Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου μέτρου γίνεται, στο κεφάλαιο της εφαρμογής, μία σύγκριση αυτού με υφιστάμενα μέτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο εφαρμόζεται διεξοδικά το προτεινόμενο μέτρο, προκειμένου αφενός να ελεγχθεί η λειτουργικότητα του αφετέρου να αναδειχθούν τα πλεονεκτήματα του. Ως περιοχή μελέτης επιλέγεται η πόλη του Βόλου, ενώ οι φοιτητές αποτελούν την υπό διερεύνηση πληθυσμιακή ομάδα. Σε μια έρευνα που έγινε οι φοιτητές του Βόλου απάντησαν σχετικά με την ακριβή θέση της κατοικίας τους, το ατομικό ημερολόγιο δραστηριοτήτων τους και την ημερήσια κινητικότητα τους μέσα στην μέρα. Τα δεδομένα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί και σε παλαιότερη έρευνα όπου εντοπίστηκε το χωρικό πρότυπο της μετακίνησης των φοιτητών στην πόλη του Βόλου. Επομένως, εφαρμόζεται το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας στους φοιτητές στην πόλη του Βόλου το οποίο στην συνέχεια αξιολογείται και ανάγεται σε επίπεδο πόλης.

4.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Με επιτόπια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις σχολές του πανεπιστημίου καταγράφηκαν πληροφορίες σχετικά με την κινητικότητα και την προσβασιμότητα της ομάδας των φοιτητών στο σύνολο των προορισμών τους. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσα από μια έρευνα ερωτηματολογίων είναι:

- ατομικά στοιχεία (σχολή φοίτησης, ηλικία, φύλο),
- οι θέσεις κατοικίας των ερωτώμενων (διεύθυνση),
- το ημερήσιο πρόγραμμα ατομικών δραστηριοτήτων μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο
- τη μετακίνηση προς τις δραστηριότητες, συμπεριλαμβάνοντας το χρόνο μετακίνησης και το μέσο μετακίνησης.

Στο παράρτημα απεικονίζεται η δομή του ερωτηματολογίου, καθώς και ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της επιτόπιας έρευνας. Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται διεξοδικά τόσο τα χωρικά δεδομένα της περιοχής μελέτης όσο και η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

4.3. ΘΕΣΕΙΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ

4.3.1. ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Το δεύτερο σημαντικό στοιχείο στον προσδιορισμό της προσβασιμότητας είναι οι θέσεις των προορισμών. Οι προορισμοί σχετίζονται με τις ατομικές δραστηριότητες. Σύμφωνα με το ημερήσιο ημερολόγιο δραστηριοτήτων οι φοιτητικές δραστηριότητες διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες.

- Σχολή
- Αγορές
- Φοιτητική λέσχη
- Διασκέδαση
- Υπηρεσίες

Οι ανωτέρω φοιτητικές δραστηριότητες διακρίνονται στις σταθερές και μεταβλητές δραστηριότητες. Οι θέσεις των σταθερών δραστηριοτήτων είναι οι ημερήσιες δραστηριότητες που επιλέγει ο φοιτητής σταθερά να επισκέπτεται σε καθημερινή βάση. Ειδικότερα, οι σταθερές θέσεις των προορισμών είναι η σχολή και η φοιτητική λέσχη.

Βασικό στοιχείο της θέσης των φοιτητικών δραστηριοτήτων είναι η απόσταση μετακίνησης μεταξύ της κατοικίας και των δραστηριοτήτων. Η απόσταση μετακίνησης στη παρούσα διατριβή ορίστηκε ως η απόσταση (network distance) πάνω στο δίκτυο μεταξύ της προέλευσης (θέσεις κατοικιών) και της θέσης των προορισμών (ημερήσιες δραστηριότητες). Οι παρακάτω χάρτες (Χάρτες 4.2 - 4.6) απεικονίζουν τη μετακίνηση πάνω στο δίκτυο μεταξύ των κατοικιών των φοιτητών και των σταθερών ημερήσιων φοιτητικών δραστηριοτήτων τους. Για την απεικόνιση και τον υπολογισμό της απόστασης μετακίνησης πάνω στο δίκτυο της πόλης του Βόλου χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία της ανάλυσης δικτύων (Network analysis) των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Στο Χάρτη 4.2. απεικονίζεται η μετακίνηση πάνω στο δίκτυο της πόλης του Βόλου μεταξύ της θέσης της κατοικίας και των τεσσάρων διαφορετικών θέσεων των σχολών του πανεπιστημίου. Οι θέσεις που είναι χωροθετημένες οι σχολές του πανεπιστημίου είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Περιοχή παραλίας (σχολές ανθρωπιστικών σπουδών)
- ✓ Περιοχή πεδίου Άρεως (πολυτεχνική σχολή)
- ✓ Περιοχή φυτόκου - Νέα Ιωνία (γεωπονική σχολή)
- ✓ Περιοχή Κοραή - κέντρο Βόλου(σχολή οικονομικού)

Ταυτόχρονα, οι Χάρτες 4.2.- 4.6. απεικονίζουν την πυκνότητα μετακίνησης πάνω στο οδικό δίκτυο της πόλης του Βόλου για κάθε μία από τις ανωτέρω θέσεις της σταθερής δραστηριότητας της σχολής και της φοιτητική λέσχης. Η πυκνότητα μετακίνησης προκύπτει από τη συχνότητα χρησιμοποίησης των συγκεκριμένων οδών από τους φοιτητές για να μετακινηθούν από τη θέση της κατοικίας τους προς τις σταθερές τους δραστηριότητες. Το σκούρο μπλε χρώμα των παρακάτω πυκνοτήτων μετακίνησης δείχνει ότι οι συγκεκριμένοι οδοί έχουν την υψηλότερη συχνότητα μετακίνησης από τη θέση της κατοικίας τους προς τις σταθερές τους δραστηριότητες σε σχέση με το υπόλοιπο οδικό δίκτυο της πόλης.

Οι φοιτητές που σπουδάζουν στην περιοχή του Πεδίου Άρεως μετακινούνται κυρίως από τις οδούς Σέκερη, Γ. Λαμπράκη, Δημητριάδος, Ιάσωνος, Ερμού και δευτερευόντως από τις οδούς Άγιος Νικόλαος, Κουταρέλια, Κασσαβέτη, καθώς και παράπλευρες σε αυτές οδούς (Χάρτης 4.2.).

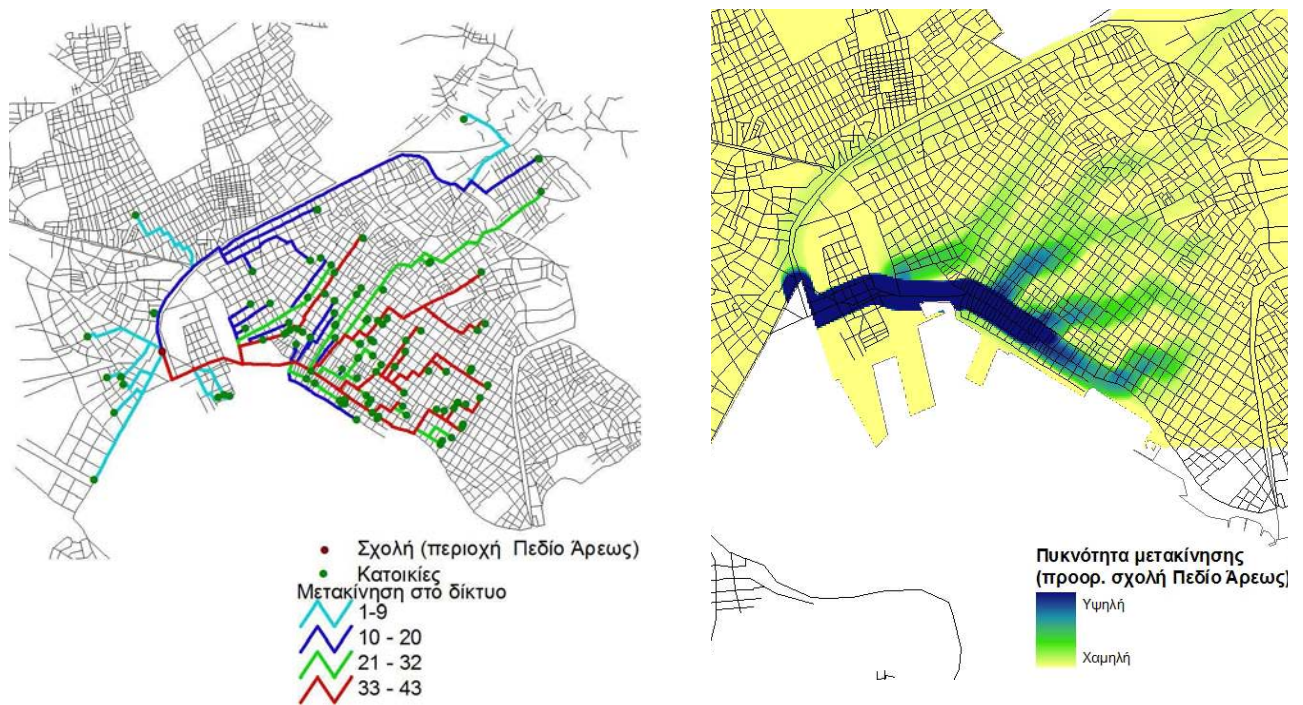
Αντίστοιχα, οι φοιτητές οι οποίοι σπουδάζουν στο παράρτημα του πανεπιστημίου στην οδό Κοραή χρησιμοποιούν πρωτίστως τις βασικές παραλιακές οδούς (Αργοναυτών, Ιάσωνος, Δημητριάδος και ένα μικρό τμήμα της Πολυμέρη) και δευτερευόντως κάποιες καθέτους σε αυτήν (όπως Μαυροκορδάτου, Αγίου Νικολάου, Κουταρέλια, 28 Οκτωβρίου, Μεταμορφώσεως) (Χάρτης 4.3.).

Επίσης, οι φοιτητές που σπουδάζουν στο παράρτημα του πανεπιστημίου, στην περιοχή του Φυτόκου, παρατηρείται ότι χρησιμοποιούν κυρίως τις οδούς Ερμού, Δημητριάδος, 2Ας Νοεμβρίου, Σμύρνης και Φυτόκου. Δευτερεύουσα σημασία για τις μετακινήσεις των φοιτητών που σπουδάζουν στη σχολή του Φυτόκου έχουν οι οδοί της Αναλήψεως και Παγασών(Χάρτης 4.4.).

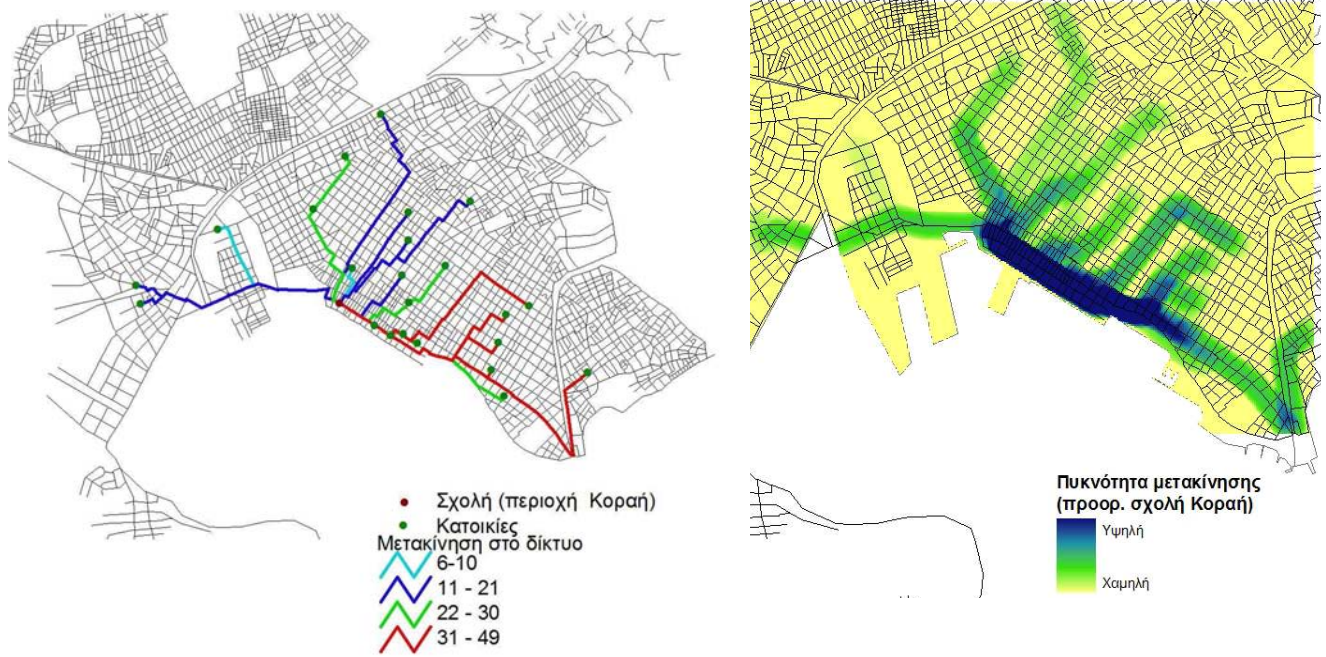
Οι φοιτητές οι οποίοι σπουδάζουν στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου παρατηρείται ότι έχουν υψηλή συχνότητα χρησιμοποίησης των παραλιακών οδών γύρω

από το κτίριο αυτό (Γαμβέτα, Ογλ, Κουμουνδούρου, Μαυροκορδάτου, καθώς και τμήματα των οδών Πολυμέρη, Ιάσωνος, Δημητριάδος, Αργοναυτών) (Χάρτης 4.5.).

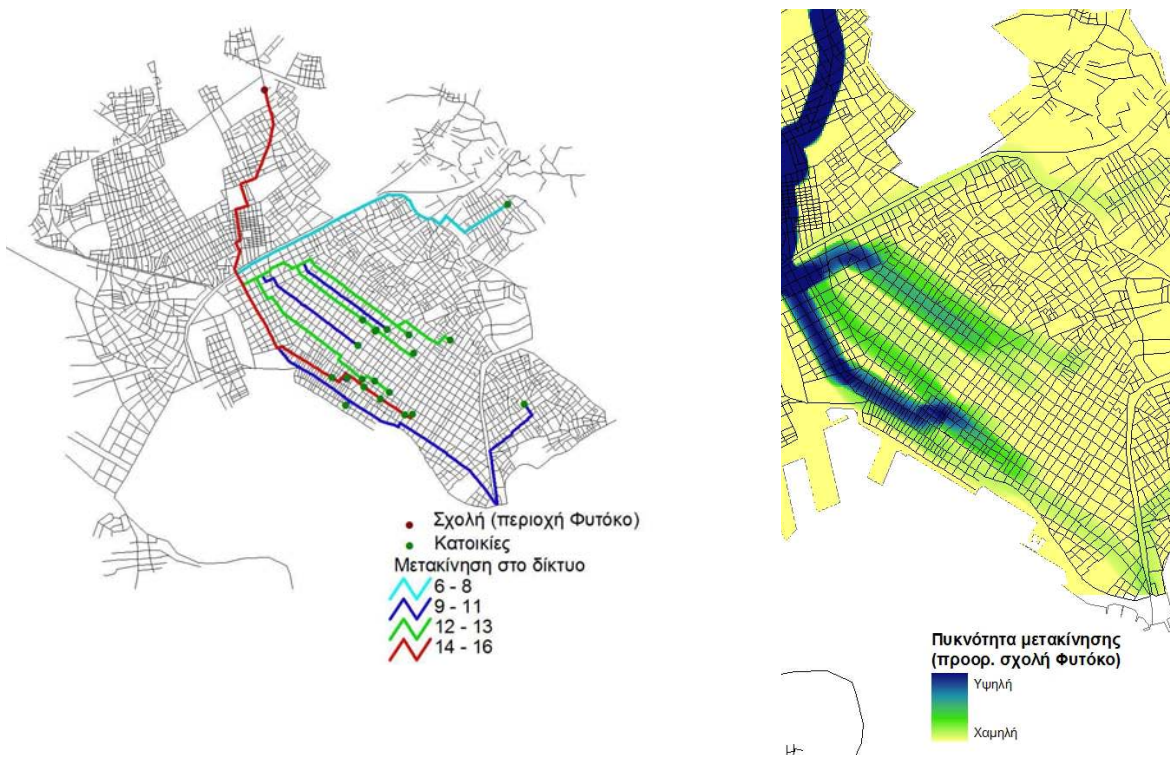
Αναφορικά με τη συχνότητα μετακίνησης των φοιτητών με προορισμό τη φοιτητική λέσχη παρατηρείται ότι πρωτεύουσα σημασία έχουν οι οδοί Ερμού, Δημητριάδος, Ιάσωνος, 2Ας Νοεμβρίου, Γ. Καρτάλη, Ανθίμου Γαζή, Κωνσταντά, Καποδιστρίου, Γλαδστόνος και Κουντουριώτου. Δευτερεύουσα σημασία έχουν οι οδοί Πολυμέρη, Αναλήψεως καθώς και άλλες παράπλευρες σε αυτές οδοί (Χάρτης 4.6.).



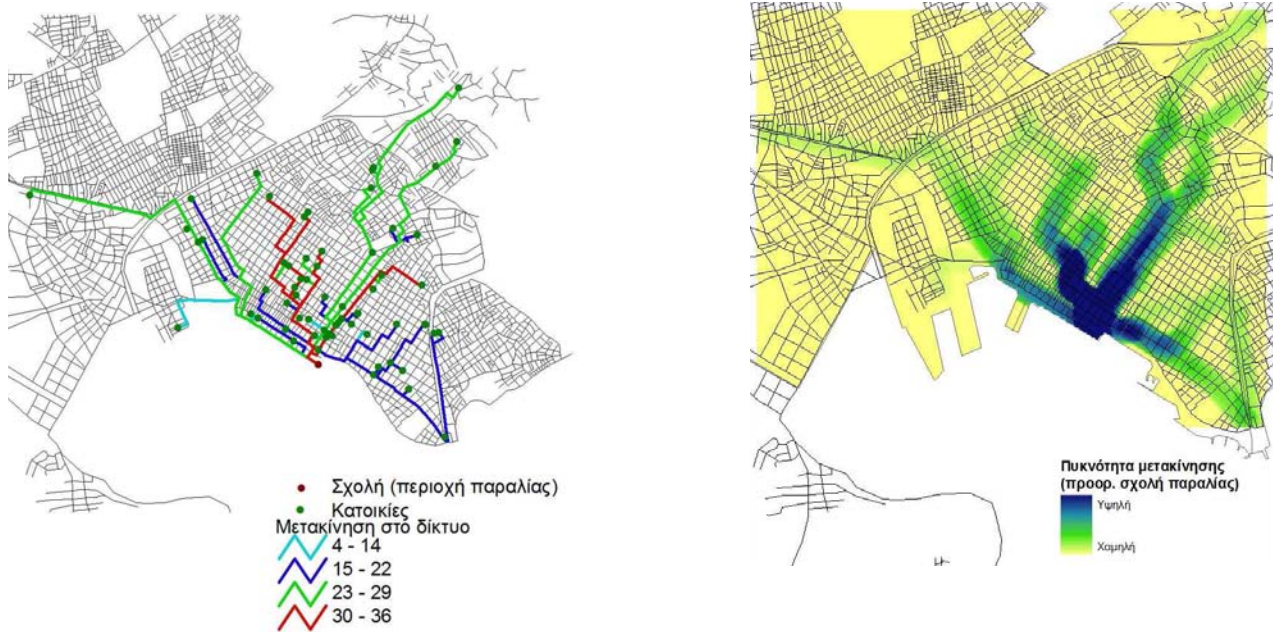
Χάρτης 4.2. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Πεδίου Άρεως)



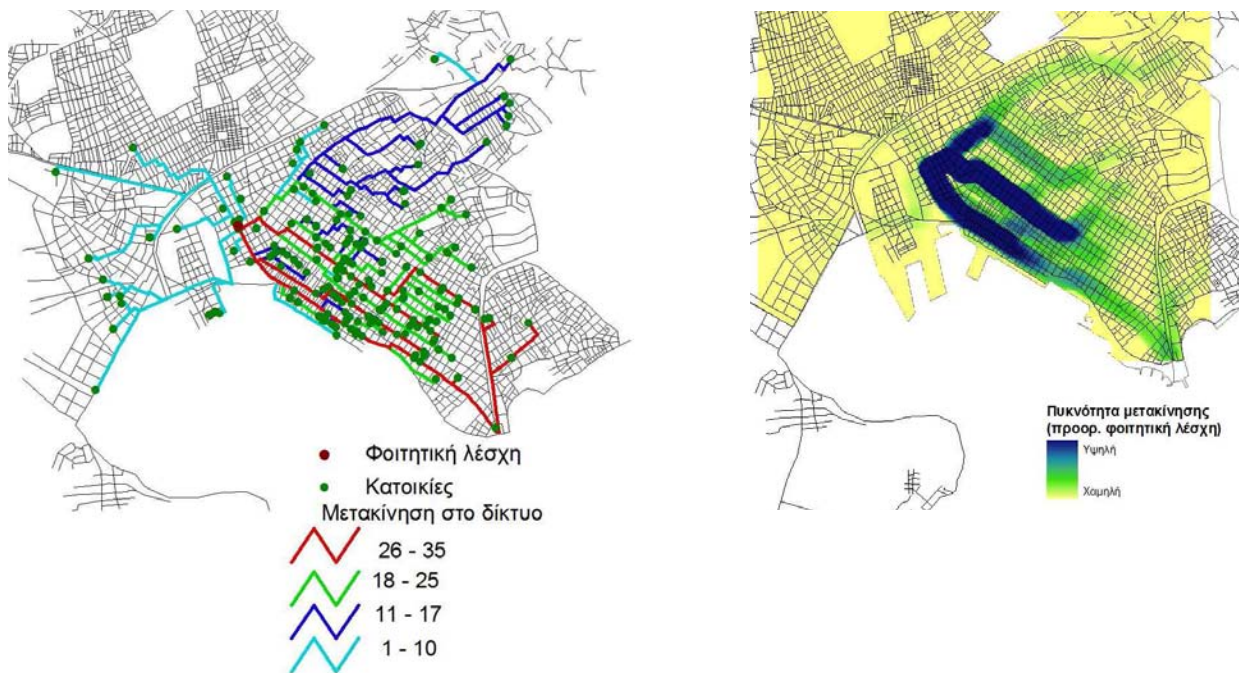
Χάρτης 4.3. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Κοραή)



Χάρτης 4.4. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Φυτόκο)



Χάρτης 4.5. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς τη σχολή (περιοχή Παραλίας)



Χάρτης 4.6. Μετακίνηση πάνω στο δίκτυο από κατοικία προς φοιτητική λέσχη

Οι αποστάσεις πάνω στο δίκτυο που προέκυψαν από την λειτουργία του αναλυτή δικτύου από τη θέση της κατοικίας προς τις δύο σταθερές δραστηριότητες των φοιτητών (σχολή, φοιτητική λέσχη) θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της αντιληπτής προσβασιμότητας.

4.3.2. ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Για τους φοιτητές της πόλης του Βόλου οι μεταβλητές δραστηριότητες ορίστηκαν οι αγορές, οι υπηρεσίες και η διασκέδαση. Κατά τη συλλογή των στοιχείων παρατηρήθηκε το πρόβλημα της δυσκολίας αρκετών ερωτώμενων να συγκεκριμενοποιήσουν την ακριβή θέση των μεταβλητών δραστηριοτήτων. Για το λόγο αυτό, αναπτύχθηκε μία έμμεση μέθοδος δημιουργίας δεδομένων σε μικρο-κλίμακα, ακολουθώντας μια νέα μέθοδο μικρο-προσομοίωσης της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Οι θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων που θα προκύψουν από την παρακάτω διαδικασία αποτελούν τη μέση θέση κάθε φοιτητή για κάθε μεταβλητή δραστηριότητα μέσα στο 24ωρο του.

4.3.2.1. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Ειδικότερα, για τον εντοπισμό των θέσεων των ατομικών μεταβλητών δραστηριοτήτων η νέα διαδικασία που προτείνεται περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Εντοπισμός των υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων
- Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων (χωρική ταξινόμηση-μέθοδος k-means)
- Εντοπισμός της περιοχής μετακίνησης των ατόμων από τη θέση της προέλευσης προς τις πιθανές θέσεις του προορισμού (περιοχή εξυπηρέτησης πάνω στο δίκτυο)
- Εντοπισμός των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων (j)

Πιο αναλυτικά, σε πρώτη φάση εντοπίζονται οι θέσεις των υφιστάμενων δραστηριοτήτων στην πόλη. Οι υφιστάμενες αστικές δραστηριότητες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες δραστηριοτήτων, όπως για παράδειγμα εμπορικά καταστήματα, καταστήματα διασκέδασης, δημόσιες υπηρεσίες κλπ. Οι υφιστάμενες αστικές δραστηριότητες προτείνεται να ομαδοποιηθούν μέσα από μια διαδικασία ταξινόμησης και να δημιουργηθούν στην πόλη ομάδες (cluster) για κάθε κατηγορία δραστηριότητας. Η χωρική ταξινόμηση των θέσεων των υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων (Δ_j)

γίνεται χρησιμοποιώντας τη σχέση γειννίασης μεταξύ αυτών. Η χωρική ταξινόμηση γίνεται με τη χρήση του χωρικού εργαλείου στατιστικής ανάλυσης CRIMESTAT. Η χωρική ταξινόμηση είναι η γνωστή στατιστική ταξινόμηση των δεδομένων (clustering). Στόχος της ανάλυσης αυτής είναι η ομαδοποίηση των δεδομένων και στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η ομαδοποίηση του συνόλου των θέσεων των υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων. Ο τελικός σκοπός σε μία ταξινόμηση είναι να δημιουργηθούν όσο το δυνατόν πιο ομοιογενείς ομάδες με τη μικρότερη δυνατή διακύμανση στο εσωτερικό τους και την μεγαλύτερη διακύμανση μεταξύ τους (Ντυκέν, 2004• Φώτης, 2009• Φώτης και Μηλάκα, 2004).

Για κάθε κατηγορία αστικής δραστηριότητας (Δ_j) προτείνεται να εντοπιστούν και να σχεδιαστούν τα πολύγωνα των ομάδων που προκύπτουν μέσα από την ταξινόμηση. Για παράδειγμα, αν οι εμπορικές δραστηριότητες δημιουργούν τέσσερις ομάδες δραστηριοτήτων τότε θα σχεδιαστούν τέσσερα πολύγωνα στο χώρο που θα περιέχουν τις ομάδες αυτές.

Ταυτόχρονα, σχεδιάζεται η περιοχή εξυπηρέτησης του ατόμου προς κάθε δραστηριότητα j (N_{ij}) πάνω στο οδικό δίκτυο (N). Η περιοχή εξυπηρέτησης σχεδιάζεται με τη συμβολή των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και ειδικότερα με τη λειτουργία περιοχής εξυπηρέτησης (service area) του αναλυτή του δικτύου (network analysis) και στοχεύει στον εντοπισμό της περιοχής μετακίνησης των ατόμων από τη θέση της προέλευσης προς τις πιθανές θέσεις του προορισμού. Μέσα από το χρόνο μετακίνησης που δηλώνει κάθε ερωτώμενος στο ερωτηματολόγιο και τον τρόπο μετακίνησης προς τις μεταβλητές δραστηριότητες προκύπτει η απόσταση μετακίνησης που χρησιμοποιείται για να σχεδιαστεί η περιοχή εξυπηρέτησης του κάθε ατόμου πάνω στο οδικό δίκτυο της πόλης.

Ο εντοπισμός των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων (j) προκύπτει από τη χωρική σχέση-σύνδεση των ομαδοποιήσεων των αστικών δραστηριοτήτων (Δ_j) και της περιοχής εξυπηρέτησης του κάθε ατόμου προς κάθε δραστηριότητα j (N_{ij}). Η θέση της μεταβλητής δραστηριότητας ανά άτομο προτείνεται να προσδιοριστεί με την ακόλουθη διαδικασία.

- Εάν η περιοχή εξυπηρέτησης (N_{ij}) πάνω στο δίκτυο (N) που δημιουργείται γύρω από τη θέση της κατοικίας i τέμνει τις χωρικές ομάδες των διαφορετικών

αστικών δραστηριοτήτων (Δ_j) σε ένα σημείο τότε το σημείο αυτό ορίζεται ως η θέση της συγκεκριμένης μεταβλητής δραστηριότητας j (θ_j).

- Εάν η περιοχή εξυπηρέτησης (N_{ij}) πάνω στο δίκτυο (N) που δημιουργείται γύρω από τη θέση της κατοικίας i τέμνει τις ομάδες των δραστηριοτήτων (Δ_j) σε δύο ή περισσότερα σημεία τότε η θέση της μεταβλητής δραστηριότητας ορίζεται ως ο χωρικός μέσος των σημείων τομής ($\bar{\Theta}_j$) (4.1.).

$$\bar{\Theta}_j = \frac{\theta_1 + \dots + \theta_n}{n} \quad (4.1.)$$

όπου:

θ_1, θ_n : τα σημεία που τέμνονται η περιοχή εξυπηρέτησης (N_{ij}) με τις ομάδες των δραστηριοτήτων (Δ_j),

n : το σύνολο των τεμνόμενων σημείων

- Εάν η περιοχή εξυπηρέτησης (N_{ij}) πάνω στο δίκτυο (N) που δημιουργείται γύρω από τη θέση της κατοικίας i δεν τέμνει κανένα από τα πολύγωνα των ομάδων των δραστηριοτήτων (Δ_j) τότε επιλέγεται ως θέση της μεταβλητής δραστηριότητας το πλησιέστερο σημείο της περιοχής εξυπηρέτησης προς τις ομάδες δραστηριοτήτων.
- Εάν η περιοχή εξυπηρέτησης (N_{ij}) πάνω στο δίκτυο (N) που δημιουργείται γύρω από τη θέση της κατοικίας i περιέχεται μέσα σε μία ομάδα των δραστηριοτήτων (Δ_j) τότε ως θέση της μεταβλητής δραστηριότητας του ατόμου είναι το πλησιέστερο σημείο της περιοχής εξυπηρέτησης προς το κέντρο βάρους της ομάδας δραστηριοτήτων (centroid Δ_j).

