



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΧΩΡΟΘΕΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ. ΜΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Φωτεινή Αθανασίου

Επιβλέπων Καθηγητής: **Γεώργιος Ν. Φώτης**
Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΒΟΛΟΣ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2010

*Αφιερώνεται στον αγαπημένο μου Γιώργο
για την αμέριστη συμπαράστασή του και υπομονή*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα κατ' αρχήν να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Φώτη Γεώργιο για την καθοδήγηση και τη βοήθειά του σε στιγμές που αποτέλεσαν προσωρινό τέλμα για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Εκφράζω ακόμη τις ευχαριστίες μου στους καθηγητές Μαλούτα Θωμά και Παππά Βασίλη για τις συμβουλές και τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους.

Η ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής δε θα είχε επιτευχθεί αν δεν είχα τη συμπαράσταση και πίστη στις δυνατότητές μου από το σύντροφο μου Γιώργο. Τον ευχαριστώ θερμά για τη στήριξή του στις πολλές δύσκολες στιγμές που πέρασα.

Ευχαριστώ τη φίλη μου και συνάδελφο Κερασία Μηλάκα για τις ατέλειωτες ώρες τηλεφωνικής συνομιλίας όπου με διαφώτισε και με καθοδήγησε στα άδυτα της στατιστικής ανάλυσης και όχι μόνο.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τα ανιψάκια μου Σπόρο και Ιωάννα που με την αφέλεια και τη θετική τους ενέργεια με βοήθησαν να αποφορτιστώ σε στιγμές που πραγματικά το είχα πολύ ανάγκη κατά την εκπόνηση της διατριβής μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου Ζαχαρία για την πίστη του σε εμένα και τη στήριξή του σε όλα τα στάδια των σπουδών μου αλλά και της εκπόνησης της παρούσας διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ	9
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	20
3.1. ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	20
3.2. ΧΩΡΙΚΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ	22
3.3. ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ	23
3.4. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	24
3.4.1. Εύρεση συντομότερης διαδρομής	26
3.4.2. Δημιουργία ζωνών επιρροής	26
3.4.3. Δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής	27
3.5. ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	28
3.5.1. Απλή γραμμική παλινδρόμηση	28
3.5.2. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση	29
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	34
4.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	35
4.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	36
4.2.1. Κοινωνικοοικονομικά στοιχεία μετακινούμενων ατόμων	37
4.2.2. Υπολογισμός ποσοστού υπηρεσιών σε κάθε περιοχή	37
4.2.3. Υπολογισμός απόστασης περιοχών από χωρικό μέσο υπηρεσιών	38

4.2.4. Προσδιορισμός ροών -----	38
4.3. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΡΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΡΟΩΝ -----	39
4.4. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΡΟΩΝ ΜΕ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ-----	39
4.4.1. Προσδιορισμός ροών (ευθείες γραμμές)-----	40
4.4.2. Εύρεση σημείων τομής ροών με αθροιστικούς φόρτους-----	41
4.4.3. Πρόβλεψη φόρτων με δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής --	42
4.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΦΟΡΤΩΝ-----	43
4.5.1. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει των φόρτων -----	44
4.5.2. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει ζωνών επιρροής ----	44
4.5.3. Συνδυαστικοί πίνακες κατηγοριοποίησης οδικού δικτύου----	45
4.5.4. Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών βάσει σχετικών φόρτων-----	45
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ -----	47
5.1.ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ-----	47
5.1.1. Περιοχή μελέτης-----	48
5.1.2.Δημιουργία περιοχών -----	50
5.1.3. Δημόσιες υπηρεσίες περιοχής μελέτης -----	54
5.1.4 Συνεντεύξεις με ερωτηματολόγια -----	57
5.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ-----	58
5.2.1. Κοινωνικοοικονομικά στοιχεία μετακινούμενων ατόμων ----	58
5.2.2. Υπολογισμός ποσοστού υπηρεσιών σε κάθε περιοχή -----	64

5.2.3. Υπολογισμός απόστασης περιοχών από χωρικό μέσο υπηρεσιών -----	67
5.2.4. Προσδιορισμός ροών -----	69
5.3. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΡΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΡΟΩΝ -----	71
5.3.1. Παλινδρόμηση γενικής ομάδας μεταβλητών -----	71
5.3.2. Παλινδρόμηση ομάδας μεταβλητών για υπηρεσίες με επιλογή (ΜΕ) -----	79
5.3.3. Παλινδρόμηση ομάδας μεταβλητών για υπηρεσίες χωρίς επιλογή (ΧΕ)-----	87
5.4. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΡΟΩΝ ΜΕ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ-----	94
5.4.1. Προσδιορισμός ροών (ευθείες γραμμές)-----	94
5.4.3. Πρόβλεψη φόρτων με δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής --	98
5.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΦΟΡΤΩΝ-----	100
5.5.1. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει των φόρτων -----	104
5.5.2. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει ζωνών επιρροής ---	106
5.5.3. Συνδυαστικοί πίνακες κατηγοριοποίησης οδικού δικτύου---	112
5.5.4. Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών βάσει σχετικών φόρτων-----	117
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-----	121
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -----	126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ -----	129

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1. Δημόσιες υπηρεσίες περιοχής μελέτης.....	55
Πίνακας 5.2. Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με παλινδρομητές για όλες τις δημόσιες υπηρεσίες.....	74
Πίνακας 5.3. Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με παλινδρομητές για τις δημόσιες υπηρεσίες με επιλογή (ΜΕ).....	82
Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με παλινδρομητές για τις δημόσιες υπηρεσίες χωρίς επιλογή (ΧΕ).....	89
Πίνακας 5.5. Ποσοστά μήκους οδικού δικτύου ανά ομάδες ποσοστών υπηρεσιών που βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές ακτίνες (500, 700 και 900 μέτρων) και ποσοστιαίων φόρτων	113
Πίνακας 5.6. Ποσοστά μήκους οδικού δικτύου ανά ομάδες ποσοστών σημείων προελεύσεων που βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές ακτίνες (500, 700 και 900 μέτρων) και ποσοστιαίων φόρτων.....	113

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1. Χωρο-χρονικό πρίσμα δραστηριότητας με αφετηρία το σημείο 0 και προορισμό σε απόσταση d_1	14
Εικόνα 3.1. Παραλληλογραμμική και ευκλείδεια απόσταση	21
Εικόνα 4.1. Μεθοδολογικό διάγραμμα	34

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 5.1. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά επάγγελμα επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς.....	60
Γράφημα 5.2. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά επάγγελμα επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς προς γενικές και διοικητικές υπηρεσίες	62
Γράφημα 5.3. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά κατηγορία χρόνου μετακίνησης επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς προς γενικές και διοικητικές υπηρεσίες.....	62
Γράφημα 5.4. Πλήθος ερωτηθέντων ανά κατηγορία ηλικίας και δηλωθέν μέσο μεταφοράς σε υπηρεσίες αθλητισμού.....	63

Γράφημα 5.5. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά κατηγορία χρόνου μετακίνησης προς υπηρεσία αθλητισμού επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς.....	64
Γράφημα 5.6. Ιστόγραμμα συχνοτήτων τυποποιημένων τιμών των καταλοίπων παλινδρόμησης (γενικό μοντέλο).....	76
Γράφημα 5.7. Γράφημα τυποποιημένων τιμών για ανίχνευση ετεροσκεδαστικότητας του γενικού μοντέλου.....	77
Γράφημα 5.8. Ιστόγραμμα συχνοτήτων τυποποιημένων τιμών των καταλοίπων παλινδρόμησης (μοντέλο υπηρεσιών ΜΕ).....	84
Γράφημα 5.9. Γράφημα τυποποιημένων τιμών για ανίχνευση ετεροσκεδαστικότητας του μοντέλου για υπηρεσίες ΜΕ.....	85
Γράφημα 5.10. Ιστόγραμμα συχνοτήτων τυποποιημένων τιμών των καταλοίπων παλινδρόμησης (μοντέλο υπηρεσιών ΧΕ).....	90
Γράφημα 5.11. Γράφημα τυποποιημένων τιμών για ανίχνευση ετεροσκεδαστικότητας του μοντέλου για υπηρεσίες ΧΕ.....	91

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 5.1. Περιοχή μελέτης στην πόλη του Βόλου.....	49
Χάρτης 5.2. Σημεία και περιοχές προέλευσης των ροών των ατόμων	51
Χάρτης 5.3. Δημόσιες υπηρεσίες και περιοχές προορισμών των ροών των ατόμων ..	53
Χάρτης 5.4. Θέσεις δημοσίων υπηρεσιών και σημεία άμεσων προελεύσεων (με ή χωρίς δυνατότητα επιλογής υπηρεσίας).....	56
Χάρτης 5.5. Δημόσιες υπηρεσίες ανά είδος και ποσοστά υπηρεσιών ανά περιοχή	66
Χάρτης 5.6. Αποστάσεις κεντροειδών περιοχών από γενικό χωρικό μέσο υπηρεσιών και χωρικούς μέσους ΜΕ και ΧΕ υπηρεσιών	68
Χάρτης 5.7. Γραμμές πραγματικών ροών ατόμων ανάμεσα σε περιοχές και σημεία αθροιστικών ροών - φόρτων	97
Χάρτης 5.8. Πρόβλεψη φόρτων από ροές ατόμων με δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής (μέθοδος κοινού kriging)	99
Χάρτης 5.9. Πρόβλεψη φόρτων (% της μέγιστης προβλεπόμενης τιμής) στα τόξα του οδικού βάσει της επιφάνειας παρεμβολής (kriging).....	102
Χάρτης 5.10. Προβλεπόμενοι φόρτοι στα τόξα του οδικού δικτύου (% επί της μέγιστης τιμής) με χρήση επιφάνειας παρεμβολής (kriging)	105
Χάρτης 5.11. Κατηγοριοποίηση τόξων οδικού δικτύου σύμφωνα με τα ποσοστά υπηρεσιών που βρίσκονται σε ακτίνες 500, 700 και 900 μέτρων.....	108

Χάρτης 5.12. Κατηγοριοποίηση τόξων οδικού δικτύου σύμφωνα με τα ποσοστά σημείων προελεύσεων που βρίσκονται σε ακτίνες 500, 700 και 900 μέτρων	109
Χάρτη 5.13. Τιμές σχετικού φόρτου (πηλίκο Q_f) των δημοσίων υπηρεσιών	118

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή έχει ως στόχο τη μελέτη των καθημερινών μετακινήσεων των πολιτών προς τις δημόσιες υπηρεσίες στην πόλη του Βόλου. Το δείγμα των μετακινήσεων διαμορφώνεται μέσα από πλήθος συνεντεύξεων (512 ερωτηματολόγια) επιτόπου στις υπό μελέτη υπηρεσίες. Το πρώτο σκέλος της μεθοδολογίας περιλαμβάνει την πρόβλεψη των ροών ατόμων ανάμεσα σε δύο περιοχές μέσα από τη διαμόρφωση τριών γραμμικών μοντέλων (ένα για κάθε κατηγορία υπηρεσιών και ένα γενικό) όπου οι ανεξάρτητες μεταβλητές σχετίζονται τόσο με κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των πολιτών όπως για παράδειγμα το εισόδημα ή η ηλικία τους όσο και χωρικές ιδιότητες των εν λόγω περιοχών όπως η απόσταση μεταξύ τους ή η απόστασή τους από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών στην περιοχή μελέτης. Το δεύτερο σκέλος της μεθοδολογίας αφορά στην πρόβλεψη αθροιστικών ροών ή φόρτων στην περιοχή μελέτης με τη μέθοδο kriging βάσει των σημείων τομής των πραγματοποιημένων ροών που παράλληλα με μια σειρά εργαλείων χωρικής ανάλυσης δίνει μια συνολική εικόνα για τους φόρτους που προβλέπονται τόσο στο οδικό δίκτυο όσο και στις διαδρομές από το χωρικό μέσο πληθυσμού προς τις υπηρεσίες (σχετικός φόρτος Q_f).

Προκύπτει τελικώς πως η ροή ατόμων από μία περιοχή προς άλλη για εξυπηρέτηση από δημόσιες υπηρεσίες (γενικό μοντέλο) διαμορφώνεται κυρίως από την κατοχή μόνο αυτοκινήτου, το ποσοστό ατόμων ηλικίας 30-49 ετών, το ποσοστό υπηρεσιών στον προορισμό και την προέλευση αλλά και την απόσταση μεταξύ τους και από το χωρικό μέσο υπηρεσιών. Τέλος, προβλέπεται πως το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου έχει χαμηλούς φόρτους και χαμηλά ποσοστά υπηρεσιών και προελεύσεων κυρίως σε ακτίνα 500 μέτρων και παράλληλα πως όλες οι υπηρεσίες του Δήμου Ν. Ιωνίας παρουσιάζουν χαμηλό σχετικό φόρτο σε αντίθεση με τις υπηρεσίες στο κέντρο του Βόλου.

Abstract

The main aim of this thesis is the study of citizen's daily trips to public services in the city of Volos. Daily trips are registered through interviews (512 questionnaires) realized at every studied service. The first methodological part consists of people's flow prediction among two regions in the city through the fitting of three linear regression models (one for each service category and one general) where the independent variables merge through socioeconomic citizen's data such as

yearly income or their age and spatial attributes of regions such as their distance from each other or from the mean center of public services in the study area. The second methodological part aims in the prediction of accumulative flows or loads in the study area by the use of kriging method taking as known values the points of flow lines intersections which together with a number of spatial analysis methods results in a general view of predicted loads in the road network as well as in shortest paths from the total population mean center to public services (relative load Q_i).

Final conclusions state that people's flow from one region to another for public services (general model) depends mainly by the car absolute possession, the percentage of 30-49 years old people, the services percentage in origin and destination region but of course the distance between them and from the services mean center. Furthermore, the prediction implies that the main part of the road network has low loads and low percentages of services and origin points mainly in 500 meters buffers together with the statement that all the studied services of Nea Ionia municipality have low relative load in contrast with the services in the center of Volos.

Λέξεις - κλειδιά: αστικές περιοχές, δημόσιες υπηρεσίες, ροή ατόμων, ερωτηματολόγια, γραμμική παλινδρόμηση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, kriging

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποιότητα ζωής στα αστικά κέντρα είναι ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει ιδιαίτερα τόσο τους ιθύνοντες στρατηγικών κοινωνικών θεμάτων όσο και την επιστημονική κοινότητα που ασχολείται με τη μελέτη του χώρου και των φαινομένων που τον συνοδεύουν. Εμφανίζεται υποβαθμισμένη κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας μας κυρίως λόγω της έλλειψης πρασίνου, του μη ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού των δρόμων και πεζοδρομίων αλλά και του μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου που παρατηρείται κατά μήκος των οδικών αξόνων τους.

Βέβαια, αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος σημαίνει αυξημένες μετακινήσεις από συγκεκριμένους δρόμους που επιβαρύνονται υπέρ του ανεκτού. Η κακή χωροθέτηση των υπηρεσιών από τις οποίες καθημερινά καλείται να εξυπηρετηθεί ο πολίτης μπορεί να προκαλέσει τέτοια φαινόμενα επιβάρυνσης της κυκλοφορίας εντείνοντας με αυτόν τον τρόπο την υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος. Το ζήτημα επομένως της βέλτιστης χωροθέτησης των υπηρεσιών στον αστικό ιστό καθίσταται ιδιαίτερα κρίσιμο και έχει απασχολήσει μεγάλο μέρος της σχετικής επιστημονικής κοινότητας.

Οι υπάρχουσες σχετικές ερευνητικές προσεγγίσεις είναι ποικίλες και εστιάζουν σε διάφορες εκφάνσεις των ζητημάτων της προσβασιμότητας και των παραγόμενων μετακινήσεων προς τις υπηρεσίες. Η προσβασιμότητα των υπηρεσιών αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα βάσει του οποίου καθορίζεται και η βέλτιστη θέση των υπηρεσιών και έχει αποτελέσει ευρύ πεδίο έρευνας τόσο ως προς την προσέγγιση των διαφόρων μέτρων της όσο και ως προς τη συνδυασμένη μελέτη της μαζί με άλλους παράγοντες. Η χρήση σύγχρονων εργαλείων χωρικής ανάλυσης μέσα από το διευρυμένο πλαίσιο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Geographic Information Systems) και η ολοένα αυξανόμενη διαθεσιμότητα συστηματικά καταγεγραμμένων στοιχείων σχετικών με τις μετακινήσεις των πολιτών αλλά και τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά τους έχουν συντελέσει στη σημαντική εξέλιξη που παρουσιάζει

ο τομέας της μελέτης της χωροθέτησης των υπηρεσιών σε συνδυασμό με την προσβασιμότητα και την εξυπηρέτηση των πολιτών.

Η προσβασιμότητα μιας περιοχής σε σχέση με μια δραστηριότητα ή υπηρεσία στην απλή της προσέγγιση ορίζεται από την απόσταση που τη χωρίζει από αυτήν είτε αυτή εκφράζεται ως ευθεία-ευκλείδεια απόσταση, είτε ως παραλληλογραμμική (Manhattan distance), είτε ως δικτυακή (network distance) κατά μήκος ενός οδικού δικτύου με κατευθύνσεις κυκλοφορίας και περιορισμούς. Γενικότερα, η έννοια της προσβασιμότητας καθορίζεται από τη χωρική διασπορά των προορισμών, την ευκολία πρόσβασης τους αλλά και το μέγεθος, την ποιότητα και το χαρακτήρα των δραστηριοτήτων στους προορισμούς (Handy, Niemeier 1997). Ως εκ τούτου και τα μέτρα προσβασιμότητας που έχουν κατά καιρούς υιοθετηθεί είναι ποικίλα και δίνουν διαφορετική βαρύτητα σε κάθε μία από τις συνιστώσες της έννοιας.

Η συνδυαστική αξιολόγηση της προσβασιμότητας περιοχών με οικονομικά στοιχεία όπως η αντικειμενική αξία (Athanasίου, Photis 2004) αλλά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά (Talen 1997) αποτελεί βασικό στόχο πολλών ερευνητικών προσεγγίσεων του ζητήματος της χωροθέτησης υπηρεσιών και των μετακινήσεων που γεννώνται για την εξυπηρέτηση των πολιτών από αυτές. Στην κατεύθυνση αυτή όπου ουσιαστικά επιδιώκεται η συσχέτιση και η ανάδειξη των παραγόντων που καθορίζουν ή έστω συνυπάρχουν με τα διάφορα επίπεδα προσβασιμότητας και εξυπηρέτησης που παρατηρούνται σε μία πόλη κινείται και πληθώρα άλλων εργασιών. Η αξιολόγηση της προσβασιμότητας σε συνδυασμό με άλλες μεταβλητές όπως τιμή κατοικίας, παλαιότητα κτιρίων αλλά και κοινωνικά στοιχεία είναι ο βασικός άξονας στην εργασία της Emily Talen (2002). Η συνδυαστική αξιολόγηση υπηρεσιών βάσει της προσβασιμότητάς τους και μεταβλητών που αφορούν την εξυπηρέτηση των πολιτών όπως είναι το επίπεδο ικανοποίησης και χρησιμότητάς τους προσεγγίζεται και μέσω της δόμησης υποδειγμάτων παλινδρόμησης σύμφωνα με τα οποία εντοπίζονται οι μεταβλητές που καθορίζουν την επιλογή μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας και τη συχνότητα επίσκεψης επηρεάζοντας και το βαθμό προσβασιμότητάς της (Rosero-Bixby 2004).

Η προσέγγιση του ζητήματος της προσβασιμότητας υπηρεσιών και των παραγόμενων μετακινήσεων προς αυτές έχει γίνει και μέσω μίας άλλης έννοιας που εμπεριέχει και τη διάσταση του χρόνου. Πρόκειται για την έννοια του χρονο-γεωγραφικού πλαισίου (Hägerstrand 1970) και μετέπειτα τα χωρο-χρονικά πρίσματα (space-time prisms) τα οποία ουσιαστικά απεικονίζουν την τροχιά που διαγράφει ένα άτομο μέσα στο τρισδιάστατο πλαίσιο που συνθέτουν οι τρεις άξονες του χρόνου και Χ και Υ του χώρου (Huisman et al. 1997). Οι προσεγγίσεις που ακολουθούν αυτή την ερευνητική κατεύθυνση πραγματεύονται πλέον την έννοια της χωρο-χρονικής προσβασιμότητας δημιουργώντας μεγέθη για τη μέτρησή της που λαμβάνουν υπόψη για παράδειγμα τον πιθανό καταναλισκόμενο χρόνο για κάθε δραστηριότητα δεδομένων των ωραρίων καθώς και τους περιορισμούς του οδικού δικτύου (Kim, Kwan 2003). Σε άλλες περιπτώσεις όπως για παράδειγμα οι υπηρεσίες υγείας η προσέγγιση μέσω του χρονο-γεωγραφικού πλαισίου καταλήγει στη δημιουργία αλγορίθμου για τη μέτρηση της προσβασιμότητας δημιουργώντας ζώνες επιρροής (buffer) γύρω από τα κέντρα των απογραφικών τομέων υπολογίζοντας ταυτόχρονα τη συντομότερη διαδρομή προς τις υπηρεσίες με δυνατότητα εναλλαγής του μεταφορικού μέσου (Lee, McNally 2003).

Μία παρόμοια λογική ακολουθείται και στις εργασίες όπου μελετάται ο χώρος μέσα στον οποίο δραστηριοποιούνται τα άτομα ανάλογα με το ποιες και πόσες δραστηριότητες επιλέγουν μέσω της δημιουργίας νοητών ελλείψεων με εστίες τα σημεία αφετηρίας και προορισμού. Τα μεγέθη που ορίζουν την έλλειψη όπως το εμβαδόν της και ο λόγος του μικρού προς το μεγάλο άξονα της έλλειψης αλλά και ο συνολικός χρόνος που καταναλώθηκε για τις συγκεκριμένες δραστηριότητες μελετώνται ως προς τη συσχέτισή τους με άλλες μεταβλητές όπως κοινωνικοοικονομικά στοιχεία (Newsome et al. 1998).

Η συνδυαστική μελέτη της έννοιας της προσβασιμότητας υπηρεσιών και των παραγόμενων μετακινήσεων προς αυτές βάσει συγκεκριμένων πραγματικών καταγεγραμμένων στοιχείων αποτελεί επίσης μία ερευνητική κατεύθυνση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον που απαιτεί παρόλα αυτά μεγάλο όγκο δεδομένων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει υιοθετηθεί στην παρούσα διατριβή όπου ο κύριος

όγκος των δεδομένων αποτελείται από τα στοιχεία που προκύπτουν από τις πραγματικές συνεντεύξεις με πολίτες εξυπηρετούμενους από υπηρεσίες. Η προσβασιμότητα είναι δυνατό να συσχετιστεί με μεταβλητές που χαρακτηρίζουν τις μετακινήσεις των πολιτών όπως για παράδειγμα είναι ο τρόπος ή ο σκοπός μετακίνησης, η πολυπλοκότητα των μετακινήσεων καθώς και το μέγεθος του χώρου δραστηριότητας ενός ατόμου (Hanson, Shwab 1987).

Η μελέτη των μετακινήσεων προς τις υπηρεσίες μπορεί να αφορά μόνο κάποιο συγκεκριμένο κομμάτι αυτών όπως για παράδειγμα είναι οι μετακινήσεις με τα μέσα μαζικής μεταφοράς δεδομένου ότι ο σχεδιασμός τους οφείλει να έχει ως γνώμονα τη μεγιστοποίηση της εξυπηρέτησης των πολιτών στις μετακινήσεις τους εντός του αστικού ιστού. Η αξιολόγηση των μέσων μαζικής μεταφοράς μπορεί να γίνεται μέσω ενός ποσοτικού μέτρου που συνδυάζει ένα σύνολο παραγόντων που επηρεάζουν την εξυπηρέτηση των μέσων μεταφοράς όπως είναι η απόσταση των στάσεων λεωφορείων από το κεντροειδές των υπηρεσιών που βρίσκονται σε συγκεκριμένη ακτίνα επιρροής και η απόσταση από το κεντροειδές των εξυπηρετούμενων πληθυσμιακών κόμβων (Athanasίου, Photis 2006).

Η έρευνα σχετικά με τα ζητήματα που αφορούν τη μελέτη των μετακινήσεων προς υπηρεσίες και δραστηριότητες γενικά έχει προωθηθεί σημαντικά και από τις εξελίξεις στον τομέα των υποδειγμάτων χωρικής αλληλεπίδρασης (spatial interaction models) αλλά και των υποδειγμάτων χωρικής αλληλεπίδρασης (discrete choice models). Η πορεία των υποδειγμάτων χωρικής αλληλεπίδρασης ξεκινά από τα πρώτα υποδείγματα βαρύτητας όπου η ροή ανθρώπων ή αγαθών συσχετίζεται με έναν παράγοντα «ώθησης» στην αφετηρία, έλξης στον προορισμό αλλά και έναν παράγοντα χωρικού διαχωρισμού των δύο σημείων (Fischer 2000) ενώ οι τελευταίες εξελίξεις βασίζονται κυρίως στη χρήση των νευρωνικών δικτύων (Roy, Thill 2004). Στα υποδείγματα διακριτών επιλογών η προσβασιμότητα σημείων συσχετίζεται με παράγοντες που άπτονται της συμπεριφοράς των ατόμων ως προς τις μετακινήσεις τους αλλά και του αστικού περιβάλλοντος (Kitamura et al. 1983) ή

ακόμη και με παράγοντες που σχετίζονται με την ατομική δράση συγκεκριμένων ομάδων ατόμων όπως π.χ. φοιτητές (Forer, Albrecht 1997).

Στην παρούσα διατριβή εξετάζεται το ζήτημα των παραγόμενων μετακινήσεων ατόμων για την εξυπηρέτησή τους από τις δημόσιες υπηρεσίες βάσει πραγματικών καταγεγραμμένων στοιχείων με σκοπό την αποκωδικοποίηση του φαινομένου μέσα από την ανάδειξη εκείνων των παραγόντων που τελικώς επηρεάζουν και καθορίζουν τις παραγόμενες μετακινήσεις. Πρόκειται για παραμέτρους που άπτονται αφενός των χαρακτηριστικών των υπηρεσιών όπως είναι για παράδειγμα η σχετική τους θέση στην περιοχή μελέτης αφετέρου των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών των μετακινούμενων πολιτών όπως αυτά καταγράφηκαν μέσα από προσωπικές συνεντεύξεις. Επιπλέον, παρέχεται μία εποπτική εικόνα της περιοχής μελέτης ως προς τις μετακινήσεις των πολιτών εντοπίζοντας τις περιοχές εκείνες που αναδεικνύονται ως πιο επιβαρημένες από τις πραγματοποιηθείσες μετακινήσεις που προκύπτουν για την εξυπηρέτηση των πολιτών από το υπάρχον δίκτυο δημοσίων υπηρεσιών.

Ο τομέας των δημοσίων υπηρεσιών επιλέχθηκε στην παρούσα διατριβή για δύο κυρίως λόγους. Ο πρώτος αφορά στο γεγονός ότι πρόκειται για υπηρεσίες τις οποίες στην πλειοψηφία τους οι πολίτες είναι υποχρεωμένοι τρόπον τινά να επισκεφθούν για τη διεκπεραίωση προσωπικών τους υποθέσεων όπως για παράδειγμα η εφορία, τα Κέντρα Εξυπηρέτησης Πολιτών ή και το αστυνομικό τμήμα. Πρόκειται επομένως για υπηρεσίες που παράγουν μεγάλο μέρος των καθημερινών μετακινήσεων που επιπλέον δε μπορούν να αποφευχθούν και να μην πραγματοποιηθούν. Ο δεύτερος λόγος συνίσταται στο χαρακτήρα των υπηρεσιών του δημοσίου τομέα που οφείλει να κινείται σε ένα πλαίσιο μεγιστοποίησης της εξυπηρέτησης του πολίτη δεδομένου ότι το κράτος πρέπει να προάγει το κοινό συμφέρον και την ευημερία του κοινωνικού συνόλου. Με τη λογική αυτή, θα πρέπει και το δίκτυο των δημοσίων υπηρεσιών να είναι με τέτοιο τρόπο δομημένο ώστε να εξασφαλίζει την προσβασιμότητα των πολιτών σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο και επιπλέον να μην επιβαρύνει με

μεγάλου μήκους μετακινήσεις συγκεκριμένα τμήματα του οδικού δικτύου προκαλώντας τοπικά κυκλοφοριακό φόρτο.

Οι μετακινήσεις των πολιτών προς υπηρεσίες που ανήκουν στο δημόσιο τομέα είναι το κύριο ερευνητικό ζήτημα της παρούσας διατριβής που μελετάται μέσα από ένα προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο που έχει ως κύριο στόχο την ανίχνευση των παραγόντων που φαίνονται να επηρεάζουν τη ροή ατόμων προς τις υπηρεσίες αλλά και την πρόβλεψη ροών στην πόλη έχοντας ως δεδομένα τα στοιχεία επιτόπιας έρευνας. Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε επί τόπου στις υπό μελέτη υπηρεσίες με τη μορφή συνεντεύξεων βάσει ερωτηματολογίων (βλ. Παράρτημα) βάσει των οποίων συλλέχθηκαν πληροφορίες τόσο σχετικά με την κοινωνικοοικονομική κατάσταση των ερωτώμενων όσο και με τις συγκεκριμένες επιλογές τους ως προς την μετακίνησή τους προς τις δημόσιες υπηρεσίες.

Η περιοχή μελέτης στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η πόλη του Βόλου (πλην των οικισμών 'Αλυκές' και 'Αγ. Στέφανος'), μία πόλη με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα παρατηρούνται φαινόμενα που δύνανται να αλλάξουν το προφίλ της πόλης. Η ίδρυση όλο και περισσότερων τμημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην πόλη του Βόλου δίνει νέα ώθηση στην πνευματική ανάπτυξη αλλά δημιουργεί και πληθυσμιακές μετακινήσεις (κυρίως φοιτητών) που αλλάζουν την εικόνα της πόλης αλλά επιπλέον δημιουργούν νέες απαιτήσεις όσον αφορά την οργάνωση της πόλης και των υπηρεσιών της. Ακόμη, η τουριστική άνθιση που γνωρίζει η πόλη λόγω και του ορεινού όγκου του Πηλίου προκαλεί περαιτέρω αύξηση των μετακινήσεων και εντός του αστικού ιστού της πόλης του Βόλου.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που προτείνεται στην παρούσα διατριβή έχει ως στόχο τη μελέτη των μετακινήσεων προς τις δημόσιες υπηρεσίες μέσα από ένα φάσμα μεθόδων και εργαλείων που καταλήγουν τόσο στην ανάδειξη των παραγόντων που φαίνονται να τις επηρεάζουν όσο και σε προσεγγίσεις για την πρόβλεψη των ροών που πραγματοποιούνται σε όλη την περιοχή μελέτης. Η διάρθρωση της διατριβής έχει ως εξής:

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στις σημαντικότερες εργασίες σχετικά με το αντικείμενο της παρούσας διατριβής και αναλυτική περιγραφή των μεθόδων και συμπερασμάτων τους. Οι κύριοι ερευνητικοί άξονες σχετίζονται με τις έννοιες της προσβασιμότητας των υπηρεσιών, των παραγόμενων μετακινήσεων ατόμων προς αυτές αλλά και των υποδειγμάτων χωρικής αλληλεπίδρασης και διακριτών επιλογών.

Θεωρητικές Έννοιες: Πρόκειται για το κεφάλαιο όπου συνοψίζονται οι βασικές θεωρητικές έννοιες αλλά και τα εργαλεία ανάλυσης που χρησιμοποιούνται στο μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Ορίζονται οι έννοιες της προσβασιμότητας των υπηρεσιών και τα μέτρα ποσοτικοποίησής της καθώς επίσης και οι έννοιες της χωρικής αλληλεπίδρασης αλλά και των υποδειγμάτων διακριτών επιλογών ως προσεγγίσεις που συνεισφέρουν στην αποκωδικοποίηση του συνόλου των παραγόντων που καθορίζουν τα πρότυπα των ροών ατόμων προς υπηρεσίες. Επιπλέον, γίνεται αναφορά και στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ως βασικό σύγχρονο εργαλείο χωρικής ανάλυσης και οπτικής απεικόνισης χωρικών φαινομένων.

Μεθοδολογία: Το κεφάλαιο της μεθοδολογίας περιλαμβάνει το μεθοδολογικό διάγραμμα βάσει του οποίου πραγματοποιούνται όλα τα βήματα της εφαρμογής της παρούσας διατριβής. Διακρίνεται σε δύο κύριους άξονες, αυτόν της διαμόρφωσης τριών μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης και της πρόβλεψης ροών ατόμων βάσει της γεωστατιστικής μεθόδου του κοινού kriging. Ο πρώτος άξονας ουσιαστικά αναδεικνύει τους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του προτύπου των μετακινήσεων των ατόμων προς τις υπηρεσίες και συνίστανται κυρίως σε κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των καταγεγραμμένων ατόμων αλλά και σε χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που αφορούν κυρίως το χωρικό τους πρότυπο. Ο δεύτερος άξονας της μεθοδολογίας στοχεύει με την ίδια λογική στην πρόβλεψη των ροών ατόμων προς τις υπηρεσίες βάσει όμως μιας γεωστατιστικής μεθόδου σύμφωνα με την οποία κάθε σημείο της περιοχής μελέτης αποκτά μία προβλεπόμενη τιμή αθροιστικής ροής ατόμων δίνοντας έτσι μια συνολική εικόνα της περιοχής ως προς τις προβλεπόμενες ροές ατόμων.

Εφαρμογή: Στο κεφάλαιο της εφαρμογής περιγράφονται αναλυτικά τα επιμέρους βήματα της μεθοδολογίας όπως αυτά εφαρμόστηκαν με τα συγκεκριμένα δεδομένα για την παρούσα διατριβή. Η περιοχής μελέτης αποτελείται από το Δήμο Νέας Ιωνίας και από τμήμα του Δήμου Βόλου (Νομός Μαγνησίας) και οι υπό μελέτη υπηρεσίες είναι αποκλειστικά υπηρεσίες που ανήκουν στον ευρύτερο δημόσιο τομέα. Τα δεδομένα των μετακινήσεων των πολιτών προκύπτουν από επί τόπου συνεντεύξεις με τα εξυπηρετούμενα άτομα στην εκάστοτε υπηρεσία και στη συνέχεια ακολουθούνται τα βήματα όπως αυτά περιγράφονται στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας.

Συμπεράσματα: Το τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διαδικασία της εφαρμογής του μεθοδολογικού πλαισίου και δίνονται περαιτέρω δυνατότητες ανάλυσης και επέκτασης της παρούσας διατριβής.

2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Το ζήτημα της σωστής χωροθέτησης των υπηρεσιών στον αστικό χώρο καθώς και της μελέτης των μετακινήσεων προς αυτές αποτελεί έναν επιστημονικό τομέα με πλούσια ερευνητική διάσταση. Η εξέλιξη δε των εργαλείων που χρησιμοποιούνται στη μεθοδολογία σχετικών εργασιών είναι παράλληλη με την τεχνολογική επανάσταση που έχει επηρεάσει όλους τους ερευνητικούς τομείς. Η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των εξειδικευμένων εργαλείων που παρέχονται όπως είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αλλά και διάφορα προγράμματα που διαχειρίζονται την εκτέλεση πολύπλοκων αλγορίθμων, έχουν επεκτείνει τον ορίζοντα του συγκεκριμένου ερευνητικού τομέα.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση περιλαμβάνει δύο βασικούς ερευνητικούς άξονες που σχετίζονται με το ζήτημα της συγκεκριμένης διατριβής. Ο πρώτος άξονας σχετίζεται με την έννοια της χωροθέτησης υπηρεσιών και τις προσεγγίσεις που έχουν γίνει για το σχεδιασμό και την αξιολόγησή της καθώς και με την έννοια της προσβασιμότητας των υπηρεσιών από τους πολίτες και τις διάφορες προσεγγίσεις της ποσοτικοποίησής της. Ο δεύτερος άξονας κινείται περισσότερο προς εφαρμογές που έχουν ως αντικείμενο τη μελέτη των παραγόμενων μετακινήσεων από συγκεκριμένα πρότυπα χωροθέτησης υπηρεσιών καθώς και την προσπάθεια πρόβλεψής τους βάσει άλλων παραγόντων που μπορεί να είναι δεδομένοι ή τουλάχιστον προβλέψιμοι.

Το ζήτημα της χωροθέτησης υπηρεσιών είτε ιδιωτικού είτε δημόσιου τομέα σε συνδυασμό με το επίπεδο προσβασιμότητας που προσφέρει το παραγόμενο χωρικό πρότυπο στον πληθυσμό μιας περιοχής αποτελεί ένα σημαντικό θέμα συζήτησης τόσο σε επιστημονικούς όσο και στους διάφορους κοινωνικούς κύκλους δεδομένου ότι συνδέεται άμεσα με την ευημερία των πολιτών. Είναι προφανές πως μία κακή χωροθέτηση υπηρεσιών μπορεί να επιφέρει μεγάλη επιζήμια αλλαγή στις καθημερινές μετακινήσεις των πολιτών αυξάνοντας για παράδειγμα το χρόνο μετακίνησής τους προς αυτές

δημιουργώντας ένα αίσθημα δυσοφορίας και δυσαρέσκειας που αν μη τι άλλο σίγουρα επηρεάζει και την ευημερία των πολιτών στο επίπεδο της καθημερινής ζωής. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι σημαντικότερες επιστημονικές προσεγγίσεις του ζητήματος αυτού με περιγραφή των βασικότερων αξόνων τους.

Η εργασία των Athanasiou, Photis (2004) έχει ως στόχο τον προσδιορισμό ενός μεθοδολογικού πλαισίου για τη συνδυαστική χωροθετική αξιολόγηση των δημοσίων υπηρεσιών αστικών περιοχών. Η προτεινόμενη προσέγγιση βασίζεται αφενός σε μεθόδους και τεχνικές Χωρικής Ανάλυσης, αφετέρου στις δυνατότητες που παρέχουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και τελικά οδηγεί στον καθορισμό της χωροθετικής αξίας κάθε οικοδομικού τετραγώνου.

Οι δημόσιες υπηρεσίες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τις ομάδες ηλικιών που εξυπηρετούν και τη συχνότητα χρήσης τους. Παράλληλα, κατηγοριοποιούνται και οι στάσεις των αστικών λεωφορείων σύμφωνα με το πλήθος των εξυπηρετούμενων γραμμών. Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι ελάχιστες και οι μέσες αποστάσεις από όλες τις κατηγορίες καθώς και τα ποσοστά των υπηρεσιών που βρίσκονται σε συγκεκριμένη απόσταση από κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Ακολουθεί η ομαδοποίηση αποστάσεων και ποσοστών με τη μέθοδο ταξινομικής ανάλυσης k-means και τα οικοδομικά τετράγωνα βαθμολογούνται ως προς την προσβασιμότητά τους στο σύνολο των υπηρεσιών. Η τελική βαθμολογία, χρησιμοποιείται στη διαδικασία καθορισμού της χωροθετικής αξίας και τη μορφοποίηση ενός συνδυαστικού δείκτη, ο οποίος συσχετίζει χωροθετικές και αντικειμενικές αξίες σε επίπεδο περιοχής μελέτης. Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση εφαρμόστηκε στην πόλη του Βόλου, όπου σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αναλυτικής διαδικασίας, το μεγαλύτερο ποσοστό των οικοδομικών τετραγώνων (60,7%) εμφανίζει συγκριτικά μικρότερη χωροθετική αξία από την αντίστοιχη αντικειμενική.

Το σύνολο των εργασιών της Emily Talen σχετικά με τη διερεύνηση της προσβασιμότητας ως μέγεθος στον αστικό χώρο σε συνδυασμό και με

διάφορες άλλες μεταβλητές όπως είναι οι κοινωνικοοικονομικές παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Αυτό ακριβώς επιχειρείται στην εργασία σχετικά με την προσβασιμότητα δημοσίων πάρκων σε πόλεις της Αμερικής (Talen 1997) όπου η έννοια της προσβασιμότητας αποδεικνύεται ότι συνδέεται τελικά άμεσα με το κοινωνικοοικονομικό καθεστώς της κάθε περιοχής. Οι συστοιχίες που δημιουργήθηκαν στον αστικό ιστό για κάθε επίπεδο προσβασιμότητας εμφάνισαν συγκεκριμένα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα για παράδειγμα περιοχές με χαμηλή προσβασιμότητα σε πάρκα να έχουν υψηλά ποσοστά σε ισπανόφωνο πληθυσμό και χαμηλές τιμές κατοικίας.

Η εργασία των Handy και Niemeier (1997) αποτελεί μία συγκριτική μελέτη μεθόδων υπολογισμού της προσβασιμότητας των πολιτών σε υπηρεσίες εκτός της εργασίας τους. Εξετάζονται δύο μελέτες περίπτωσης από τις οποίες η πρώτη, σε ενδοαστικό επίπεδο, αφορά την απόδειξη της υπόθεσης ότι οι περιοχές του San Francisco Bay που οικοδομήθηκαν πριν το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο έχουν καλύτερη πρόσβαση σε καταστήματα και υπηρεσίες από αυτές που οικοδομήθηκαν μετά. Εφαρμόζονται γι' αυτό το σκοπό διάφορα από τα ήδη υπάρχοντα μέτρα προσβασιμότητας και γίνεται η αξιολόγησή τους ανάλογα με τα αποτελέσματα που αποδίδουν.

Αρχικά, χρησιμοποιείται ένα μέτρο προσβασιμότητας για δύο ζεύγη περιοχών βασισμένο στη θεωρία της βαρύτητας (η προσβασιμότητα δύο σημείων είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασής τους) σε συνδυασμό με τα δεδομένα των εκτιμήσεων των χρόνων μετακίνησης εντός των υπό μελέτη ζωνών. Τελικά, οι διαφορές στην προσβασιμότητα που προκύπτουν για τις δύο περιοχές δεν αποκαλύπτουν τη γενεσιουργό αιτία τους δηλαδή αν στην περίπτωση του υψηλού επιπέδου προσβασιμότητας πρόκειται για μικρές αποστάσεις ή μεγαλύτερη προσφορά υπηρεσιών ή και τα δύο. Μία πιο λεπτομερής μελέτη των χαρακτηριστικών των περιοχών μέσω της απεικόνισης των προτύπων χρήσεων γης τους δείχνει ότι τελικά υπάρχουν διαφορές στην κάλυψη του χώρου από τις διάφορες υπηρεσίες.

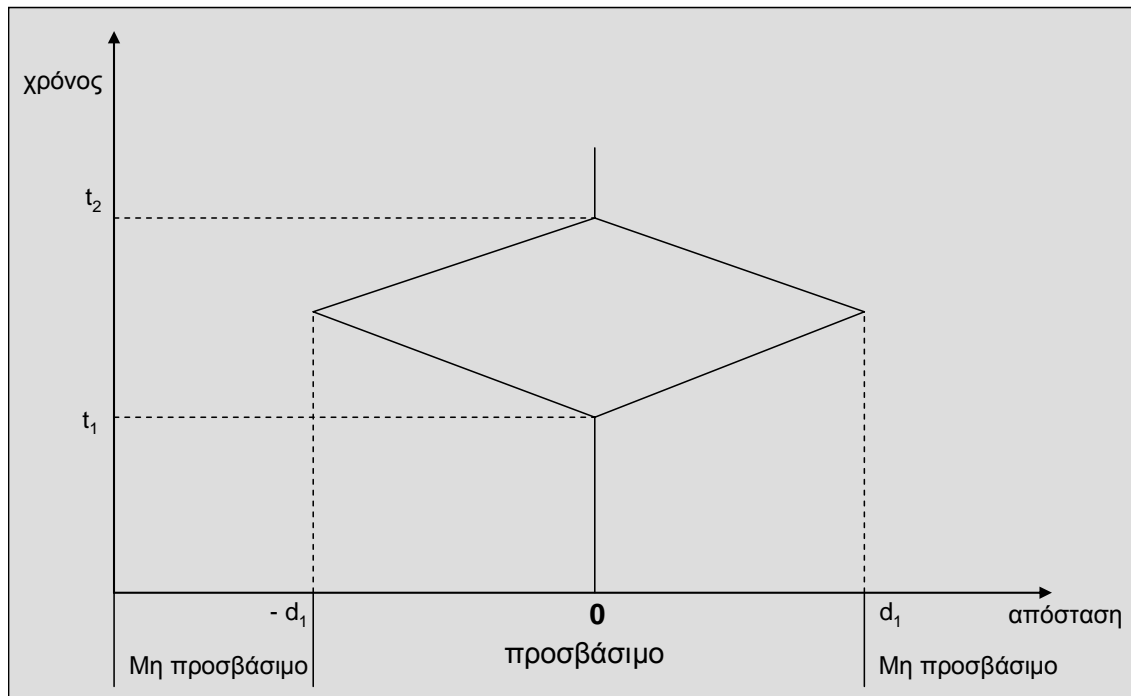
Οι αποστάσεις στην εργασία των Handy και Niemeier (1997) υπολογίστηκαν με σημεία αφετηρίας τις κατοικίες ενός δείγματος νοικοκυριών. Υπολογίστηκαν λοιπόν ο αριθμός των υπεραγορών σε δεδομένο χρόνο μετακίνησης (cumulative opportunities formulation) (αν και οι διαφορές στην προσβασιμότητα των περιοχών εξαρτώνται σημαντικά από την επιλογή του δεδομένου χρόνου), ο ελάχιστος χρόνος μετακίνησης για μετάβαση σε μια υπεραγορά (αν και σε αυτό το μέτρο δεν λαμβάνεται υπόψη η ποικιλία των παρεχόμενων υπηρεσιών) και τέλος ένα μέτρο προσβασιμότητας βασισμένο στη θεωρία της βαρύτητας με ενσωματωμένο το χρόνο μετακίνησης προς όλες τις υπεραγορές εντός ενός ορίου (με θετικό στοιχείο το γεγονός ότι ενσωματώνει και το χρόνο μετακίνησης και την ποικιλία των υπηρεσιών). Παρόλα αυτά η **διαδικασία επιλογής του προορισμού** (δραστηριότητας) φαίνεται ότι επηρεάζει καθοριστικά την όλη διαδικασία μέτρησης της προσβασιμότητας και η ιδιότητα της έλξης του προορισμού πρέπει να τυγχάνει μεγαλύτερης ανάλυσης απ' ότι στα συνηθισμένα μέτρα προσβασιμότητας.

Μια μεταγενέστερη εργασία (Talen 2002) εξετάζει την προσβασιμότητα των πάρκων και των δημοτικών σχολείων αλλά αυτή τη φορά για τους πεζούς και σε άλλη πόλη (Portland) σε συνδυασμό με άλλες μεταβλητές όπως τιμή κατοικίας, παλαιότητα κτιρίων, μέσο συντελεστή δόμησης αλλά και κοινωνικά στοιχεία όπως στοιχεία για την οικογενειακή κατάσταση. Τα αποτελέσματα της μελέτης καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η προσβασιμότητα των πεζών είναι ικανοποιητική μόνο σε κάποιες περιορισμένες περιοχές της πόλης, γεγονός που ίσως εξηγείται από το ότι αφενός οι αμερικανικές πόλεις είναι σχεδιασμένες με δεδομένο την καθημερινή μετακίνηση με κάποιο όχημα αφετέρου τα δημοτικά σχολεία τείνουν να αντικατασταθούν από τα μεγαλύτερα και εξελισσόμενα σχολικά συγκροτήματα. Η διαφορά είναι πως σε αυτές τις περιοχές οι τιμές κατοικίας είναι σχετικά χαμηλές και ο πληθυσμός ανήκει πλειοψηφικά σε μειονότητες.

Σχετική με παροχή κοινωνικών υπηρεσιών και συγκεκριμένα υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης είναι και η εργασία για την πρόσβαση

αυτών των υπηρεσιών στην Costa Rica με τη χρήση τόσο των δυνατοτήτων που παρέχουν τα ΓΣΠ όσο και των στατιστικών πακέτων για τη διαμόρφωση μοντέλου της προσβασιμότητας (Rosero-Bixby 2004). Η μέτρηση της προσβασιμότητας γίνεται με απλή μέτρηση της απόστασης από την πλησιέστερη υπηρεσία και στην πορεία δημιουργείται ένας δείκτης προσβασιμότητας που εμπλέκει τις έννοιες της έλξης που ασκεί κάθε υπηρεσία ανάλογα με το μέγεθός της, την εξυπηρέτησή της κλπ. Τέλος διαμορφώνεται ένα μοντέλο διακριτών επιλογών με τη διαδικασία της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) σύμφωνα με το οποίο υποτίθεται ότι τα νοικοκυριά επιλέγουν μία υπηρεσία αφού τη συγκρίνουν με τις υπόλοιπες σε επίπεδο ικανοποίησης και χρησιμότητας και στη συνέχεια εντοπίζονται η μεταβλητές που καθορίζουν αυτή την επιλογή. Οι μεταβλητές αυτές αποτελούν ουσιαστικά τα βασικά στοιχεία της εξίσωσης του δείκτη προσβασιμότητας που προκύπτει στο συγκεκριμένο επιστημονικό άρθρο.

Μία άλλη έννοια που εισήχθη πολύ νωρίς στη διεθνή βιβλιογραφία (Hägerstrand 1970) είναι η έννοια του χρονο-γεωγραφικού πλαισίου και στη συνέχεια των **χωρο-χρονικών πρισματών (space-time prisms)**. Η γεωμετρική αυτή κατασκευή περιγράφει τον όγκο του χώρου που είναι προσβάσιμος από ένα άτομο δεδομένου ότι τα σημεία αφετηρίας και προορισμού είναι συγκεκριμένα στο χώρο και το χρόνο (Εικόνα 2.1). Πρόκειται για γραφήματα μέσω των οποίων απεικονίζεται η τροχιά ενός ατόμου μέσα στο τρισδιάστατο πλαίσιο που συνθέτουν οι τρεις άξονες του χρόνου, της συντεταγμένης x και της συντεταγμένης y του χώρου (Huisman et al. 1997).



Εικόνα 2.1. Χωρο-χρονικό πρίσμα δραστηριότητας με αφετηρία το σημείο 0 και προορισμό σε απόσταση d_1

Πρόσφατα, η έννοια της χωρο-χρονικής προσβασιμότητας έχει αρχίσει να αντιμετωπίζεται ως ένα ζήτημα που δύναται να ενσωματωθεί στις σύγχρονες διαδικασίες ανάλυσης και επεξεργασίας που περιλαμβάνουν και τη χρήση των ΓΣΠ. Μία μέθοδος που περιλαμβάνει σχετικές διαδικασίες προτείνεται στην εργασία των Kim και Kwan (2003) όπου ουσιαστικά δημιουργείται ένας αλγόριθμος για τη μέτρηση της χωρο-χρονικής προσβασιμότητας στο πλαίσιο του οποίου λαμβάνονται υπόψη ο πιθανός καταναλισκόμενος χρόνος για κάθε δραστηριότητα δεδομένων των ωραρίων λειτουργίας καθώς και τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου (όπως μονοδρομήσεις, απαγόρευση διέλευσης κλπ).

Στην ίδια κατεύθυνση κινείται και η εργασία των Lee και McNally (2003) όπου δημιουργείται ένας αλγόριθμος για τη μέτρηση της προσβασιμότητας σε υπηρεσίες του τομέα υγείας στο Portland (ΗΠΑ). Ο προτεινόμενος αλγόριθμος βασίζεται στη δυνατότητα ΓΣΠ να δημιουργούν περιοχές επιρροής (buffer) γύρω από ένα σημείο (εδώ ο απογραφικός τομέας) και να υπολογίζουν τη συντομότερη διαδρομή (shortest path) μέσω του οδικού δικτύου με δυνατότητα εναλλαγής του μέσου (Ι.Χ. ή μέσα μαζικής

μεταφοράς). Περιγράφεται μάλιστα και μία υποθετική εφαρμογή του αλγόριθμου για τη μέτρηση της ατομικής προσβασιμότητας (individual accessibility) για εργαζόμενο και μη εργαζόμενο μέλος μιας οικογένειας για την οποία όμως μία πραγματική εφαρμογή απαιτεί δεδομένα έστω και σε επίπεδο ομάδων πληθυσμού της πόλης.

Η έννοια της προσβασιμότητας όπως αυτή περιγράφηκε μόλις μέσα από τις διάφορες επιστημονικές εργασίες που αναφέρθηκαν αποτελεί από μόνη της ένα σημαντικό ζήτημα προς διερεύνηση αλλά τελικώς υπάρχει και ως έμμεση παράμετρος σε οποιαδήποτε προσέγγιση των φαινομένων του αστικού χώρου. Ακόμη και στην περίπτωση της μελέτης των μετακινήσεων των πολιτών μέσα στην πόλη, η προσβασιμότητα ακόμα και αν δεν αναφέρονται ευθέως ή δε μετράται αποκλειστικά λαμβάνεται εμμέσως υπόψη δεδομένου ότι πάντα η απόσταση από τις υπηρεσίες ή ο χρόνος μετακίνησης προς αυτές αποτελεί ένα μέγεθος προσβασιμότητας των σημείων αυτών. Οι επιστημονικές εργασίες που θα αναφερθούν στη συνέχεια έχουν μεν ως κύριο στόχο τη μελέτη των μετακινήσεων ατόμων προς διάφορες δραστηριότητες και για το λόγο αυτό αναφέρονται ξεχωριστά από τις προηγούμενες αλλά η έννοια της προσβασιμότητας υπάρχει και σε αυτές λιγότερο ή περισσότερο αισθητή ανάλογα με το εκάστοτε εξειδικευμένο αντικείμενο.