Στο Σχήμα 4.1. απεικονίζεται η προτεινόμενη διαδικασία εντοπισμού των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων με τη χρήση των λειτουργιών των GIS. Η ακολουθούμενη μεθοδολογία για το χωρικό εντοπισμό των μεταβλητών δραστηριοτήτων είναι συνδυασμός δεδομένων προέλευσης (θέση κατοικίας) και των υφιστάμενων θέσεων των αστικών δραστηριοτήτων. Ειδικότερα, για να εντοπιστούν οι μεταβλητές δραστηριότητες των ερωτώμενων ακολουθούνται δύο διαφορετικές διαδικασίες, οι οποίες συνδυάζονται για να προκύψει το ζητούμενο αποτέλεσμα.

Αρχικά, έχοντας ως πρωτογενή δεδομένα τις διευθύνσεις των υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων της πόλης γίνεται η γεωκωδικοποίηση αυτών ως σημειακά δεδομένα. Ακολούθως, οι θέσεις των υφιστάμενων δραστηριοτήτων ομαδοποιούνται με τη μέθοδο k-means, οπότε προκύπτουν οι ομαδοποιήσεις αυτών στο χώρο. Επομένως, στα σημεία των υφιστάμενων δραστηριοτήτων υπάρχει και η πληροφορία της ομάδας που υπάγονται. Στα σημεία αυτά εφαρμόζεται η διαδικασία των κυρτών πολυγώνων, όπου με βάση την ομάδα που βρίσκονται δημιουργούν πολύγωνα που δείχνουν τη χωρική έκταση κάθε ομαδοποίησης. Επομένως, δημιουργούνται πολυγωνικά δεδομένα με τις ομάδες των δραστηριοτήτων.

Η δεύτερη διαδικασία χρησιμοποιεί πρωτογενή δεδομένα, όπως οι διευθύνσεις των κατοικιών, ο χρόνος και ο τρόπος μετακίνησης από την κατοικία προς την κάθε δραστηριότητα. Από τις διευθύνσεις των κατοικιών μέσα από τη γεωκωδικοποίηση αυτών προκύπτει το σημειακό γεγονός της προέλευσης – θέση κατοικίας. Ταυτόχρονα, μέσα από τον πίνακα των ερωτηματολογίων συλλέγεται ο χρόνος (t_{ijm}) και ο τρόπος μετακίνησης, ο οποίος ορίζεται ως η μέση ταχύτητα μετακίνησης ανά διαφορετικό τρόπο m \bar{u}_{ijm} για κάθε ερωτώμενο. Επομένως, υπολογίζεται η απόσταση μετακίνησης ως εξής (Σχέση 4.2., d_{ijm}):

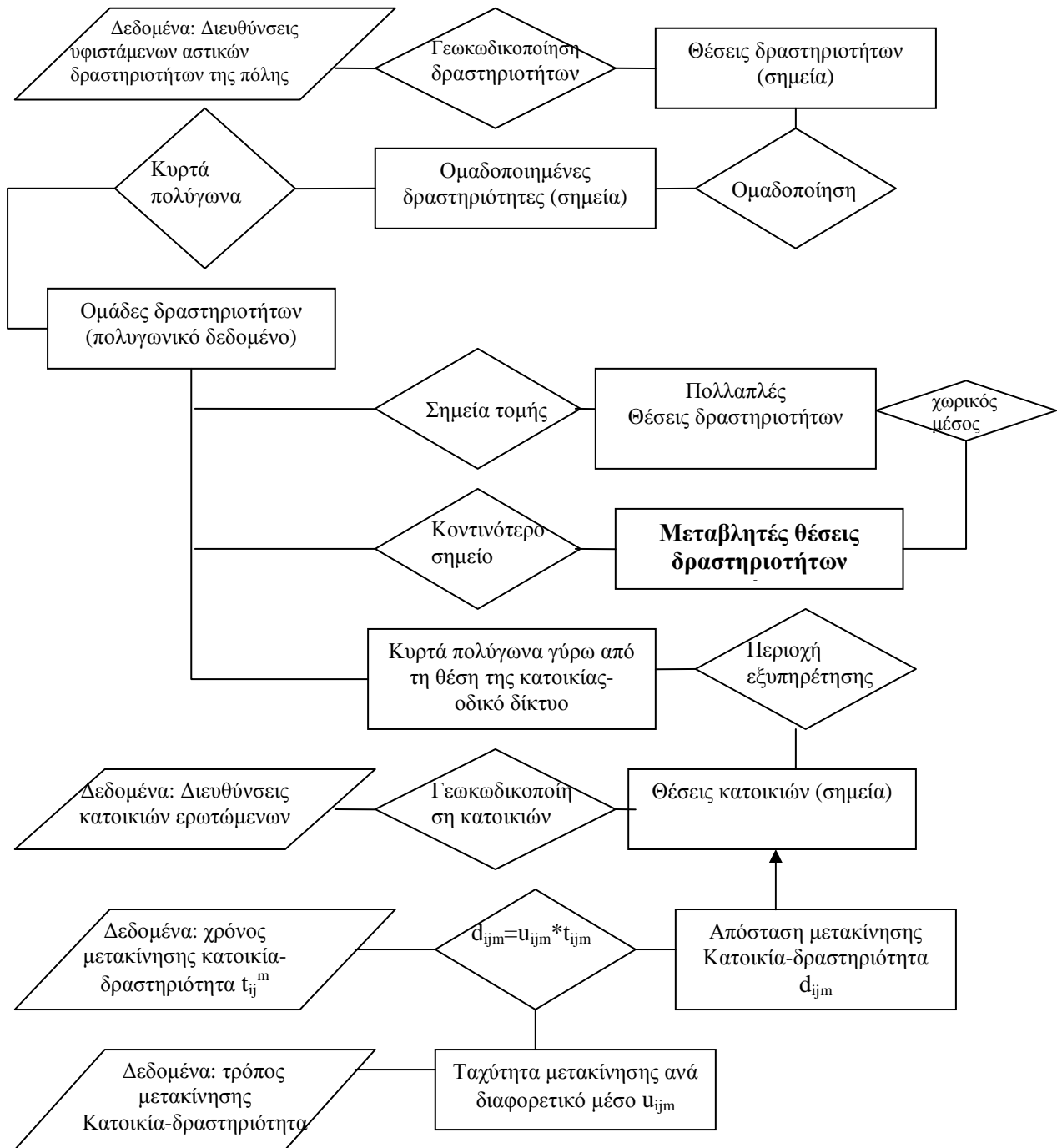
$$d_{ijm} = \bar{u}_{ijm} * t_{ijm} \quad (4.2.)$$

όπου:

d_{ijm} : απόσταση μετακίνησης από την προέλευση i στη μεταβλητή δραστηριότητα j με το μέσο m

\bar{u}_{ijm} : μέση ταχύτητα μετακίνησης από την προέλευση i στη μεταβλητή δραστηριότητα j με το μέσο m

t_{ijm} : ο χρόνος μετακίνησης από την προέλευση i στη μεταβλητή δραστηριότητα j με το μέσο m



Σχήμα 4.1. Χωρικός εντοπισμός των μεταβλητών θέσεων των ατομικών δραστηριοτήτων

Η προκύπτουσα απόσταση μετακίνησης από τη Σχέση 4.2. ανά άτομο i για κάθε δραστηριότητα j (d_{ijm}) συνδέεται (join) με τις θέσεις των κατοικιών και γύρω από τα σημεία των θέσεων κατοικίας και δημιουργούνται οι περιοχές εξυπηρέτησης (service area) πάνω στο οδικό δίκτυο από την κατοικία προς κάθε δραστηριότητα j .

Αφού ολοκληρωθεί και η δεύτερη διαδικασία, τα πολυγωνικά δεδομένα που προκύπτουν από την πρώτη (ομάδες αστικών δραστηριοτήτων) και τη δεύτερη

διαδικασία (περιοχές εξυπηρέτησης γύρω από τις θέσεις των κατοικιών πάνω στο οδικό δίκτυο) συνδυάζονται με σκοπό να βρεθούν οι θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων των ερωτώμενων. Ειδικότερα, από τις τομές κάθε περιοχής στο δίκτυο με τα αντίστοιχα πολύγωνα προκύπτουν οι πιθανές θέσεις πολλαπλών μεταβλητών δραστηριοτήτων, από τις οποίες προκύπτει η ζητούμενη θέση ανά δραστηριότητα για κάθε ερωτώμενο ως η χωρικός μέσος αυτών. Στην περίπτωση που τα πολύγωνα δεν τέμνονται με τη σχεδιαζόμενη περιοχή στο δίκτυο τότε επιλέγεται η λειτουργία του κοντινότερου σημείου, δηλαδή του πλησιέστερου σημείου της περιοχής εξυπηρέτησης (N_{ij}) είτε προς το πολύγωνο της ομάδας της αστικής δραστηριότητας (Δ_j) (στην περίπτωση που δεν τέμνεται η περιοχή εξυπηρέτησης (N_{ij}) με την ομάδα της αστικής δραστηριότητας (Δ_j)) είτε προς το κεντροειδές της αστικής δραστηριότητας (Δ_j) (στην περίπτωση που περιέχεται η περιοχή εξυπηρέτησης (N_{ij}) στην ομάδα της αστικής δραστηριότητας (Δ_j)).

4.3.2.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Η διαδικασία που προτείνεται στην προηγούμενη ενότητα εφαρμόζεται για τον εντοπισμό των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων των φοιτητών ως ακολούθως:

- Γεωκωδικοποίηση των υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων στην πόλη του Βόλου (αγορές, υπηρεσίες και διασκέδαση)
- Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των αστικών δραστηριοτήτων στην πόλη του Βόλου (μέθοδος k-means)
- Προσδιορισμός «αρχικής απόστασης μετακίνησης» των φοιτητών ($dist_{ij}$)
- Εντοπισμός της περιοχής μετακίνησης των φοιτητών (περιοχή εξυπηρέτησης πάνω στο δίκτυο)
- Εντοπισμός των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων (j) των φοιτητών
- Προσδιορισμός «τελικής απόστασης μετακίνησης» (D_{ij}) των φοιτητών

Αρχικά, γεωκωδικοποιούνται οι θέσεις των υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων αγορών, διασκέδασης και υπηρεσιών στην πόλη του Βόλου. Η επιλογή του δείγματος των θέσεων των αστικών δραστηριοτήτων έγινε με βάση την συγκεντρωμένη χωρική κατανομή, η οποία, όπως φαίνεται και στους παρακάτω Χάρτες 4.4., 4.5. και 4.6., παρουσιάζει συγκεντρώσεις σε συγκεκριμένες περιοχές και σημεία. Η δραστηριότητα των υπηρεσιών περιλαμβάνει τις θέσεις των δημόσιων υπηρεσιών και των θέσεων των τραπεζών. Ειδικότερα, καταγράφηκαν 44 θέσεις υπηρεσιών. Η δραστηριότητα της διασκέδασης περιλαμβάνει τις θέσεις των καφετεριών, των εστιατορίων της πόλης και λοιπών χώρων διασκέδασης (κινηματογράφοι, θέατρα), οπότε καταγράφηκαν 39 θέσεις χώρων διασκέδασης. Η δραστηριότητα των αγορών περιλαμβάνει τα εμπορικά καταστήματα της πόλης του Βόλου, όπου καταγράφηκαν 253 θέσεις εμπορικών καταστημάτων (Χάρτες 4.4, 4.5. και 4.6.).

Στη συνέχεια, μέσα από το πρόγραμμα Crimestat με τη χρήση της μεθόδου k-means, γίνεται η χωρική ομαδοποίηση των διαφορετικών υφιστάμενων αστικών δραστηριοτήτων. Μέσα από την ομαδοποίηση των θέσεων των δραστηριοτήτων για

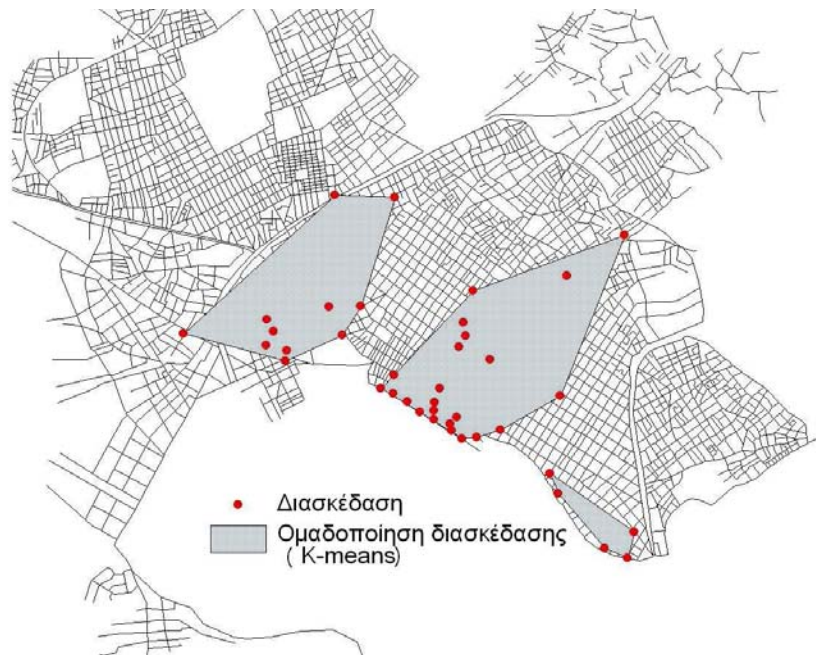
κάθε κατηγορία αστικής δραστηριότητας με τη μέθοδο της k-means προκύπτουν τα κέντρα και οι χωρικές ομάδες αυτών (Πίνακας 4.1.).

Ο Πίνακας 4.1. απεικονίζει τις ομάδες (clusters) για κάθε υφιστάμενη αστική δραστηριότητα, το σύνολο των θέσεων των δραστηριοτήτων ανά ομάδα και τις μέσες θέσεις ανά δραστηριότητα. Μέσα από τη διαδικασία της χωρικής ταξινόμησης για κάθε μια μεταβλητή δραστηριότητα δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες για τη διασκέδαση, τέσσερις ομάδες για τις αγορές και δύο ομάδες για τις υπηρεσίες. Για τη δραστηριότητα της διασκέδασης από ένα σύνολο 39 θέσεων, οι 5 εντάχθηκαν μέσα στην πρώτη ομάδα, οι 23 εντάχθηκαν στη δεύτερη και οι 11 στην τρίτη. Αντίστοιχα, για τις δραστηριότητες της αγοράς, από ένα σύνολο 253 καταγραμμένων θέσεων, οι 138 εντάχθηκαν στην πρώτη ομάδα, στην δεύτερη οι 35, στην τρίτη οι 42 και στην τέταρτη οι 38. Τέλος, για τη δραστηριότητα των υπηρεσιών, από ένα σύνολο 44 θέσεων, οι 29 περιλήφθηκαν στην πρώτη ομάδα και οι 15 στη δεύτερη.

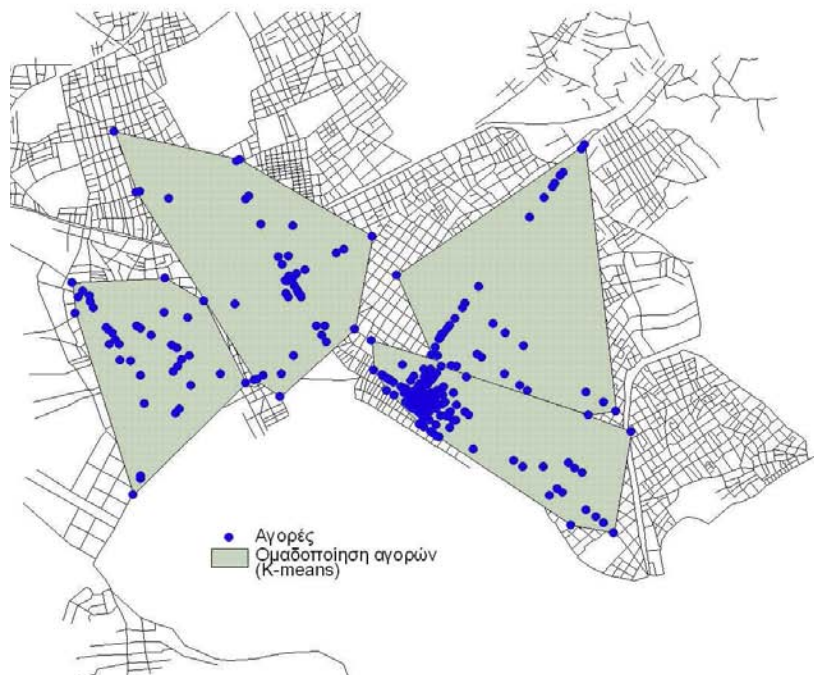
Πίνακας 4.1. Ομαδοποίηση των μεταβλητών αστικών δραστηριοτήτων

Ομάδες	Μέση τιμή X	Μέση τιμή Y	Σημεία ανά ομάδα	
Διασκέδαση	1	410350.03	4356073.12	5
	2	409276.718	4357001.22	23
	3	408208.59	4357402.95	11
Αγορές	1	409232.52	4357047.57	138
	2	409549.81	4357554.47	35
	3	408343.99	4357836.67	42
	4	407403.31	4357410.21	38
Υπηρεσίες	1	409068.01	4357072.23	29
	2	408103.26	4358170.49	15

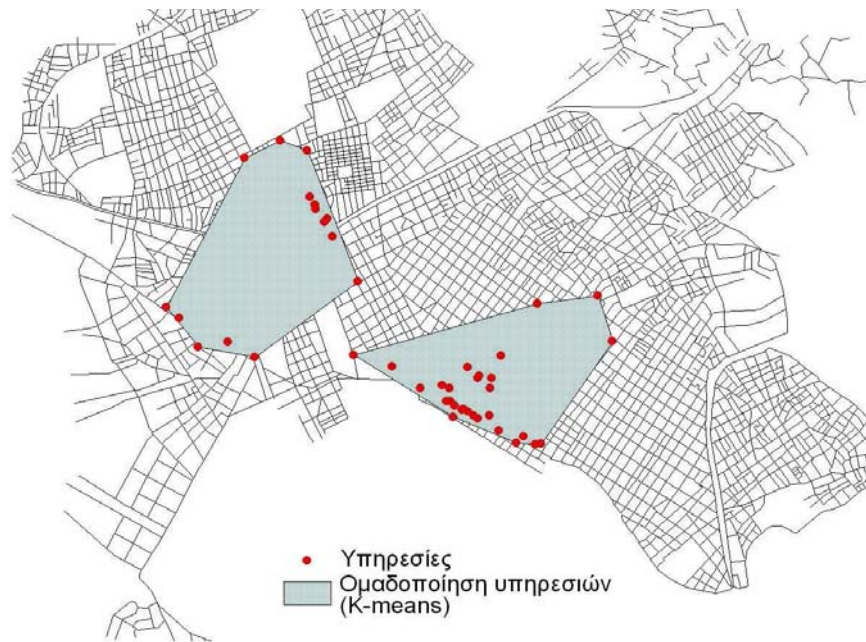
Για τις παραπάνω ομάδες που δημιουργήθηκαν ανά δραστηριότητα εντοπίστηκαν οι πολυγωνικές ζώνες (convex hull) που περιλαμβάνουν τις ομαδοποιήσεις. Οι Χάρτες 4.7. - 4.9. απεικονίζουν τις ζώνες των χωρικών ομάδων (ως κυρτά πολύγωνα) που προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία για κάθε αστική δραστηριότητα. Οι παρακάτω χάρτες απεικονίζουν ότι οι αγορές-εμπορικές δραστηριότητες είναι εκτεταμένες σε ολόκληρη την πόλη, αντίθετα οι δραστηριότητες των υπηρεσιών και της διασκέδασης καταλαμβάνουν συγκεκριμένα κεντρικά τμήματα της πόλης του Βόλου.



Χάρτης 4.7. Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των υφιστάμενων δραστηριοτήτων διασκέδασης

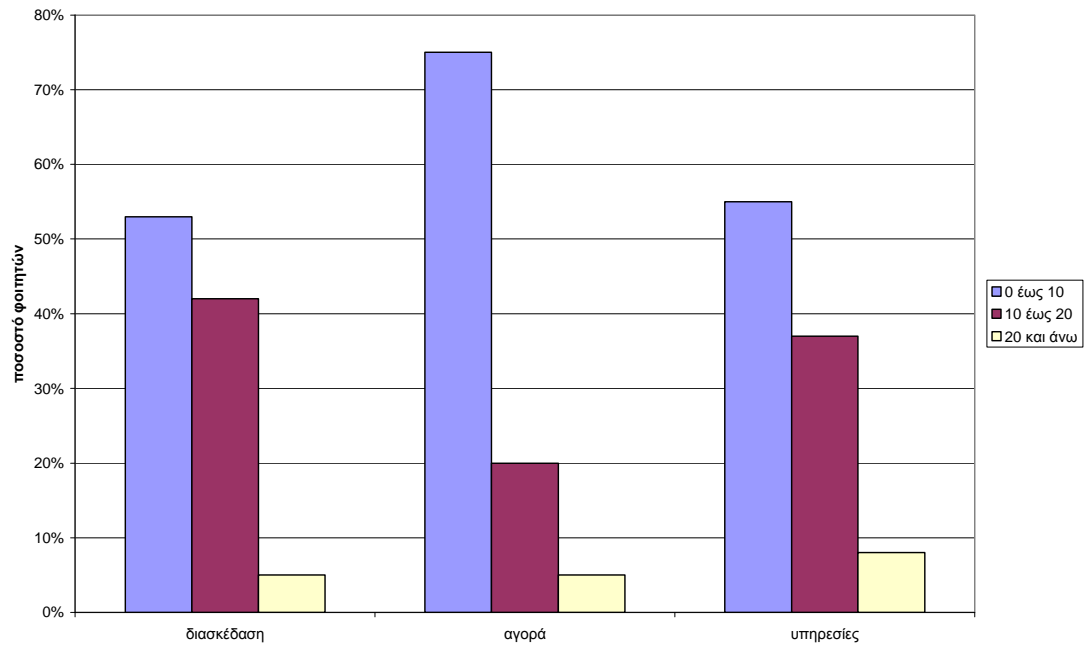


Χάρτης 4.8. Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των υφιστάμενων δραστηριοτήτων αγοράς



Χάρτης 4.9. Εντοπισμός των χωρικών ομάδων των υφιστάμενων υπηρεσιών

Ακολούθως, προσδιορίζεται η «αρχική απόσταση μετακίνησης» ($dist_{ij}$). Η αρχική απόσταση μετακίνησης για κάθε φοιτητή από τη θέση της κατοικίας i προς σε κάθε ημερήσιο προορισμό-δραστηριότητα j προκύπτει από τη σχέση του χρόνου και του τρόπου μετακίνησης που καταγράφηκε με τη συλλογή των δεδομένων. Το Γράφημα 4.1. απεικονίζει το χρόνο μετακίνησης από την κατοικία σε κάθε μία μεταβλητή δραστηριότητα (διασκέδαση, αγορές, υπηρεσίες) που δήλωσε κάθε φοιτητής μέσα στο ερωτηματολόγιο. Ειδικότερα, το 53% των φοιτητών δήλωσε ότι μετακινείται από την κατοικία του προς τη διασκέδαση μέσα σε 10 λεπτά, το 42% των φοιτητών από 10-20 λεπτά και το 5% μετακινείται με χρόνο πάνω από 20 λεπτά. Για τη δραστηριότητα της αγοράς το 75% των φοιτητών μετακινείται από την κατοικία του προς αυτή μέσα σε 10 λεπτά, το 20% των φοιτητών μετακινείται με χρόνο από 10-20 λεπτά και το 5% μετακινείται με χρόνο πάνω από 20 λεπτά. Επίσης, για τη δραστηριότητα των υπηρεσιών το 55% των φοιτητών μετακινείται από την κατοικία προς τη συγκεκριμένη δραστηριότητα μέσα σε 10 λεπτά, το 37% των φοιτητών κινείται από 10-20 λεπτά και το 8% μετακινείται με χρόνο πάνω από 20 λεπτά.

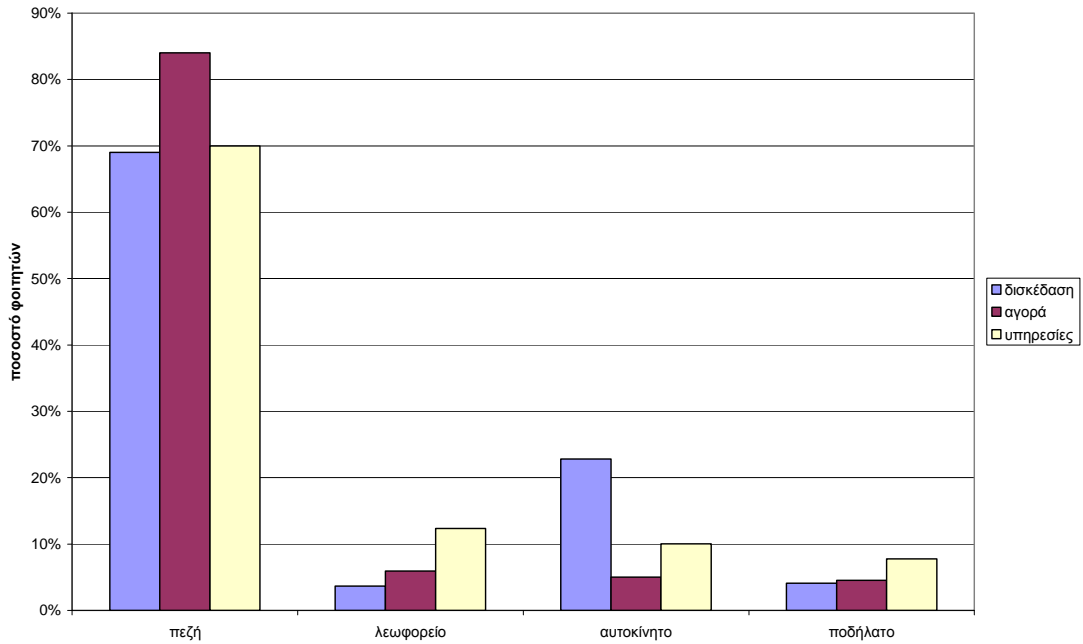


Γράφημα 4.1. Χρόνος μετακίνησης φοιτητών

Ταυτόχρονα, καταγράφηκε και η πληροφορία του τρόπου μετακίνησης κάθε φοιτητή προς κάθε μια από αυτές τις δραστηριότητες (Γράφημα 4.2.). Το Γράφημα 4.2. απεικονίζει τις διαφορετικές επιλογές τρόπου μετακίνησης των φοιτητών για κάθε μεταβλητή δραστηριότητα. Από τον πίνακα αυτό φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος των φοιτητών επιλέγουν την πεζή μετακίνηση προς τους προορισμούς τους.

Μέσα από τη σχέση του χρόνου μετακίνησης και του τρόπου μετακίνησης (μέση ταχύτητα μετακίνησης ανά διαφορετικό μέσο) προκύπτει «η αρχική απόσταση μετακίνησης» (dis_{ij}). Επομένως, ορίζοντας μια μέση ταχύτητα μετακίνησης για κάθε έναν από τους διαφορετικούς τρόπους μετακίνησης προσδιορίζεται η «αρχική απόσταση μετακίνησης» ($dist_{ij}$). Η μέση ταχύτητα μετακίνησης στην πόλη του Βόλου ορίστηκε λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα από σχετικές μελέτες και έρευνες (Βλαστός και Αθανασόπουλος, 2005) αναφορικά με τα μέσα μετακίνησης μέσα σε μία πόλη. Ειδικότερα:

- Για αυτοκίνητο ορίστηκε 8,5 km/h
- Για το λεωφορείο ορίστηκε 6,6 km/h
- Για το ποδήλατο ορίστηκε 15 Km/h
- Η πεζή μετακίνηση ορίστηκε 5 km/h



Γράφημα 4.2. Τρόπος μετακίνησης κάθε φοιτητή προς κάθε μια από αυτές τις δραστηριότητες

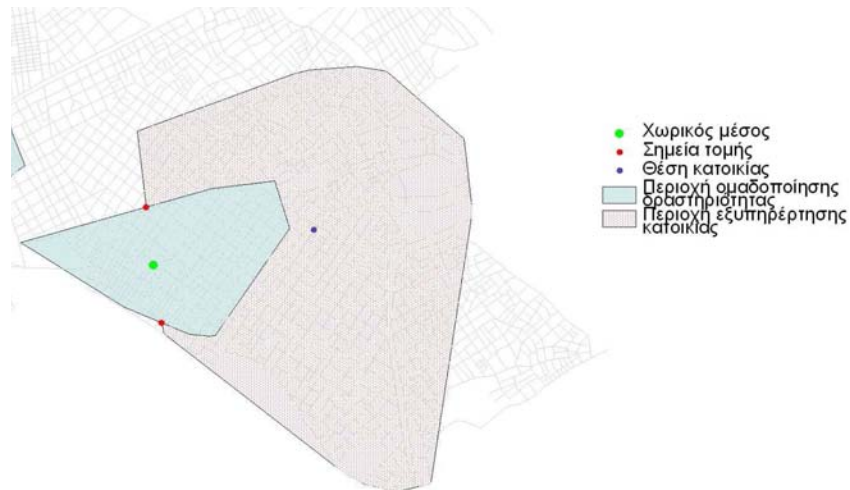
Στη συνέχεια προσδιορίζεται η περιοχή εξυπηρέτησης των φοιτητών. Η περιοχή εξυπηρέτησης κάθε φοιτητή προκύπτει από την «αρχική απόσταση μετακίνησης» ($dist_{ij}$) και είναι μια περιοχή που για κάθε θέση της φοιτητικής κατοικίας δημιουργείται μια ζώνη πάνω στο οδικό δίκτυο. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε η χωρική λειτουργία της περιοχής εξυπηρέτησης (service area) του αναλυτή οδικού δικτύου (Network analysis) των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών GIS.