Η δημιουργία ενός ποσοτικού μέτρου αξιολόγησης της εξυπηρέτησης των δημόσιων μέσων μεταφοράς αναφορικά με τις μετακινήσεις του πληθυσμού προς τις δημόσιες υπηρεσίες υπήρξε ο βασικός άξονας στον οποίο κινήθηκε η μεθοδολογία του άρθρου των Athanasiou, Photis (2006). Το ζήτημα που εξετάζεται στο εν λόγω άρθρο είναι η εξυπηρέτηση των δημόσιων μέσων μεταφοράς στις μετακινήσεις του πληθυσμού προς και από τις δημόσιες υπηρεσίες με μόνο μεταφορικό μέσο τα αστικά λεωφορεία καλύπτοντας τις ενδιάμεσες αποστάσεις πεζή.

Οι δύο βασικοί μεθοδολογικοί άξονες είναι: α. δημιουργία περιοχών εξυπηρέτησης γύρω από τις στάσεις των αστικών λεωφορείων σε διαφορετικές αποστάσεις (300, 400 και 500 μέτρα) που διανύονται πεζή και β. σχηματισμός του τριγώνου που σχηματίζουν ο χωρικός μέσος του πληθυσμού, το

κεντροειδές των δημοσίων υπηρεσιών και η θέση της κοντινότερης στάσης αστικού λεωφορείου σε αυτά. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε ο λόγος Q_s προσφέροντας ακόμη πληρέστερη εικόνα της εξυπηρέτησης των στάσεων. Ο λόγος Q_s αποδίδεται από τον τύπο που ακολουθεί:

$$Q_s = \frac{BS + BP}{SP}$$

όπου **B** η θέση της στάσης, **S** το κεντροειδές των εξυπηρετούμενων υπηρεσιών και **P** ο χωρικός μέσος των εξυπηρετούμενων πληθυσμιακών κόμβων. Όταν οι τιμές του Q_s προσεγγίζουν τη μονάδα και το εμβαδόν είναι μικρό οι αποστάσεις **BS** και **BP** παραμένουν μικρές αποδεικνύοντας την επιτυχή χωροθέτηση της στάσης ως προς τον πληθυσμό και τις υπηρεσίες. Το τελικό συμπέρασμα για την πόλη του Βόλου είναι πως το μεγαλύτερο ποσοστό των στάσεων (47%) εμφανίζει τις χαμηλότερες τιμές εμβαδού και Q_s γεγονός ενθαρρυντικό για την κατάσταση εξυπηρέτησης των δημόσιων μέσων μεταφοράς. Επιπλέον οι ακραίες τιμές δεν εμφανίζονται για καμία στάση λεωφορείου ταυτοχρόνως γεγονός επίσης θετικό για την εξυπηρέτηση των στάσεων αστικών λεωφορείων.

Η μελέτη των μετακινήσεων των πολιτών μεταξύ της κατοικίας και της εργασίας τους είναι το αντικείμενο της εργασίας των Newsome et al. (1998) όπου ουσιαστικά μελετάται ο χώρος μέσα στον οποίο δραστηριοποιούνται τα άτομα ανάλογα με το ποιες και πόσες δραστηριότητες επιλέγουν. Για κάθε άτομο δημιουργείται μία νοητή έλλειψη της οποίας οι εστίες είναι τα σημεία του τόπου κατοικίας και εργασίας και τα σημεία ενδιάμεσων δραστηριοτήτων είναι σημεία της έλλειψης. Εξετάζονται ουσιαστικά τρία μεγέθη του νοητού αυτού χώρου δραστηριότητας: το εμβαδόν της έλλειψης, ο λόγος του μικρού προς το μεγάλο άξονα της έλλειψης και ο συνολικός χρόνος που καταναλώθηκε τόσο για τη μετακίνηση όσο και για τις δραστηριότητες.

Ουσιαστικά, τα δύο τελικώς μεγέθη αποτελούν κάθε ένα ξεχωριστά την εξαρτημένη μεταβλητή ενός μοντέλου που προκύπτει με ανεξάρτητες μεταβλητές που πηγάζουν και από κοινωνικοοικονομικά στοιχεία όπως φύλο,

ηλικία, φυλή, εισόδημα, τύπος κατοικίας και πλήθος ατόμων νοικοκυριού. Τελικώς, ο λόγος των αξόνων της έλλειψης βρέθηκε να σχετίζεται αρκετά με τον τύπο κατοικίας, το εισόδημα και το πλήθος ατόμων νοικοκυριού καθώς και ότι ο λόγος αυτός παρουσιάζεται σχετικά μεγαλύτερος στην κεντρική περιοχή της πόλης γεγονός που σημαίνει ότι οι κάτοικοι αναγκάζονται να παρεκκλίνουν αρκετά της πορείας τους για ενδιάμεσες δραστηριότητες πέραν της εργασίας. Τέλος, η χρονική διάρκεια που αντιστοιχεί σε κάθε έλλειψη βρέθηκε να συσχετίζεται σημαντικά με τον τύπο κατοικίας και νοικοκυριού καθώς και με τη φυλή και ηλικία των ατόμων. Ειδικά ο τύπος κατοικίας αποτελεί μία μεταβλητή που στις περισσότερες εργασίες δεν είχε μέχρι τη συγκεκριμένη στιγμή μελετηθεί σοβαρά και ως παράγων που επηρεάζει το χωρικό πρότυπο των μετακινήσεων.

Οι μετακινήσεις των πολιτών σε συνάρτηση με την προσβασιμότητά τους στις υπηρεσίες μιας πόλης εξετάζεται στην εργασία των Hanson & Schwab (1987) όπου έχοντας ως δεδομένα τις μετακινήσεις ατόμων από 278 νοικοκυριά και σε διάστημα 35 συνεχόμενων ημερών συσχέτισαν την προσβασιμότητα των πολιτών στις υπηρεσίες με άλλες μεταβλητές που σχετίζονται με τον τρόπο μετακίνησης, τον σκοπό μετακίνησης (εργασία, αγορές κλπ), την πολυπλοκότητα μετακινήσεων (κοντινές ή μακρινές), το συνδυασμό της μετακίνησης με τη διαδρομή προς την εργασία και το μέγεθος του χώρου δραστηριότητας του ατόμου. Η προσβασιμότητα μετράται με τη μορφή της πυκνότητας των υπηρεσιών γύρω από μέρος κατοικίας αλλά και γύρω από το σημείο εργασίας. Τελικώς, η συσχέτιση της προσβασιμότητας δεν αποδείχθηκε ισχυρή όπως αναμενόταν όμως χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τα πρότυπα των μετακινήσεων προέκυψαν. Για παράδειγμα, φάνηκε πως υψηλές πυκνότητες γύρω από τα νοικοκυριά σχετίζονται με περισσότερες μετακινήσεις χωρίς όχημα, λιγότερες μετακινήσεις με όχημα καθώς και μικρότερες αποστάσεις μετακίνησης για κάποιες συγκεκριμένες δραστηριότητες όπως και πιο περιορισμένους χώρους δραστηριότητας.

Αν και η παρούσα εφαρμογή απέχει μεθοδολογικά από τις έννοιες της χωρική αλληλεπίδρασης (spatial interaction) και των υποδειγμάτων

διακριτών επιλογών (discrete choice models) εντούτοις κινείται στο γενικότερο επιστημονικό πεδίο της μελέτης των μετακινήσεων των πολιτών όπως άλλωστε και οι δύο έννοιες που αναφέρθηκαν και για το λόγο αυτό γίνεται στη συνέχεια αναφορά σε σχετικές εργασίες.

Η χωρική αλληλεπίδραση αποτελεί κεντρικό ζήτημα σε αρκετές εργασίες όπου προσεγγίζεται από διαφορετικές οπτικές γωνίες και με ποικίλες μεθόδους. Η εργασία του Fischer (2000) περιγράφει ένα στατικό Υπόδειγμα Χωρικής Αλληλεπίδρασης (ΥΧΑ) σε συνδυασμό με τις δυνατότητες που προσφέρονται από την εκτέλεσή του παράλληλα με κάποιο λογισμικό GIS. Η αναμενόμενη ή θεωρητική ροή (T_{ij}) ανθρώπων, αγαθών κλπ αποδίδεται από τη γενική μορφή του τύπου που περιγράφει ένα ΥΧΑ και είναι η εξής:

$$T_{ij} = V_i W_j F_{ij}$$

όπου V_i είναι ένας παράγων «ώθησης» από ένα σημείο αφετηρίας, W_j είναι ένας παράγων έλξης σε ένα σημείο προορισμού και F_{ij} ένας παράγων που μετρά το χωρικό διαχωρισμό (spatial separation) μεταξύ ζωνών ή βασικών χωρικών ενότητων i και j .

Η εργασία των Roy και Thill (2004) παρέχει μία συνοπτική περιγραφή της πορείας των ΥΧΑ από τα πρώτα υποδείγματα βαρύτητας μέχρι τα πιο πρόσφατα που βασίζονται στις αρχές των νευρωνικών δικτύων (neural networks). Η σταδιακή ενσωμάτωση των δραστηριοτήτων ως παράγοντες δημιουργίας μετακινήσεων, η έννοια της χρονο-γεωγραφίας (time-geography) και η αναγνώριση της ύπαρξης χωρικών αλληλοεξαρτήσεων (spatial interdependencies) είναι κάποιες από τις σημαντικότερες εξελίξεις στον τομέα των ΥΧΑ.

Οι εργασίες που έχουν βασιστεί στη θεωρία των Υποδειγμάτων Διακριτών Επιλογών (ΥΔΕ) είναι πολλές και με ποικίλο περιεχόμενο. Μία σχετική εργασία που χρησιμοποιεί ένα ΥΔΕ είναι αυτή του Levine (1998) σχετικά με την επανεξέταση του ζητήματος της προσβασιμότητας σε συνάρτηση με τη σχέση κατοικίας-εργασίας. Το τελικό συμπέρασμα είναι πως αναδεικνύεται πιο ικανοποιητική η προσβασιμότητα των πολιτών στις εργασίες τους όταν η κατοικία τους βρίσκεται στις προαστιακές περιοχές των

πόλεων (μακριά δηλαδή από την εργασία που συνήθως βρίσκεται στο κέντρο) εφόσον γίνει πιο ελαστικός ο κανονισμός κυκλοφορίας σε αυτές παρά στην περίπτωση που η κατοικία βρίσκεται πολύ κοντά στα συγκροτήματα εργασίας.

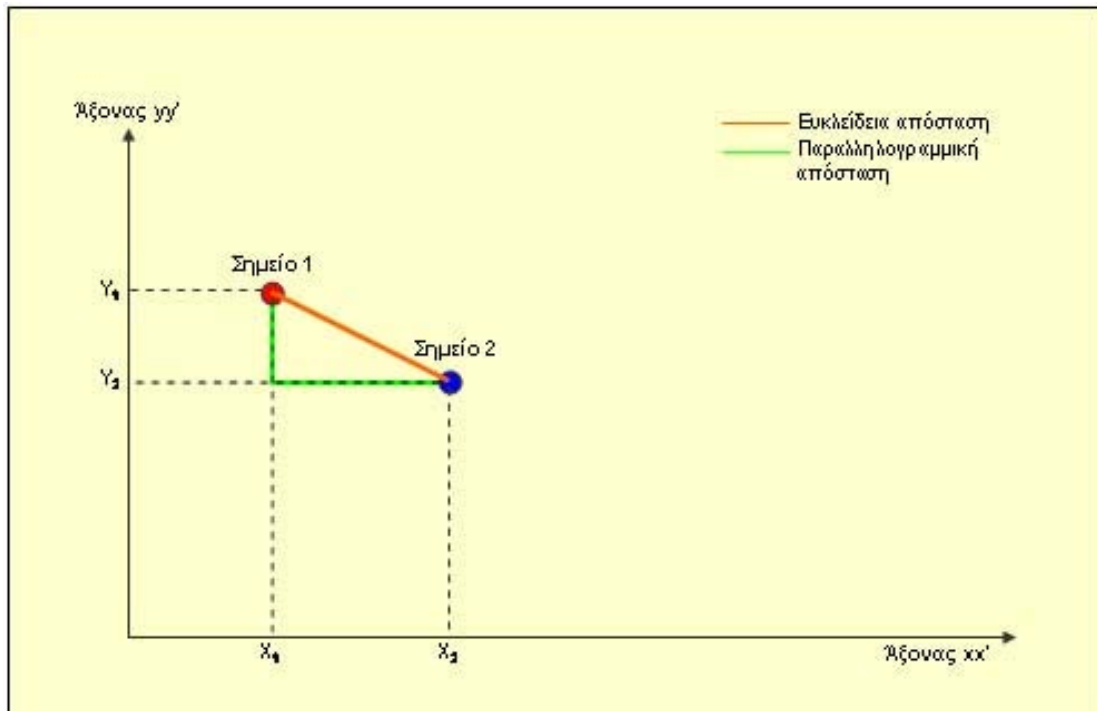
Επίσης, πολύ ενδιαφέρουσα είναι η εργασία των Kitamura, Lam, Hioki (1983) στην οποία επιχειρείται ο εντοπισμός των παραμέτρων που επηρεάζουν τις καθημερινές μετακινήσεις στις πόλεις, περιλαμβάνοντας και παραμέτρους που άπτονται της συμπεριφοράς των ατόμων αλλά και των χαρακτηριστικών του αστικού περιβάλλοντος. Η δε εργασία των Huisman, Forer, Albrecht (1997) κατέληξε στη δημιουργία ενός υποδείγματος για την προσβασιμότητα στις υπηρεσίες μιας πόλης εμπλέκοντας και παραμέτρους που σχετίζονται με την ατομική δράση (individual action). Τα δεδομένα της ατομικής δράσης περιορίζονται σε αυτά δύο υποθετικών φοιτητών του πανεπιστημίου που λόγω του ωραρίου των μαθημάτων κινούνται προβλέψιμα και σε ορισμένο χρόνο εντός της πόλης. Η ζήτηση ως παράγων που επηρεάζεται άμεσα από την πάροδο του χρόνου, είναι το κεντρικό στοιχείο στην εργασία των Hakimi, Labbé, Schmeichel (1999) όπου κάθε κόμβος στο αστικό δίκτυο χαρακτηρίζεται ως προς τη ζήτηση η οποία μεταβάλλεται δυναμικά συναρτήσει του χρόνου.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία αναλυτική περιγραφή των διαφόρων θεωρητικών υποβάθρων μέσα από τα οποία αναδεικνύονται οι βασικές συνιστώσες της θεωρητικής προσέγγισης του θέματος της παρούσας διατριβής. Οι βασικές θεωρητικές έννοιες προσέγγισης του ζητήματος συνίστανται κυρίως στις έννοιες της προσβασιμότητας των υπηρεσιών καθώς και βασικών εννοιών της χωρικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εφαρμογή, στη χωρική αλληλεπίδραση αλλά και στα υποδείγματα διακριτών επιλογών ενώ οι βασικές έννοιες που ενέχονται κυρίως στην επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων κινούνται γύρω από τις έννοιες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ - GIS) και της γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression).

3.1. ΠΡΟΣΒΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η έννοια της προσβασιμότητας υπηρεσιών περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ερμηνειών για κάθε ερευνητή γεγονός που αποδεικνύεται από την ύπαρξη μελετών που προσεγγίζουν την έννοια της προσβασιμότητας από διάφορες οπτικές γωνίες καταλήγοντας σε αποτελέσματα που διαφέρουν τόσο ως προς την ουσία όσο και ως προς την χωρική τους κλίμακα. Ξεκινώντας ακόμη και από την ίδια την έννοια της απόστασης που ενέχεται στη δόμηση του μέτρου προσβασιμότητας είναι δυνατόν να υπάρχουν διαφοροποιήσεις με καθοριστικό αντίκτυπο στην όλη διαδικασία μελέτης δεδομένου ότι η **παραλληλογραμική απόσταση** (manhattan block distance) προσεγγίζει πιο ρεαλιστικά την πραγματικά διανυόμενη απόσταση έναντι της **Ευκλείδειας απόστασης** (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1. Παραλληλογραμμική και ευκλείδεια απόσταση

Σε κάποιες μελέτες η γεωγραφική προσβασιμότητα εκλαμβάνεται ως ένα χαρακτηριστικό των θέσεων στο χώρο (προσβασιμότητα τόπου - place accessibility) ενώ σε άλλες ως στοιχείο των ατόμων (προσωπική προσβασιμότητα - individual accessibility). Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας σε κάθε μελέτη προσβασιμότητας είναι και ο τρόπος με τον οποίο οι διάφορες κοινωνικές ομάδες παρουσιάζονται μέσα στο εκάστοτε πλαίσιο ανάλυσης (Kwan 2003). Επίσης, η προσβασιμότητα είναι δυνατόν να μελετηθεί είτε σε επίπεδο συγκεντρωτικού χωρικού πλαισίου με ζώνες (π.χ. απογραφικού τομέα ή ομάδας οικοδομικών τετραγώνων) όπως στην εργασία της Talen (1998) είτε σε επίπεδο σημείων με ατομικά δεδομένα (π.χ. ημερήσιων δεδομένων δραστηριότητας-μετακίνησης) όπως στις εργασίες των Guoqiang (2002) και Kwan (2002).

Συν τοις άλλοις, η έννοια της προσβασιμότητας μπορεί να υπάρξει τόσο σε περιφερειακό ή παγκόσμιο επίπεδο όσο και σε αυστηρά τοπικό επίπεδο με δυνατότητες ακόμη περισσότερης εστίασης που περιορίζονται μόνο από τη διαθεσιμότητα των απαιτούμενων ειδικότερων δεδομένων.

3.2. ΧΩΡΙΚΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ

Η έννοια χωρική αλληλεπίδραση αντιστοιχεί σε ένα πλήθος ερμηνειών που έχουν αποδοθεί ανάλογα με την εξέταση του εκάστοτε χωρικού ζητήματος. Γενικά θα μπορούσε να οριστεί ως η πραγματοποιούμενη μετακίνηση ανθρώπων, αγαθών ή πληροφοριών μεταξύ ενός σημείου αφετηρίας και ενός σημείου προορισμού. Πιο συγκεκριμένα, τα Υποδείγματα Χωρικής Αλληλεπίδρασης (Spatial Interaction Models) επιχειρούν να ερμηνεύσουν τις διάφορες ροές στο χώρο και να καταλήξουν προβλέποντας τις συνέπειες των αλλαγών στις συνθήκες που τις δημιουργούν. Σύμφωνα με τον Ullman (1956) υπάρχουν τρεις αλληλένδετες συνθήκες που πρέπει να ισχύουν για να εμφανιστεί η χωρική αλληλεπίδραση:

◆ **Συμπληρωματικότητα** (complementarity). Η συνθήκη αυτή επιτάσσει ότι ανάμεσα στις δύο αλληλεπιδρόμενες θέσεις στο χώρο πρέπει να υπάρχει ζήτηση και προσφορά. Για παράδειγμα, μία κατοικούμενη περιοχή είναι συμπληρωματική μία βιομηχανικής ζώνης γιατί η πρώτη προσφέρει εργατικό δυναμικό ενώ η δεύτερη εργασία

◆ **Παρεμβαλλόμενη ευκαιρία** (intervening opportunity). Σύμφωνα με αυτή τη συνθήκη δεν πρέπει να υπάρχει και άλλη θέση στο χώρο που να προσφέρει μία καλύτερη εναλλακτική επιλογή για το ίδιο αγαθό είτε σαν σημείο αφετηρίας είτε σαν προορισμός.

◆ **Μεταθεσιμότητα** (transferability). Τα δύο σημεία που εξετάζονται θα πρέπει να συνδέονται μέσω κάποιου δικτύου μεταφοράς για την μετακίνηση των ανθρώπων, των αγαθών ή των υπηρεσιών. Ακόμη, τα κόστη που απαιτούνται για να υπερνικηθεί η μεταξύ τους απόσταση δε θα πρέπει να υπερβαίνουν των ωφελειών από τη σχετική αλληλεπίδραση.

Η αναμενόμενη ή θεωρητική ροή (T_{ij}) ανθρώπων, αγαθών κλπ αποδίδεται από τη γενική μορφή του τύπου που περιγράφει ένα ΥΧΑ και είναι η εξής:

$$T_{ij} = V_i W_j F_{ij}$$

όπου V_i είναι ένας παράγων «ώθησης» από ένα σημείο αφετηρίας, W_j είναι ένας παράγων έλξης σε ένα σημείο προορισμού και F_{ij} ένας παράγων

που μετρά το χωρικό διαχωρισμό (spatial separation) μεταξύ ζωνών ή βασικών χωρικών ενότητων i και j .

3.3. ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ

Τα υποδείγματα γενικά καλούνται να δώσουν μία απλοποιημένη περιγραφή της πραγματικότητας προσφέροντας καλύτερη κατανόηση σύνθετων συστημάτων. Επιπλέον, προσφέρουν το απαραίτητο έδαφος για πρόβλεψη μελλοντικών καταστάσεων του υπό μελέτη συστήματος, τον έλεγχο ή την επιρροή στη συμπεριφορά του αλλά και την βελτίωση της απόδοσής του. Στο πλαίσιο αυτών των υποδειγμάτων θεωρείται ότι η ζήτηση κάποιων σημείων είναι το αποτέλεσμα της λήψης μιας σειράς αποφάσεων που λαμβάνει το κάθε άτομο του υπό μελέτη πληθυσμού και που ουσιαστικά συνίστανται σε μία επιλογή ανάμεσα σε ένα πλήθος άλλων εναλλακτικών.

Συγκεκριμένα στα υποδείγματα διακριτών επιλογών, αυτό που εξετάζεται είναι μία πλευρά της ανθρώπινης συμπεριφοράς που σχετίζεται με τις αποφάσεις επιλογής. Η πολυπλοκότητα του συστήματος αυτού απαιτεί κάποιες υποθέσεις έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα λειτουργικό υπόδειγμα. Κάποιες από τις βασικότερες υποθέσεις είναι σχετικά με τα εξής στοιχεία:

- ◆ Τον **λήπτη αποφάσεων** (decision-maker). Αυτός μπορεί να είναι με την αυστηρή έννοια ένα μεμονωμένο άτομο αλλά μπορεί να αποδίδει και μία ολόκληρη ομάδα ατόμων (π.χ. τα άτομα ενός νοικοκυριού). Το υπόδειγμα πρέπει να γνωρίζει κάποια χαρακτηριστικά του λήπτη αποφάσεων τα οποία καθορίζονται από τον ερευνητή αλλά και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων (π.χ. ηλικία, φύλο, εισόδημα, χρώμα ματιών, αριθμός κοινωνικής αφάλισης κλπ)

- ◆ Τις **εναλλακτικές επιλογές** (alternatives). Πρόκειται ουσιαστικά για το σύνολο των διαθέσιμων επιλογών είτε πρόκειται για αυτή που αποφάσισε να ακολουθήσει ο λήπτης είτε για τις υπόλοιπες που απέρριψε. Εφόσον γίνεται αναφορά στα υποδείγματα διακριτών επιλογών, είναι σαφές ότι οι εναλλακτικές είναι συγκεκριμένες (διακριτές) και αποτελούν το

διαθέσιμο σύνολο επιλογών (choice set) (π.χ. σύνολο επιλογών μέσου μεταφοράς ανάμεσα σε ποδήλατο, αυτοκίνητο και λεωφορείο)

◆ Τις **ιδιότητες** των εναλλακτικών (alternatives attributes). Πρόκειται για τα χαρακτηριστικά εκείνα των εναλλακτικών επιλογών που σύμφωνα με τον ερευνητή καθορίζουν τη διαδικασία επιλογής τους από τον λήπτη αποφάσεων. Στην περίπτωση για παράδειγμα που το σύνολο των επιλογών αποτελείται από τα διατιθέμενα μέσα μεταφοράς τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την επιλογή του αυτοκινήτου μπορούν να είναι ο χρόνος μετακίνησης, το κόστος και η άνεση μεταφοράς

◆ Τους **κανόνες απόφασης** (decision rules). Έχουν διατυπωθεί διάφορες υποθέσεις σχετικά με τους κανόνες που χρησιμοποιεί ο λήπτης αποφάσεων για να πάρει μια απόφαση και ανάλογα με αυτές έχουν αναπτυχθεί και τα αντίστοιχα υποδείγματα: α. η νεοκλασική οικονομική θεωρία (neoclassical economic theory), β. το υπόδειγμα Luce και γ. τα υποδείγματα τυχαίας ωφέλειας (random utility models)

3.4. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Οι δυνατότητες που παρέχουν τα ΓΣΠ είναι πλέον αναγνωρισμένες σε πολλούς επιστημονικούς τομείς. Ιδιαίτερα στο πλαίσιο του χωροθετικού σχεδιασμού που αναφέρθηκε πρωτότερα τα ΓΣΠ έχουν αλλάξει άρδην όλη τη σχετική διαδικασία. Ο συνδυασμός πλούσιας βάσης περιγραφικών δεδομένων με αντικείμενα πλήρως καθορισμένα ως προς τις χωρικές τους ιδιότητες αποτελεί ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των ΓΣΠ που βρίσκει ιδιαίτερη απήχηση στη χωροθέτηση λειτουργιών. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα μάλιστα είναι η δυνατότητα που παρέχουν τα ΓΣΠ σχετικά με την «αναπαράσταση κάποιων απόψεων του ‘πραγματικού’ κόσμου με ψηφιακά μέσα ...παρέχοντας ένα περιβάλλον για [υποβολή] ερωτημάτων και πειραματισμό που θα ήταν υψηλού χρηματικού κόστους ή μη πρακτικό να πραγματοποιηθεί» (Martin 1991: 161).

Πράγματι, η δυνατότητα υποβολής **ερωτημάτων** (queries) μέσω των οποίων ουσιαστικά επιλέγονται αντικείμενα βάσει κάποιων κριτηρίων είναι

προφανές πως, ειδικά για περιπτώσεις με μεγάλο μέγεθος βάσης δεδομένων, συμβάλλει καταλυτικά στη μείωση στο ελάχιστο του χρόνου αναζήτησης στο πλαίσιο ενός ΓΣΠ. Επιπλέον, είναι δυνατόν να γίνουν και σύνθετες αναζητήσεις αντικειμένων σύμφωνα με λογικές συναρτήσεις που συνδυάζουν περισσότερα του ενός κριτήρια π.χ. εύρεση των σημείων άμεσων προελεύσεων ατόμων συγκεκριμένης ηλικιακής κατηγορίας που κινούνται προς δημόσιες υπηρεσίες συγκεκριμένης κατηγορίας.

Επίσης, πολύ σημαντική είναι η δυνατότητα που παρέχεται από τα ΓΣΠ για την τοποθέτηση λειτουργιών ή δραστηριοτήτων πάνω στο χάρτη με τη μέθοδο της **γεωκωδικοποίησης** (geocoding). Ουσιαστικά πρόκειται για μία «διαδικασία δημιουργίας χαρτογραφικών στοιχείων με βάση πληροφορίες που περιγράφουν θέσεις στο χώρο» με τη μορφή συμβατικών στοιχείων όπως είναι οι ταχυδρομικές διευθύνσεις (Κουτσόπουλος κ.α. 2003). Στο τέλος αυτής της διαδικασίας παράγεται ένα ψηφιακό υπόβαθρο με σημεία τα οποία απεικονίζουν τις γεωκωδικοποιημένες λειτουργίες παρέχοντας έτσι μία πλήρη εικόνα του χώρου.

Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ο καταλυτικός ρόλος που παίζουν τα ΓΣΠ στη **χαρτογράφηση** του χώρου. Η δυνατότητα που παρέχουν τα ΓΣΠ για χαρτογράφηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από σύνθετες αναζητήσεις, από δημιουργίες δεσμών μεταξύ αρχείων που αυξάνουν το μέγεθος της πληροφορίας που περιλαμβάνει η βάση δεδομένων και πληθώρα άλλων επεξεργασιών έχει αλλάξει το πλαίσιο στο οποίο κινείται η χαρτογραφία γενικότερα. Βέβαια, η εισαγωγή των ΓΣΠ στις επιστήμες του χώρου «δεν επισκιάζει αναγκαστικά το ρόλο της χαρτογραφίας στην απεικόνιση της χωρικής γνώσης αλλά, ως μέσο αποθήκευσης, διαχείρισης και ανάλυσης αυτής της γνώσης, τα ΓΣΠ παρέχουν τεράστια οφέλη συγκρινόμενα με την ανάλογη τεχνολογία των συμβατικών χαρτών» (Jones 1997:4). Πράγματι, η παραγωγή θεματικών χαρτών με τη χρήση ΓΣΠ αποτελεί ένα χρησιμότερο εργαλείο στη χωρική ανάλυση παρέχοντας πληθώρα στοιχείων και συσχετίσεων μεταξύ τους που βοηθούν στη βαθύτερη ανάλυση και τελικά γνώση των διαδικασιών που συντελούνται στο χώρο.

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή κάποιων επιπλέον βασικών εργαλείων για την παρούσα εφαρμογή για τα οποία κρίνεται απαραίτητη μια πιο εκτενής αναφορά.

3.4.1. Εύρεση συντομότερης διαδρομής

Η διαδικασία εύρεσης της συντομότερης διαδρομής (shortest path) μεταξύ δύο σημείων και κατά μήκος ενός δικτύου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία σε προσεγγίσεις χωροθέτησης ή μετακινήσεων ατόμων και αγαθών δεδομένου ότι σε ελάχιστο χρόνο επιτυγχάνει κάτι που θα ήταν ανθρωπίνως σχεδόν αδύνατο λόγω του μεγάλου, χρονικού κυρίως, κόστους. Ιδιαίτερα δε σε περιπτώσεις όπου τα σημεία ενδιαφέροντος είναι σε πλήθος αρκετά τότε η παραπάνω διαδικασία είναι αδύνατον να εκτελεστεί διαφορετικά.

Το κριτήριο είναι η ελαχιστοποίηση ενός παράγοντα του μήκους της διαδρομής μεταξύ δύο σημείων ακολουθώντας πάντα τη ροή κάποιου δικτύου πάνω στο οποίο θα πρέπει να βρίσκονται και τα σημεία. Αυτό σημαίνει πως αν το δίκτυο έχει πληροφορία κατεύθυνσης κυκλοφορίας ή κάποια αδιέξοδα, αυτά λαμβάνονται υπόψη. Ουσιαστικά, το συγκεκριμένο εργαλείο υπολογίζει όλες τις δυνατές διαδρομές μεταξύ δύο σημείων κατά μήκος του δικτύου και με τους περιορισμούς που το συνοδεύουν και τελικώς επιλέγει τη βέλτιστη από απόψεως μήκους.

3.4.2. Δημιουργία ζωνών επιρροής

Οι ζώνες επιρροής (buffer zones) γύρω από ένα σημείο, μια γραμμή ή και ένα πολύγωνο προκύπτουν αν ενώσουμε όλα τα σημεία που βρίσκονται σε συγκεκριμένη απόσταση από αυτά. Αν για παράδειγμα δημιουργήσουμε μία ζώνη επιρροής σε απόσταση 500 μέτρων γύρω από μία υπηρεσία, ουσιαστικά μιλάμε για έναν κυκλικό δίσκο ακτίνας 500 μέτρων και κέντρο το σημείο της υπηρεσίας. Το εργαλείο αυτό είναι πολύ χρήσιμο σε πολλές εφαρμογές όπως π.χ. σε περιβαλλοντικά ζητήματα, στην περίπτωση της οριοθέτησης μιας περιοχής γύρω από ένα σημείο ρίψης λυμάτων που πρέπει να απομονωθεί λόγω μόλυνσης αλλά παραμένει βασικό εργαλείο σε θέματα

χωροθέτησης υπηρεσιών. Για παράδειγμα, μπορούμε να δημιουργήσουμε ζώνες επιρροής γύρω από τα σχολεία μιας περιοχής με συγκεκριμένα ακτίνα π.χ. 300 μέτρων, απόσταση ανεκτή για περπάτημα από παιδιά, και να εντοπίσουμε τις περιοχές που μένουν ακάλυπτες άρα και μη εξυπηρετούμενες.

Επιπλέον, είναι δυνατόν μέσα σε ζώνες επιρροής να μετρηθεί το πλήθος ή και η πυκνότητα άλλων σημείων ενδιαφέροντος όπως πολύ συχνά χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της προσβασιμότητας. Για παράδειγμα, η δημιουργία ζωνών επιρροής γύρω από τα σημεία προέλευσης μετακινούμενων ατόμων και ο υπολογισμός του πλήθους των υπηρεσιών που βρίσκονται σε αυτές αποτελεί ένα βασικό μέτρο προσβασιμότητας των ατόμων αυτών στις υπηρεσίες.

3.4.3. Δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής

Στο πλαίσιο των ΓΣΠ παρέχονται πλέον και εργαλεία που «δίνουν τη δυνατότητα εξελιγμένης μοντελοποίησης των επιφανειών με τη χρήση των ντετερμινιστικών και γεωστατιστικών μεθόδων» (Φώτης, 2009). Ένα εργαλείο τέτοιου είδους που αποτελεί και κύριο εργαλείο στη φάση της εφαρμογής στην παρούσα διατριβή είναι και η δημιουργία **επιφάνειας παρεμβολής** (interpolation surface), ένα βασικό εργαλείο στη διαδικασία πρόβλεψης τιμών στο χώρο. Πρόκειται βασικά για τη χρήση ενός αλγορίθμου παρεμβολής σύμφωνα με τον οποίο αξιοποιούνται οι γνωστές τιμές κάποιων σημείων για την πρόβλεψη των τιμών σε άλλα σημεία χωρίς παρατηρήσεις.

Συγκεκριμένα, η μέθοδος kriging που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή αποτελεί μία γεωστατιστική μέθοδο σύμφωνα με την οποία παρεμβάλλονται τιμές ενός πεδίου ως συνάρτηση της γεωγραφικής θέσης σε σημεία χωρίς υπαρκτές παρατηρήσεις μέσω των κοντινών τους σημείων που έχουν παρατηρήσεις. Η μέθοδος kriging ανήκει στη γενικότερη οικογένεια των γραμμικών αλγορίθμων εκτίμησης βάσει των ελαχίστων τετραγώνων αφού η συνάρτηση που προκύπτει δηλώνει μια γραμμική σχέση μεταξύ των προβλεπόμενων τιμών και των ήδη γνωστών τιμών σε γειτονικά σημεία. Θεωρείται βέβαια ως δεδομένο ότι η χωρική διακύμανση του υπό μελέτη

φαινομένου είναι η ίδια σε όλη την επιφάνεια ενδιαφέροντος ενώ η μέση τιμή των παρατηρήσεων είναι μεν άγνωστη αλλά σταθερή (περίπτωση κοινού-ordinary kriging).

3.5. ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η διαδικασία της παλινδρόμησης γενικά περιλαμβάνει πολλές τεχνικές δημιουργίας μοντέλων και ανάλυσης διαφόρων μεταβλητών, όταν εστιάζει κυρίως στη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Πρόκειται για μία διαδικασία που βοηθά στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μεταβάλλεται σχετικά η εξαρτημένη μεταβλητή όταν μία από τις ανεξάρτητες μεταβάλλεται ενώ οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές.

Η πρώτη από τις μεθόδους παλινδρόμησης εμφανίζεται το 1805 και είναι γνωστή μέχρι και σήμερα ως η **Μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων** (method of least squares) (Legendre 1805 και Gauss 1809). Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Legendre και Gauss στο ζήτημα του προσδιορισμού των τροχιών αστρικών σωμάτων γύρω από τον ήλιο μέσω αστρονομικών παρατηρήσεων. Ο όρος «παλινδρόμηση» επινοήθηκε από τον Francis Galton, εξάδελφο του Καρόλου Δαρβίνου, τον 19^ο αιώνα στην προσπάθειά του να περιγράψει ένα βιολογικό φαινόμενο: το ύψος ατόμων με προγόνους μεγάλου ύψους παλινδρομούσαν προς τα κάτω με τάση προς μια κανονική μέση τιμή (Galton 1885).

3.5.1. Απλή γραμμική παλινδρόμηση

Η απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression) της πραγματικής μέσης τιμής της εξαρτημένης Y_i (συμβολίζεται με $E(Y_i)$) και της ανεξάρτητης μεταβλητής X_i εκφράζεται από τη γενική εξίσωση ευθείας γραμμής

$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i$$

όπου β_0 είναι η τεταγμένη (intercept) και β_1 είναι η κλίση (slope) της ευθείας που ορίζεται από την εξίσωση ευθείας γραμμής, ο βαθμός αλλαγής του $E(Y_i)$ για κάθε αλλαγή κατά μία μονάδα του X_i .

Οι παρατηρήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής Y_i υποτίθεται ότι είναι τυχαίες παρατηρήσεις από πληθυσμούς τυχαίων μεταβλητών με τη μέση τιμή κάθε πληθυσμού να συμβολίζεται με $E(Y_i)$. Η απόκλιση μιας παρατήρησης Y_i από τη μέση τιμή του πληθυσμού της λαμβάνεται υπόψη προσθέτοντας ένα τυχαίο σφάλμα e_i για την απόδοση του στατιστικού μοντέλου

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$$

Τα τυχαία σφάλματα έχουν μέση τιμή ίση με μηδέν και υποτίθεται ότι έχουν κοινή διακύμανση σ^2 καθώς και ότι είναι κατά ζεύγη ανεξάρτητα. Δεδομένου ότι το μόνο τυχαίο στοιχείο στο μοντέλο είναι το σφάλμα συνεπάγεται ότι και τα Y_i έχουν κοινή διακύμανση και είναι ανεξάρτητα κατά ζεύγη. Τέλος, για την εκτέλεση των τεστ σημαντικότητας (tests of significance) θεωρείται ότι τα τυχαία σφάλματα ακολουθούν την κανονική κατανομή άρα το ίδιο θα ισχύει και για τα Y_i (Rawlings, 1998).

3.5.2. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση

Η διαδικασία της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης διέπεται από τους ίδιους κανόνες με την απλή γραμμική με τη διαφορά ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι περισσότερες της μίας. Η γενική εξίσωση που εκφράζει την ευθεία γραμμή της παλινδρόμησης είναι:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + e_i$$

όπου 1..k είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου.

Οι υποθέσεις που πρέπει να ισχύουν στη πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι οι ίδιες με αυτές για την απλή γραμμική παλινδρόμηση και είναι γνωστές ως υποθέσεις των Gauss-Markov αλλά αναφέρονται σε αυτό το σημείο δεδομένου ότι στην παρούσα διατριβή εφαρμόζεται η μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια αναφέρονται οι

υποθέσεις που πρέπει να ισχύουν σε μία διαδικασία παλινδρόμησης που βασίζεται στη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων:

- Τα σφάλματα e_i έχουν στο σύνολό τους μέση τιμή μηδέν. Αυτό σημαίνει πως οι συντελεστές β_0 και $\beta_1 \dots \beta_k$ επιλέγονται μέσω της μεθόδου έτσι ώστε το άθροισμα των σφαλμάτων να καταλήγει να είναι μηδέν (Wooldridge 2009)
- Η διακύμανση του σφάλματος είναι σταθερή σε όλες τις παρατηρήσεις της ανεξάρτητης μεταβλητής (ομοσκεδαστικότητα)
- Τα σφάλματα είναι μη συσχετισμένα επομένως ο πίνακας διακύμανσης-συνδιακύμανσης των σφαλμάτων είναι διαγώνιος και κάθε μη μηδενικό στοιχείο αποδίδει τη διακύμανση του σφάλματος
- Οι τιμές του σφάλματος είναι ανεξάρτητες (ακολουθούν την κανονική κατανομή)

Πρόκειται για βασικές υποθέσεις που πρέπει αν ισχύουν για την εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων. Επιπλέον, οι ανεξάρτητες μεταβλητές θα πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες έτσι ώστε να αποφευχθούν οι συνέπειες ύπαρξης **συγγραμμικότητας** (collinearity) ή και **πολυσυγγραμμικότητας** (multicollinearity). Αυτό συμβαίνει όταν μια ανεξάρτητη μεταβλητή αποτελεί γραμμική συνάρτηση των υπολοίπων ανεξάρτητων μεταβλητών και τότε η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων δε μπορεί να εφαρμοστεί. Ένας δείκτης πολυσυγγραμμικότητας είναι και το πηλίκο VIF (Variance Inflation Factor) το οποίο δίνεται από τον τύπο

$$\mathbf{VIF} = \frac{1}{1 - R^2}$$

όπου R^2 είναι ο συντελεστής προσδιορισμού του μοντέλου παλινδρόμησης. Τιμές του VIF που υπερβαίνουν το 5 ή το 10 θεωρείται ότι επισημαίνουν πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας.

Στη συνέχεια, αναφέρονται οι σημαντικότερες έννοιες και δείκτες της γραμμικής παλινδρόμησης και των αποτελεσμάτων της. Ο **συντελεστής προσδιορισμού R** (coefficient of determination) ή με την πιο συνηθισμένη του μορφή R^2 δηλώνει το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από τη γραμμική σχέση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η έννοια «εξηγείται» βέβαια πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή διότι οι σχέσεις και συσχετίσεις που προκύπτουν δε μπορούν να θεωρούνται πάντα και σχέσεις αιτίου-αιτιατού.

Παρόλα αυτά, η τιμή του R^2 λαμβάνεται υπόψη στα αποτελέσματα ενός μοντέλου δηλώνοντας τη δύναμη της σχέσης που έχει η εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Ο τύπος που ορίζει το R^2 δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$R^2 = \frac{SS_E}{SS_E + SS_R}$$

όπου SS_E (Sum of Squares Explained) είναι το άθροισμα των υπολοίπων της παλινδρόμησης και SS_R (Sum of Squares Residuals) το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων της παλινδρόμησης. Ο παρονομαστής του πηλίκου δηλώνει ουσιαστικά το SS_T (Sum of Squares Total) δηλαδή το άθροισμα των αποκλίσεων των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Οι τιμές του R^2 κυμαίνονται από 0 έως 1 με τις τιμές που τείνουν στη μονάδα να δηλώνουν δυνατή σχέση της εξαρτημένης με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Για τον έλεγχο σημαντικότητας του αποτελέσματος του μοντέλου χρησιμοποιείται ο έλεγχος σημαντικότητας μέσω της **συνάρτησης F** που ορίζεται στη συγκεκριμένη περίπτωση ως εξής:

$$F = \frac{MS_E}{MS_R} = \frac{SS_E}{SS_R / n - 2}$$

όπου MS είναι το αντίστοιχο μέσο τετραγωνικό υπόλοιπο της παλινδρόμησης (MS_E) και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MS_R) και $n-2$ οι βαθμοί ελευθερίας. Αν η πιθανότητα του F $\text{prob}(F) < 0,05$ (για τεστ με διάστημα

εμπιστοσύνης ίσο με 0,95) τότε το μοντέλο θεωρείται σημαντικά καλύτερο από ό,τι θα αναμενόταν βάσει μιας τυχαίας διαδικασίας και απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση της μη ύπαρξης γραμμικής σχέσης μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Ο έλεγχος για την ύπαρξη **ετεροσκεδαστικότητας** (το αντίθετο της ομοσκεδαστικότητας) γνωστής ως *heteroskedasticity* μπορεί να γίνει τόσο με την εκτέλεση κάποιων τεστ ελέγχου όσο και με απλή οπτική επισήμανση μέσω της δημιουργίας γραφήματος (Pallant 2007). Το συγκεκριμένο γράφημα έχει στον άξονα των y υπάρχουν οι τιμές των τυποποιημένων καταλοίπων της παλινδρόμησης (*standardized residuals*) και στον άξονα των x οι τιμές των τυποποιημένων προβλεπόμενων τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής. Αν τα σημεία του γραφήματος σχηματίζουν ένα ομοιόμορφο νέφος γύρω από την τιμή μηδέν τόσο υπάρχει ομοσκεδαστικότητα και δεν παραβιάζεται μία από τις βασικές υποθέσεις της παλινδρόμησης. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, έχουμε ένδειξη ύπαρξης ετεροσκεδαστικότητας οπότε θα πρέπει να εντοπιστούν με προσοχή οι τιμές ελέγχου των συντελεστών της παλινδρόμησης (*t values*) που μπορεί να είναι στρεβλωμένοι.

Τέλος, για τον έλεγχο της **αυτοσυσχέτισης** (*autocorrelation*) που μπορεί να προκύψει αν παραβιαστεί η υπόθεση της μη συσχέτισης των σφαλμάτων ελέγχεται ο δείκτης **Durbin-Watson d** ο οποίος αποδίδεται από την παρακάτω εξίσωση

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T e_t^2}$$

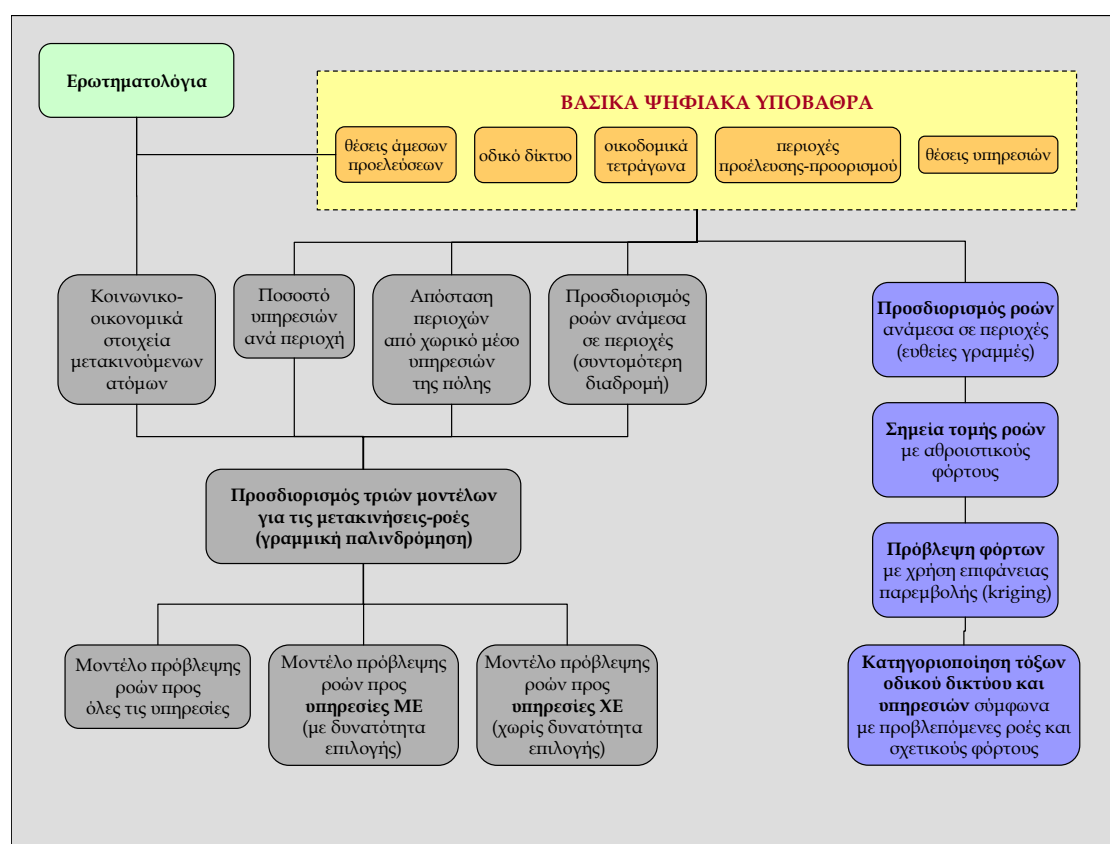
θεωρώντας ότι το e_t είναι το κατάλοιπο της παρατήρησης για τη χρονική στιγμή t . Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από 0 έως 4 με τις τιμές που προσεγγίζουν το 2 να δηλώνουν μη ύπαρξη αυτοσυσχέτισης. Για τιμές που είναι πολύ μικρότερες του 2 και ακόμη περισσότερο μικρότερες του 1 υποδηλώνεται ύπαρξη θετικής αυτοσυσχέτισης (τιμές σφαλμάτων σε ακολουθία που είναι που είναι κατά μέσο όρο πολύ κοντά η μία στην άλλη)

ενώ για τιμές μεγαλύτερες του 2 οι παραπάνω τιμές σφαλμάτων είναι κατά πολύ διαφορετικές οπότε υπάρχει πρόβλημα αρνητικής αυτοσυσχέτισης.

Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται η προτεινόμενη μεθοδολογία της παρούσας διατριβής με εκτενή περιγραφή των επιμέρους βημάτων που ακολουθούνται στο μεθοδολογικό πλαίσιο.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή των σταδίων της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε για την επεξεργασία, ανάλυση και χαρτογράφηση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής. Ξεκινώντας από τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, το μεθοδολογικό διάγραμμα περιλαμβάνει όλα εκείνα τα επιμέρους στάδια που οδηγούν στα τελικά αποτελέσματα. Στην Εικόνα 4.1 φαίνεται το μεθοδολογικό διάγραμμα που εφαρμόστηκε:



Εικόνα 4.1. Μεθοδολογικό διάγραμμα

Όπως φαίνεται από το μεθοδολογικό διάγραμμα η εφαρμογή κινείται σε δύο βασικούς άξονες: α. την πρόβλεψη ροών βάσει τριών μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης και β. την πρόβλεψη φόρτων (αθροιστικών ροών) στο οδικό δίκτυο με χρήση επιφάνειας παρεμβολής και την κατηγοριοποίησή του σύμφωνα με αυτούς αλλά και τις πυκνότητες υπηρεσιών και προελεύσεων σε ζώνες διαφορετικών ακτινών γύρω από αυτά.

Ο πρώτος άξονας καλύπτει το κομμάτι της πρόβλεψης ροών μεταξύ δύο συγκεκριμένων περιοχών εφόσον είναι γνωστές οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών που συμμετέχουν στην εξίσωση του κάθε μοντέλου. Το αποτέλεσμα είναι μία τιμή που αποδίδει κατά προσέγγιση την αναμενόμενη ροή ατόμων μεταξύ των δυο συγκεκριμένων περιοχών και μόνο για συγκεκριμένης κατεύθυνσης κίνηση (μόνο π.χ. από την περιοχή Α προς τη Β αφού οι μεταβλητές αναφέρονται συγκεκριμένα στην περιοχή προέλευσης ή στην περιοχή προορισμού).

Ο δεύτερος άξονας κινείται πάλι στη λογική της πρόβλεψης αλλά σε ένα διαφορετικό πλαίσιο και με διαφορετικό ζητούμενο. Η βάση του είναι οι ροές που έχουν καταγραφεί από τις συγκεκριμένες συνεντεύξεις οι οποίες στις τομές τους δημιουργούν σημεία αθροιστικών ροών ή αλλιώς φόρτων. Τα σημεία αυτά με τη χρήση της επιφάνειας παρεμβολής και συγκεκριμένα τη μέθοδο kriging, δίνουν τα στοιχεία σε έναν αλγόριθμο που προβλέπει τιμές σε σημεία που δεν υπάρχουν μετρήσεις. Οι προβλεπόμενοι φόρτοι αποδίδονται σε κάθε τόξο του οδικού δικτύου και επιπλέον, υπολογίζεται η πυκνότητα υπηρεσιών και σημείων προελεύσεων γύρω από κάθε τόξο του οδικού δικτύου σε τρεις διαφορετικές ακτίνες. Η τελική κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου γίνεται σύμφωνα με τις τιμές των παραπάνω τριών μεγεθών (φόρτοι, πυκνότητα υπηρεσιών και προελεύσεων).

Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτικότερη περιγραφή των επιμέρους σταδίων της μεθοδολογίας.

4.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η φάση της Δημιουργίας και Συλλογής στοιχείων δίνει τις απαραίτητες βάσεις για τη μετέπειτα εξέλιξη της εφαρμογής. Περιλαμβάνει κατ' αρχήν τον προσδιορισμό της περιοχής μελέτης, τη συλλογή στοιχείων μέσω των συνεντεύξεων που πραγματοποιούνται στα σημεία των δημοσίων υπηρεσιών αλλά και τη δημιουργία και συλλογή των απαραίτητων ψηφιακών υποβάθρων για την ανάλυση και χαρτογραφική απεικόνιση των δεδομένων με χρήση ΓΣΠ.

Η διαδικασία διεξαγωγής των συνεντεύξεων με τους πολίτες που εξυπηρετούνται από τις δημόσιες υπηρεσίες περιλαμβάνει ουσιαστικά την επί τόπου συνέντευξη των πολιτών στην εκάστοτε υπηρεσία όπου απαντώνται. Οι ερωτήσεις τίθενται από τον ερευνητή σύμφωνα με ένα ενιαίο ερωτηματολόγιο όπου οι ερωτήσεις αφορούν τόσο σε κοινωνικοοικονομικά στοιχεία όσο και σε προσωπικές ερωτήσεις σχετικά με τη συχνότητα επίσκεψης των δημοσίων υπηρεσιών αλλά και την αίσθηση που έχει ο πολίτης για την ευκολία πρόσβασης τους. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν στην πλειοψηφία τους το δείγμα βάσει του οποίου γίνονται στη συνέχεια της εφαρμογής οι διάφορες προσεγγίσεις και προβλέψεις.

Στη συνέχεια ακολουθεί η δημιουργία αλλά και συλλογή ήδη υπάρχοντων ψηφιακών υποβάθρων. Το ψηφιακό υπόβαθρο των σημείων των άμεσων προελεύσεων προκύπτει αποκλειστικά από τα στοιχεία των συνεντεύξεων όπου οι πολίτες εκτός των άλλων καλούνται να δηλώσουν και το σημείο της άμεσης προέλευσής τους. Επίσης και οι θέσεις των δημοσίων υπηρεσιών δίνονται σε ένα ψηφιακό υπόβαθρο το οποίο δημιουργείται εξ αρχής και περιλαμβάνει αποκλειστικά και μόνο τις υπηρεσίες της περιοχής μελέτης και της παρούσας εφαρμογής. Τέλος, σημαντικό ψηφιακό υπόβαθρο αποτελεί αυτό των περιοχών προελεύσεων-προορισμών. Η περιοχή μελέτης και συγκεκριμένα τα οικοδομικά της τετράγωνα χωρίζονται σε περιοχές οι οποίες αποτελούν στη συνέχεια και τη βάση όλων των παρατηρήσεων σχετικά με τα στοιχεία των ατόμων, τα ποσοστά υπηρεσιών και προελεύσεων αλλά και τις τελικώς παραγόμενες ροές ατόμων.