Αφού προσδιορίστηκαν τόσο οι ομάδες των αστικών δραστηριοτήτων όσο και η περιοχή εξυπηρέτησης του κάθε φοιτητή επόμενο βήμα είναι ο εντοπισμός των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων των φοιτητών (Χάρτης 4.10.). Οι θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων προκύπτουν ως εξής:

- α) Όταν η περιοχή εξυπηρέτησης που σχεδιάζεται γύρω από τη θέση της κατοικίας του ατόμου πάνω στο οδικό δίκτυο τέμνει το πολύγωνο των δραστηριοτήτων σε πολλαπλές θέσεις τότε προτείνεται ο χωρικός μέσος των τεμνόμενων σημείων να είναι η θέση της μεταβλητής δραστηριότητας (α περίπτωση).
- β) Όταν η σχεδιαζόμενη περιοχή εξυπηρέτησης πάνω στο δίκτυο δεν τέμνεται με το πολύγωνο των ομάδων των δραστηριοτήτων τότε ως θέση της

μεταβλητής δραστηριότητας του ατόμου επιλέγεται το πλησιέστερο σημείο της περιοχής εξυπηρέτησης προς το πολύγωνο (β περίπτωση).

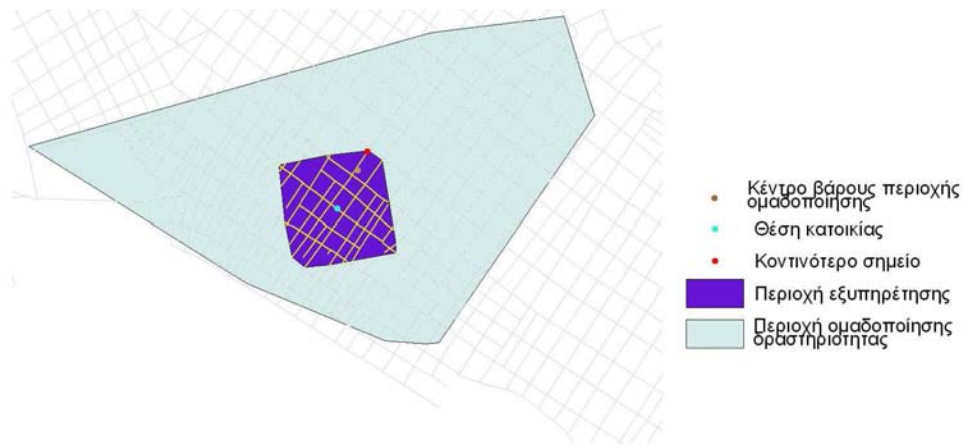
- γ) Όταν η σχεδιαζόμενη περιοχή εξυπηρέτησης πάνω στο δίκτυο περιέχεται μέσα σε ένα πολύγωνο τότε ως θέση της μεταβλητής δραστηριότητας του ατόμου επιλέγεται το πλησιέστερο σημείο της περιοχής εξυπηρέτησης προς το κέντρο βάρους του πολυγώνου (γ περίπτωση).



Περίπτωση (α)



Περίπτωση (β)

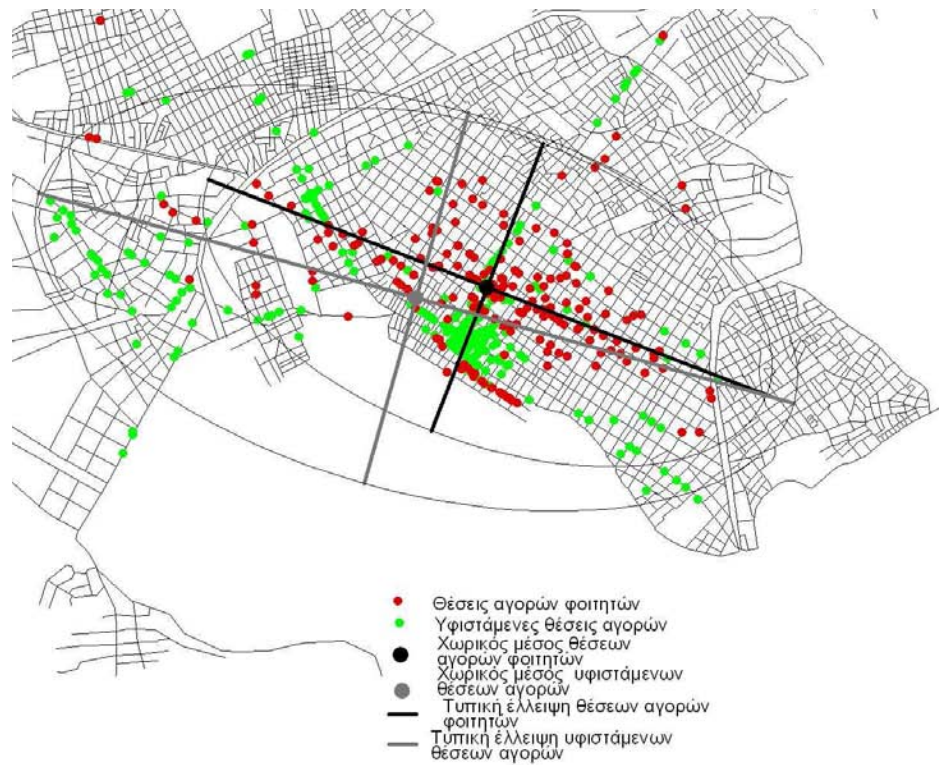


Περίπτωση (γ)

Χάρτης 4.10. Χωρική σχέση ομάδων δραστηριότητας και περιοχής εξυπηρέτησης

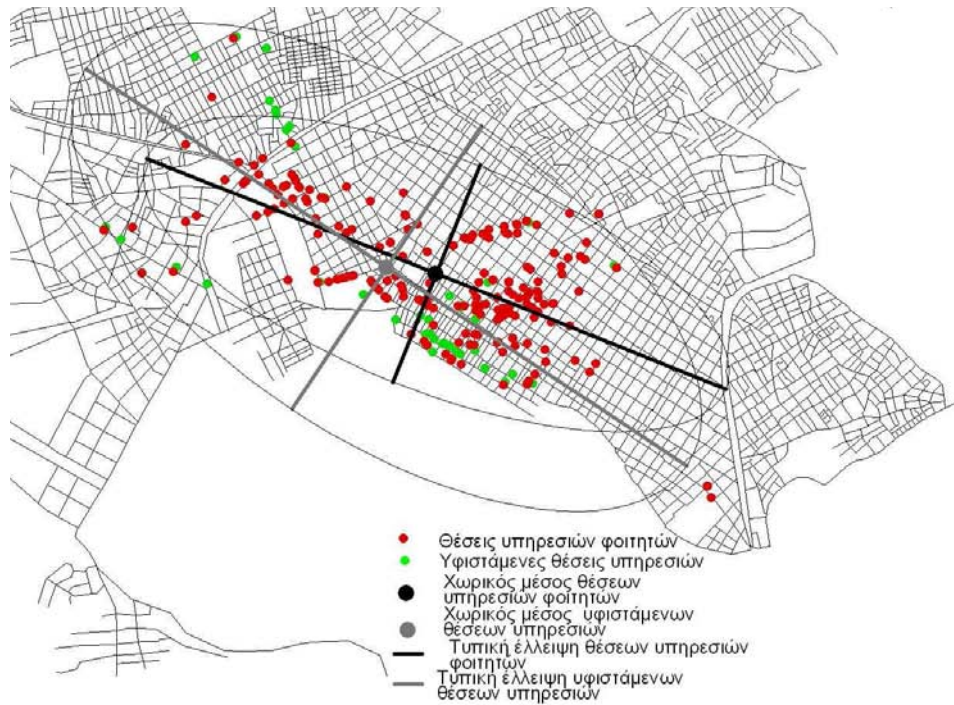
Επομένως, με βάση την παραπάνω διάκριση εντοπίζονται οι θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων. Οι παρακάτω χάρτες απεικονίζουν τη διασπορά των μεταβλητών θέσεων των δραστηριοτήτων των φοιτητών (Χάρτες 4.11, 4.12. και 4.13.).

Η δραστηριότητα των θέσεων των αγορών των φοιτητών παρουσιάζει αφενός μία μετατόπιση προς το εσωτερικό του ιστού της πόλης του Βόλου και αφετέρου μια σχετική συγκέντρωση των θέσεων αυτών σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές δραστηριότητες (διασκέδαση, υπηρεσίες) με βασικό χαρακτηριστικό τη γραμμική τους κατανομή στην πόλη του Βόλου (Χάρτης 4.11). Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η μετατόπιση των θέσεων των αγορών, που επισκέπτονται οι φοιτητές ημερησίως, προς το εσωτερικό της πόλης δείχνει ότι οι φοιτητές επιλέγουν για τις καθημερινές ημερήσιες αγορές περιοχές της πόλης κοντά στη θέση της κατοικίας τους, δηλαδή σε συνοικιακά εμπορικά καταστήματα. Χρησιμοποιώντας την τεχνική της τυπικής έλλειψης (standard deviational ellipses) γίνεται η σύγκριση του σημειακού χωρικού προτύπου τόσο για τις υφιστάμενες θέσεις των αγορών όσο και για τις παραγόμενες θέσεις των αγορών μέσα από την ανωτέρω διαδικασία. Ειδικότερα, παρατηρείται μια μετατόπιση, μια απόσταση 350μ., του χωρικού μέσου των νέων θέσεων από τις υφιστάμενες θέσεις των αγορών. Ταυτόχρονα, η κατεύθυνση της βασικής διασποράς των δυο αυτών σημειακών προτύπων (παραγόμενων και υφιστάμενων θέσεων) ομοιάζει σημαντικά.



Χάρτης 4.11. Θέσεις μεταβλητών δραστηριοτήτων φοιτητών (αγορές)

Η διασπορά των παραγόμενων θέσεων των υπηρεσιών των φοιτητών που επισκέπτονται στο 24ώρο με τη διασπορά των αντίστοιχων θέσεων των αγορών των φοιτητών ομοιάζει, αφού εφαρμόζοντας το δείκτη του κοντινότερου γείτονα και στις δύο χωρικές διασπορές, ο δείκτης αυτός δείχνει υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης με τα επίπεδα του δείκτη στα 0,6 και 0,7 αντίστοιχα. Από τη σύγκριση του χωρικού προτύπου των υφιστάμενων θέσεων των υπηρεσιών με τις παραγόμενες θέσεις αυτών παρατηρείται μια μικρή μετατόπιση (απόσταση 250μ.) του χωρικού μέσου των νέων θέσεων από τις υφιστάμενες θέσεις των υπηρεσιών. Σημαντική ομοιότητα παρατηρείται ως προς την κατεύθυνση της βασικής διασποράς των δυο αυτών σημειακών προτύπων (παραγόμενων και υφιστάμενων θέσεων).



Χάρτης 4.12. Θέσεις μεταβλητών δραστηριοτήτων φοιτητών (υπηρεσίες)

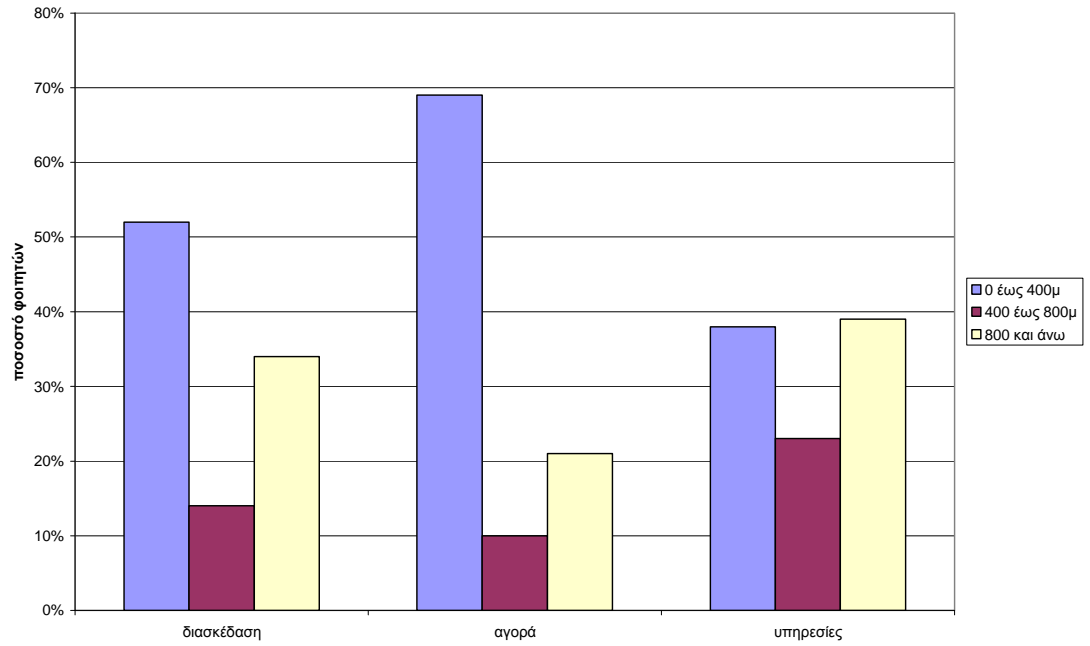
Αντίθετα, στην περίπτωση των παραγόμενων θέσεων της δραστηριότητας της διασκέδασης που επισκέπτονται οι φοιτητές στο 24ωρο, η εφαρμογή του δείκτη του πλησιέστερου γείτονα, δείχνει μικρότερη συγκέντρωση (0,10) και επομένως μεγαλύτερη διασπορά στην πόλη, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την απεικόνιση αυτών στον παρακάτω χάρτη (Χάρτης 4.13.). Από τη σύγκριση του χωρικού προτύπου των υφιστάμενων θέσεων της διασκέδασης με τις παραγόμενες θέσεις αυτών παρατηρείται μετατόπιση σε απόσταση 200μ. του χωρικού μέσου των παραγόμενων θέσεων από τις υφιστάμενες θέσεις της διασκέδασης. Ομοιότητες εντοπίζονται ως προς την κατεύθυνση της βασικής διασποράς των δυο αυτών σημειακών προτύπων (παραγόμενων και υφιστάμενων θέσεων) της τυπικής έλλειψης του Χάρτη 4.13..



Χάρτης 4.13. Θέσεις μεταβλητών δραστηριοτήτων φοιτητών (διασκέδαση)

Αφού εντοπιστούν οι θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων το επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός της «τελικής απόστασης μετακίνησης» (D_{ij}). Η αρχική απόσταση μετακίνησης ($dist_{ij}$) εξαιτίας του ότι συλλέχθηκε από τις απαντήσεις των ερωτώμενων περιέχει μια υποκειμενικότητα και δείχνει σε κάποιες περιπτώσεις σημαντικές αποκλίσεις. Για το λόγο αυτό και για τον καλύτερο προσδιορισμό της προσβασιμότητας προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η απόσταση που προκύπτει από τη διαδικασία προσδιορισμού των θέσεων των μεταβλητών δραστηριοτήτων (τελική απόσταση μετακίνησης στις μεταβλητές δραστηριότητες).

Το Γράφημα 4.3. δείχνει τη μεταβολή τη τελικής απόστασης μετακίνησης από την κατοικία στις μεταβλητές δραστηριότητες (D_{ij}). Το Γράφημα 4.2. απεικονίζει ότι πολύ κοντά στην κατοικία τους, δηλαδή σε μια απόσταση 400 μέτρων, μετακινείται το 69% των φοιτητών επισκεπτόμενο θέσεις αγορών, το 52% τις θέσεις της διασκέδασης και το 38% τις υπηρεσίες. Ακολούθως, σε μια απόσταση 400-800 μέτρα από την κατοικία τους μετακινούνται το 14% των φοιτητών πηγαίνοντας για διασκέδαση, το 10% στην αγορά και το 23% στις υπηρεσίες. Αντίστοιχα, σε απόσταση από 800 μέτρα και πάνω το 34% των φοιτητών που μετακινείται επισκέπτεται χώρους διασκέδασης, το 21% επισκέπτεται την αγορά και το 39% τις υπηρεσίες.



Γράφημα 4.3. Τελική απόσταση μετακίνησης φοιτητών από τις κατοικίες στις θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων

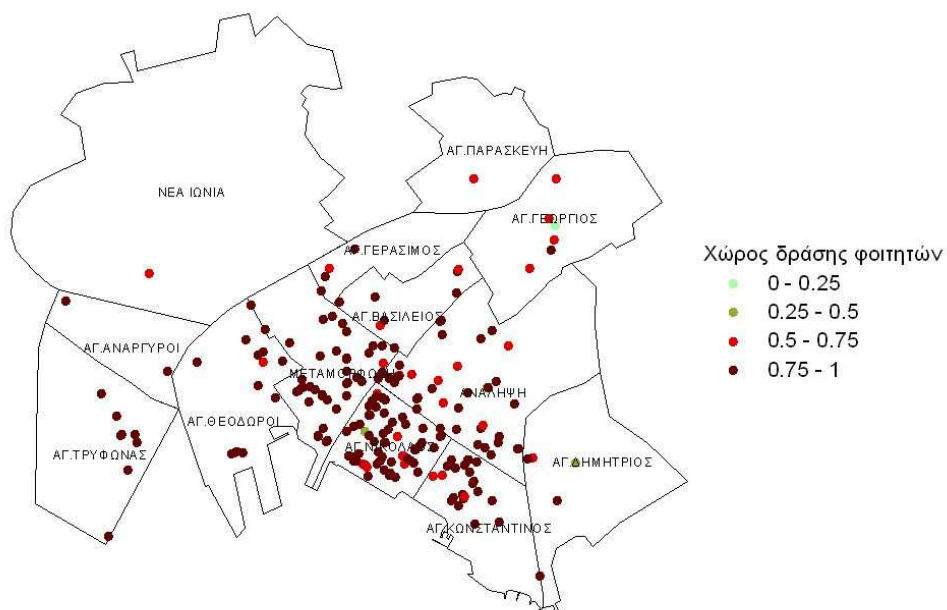
Η τελική απόσταση μετακίνησης προς τις μεταβλητές δραστηριότητες των φοιτητών χρησιμοποιείται στην επόμενη ενότητα για τον προσδιορισμό του μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας.

4.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

4.4.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Η προτεινόμενη έννοια του χωρικού στοιχείου ανά δραστηριότητα (SE_{ij}), όπως προαναφέρθηκε, περιλαμβάνει την επίδραση του ατομικού χώρου δράσης κάθε φοιτητή ($Acts_{space_{ij}}$) σε σχέση με την ελκυστικότητα της κάθε δραστηριότητας του κάθε φοιτητή (ω_{ij}).

Ο προτεινόμενος δείκτης του χώρου δράσης ($Acts_{space_{ij}}$) που προέκυψε από την κανονικοποίηση του εμβαδού του κυρτού πολυγώνου που σχηματίζεται από τη θέση της κατοικίας του φοιτητή και των θέσεων των ημερήσιων δραστηριοτήτων (σταθερές, μεταβλητές) όταν πλησιάζει την τιμή ένα (1) τότε παίρνει την ελάχιστη τιμή εμβαδού, δηλαδή ο φοιτητής έχει μικρό χώρο δράσης και αντίστροφα όταν πλησιάζει την τιμή μηδέν (0). Ο Χάρτης 4.14 απεικονίζει το προτεινόμενο συντελεστή του φοιτητικού χώρου δράσης. Από το χάρτη αυτό διαπιστώνεται ότι το 83% των ερωτώμενων φοιτητών έχουν μικρό χώρο δράσης (υψηλός συντελεστής 75%-100%), δηλαδή το σύνολο των ημερήσιων δραστηριοτήτων τους σχέση με τη θέση της κατοικίας είναι κοντά.



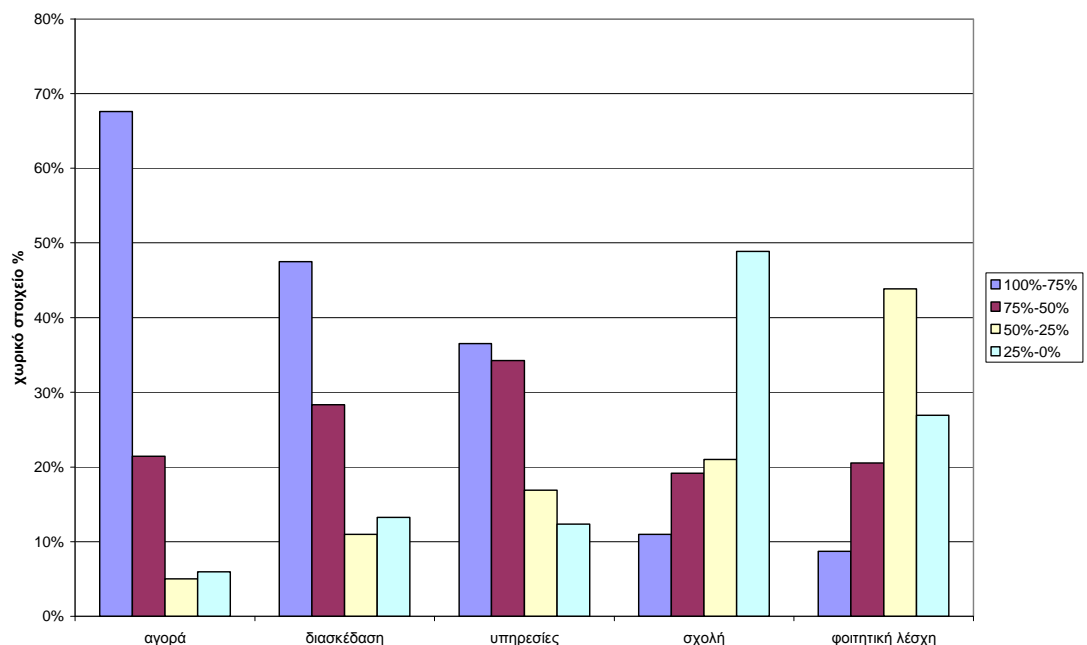
Χάρτης 4.14. Συντελεστής χώρου δράσης των φοιτητών

Ο δεύτερος παράγοντας που εισάγεται είναι η έννοια της ελκυστικότητας κάθε δραστηριότητας (ω_{ij}). Η προτεινόμενη σχέση δημιουργεί ένα συντελεστή που παίρνει τιμές από 0-1, όπου οι τιμές που πλησιάζουν το μηδέν σημαίνουν μικρή ελκυστικότητα και οι τιμές στο ένα δηλώνουν υψηλή ελκυστικότητα της δραστηριότητας για το φοιτητή. Ο Πίνακας 4.2. απεικονίζει την ποσοστιαία αναλογία του δείκτη της ελκυστικότητας της κάθε δραστηριότητας (ω_{ij}) επί του συνόλου των φοιτητών.

Πίνακας 4.2. Ποσοστιαία αναλογία του δείκτη της ελκυστικότητας της κάθε δραστηριότητας

	Δείκτης ελκυστικότητας της δραστηριότητας (ω_{ij}) στο σύνολο των φοιτητών				
	Φοιτητική λésχη	Σχολή	Αγορά	Υπηρεσίες	Διασκέδαση
Υψηλή	15%	19%	87%	62%	67%
Μέση	30%	16%	5%	9%	14%
Χαμηλή	36%	20%	3%	10%	8%
Πολύ χαμηλή	19%	45%	5%	19%	11%
Σύνολο	100%	100%	100%	100%	100%

Αφού υπολογιστεί ο χώρος δράσης κάθε φοιτητή και η ελκυστικότητα της κάθε φοιτητικής δραστηριότητας σε σχέση με τη θέση της κατοικίας αυτού εφαρμόζεται ο προτεινόμενος τύπος του χωρικού στοιχείου (SE_{ij}) (Γράφημα 4.4.).



Γράφημα 4.4. Χωρικό στοιχείο για κάθε δραστηριότητα

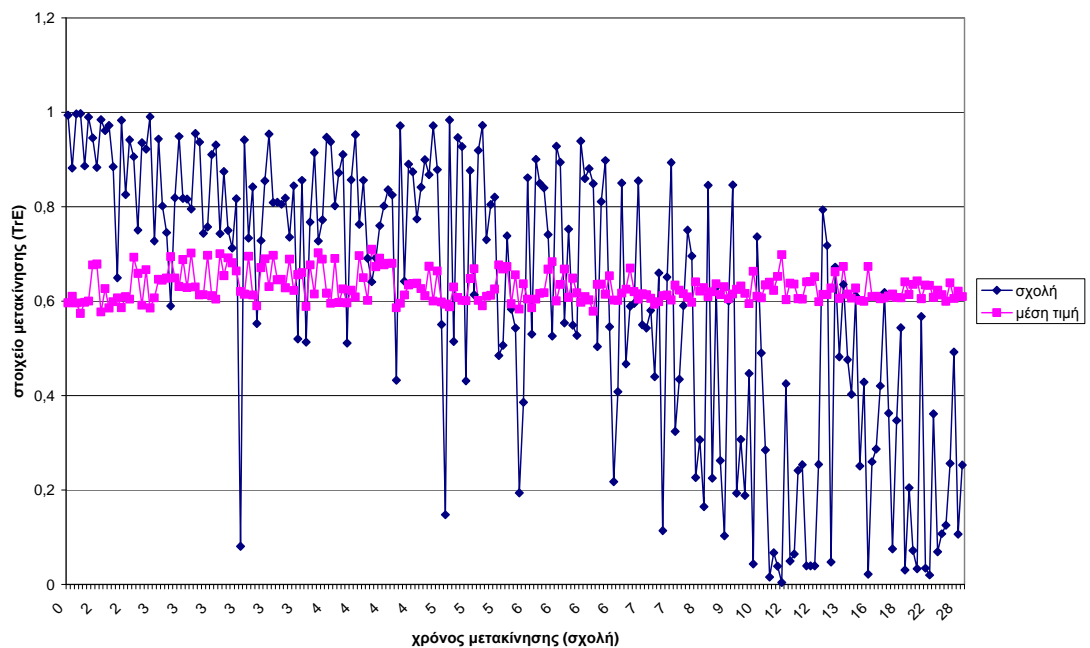
Στο Γράφημα 4.4. απεικονίζεται σε ποσοστιαία αναλογία ο παράγοντας του χωρικού στοιχείου ανά δραστηριότητα. Ειδικότερα, οι αγορές παρουσιάζουν τα

υψηλότερα επίπεδα του χωρικού στοιχείου (100%-75%) με ποσοστιαία αναλογία επί του συνόλου των φοιτητών 68% και ακολουθούν η διασκέδαση με 47%, οι υπηρεσίες με ποσοστό 37%, η σχολή με 11% και τέλος η φοιτητική λέσχη με 9%. Ακολούθως, ικανοποιητικά επίπεδα του δείκτη αυτού (75%-50%) επί του συνόλου των φοιτητών παρουσιάζουν οι υπηρεσίες με 34%, η διασκέδαση με 28%, η αγορά με 21%, η φοιτητική λέσχη με 20% και η σχολή με 19%. Χαμηλά επίπεδα (50%-25%) έχει η φοιτητική λέσχη με 44%, η σχολή με 21% οι υπηρεσίες με 17%, η διασκέδαση με 10% και η αγορά με 5%. Τέλος, πολύ χαμηλά επίπεδα (25%-0%) έχει η σχολή με 49%, η φοιτητική λέσχη με 27%, η διασκέδαση με 13%, οι υπηρεσίες με 12%, και η αγορά με 5%. Στην επόμενη ενότητα γίνεται η εφαρμογή του στοιχείου της μετακίνησης (TrE_{ij}).