4.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στον πρώτο άξονα της μεθοδολογίας όπως προαναφέρθηκε δημιουργούνται τρία μοντέλα μέσω της διαδικασίας της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για τις ροές που παράγουν οι καθημερινές μετακινήσεις των πολιτών προς τις δημόσιες υπηρεσίες μέσα στην πόλη. Ακολουθεί η περιγραφή των επιμέρους σταδίων ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων που οδηγούν τελικώς στη διαμόρφωση των τριών μοντέλων

των ροών ατόμων καθώς και στα αποτελέσματα του δεύτερου μεθοδολογικού άξονα όπου γίνεται πρόβλεψη των ροών σε όλη την περιοχή μελέτης βάσει γεωστατικής μεθόδου.

4.2.1. Κοινωνικοοικονομικά στοιχεία μετακινούμενων ατόμων

Τα βασικότερα στοιχεία που προκύπτουν από τις συνεντεύξεις των πολιτών κατά την εξυπηρέτησή τους από τις δημόσιες υπηρεσίες είναι κοινωνικοοικονομικής φύσεως δίνοντας πληροφορίες για το φύλο, το εισόδημα, το επάγγελμα, την ηλικία ή την κατοχή μεταφορικού μέσου. Τα στοιχεία αυτά συνθέτουν διαφορετικές ομάδες μεταβλητών οι οποίες με τη σειρά τους συμμετέχουν στις εξισώσεις των τριών παραγόμενων μοντέλων. Δεδομένου ότι πρόκειται για κλειστές ερωτήσεις που καταλήγουν σε κατηγορικές μεταβλητές, για κάθε πληροφορία που παρέχεται π.χ. εισόδημα, προκύπτουν τόσες μεταβλητές όσες και οι κατηγορίες απάντησης.

4.2.2. Υπολογισμός ποσοστού υπηρεσιών σε κάθε περιοχή

Για κάθε περιοχή προέλευσης και προορισμού υπολογίζονται τα ποσοστά των δημοσίων υπηρεσιών που υπάρχουν επί του συνόλου της πόλης. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται το ποσοστό υπηρεσιών χωρίς διάκριση για δυνατότητα επιλογής δηλαδή το σύνολο των υπηρεσιών που υπάρχουν σε κάθε περιοχή επί του συνόλου των υπηρεσιών της πόλης. Με την ίδια λογική υπολογίζεται και το ποσοστό των υπηρεσιών ΜΕ επί του συνόλου των υπηρεσιών ΜΕ της πόλης καθώς και το ποσοστό των υπηρεσιών ΧΕ επί του συνόλου των υπηρεσιών ΧΕ της πόλης. Τα τρία μεγέθη που προκύπτουν αποτελούν κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που στη συνέχεια θα βρεθούν στις εξισώσεις των τριών μοντέλων που θα δημιουργηθούν αποτελώντας παράγοντες έλξης όταν λαμβάνονται υπόψη στην περιοχή προορισμού. Αυξημένα ποσοστά υπηρεσιών σε κάποιες περιοχές συνεπάγονται αυξημένη προσφορά άρα και αυξημένη κίνηση προς αυτές.

4.2.3. Υπολογισμός απόστασης περιοχών από χωρικό μέσο υπηρεσιών

Στη συγκεκριμένη φάση, εντοπίζεται καταρχήν ο χωρικός μέσος όλων των υπηρεσιών στην πόλη και στη συνέχεια οι χωρικοί μέσοι των υπηρεσιών ΜΕ και ΧΕ. Υπολογίζεται έπειτα για κάθε περιοχή η απόσταση (συντομότερη διαδρομή κατά μήκος του οδικού δικτύου) του κεντροειδούς της από το χωρικό μέσο κάθε κατηγορίας υπηρεσιών. Προκύπτουν με αυτόν τον τρόπο τρία μεγέθη που στη συνέχεια καταλήγουν στη δημιουργία ανεξάρτητων μεταβλητών στις εξισώσεις των τριών παραγόμενων μοντέλων. Τα μεγέθη αυτά θα μπορούσαν να ληφθούν ως παράγοντες ώθησης όταν λαμβάνονται υπόψη σε περιοχές προέλευσης δεδομένου ότι μεγάλες αποστάσεις από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών και άρα από το σημείο όπου τείνουν να συγκεντρώνονται οι υπηρεσίες θα μπορούσαν να δράσουν ενθαρρυντικά για αύξηση των μετακινήσεων από τις συγκεκριμένες περιοχές προέλευσης προς άλλες ίσως πιο κοντινές στο χωρικό μέσο των υπηρεσιών.

4.2.4. Προσδιορισμός ροών

Από τα στοιχεία των συνεντεύξεων προκύπτουν παράλληλα με τα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των μετακινούμενων πολιτών και οι πραγματοποιούμενες μετακινήσεις-ροές. Γνωρίζοντας το σημείο άμεσης προέλευσης κάθε ατόμου και φυσικά το σημείο προορισμού όπου πραγματοποιείται και η συνέντευξη, είναι δυνατό να οριστεί η ροή ατόμων από τη μία περιοχή στην άλλη θεωρώντας ότι οι πολίτες ακολουθούν τη συντομότερη διαδρομή κατά μήκος του οδικού δικτύου. Κάθε ζευγάρι περιοχών μεταξύ των οποίων πραγματοποιείται ροή ατόμων αποτελεί και ξεχωριστή παρατήρηση η οποία περιλαμβάνει ουσιαστικά το σύνολο των ατόμων που κινείται από τη μία περιοχή στην άλλη τηρώντας παράλληλα την κατεύθυνση της ροής. Για παράδειγμα, το σύνολο ροών από μία περιοχή Α προς μία Β αποτελεί ξεχωριστή παρατήρηση από το σύνολο των ροών από την περιοχή Β προς την Α.

4.3. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΡΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΡΟΩΝ

Ο πρώτος μεθοδολογικός άξονας καταλήγει στη διαμόρφωση τριών γραμμικών μοντέλων που προκύπτουν από τη διαδικασία γραμμικής παλινδρόμησης των μεταβλητών που έχουν προκύψει από τα επιμέρους στάδια που μόλις περιγράφηκαν (υποκεφάλαιο 4.2). Συγκεκριμένα, δημιουργείται ένα μοντέλο για μετακινήσεις προς όλες τις υπηρεσίες ανεξαρτήτως ύπαρξης δυνατότητας επιλογής, ένα μοντέλο για μετακινήσεις προς υπηρεσίες με δυνατότητα επιλογής (ΜΕ) και ένα μοντέλο για υπηρεσίες χωρίς δυνατότητα επιλογής τους (ΧΕ).

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση σύμφωνα με την οποία διαμορφώνεται μία γραμμική εξίσωση της εξαρτημένης μεταβλητής σε συνάρτηση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η εξαρτημένη μεταβλητή της οποίας οι τιμές ζητείται να προβλεφθούν είναι στη συγκεκριμένη εφαρμογή το ποσοστό ατόμων που κινούνται από μία περιοχή σε μία άλλη. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές περιλαμβάνουν κάποια από τα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των πολιτών όπως προκύπτουν από τις συνεντεύξεις, την απόσταση των δύο περιοχών προέλευσης και προορισμού, την απόσταση κάθε περιοχής από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών στην πόλη καθώς και το ποσοστό υπηρεσιών που υπάρχει σε κάθε περιοχή. Σε κάθε ένα από τα τρία μοντέλα είναι προφανές πως εντάσσονται οι αντίστοιχες μεταβλητές που αφορούν κάθε φορά στην αντίστοιχη ομάδα υπηρεσιών.

4.4. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΡΟΩΝ ΜΕ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ

Παράλληλα με τη διαδικασία πρόβλεψης ροών ατόμων μέσω της διαμόρφωσης τριών γραμμικών μοντέλων με τη διαδικασία της παλινδρόμησης γίνεται και μία άλλη διαδικασία πρόβλεψης ροών ατόμων με χρήση μιας γεωστατιστικής μεθόδου. Βάσει των ροών που παρατηρούνται στο χώρο και πραγματοποιούνται από τους πολίτες που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις της έρευνας, προκύπτουν σε επίπεδο σημείων αθροιστικές ροές ατόμων ή αλλιώς φόρτοι. Πρόκειται ουσιαστικά για τα σημεία τομής των

γραμμών που αναπαριστούν τις ροές ανά ζεύγη περιοχών στα οποία οι ροές των γραμμών που τέμνονται αθροίζονται αποδίδοντάς τους τιμές φόρτων. Από τους φόρτους σε επίπεδο σημείων, η εφαρμογή καταλήγει σε φόρτος σε επίπεδο γραμμών που δεν είναι άλλες από τα τόξα του οδικού δικτύου. Ακολουθεί η κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου σύμφωνα με τους προβλεπόμενους φόρτους παράλληλα με τη δημιουργία ζωνών επιρροής γύρω από αυτά καθώς και μία αξιολόγηση των υπηρεσιών σύμφωνα με τους σχετικούς φόρτους που προβλέπονται για κάθε μία κατά μήκος της κοντινότερης διαδρομής από το χωρικό μέσο του πληθυσμού της πόλης. Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή των επιμέρους βημάτων.

4.4.1. Προσδιορισμός ροών (ευθείες γραμμές)

Στη συγκεκριμένη φάση επιλέγεται η απεικόνιση των γραμμών ροής μεταξύ δύο περιοχών με τη μορφή της ευθείας γραμμής δεδομένου ότι η επιλογή της συντομότερης διαδρομής κατά μήκος του οδικού δικτύου δε θα άφηνε περιθώρια για την εύρεση πολλών διαφορετικών σημείων τομής τους. Εξάλλου, πολύ συχνά οι γραμμές ροής απεικονίζονται με τη μορφή ευθέων γραμμών σε αντίστοιχες ερευνητικές προσεγγίσεις. Αυτό που προκύπτει τελικώς είναι ένα γραμμικό ψηφιακό υπόβαθρο όπου κάθε γραμμή ενώνει το κεντροειδές της περιοχής προέλευσης και προορισμού μιας καταγεγραμμένης ροής ατόμων μέσω των συνεντεύξεων. Είναι προφανές πως κάθε ζεύγος περιοχών με συγκεκριμένη κατεύθυνση προέλευσης-προορισμού ενώνεται από μία μόνο γραμμή δηλαδή κάθε γραμμή συγκεντρώνει το σύνολο των ατόμων που κινούνται ανάμεσα σε δύο περιοχές με συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Τα στοιχεία των ατόμων της συγκεκριμένης ροής όπως αυτά έχουν προκύψει από τις ερωτήσεις των συνεντεύξεων συνοδεύουν κάθε γραμμή για την οποία τελικώς είναι γνωστό για παράδειγμα το ποσοστό ατόμων που κατέχουν μόνο αυτοκίνητο ή που έχουν ετήσιο εισόδημα Χ. Για κάθε μεταβλητή δηλαδή που προκύπτει από τα στοιχεία των συνεντεύξεων είναι

γνωστή η τιμή της σε επίπεδο γραμμής ροής αφού αθροιστούν τα στοιχεία των απόμων που μετακινούνται στη συγκεκριμένη γραμμή.

4.4.2. Εύρεση σημείων τομής ροών με αθροιστικούς φόρτους

Έχοντας ως δεδομένο το γραμμικό ψηφιακό υπόβαθρο των ροών από περιοχή σε περιοχή, είναι δυνατός ο εντοπισμός των σημείων τομής των γραμμών αυτών και η δημιουργία ενός σημειακού ψηφιακού υποβάθρου με τα σημεία αυτά. Η διαδικασία δημιουργίας του περιλαμβάνει τη χρήση κάποιου κώδικα που μπορεί να εκτελεστεί στο πλαίσιο του προγράμματος ArcGIS και σε ξεχωριστό παράθυρο περιβάλλοντος Visual Basic. Ο κώδικας αυτός¹ βρίσκεται ήδη έτοιμος από την ιστοσελίδα τεχνικής υποστήριξης του προγράμματος ArcGIS² και με την ολοκλήρωση της εκτέλεσής του προκύπτει ένα σημειακό ψηφιακό υπόβαθρο που περιλαμβάνει τα σημεία τομής όλων των γραμμών μεταξύ τους.

Αυτό σημαίνει πως για κάθε τομή γραμμών προκύπτει και ένα σημείο με αποτέλεσμα σε σημεία που τέμνονται πολλές γραμμές να προκύπτουν και πολλά σημεία. Είναι απαραίτητη λοιπόν η εκτέλεση ενός script σύμφωνα με το οποίο επιλέγονται όλα τα σημεία που συμπίπτουν και κατ' επιλογήν του χρήστη μπορούν να διαγραφούν αφήνοντας στη θέση εκείνη μόνο ένα σημείο. Το αρχείο αυτό³ βρίσκεται επίσης στην ιστοσελίδα τεχνικής υποστήριξης του προγράμματος ArcGIS και αφού εκτελεστεί μέσα από την μπάρα εργαλείων του προγράμματος προκύπτει ένα και μοναδικό σημείο σε κάθε τομή γραμμών. Στη συνέχεια προστίθενται και τα σημεία των κεντροειδών των περιοχών μεταξύ των οποίων πραγματοποιούνται μετακινήσεις-ροές και το τελικό σημειακό ψηφιακό υπόβαθρο περιλαμβάνει

¹ Ο κώδικας που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σημείων στα σημεία τομής των γραμμών ροής είναι στο αρχείο 'AddPointsAtCrossings.bas' και έχει δημιουργηθεί από ομάδα της εταιρίας ESRI

² <http://support.esri.com/>

³ Το αρχείο του script είναι το 'fixcoins.dll'

τις θέσεις των τομών των γραμμών καθώς και τα σημεία αρχής και τέλους τους.

Στα σημεία αυτά θα πρέπει να αποδοθούν όμως και οι αθροιστικές ροές όπως αυτές προκύπτουν από τις γραμμές που διέρχονται από εκεί. Γίνεται λοιπόν η παραδοχή ότι η ροή που απεικονίζεται από κάθε γραμμή είναι η ίδια στο σημείο αρχής και τέλους της και επιπλέον ότι στο σημείο τομής γραμμών η αθροιστική ροή του σημείου είναι ίση με το άθροισμα των ροών των γραμμών που διέρχονται από εκεί. Η πληροφορία αυτή είναι δυνατόν να αποδοθεί στα συγκεκριμένα σημεία με τη δημιουργία χωρικής σύνδεσης (join based on spatial location) μεταξύ του αρχείου των γραμμών ροών και των σημείων. Με αυτό τον τρόπο κάθε σημείο θα αποκτήσει αθροισμένα τα στοιχεία των γραμμών που διέρχονται από αυτό άρα και τις ροές ατόμων που ουσιαστικά θα αποδίδουν τους φόρτους αθροιστικά σε κάθε σημείο.

4.4.3. Πρόβλεψη φόρτων με δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής

Οι ροές σε επίπεδο σημείων ή καλύτερα οι φόρτοι που αποδίδονται στα σημεία που εντοπίζονται στα σημεία τομής των γραμμών ροών έχουν προσεγγιστεί μόνο για τα συγκεκριμένα σημεία όπως αυτά προέκυψαν από πραγματοποιημένες ροές και καταγεγραμμένες βάσει των συνεντεύξεων. Στα υπόλοιπα σημεία της περιοχής μελέτης για τα οποία δεν είναι γνωστές οι πραγματοποιημένες ροές άρα ούτε και κάποιοι φόρτοι σε επίπεδο σημείων, είναι δυνατόν να γίνει μία πρόβλεψη βάσει γεωστατιστικών μεθόδων. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιείται η μέθοδος του κοινού kriging (ordinary kriging) σύμφωνα με την οποία είναι δυνατόν βάσει ενός αλγορίθμου να προσεγγιστούν οι τιμές σε κάποια σημεία έχοντας ως δεδομένες τις γνωστές τιμές γειτονικών τους σημείων.

Στην εργαλειοθήκη του προγράμματος ArcGIS παρέχεται η δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου αυτής με τη δημιουργία μιας επιφάνειας παρεμβολής (interpolation surface) έχοντας ως δεδομένες τις τιμές σε επίπεδο σημείων ενός σημειακού υποβάθρου. Το ψηφιακό υπόβαθρο των σημείων

τομών αποτελεί τη βάση και οι τιμές των φόρτων στα σημεία αυτά τις δεδομένες τιμές που χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος για την πρόβλεψη τιμών σε σημεία χωρίς παρατηρήσεις. Το παραγόμενο προϊόν είναι σε μορφή ψηφιδωτού αρχείου (raster) και οι τιμές σε κάθε κελί του αντιπροσωπεύουν τον προβλεπόμενο φόρτο για τη συγκεκριμένη περιοχή.

4.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΦΟΡΤΩΝ

Η διαδικασία πρόβλεψης φόρτων για όλη την περιοχή μελέτης καταλήγει στη δημιουργία ενός αρχείου raster όπως περιγράφηκε προηγουμένως. Οι τιμές των προβλεπόμενων φόρτων έχουν αποδοθεί σε μικρά κελιά του ψηφιδωτού αρχείου και είναι δυνατόν να αποδοθούν μέσω της χωρικής σύνδεσης και σε οντότητες (features) ψηφιακών υποβάθρων στην ίδια περιοχή μελέτης. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν να αποδοθούν τιμές φόρτων στο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης ή σε άλλα σημεία, γραμμές ή πολύγωνα που έχουν κάποιο ενδιαφέρον. Στην παρούσα εφαρμογή, επιλέγεται η διαδικασία αυτή να αποδώσει τιμές φόρτου στα τόξα του οδικού δικτύου της περιοχής και να οδηγήσει στη συνέχεια σε περαιτέρω συμπεράσματα για την περιοχή μελέτης.

Αρχικά, είναι απαραίτητο τα όρια των κελιών του ψηφιδωτού αρχείου να αποκτήσουν διανυσματική μορφή και να συνοδεύονται από την πληροφορία του φόρτου. Μέσω της εργαλειοθήκης του ArcGIS γίνεται επομένως η μετατροπή του ψηφιδωτού αρχείου σε διανυσματικό με τη μορφή σχηματικού αρχείου (shapefile) το οποίο περιλαμβάνει ως οντότητες τα πολύγωνα που προέκυψαν από το ψηφιδωτό αρχείο με την πληροφορία της τιμής φόρτου που τους αντιστοιχεί. Το συγκεκριμένο σχηματικό αρχείο συνδέεται βάσει της χωρικής θέσης των οντοτήτων με το αρχείο του οδικού δικτύου οπότε προκύπτει ένα νέο σχηματικό αρχείο οδικού δικτύου τα τόξα του οποίου έχουν ως επιπλέον πληροφορία το μέσο φόρτο που παρατηρείται στα πολύγωνα που τα τέμνουν. Βάσει αυτής της νέας πληροφορίας, κινείται και μία σειρά διαδικασιών χωρικής ανάλυσης των δεδομένων που περιγράφεται στη συνέχεια.

4.5.1. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει των φόρτων

Έχοντας ως δεδομένες τις τιμές φόρτου που αποδόθηκαν στα τόξα του οδικού δικτύου, γίνεται κατηγοριοποίησή τους βάσει των ομάδων τιμών των φόρτων οι οποίοι εμφανίζονται με τη μορφή ποσοστού επί της μέγιστης παρατηρούμενης τιμής στην περιοχή μελέτης. Για παράδειγμα, αν ένα τόξο εμφανίζει φόρτο 20% και η μέγιστη προβλεπόμενη τιμή φόρτου για την περιοχή μελέτης είναι 10 άτομα τότε ο φόρτος του τόξου προβλέπεται να είναι 2 άτομα. Έχοντας ως δεδομένη την κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου βάσει των προβλεπόμενων φόρτων των τόξων του, ακολουθεί και μία δεύτερη κατηγοριοποίησή του βάσει των ποσοστών υπηρεσιών και προελεύσεων που βρίσκονται σε συγκεκριμένες ακτίνες από τα τόξα του οδικού δικτύου οδηγώντας σε δύο συνδυαστικούς πίνακες κατηγοριοποίησης των τόξων.

4.5.2. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει ζωνών επιρροής

Γύρω από κάθε τόξο δημιουργούνται τρεις ζώνες επιρροής με διαφορετικές ακτίνες 500, 700 και 900 μέτρων αντίστοιχα. Η επιλογή των συγκεκριμένων ακτινών γίνεται με τη λογική ότι τα 500 μέτρα θεωρούνται οριακά αρκετά για να διανυθούν με τα πόδια, τα 700 μέτρα είναι μία ενδιάμεση κατάσταση στην οποία κάποιος δύσκολα κινείται με τα πόδια αλλά ενδεχομένως επιλέγει κάποιο άλλο μέσο όπως ποδήλατο και τα 900 μέτρα είναι μία απόσταση που μάλλον αναγκάζει κάποιον να κινηθεί ίσως και με μηχανοκίνητο όχημα. Με αυτόν τον τρόπο, καλύπτονται όλες οι δυνατές επιλογές μετακίνησης των πολιτών και ερευνώνται κάθε φορά οι αλλαγές στις ζώνες επιρροής.

Στη συνέχεια, σε κάθε ζώνη επιρροής εντοπίζονται τόσο οι υπηρεσίες όσο και τα σημεία άμεσων προελεύσεων των πολιτών και υπολογίζεται το ποσοστό τους επί του συνόλου της πόλης. Προκύπτει με τον τρόπο αυτό μία νέα κατηγοριοποίηση των τόξων του οδικού δικτύου σύμφωνα με την οποία για κάθε ακτίνα επιρροής κάθε τόξο ανήκει σε μία ομάδα ποσοστών τόσο υπηρεσιών όσο και σημείων προελεύσεων.

4.5.3. Συνδυαστικοί πίνακες κατηγοριοποίησης οδικού δικτύου

Έπειτα από τη διαδικασία των δύο κατηγοριοποιήσεων του οδικού δικτύου, μία βάσει των φόρτων και μία βάσει των ζωνών επιρροής, δημιουργούνται δύο συνδυαστικοί πίνακες, ένας για τα ποσοστά υπηρεσιών και ένας για τα ποσοστά σημείων προελεύσεων. Ο κάθε πίνακας παρουσιάζει τα τόξα, με τη μορφή του ποσοστού μήκους επί του συνόλου του οδικού δικτύου, ανά κατηγορία ποσοστών τόσο των φόρτων επί της μέγιστης τιμής όσο και ανά κατηγορία των ποσοστών υπηρεσιών ή προελεύσεων για κάθε ακτίνα επιρροής. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να δει κανείς σε ποιες κατηγορίες τόσο φόρτων όσο και ποσοστών σημείων ενδιαφέροντος ανήκει το μεγαλύτερο ποσοστό του μήκους του οδικού δικτύου και να εξάγει κάποια χρήσιμα συμπεράσματα. Για παράδειγμα, αν το 55% του μήκους του οδικού δικτύου παρουσιάζει υψηλά ποσοστά φόρτου επί της μέγιστης προβλεπόμενης τιμής και ταυτόχρονα υψηλά ποσοστά υπηρεσιών σε κάποια ακτίνα X , είναι κάτι αναμενόμενο δεδομένου ότι πράγματι υψηλή συγκέντρωση υπηρεσιών προκαλεί και αύξηση του φόρτου κοντά σε αυτές.

4.5.4. Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών βάσει σχετικών φόρτων

Έπειτα από τους συνδυαστικούς πίνακες για την κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου, ακολουθεί μία κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών σύμφωνα με τους σχετικούς φόρτους ανά μήκος που εμφανίζουν αυτές στις συντομότερες διαδρομές από το χωρικό μέσο του πληθυσμού της περιοχής μελέτης. Οι σχετικοί φόρτοι ανά μήκος είναι ουσιαστικά ένα πηλίκο που συμβολίζεται με Q_f και προκύπτει από τους φόρτους και τα μήκη των συντομότερων διαδρομών τόσο της κάθε υπηρεσίας από το χωρικό μέσο όσο και του συνόλου των υπηρεσιών αθροιστικά.

Συγκεκριμένα, το πηλίκο Q_f προκύπτει αν για τη συντομότερη διαδρομή από το χωρικό μέσο προς μια υπηρεσία αθροιστούν οι φόρτοι των τόξων του οδικού δικτύου f_s και διαιρεθούν με το μήκος της διαδρομής d_s και στη συνέχεια το πηλίκο αυτό διαιρεθεί με το αντίστοιχο πηλίκο των

αθροισμένων φόρτων f_t και μηκών των συντομότερων διαδρομών όλων των υπηρεσιών d_t . Η παρακάτω εξίσωση αποδίδει πλήρως το πηλίκο Q_f :

$$Q_f = \frac{f_s}{d_s} / \frac{f_t}{d_t}$$

Οι τιμές του πηλίκου που είναι μικρότερες της μονάδας δηλώνουν ότι η υπηρεσία έχει σχετικά μικρότερο φόρτο ανά μονάδα μήκους στη συντομότερη διαδρομή από το χωρικό μέσο του πληθυσμού ενώ τιμές κοντά στη μονάδα δείχνουν ότι ο φόρτος είναι πλησίον του μέσου φόρτου που παρατηρείται για όλες τις υπηρεσίες. Τιμές του Q_f μεγαλύτερες από τη μονάδα δηλώνουν πως η υπηρεσία παρουσιάζει σχετικά μεγαλύτερο φόρτο από τον μέσο προβλεπόμενο προς το χωρικό μέσο του πληθυσμού.

Συνοψίζοντας, η μεθοδολογία της παρούσας διατριβής διακρίνεται σε δύο κύριους άξονες που οδηγούν σε χρήσιμα συμπεράσματα για την περιοχή μελέτης. Κατ' αρχήν, διαμορφώνονται τρία μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης μέσω των οποίων ουσιαστικά αναδεικνύονται οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του προτύπου των μετακινήσεων των ατόμων προς τις υπηρεσίες και συνίστανται κυρίως σε κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των καταγεγραμμένων ατόμων αλλά και σε χωρικές σχέσεις των περιοχών όπου βρίσκονται οι υπό μελέτη υπηρεσίες. Στη συνέχεια, γίνεται μία πρόβλεψη των ροών ατόμων προς τις υπηρεσίες βάσει όμως μιας γεωστατιστικής μεθόδου σύμφωνα με την οποία κάθε σημείο της περιοχής μελέτης αποκτά μία προβλεπόμενη τιμή αθροιστικής ροής ατόμων δίνοντας έτσι μια συνολική εικόνα της περιοχής ως προς τις προβλεπόμενες ροές ατόμων.