4.4.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ

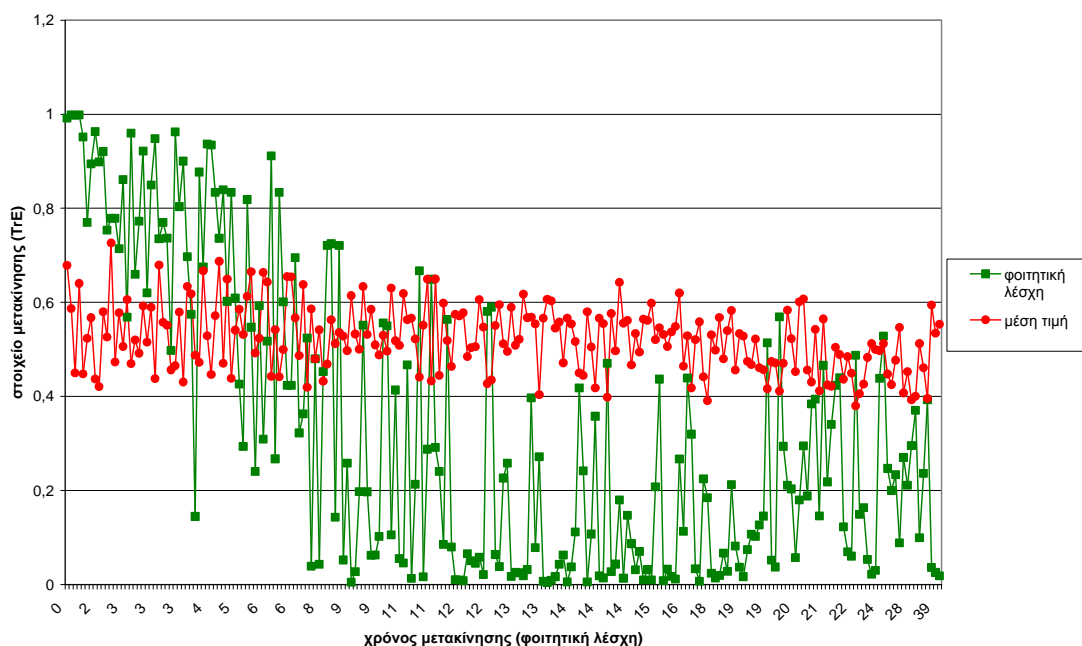
Αναφορικά με το στοιχείο της μετακίνησης (TrE_{ij}) των φοιτητών βασικός παράγοντας ο οποίος και υπολογίζεται είναι ο χρόνος μετακίνησης από τη θέση της κατοικίας αυτών προς τις ημερήσιες ατομικές τους δραστηριότητες. Αφού υπολογίστηκε ο χρόνος μετακίνησης του φοιτητή ανά δραστηριότητα (t_{ij}) καθώς και ο μέσος χρόνος του φοιτητή (t) προς το σύνολο των δραστηριοτήτων εφαρμόζεται η σχέση του στοιχείου της μετακίνησης (TrE_{ij}). Τα παρακάτω Γραφήματα (4.5. - 4.9.) απεικονίζουν τη μεταβολή του στοιχείου της μετακίνησης ανά δραστηριότητα (TrE_{ij}) σε σχέση με το χρόνο μετακίνησης (t_{ij}) προς κάθε δραστηριότητα. Το παραγόμενο αυτό στοιχείο (TrE_{ij}) συγκρίνεται με τη μέση τιμή του στοιχείου της μετακίνησης (\overline{TrE}_{ij}) του κάθε φοιτητή για όλες τις εκτός κατοικίας δραστηριότητες.

Ειδικότερα, για το στοιχείο της μετακίνησης με προορισμό τη σχολή (TrE_{ij}) φαίνεται ότι ένα ποσοστό της τάξης του 55% επί του συνόλου των φοιτητών ξεπερνά τα μέσα επίπεδα του στοιχείου της μετακίνησης για όλους τους προορισμούς (\overline{TrE}_{ij}). Επομένως, επιβεβαιώνεται ότι οι φοιτητές, σε ένα μεγάλο ποσοστό τους, κάνουν μικρότερες μετακινήσεις από τη θέση της κατοικίας τους προς τη σχολή και άρα έχουν λιγότερο κόστος μετακίνησης.



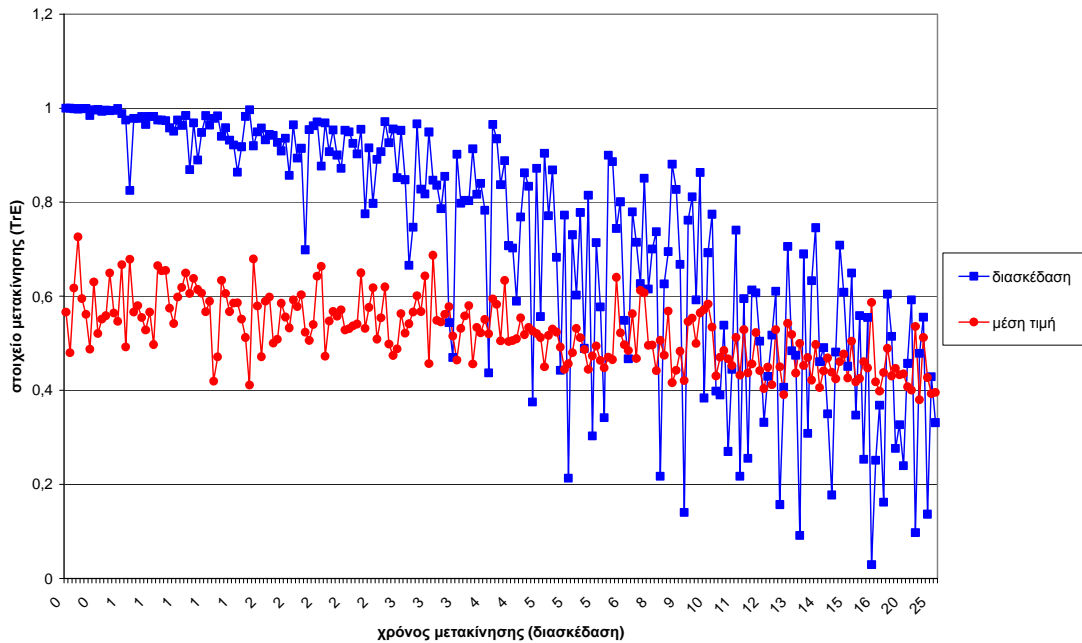
Γράφημα 4.5. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τη σχολή με τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τη σχολή.

Για τους φοιτητές με προορισμό τη φοιτητική λέσχη, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 4.6. παρατηρείται η ύπαρξη μεγάλης διακύμανσης και μεταβολής των τιμών του στοιχείου της μετακίνησης τους από τη θέση της κατοικίας τους (TrE_{ij}). Ειδικότερα, ένα μικρό ποσοστό φοιτητών της τάξης του 21% έχουν μειωμένο χρόνο μετακίνησης προς τη φοιτητική λέσχη κάνοντας μικρότερα ταξίδια (Γράφημα 4.6.). Ωστόσο, διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών (79%) έχουν αυξημένο χρόνο μετακίνησης (αφού όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.6. οι τιμές του στοιχείου της μετακίνησης είναι χαμηλότερα από τη μέση τιμή) διανύοντας καθημερινά μακρινότερες διαδρομές από τη θέση της κατοικίας τους προς αυτήν.



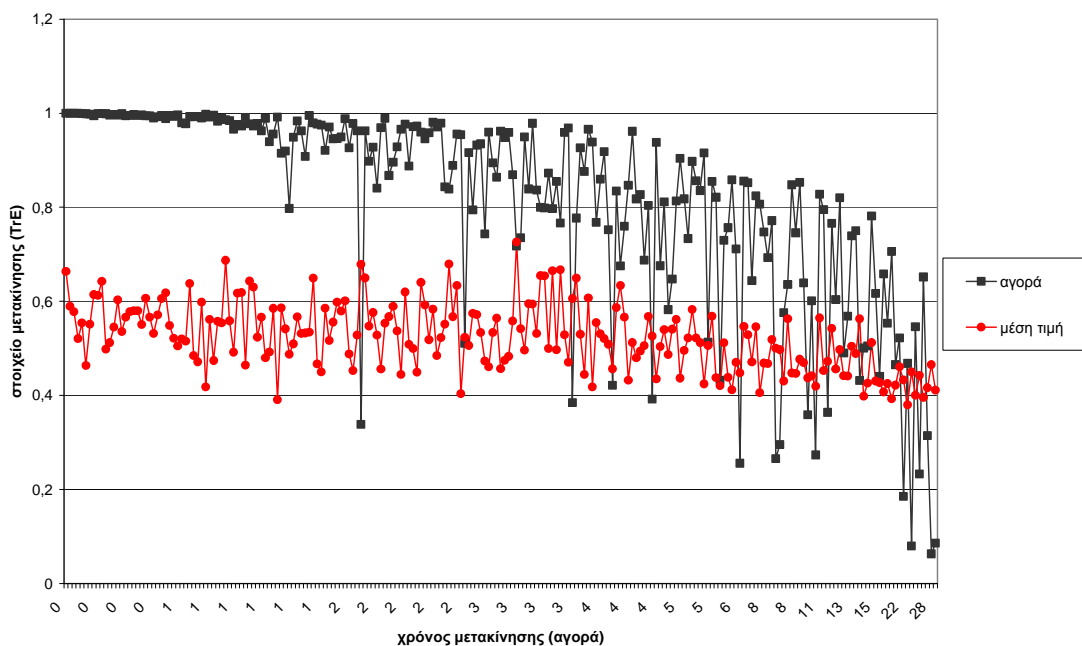
Γράφημα 4.6. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τη φοιτητική λέσχη με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τη φοιτητική λέσχη

Οι τιμές του στοιχείου της μετακίνησης με προορισμό τη διασκέδαση (TrE_{ij}) κατά ένα μεγάλο ποσοστό από το σύνολο των φοιτητών (70%) ξεπερνά τα επίπεδα των μέσων τιμών του χωρικού στοιχείου ($\overline{TrE_{ij}}$) για όλες τις δραστηριότητες (Γράφημα 4.7.). Επομένως, το μεγαλύτερο μέρος των ερωτώμενων φοιτητών έχουν μειωμένο χρόνο μετακίνησης προς τη διασκέδαση κάνοντας μικρότερα ταξίδια.



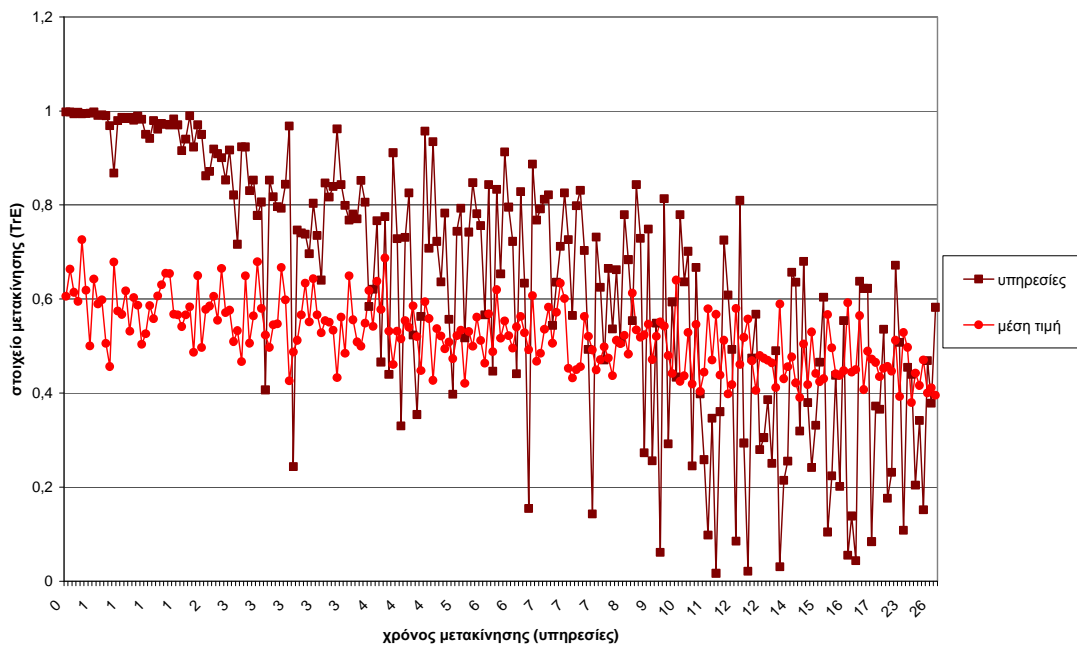
Γράφημα 4.7. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τη διασκέδαση με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τη διασκέδαση

Αντίστοιχα, οι τιμές του στοιχείου της μετακίνησης με προορισμό την αγορά (TrE_{ij}) ξεπερνούν τον άξονα των μέσων τιμών του χωρικού στοιχείου για όλες τις δραστηριότητες (\overline{TrE}_{ij}) σε ένα ποσοστό της τάξης του 84% των φοιτητών (Γράφημα 4.8.). Επομένως, το σύνολο των φοιτητών έχουν μειωμένο χρόνο μετακίνησης προς την αγορά κάνοντας μικρότερα ταξίδια.



Γράφημα 4.8. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό την αγορά με το τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς την αγορά

Επιπρόσθετα, όσον αφορά το υπολογιζόμενο στοιχείο της μετακίνησης με προορισμό τις υπηρεσίες (TrE_{ij}) παρατηρείται, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων, ότι οι τιμές του στοιχείου της μετακίνησης για τον προορισμό αυτό ξεπερνούν (σε ένα ποσοστό 61% από το σύνολο των φοιτητών) τις μέσες τιμές του χωρικού στοιχείου για όλες τις δραστηριότητες (\overline{TrE}_{ij}) (Γράφημα 4.9.). Επομένως, ένας σημαντικός αριθμός φοιτητών έχουν μειωμένο χρόνο μετακίνησης προς τις υπηρεσίες κάνοντας μικρότερα ταξίδια.



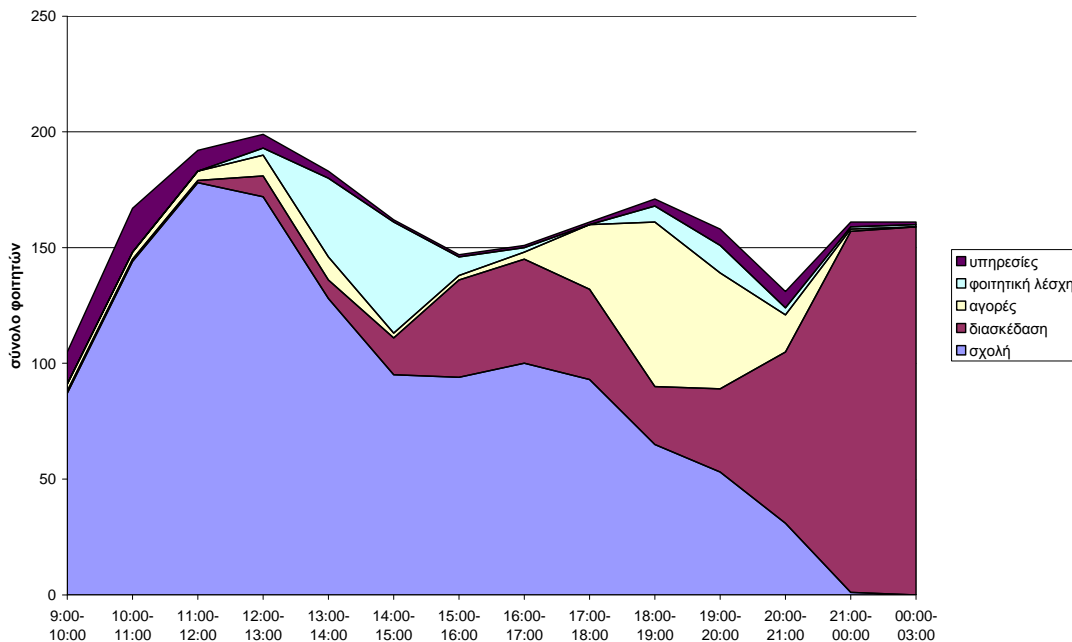
Γράφημα 4.9. Σχέση στοιχείου μετακίνησης με προορισμό τις υπηρεσίες με τη μέση τιμή του στοιχείου μετακίνησης ως προς το χρόνο μετακίνησης προς τις υπηρεσίες

Άρα από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι ο φοιτητής επιλέγει να κάνει μεγαλύτερα ταξίδια από τη θέση της κατοικίας του προς τη φοιτητική λέσχη, ενώ μικρότερα ταξίδια κάνει προς τις αγορές και τη διασκέδαση και τις υπηρεσίες και τη σχολή.

Αφού υπολογίστηκε και ερμηνεύτηκε το στοιχείο της μετακίνησης ανά προορισμό για κάθε φοιτητή στην επόμενη ενότητα εφαρμόζεται το προτεινόμενο χρονικό στοιχείο (TE_{ij}) των φοιτητών.

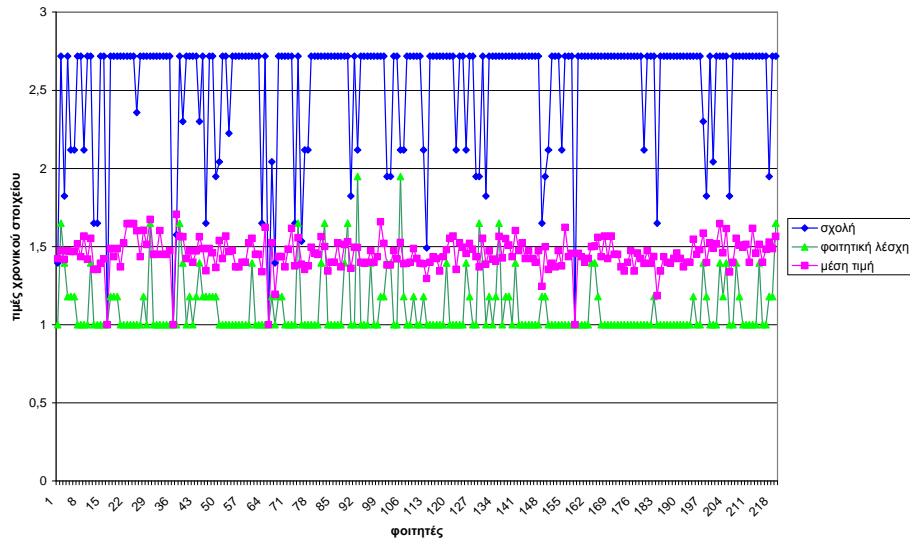
4.4.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Από το ημερήσιο ημερολόγιο δραστηριοτήτων των φοιτητών προσδιορίζεται το σύνολο των ωρών που αφιερώνει μέσα στην ημέρα κάθε φοιτητής σε κάθε δραστηριότητα. Πιο αναλυτικά, από την επεξεργασία των δεδομένων της ομάδας των φοιτητών προέκυψε ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας η συμμετοχή στη σχολή αποτελεί τη σημαντικότερη δραστηριότητα τους. Επίσης, σημαντική μεσημεριανή αύξηση παρατηρείται προς τη φοιτητική λέσχη, ενώ τις απογευματινές ώρες οι αγορές μαζί με τη διασκέδαση αποκτούν σημαντικό έδαφος. Τέλος, οι υπηρεσίες όπως φαίνεται και στο Γράφημα 4.12. έχουν μικρά ποσοστά συμμετοχής.



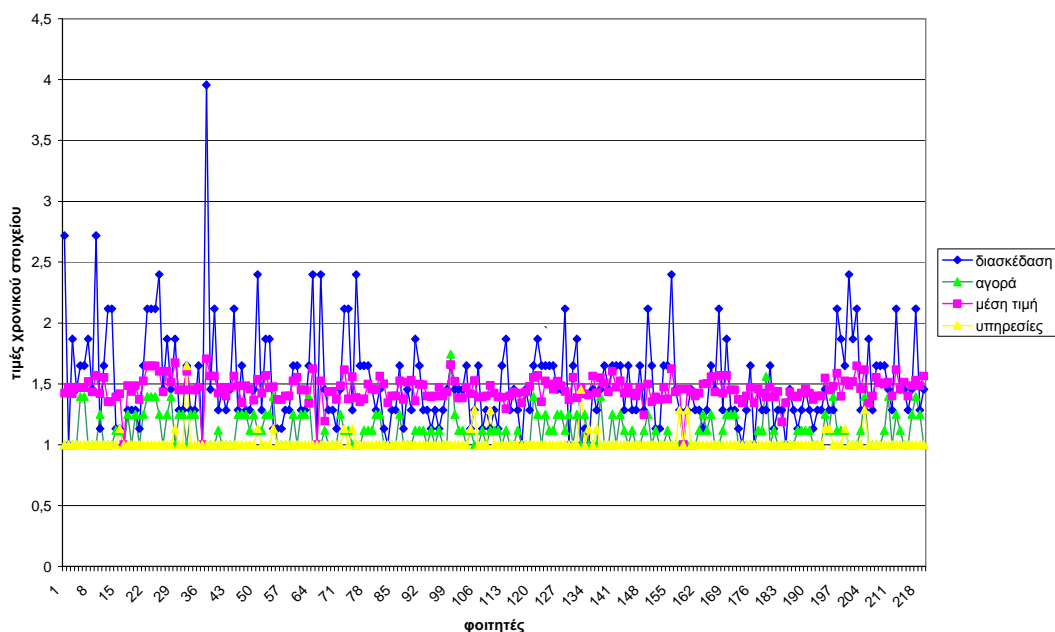
Γράφημα 4.10. Ημερήσια συμμετοχή των φοιτητών στις εκτός κατοικίας δραστηριότητες

Αναφορικά με την εφαρμογή του συντελεστή του χρονικού στοιχείου (TE_{ij}) σε εκθετική μορφή ($e^{TE_{ij}}$) που προτείνεται στην παρούσα διατριβή έχουν προκύψει τα ακόλουθα στοιχεία. Για τις σταθερές δραστηριότητες το χρονικό στοιχείο αποκλίνει σημαντικά από τη μέση τιμή του χρόνου συμμετοχής του συνόλου των δραστηριοτήτων του φοιτητή. Ειδικότερα, όπως απεικονίζεται στο Γράφημα 4.13. η δραστηριότητα της σχολής έχει τις υψηλότερες τιμές σε σχέση τόσο με τη μέση τιμή αυτού όσο και με την δεύτερη σταθερή δραστηριότητα που είναι αυτή της φοιτητικής λέσχης. Η μεγάλη απόκλιση ερμηνεύεται ως και αναλογικά μεγάλη σημαντικότητα της δραστηριότητας της σχολής.



Γράφημα 4.11. Απεικόνιση χρονικού στοιχείου για τις σταθερές δραστηριότητες σε σχέση με το μέση τιμή του χρονικού στοιχείου για το σύνολο των φοιτητικών δραστηριοτήτων

Ακολουθώς, στο Γράφημα 4.14. απεικονίζεται μια συγκέντρωση των τιμών του παράγοντα του χρονικού στοιχείου για τις μεταβλητές δραστηριότητες γύρω από τη μέση τιμή αυτού. Επομένως, οι μεταβλητές δραστηριότητες των αγορών και των υπηρεσιών παρουσιάζουν παρόμοια επίπεδα σημαντικότητας με μια μικρή απόκλιση με τη δραστηριότητα της διασκέδασης. Επομένως, από το σύνολο των μεταβλητών δραστηριοτήτων η δραστηριότητα της διασκέδασης είναι η σημαντικότερη μέσα στο ημερήσιο 24ώρο του.



Γράφημα 4.12. Απεικόνιση χρονικού στοιχείου για τις μεταβλητές δραστηριότητες σε σχέση με το μέση τιμή του χρονικού στοιχείου για το σύνολο των φοιτητικών δραστηριοτήτων

Από τα παραπάνω επιβεβαιώνεται η μεγάλη σημαντικότητα της δραστηριότητας της σχολής για το φοιτητή μέσα στο ημερήσιο ατομικό του χρονοδιάγραμμα και ακολουθούν ιεραρχικά η διασκέδαση, οι αγορές, οι υπηρεσίες και η φοιτητική λέσχη. Αφού υπολογίστηκαν τα τρία συνθετικά στοιχεία της προτεινόμενης ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας, στην επόμενη ενότητα, γίνεται η εφαρμογή του μέτρου αυτού.

4.4.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΠΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ

Αρχικά υπολογίζεται η προσβασιμότητα του κάθε φοιτητή από τη θέση της κατοικίας του σε κάθε ημερήσια δραστηριότητα, εφαρμόζοντας τη προτεινόμενη σχέση (A_{ij}).

Οι παρακάτω χάρτες απεικονίζουν τις τιμές της προσβασιμότητας κανονικοποιημένες σε μια κλίμακα 0-1. Το μηδέν αντιστοιχεί στην ελάχιστη τιμή της προσβασιμότητας και το ένα στην μέγιστη τιμή. Ταυτόχρονα, η απεικόνιση και η ερμηνεία της προσβασιμότητας έγινε χωρίζοντας τα διαφορετικά επίπεδα προσβασιμότητας σε τέσσερις κατηγορίες:

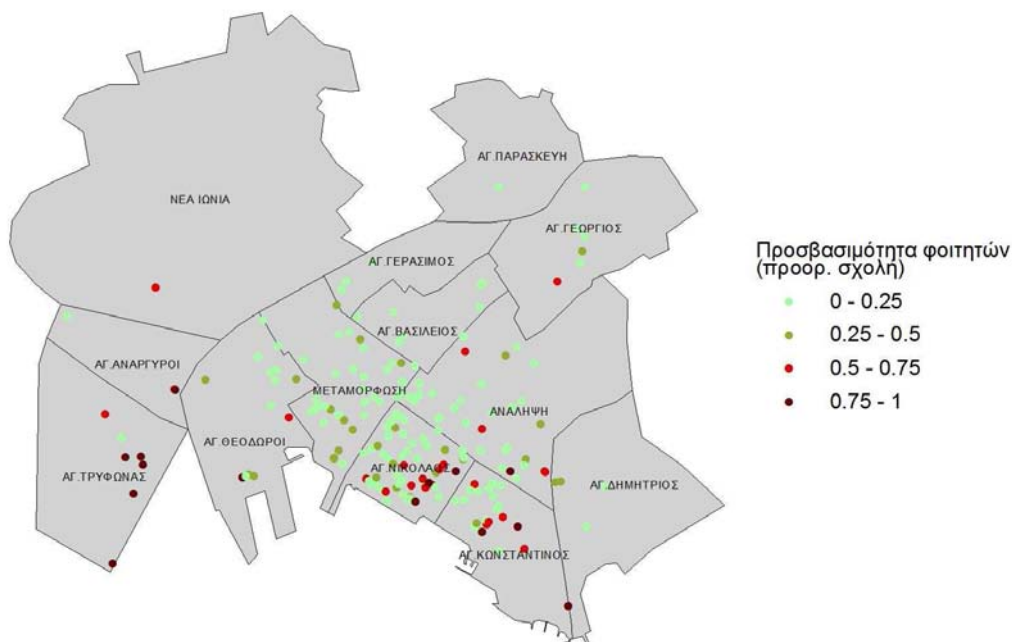
- Υψηλή, που αντιστοιχεί στο 1-0,75 των τιμών προσβασιμότητας
- Μέση – ικανοποιητική, που αντιστοιχεί στο 0,75-0,50 των τιμών προσβασιμότητας
- Χαμηλή, που αντιστοιχεί στο 0,50-0,25 των τιμών προσβασιμότητας
- Πολύ χαμηλή-περιορισμένη, που αντιστοιχεί στο 0,25-0 των τιμών προσβασιμότητας.

Ο Πίνακας 4.3. απεικονίζει τα διαφορετικά επίπεδα προσβασιμότητας των φοιτητών τόσο ανά προορισμό όσο και στην τελική μορφή της αντιληπτής προσβασιμότητας.

Πίνακας 4.3. Προσβασιμότητα φοιτητών

	Προσβασιμότητα					Αντιληπτή προσβασιμότητα
	Σχολή	Φοιτητική λέσχη	Διασκέδαση	Υπηρεσίες	Αγορά	
Υψηλή	7%	2%	34%	17%	48%	22%
Μέση	10%	5%	26%	28%	31%	51%
Χαμηλή	14%	15%	15%	25%	11%	22%
Πολύ χαμηλή	69%	78%	25%	30%	10%	5%
Σύνολο	100%	100%	100%	100%	100%	100%

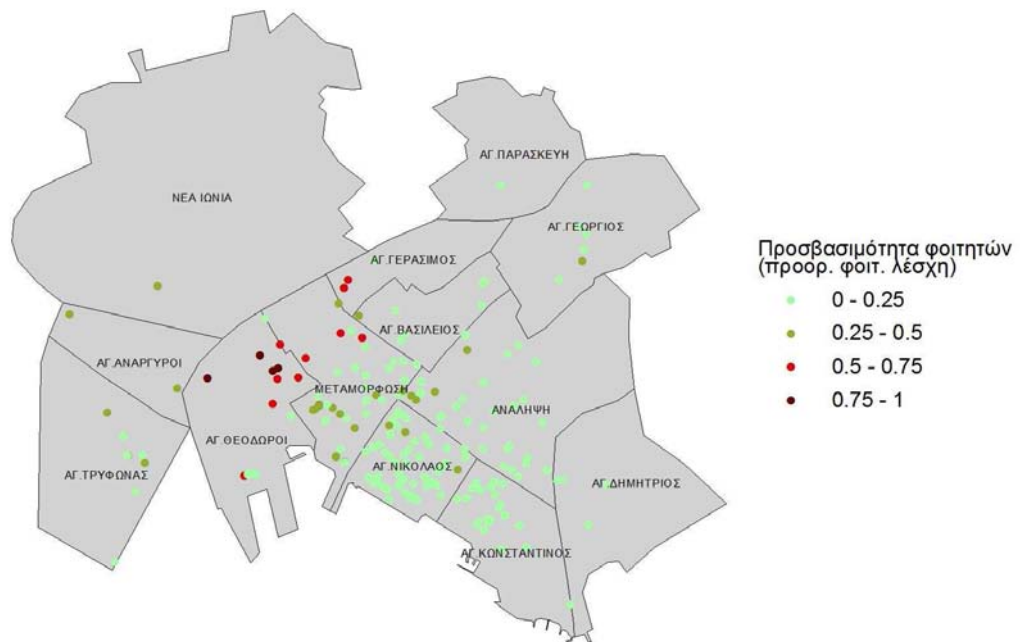
Ο Χάρτης 4.15. απεικονίζει την προσβασιμότητα της κατοικίας κάθε φοιτητή στη θέση της κύριας σταθερής τους δραστηριότητας, δηλαδή τη σχολή. Ειδικότερα, υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας έχει το 7% του δείγματος των φοιτητών, ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας το 10%, χαμηλά επίπεδα το 14% και τέλος το 69% των φοιτητών έχουν πολύ χαμηλά-περιορισμένα επίπεδα προσβασιμότητας. Τα υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας είναι διασκορπισμένα σε περιορισμένες θέσεις μέσα στην πόλη του Βόλου και αυτό οφείλεται τόσο στο ότι οι σχολές του πανεπιστημίου είναι διεσπαρμένες σε τέσσερις περιοχές της πόλης του Βόλου όσο και ότι το άτομο δεν επιλέγει την κατοικία του σε σχέση με τη θέση της σχολής. Επιπλέον, παρατηρείται ότι το 17% των φοιτητών έχουν συνολικά υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας από τη θέση της κατοικίας τους στη σχολή τους γεγονός που σημαίνει ότι οι υφιστάμενες θέσεις των κατοικιών των φοιτητών έχουν μικρότερη ωφέλεια όσον αναφορά στην προσβασιμότητα με προορισμό τη σχολή.