Στη συνέχεια ακολουθεί η εφαρμογή των επιμέρους σταδίων της μεθοδολογίας που μόλις περιγράφηκε για την περιοχή μελέτης της παρούσας διατριβής και με δεδομένα που έχουν προκύψει από συγκεκριμένο καταγεγραμμένο δείγμα στις δημόσιες υπηρεσίες της περιοχής.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο στόχος της παρούσας διατριβής είναι η ανάδειξη των παραγόντων που επηρεάζουν και καθορίζουν τις μετακινήσεις των πολιτών προς τις δημόσιες υπηρεσίες αλλά και η πρόβλεψη των ροών ατόμων προς τις συγκεκριμένες υπηρεσίες για όλα τα σημεία της περιοχής μελέτης. Τα δεδομένα των μετακινήσεων προκύπτουν από την καταγραφή μέσω ερωτηματολογίων ενός δείγματος των μετακινήσεων (ροών) των πολιτών στην πόλη του Βόλου προς τις δημόσιες υπηρεσίες. Στη συνέχεια, ακολουθεί η δημιουργία ενός γενικού και δύο επιμέρους μοντέλων που ουσιαστικά αποτελούν εξισώσεις με εξαρτημένη μεταβλητή τη ροή ατόμων από μία περιοχή σε μία άλλη και ανεξάρτητες μεταβλητές που προκύπτουν τόσο από τα στοιχεία των ερωτηματολογίων όσο και από τις χωρικές σχέσεις των περιοχών αυτών. Επιπλέον, πραγματοποιείται και πρόβλεψη φόρτων (αθροιστικών ροών) στο οδικό δίκτυο με χρήση επιφάνειας παρεμβολής και κατηγοριοποίησή του σύμφωνα με αυτούς αλλά και τις πυκνότητες υπηρεσιών και προελεύσεων σε ζώνες διαφορετικών ακτινών γύρω από αυτά.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή όλων των επιμέρους σταδίων της εφαρμογής περιλαμβάνοντας επιπλέον και τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων καθώς και τη διαδικασία ανάλυσης και χαρτογράφησης τους μέσω των διαφόρων εργαλείων που παρέχονται στο πλαίσιο των ΓΣΠ.

5.1.ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Κάποια από τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη συγκεκριμένη εφαρμογή προϋπήρχαν και απλώς εμπλουτίστηκαν και προσαρμόστηκαν στις ανάγκες της παρούσας μελέτης, άλλα όμως δημιουργήθηκαν εξ αρχής ή συλλέχθηκαν πρωτογενώς. Ένα μέρος των ψηφιακών υποβάθρων υπήρχε και διαμορφώθηκε κατάλληλα ενώ ένα άλλο δημιουργήθηκε εξ αρχής είτε με τη διαδικασία της ψηφιοποίησης (π.χ. περιοχές προέλευσης προορισμού) είτε με τη μέθοδο της γεωκωδικοποίησης (π.χ. σημεία δημοσίων υπηρεσιών ή

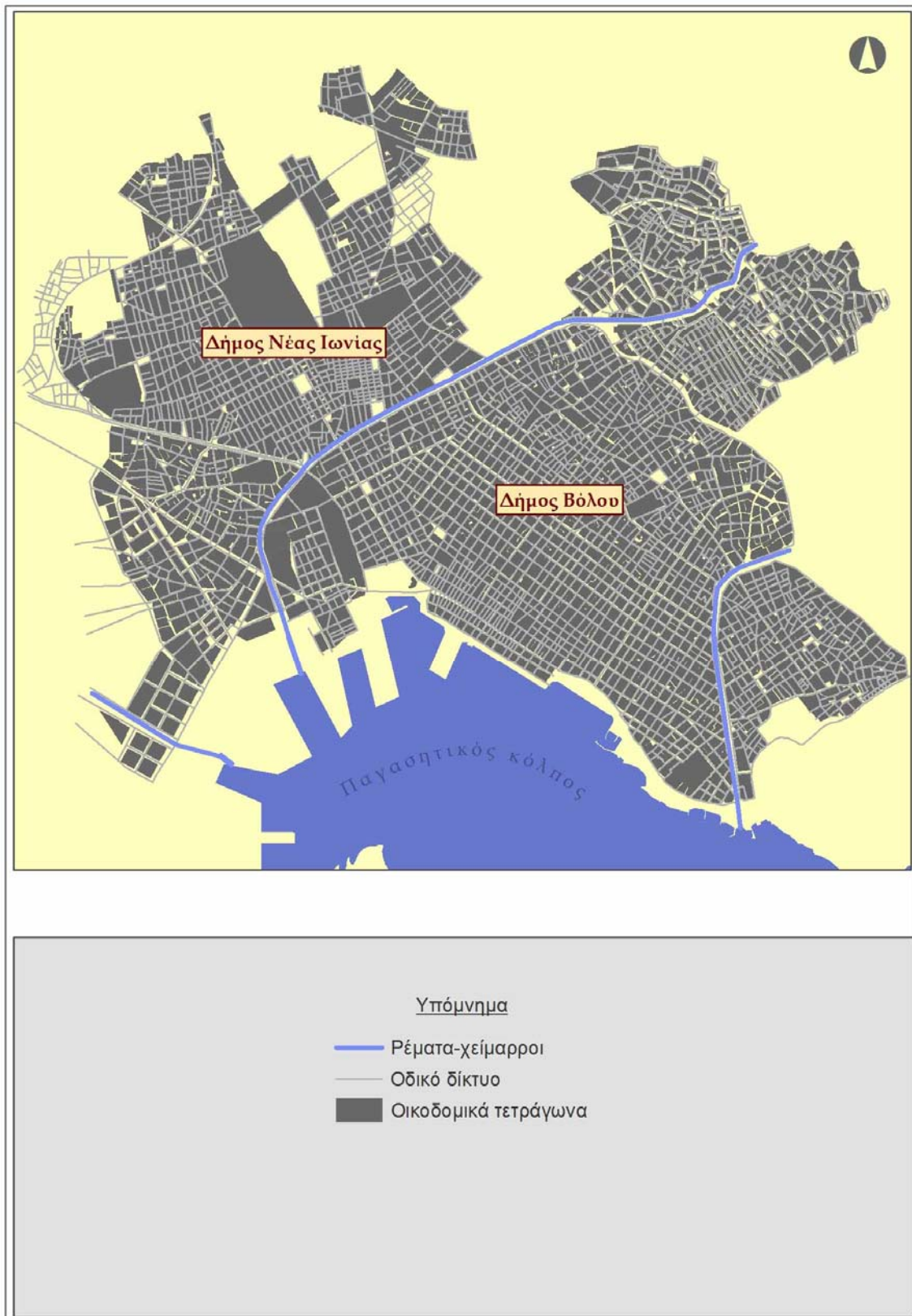
προελευσεων). Στη συνέχεια γίνεται λεπτομερής περιγραφή όλων των βημάτων δημιουργίας και επεξεργασίας ήδη υπαρχόντων στοιχείων.

5.1.1. Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης αποτελείται από τους Δήμους Βόλου και Νέας Ιωνίας του Νομού Μαγνησίας εξαιρουμένων των οικισμών «Αλυκές» και «Αγ. Στέφανος-Σωρός». Η εξαίρεση των εν λόγω περιοχών έγινε με σκοπό την απόκτηση μιας περιοχής μελέτης που να συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος των καθημερινών μετακινήσεων των πολιτών στο κυρίως κομμάτι της πόλης που χαρακτηρίζεται επιπλέον και από πολεοδομική συνοχή.

Η συγκεκριμένη περιοχή μελέτης είναι μία πόλη με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δυνατότητες και ως εκ τούτου παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον όσον αφορά τη μελέτη των χωρικών φαινομένων που τη χαρακτηρίζουν. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα παρατηρούνται συγκεκριμένα φαινόμενα που δύνανται να αλλάξουν το προφίλ της πόλης όπως για παράδειγμα η ίδρυση όλο και περισσότερων τμημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που δίνει νέα ώθηση στην πνευματική ανάπτυξη. Παράλληλα όμως δημιουργεί και πληθυσμιακές μετακινήσεις (κυρίως φοιτητών) που αλλάζουν την εικόνα της πόλης και επιπλέον δημιουργούν νέες απαιτήσεις όσον αφορά την οργάνωση της πόλης και των υπηρεσιών της. Ακόμη, η τουριστική άνθιση που γνωρίζει η πόλη λόγω και του ορεινού όγκου του Πηλίου προκαλεί περαιτέρω αύξηση των μετακινήσεων και εντός του αστικού ιστού της πόλης του Βόλου.

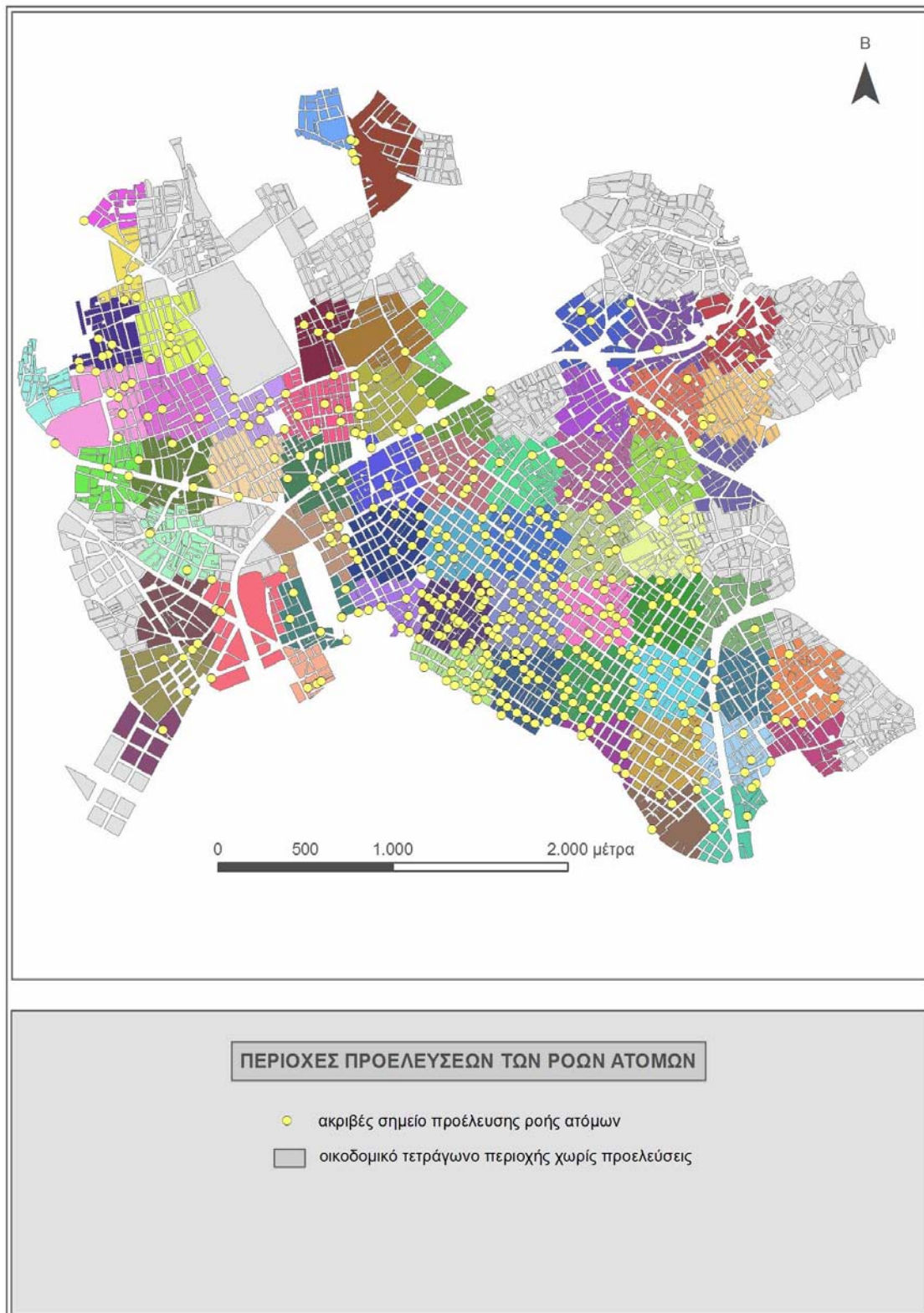
Στο Χάρτη 5.1. που ακολουθεί απεικονίζεται η περιοχή μελέτης και συγκεκριμένα το οδικό δίκτυο, τα οικοδομικά τετράγωνα καθώς και τα ρέματα-χειμάρροι που διατρέχουν την περιοχή.



Χάρτης 5.1. Περιοχή μελέτης στην πόλη του Βόλου

5.1.2.Δημιουργία περιοχών

Η διαδικασία καταγραφής των ροών ατόμων προς τις δημόσιες υπηρεσίες της περιοχής μελέτης γίνεται ουσιαστικά με βάση περιοχές προέλευσης και προορισμού. Για τη δημιουργία τέτοιων περιοχών η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε περιοχές-φατνία αφού έγινε επικάλυψη με κάρναβο βήματος 500 μέτρων. Οι ροές ατόμων που καταγράφηκαν μέσα από τις συνεντεύξεις με τους εξυπηρετούμενους πολίτες στις δημόσιες υπηρεσίες είχαν ως προελεύσεις 63 περιοχές από τις 88 που δημιουργήθηκαν και ως προορισμούς 18 περιοχές από το σύνολο. Στον Χάρτη 5.2 που ακολουθεί φαίνονται οι περιοχές προελεύσεων και προορισμών.



Χάρτης 5.2. Σημεία και περιοχές προέλευσης των ροών των ατόμων

Όπως φαίνεται στον παραπάνω χάρτη, η πλειοψηφία των προελεύσεων βρίσκεται στο Δήμο Βόλου και κυρίως στην ευρύτερη κεντρική περιοχή του ενώ στο Δήμο Ν. Ιωνίας εντοπίζονται αρκετές προελεύσεις μόνο στην κεντρική περιοχή του. Επιπλέον, οι συγκεντρώσεις των προελεύσεων στις περιοχές του Δήμου Βόλου είναι σαφώς υψηλότερες σε σχέση με αυτές στις περιοχές του Δήμου Ν. Ιωνίας.

Στη συνέχεια παρατίθεται ο Χάρτης 5.3 όπου φαίνονται οι περιοχές προορισμού των καταγεγραμμένων μετακινήσεων καθώς και οι δημόσιες υπηρεσίες που μελετώνται στην παρούσα διατριβή.



ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΡΟΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

- ▲ δημόσιες υπηρεσίες (προορισμοί)
- οικοδομικό τετράγωνο περιοχής χωρίς προορισμούς

Χάρτης 5.3. Δημόσιες υπηρεσίες και περιοχές προορισμών των ροών των ατόμων

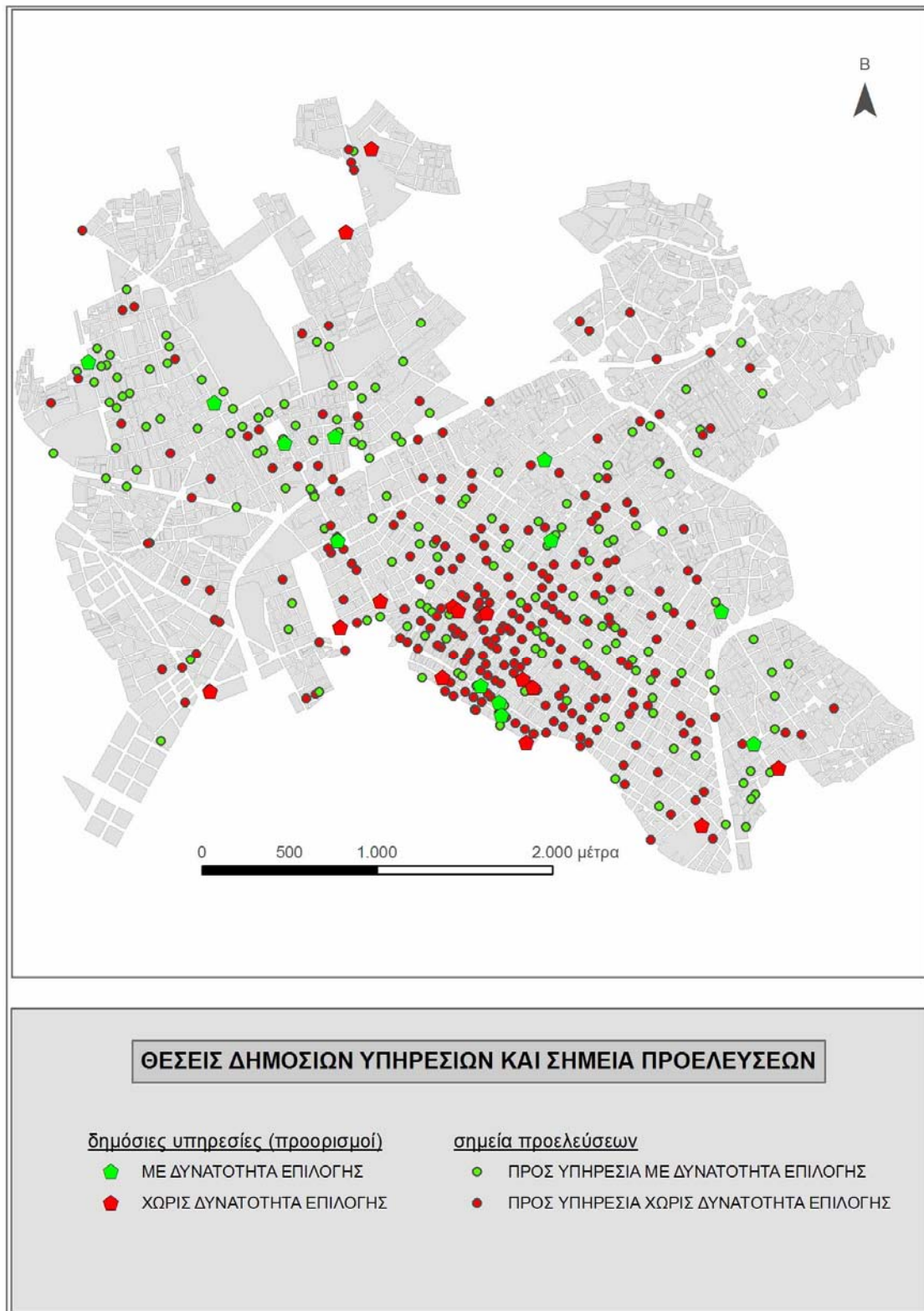
5.1.3. Δημόσιες υπηρεσίες περιοχής μελέτης

Στο σύνολο της συγκεκριμένης περιοχής μελέτης εντοπίστηκαν οι υπάρχουσες δημόσιες υπηρεσίες στα κτίρια των οποίων πραγματοποιήθηκαν και οι συνεντεύξεις με τους επισκέπτες τους. Γενικότερα επιλέχθηκε η πλειοψηφία των δημοσίων υπηρεσιών του Βόλου καθώς και κάποιες δημόσιες παροχές και εγκαταστάσεις κοινής ωφελείας όπως για παράδειγμα αθλητικά κέντρα, κέντρα νεότητας, Κέντρα Ανοικτής Προστασίας Ηλικιωμένων (ΚΑΠΗ) κ.α.

Το σύνολο των υπηρεσιών που τελικώς συμμετείχαν στην έρευνα είναι 30 εκ των οποίων οι 13 είναι υπηρεσίες χωρίς επιλογή είτε γιατί είναι μοναδικές είτε γιατί υποχρεωτικά κάποιος θα πρέπει να τις επισκεφθεί χωρίς δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε πολλές π.χ. πανεπιστημιακές σχολές για τους φοιτητές που είναι εγγεγραμμένοι σε συγκεκριμένα τμήματα ή μοναδικές όπως π.χ. νοσοκομείο ή δασαρχείο. Στη συνέχεια ακολουθεί ο Πίνακας 5.1 με τις δημόσιες υπηρεσίες διακεκριμένες ανάλογα με το είδος τους (με επιλογή και χωρίς επιλογή) καθώς και ο Χάρτης 5.4 με τις θέσεις τους:

	Επωνυμία	Χωρίς επιλογή		Με επιλογή
		απουσία δυνατότητας επιλογής	μοναδική	
ΥΓΕΙΑ - ΠΡΟΝΟΙΑ	ΚΑΠΗ			x
	ΚΑΠΗ (παράρτημα)			x
	Κέντρο Νεότητας Δίαυλος			x
	Κέντρο Νεότητας Νέας Δημητριάδας			x
	Νοσοκομείο		x	
	ΔΟΥΚ (Δημ. Οργ. Υγείας & Κοιν. Θεμάτων)		x	
ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ	Αθλητικό Κέντρο Γ. Δήμου			x
	Αθλητικό Κέντρο (πρώην "Άσυλο")			x
	Κλειστό Γυμναστήριο			x
	Γυμναστήριο (Γ. Σ. Β.)			x
	Εθνικό Κολυμβητήριο		x	
ΓΕΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	Ταχυδρομείο Ν.Ιωνίας			x
	Ταχυδρομείο Κέντρικό κατάστημα			x
	ΚΕΠ (Ιάσονος)			x
	ΚΕΠ (Ν.Ιωνία)			x
	ΚΕΠ (2ας Νοεμβρίου)			x
	Δασαρχείο		x	
	Δικαστήρια		x	
	Λιμεναρχείο		x	
	Τελωνείο		x	
	Αστυνομικό τμήμα		x	
	Τμήμα Τροχαίας		x	
	Α' Δ.Ο.Υ. (Βόλος)	x		
	Β' Δ.Ο.Υ. (Βόλος)	x		
	Γ' Δ.Ο.Υ. (Ν.Ιωνία)	x		
	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	Πανεπιστήμιο (Πολυτεχνείο)	x	
Πανεπιστήμιο (Παπαστράτος)		x		
Πανεπιστήμιο (Δίκτυα)		x		
Πανεπιστήμιο (Οικονομικό)		x		
Πανεπιστήμιο (Φυτόκο)		x		

Πίνακας 5.1. Δημόσιες υπηρεσίες περιοχής μελέτης



Χάρτης 5.4. Θέσεις δημοσίων υπηρεσιών και σημεία άμεσων προελεύσεων (με ή χωρίς δυνατότητα επιλογής υπηρεσίας)

5.1.4 Συνεντεύξεις με ερωτηματολόγια

Η διαδικασία της συλλογής των προσωπικών δεδομένων πραγματοποιούνταν στην είσοδο των εν λόγω υπηρεσιών τη στιγμή της εισόδου του ατόμου σε περιπτώσεις υπηρεσιών όπου ο χρόνος αναμονής ήταν ιδιαίτερα μεγάλος ενώ σε περιπτώσεις υπηρεσιών που η εξυπηρέτηση αναμενόταν να είναι άμεση επιλεγόταν η στιγμή της εξόδου του ατόμου από την υπηρεσία. Η τακτική αυτή ακολουθήθηκε με σκοπό να ελαχιστοποιηθούν τα αισθήματα δυσαρέσκειας των εξυπηρετούμενων ατόμων που στην πλειοψηφία τους είχαν περιορισμένο διαθέσιμο χρόνο και είχαν ως στόχο κατ' αρχήν την άμεση εξυπηρέτησή τους.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου το οποίο παρατίθεται στο παράρτημα της παρούσας έκθεσης αποδείχθηκαν επιτυχώς διατυπωμένες αφού δεν υπήρξαν εμφανείς ασάφειες. Παρόλα αυτά, ακόμα και στις περιπτώσεις όπου κάποιοι όροι των ερωτήσεων δεν ήταν σαφείς, δόθηκαν οι απαραίτητες διευκρινίσεις. Γενικότερα υπήρξε σημαντική προθυμία για ακρίβεια στις απαντήσεις όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της διεύθυνσης κατοικίας του ατόμου αλλά ακόμη και όταν αυτό δε συνέβαινε δινόταν η δυνατότητα απόδοσης της κοντινότερης στην κατοικία συμβολής οδού. Η κατηγοριοποίηση του ετήσιου εισοδήματος φάνηκε να διευκολύνει την άμεση απάντηση των ατόμων αφού με αυτόν τον τρόπο δε χρειαζόταν να αποκαλύψουν το ακριβές ποσό.

Πέραν των ερωτήσεων που καθορίζουν το κοινωνικοοικονομικό προφίλ του ατόμου, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ερωτήσεις που στοχεύουν στην κατηγοριοποίηση των ατόμων ως προς τη συμπεριφορά τους αναφορικά με τις μετακινήσεις τους στις δημόσιες υπηρεσίες. Οι ερωτήσεις αυτές συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με τις επιλογές του ατόμου τόσο ως προς τη μετακίνησή του προς τη *δεδομένη υπηρεσία* την ημέρα πραγματοποίησης της συνέντευξης όσο και ως προς τη μετακίνησή του προς τις *δημόσιες υπηρεσίες γενικά*.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται αφορούν στην κατοχή μεταφορικών μέσων καθώς και το μεταφορικό μέσο που επιλέχθηκε για τη μετάβαση στη δεδομένη υπηρεσία τη συγκεκριμένη ημέρα. Επιπλέον ζητείται και το μεταφορικό μέσο που επιλέγει συνήθως το άτομο για τη μετάβαση στη συγκεκριμένη υπηρεσία αλλά και στις δημόσιες υπηρεσίες γενικά. Ο ακριβής τόπος προέλευσης είτε είναι η κατοικία είτε άλλος ενδιάμεσος σταθμός καταγράφονται επίσης παράλληλα με τον ακριβή χρόνο αναχώρησης από αυτόν και άφιξης στην υπηρεσία. Στη συνέχεια, ζητείται η κατά μέσο όρο εβδομαδιαία συχνότητα επίσκεψης της συγκεκριμένης υπηρεσίας και των υπηρεσιών γενικότερα. Οι τελευταίες ερωτήσεις αφορούν περισσότερο στην αντίληψη που έχει το άτομο τόσο για την προσβασιμότητα των υπηρεσιών όσο και για τα μέτρα που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για την περαιτέρω βελτίωσή της.

Όπως είναι προφανές, τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν επί τόπου από τον υπεύθυνο της έρευνας γεγονός που μείωσε κατά πολύ το χρόνο συνέντευξης (3-4 λεπτά) αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τον αριθμό των ατόμων που θέλησαν να συμμετάσχουν στην έρευνα αλλά επιπλέον εξάλειψε την πιθανότητα λανθασμένης συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου. Το τελικό αποτέλεσμα των συνεντεύξεων αποτελείται από 512 συμπληρωμένα ερωτηματολόγια σε 30 δημόσιες υπηρεσίες στην πόλη του Βόλου.

5.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα που προέκυψαν είτε από πρωτογενή έρευνα είτε από τροποποίηση και εμπλουτισμό ήδη υπάρχοντων στοιχείων αναλύονται και προσαρμόζονται στις απαιτήσεις και το σκοπό της παρούσας εφαρμογής. Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή των διαδικασιών ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων της συγκεκριμένης εφαρμογής.