Χάρτης 4.15. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τη σχολή)

Ο Χάρτης 4.16. απεικονίζει τη προσβασιμότητα της κατοικίας κάθε φοιτητή στη θέση της φοιτητικής λέσχης. Από τον Χάρτη 4.16. διαπιστώνεται ότι υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας έχει το 2% του δείγματος των φοιτητών, μέσα-ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας το 5%, χαμηλά επίπεδα το 15% και τέλος το 78% των φοιτητών

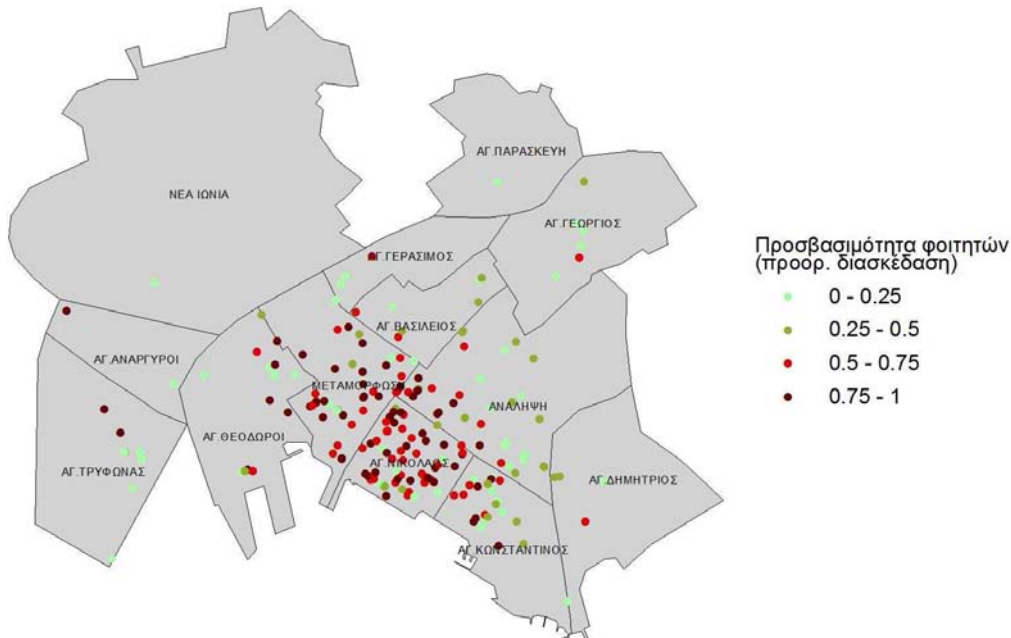
έχουν πολύ χαμηλά-περιορισμένα επίπεδα προσβασιμότητας. Μόλις το 7% των φοιτητών έχουν συνολικά υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας στη φοιτητική λέσχη και ταυτόχρονα είναι περιορισμένα και συγκεντρωμένα σε μία περιοχή η οποία γειτνιάζει με τη θέση αυτής. Επιπλέον, επιβεβαιώνεται ότι η υφιστάμενη θέση της κατοικίας δεν ωφελεί την προσβασιμότητα προς τη φοιτητική λέσχη.



Χάρτης 4.16. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τη φοιτητική λέσχη)

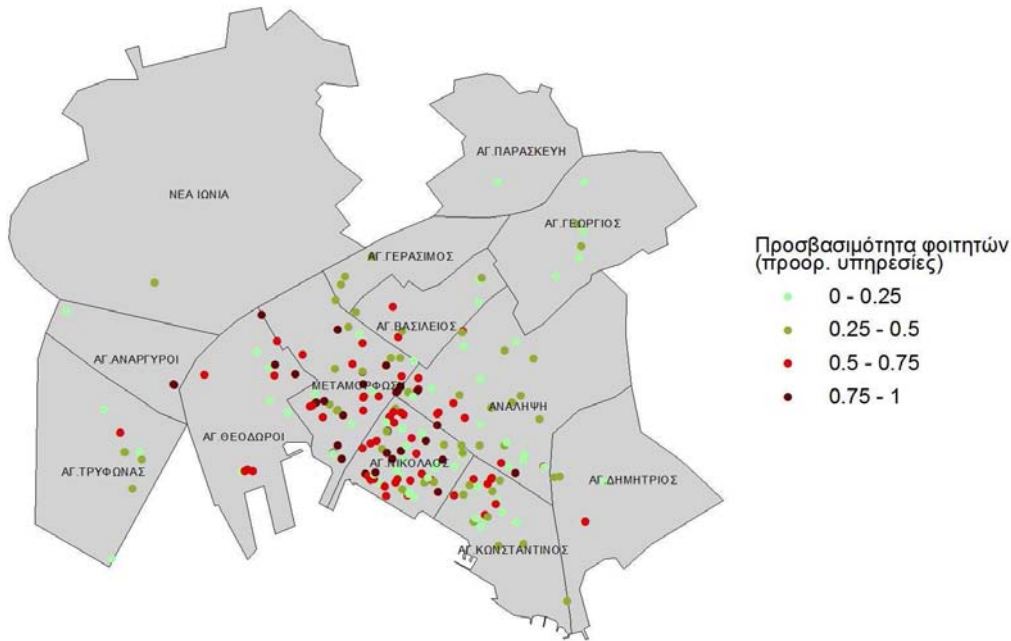
Ο Χάρτης 4.17. απεικονίζει τη προσβασιμότητα της κατοικίας κάθε φοιτητή στη θέση της διασκέδασης. Από τον παρακάτω χάρτη διαπιστώνεται ότι υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας έχει το 34% του δείγματος των φοιτητών, ικανοποιητικά-μέσα επίπεδα προσβασιμότητας το 26%, χαμηλά επίπεδα το 15% και τέλος το 25% των φοιτητών έχουν πολύ χαμηλά-περιορισμένα επίπεδα προσβασιμότητας. Τα υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας των φοιτητών με προορισμό τη διασκέδαση είναι διεσπαρμένα σε μεγάλο κομμάτι της πόλης του Βόλου, που εκτείνεται από το κέντρο προς το εσωτερικό αυτής. Ταυτόχρονα, από το σύνολο του δείγματος των φοιτητών ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 60% αυτών έχουν υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας των θέσεων των κατοικιών τους στη διασκέδαση. Αντιθέτως, χαμηλά και πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας έχει το 40% του δείγματος αυτών και συγκεντρώνεται σε περιοχές απομακρυσμένες από το κέντρο της πόλης. Το αυξημένο

ποσοστό των φοιτητών με υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας δείχνει ότι η θέση της κατοικίας των φοιτητών ωφελεί κυρίως την εγγύτητα προς τη δραστηριότητα της διασκέδασης.



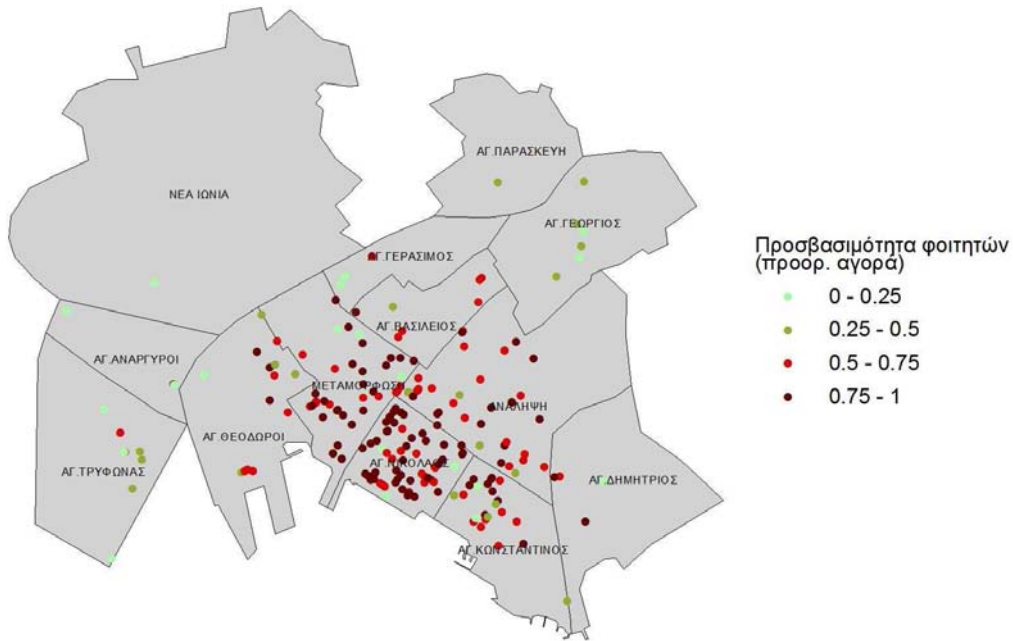
Χάρτης 4.17. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τη διασκέδαση)

Ο Χάρτης 4.18. απεικονίζει τη προσβασιμότητα της κατοικίας κάθε φοιτητή στη θέση των υπηρεσιών. Ειδικότερα, διαπιστώνεται ότι υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας έχει το 17% του δείγματος των φοιτητών, ικανοποιητικά-μέσα επίπεδα προσβασιμότητας το 28%, χαμηλά επίπεδα το 25% και τέλος το 30% των φοιτητών έχει πολύ χαμηλά-περιορισμένα επίπεδα προσβασιμότητας. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι συνολικά ένα 45% των φοιτητών είναι ικανοποιημένοι σε σχέση με την προσβασιμότητα τους από την θέση της κατοικίας τους προς τις υπηρεσίες.



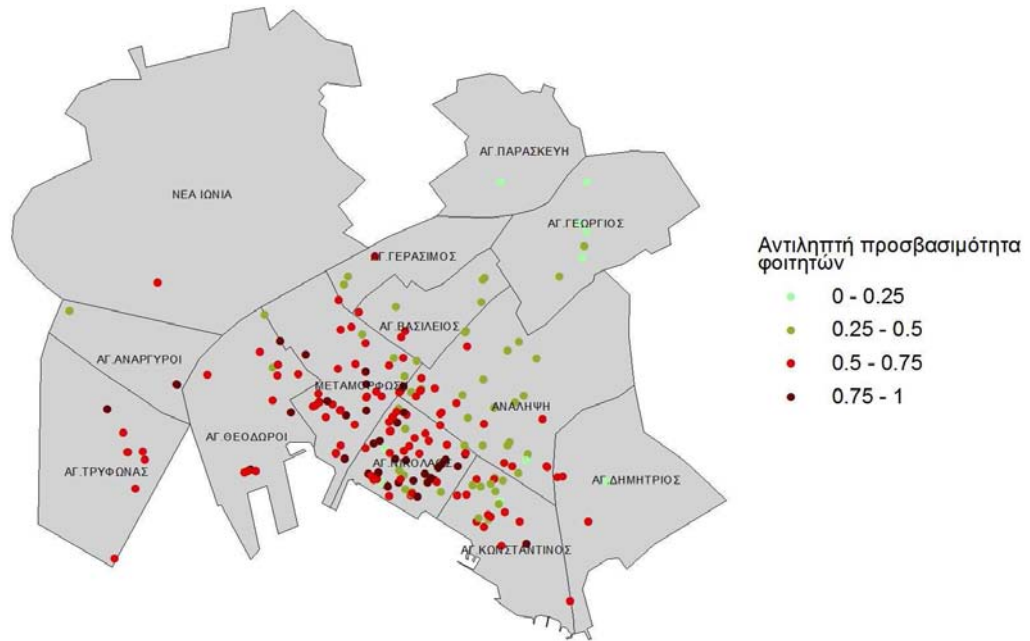
Χάρτης 4.18. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τις υπηρεσίες)

Ο Χάρτης 4.19. απεικονίζει τη προσβασιμότητα της κατοικίας κάθε φοιτητή στη θέση της μεταβλητής δραστηριότητας της αγοράς. Συγκεκριμένα, διαπιστώνεται ότι υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας έχει το 48% του δείγματος των φοιτητών, ικανοποιητικά-μέσα επίπεδα προσβασιμότητας το 31%, χαμηλά επίπεδα το 11% και τέλος το 10% των φοιτητών έχει πολύ χαμηλά-περιορισμένα επίπεδα προσβασιμότητας. Η προσβασιμότητα των φοιτητών προς την αγορά, δείχνει ότι σε σχέση με τους άλλους προορισμούς περιλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών (79%) που έχουν ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας στην αγορά. Επομένως, αποδεικνύεται ότι η αγορά αποτελεί τον προορισμό με την καλύτερη εγγύτητα του φοιτητή από τη θέση της κατοικίας του. Άρα, η κατοικία των φοιτητών πρωτίστως χωροθετείται σε σχέση με τις αγορές και όχι με τη δραστηριότητα της σχολής.



Χάρτης 4.19. Ατομική προσβασιμότητα των φοιτητών (σε σχέση με τις αγορές)

Ακολούθως, υπολογίζεται το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας ως ένα άθροισμα των ανωτέρω μορφών προσβασιμότητας σταθμισμένο με το χρονικό στοιχείο ανά δραστηριότητα, σε εκθετική μορφή, για τους φοιτητές (Σχέση 3.25.). Από τον παρακάτω χάρτη 4.20. διαπιστώνεται ότι υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας έχει το 22% του δείγματος των φοιτητών, ικανοποιητικά-μέσα επίπεδα προσβασιμότητας το 51%, χαμηλά επίπεδα το 22% και τέλος το 5% των φοιτητών έχει πολύ χαμηλά-περιορισμένα επίπεδα προσβασιμότητας. Το συνολικό χωρικό πρότυπο της αντιληπτής φοιτητικής προσβασιμότητας παρουσιάζει ότι ένα μεγάλο ποσοστό φοιτητών (73%) έχει υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας από τη θέση της κατοικίας τους στο σύνολο των ημερήσιων δραστηριοτήτων.



Χάρτης 4.20. Ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα φοιτητών

Αφού προσδιορίστηκε η φοιτητική αντιληπτή προσβασιμότητα πραγματοποιείται μια σύγκριση των διαφορετικών επιπέδων προσβασιμότητας του τελικού προτεινόμενου μέτρου με τα αρχικά προτεινόμενα μέτρα ανά δραστηριότητα. Η σύγκριση αυτή θα βοηθήσει να διερευνηθεί η μεταβολή του προτεινόμενου μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας (ACC_i) με τα αρχικά προτεινόμενα χωρικά μέτρα ατομικής προσβασιμότητας ανά δραστηριότητα (A_{ij}).

Η σύγκριση γίνεται συσχετίζοντας τις τιμές των προαναφερθέντων προσβασιμοτήτων χρησιμοποιώντας τη τεχνική της συσχέτισης Pearson. Ο Πίνακας 4.4. απεικονίζει τη συσχέτιση των τιμών των προσβασιμοτήτων ανά προορισμό και της τελικής αντιληπτής προσβασιμότητας. Η αντιληπτή προσβασιμότητα των φοιτητών φαίνεται ότι συσχετίζεται με το σύνολο των ημερήσιων δραστηριοτήτων, με εξαίρεση την δραστηριότητα της φοιτητικής λέσχης. Ειδικότερα, παρατηρούνται ικανοποιητικά επίπεδα συσχέτισης της αντιληπτής με τις προσβασιμότητες για τους προορισμούς της διασκέδασης και της σχολής, χαμηλότερα επίπεδα συσχέτισης έχει με τις αγορές και τις υπηρεσίες. Η υπολογισμένη προσβασιμότητα με προορισμό τη φοιτητική λέσχη

διαπιστώνεται ότι έχει αρνητική συσχέτιση με τη προσβασιμότητα με προορισμό την αγορά και δεν συσχετίζεται με τις υπόλοιπες μορφές προσβασιμότητας.

Πίνακας 4.4. Συσχέτιση αντιληπτής προσβασιμότητας με προσβασιμότητα ανά προορισμό

Συσχέτιση Pearson		Αντιληπτή προσβασιμότητα	Σχολή	Φοιτητική λέσχη	Αγορά	Υπηρεσίες	Διασκέδαση
Αντιληπτή προσβασιμότητα	Pearson Corr.	1,00	0,50	0,03	0,34	0,34	0,55
	Sig		0,00	0,69	0,00	0,00	0,00
Σχολή	Pearson Corr.	0,50	1,00	-0,04	-0,15	-0,21	-0,24
	Sig	0,00		0,53	0,02	0,00	0,00
Φοιτητική λέσχη	Pearson Corr.	0,03	-0,04	1,00	-0,27	-0,12	-0,11
	Sig	0,69	0,53		0,00	0,08	0,11
Αγορά	Pearson Corr.	0,34	-0,15	-0,27	1,00	0,09	0,27
	Sig	0,00	0,02	0,00		0,17	0,00
Υπηρεσίες	Pearson Corr.	0,34	-0,21	-0,12	0,09	1,00	0,27
	Sig	0,00	0,00	0,08	0,17		0,00
Διασκέδαση	Pearson Corr.	0,55	-0,24	-0,11	0,27	0,27	1,00
	Sig	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	

Επιπρόσθετα, προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου μέτρου συγκρίνεται με υφιστάμενα μέτρα. Ειδικότερα, συγκρίνεται το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας με ένα μέτρο βαρύτητας (απλής εκθετικής μορφής), ένα μέτρο βαρύτητας (τύπου gaussian) και ένα σωρευτικό μέτρο και το δείκτη του χώρου δράσης καθώς και της μέσης απόστασης. Ο Πίνακας 4.5. απεικονίζει τη συσχέτιση των μέτρων αυτών με το προτεινόμενο μέτρο. Ειδικότερα, το προτεινόμενο μέτρο συσχετίζεται με τη μέση απόσταση και το χώρο δράσης κατά 63%, με το απλό μέτρο βαρύτητας κατά 40% και με το μέτρο βαρύτητας τύπου gaussian κατά 32% ενώ μικρότερο επίπεδο συσχέτισης υπάρχει με το σωρευτικό μέτρο (29%).

Πίνακας 4.5. Συσχέτιση μεταξύ υφιστάμενων μέτρων και προτεινόμενου μέτρου

		Μέτρο βαρύτητας	Μέτρο βαρύτητας (gaussian)	Σωρευτικό μέτρο	Χώρος δράσης	Μέση απόσταση	Προτεινόμενο μέτρο
Μέτρο βαρύτητας	Pearson Corr	1,00	0,46	0,52	0,33	0,77	0,40
	Sig.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέτρο βαρύτητας (gaussian)	Pearson Corr	0,46	1,00	0,40	0,08	0,43	0,32
	Sig.	0,00		0,00	0,25	0,00	0,00
Σωρευτικό μέτρο	Pearson Corr	0,52	0,40	1,00	0,22	0,48	0,29
	Sig.	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Χώρος δράσης	Pearson Corr	0,33	0,08	0,22	1,00	0,55	0,63
	Sig.	0,00	0,25	0,00		0,00	0,00
Μέση απόσταση	Pearson Corr	0,77	0,43	0,48	0,55	1,00	0,63
	Sig.	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Προτεινόμενο μέτρο	Pearson Corr	0,40	0,32	0,29	0,63	0,63	1,00
	Sig.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

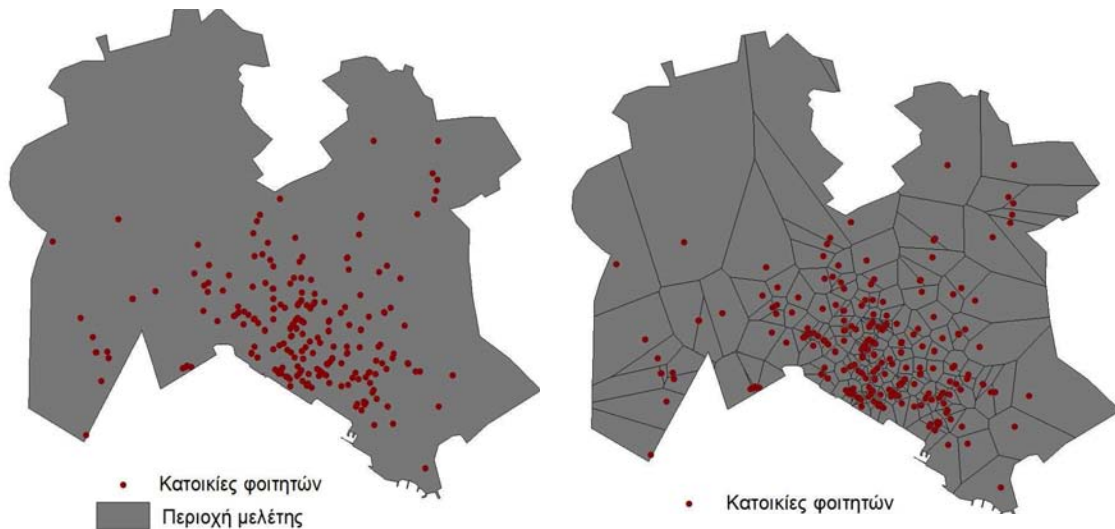
Αφού εφαρμόστηκε η προτεινόμενη μεθοδολογία και το προτεινόμενο μέτρο αντιληπτής προσβασιμότητας σε επίπεδο ατόμου - φοιτητές του Βόλου, στην επόμενη ενότητα ανάγεται η αντιληπτή προσβασιμότητα του κάθε φοιτητή σε επίπεδο πόλης.

4.4.5. ΑΝΑΓΩΓΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΟΛΗΣ

Στη συνέχεια, δημιουργείται μια νέα προσέγγιση αναγωγής της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητα σε επίπεδο πόλης. Αφού προσδιοριστεί η ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα (ACC_i) προτείνεται να αναχθεί σε ολόκληρη την πόλη. Ειδικότερα, προτείνεται να αναχθεί η ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα επιλέγοντας την ανάλυση των χωρικών πολυγώνων (Thiessen polygon).

Πιο αναλυτικά, επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί η ανάλυση των χωρικών πολυγώνων (Thiessen polygon), τα οποία δημιουργούν μία περιοχή δράσης γύρω από ένα σημειακό δεδομένο. Ειδικότερα, το σημειακό δεδομένο όπου προτείνεται να εφαρμοστεί η τεχνική των πολυγώνων thiessen είναι οι θέσεις των προελεύσεων-κατοικιών, πάνω στις οποίες εφαρμόζεται το προτεινόμενο μέτρο. Μέσα από αυτή τη διαδικασία μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της γενίκευσης των χωρικών ζωνών αφού δημιουργούνται ζώνες προσαρμοσμένες στα χαρακτηριστικά της ομάδας των φοιτητών (δηλαδή γύρω από τις θέσεις των κατοικιών των φοιτητών).

Έχοντας την περιοχή μελέτης σε μορφή ενιαίου πολυγώνου καθώς και τις θέσεις των κατοικιών των φοιτητών εφαρμόζεται η τεχνική των Thiessen polygons (Χάρτης 4.21., 4.22.). Οι νέες χωρικές ζώνες που προκύπτουν από την εφαρμογή των πολυγώνων Thiessen στις θέσεις των κατοικιών των φοιτητών απεικονίζονται στο Χάρτη 4.22. Πάνω στις νέες αυτές χωρικές ζώνες απεικονίζεται η φοιτητική αντιληπτή προσβασιμότητα, καθώς και η προσβασιμότητα των θέσεων των κατοικιών των φοιτητών ανά ημερήσιο προορισμό.



Χάρτης 4.21. Η περιοχή μελέτης σε μορφή πολυγώνου και οι θέσεις των κατοικιών των φοιτητών

Χάρτης 4.22. Νέες χωρικές ζώνες που προέκυψαν από την εφαρμογή των thiessen polygon στις θέσεις των κατοικιών των φοιτητών

Ο Πίνακας 4.6. απεικονίζει την έκταση που καταλαμβάνουν στην πόλη του Βόλου τα διαφορετικά επίπεδα προσβασιμότητας του αναγόμενου προτεινόμενου μέτρου ατομικής προσβασιμότητας τόσο ανά προορισμό όσο και στην τελική μορφή της αντιληπτής προσβασιμότητας.

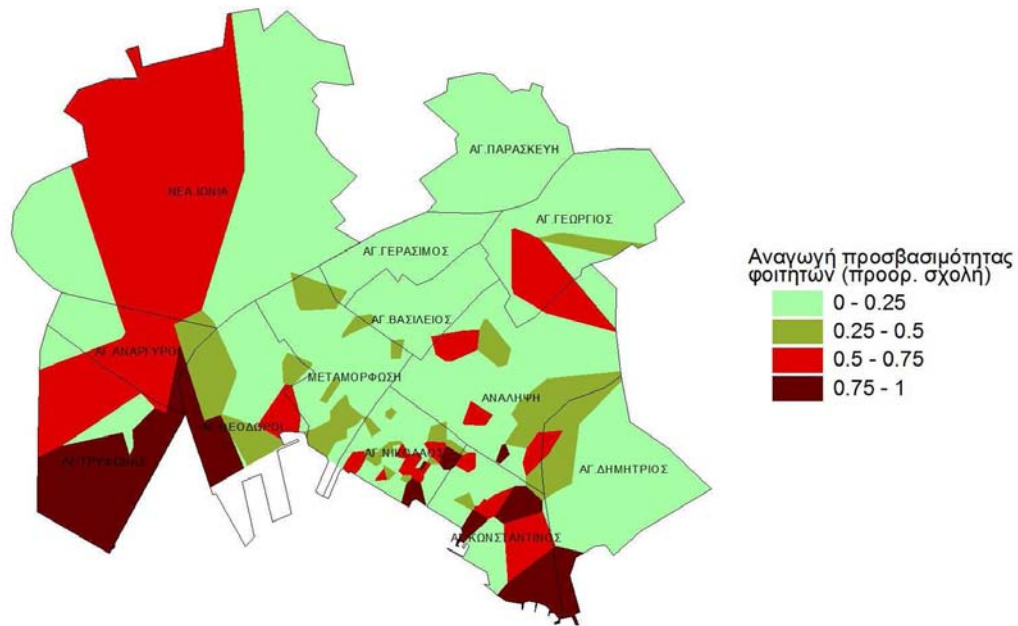
Πίνακας 4.6. Έκταση που καταλαμβάνουν τα διαφορετικά επίπεδα προσβασιμότητας των φοιτητών στην πόλη του Βόλου

	Προσβασιμότητα σε επίπεδο ζώνης					Αντιληπτή προσβασιμότητα
	Σχολή	Φοιτητική λέσχη	Αγορά	Διασκέδαση	Υπηρεσίες	
Υψηλή	13%	3%	19%	17%	8%	12%
Μέση	20%	7%	21%	16%	12%	48%
Χαμηλή	8%	28%	23%	18%	43%	24%
Πολύ χαμηλή	59%	62%	37%	49%	37%	16%
Σύνολο	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Οι παρακάτω Χάρτες (4.23-4.29.) απεικονίζουν την κατανομή της προσβασιμότητας στις δημιουργούμενες ζώνες στην πόλη του Βόλου.

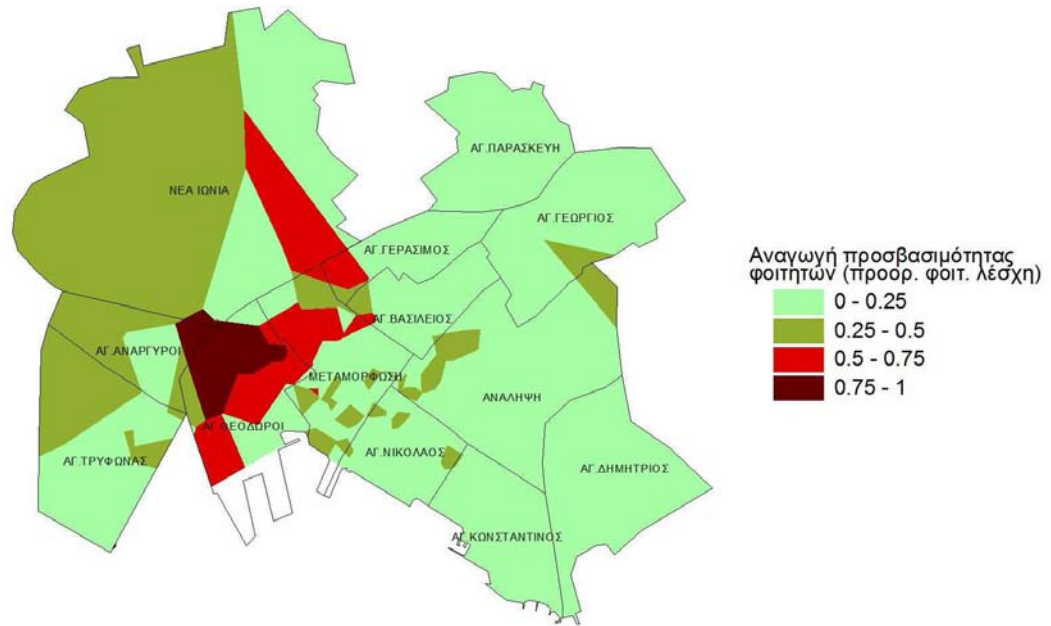
Πιο αναλυτικά, ο Χάρτης 4.23. απεικονίζει τα επίπεδα προσβασιμότητα των φοιτητών από τις ζώνες αυτές έχοντας ως προορισμό τη σχολή. Ειδικότερα, υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας διαπιστώνονται σε μια έκταση που αντιστοιχεί στο 13% της

πόλης του Βόλου, μέσα επίπεδα αντιστοιχούν στο 20% της έκτασης της πόλης, χαμηλά επίπεδα εμφανίζονται στο 8% της έκτασης της πόλης και πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν στο 59% της έκτασης της πόλης του Βόλου. Επίσης, ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει ότι υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας παρατηρούνται σε διασκορπισμένα τμήματα στην πόλη του Βόλου.



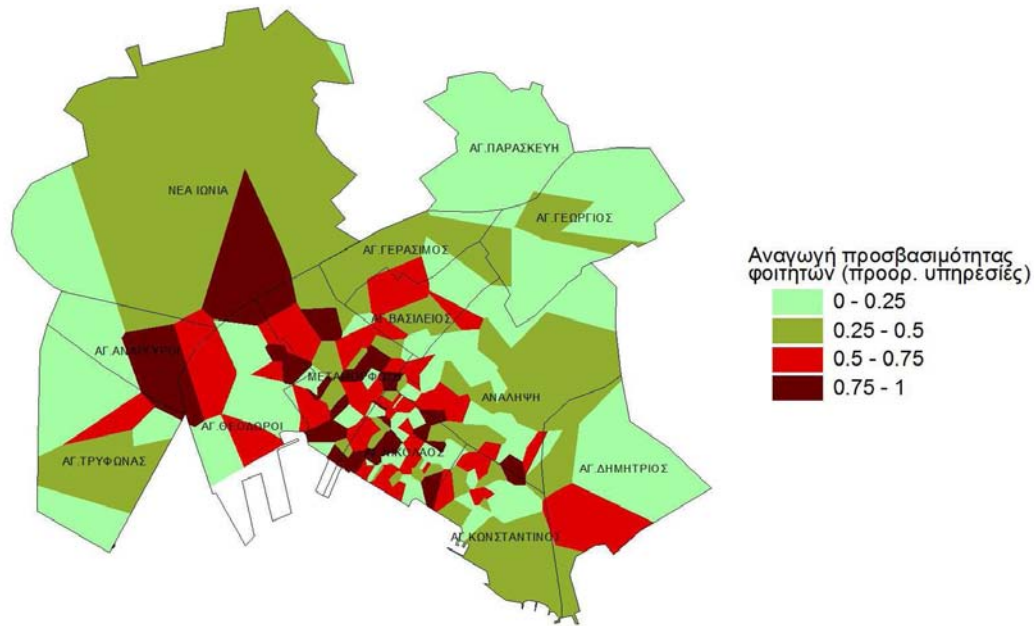
Χάρτης 4.23. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (σχολή)

Ο Χάρτης 4.24. απεικονίζει τη προσβασιμότητα στην πόλη του Βόλου για τους φοιτητές οι οποίοι επιλέγουν ως προορισμό τη φοιτητική λέσχη. Ειδικότερα, υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας διαπιστώνονται σε μια έκταση που αντιστοιχεί στο 3% της πόλης του Βόλου, μέσα επίπεδα αντιστοιχούν στο 7% της έκτασης της πόλης, χαμηλά επίπεδα εμφανίζονται στο 28% της έκτασης της πόλης και πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν στο 62% της έκτασης της πόλης του Βόλου. Επίσης, ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει ότι υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας με προορισμό τη φοιτητική λέσχη συγκεντρώνονται σε μικρά τμήματα της πόλης μεταξύ των ενοριών Μεταμόρφωσης και Αγίων Θεοδώρων.



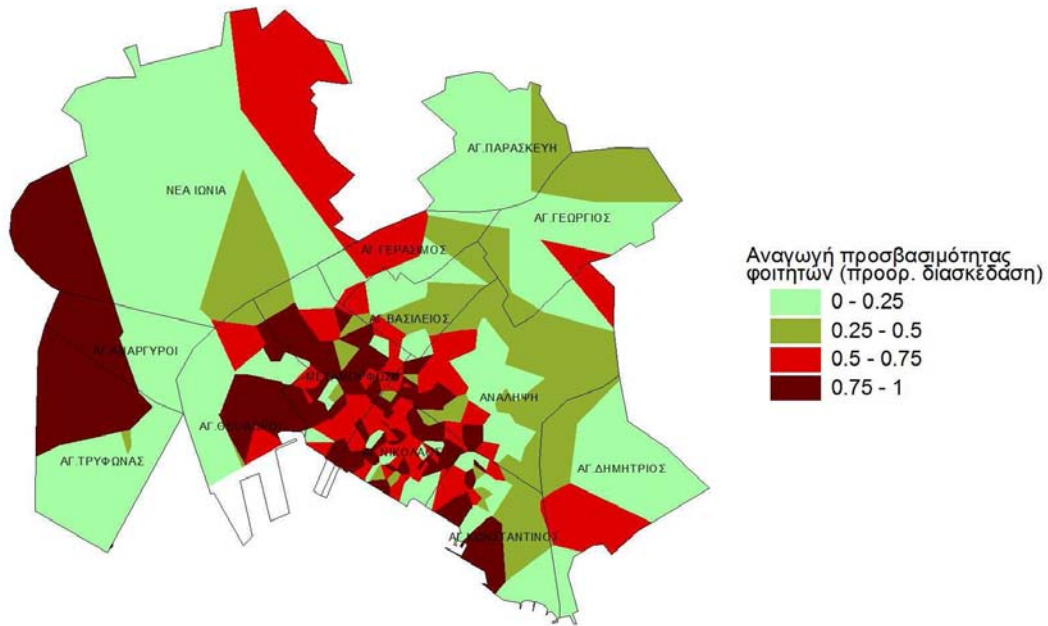
Χάρτης 4.24. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (φοιτητική λέσχη)

Ο Χάρτης 4.25. απεικονίζει τη προσβασιμότητα στην πόλη του Βόλου για τους φοιτητές, οι οποίοι επιλέγουν ως προορισμό τις υπηρεσίες. Ειδικότερα, υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας διαπιστώνονται σε μια έκταση που αντιστοιχεί στο 8% της πόλης του Βόλου, μέσα επίπεδα αντιστοιχούν στο 12% της έκτασης της πόλης, χαμηλά επίπεδα εμφανίζονται στο 43% της έκτασης της πόλης και πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν στο 37% της έκτασης της πόλης του Βόλου. Επίσης, ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει ότι τα υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας με προορισμό τις υπηρεσίες παρατηρούνται κυρίως σε διάφορα τμήματα της πόλης του Βόλου που εκτείνονται από το κέντρο της πόλης προς το εσωτερικό αυτής.



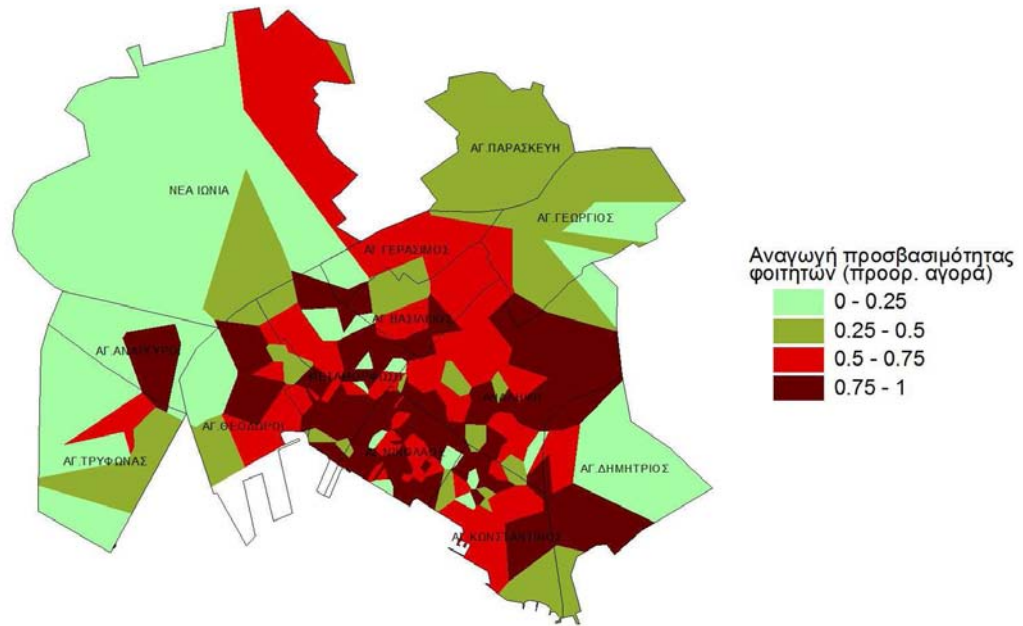
Χάρτης 4.25. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (υπηρεσίες)

Ο Χάρτης 4.26. απεικονίζει τη προσβασιμότητα στην πόλη του Βόλου για τους φοιτητές οι οποίοι επιλέγουν ως προορισμό τη διασκέδαση. Ειδικότερα, υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας διαπιστώνονται σε μια έκταση που αντιστοιχεί στο 17% της πόλης του Βόλου, μέσα επίπεδα αντιστοιχούν στο 16% της έκτασης της πόλης, χαμηλά επίπεδα εμφανίζονται στο 18% της έκτασης της πόλης και τα πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν στο 49% της έκτασης της πόλης του Βόλου. Ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει ότι υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν σε μια περιοχή του κεντρικού πυρήνα της πόλης. Ειδικότερα, τα υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας με προορισμό τη διασκέδαση καταλαμβάνουν πλήρως στις ενορίες Αγίου Νικολάου και Μεταμόρφωσης και επιμέρους τμήματα των υπολοίπων ενοριών.



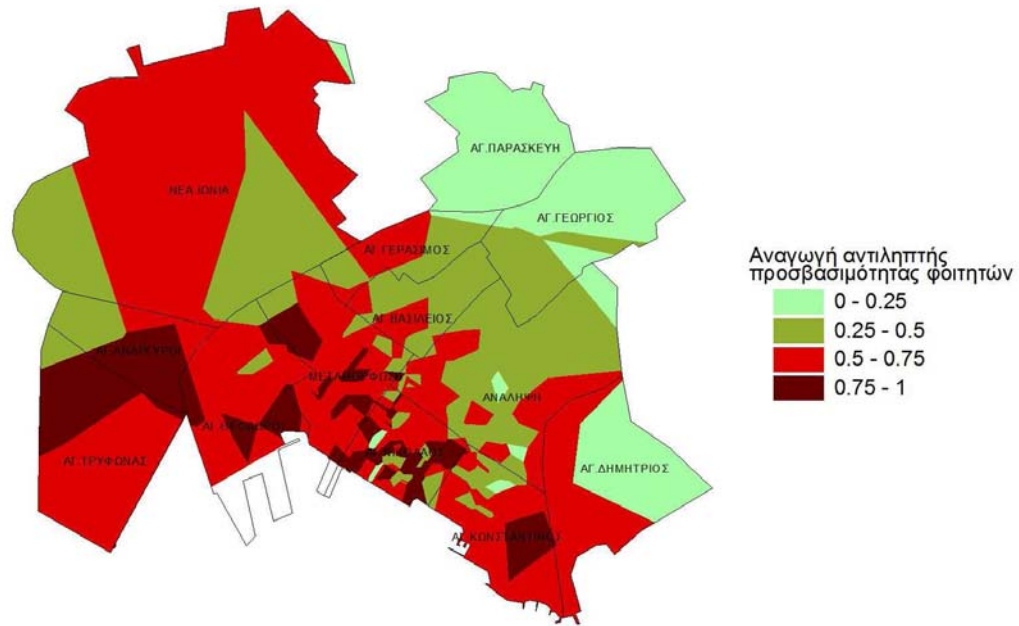
Χάρτης 4.26. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (διασκέδαση)

Ο Χάρτης 4.27. απεικονίζει τη προσβασιμότητα στην πόλη του Βόλου για τους φοιτητές οι οποίοι επιλέγουν ως προορισμό τις αγορές. Ειδικότερα, υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας καταλαμβάνουν μια έκταση που αντιστοιχεί στο 19% της πόλης του Βόλου, μέσα επίπεδα παρατηρούνται στο 21% της έκτασης της πόλης, χαμηλά επίπεδα εμφανίζονται στο 23% της έκτασης της πόλης και πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν στο 37% της έκτασης της πόλης του Βόλου. Επίσης, ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει ότι τα υψηλά και ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας με προορισμό την αγορά παρατηρούνται σε ένα μεγάλο μέρος των κεντρικών ενοριών της πόλης με τάσεις επέκτασης στο εσωτερικό αυτής.



Χάρτης 4.27. Αναγωγή προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης (αγορά)

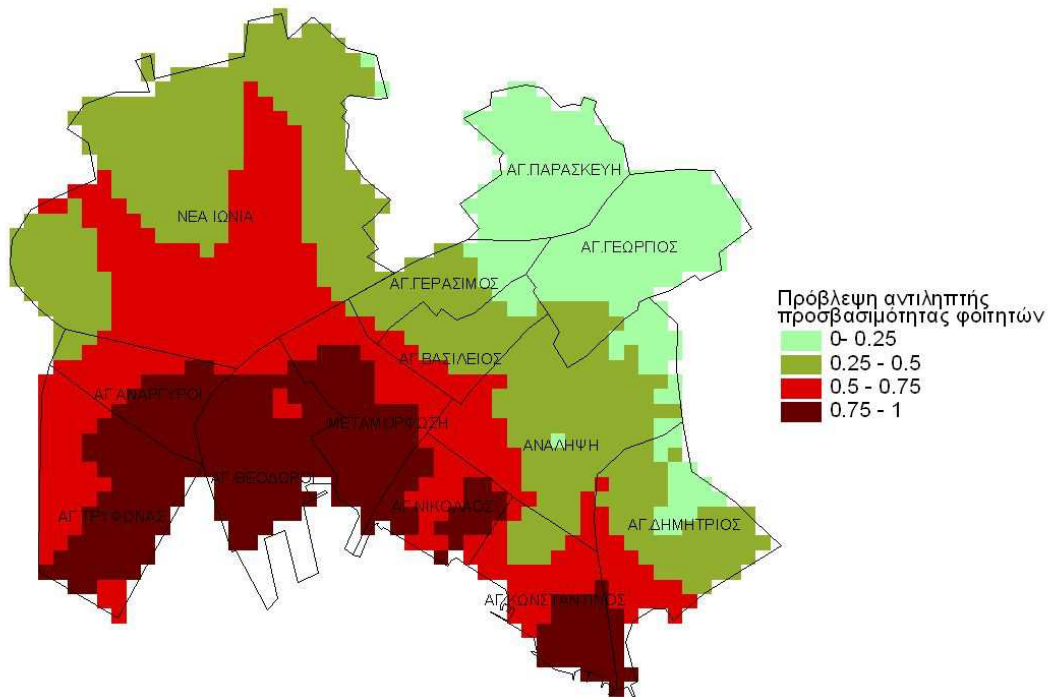
Ο Χάρτης 4.28. απεικονίζει την αντιληπτή προσβασιμότητα στην πόλη του Βόλου, για τους φοιτητές στο σύνολο των προορισμών τους. Ειδικότερα, υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας διαπιστώνονται σε μια έκταση που αντιστοιχεί στο 12% της πόλης του Βόλου, μέσα επίπεδα παρατηρούνται στο 48% της έκτασης της πόλης, χαμηλά επίπεδα καταλαμβάνουν το 24% της έκτασης της πόλης και πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν στο 16% της έκτασης της πόλης του Βόλου. Τα υψηλά επίπεδα αντιληπτής προσβασιμότητας εμφανίζονται σε διάφορα τμήματα του κέντρου της πόλης και τα μέσα-ικανοποιητικά επίπεδα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της πόλης.



Χάρτης 4.28. Τελική αντιληπτή προσβασιμότητα σε επίπεδο πόλης

Από την εφαρμογή της προτεινόμενης διαδικασίας αναγωγής της ατομικής προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης διαπιστώνεται ότι η προτεινόμενη προσβασιμότητα τόσο ανά διαφορετικό προορισμό όσο και η τελική συνολική αντιληπτή προσβασιμότητα σε επίπεδο πόλης παρουσιάζουν διαφορετικό χωρικό πρότυπο. Η εφαρμογή της τεχνικής *thiessen* έχει ως σκοπό μόνο να απεικονίσει την ατομική προσβασιμότητα σε επίπεδο πόλης και δεν δείχνει την πιθανή μεταβολή αυτής. Επομένως, για να εντοπιστεί η μεταβολή-πρόβλεψη αυτής εφαρμόζεται η τεχνική *Kriging*, της γεωστατιστικής ανάλυσης στο σημειακό δεδομένο των θέσεων των κατοικιών, όπου σταθμίζονται οι τιμές της αντιληπτής προσβασιμότητας των φοιτητών.

Η τεχνική *kriging* προβλέπει τη πιθανή μεταβολή της προτεινόμενης φοιτητικής αντιληπτής προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης σε μορφή ψηφίδων. Το ελάχιστο μέγεθος κάθε ελάχιστου στοιχείου των ψηφίδων ορίστηκε να είναι σε μέγεθος 100*100μ. Το προαναφερόμενο αυτό μέγεθος των ελάχιστων στοιχείων των ψηφίδων αποτελεί σύμφωνα με την έρευνα της προσβασιμότητας ένα ικανοποιητικό μέγεθος για την απεικόνιση της προσβασιμότητας (Wagner and Wegener 2007• Wagner and Wegener 2011• Cervero and Kockelman 1997• Munshi, et.al, 2009). Ο Χάρτης 4.29. απεικονίζει την πιθανή μεταβολή της φοιτητικής αντιληπτής προσβασιμότητας που προέκυψε από την ανωτέρω διαδικασία.



Χάρτης 4.29. Πρόβλεψη της αντιληπτής προσβασιμότητας των φοιτητών σε επίπεδο πόλης (εφαρμογή τεχνικής kriging)

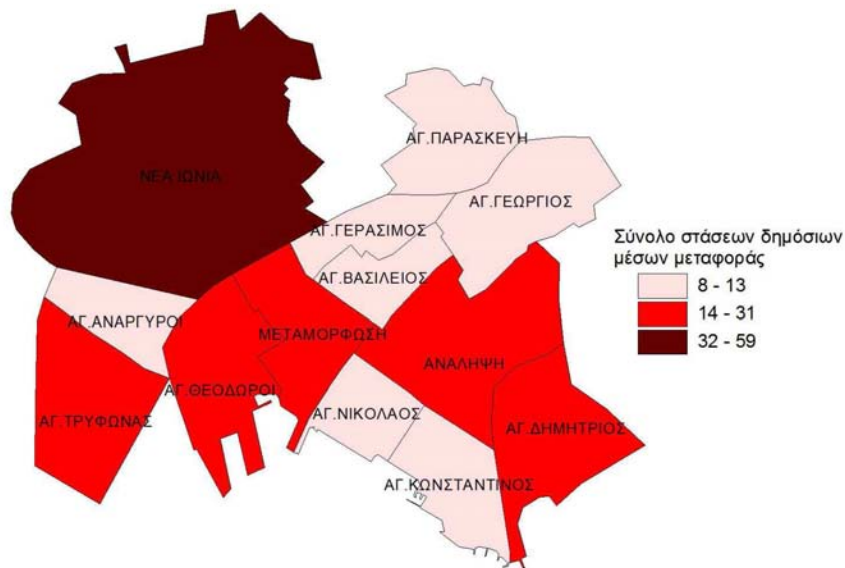
Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης Kriging διαπιστώνεται ότι τα υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας των φοιτητών εντοπίζονται σε αρκετά παραλιακά τμήματα του κέντρου της πόλης και αντιστοιχούν στο 20% της έκτασης της πόλης. Τα ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας αντιστοιχούν στο 28% της έκτασης της πόλης του Βόλου. Χαμηλά και πολύ χαμηλά επίπεδα προσβασιμότητας των φοιτητών παρατηρούνται σε απομακρυσμένες από τον κεντρικό πυρήνα της πόλης περιοχές και αντιστοιχούν στο 52% της έκτασης της πόλης. Επομένως, η μεγιστοποίηση της ωφέλειας του φοιτητή με προορισμό το σύνολο των δραστηριοτήτων, σταθερών και μεταβλητών, επιτυγχάνεται αν ο φοιτητής επιλέξει να εγκαταστήσει τη θέση της κατοικίας του στις κεντρικές ενορίες της πόλης στις οποίες συγκεντρώνονται οι υψηλές και ικανοποιητικές τιμές προσβασιμότητας, επιβεβαιώνοντας τον κανόνα ότι στις περιοχές που συγκεντρώνονται οι κεντρικές λειτουργίες μιας πόλης υπάρχει αυξημένη προσβασιμότητα.

4.5.6. ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ –ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟ ΜΕ ΜΑΚΡΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ένα σημείο που είναι ενδιαφέρον να διερευνηθεί είναι η ύπαρξη ή μη σχέσης/συσχέτισης της προτεινόμενης προσβασιμότητας των φοιτητών του Βόλου που υπολογίστηκε με το προτεινόμενο μέτρο με την προσβασιμότητα που δημιουργούν στο χώρο οι υφιστάμενες αστικές υποδομές των δημόσιων μέσων μεταφοράς, καθώς και αν οι δύο αυτές προσεγγίσεις είναι συγκρίσιμες.

Όπως αναλύθηκε προηγουμένως διεξοδικά, στην παρούσα έρευνα διερευνήθηκε η προσβασιμότητα των φοιτητών στην πόλη του Βόλου χρησιμοποιώντας κυρίως μικρο-δεδομένα (θέσεις κατοικιών φοιτητών, θέσεις δραστηριοτήτων φοιτητών, ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων φοιτητών) και όχι μακρο-επιπέδου δεδομένα (στάσεις/γραμμές δημόσιων μέσων μεταφοράς, φόρτοι μετακίνησης). Συγκεκριμένα, η προτεινόμενη προσβασιμότητα έχει ως κέντρο το άτομο και την επιλογή της θέσης της κατοικίας του σε σχέση με την προσβασιμότητα στις ημερήσιες ατομικές του δραστηριότητες, ενώ η προσβασιμότητα των δημόσιων μέσων μεταφοράς έχει ως κέντρο τα δημόσια μέσα μεταφοράς και την καθημερινή χρησιμότητα αυτών από τους μετακινούμενους. Για το λόγο αυτό δεν είναι δυνατή μια σύγκριση της προκύπτουσας προσβασιμότητας των θέσεων των κατοικιών των φοιτητών με την προσβασιμότητα που σκιαγραφούν στο χώρο οι υφιστάμενες αστικές υποδομές των δημόσιων μέσων μεταφοράς, αφού πρόκειται για δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Στην ουσία η προσβασιμότητα των δημόσιων μέσων μεταφοράς δείχνει κινητικότητα (mobility). Τα αποτελέσματα της προτεινόμενης μεθοδολογίας επιβεβαιώνουν τις αναφορές ότι η κινητικότητα (mobility) ή η δυνατότητα μετακίνησης διακρίνεται από την προσβασιμότητα (Handy, 2002), αλλά και το γεγονός ότι η μικρο ανάλυση της προσβασιμότητας δίνει διαφορετικά αποτελέσματα από την μακρο ανάλυση (Ben-Akiva and Lerman, 1979• Kwan, 1998• Kwan, 1999• Kwan and Weber, 2008). Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Handy (2002), μια κοινότητα με υψηλή συμφόρηση, όπου οι κάτοικοι ζουν μέσα σε κοντινή απόσταση από τους επιθυμητούς τους προορισμούς έχει φτωχή κινητικότητα αλλά υψηλή προσβασιμότητα. Σε αυτήν την περίπτωση, η προσβασιμότητα δε σχετίζεται με την κινητικότητα. Ταυτόχρονα, σύμφωνα με μελέτες της Kwan (1998) έχει αποδειχτεί μέσα από την λεπτομερή ανάλυση σε μικρο επίπεδο δειγμάτων γυναικών ότι έχουν μειωμένη προσβασιμότητα

κάτι που κρύβεται από την μάκρο ανάλυση της προσβασιμότητας. Τα παραπάνω επαληθεύονται με την υλοποιηθείσα εφαρμογή στην πόλη του Βόλου.



Χάρτης 4.30. Εφαρμογή ενός σωρευτικού δείκτη για τον προσδιορισμό της μάκρο-προσβασιμότητας στην πόλη του Βόλου (σύνολο στάσεων των δημόσιων μέσων μεταφοράς)

Πιο αναλυτικά, εφαρμόζοντας ένα σωρευτικό μέτρο σε επίπεδο ενοριών για τον προσδιορισμό της μάκρο-προσβασιμότητας των δημόσιων μέσων μεταφοράς στην πόλη του Βόλου προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα (Χάρτης 4.30.). Ειδικότερα, στις ενορίες του Αγίου Νικολάου και του Αγίου Κωνσταντίνου, παρόλο που συγκεντρώνονται οι βασικότερες κεντρικές λειτουργίες της πόλης και ενώ μετρήθηκε ως η περιοχή με αρκετά ικανοποιητική προσβασιμότητα παρατηρείται να έχει τη χαμηλότερη συγκέντρωση του συνόλου των στάσεων των δημόσιων μέσων μεταφοράς και επομένως τη λιγότερη κινητικότητα των μέσων μαζικής μεταφοράς. Αντίθετα, υψηλότερη συγκέντρωση των στάσεων των δημόσιων μέσων μεταφοράς παρατηρείται στην ενορία της Νέας Ιωνίας, η οποία είναι αρκετά απομακρυσμένη από τις κεντρικές λειτουργίες. Από τα ανωτέρω αποδεικνύεται ότι η μάκρο-προσβασιμότητα των δημόσιων μέσων μεταφοράς είναι στην ουσία η δυνατότητα μετακίνησης στις συγκεκριμένες ενορίες και όχι η προσβασιμότητα μιας κοινωνικής ομάδας. Επομένως, δεν είναι δυνατή η σύγκριση της μάκρο-προσβασιμότητας με την μικρο-προσβασιμότητα η οποία προσδιορίστηκε στην παρούσα διατριβή.

Ολοκληρώνοντας, η παραπάνω διάκριση της προσβασιμότητας και της κινητικότητας αλλά και της μικρο με την μακρο-ανάλυση επιβεβαιώνει τη χρησιμότητα και την εφαρμοσιμότητα της προτεινόμενης προσέγγισης προσδιορισμού της προσβασιμότητας που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε στην παρούσα διατριβή, αφού αποδεικνύεται ότι οι πιο κοντινές στο κέντρο μιας πόλης περιοχές έχουν υψηλότερα επίπεδα προσβασιμότητας και μειώνονται με την απομάκρυνση από αυτό.

4.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η προηγηθείσα εφαρμογή επαληθεύει τη σκοπιμότητα της διατριβής και διαπιστώνεται ότι το προκύπτον μέτρο προσβασιμότητας σε επίπεδο ατόμου ως αποτέλεσμα του συνδυασμού διαφορετικών μορφών προσβασιμότητας (παραδοσιακά και σύγχρονα μέτρα) καταλήγει σε ένα ποσοτικοποιημένο αποτέλεσμα, το οποίο μπορεί να είναι συγκρίσιμο.

Ειδικότερα, από την εφαρμογή του προτεινόμενου μέτρου ατομικής προσβασιμότητας στους φοιτητές της πόλης του Βόλου παρατηρήθηκε ότι μεγάλο ποσοστό του δείγματος (73%) έχει υψηλά-ικανοποιητικά επίπεδα προσβασιμότητας για το σύνολο των προορισμών. Επομένως, η συγκεκριμένη κοινωνική ομάδα έχει πολύ καλή πρόσβαση από τη υφιστάμενη θέση της κατοικίας τους στο σύνολο των ημερήσιων ατομικών τους δραστηριοτήτων. Ωστόσο, αποκλίσεις στα επίπεδα προσβασιμότητας παρατηρούνται όταν εξετάζεται η προσβασιμότητα ανά διαφορετικό προορισμό. Ειδικότερα, η προσβασιμότητα των φοιτητών προς τις σταθερές τους δραστηριότητες, σχολή και φοιτητική λέσχη είναι περιορισμένη, ενώ αντιθέτως πολύ αυξημένη είναι η προσβασιμότητα με προορισμό της μεταβλητές δραστηριότητες (αγορά, διασκέδαση, υπηρεσίες). Συνεπώς, από τα ανωτέρω διαπιστώνεται ότι σημαντικό ρόλο στη δόμηση του χωρικού προτύπου της προσβασιμότητας των φοιτητών παίζουν οι μεταβλητές δραστηριότητες και όχι οι σταθερές, όπως είναι η σχολή στην οποία ο φοιτητής ξοδεύει το σημαντικότερο κομμάτι του ημερήσιου χρόνου του.