5.2.1. Κοινωνικοοικονομικά στοιχεία μετακινούμενων ατόμων

Οι μεταβλητές που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια είναι ποσοτικές και συνεχείς παρά το γεγονός ότι περιλαμβάνονταν πολλές κατηγορικές. Το φύλο, η ηλικία, το εισόδημα, το επάγγελμα αλλά και η

κατοχή μεταφορικού μέσου και ο τρόπος μετακίνησης είναι στοιχεία που θα έπρεπε να εκφραστούν μέσω κατηγορικών μεταβλητών. Επιλέχθηκε παρόλα αυτά η δημιουργία μεταβλητών μέσα από τις διάφορες κατηγορίες των στοιχείων που προαναφέρθηκαν. Για παράδειγμα το φύλο εκφράζεται τελικώς από δύο μεταβλητές, μία που δηλώνει τους άνδρες και μία που δηλώνει τις γυναίκες. Αντίστοιχα έγινε και η δημιουργία των υπολοίπων μεταβλητών. Προέκυψαν με αυτόν τον τρόπο οι παρακάτω μεταβλητές:

Φύλο → $X_{\text{άνδρες}}$ = άνδρες

→ $X_{\text{γυναίκες}}$ = γυναίκες

Ηλικία → X_{15-29} = 15-29 ετών

→ X_{30-49} = 30-49 ετών

→ X_{50-69} = 50-69 ετών

→ X_{70+} = 70 και άνω ετών

Επάγγελμα → $X_{\text{δημ.οπ.}}$ = δημόσιοι υπάλληλοι

→ $X_{\text{ιδ.οπ.}}$ = ιδιωτικοί υπάλληλοι

→ $X_{\text{ελ.επ.}}$ = ελεύθεροι επαγγελματίες

→ $X_{\text{φοιτητές}}$ = φοιτητές

→ $X_{\text{άλλο}}$ = άλλο επάγγελμα

Ετήσιο εισόδημα → $X_{\text{ει0}}$ = σχεδόν μηδενικό

→ $X_{\text{ει1}}$ = έως 8.000 ευρώ

→ $X_{\text{ει2}}$ = 8.000 - 18.000 ευρώ

→ $X_{\text{ει3}}$ = άνω των 18.000 ευρώ

Κατοχή μεταφορικού μέσου → $X_{\text{αυτ.}}$ = μόνο αυτοκίνητο

→ $X_{\text{μηχ.}}$ = μόνο μηχανοκίνητο δίκυκλο

→ $X_{\text{ποδηλ.}}$ = μόνο ποδήλατο

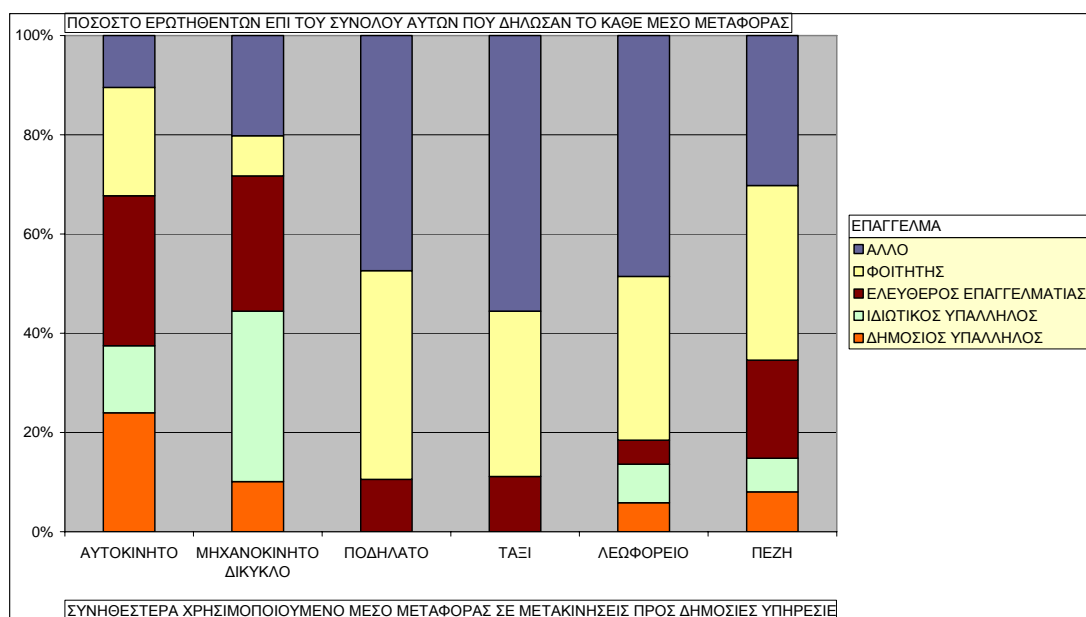
→ $X_{\text{αυτ.μηχ.}}$ = αυτοκίνητο & μηχ. δίκυκλο

→ $X_{\text{αυτ.ποδηλ.}}$ = αυτοκίνητο & ποδήλατο

→ $X_{\text{μηχ.ποδηλ.}}$ = μηχ. δίκυκλο & ποδήλατο

Οι παραπάνω μεταβλητές υπολογίστηκαν τελικώς ως ποσοστά επί του μετακινούμενου πληθυσμού κάθε περιοχής και κατέληξαν στη μορφή που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων της παλινδρόμησης.

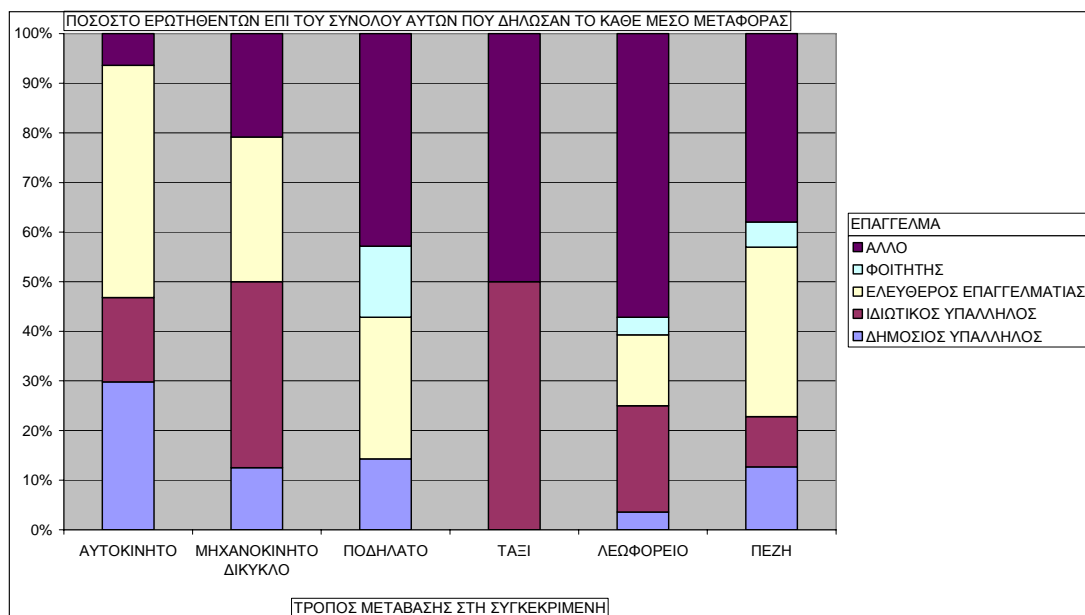
Μία πρώτη επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω των συνεντεύξεων έγινε με συνδυαστικούς πίνακες κάποιων από τις παραμέτρους που εξετάζονται στα ερωτηματολόγια. Τα αποτελέσματα δείχνουν κάποιες τάσεις και κάποιες συσχετίσεις οι οποίες προσφέρουν το κατάλληλο έδαφος για διατύπωση σκέψεων και δημιουργία ερεθισμάτων που βοηθούν και στην περαιτέρω ερευνητική πορεία. Δεδομένου ότι η συσχέτιση της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης του ατόμου με τη γενικότερη λογική που διέπει τις μετακινήσεις του προς τις δημόσιες υπηρεσίες αποτελεί βασικό άξονα της υπόθεσης εργασίας της διατριβής συνδυάστηκαν οι τιμές δύο παραμέτρων: του μέσου μεταφοράς που συνήθως επιλέγει το άτομο για τη μετάβασή τους στις δημόσιες υπηρεσίες και η επαγγελματική του κατάσταση. Στο γράφημα που ακολουθεί (Γράφημα 5.1.) απεικονίζεται με σχηματικό τρόπο το ποσοστό των ερωτηθέντων ανά επαγγελματική κατάσταση επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τη σύγκριση των μεγεθών:



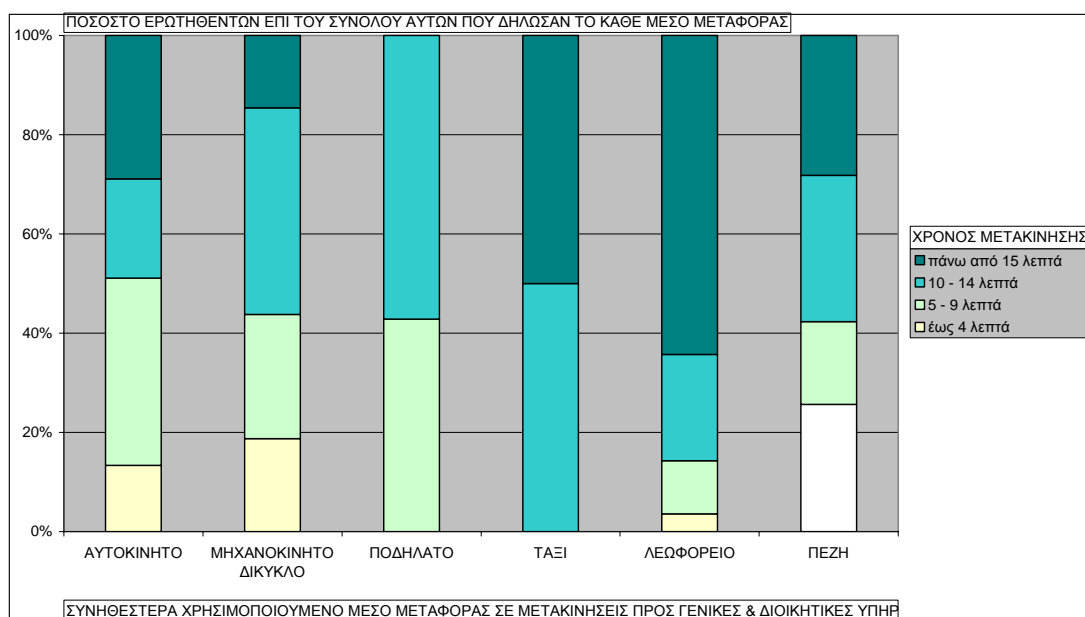
Γράφημα 5.1. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά επάγγελμα επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Γράφημα 5.1 δείχνουν με μία πρώτη ματιά πως το μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων που μετακινούνται προς τις δημόσιες υπηρεσίες με ταξί δήλωσαν 'άλλο επάγγελμα' (πρόκειται κυρίως για συνταξιούχους και οικοκυρές) ενώ κανείς δε δήλωσε δημόσιος ή ιδιωτικός υπάλληλος. Απεναντίας τα μεγαλύτερα ποσοστά ερωτηθέντων που δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν αυτοκίνητο ή μηχανοκίνητο δίκυκλο είναι δημόσιοι και ιδιωτικοί υπάλληλοι. Δεδομένου ότι οι δημόσιοι και ιδιωτικοί υπάλληλοι έχουν πιο συγκεκριμένο ωράριο εργασίας σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες, εικάζουμε ότι η επιλογή του μέσου μεταφοράς είναι πιθανόν να συνδέεται με το γεγονός ότι ο χρόνος τους είναι περιορισμένος και απαιτούν γρήγορη μετακίνηση και εξυπηρέτηση από τις δημόσιες υπηρεσίες.

Αν υποθέσουμε ότι όντως ο χρόνος αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα για τους υπαλλήλους που κινούνται ενδεχομένως πιεσμένοι όταν πρόκειται να επισκεφθούν υπηρεσίες των οποίων το ωράριο συμπίπτει με το ωράριο εργασίας τους, ίσως παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η εξέταση των αποτελεσμάτων για συγκεκριμένη κατηγορία υπηρεσιών. Οι γενικές και διοικητικές υπηρεσίες είναι μία ενδιαφέρουσα περίπτωση αφού του ωραρίου τους ως επί το πλείστον συμπίπτει με το πρωινό ωράριο εργασίας των περισσότερων υπαλλήλων. Τα επόμενα Γραφήματα 5.2 και 5.3 απεικονίζουν συνδυαστικά τις κατηγορίες του χρόνου μετακίνησης προς γενικές & διοικητικές υπηρεσίες και την επαγγελματική ιδιότητα των ατόμων με το μέσο μεταφοράς που επιλέχθηκε για τη συγκεκριμένη υπηρεσία (γενική ή διοικητική) όπου ερωτήθηκαν.



Γράφημα 5.2. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά επάγγελμα επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς προς γενικές και διοικητικές υπηρεσίες

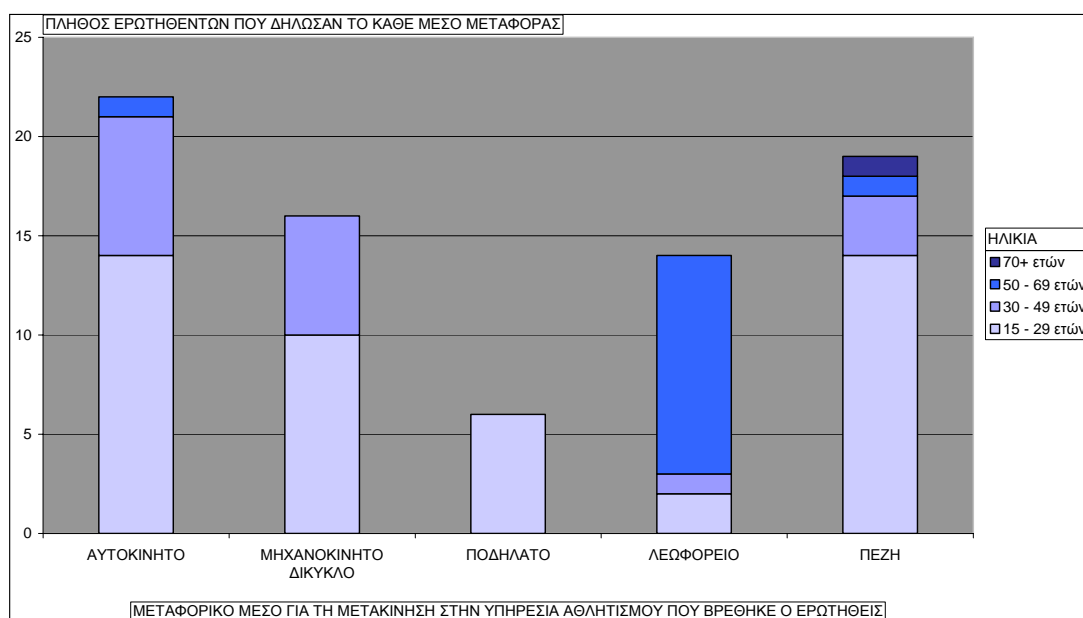


Γράφημα 5.3. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά κατηγορία χρόνου μετακίνησης επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς προς γενικές και διοικητικές υπηρεσίες

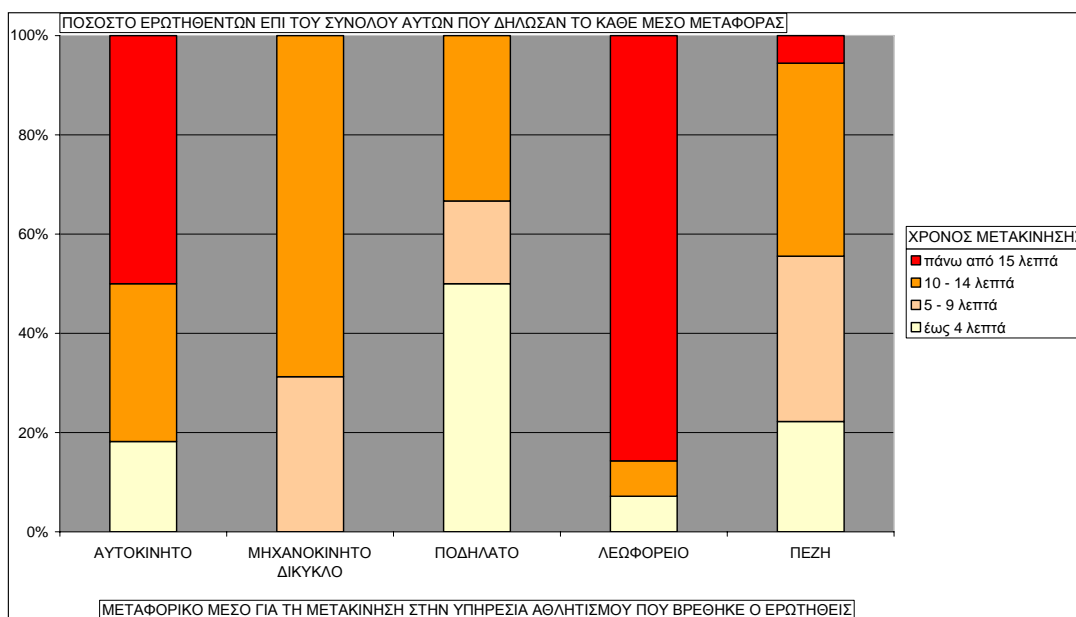
Συνδυάζοντας τις πληροφορίες που παρέχουν τα Γραφήματα 5.2 και 5.3 παρατηρούμε ότι σχεδόν το 50% των ατόμων που χρησιμοποιούν αυτοκίνητο δε χρειάζονται πάνω από 10 λεπτά για να μεταβούν στις

υπηρεσίες ενώ και με μηχανοκίνητο δίκυκλο τα αποτελέσματα κινούνται στην ίδια λογική. Η χρήση αυτοκινήτου ή μηχανοκίνητου δίκυκλου ίσως τελικά να αποδεικνύει ότι οι υπάλληλοι κινούνται πιεσμένοι χρονικά προς τις γενικές υπηρεσίες καταλήγοντας στην επιλογή των συγκεκριμένων μέσων που φαίνεται να τους προσφέρουν σχετικά γρήγορη μετάβαση στις υπηρεσίες. Το γεγονός αυτό μπορεί αποτελεί μία ένδειξη της συσχέτισης που μπορεί να έχει η επιλογή του μεταφορικού μέσου από συγκεκριμένες ομάδες πληθυσμού όπως οι δημόσιοι και ιδιωτικοί υπάλληλοι με την επαγγελματική τους ιδιότητα.

Η επιλογή του μεταφορικού μέσου μπορεί να συσχετιστεί και με άλλες παραμέτρους που εξετάζονται στα ερωτηματολόγια όπως για παράδειγμα με την ηλικία των ερωτηθέντων. Απομονώνοντας τις υπηρεσίες αθλητισμού για τις οποίες δεν είναι προφανές ότι ο χρόνος μετακίνησης παίζει σημαντικότερο ρόλο όπως στην προηγούμενη περίπτωση των γενικών υπηρεσιών, λαμβάνουμε συνδυαστικά αποτελέσματα που φαίνονται στα Γραφήματα 5.4 και 5.5:



Γράφημα 5.4. Πλήθος ερωτηθέντων ανά κατηγορία ηλικίας και δηλωθέν μέσο μεταφοράς σε υπηρεσίες αθλητισμού



Γράφημα 5.5. Ποσοστό ερωτηθέντων ανά κατηγορία χρόνου μετακίνησης προς υπηρεσία αθλητισμού επί του συνόλου των ερωτηθέντων που δήλωσαν κάθε μέσο μεταφοράς

Το πλήθος των ατόμων που χρησιμοποιεί αυτοκίνητο για τη μετάβασή του σε υπηρεσίες αθλητισμού είναι το μεγαλύτερο από όλα τα υπόλοιπα μέσα ενώ στη δεύτερη θέση βρίσκεται η επιλογή της μετακίνησης με τα πόδια. Η επιλογή του λεωφορείου είναι όπως φαίνεται η κύρια επιλογή ατόμων ηλικίας από 50 - 69 ετών ενώ το αυτοκίνητο και το περπάτημα αποτελούν επιλογές των νέων από 15 - 29 ετών χωρίς να παραλειφθεί το ποδήλατο που χρησιμοποιείται μόνο από αυτή την ηλικιακή κατηγορία. Στο Γράφημα 5.5 ο παράγοντας χρόνος μοιάζει να μην απασχολεί την πλειοψηφία των ατόμων αφού στις πολυπληθέστερες κατηγορίες (αυτοκίνητο, πεζή και δίκυκλο) το ποσοστό των ατόμων που χρειάζεται πάνω από 10 λεπτά για να μεταβεί στις υπηρεσίες είναι ιδιαίτερα υψηλό.

5.2.2. Υπολογισμός ποσοστού υπηρεσιών σε κάθε περιοχή

Η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων έχει ως στόχο τη διαμόρφωση εκείνων των μεταβλητών που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη φάση πρόβλεψης των ροών στην πόλη του Βόλου. Μία από τις βασικές έννοιες που πρέπει να εκφραστούν είναι και η έννοια της έλξης μίας περιοχής

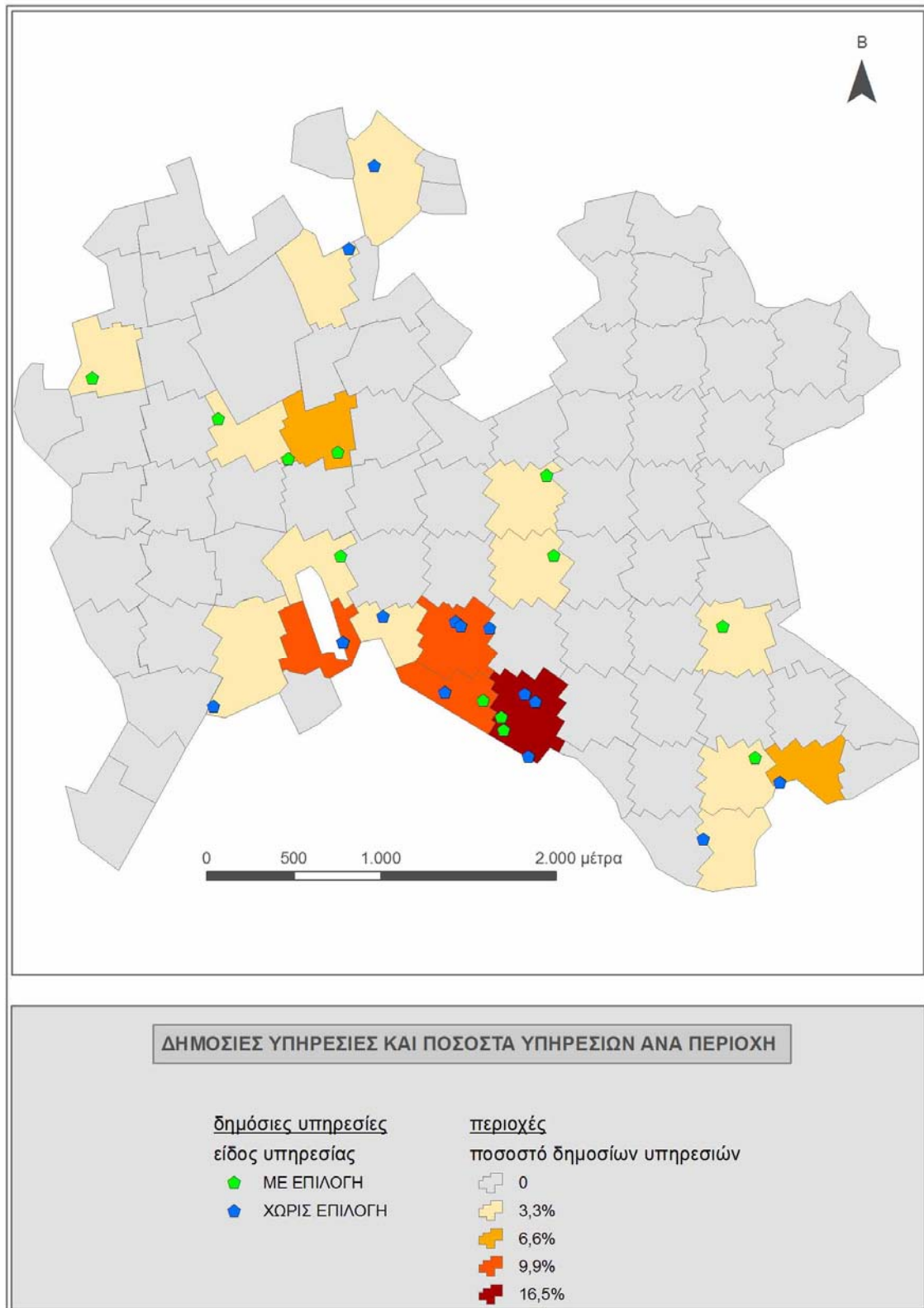
για τις ροές ατόμων. Στην περίπτωση των ροών προς δημόσιες υπηρεσίες, η έννοια αυτή θα μπορούσε να ήταν το πλήθος των υπηρεσιών που υπάρχουν σε μια περιοχή δημιουργώντας έτσι έναν παράγοντα έλξης των ατόμων προς αυτή. Ακόμη καλύτερα, η έννοια αυτή εκφράζεται με τη μορφή ποσοστού και συγκεκριμένα ως το ποσοστό υπηρεσιών που υπάρχει σε μια περιοχή επί του συνόλου των υπηρεσιών στην πόλη του Βόλου.

Έχοντας ως δεδομένα τα όρια των περιοχών σε ψηφιακό υπόβαθρο, όπου δημιουργήθηκαν κατόπιν επίθεσης καννάβου βήματος 500 μέτρων πάνω στην περιοχή μελέτης, ο υπολογισμός του πλήθους των υπηρεσιών σε κάθε περιοχή γίνεται με τη χρήση εργαλείων που παρέχουν τα ΓΣΠ. Συγκεκριμένα, κάθε περιοχή στο ψηφιακό υπόβαθρο αποκτά μια καινούρια πληροφορία που αφορά στο πλήθος των υπηρεσιών που βρίσκονται εντός της.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η 'σύνδεση περιγραφικών πληροφοριών βάσει της χωρικής θέσης' (join attributes based on spatial location) σύμφωνα με την οποία για κάθε περιοχή εντοπίζονται οι υπηρεσίες που βρίσκονται στο εσωτερικό της και υπολογίζονται τόσο το πλήθος τους όσο και τα χαρακτηριστικά τους (με συγκεντρωτικό τρόπο που επιλέγεται από τον χρήστη). Στη συνέχεια είναι επόμενο να υπολογιστεί και το ποσοστό των υπηρεσιών που βρίσκονται σε κάθε περιοχή παρέχοντας έτσι την επιθυμητή πληροφορία.

Είναι προφανές πως η πληροφορία του ποσοστού υπηρεσιών σε κάθε περιοχή είναι γνωστή τόσο για το σύνολο των υπηρεσιών όσο και για κάθε κατηγορία ξεχωριστά (ΜΕ και ΧΕ). Επιπλέον, δεδομένου ότι μία περιοχή μπορεί να αποτελεί 'προέλευση' για κάποια συγκεκριμένη ροή, για κάποια άλλη μπορεί να είναι 'προορισμός'. Το γεγονός αυτό οδηγεί ουσιαστικά σε πληροφορία με διπλή υπόσταση: ποσοστό υπηρεσιών περιοχής προέλευσης και ποσοστό υπηρεσιών περιοχής προορισμού για κάποια άλλη περίπτωση.

Στο Χάρτη 5.5 απεικονίζονται τα όρια των περιοχών κατάλληλα χρωματισμένα ώστε να αποδίδουν το ποσοστό δημοσίων υπηρεσιών που βρίσκονται σε καθεμία παράλληλα με τις θέσεις των δημοσίων υπηρεσιών ανά είδος (ΜΕ και ΧΕ).