Ταυτόχρονα, η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας με την αναγωγή της ατομικής προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης έδειξε ότι η προσβασιμότητα των φοιτητών στις μεταβλητές δραστηριότητες στην πόλη του Βόλου είναι ικανοποιητική σε περιοχές που συγκεντρώνονται οι κεντρικές λειτουργίες της πόλης και μειώνεται καθώς απομακρυνόμαστε από αυτές. Επομένως, οι φοιτητές που επιλέγουν να μείνουν σε κεντρικές περιοχές του Βόλου παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα προσβασιμότητας στις μεταβλητές δραστηριότητες του ατομικού τους χρονοδιαγράμματος και χαμηλότερα επίπεδα προσβασιμότητας στις σταθερές δραστηριότητες.

Επιπρόσθετα, η προτεινόμενη μεθοδολογία για το χωρικό εντοπισμό των μεταβλητών δραστηριοτήτων είναι μια νέα μέθοδος μικρό-προσομοίωσης των θέσεων

των μεταβλητών δραστηριοτήτων των ατόμων μέσα στην πόλη. Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στους φοιτητές του Βόλου για τις ημερήσιες δραστηριότητες των αγορών, διασκέδασης και υπηρεσιών έδειξε ότι οι παραγόμενες θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων των φοιτητών αποτελούν τη μέση θέση του φοιτητή μέσα στο 24ωρο για κάθε μεταβλητή δραστηριότητα. Επίσης, από την κατανομή των παραγόμενων αυτών θέσεων στην πόλη του Βόλου διαπιστώνεται ότι το κέντρο της πόλης δεν αποτελεί αποκλειστικά και μόνο την επιλογή του φοιτητή για τις συγκεκριμένες δραστηριότητες του ημερήσιου χρονοδιαγράμματος του. Ταυτόχρονα, οι παραγόμενες, από την ανωτέρω διαδικασία, θέσεις των μεταβλητών δραστηριοτήτων (αγορές, υπηρεσίες και διασκέδαση) των φοιτητών συγκρινόμενες με τις υφιστάμενες καταγεγραμμένες θέσεις στην πόλη του Βόλου παρουσιάζουν μικρή απόκλιση τόσο σε σχέση με τη θέση του χωρικού τους μέσου όσο και σε σχέση με την κατεύθυνση της κύριας διασποράς, όπως ορίζεται μέσα από τις τυπικές ελλείψεις.

Παράλληλα, η διερεύνηση της προσβασιμότητας του προτεινόμενου μέτρου, που δομήθηκε σε μικρο-ανάλυση, σε σχέση με την προσβασιμότητα που προέκυψε από τη μακρο-ανάλυση έδειξε ότι δεν είναι δυνατή η σύγκριση αυτών. Ειδικότερα, αποδείχθηκε ότι η μακρο-προσβασιμότητα των δημόσιων μέσων μεταφοράς είναι στην ουσία η δυνατότητα μετακίνησης προς τις συγκεκριμένες ενορίες, κάτι το οποίο διακρίνεται από την προτεινόμενη προσβασιμότητα των κατοικιών των φοιτητών.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα της παρούσας διδακτορικής διατριβής για το προτεινόμενο μέτρο ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας της προέλευσης, καθώς και οι μελλοντικές προοπτικές της προσέγγισης αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η προσβασιμότητα διερευνήθηκε με αρκετούς και διαφορετικούς τρόπους και οι διαφορετικές ερμηνείες αυτής της έχουν δώσει ποικιλομορφία, επιτρέποντας ξεχωριστούς τρόπους μέτρησης και αντιμετώπισης. Σημαντικό ζήτημα των σύγχρονων ερευνητών αποτελεί ο προσδιορισμός της προσβασιμότητας σε επίπεδο ατόμου μέσα από διαδικασίες και μοντέλα μικρό-προσομοίωσης και ο συνδυασμός παραμέτρων που δεν είναι αποκλειστικά χωρικοί. Η παρούσα διδακτορική διατριβή, βασισμένη στις παραπάνω διαπιστώσεις ανέπτυξε μια νέα έννοια της προσβασιμότητας σε επίπεδο ατόμου, την ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα της προέλευσης, η οποία αφενός συνδυάζει σύγχρονα και παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας αφετέρου ανάγεται σε επίπεδο πόλης.

Το μέτρο που αναπτύχθηκε στη παρούσα έρευνα ανέδειξε την ατομική προσβασιμότητα ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των χωρικών παραγόντων (χώρος δράσης, ελκυστικότητα προορισμού), της μετακίνησης (χρόνος και τρόπος μετακίνησης) και του χρόνου συμμετοχής με το ημερήσιο πρόγραμμα δραστηριοτήτων, η οποία ονομάστηκε «ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα της προέλευσης».

Το προτεινόμενο μέτρο προέκυψε βασισμένο στην τριπλή σχέση που όρισαν οι Odoki και Burns και ενσωματώνοντας την επίδραση του ατομικού χώρου δράσης και τη δομή των μέτρων βαρύτητας τροποποιήθηκε χρησιμοποιώντας και τη γενική δομή των σύνθετων μέτρων άθροισης της προσβασιμότητας των Bhat et al. (2002). Επομένως, το νέο μέτρο εντάσσεται μέσα στα σύνθετα ατομικά μέτρα που χρησιμοποιούν τεχνικές άθροισης (aggregation) της ατομικής προσβασιμότητας, περιλαμβάνοντας όλες τις ημερήσιες εκτός κατοικίας δραστηριότητες.

Το προτεινόμενο μέτρο όπως αναπτύχθηκε και εκφράστηκε στην παρούσα διατριβή, παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα, τα κυριότερα από τα οποία παρουσιάζονται ακολούθως.

Ένα πρώτο πλεονέκτημα είναι ότι εισάγεται ο χώρος δράσης ως παράμετρος προσδιορισμού της προσβασιμότητας. Ο χώρος δράσης χρησιμοποιούνταν ως παράμετρος που έδειχνε το πρότυπο των μετακινήσεων του ατόμου. Αντιθέτως, στην παρούσα μεθοδολογία ο χώρος δράσης, χρησιμοποιείται ως βασικός παράγοντας για

τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας ενσωματώνοντας στο νέο μέτρο την επίδραση του ημερήσιου προτύπου των δραστηριοτήτων, κάτι που δεν μπορούν να κάνουν τα παραδοσιακά μέτρα.

Επίσης, η προτεινόμενη προσέγγιση συνδέει τον ημερήσιο χρόνο συμμετοχής στη δραστηριότητα με τη προσβασιμότητα. Είναι γεγονός ότι ο χρόνος συμμετοχής στις δραστηριότητες δε χρησιμοποιείται στα παραδοσιακά μέτρα προσβασιμότητας, ενώ στα σύγχρονα μέτρα προσβασιμότητας διαπιστώνονται προβλήματα λειτουργικότητας και εφαρμογής. Η προτεινόμενη προσέγγιση κατορθώνει και αντιμετωπίζει τα προβλήματα αυτά, ενσωματώνοντας την επίδραση του ημερήσιου χρόνου συμμετοχής του ατόμου, που προκύπτει μέσα από το ημερήσιο πρόγραμμα δραστηριοτήτων.

Ενώ τα μέτρα βαρύτητας είχαν το μειονέκτημα της απότομης μεταβολής των επιπέδων προσβασιμότητας με την απομάκρυνση από το κέντρο της πόλης το προτεινόμενο μέτρο αντιμετωπίζει αυτό μέσα από την ενσωμάτωση της συνάρτησης Gaussian σε αυτό.

Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα της προτεινόμενης προσέγγισης είναι ότι ποσοτικοποιείται το μέτρο αυτό μέσα σε μια κλίμακα 0-1, προσαρμόζοντας τις παραμέτρους του μέτρου αυτού στην κλίμακα αυτή, όπου το μηδέν (0) ορίζεται να δείχνει τις χαμηλές τιμές της ατομικής προσβασιμότητας και το 1 τις υψηλές τιμές αυτής. Μια τέτοια διακύμανση της ατομικής προσβασιμότητας κάνει το μέτρο αυτό καλύτερα ερμηνεύσιμο.

Επιπρόσθετα, το προτεινόμενο μέτρο ενσωματώνει την ατομική προτίμηση και επιλογή, επιτρέποντας, ανάλογα με τις ημερήσιες ατομικές επιλογές του χρονοδιαγράμματος, τη διαμόρφωση της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας με βάση τις πραγματικές ατομικές προτιμήσεις και επιλογές. Δε θα πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι λαμβάνοντας υπόψη την ατομική προτίμηση και επιλογή στο ημερήσιο χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων δύναται να κατευθυνθεί ο σχεδιασμός από την κοινωνία και από τις ανάγκες αυτής.

Παράλληλα, η προτεινόμενη προσέγγιση είναι λειτουργική, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στην πράξη, αφού αφενός τα απαιτούμενα δεδομένα μπορούν να συλλεγούν εύκολα αφετέρου οι τεχνικές που εφαρμόζονται είναι σχετικά απλές. Το προτεινόμενο μέτρο είναι περισσότερο απλό και λιγότερο πολύπλοκο από τα

αντίστοιχα των σύγχρονων μέτρων προσβασιμότητας, χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα σύγχρονες παραμέτρους και στοιχεία που λαμβάνουν υπόψη το πρότυπο των δραστηριοτήτων και την ανθρώπινη συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ταυτόχρονα, η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση εισάγει ένα νέο τρόπο αναγωγής της ατομικής προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης. Ειδικότερα, προτάθηκε μία νέα διαδικασία απεικόνισης της προσβασιμότητας σε επίπεδο πόλης όπου τα ατομικά επίπεδα προσβασιμότητας ανάγονται σε επίπεδο πόλης σε μορφή χωρικών ζωνών δημιουργώντας χωρικές ζώνες προσαρμοσμένες στα χαρακτηριστικά της ομάδας αυτής και ταυτόχρονα γίνεται πρόβλεψη της μεταβολής αυτής σε μορφή ψηφίδων.

Μέσα από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας και επομένως του προτεινόμενου μέτρου ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας στην πόλη του Βόλου και ειδικότερα στην ομάδα των φοιτητών επαληθεύθηκε η ορθότητα και η ρεαλιστικότητα των όσων προτάθηκαν στην παρούσα διδακτορική διατριβή. Ειδικότερα, εφαρμόζοντας την προτεινόμενη μεθοδολογία, της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας στους φοιτητές της πόλης του Βόλου προέκυψε ότι η προσβασιμότητα των φοιτητών σε σχέση με το σύνολο των ημερήσιων ατομικών τους δραστηριοτήτων είναι σε μεγάλο βαθμό ικανοποιητική και αποκλίσεις παρατηρούνται όταν η ανάλυση της προσβασιμότητας εξειδικεύεται ανά προορισμό. Επιπλέον, η σύγκριση του τελικού προτεινόμενου μέτρου με τα υφιστάμενα μέτρα προσβασιμότητας ανέδειξε την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ αυτών.

Το προτεινόμενο μέτρο παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές εξέλιξης και εφαρμογής. Πιο αναλυτικά, το συγκεκριμένο το μέτρο που παράχθηκε από αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά σε έρευνες, οι οποίες περιλαμβάνουν αντίστοιχες πληροφορίες προσβασιμότητας για το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμιακών ομάδων μιας περιοχής. Με τον τρόπο αυτό, θα μπορεί να προσδιοριστεί η πραγματική ατομική προσβασιμότητα των διαφορετικών πληθυσμιακών ομάδων στον αστικό χώρο σε σχέση με τις επιλογές και τις προτιμήσεις αυτών.

Σημαντική προοπτική αναφορικά με το προτεινόμενο μέτρο είναι η επέκταση αυτού, προσδιορίζοντας την ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα ως ένα συνδυασμένο άθροισμα πολλαπλών εναλλακτικών ημερήσιων χρονοδιαγραμμάτων δραστηριότητας, αφού το προτεινόμενο μέτρο βασίστηκε σε ένα ημερήσιο χρονοδιάγραμμα, απεικονίζοντας τη προσβασιμότητα του ατόμου σε μία ημέρα.

Ακολουθώς, απαντώνται τα ερωτήματα που τέθηκαν στο εισαγωγικό κεφάλαιο της διδακτορικής διατριβής. Πιο αναλυτικά, όσον αφορά στο πρώτο και βασικό ερώτημα της διδακτορικής διατριβής, δηλαδή «*με ποιον τρόπο μπορεί να συνδεθεί και να συνδυαστεί η έννοια της αλληλεπίδρασης των αστικών υπηρεσιών με την ανθρώπινη χωρική συμπεριφορά με σκοπό τον προσδιορισμό της προσβασιμότητας*» αυτό επιτυγχάνεται με το συνδυασμό υφιστάμενων παραδοσιακών και σύγχρονων μέτρων προσβασιμότητας χρησιμοποιώντας μεθόδους και τεχνικές των GIS για την εφαρμογή αυτών.

Όσον αφορά την ερώτηση για το «*ποια η σχέση του χώρου δράσης με την μέτρηση της προσβασιμότητας*», ο χώρος δράσης ως παράγοντας που δείχνει το χωρικό πρότυπο του ημερήσιου ατομικού χρονοδιαγράμματος ενσωματώθηκε στο προτεινόμενο μέτρο συσχετιζόμενος με έναν παράγοντα ελκυστικότητας του κάθε προορισμού-δραστηριότητας.

Αναφορικά, με την ερώτηση για το «*πως συνδυάζεται ο χρόνος, ο χώρος και η μετακίνηση στην προσβασιμότητα*», ο χρονικός περιορισμός της συμμετοχής στη δραστηριότητα επιλέχθηκε να επιδράσει εκθετικά στους παράγοντες του χώρου και της μετακίνησης, χρησιμοποιώντας τη γενική δομή των σύνθετων μέτρων άθροισης της προσβασιμότητας των Bhat et al. (2002).

Σχετικά με το ερώτημα για το «*πως η ατομική προσβασιμότητα ανάγεται σε επίπεδο πόλης*», στην προτεινόμενη προσέγγιση αναπτύχθηκε μια νέα διαδικασία με τη χρήση των τεχνικών των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS), η οποία είχε ως σκοπό να ανάγει την ατομική αντιληπτή προσβασιμότητα σε επίπεδο πόλης και να προβλέψει την πιθανή μεταβολή αυτής.

Συνοψίζοντας, το νέο μέτρο ατομικής προσβασιμότητας που προτείνεται και αναπτύσσεται στην παρούσα διατριβή, δηλαδή της ατομικής αντιληπτής προσβασιμότητας της προέλευσης, εισάγει ένα νέο τρόπο προσδιορισμού της προσβασιμότητας αντιμετωπίζοντας αφενός πολλά προβλήματα των υφισταμένων μέτρων προσβασιμότητας (παραδοσιακών και σύγχρονων) αφετέρου εισάγοντας μια νέα θεώρηση της προσβασιμότητας σε επίπεδο ατόμου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΤΟΠΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Τα δεδομένα που αξιοποιηθήκαν στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διδακτορικής διατριβής προήλθαν από έρευνα που διεξήχθη στην πόλη του Βόλου με σκοπό να διερευνηθεί η θέση, η κατάσταση, η συμπεριφορά των φοιτητών στην πόλη του Βόλου και ακολούθως να εντοπιστούν οι σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ της θέσης της κατοικίας των φοιτητών και των καθημερινών τους δραστηριοτήτων (Moustou and Photis, 2005* Moustou and Photis, 2006* Μούστου και Φώτης, 2005* Μούστου, 2004).

Μεθοδολογία έρευνας:

Για την υλοποίηση της επιτόπιας έρευνας αναπτύχθηκε η ακόλουθη μεθοδολογία:

1. **Καθορισμός και επιλογή της δειγματοληπτικής μεθόδου:** Ειδικότερα, από τις γνωστές από τη βιβλιογραφία μεθόδους δειγματοληψίας επιλέχθηκε η καταλληλότερη για τη συγκεκριμένη έρευνα.
2. **Δόμηση των ερωτηματολογίων και καθορισμού των στόχων και των σκοπών αυτών:** Δομήθηκε το ερωτηματολόγιο με σκοπό να διερευνηθούν τα στοιχεία αυτά που συμβάλλουν στην επίτευξη του βασικού στόχου της έρευνας.
3. **Κωδικοποίηση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων:** Στην ενότητα αυτή επιλέχθηκε ο τρόπος κωδικοποίησης και ψηφιακής καταχώρησης των απαντήσεων των ερωτώμενων.
4. **Επεξεργασία των απαντήσεων των ερωτηματολογίων:** Στην ενότητα αυτή επιλέχθηκε ο τρόπος επεξεργασίας (στατιστική επεξεργασία και χαρτογραφική απεικόνιση) των απαντήσεων των ερωτώμενων.
5. **Εντοπισμός πιθανών προβλημάτων της έρευνας:** Με το πέρας της στατιστικής επεξεργασίας προκύπτουν συμπεράσματα για πιθανά προβλήματα κατά τη συλλογή των δεδομένων.

Καθορισμός και επιλογή δείγματος:

Κατά τη διεξαγωγή μιας έρευνας κυρίαρχο στοιχείο είναι ο καθορισμός του δείγματος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Ψαρού και Ζαφειρόπουλος, 2001* Κουτσικόπουλος, 2002) υπάρχουν αρκετές μορφές δειγματοληψίας για την επιλογή ενός δείγματος, όπως

είναι η τυχαία δειγματοληψία, η στρωματοποιημένη (αναλογική και τυχαία) κλπ. Από τις ανωτέρω μορφές δειγματοληψίας επιλέχθηκε η στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία.

Η στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία χωρίζει τον πληθυσμό σε αμοιβαία αποκλειόμενα σύνολα, ή στρώματα, και από κάθε στρώμα επιλέγονται απλά τυχαία δείγματα. Τα θετικά σημεία της προσέγγισης αυτής είναι ότι ενσωματώνοντας την τυχαία επιλογή μέσα στα δομημένα στρώματα του πληθυσμού αποφεύγεται το πρόβλημα της ομαδοποίησης των δεδομένων, και αν χρησιμοποιούνταν η αναλογική δειγματοληψία μέσα στα στρώματα τότε κάποιο από τα στρώματα θα είχε πολύ μικρό μέγεθος και δε θα οδηγούσε κατ' ανάγκη σε αξιόπιστα αποτελέσματα (Ψαρού και Ζαφειρόπουλος, 2001). Επιπλέον, η στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία οδηγεί σε ακριβέστερες εκτιμήσεις από την απλή τυχαία δειγματοληψία, και επιτρέπει την κατ' επιλογή μεγαλύτερη συμμετοχή στο δείγμα ατόμων του πληθυσμού που προέρχονται από συγκεκριμένες στρώσεις (Κουτσικόπουλος, 2002). Επομένως, τα ανωτέρω πλεονεκτήματα συνέβαλλαν στο να επιλεγεί να γίνει η έρευνα αυτή με τη μέθοδο της στρωματοποιημένης τυχαίας δειγματοληψίας.

Δόμηση ερωτηματολογίου:

Όπως προαναφέρθηκε, το ερωτηματολόγιο δομήθηκε σε παλιότερη έρευνα με σκοπό να διερευνηθεί η θέση, η κατάσταση, η συμπεριφορά των φοιτητών στην πόλη του Βόλου και να εντοπιστούν οι σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ της θέσης της κατοικίας των φοιτητών και των καθημερινών τους δραστηριοτήτων. Το αποτέλεσμα ήταν να συλλεχθούν αρκετά στοιχεία που έχουν σχέση με τους φοιτητές σαν άτομα (Moustou and Photis, 2005• Moustou and Photis, 2006• Μούστου και Φώτης, 2005• Μούστου, 2004).

Το πρώτο τμήμα του ερωτηματολογίου περιλάμβανε γενικές ερωτήσεις για την υπό εξέταση ομάδα (όπως φύλο, έτος εισαγωγής, σχολή φοίτησης, τόπος διαμονής, κ.α.).

Το δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου στόχευε να προσδιοριστεί τόσο η ακριβής θέση της κατοικίας του φοιτητή πάνω στην πόλη του Βόλου όσο και τα χαρακτηριστικά της.

Το τρίτο τμήμα του ερωτηματολογίου σχετίζεται με τους ημερήσιους προορισμούς – δραστηριότητες του φοιτητή. Ειδικότερα, δομήθηκε ένα ημερήσιο ημερολόγιο ατομικών δραστηριοτήτων ως εξής: Αρχικά, ορίστηκαν πέντε γενικές

δραστηριότητες που ήταν η σχολή, η διασκέδαση, η αγορά, η φοιτητική λέσχη και οι υπηρεσίες. Εν συνεχεία, επιλέχθηκε ένα τυπικό εικοσιτετράωρο μέσα στην εβδομάδα και έγινε ο χωρισμός των χρονικών διαστημάτων της ημέρας ανά μια ώρα με εξαίρεση μεταξύ των ωρών από 9 το βράδυ μέχρι 9 το πρωί, όπου τα διαστήματα κυμάνθηκαν ανά τρεις ώρες.

Το τέταρτο κομμάτι του ερωτηματολογίου περιλάμβανε ερωτήσεις που έχουν σχέση με τις ημερήσιες μετακινήσεις προς τις δραστηριότητες των φοιτητών. Συγκεκριμένα, καταγράφηκε ο ημερήσιος τρόπος μετακίνησης τους και ο χρόνος που δαπανούν για να προσεγγίσουν τις δραστηριότητες τους.

Κωδικοποίηση:

Για την κωδικοποίηση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων δομήθηκε ένας πίνακας στο excel, όπου σε κάθε στήλη εισήχθησαν οι αντίστοιχοι κωδικοί του ερωτηματολογίου. Για τους δυο τελευταίους πίνακες των ημερήσιων δραστηριοτήτων και των μετακινήσεων δεν έγινε κάποιου διαφορετικού τύπου κωδικοποίηση και ακολουθήθηκε η αντίστοιχη με των προηγούμενων.

Επεξεργασία των δεδομένων:

Για την επεξεργασία των κωδικοποιημένων απαντήσεων χρησιμοποιήθηκαν εξίσου στατιστικά λογισμικά και προγράμματα χαρτογραφίας. Συγκεκριμένα, έγινε συστηματική χρήση των προγραμμάτων SPSS και EXCEL, καθώς και του προγράμματος ARCGIS. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία της επεξεργασίας είναι σε πρώτο στάδιο η περιγραφική στατιστική (descriptive statistic) με τη χρήση κάποιων θεματικών χαρτών ενώ σε δεύτερο στάδιο έγινε αξιοποίηση των μεθόδων χωρικής ανάλυσης.

Προβλήματα κατά την επεξεργασία:

Κατά τη διάρκεια της πρώτης επεξεργασίας των δεδομένων φάνηκε ότι κάποιες από τις μεταβλητές παρουσίαζαν το φαινόμενο των κενών εγγραφών (missing values). Το φαινόμενο αυτό είναι πολλές φορές αποτέλεσμα της αμέλειας του ερωτώμενου να απαντήσει όλες τις ερωτήσεις. Από την ανάλυση παρατηρήθηκε ότι από το σύνολο των 229 ερωτώμενων ένα 4% αυτών δεν μπόρεσε να δώσει πλήρεις πληροφορίες και θα

έπρεπε να απορριφθεί από το δείγμα. Τελικώς, επαρκείς και πλήρεις απαντήσεις έδωσαν 219 φοιτητές.

Γενικά στοιχεία για τον υπό εξέταση πληθυσμό των φοιτητών:

Η έρευνα αυτή διεξήχθη στις βασικές σχολές του πανεπιστήμιου και ειδικότερα στην Πολυτεχνική Σχολή, στη Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, στη Γεωπονική Σχολή και στη Σχολή Οικονομικού, οι οποίες εδρεύουν αντίστοιχα στην περιοχή του Πεδίου Άρεως, στην κεντρική περιοχή της Παραλίας, στην περιοχή του Φυτόκου και στην περιοχή Κοραή (Χάρτης Π1). Πιο αναλυτικά, επιλέχθηκε το δείγμα να παρθεί στις τέσσερις αυτές περιοχές ώστε να δημιουργηθούν τέσσερα στρώματα μέσα στον υπό εξέταση πληθυσμό των φοιτητών.

Παράλληλα, ερωτήθηκαν μέσα σε αυτές τις σχολές – περιοχές τυχαία φοιτητές, έτσι ώστε να σχηματιστεί μια ολοκληρωμένη εικόνα για τους φοιτητές και τις δραστηριότητες τους. Το σύνολο του δείγματος αποφασίστηκε να αριθμεί το 5,5% περίπου του συνολικού πληθυσμού των 4.104 φοιτητών, δηλαδή ερωτήθηκαν 229 άτομα, από τους οποίους οι απαντήσεις των 219 ερωτώμενων ήταν πλήρες και επομένως κατάλληλες για να χρησιμοποιηθούν στην παρούσα έρευνα.

Έτσι, από το σύνολο των ερωτηθέντων φοιτητών διαπιστώθηκε ότι το 55,5% ήταν γυναίκες και το υπόλοιπο 44,5% άντρες. Το 80% του δείγματος κυμαίνονταν μεταξύ των 19 και 24 χρονών. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η πόλη του Βόλου δεν αποτελούσε τόπο μόνιμης κατοικίας σε ποσοστό της τάξης του 86% και μόλις το 14% των φοιτητών ήταν δημότες. Παράλληλα, σχεδόν το σύνολο των φοιτητών δεν εργάζονταν και μόλις ένα 7% απασχολούνταν.

Το σύνολο των ημερησίων εκτός κατοικίας δραστηριότητες των φοιτητών άρχιζε στις 10 το πρωί και ολοκληρώνονταν στις 3 το βράδυ. Κατά τη διάρκεια της ημέρας η συμμετοχή στη σχολή αποτελούσε τη σημαντικότερη δραστηριότητα. Ακολούθως, κάποια σημαντική μεσημεριανή αύξηση παρατηρούνταν προς τη φοιτητική λέσχη, ενώ τις απογευματινές ώρες οι αγορές μαζί με τη διασκέδαση αποκτούσαν σημαντικό έδαφος. Τέλος, οι υπηρεσίες είχαν τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής μέσα στην ημέρα.

Από τις απαντήσεις των φοιτητών διαπιστώθηκε ότι το 50% των μετακινήσεων προς τις πέντε ομάδες δραστηριοτήτων γίνονταν περπατώντας. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι ο μέσος διανυόμενος χρόνος των φοιτητικών μετακινήσεων προς τις ημερήσιες δραστηριότητες κυμαίνονταν μεταξύ των 12 και 20 λεπτών.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

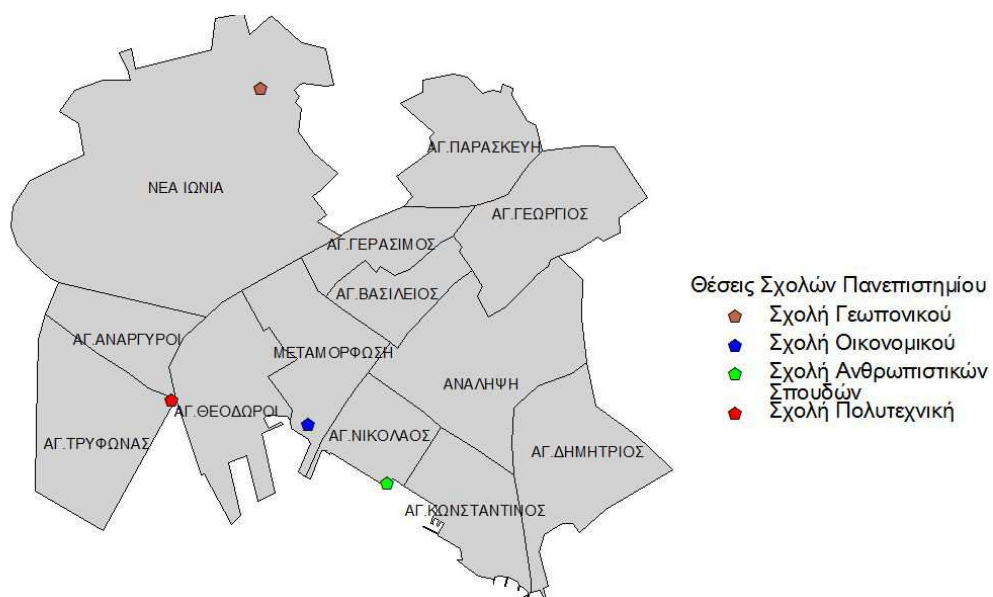
	α/α	<input type="text"/>		Q_no	<input type="text"/>	
	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	/ /		Q_date	<input type="text"/>	
ΕΡΩΤΗΣΗ 1.	Φύλο			Q1	<input type="text"/>	
	Γυναίκα (1)	<input type="text"/>				
	Άντρας (2)	<input type="text"/>				
ΕΡΩΤΗΣΗ 2.	Ποια είναι το τμήμα που σπουδάζετε;			Q2	<input type="text"/>	
	Δημοτικής εκπαίδευσης (1)	<input type="text"/>				
	Ειδικής αγωγής (2)	<input type="text"/>				
	Προσχολικής αγωγής (3)	<input type="text"/>				
	Ιστορίας αρχαιολογίας (4)	<input type="text"/>				
	Χωροταξίας πολεοδομίας (5)	<input type="text"/>				
	Μηχανολόγων μηχανικοί (6)	<input type="text"/>				
	Πολιτικών μηχανικών (7)	<input type="text"/>				
	Αρχιτεκτόνων (8)	<input type="text"/>				
	Δικτύων και υπολογιστών (9)	<input type="text"/>				
	Γεωπονία (10)	<input type="text"/>				
	Οικονομικό (11)	<input type="text"/>				
ΕΡΩΤΗΣΗ 3.	Πρόγραμμα σπουδών			Q3	<input type="text"/>	
	Προπτυχιακό (1)	<input type="text"/>				
	Μεταπτυχιακό (2)	<input type="text"/>				
	Διδακτορικό (3)	<input type="text"/>				
ΕΡΩΤΗΣΗ 4.	Έτος εισαγωγής	<input type="text"/>		Q4	<input type="text"/>	
ΕΡΩΤΗΣΗ 5.	Έτος γέννησης	<input type="text"/>		Q5	<input type="text"/>	
ΕΡΩΤΗΣΗ 6.	Εργάζεστε;			Q6	<input type="text"/>	
	Ναι (1)	<input type="text"/>				
	Όχι (2)	<input type="text"/>				
ΕΡΩΤΗΣΗ 7.	Είναι ο Βόλος ο τόπος μόνιμης κατοικίας σας;			Q7	<input type="text"/>	
	Ναι (1)	<input type="text"/>				
	Όχι (2)	<input type="text"/>				
ΕΡΩΤΗΣΗ 8.	Στοιχεία τόπου διαμονής			Q8_1	<input type="text"/>	
	Διεύθυνση	<input type="text"/>			Q8_2	<input type="text"/>
	Περιοχή				Q8_3	<input type="text"/>
	Πόλη	<input type="text"/>	Q8_4	<input type="text"/>		
	Αριθμός συγκατοίκων	<input type="text"/>	Q8_5	<input type="text"/>		
	Αριθμός δωματίων	<input type="text"/>				

Πρόγραμμα ημερήσιων εκτός κατοικίας δραστηριοτήτων στην εβδομάδα

Χρονικό διάστημα	Δραστηριότητα	Περιοχή
	(1)Σχολή (2)Διασκέδαση (3)Αγορές (4)Φοιτητική λέσχη (5)Υπηρεσίες	
09:00 - 10:00		
10:00 - 11:00		
11:00 - 12:00		
12:00 - 13:00		
13:00 - 14:00		
14:00 - 15:00		
15:00 - 16:00		
16:00 - 17:00		
17:00 - 18:00		
18:00 - 19:00		
19:00 - 20:00		
20:00 - 21:00		
21:00 - 00:00		
00:00 - 03:00		
03:00 - 06:00		
06:00 - 09:00		

Μετακίνηση του κάθε φοιτητή από την κατοικία στους διαφορετικούς προορισμούς

	Περιοχή	Κόστος μετακίνησης / χρόνος	Τρόπος μετακίνησης			
			Περπατώντας (1)	Λεωφορείο (2)	Αυτοκίνητο-Μηχανή (3)	Ποδήλατο (4)
Σχολή						
φοιτητική λέσχη						
Διασκέδαση						
Αγορές						
Υπηρεσίες						



Χάρτης Π1. Κατανομή των θέσεων των σχολών του πανεπιστημίου

ΒΑΣΙΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Arentze, T. Borgers, A. Timmermans, H. (1994) 'Multistop-based measurements of accessibility in a GIS environment', *International Journal of Geographical Information Systems*, **8** 343 – 356.
- Axhausen, K.W. (1995) 'Travel Diaries: An Annotated Catalogue', Institut für Straßenbau und Verkehrsplanung, Leopold-Franzes-Universität, Innsbruck.
- Βλαστός, Θ. Αθανασόπουλος, Κ. (2003) 'Σύγκριση χρόνων μετακίνησης μεταξύ δημόσιας συγκοινωνίας και Ι.Χ. στη μεταολυμπιακή Αθήνα', *Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ*, **1** 2-3.
- Bach, L. (1981) 'The Problem of aggregation and distance for analyses of accessibility and access opportunity in location- allocation models', *Environment and Planning A*, **13** 955-978.
- Ben- Akiva, M. and Lerman, S. (1979) 'Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility', Hensher, D. and Stopher, P. (eds.) *Behavioral travel modeling*: London Croom Helm, 654-679.
- Ben-Akiva, M. Bowman, J.L. (1998) 'Integration of an activity-based model system and a residential location model', *Urban Studies*, **35**(7) 1131–1153.
- Bhat, C.R. Handy, S. Kockelman, K. Mahmassani, H.S. Chen, Q. and Weston, L. (2000a) 'Development of an Urban Accessibility Index: Literature Review', Center for Transportation Research, University of Texas, Austin.
- Bhat, C. Handy, S. Kockelman, K. Mahmassani, Chen, Q. Weston, L. (2000b) 'Accessibility Measures: Formulations Considerations and Current Applications', Center for Transportation Research, University of Texas, Austin.
- Bhat, C. Handy, S. Kockelman, K. Mahmassani, H. Gopal, A. Srour, I. Weston, L. (2002) 'Development of an Urban Accessibility Index: Formulations, Aggregation and Application', Center for Transportation Research, University of Texas, Austin.
- Bhat, C. Bricka, S. La Mondia, J. Kapur, A. Guo, J. & Sen, S. (2006) 'Measuring Access to Public Transportation Service', Center for Transportation Research, Center for Transportation Research, University of Texas, Austin.
- Black, J. and Conroy, M. (1977) 'Accessibility measures and the social evaluation Of urban structure', *Environment and Planning A*, **9** 1013-1031.

- Breheny, M.J. (1978) 'The measurement of spatial opportunity in strategic planning', *Regional Studies*, **12** 463-479.
- Behrens, R. (2001) 'Looking beyond commuter travel in Cape Town: Methodological lessons from the application of an activity-based travel survey', *International Conference on Transport Survey Quality and Innovation*. Conference University of Cape Town, South Africa.
- Burns, L.D. (1979) *Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility*, Lexington Books.
- Cerdá, A. (2009) 'Accessibility: A Performance Measure for Land-Use and Transportation Planning in the Montréal Metropolitan Region', School of Urban Planning McGill University.
- Cerda, A. El-Geneidy, A. (2009) 'Understanding the Relationships Between Regional Accessibility Travel Behaviour and Home Values', Transportation Research Board.
- Cervero, R. (1992) 'Accessibility and Third World Rural Development: A Case Study of Sumatra', UC Transportation Center (accessed 8-3-2013 <http://www.uctc.net/papers/108.pdf>).
- Cervero, R. Rood, T. Appleyard, B. (1997) 'Job Accessibility as a Performance Indicator: An Analysis of Trends and Their Social Policy Implications in the San Francisco Bay Area', UC Transportation Center (accessed 8-3-2013 <http://www.uctc.net/papers/366.pdf>).
- Cervero, R. and Kockelman, K. (1997) 'Travel demand and 3D's: density, diversity, and design', *Transport Research Digest*, **2** 199-219.
- Chang, S. E. (2003). 'Transportation planning for disasters: An accessibility approach', *Environment and Planning A*, **35** 1051-1072.
- Chen, C. (1996) 'An Activity Based Approach to Accessibility', University of California.
- Clark, C. & Haswell, H. (1970) *The Economics of Subsistence Agriculture*, London: Macmillan.
- Crosbie, T. (2006) 'Using activity diaries: some methodological lessons', *Journal of Research Practice*, **2** (1).
- Da Silva, R. Margarido Brondino, A. Da Silva Lima, N.R. (2001) 'A comparison of Accessibility Measures in a Medium Sized City of a Developing Country', University of Maryland.
- Dalvi, Q. and Martin, K. (1976) 'The Measurement of accessibility: preliminary results', *Transportation*, **5** 17-42.

- Davidson, K.B. (1977) 'Accessibility in transport/land-use modeling and assessment', *Environment and Planning A*, **9** 1401-1416.
- Dijst, M. Vidakovic, V. (2000) 'Travel time ratio: The key factor of spatial reach', *Transportation* **27**, 179 - 199
- Dong, X. Ben-Akiva, M.E. Bowman, J.L. Walker, J. (2006) 'Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility' *Transportation Research Part A*, **40** 163–180.
- El-Geneidy, A. M. and Levinson D. M. (2007) 'Mapping accessibility over time', *Journal of Maps*, 76-87.
- Φραντζεσκάκης, Ι.Μ. Γιαννόπουλος, Γ.Α. (1986) *Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική*, Εκδόσεις Παρατηρητής.
- Φώτης, Γ.Ν. (2009) *Ποσοτική Χωρική Ανάλυση*, Εκδόσεις Γκοβόστης
- Φώτης, Γ.Ν. (2010) *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*, Εκδόσεις Γκοβόστης
- Φώτης, Γ., Μηλάκα, Κ. (2004) 'Ποσοτική ανάλυση των χωρικών προτύπων κατανομής των χρήσεων γης Στο Π.Σ. Βόλου', *Επιθεώρηση Αποκέντρωσης, Τοπικής Αυτοδιοίκησης και Περιφερειακής Ανάπτυξης*, **34**.
- Frost, M.E. and Spence, N.A. (1995) 'The rediscovery of accessibility and economic potential: The critical issue of self-potential', *Environment and Planning A*, **27**(11) 1833-1848.
- Fu, L. Saccomanno, F. and Xin, Y. (2005) 'A new performance index for evaluating transit quality of service', *Presented at the 84th Annual Meeting of Transportation Research Record*.
- Geurs, K.T. and Wee, B. (2004) 'Land use transport interaction models as tools for sustainability impact assessments of transport investments', *European Journal of Transport and Infrastructure Research*.
- Geurs, K.T. Ritsema van Eck J.R. (2001) 'Accessibility Measures: Review and Applications', National Institute of Public Health and Environment, Bilthoven.
- Giannopoulos, G.A. Boulougaris, G.A. (1989) 'Definition of accessibility for railway Stations and its impact on railway passenger demand', *Transportation Planning and Technology*, **13**(1), 111-120.
- Gimpel, J.G. & Schuknecht, J.E. (2003) 'Political participation and the accessibility of the ballot box', *Political Geography*, **22** 471–488.

- Golledge, R.G. Stimson, R.J. (1987) *Analytical Behavioural Geography*, New York, Croom Helm.
- Grengs, J. (2010) 'Job accessibility and the modal mismatch in Detroit', *Journal of Transport Geography*, **18** 42-54.
- Guy, C.M. (1983) 'The assessment of access to local shopping opportunities: A comparison of accessibility measures', *Environment and Planning B*, **10** 219-238.
- Hägerstrand, T. (1970) 'What about people in regional science?', *Papers of the Regional Science Association*, **24** 7-21.
- Handy, S.L. and Niemeier, D.A., (1997) 'Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives', *Environment and Planning A*, **29** 1175-1194.
- Handy, S. (2002) 'Accessibility- vs. Mobility-Enhancing Strategies for Addressing Automobile Dependence', in the U.S. Institute of Transportation Studies', University of California, Davis.
- Handy, S. (1992) 'A cycle of dependence: automobiles, accessibility and the evolution of the transportation and retail hierarchies', *The Berkeley Planning Journal*, **9** 21- 43.
- Hansen, W.G. (1959) 'How accessibility shapes land use', *Journal of the American Institute of Planners*, **25** 73-76.
- Hanson, S. (1997) 'Assessing the impact of location on woman's labor market outcomes', *Geographical Analysis*, **29**(4) 281-297.
- Harrison, E. (2000) 'Men, women and work in rural Zambia', *The European Journal of Development Research*, **12**(2) 53-71.
- Harvey, A.S. (2003) 'Time-space diaries: Merging traditions', In P. Stopher, & P. Jones (Eds), *Transport survey quality and innovation*, Oxford: Elsevier.
- Haynes, R. Lovett, A. & Sunnenberg, G. (2003) 'Potential accessibility, travel time, and consumer choice: Geographical variations in general medical practice registrations in eastern England', *Environment and Planning A*, **35** 1733-1750.
- Helling, A. (1998) 'Changing intra-metropolitan accessibility in the US: Evidence from Atlanta', *Progress in Planning*, **49** 55-108.

- Hilbers, H.D. and Verroen, E.J. (1994) 'Measuring accessibility, A key factor for successful transport and land use planning strategies', *Environmental Issues Proceedings of Seminar A*, PTRC European Transport, Highways and Planning.
- Hillman, R. and Pool, G. (1997) 'GIS-based innovations for modeling public transport accessibility', *Traffic Engineering and Control*, **38**(10) 554–559.
- Horner, M.W. (2004) 'Exploring metropolitan accessibility and urban structure', *Urban Geography*, **25**(3) 264-284.
- Huang, R. Wei, Y. (2002) 'Analyzing neighbourhood accessibility via transit in a GIS environment', *Geographic Information Systems*, **8**(1).
- Iacono, M. Krizek, K. El-Geneidy, A. (2008) 'Access to Destinations: How Close is Close Enough?', Minnesota Department of Transportation Research.
- Ingram, D. R. (1971) 'The concept of accessibility: A search for an operational form', *Regional Studies*, **5** 101-107.
- Jadraque, E. Mondoz de Caceres, P. Duque, M. (1996) 'Accessibility Levels Conferred by Public Transport in Madrid Metropolitan Area', European Transport Forum, Brunel University, England.
- Joh, K. (2009) 'Unrevealing the Complexity of Land Use and Travel Behavior Relationships: A Four- part Quantitative Case Study of the South Bay Area of Los Angeles', University of California.
- Joly, O. (1999) 'Geographical Position : State of French Art of Spatial Accessibility Indicators', SPESD - France, (accessed 8-3-1013 www.nordregio.se/spespn/Files/1.1.annex5.pdf).
- Jones, S.R. (1981) 'Accessibility Measures: A Literature Review', Transport and Road Research Laboratory.
- Joseph, A.E. Bantock, P.R. (1982) 'Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: A method and case study', *Social science and Medicine*, **16** 85-90.
- Κουτσικόπουλος, Κ. (2002) Δειγματοληψία -Οικολογία Ι, Πάτρα.
- Kawabata, M. (2002) 'Job accessibility by travel mode in U.S. metropolitan areas', *Papers and Proceedings of the Geographic Information Systems Association*, **11** 115–120.

- Kawabata, M. (2003) 'Job access and employment among low-skilled autoless workers in US metropolitan areas', *Environment and Planning A*, **35** 1651–1668.
- Kenyon, S. (2004) 'Reshaping Patterns of Mobility and Exclusion? Measuring the Impact of Virtual Mobility Upon the Nature and Extent of Participation Amongst Key Social Groups: A Methodology', Alternative Mobility Futures Conference, Lancaster University, UK.
- Kim, H.M. Kwan, M.P. (2003) 'Space-time accessibility measures: A geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and possible activity duration', *Journal of Geographical Systems*, **5** 71-91.
- Kivanc, E. Sebnem, D. (2006) 'Integrating Physical Accessibility of Emergency Establishments into Earthquake Risk Assessment', ECI Conference on Geohazards, Lillehammer, Norway.
- Koenig, J.G. (1980) 'Indicators of urban accessibility: Theory and application', *Transportation*, **9** 145-172, Elsevier.
- Kockelman, K.M. (1996) 'Travel Behavior as a Function of Accessibility, Land Use Mixing, and Land Use Balance: Evidence from the San Francisco Bay Area', University of California, Berkeley.
- Koskinen, V. Sarkka, T. and Blomqvist, P. (2005) 'Measuring Scheduled Travel Time and Service Availability Factors of a Fixed Route Transit System', 84th Annual Meeting Transportation Research Record.
- Kwan, M.P. (1998) 'Space-time and integral measures of individual accessibility: A comparative analysis using a point-based framework', *Geographical Analysis*, **30**(3) 191-216.
- Kwan, M.P. (1999) 'Gender and individual access to urban opportunities: A study using space-time measures', *Professional Geographer*, **51**(2) 210-227.
- Kwan, M.P. (2000) 'Analysis of human spatial behavior in a GIS environment: Recent developments and future prospects', *J.Geographical Systems*, **2** 85-90.
- Kwan, M.P. Weber, J. (2003) 'Individual accessibility revisited: Implications for geographical analysis in the twenty-first century', *Geographical Analysis*, **35**(4).
- Kwan, M.P. Weber, J. (2008) 'Scale and accessibility: Implications for the analysis of land use–travel interaction', *Applied Geography*, **28** 110–123
- Lawson, C. (1998) 'Household Travel/Activity Decisions', Portland State University.

- Lee, M.S. and Goulias K.G. (1997) 'Accessibility indicators for transportation planning using GIS', *76th Annual Transportation Research Board meeting*.
- Lee, M.S. McNally, M.G. (2003) 'Measuring Physical Accessibility with Space-Time Prisms in a GIS: A Case Study of Access to Health-Care Facilities', Institute of Transportation Studies, University of California.
- Levinson, D.M. (1998) 'Accessibility and the journey to work', *Journal of Transport Geography*, **6**(1) 11-21.
- Levinson, D. and Kumar, A. (1994) 'Multimodal trip distribution: Structure and application', *Transportation Research Record*, 124-131.
- Limanond, T. & Niemeier, D.A. (2003) 'Accessibility and mode-destination choice decisions: Exploring travel in three neighborhoods in Puget Sound', *Environment and Planning B*, **30** 219–228.
- Litman, T. (2008) 'Evaluating accessibility for transportation planning', *87th Transportation Research Board Annual Meeting*.
- Liu, S. Zhu, X. (2004) 'Accessibility analyst: An integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning', *Environment and Planning B: Planning and Design*, **31** 105-124.
- Lundberg, G. Komarovskiy, M. & McInery, M.A. (1934) *Leisure: A suburban study*. New York: Columbia University Press.
- Μούστου, Φ. Φώτης, Γ. (2005) 'Χωροχρονικές διαστάσεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς και πρότυπα μετακίνησης: Η περίπτωση των φοιτητών στην πόλη του Βόλου', *ΤΟΠΟΣ Επιθεώρηση Χωρικής Ανάπτυξης, Σχεδιασμού και Περιβάλλοντος*, **24-25** 107-127.
- Μούστου, Φ. (2005) 'Προσδιορισμός της Συνδυασμένης Δυνατότητας Πρόσβασης στο Δήμο της Αθήνας', Μεταπτυχιακή Εργασία, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Γεωπληροφορικής», Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Μούστου, Φ. (2004) 'Χωρο-Χρονική Ανάλυση Σημειακών Προτύπων: Οι Μετακινήσεις των Φοιτητών στην Πόλη του Βόλου', Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

- Makrí, M. Folkesson, C. (1999) 'Accessibility Measures for Analyses of Land Use and Travelling with Geographical Information Systems', Department of Technology and Society (LTH), Lund University, Lund.
- Martinez, F.J. (1995) 'Access: The transport- land use economic link', *Transportation Research B*, **29**(6) 457-470.
- Miller, H.J. (1991) 'Modelling accessibility using space-time prism concepts within Geographical Information Systems', *International Journal of Geographical Information Systems*, **5**(3) 287-301.
- Miller, H.J. (1999) 'Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: Basic theory and computational procedures', *Geographical Analysis* **31**(2), 187-212.
- Miller, H.J. and Shaw, S.L. (2000) *GIS-T Data Models, Geographic Information Systems for Transportation: Principles and Applications*, Oxford University Press.
- Moustou, F. Photis, Y. (2005) 'Space - time human behavior and models of locomotion: the case of students in the city of Volos, Greece', *North American Meetings of the Regional Science Association International 52nd Annual Conference*, Las Vegas.
- Moustou, F. Photis, Y. (2006) 'Space - time human behavior and models of locomotion: the case of students in the city of Volos, Greece', *46th Congress of the European Regional Science Association (ERSA)*, Volos.
- Mowforth, M. (1989) 'Trends in accessibility to employment in Greater London', *Transportation Planning and Technology*, **13** 85-110.
- Munshi, T. Brusel, M. Zuidgeest, M. (2009) 'Developing a Geo-Spatial Urban Form-Travel Behaviour Model for the City of Ahmedabad, India' (accessed 8-3-2013 <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/Developing-a-geo-spatial-urban-form-travel-behaviour-model-for-the-city-of-Ahmedabat-India-Talat-MUNSHI-Mark-BRUSSELS-Mark-ZUIDGEEST.pdf>).
- Munyakazi, J.B. (2005) 'Transport Modelling in the Cape Town Metropolitan Area', MSc Thesis, Department of Mathematics and Applied Mathematics, University of the Western Cape.
- Ντυκέν, Μ.Ν. (2004) 'Ανάλυση Δεδομένων', Βόλος Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Niemeier, D.A. (1997) 'Accessibility: An evaluation using consumer welfare', *Transportation*, **24** 377-397.

- Odoki, J. (1992) 'Accessibility-Benefits Analysis as a Tool for Transportation Planning in Developing Countries', University of Trieste, Polytechnic of Milan, Italy.
- Odoki, J. Kerali, H.R.G. and Santorini, F. (2000) 'An integrated model for quantifying accessibility-benefits in developing countries', *Transportation Research Part A.*, **35**(7) 25-47.
- Ortua Zar, J. Martia Nez, F. J. Varela, F.J. (2000) 'Stated Preferences in Modelling Accessibility', *International Planning Studies*, **5**(1) 65-85.
- O'Sullivan, D. Morrison, A. Shearer, J. (2000) 'Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: An isochrone approach', *International Journal of Geographical Information Systems*, **14** 85-104
- O' Sullivan, D. Unwin, D. (2003) *Geographical information analysis*, Canada: Wiley & Sons.
- Parolin, B.P. Kamara, S. (2003) 'Changes in Patterns of Accessibility in Sydney', State Of Australian Cities National Conference Sydney'.
- Pelto, P.J. (1989). 'Strategies of field research in nutritional anthropology', In G. H. Pelto, P. J. Pelto, & E. Messer (Eds), *Research methods in nutritional anthropology*.
- Pimentel, D. & Pimentel, M. (1979). *Food, Energy and Society*. New York: Wiley.
- Pirie, G.H. (1979) 'Measuring accessibility: A review and proposal', *Environment and Planning A*, **11** 299-312.
- Pooler, J. (1987) 'Measuring geographical accessibility: A review of current approaches and problems in the use of population potentials', *Geoforum*, **18**(3) 269-289.
- Primerano, F. (2004) 'Development of Accessibility Measures for Transport and Urban Planning', University of South Australia.
- Recker, W.W. McNally, M.G. and Root, G.S. (1986a) 'A model of complex travel behavior: Part I- theoretical development', *Transportation Research Part A Policy and Practice*, **20**(4) 307-318.
- Recker, W.W. McNally, M.G. and Root, G.S. (1986b) 'A model of complex travel behavior: Part II-an operational model', *Transportation Research Part A-Policy and Practice*, **20**(4) 319-330.
- Redfearn, C. Giuliano, G. Agarwal, A. He, S. Hu, L. (2008) 'Network Accessibility & the Evolution of Urban Employment', Metrans Project.

- Richardson, A.J. and Young, W. (1982) 'A measure of linked-trip accessibility', *Transportation Planning and Technology*, **7** 73-82.
- Schoon, J.G. McDonald, M. and Lee, A. (1999) 'Accessibility Indices: Pilot Study and Potential Use in Strategic Planning', *Transportation Research Record*, National Academy Press, Washington, DC.
- Schönfelder, S. & Axhausen, K.W. (2003). 'Activity spaces: Measures of social exclusion?', *Transport Policy*, **10**(4) 273-286.
- Shaw, S.L. (1991). 'Urban transit accessibility analysis using a GIS: A case study of Florida's tri-rail system', *Southeastern Geographer*, **31** 15-30.
- Shen, Q. (1998) 'Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low-wage workers', *Environment and Planning B: Planning and Design*, **25** 345-365.
- Shen, Q. Sanchez, T.W. (2005) 'Residential location, transport mobility, and welfare-to-work In the United States: A case study of Milwaukee', *Housing Policy Debate*, **16**(3-4).
- Sherman, J. Spencer, J. Preisser, J. Gesler, W. and Arcury, T. (2005) 'A suite of methods for representing activity space in a healthcare accessibility study', *Int J Health Geogr*, **4**(24).
- Spiekermann, K. (2003) 'The PROPOLIS State of the Art: Land Use, Transport And Environment'.
- Steer, Davies, Gleave (2005) 'Yorkshire & Humber Accessibility Criteria General Guidance on Measuring Accessibility' Yorkshire & Humber Assembly.
- Tagore, M.R. Sikdar, P.K. (1995) 'A new accessibility measure accounting mobility parameters', 7th World Conference on Transport Research, The University of New South Wales, 10-7.
- Thakuriah, P. Ortega, J.F. Sriraj, P.S. (2003) 'Spatial Data Integration for Low-Income Worker Accessibility Assessment: A Case Study of the Chicago Metropolitan Area', University Iowa State.
- Thériault, M. Des Rosiers, F. (2004) 'Modelling perceived accessibility to urban amenities using fuzzy logic, transportation GIS and origin-destination surveys', *7th AGILE Conference on Geographic Information Science*, Heraklion, Greece.

- Van der Zwan, J. Van der Wel, R. De Jong, T. & Floor, H. (2005) 'Flowmap 7.2 : Manual', Utrecht University, Faculty of Geographical Science, Netherlands.
- Vickerman, R.W. (1974) 'Accessibility, attraction and potential: A review of some concepts and their use in determining mobility', *Environment and Planning*, **6A** 675-691.
- Wachs, M. Kumagai, G. (1973) 'Physical accessibility as a social indicator', *SocioEconomic Policy Sciences*, **7** 437-56.
- Waerden, P. (2003) 'Network Analyses: Path Finding and Traffic Assignment'.
- Wagner, P. and Wegener, M. (2007) 'Urban land use, transport and environment models', *DisP*, **170** 45-56.
- Wagner, P. and Wegener, M. (2011) 'From macro to micro – How much micro is too much?' *Transport Reviews*, **31**(2) 161-177.
- Wang, D. and Timmermans, H. (1996) 'Activity - based measures of accessibility for transportation policy analysis', *Transportation Planning Methods: Proceedings of Seminar E*, Brunel University, England.
- Wilson, A.G. (1970) *Entropy in Urban and Regional Modelling*, London, England: Pion.
- Zhao, F. Chow, L.F. Li, M.T. Ubaka, I. & Gan, A. (2003) 'Forecasting transit walk accessibility: Regression model alternative to buffer method', *Transportation Research Record*, **1835** 34-41.
- Zhu, X. Liu, S. and Yeow, MCA (2005) 'M.C.A GIS-based multi-criteria analysis approach to accessibility analysis for housing development in Singapore', *The National Biennial Conference of the Spatial Sciences Institute*.
- Ψαρρού, Μ.Κ. & Ζαφειρόπουλος, Κ. (2001) Τεχνικές δειγματοληψίας (Μέρος Γ', Κεφ. 2, σσ. 176-208). *Επιστημονική έρευνα: θεωρία και εφαρμογές στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΙΑ ΕΜΒΑΘΥΝΣΗ

- Ali M.S. (2000) 'An Accessibility-Activity Based Approach for Modelling Rural Travel Demand in Developing Countries', The University of Birmingham
- Ali, M.S. (2009) 'Household accessibility analysis in developing countries using time-space prism', *Ned University Journal of Research*, **6**(1).
- Ashiru, O. Polak, J.W. Noland, R.B. (2003) 'Development and Application of an Activity Based Space-Time Accessibility Measure for Individual Activity Schedules', Centre for Transport Studies, Imperial College London, South Kensington, London.
- Buliung, R.N. Kanaroglou, P.S. (2006) 'GIS toolkit for exploring geographies of household activity/travel behaviour', *Journal of Transport Geography*, **14** 35–51.
- Darroch, A.G. (1972) 'Urban Accessibility and Residential Densities: the Impact of Relative Centrality and the Journey to Work', University of Wisconsin.
- El Geneidy, A. Cerdá, A. Fischler, R. Luka, N. (2009) 'Using Accessibility Measures: A Test Case In Montreal Evaluating The Impacts Of Transportation Plans', School of Urban Planning, McGill University, Montréal QC.
- Islam, M.S. (2010) 'Measuring people's space-time accessibility to urban opportunities – An activity-based spatial search algorithm in a GIS', *International Journal of Urban Sustainable Development*, **2**(1) 107-120.
- LaMondia, J.J. Blackmar, C.E. Bhat, C.R. (2010) 'Comparing Transit Accessibility Measures: A Case Study of Access to Healthcare Facilities', The University of Texas at Austin Dept of Civil, Architectural and Environmental Engineering.
- Litman, T. (2010) 'Evaluating Accessibility for Transportation Planning', Victoria Transport Policy Institute.
- Malakzadeh, A. Yigitcanlar, T. Bunker, J.M. & Dur, F. (2010) 'Evaluation of accessibility for knowledge-based cities', In Yigitcanlar, Tan, Yates, Peter, & Kunzmann, Klaus (Eds.) *Proceedings of The 3rd Knowledge Cities World Summit: From Theory to Practice*, World Capital Institute, City of Melbourne.
- Næss, P. (2006) 'Accessibility, activity participation and location of activities: Exploring the links between residential location and travel behaviour', *Urban Stud*, **43**.

- Neutens, T. and Versichele, M. (2009) 'A GIS toolkit to evaluate individual and joint accessibility to urban opportunities', *Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*, Antwerpen.
- Neutens, T. Witlox, F. and Demaeyer, P. (2007) 'Individual Accessibility and Travel Possibilities: A Literature Review on Time Geography', *EJTIR*, **7**(4) 335-352.
- Primerano, F. Taylor, M. (2005) 'Increasing accessibility to work opportunities in Metropolitan Adelaide', *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, **6** 4097 - 4112.
- Schönfelder, S. and Axhausen K.W. (2002) 'Measuring the Size and Structure of Human Activity Spaces – The Longitudinal Perspective', *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung* 135.
- Unal, E. Chen, S. E. and Waldorf, B.S. (2007) 'Spatial Accessibility of Health Care in Indiana', Dept. of Agricultural Economics, Purdue University.
- Weber, J. (2003) 'Individual accessibility and distance from major employment centers: An examination using space-time measures', *J Geograph Syst*, **5** 51–70.
- Weber, J. Kwan, M. (2003) 'Evaluating the effects of geographic contexts on individual accessibility: A multilevel approach', *Urban Geography*, **24**(8) 647–671.
- Yang C. and Shu Lin H. (2010) 'An accessibility measure for the combined travel demand model', *Science China Information Sciences*, **53**(2).