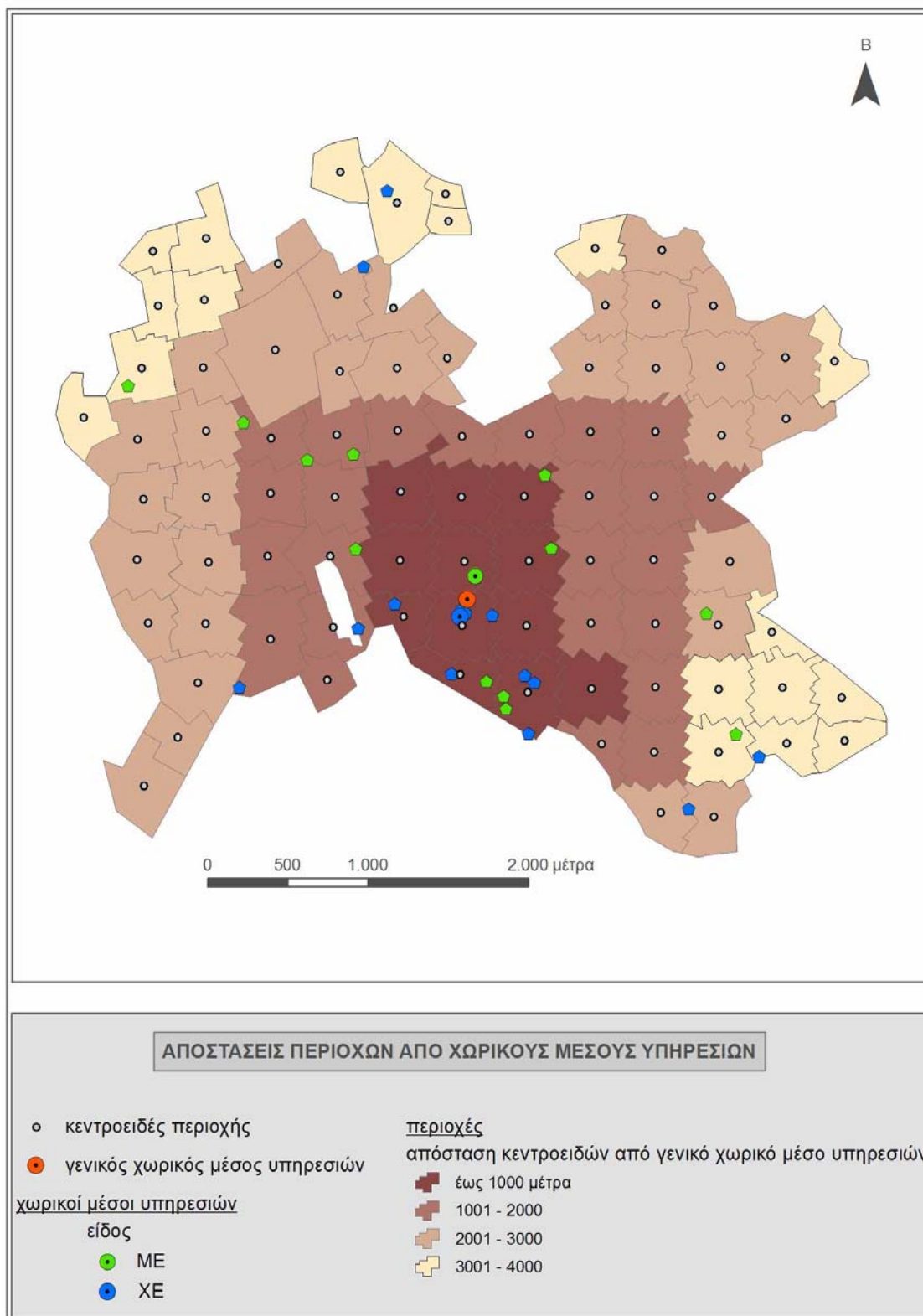
Χάρτης 5.5. Δημόσιες υπηρεσίες ανά είδος και ποσοστά υπηρεσιών ανά περιοχή

Όπως φαίνεται στο Χάρτη 5.5, οι περιοχές που καλύπτουν μεγάλο μέρος του εμπορικού κέντρου του Βόλου παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά δημοσίων υπηρεσιών και μάλιστα στην πλειοψηφία τους χωρίς δυνατότητα επιλογής τους. Πρόκειται κυρίως για πανεπιστημιακές σχολές αλλά και υπηρεσίες μοναδικές στην πόλη και άρα επίσης χωρίς δυνατότητα επιλογής όπως είναι τα Δικαστήρια, το Τελωνείο, το Λιμεναρχείο κ.α. Όσο απομακρύνεται κανείς από το κέντρο μειώνονται μεν τα ποσοστά υπηρεσιών ανά περιοχή αλλά παράλληλα φαίνεται να κυριαρχούν οι υπηρεσίες με επιλογή έναντι αυτών χωρίς που συγκεντρώνονται κυρίως στο κέντρο.

5.2.3. Υπολογισμός απόστασης περιοχών από χωρικό μέσο υπηρεσιών

Παράλληλα με την προαναφερθείσα έννοια του ποσοστού υπηρεσιών σε μια περιοχή, εξετάζεται και μία άλλη παράμετρος που θα μπορούσε να παίζει σημαντικό ρόλο ως παράγων έλξης σε μια περιοχή. Πρόκειται για τη σχετική θέση μιας περιοχής σε σχέση με το σύνολο των θέσεων των δημοσίων υπηρεσιών δηλαδή κατά πόσο μία περιοχή βρίσκεται σχετικά κοντά ή μακριά από το σημείο εκείνο όπου τείνουν να συγκεντρώνονται οι υπηρεσίες.

Ο χωρικός μέσος μπορεί να εκφράσει το σημείο αυτό και παράλληλα η απόσταση μιας περιοχής από το σημείο αυτό μπορεί να αποδώσει την παράμετρο αυτή που μπορεί να αποτελέσει παράγοντα έλξης της περιοχής. Με τη χρήση των εργαλείων των ΓΣΠ υπολογίζεται ο χωρικός μέσος των δημοσίων υπηρεσιών και στη συνέχεια υπολογίζονται οι αποστάσεις (κατά μήκος του οδικού δικτύου) των κεντροειδών των περιοχών από το σημείο του χωρικού μέσου. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε είδος υπηρεσιών δηλαδή για υπηρεσίες ΜΕ και ΧΕ, μετρώντας κάθε φορά αποστάσεις από τον αντίστοιχο χωρικό μέσο. Ακολουθεί η απεικόνιση των παραπάνω αποτελεσμάτων στον Χάρτη 5.6.



Χάρτης 5.6. Αποστάσεις κεντροειδών περιοχών από γενικό χωρικό μέσο υπηρεσιών και χωρικούς μέσους ΜΕ και ΧΕ υπηρεσιών

Στο Χάρτη 5.6 απεικονίζονται τόσο οι χωρικοί μέσοι των υπηρεσιών όσο και οι περιοχές χρωματισμένες σύμφωνα με την απόστασή τους από το χωρικό μέσο όλων των υπηρεσιών. Όπως είναι προφανές, οι χωρικοί μέσοι τόσο κάθε ομάδας υπηρεσιών (ΜΕ και ΧΕ) όσο του συνόλου των υπηρεσιών (γενικός) βρίσκονται πολύ κοντά στο κομμάτι εκείνο της πόλης του Βόλου που αποκαλείται 'εμπορικό κέντρο'. Επιπλέον, παρατηρείται πως οι περιοχές που απέχουν περισσότερο από το γενικό χωρικό μέσο των υπηρεσιών είναι αυτές που βρίσκονται στα νοτιοανατολικά και βορειοδυτικά τμήματα της πόλης.

5.2.4. Προσδιορισμός ροών

Η βασική έννοια που καλείται να ερευνηθεί η παρούσα διατριβή είναι οι μετακινήσεις-ροές ατόμων προς τις δημόσιες υπηρεσίες. Συγκεκριμένα, καταγράφονται οι συγκεκριμένες ροές ατόμων όπως αυτές προκύπτουν από τα στοιχεία των συνεντεύξεων δεδομένου ότι δίνονται τόσο το σημείο άμεσης προέλευσης όσο και το σημείο προορισμού που δεν είναι άλλο από το σημείο συνέντευξης (δημόσια υπηρεσία). Γνωρίζοντας επιπλέον σε ποια περιοχή βρίσκεται το κάθε σημείο, είτε προέλευσης είτε προορισμού, είναι δυνατόν να παραχθούν και οι συνολικές ροές ατόμων από μία περιοχή προς κάποια άλλη. Η ροή βέβαια θεωρείται ότι διαμορφώνεται σύμφωνα με τη συντομότερη διαδρομή κατά μήκος του οδικού δικτύου οπότε και όλα τα σχετικά μεγέθη όπως π.χ. το μήκος της διαδρομής καθορίζονται από το γεγονός αυτό.

Κάθε ζευγάρι περιοχών μεταξύ των οποίων πραγματοποιείται ροή ατόμων αποτελεί και ξεχωριστή παρατήρηση η οποία περιλαμβάνει ουσιαστικά το σύνολο των ατόμων που κινείται από τη μία περιοχή στην άλλη τηρώντας παράλληλα την κατεύθυνση της ροής. Για παράδειγμα, το σύνολο ροών από μία περιοχή Α προς μία Β αποτελεί ξεχωριστή παρατήρηση από το σύνολο των ροών από την περιοχή Β προς την Α.

Η ροή ατόμων ως μέγεθος διαμορφώνεται τελικώς ως ποσοστό ατόμων που κινούνται από μία περιοχή Α προς μία περιοχή Β επί του

συνολικώς μετακινούμενου πληθυσμού με αφετηρία την περιοχή Α. Η επιλογή της μορφής ποσοστού επιλέγεται σε πολλές από τις μεταβλητές δεδομένου ότι με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται η ύπαρξη μεγάλης διακύμανσης μεταξύ των τιμών της ίδιας μεταβλητής αλλά επιπλέον και της διακύμανσης μεταξύ των τιμών διαφορετικών μεταβλητών. Επιπλέον, η έννοια του ποσοστού γίνεται πιο εύκολα αντιληπτή από ότι τα απόλυτα νούμερα δεδομένου ότι η κλίμακα είναι ενιαία και δεν απαιτείται φυσικά η γνώση των απόλυτων τιμών ('20% μετακινούμενων ατόμων' είναι μια αντιληπτή έννοια χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζει κανείς το γενικό σύνολο, αν δηλαδή κινούνται τα 20 από τα 100 ή τα 40 από τα 200 άτομα).

Όπως είναι φυσικό, ο προσδιορισμός των ροών από περιοχή σε περιοχή έγινε τόσο για μετακινήσεις που αφορούν στο σύνολο των δημοσίων υπηρεσιών αλλά και για κάθε επιμέρους ομάδα υπηρεσιών (ΜΕ και ΧΕ). Τα ποσοστά των ροών υπολογίστηκαν επομένως επί του συνόλου του πληθυσμού μιας περιοχής που κινείται: α. γενικά προς υπηρεσίες, β. μόνο προς υπηρεσίες ΜΕ και γ. μόνο προς υπηρεσίες ΧΕ. Προκύπτουν με αυτόν τον τρόπο τρία ουσιαστικά μεγέθη τα οποία πρέπει να συσχετιστούν με τις υπόλοιπες μεταβλητές που προκύπτουν τόσο από τα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των συνεντεύξεων όσο και από τη διαδικασία υπολογισμού ποσοστών υπηρεσιών και αποστάσεων περιοχών από τους χωρικούς μέσους υπηρεσιών όπως περιγράφηκαν προηγουμένως.

Η συσχέτιση αυτή πραγματοποιείται μέσω της διαδικασίας πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μέσω της οποίας διαμορφώνονται τελικώς τρία μοντέλα πρόβλεψης ροών ατόμων σε συνάρτηση με τις υπόλοιπες μεταβλητές που αναφέρονται λεπτομερώς στη συνέχεια. Συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα μοντέλο που αφορά στις μετακινήσεις προς όλες τις υπηρεσίες και άλλων δύο για τις δύο ομάδες μετακινήσεων που προκύπτουν για υπηρεσίες ΜΕ και ΧΕ.

5.3. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΡΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΡΟΩΝ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και περιγράφονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας παλινδρόμησης με το στατιστικό πακέτο SPSS. Η διαδικασία της παλινδρόμησης εφαρμόστηκε σε τρεις ομάδες μεταβλητών: α. γενική ομάδα μεταβλητών για ροές προς όλες τις δημόσιες υπηρεσίες, β. ομάδα μεταβλητών για ροές προς τις δημόσιες υπηρεσίες για τις οποίες παρέχεται δυνατότητα επιλογής (υπηρεσίες ΜΕ) και γ. ομάδα μεταβλητών για ροές προς τις δημόσιες υπηρεσίες για τις οποίες δεν υπάρχει δυνατότητα επιλογής ή είναι μοναδικές στην πόλη (υπηρεσίες ΧΕ).

5.3.1. Παλινδρόμηση γενικής ομάδας μεταβλητών

Το ζητούμενο της παρούσας ανάλυσης είναι η εκτίμηση των ροών που πραγματοποιούνται προς όλες τις υπηρεσίες της πόλης του Βόλου και με δεδομένο αυτό το γεγονός ορίζεται ως εξαρτημένη μεταβλητή το ποσοστό των ατόμων που κινούνται από κάθε περιοχή (προέλευση) προς μία άλλη (προορισμός) επί του συνόλου του πληθυσμού που κινείται με αφετηρία τη συγκεκριμένη προέλευση. Στη συνέχεια ορίζονται και οι ανεξάρτητες μεταβλητές και αποδίδεται ο συμβολισμός τους:

Εξαρτημένη

Y = ποσοστό ατόμων (ροή)

Ανεξάρτητες

$X_{1ελ}$ = ποσοστό υπηρεσιών που υπάρχουν στην περιοχή προέλευσης

$X_{1ορ}$ = ποσοστό υπηρεσιών που υπάρχουν στην περιοχή προορισμού

$X_{2ελ}$ = απόσταση σε μέτρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) του κεντροειδούς της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών όλης της πόλης

$X_{2ορ}$ = απόσταση σε μέτρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) του κεντροειδούς της περιοχής προορισμού από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών όλης της πόλης

X_3 =απόσταση σε χιλιόμετρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) της περιοχής προέλευσης από την περιοχή προορισμού

X_4 =ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που είναι ηλικίας 30-49 ετών

X_7 =ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που έχει στην κατοχή του μόνο αυτοκίνητο

Οι παραπάνω μεταβλητές επιλέχθηκαν τόσο με βάση τα συμπεράσματα άλλων παρόμοιων εργασιών όσο και βάσει εμπειρίας και κοινής διαίσθησης. Δεδομένου ότι το ζητούμενο είναι η εκτίμηση της ροής από μία περιοχή σε μία άλλη αντιλαμβάνεται κανείς ότι η διαδικασία έχει κάποια κοινά χαρακτηριστικά με αυτή της δημιουργίας μοντέλων βαρύτητας ή αλλιώς της προσέγγισης της χωρικής αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο περιοχών. Θα πρέπει επομένως να αναζητηθεί κάποιας μορφής «βαρύτητα» ή «έλξης» κάθε περιοχής όπως και κάποια μορφή «τριβής» ανάμεσα σε δύο περιοχές, με την ίδια λογική που αυτές οι δύο έννοιες προσδιορίζονται και σε ένα μοντέλο χωρικής αλληλεπίδρασης. Επιπλέον, αναζητείται μια σχέση μεταξύ των μεταβλητών γραμμική κατά κύριο λόγο διότι πρόκειται για μια απλή εξίσωση που όμως μπορεί να αποδώσει ακόμη και πολύπλοκα φαινόμενα.

Έχοντας ως δεδομένο τα στοιχεία που έχουν προκύψει από τα ερωτηματολόγια, η έννοια της βαρύτητας θα μπορούσε να προσδιοριστεί από τη σχετική προσφορά της περιοχής και πιο συγκεκριμένα, προσφορά σε υπηρεσίες που είναι και το αντικείμενο των μετακινήσεων των πολιτών. Οι μεταβλητές που σχετίζονται με την ύπαρξη υπηρεσιών σε μια περιοχή (σε αυτή τη φάση οι $X_{1ελ}$ και $X_{1ορ}$) μπορούν να αποδώσουν την έννοια της βαρύτητας μιας περιοχής δεδομένου ότι λογικά μία περιοχή με περισσότερες υπηρεσίες από μία άλλη θα συγκεντρώνει περισσότερες ή μεγαλύτερες ροές προς αυτήν.

Στην ίδια έννοια της βαρύτητας θα μπορούσαν να ενταχθούν και οι δύο επόμενες μεταβλητές $X_{2ελ}$ και $X_{2ορ}$ θεωρώντας ως δεδομένο ότι μία περιοχή που βρίσκεται πιο κοντά στο χωρικό μέσο όλων των υπηρεσιών της πόλης έχει

μία ευνοϊκότερη σχετική θέση έναντι μία άλλης που βρίσκεται πιο μακριά αφού πολλές φορές οι μετακινήσεις προς τις δημόσιες υπηρεσίες είναι συνδυαστικές και ο στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου μετακίνησης άρα και της απόστασης από τη μία υπηρεσία στην άλλη. Επομένως, η σχετική θέση μιας περιοχής έναντι μίας άλλης ως προς το χωρικό μέσο των υπηρεσιών θα πρέπει να εξεταστεί ως παράγοντας έλξης της ροής προς αυτήν.

Τέλος, η έννοια της «τριβής» που υπάρχει ανάμεσα σε δύο περιοχές προσδιορίζεται πλήρως από την έννοια της απόστασης μεταξύ δύο περιοχών αφού αποτελεί ένα μέγεθος που επηρεάζει άμεσα τη ροή. Είναι προφανές ότι όσο πιο μακριά βρίσκονται δυο περιοχές η μία από την άλλη τόσο μικρότερη θα είναι και η ροή που πραγματοποιείται ανάμεσά τους. Η μεταβλητή X_3 εξετάζεται με την παραπάνω λογική και αναμένεται να έχει αρνητική συσχέτιση με την εξαρτημένη αφού λογικά η ροή θα πρέπει να κινείται αντιστρόφως ανάλογα.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί πως για τον εντοπισμό των μεταβλητών και εν τέλει παλινδρομητών που να συνθέτουν ένα ικανοποιητικό μοντέλο ως προς την απόδοση των συσχετίσεων έγιναν πολλές δοκιμές με όλες τις μεταβλητές που προκύπτουν από τα στοιχεία των ερωτηματολογίων. Εφαρμόστηκαν όλες οι δυνατές μέθοδοι που παρέχονται από το στατιστικό πακέτο SPSS για πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση όπως η *stepwise*, *forward*, *backward* αλλά και *enter*, μέθοδοι που διακρίνονται κυρίως για τον τρόπο με τον οποίο προσθέτουν ή αφαιρούν μεταβλητές από την παλινδρόμηση. Τελικώς όμως οι 7 μεταβλητές που επιλέχθηκαν απέδωσαν το μοντέλο με τα καλύτερα χαρακτηριστικά.

Βέβαια, κάποιες από τις μεταβλητές δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή οπότε και ήταν απαραίτητη η μετατροπή τους. Πρόκειται για τις 4 πρώτες μεταβλητές $X_{1ελ}$ $X_{1ορ}$ $X_{2ελ}$ $X_{2ορ}$ που αφορούν στα ποσοστά των υπηρεσιών και τις αποστάσεις των περιοχών από τα κεντροειδή των υπηρεσιών καθώς και την εξαρτημένη Y . Επιλέχθηκε η μετατροπή της δημιουργίας λογαρίθμων σύμφωνα με την οποία ο παλινδρομητής είναι ουσιαστικά ο δεκαδικός λογάριθμος της τιμής της μεταβλητής. Δεδομένου

όμως ότι στη μεταβλητή $X_{1ελ}$ υπάρχουν και μηδενικές τιμές, ο παλινδρομητής ουσιαστικά ορίζεται ως $\log(X_{1ελ} + 0,5)$ αφού ο λογάριθμος του μηδενός δεν ορίζεται. Αποτελεί συνήθη πρακτική η πρόσθεση κάποιου αριθμού στις τιμές της μεταβλητής που εμφανίζει μηδενικές τιμές και η ποσότητα 0,5 θεωρείται ανεκτή αφού προστιθέμενη στις τιμές δεν προκαλεί μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ τους. Οι υπόλοιπες τέσσερις μεταβλητές που αναφέρθηκαν λογαριθμούνται ως έχουν αφού δεν παρουσιάζουν μηδενικές τιμές. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης των επτά παλινδρομητών που αναφέρθηκαν παραπάνω όπως αυτά προέκυψαν από την επεξεργασία με το SPSS.

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F Change	df1	df2	Sig. F Change	Durbin-Watson
0,651	0,423	0,408	0,279	26,652	7	254	0,000	1,521

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	14,551	7	2,079	26,652	0,000
Residual	19,811	254	0,078		
Total	34,362	261			

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
constant	-3,302	0,264		-12,528	0,000		
$\log(X_{1ελ} + 0,5)$	-2,146	0,582	-0,191	-3,686	0,000	0,843	1,187
$\log X_{1ορ}$	0,310	0,072	0,230	4,303	0,000	0,795	1,257
$\log X_{2ελ}$	0,616	0,064	0,499	9,682	0,000	0,856	1,169
$\log X_{2ορ}$	0,133	0,063	0,121	2,126	0,034	0,706	1,416
X_3	-0,057	0,017	-0,174	-3,396	0,01	0,865	1,156
$X_{4(2)}$	0,175	0,087	0,099	2,021	0,044	0,944	1,060
X_7	0,184	0,090	0,100	2,029	0,044	0,943	1,060

Πίνακας 5.2. Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με παλινδρομητές για όλες τις δημόσιες υπηρεσίες

Στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας γραμμικής παλινδρόμησης και συνίστανται κυρίως σε τμήματα: α. σύνοψη μοντέλου (model summary), β. ανάλυση διακύμανσης του μοντέλου (ANOVA) και γ. συντελεστές παλινδρόμησης (regression coefficients).

Ο πρώτος πίνακας της σύνοψης του μοντέλου δίνει καταρχήν την τιμή του συντελεστή προσδιορισμού R^2 (R square) που στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει τιμή $R^2 = 0,423$ η οποία θεωρείται ικανοποιητική αφού είναι αρκετά μεγαλύτερη του μηδενός. Επίσης, η μεγάλη τιμή του $F = 26,652$ δείχνει ότι το μοντέλο αυξάνει ικανοποιητικά την ικανότητά του ως προς την πρόβλεψη και φυσικά καταρρίπεται η μηδενική υπόθεση της μη συσχέτισης της εξαρτημένης με τουλάχιστον έναν από τους παλινδρομητές αφού και το επίπεδο σημαντικότητας του τεστ (Sig.) είναι σχεδόν μηδενικό και $\text{Sig.} < 0,05$ (το διάστημα εμπιστοσύνης έχει ληφθεί για όλες τις επεξεργασίες ίσο με 0.05). Τέλος, δίνεται και η τιμή του δείκτη αυτοσυσχέτισης (Durbin-Watson) η οποία δε δείχνει σαφή ύπαρξη αυτοσυσχέτισης.

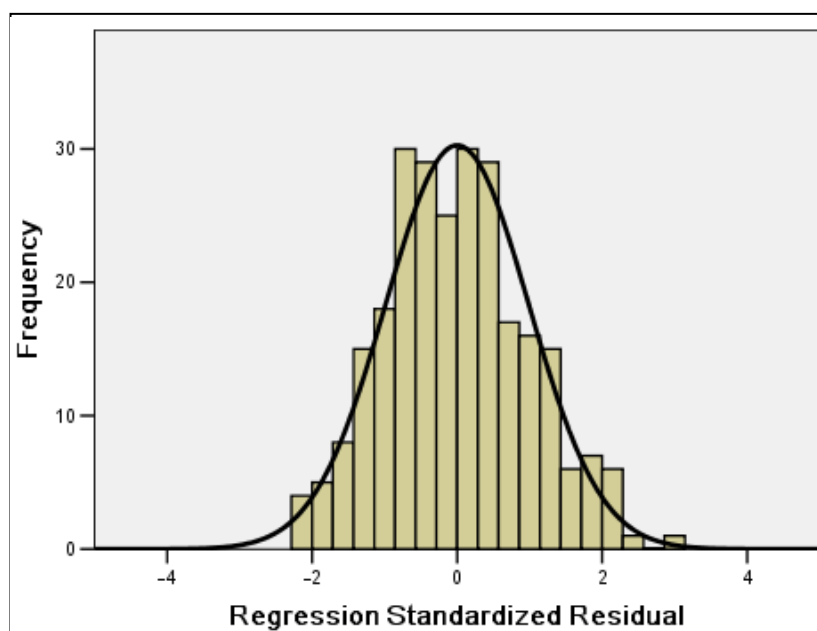
Ο επόμενος πίνακας της ανάλυσης διακύμανσης δίνει επιπλέον τα αθροίσματα των τετραγώνων (sum of squares) καθώς και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square) τόσο των τιμών που προσαρμόζονται καλώς στη γραμμή παλινδρόμησης όσο και των τιμών των καταλοίπων (residuals), τιμές από τις οποίες προκύπτουν τόσο το R^2 όσο και το F .

Στον τρίτο πίνακα δίνονται τα χαρακτηριστικά των συντελεστών παλινδρόμησης όπως αυτά προέκυψαν για το συγκεκριμένο μοντέλο. Η στήλη των συντελεστών (unstandardized coefficients) δίνει τις τιμές των συντελεστών των παλινδρομητών καθώς και τη σταθερά (constant) της γραμμής παλινδρόμησης. Οι τυποποιημένοι συντελεστές (Beta) είναι οι συντελεστές που προκύπτουν αν τυποποιηθούν όλες οι συμμετέχουσες μεταβλητές και έπειτα ενταχθούν στην παλινδρόμηση οπότε ουσιαστικά απαλλάσσουν τον όλο σχολιασμό των τιμών από την ύπαρξη διαφορετικών μονάδων μέτρησης. Θεωρείται ότι από τις τιμές αυτών των συντελεστών μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για το κατά πόσο μία ανεξάρτητη μεταβλητή επιδρά περισσότερο ή όχι στις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής. Από τις τιμές των Beta φαίνεται πως η απόσταση της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών επιδρά περισσότερο στις ροές από ότι π.χ. η απόσταση της περιοχής προορισμού ($0,499 > 0,121$). Άρα όσο πιο μακριά βρίσκεται μια περιοχή από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών τόσο μεγαλύτερη

ροή θα αναπτυχθεί από άτομα που φεύγουν από αυτή προς ανεύρεση ίσως μιας περιοχής πιο κοντά στις υπηρεσίες.

Επίσης, δίνονται και τα επίπεδα σημαντικότητας των συντελεστών δείχνοντας ότι οι συντελεστές δε φαίνεται να έχουν προκύψει τυχαία αλλά είναι στατιστικά σημαντικοί ($\text{Sig.} < 0,05$) καθώς και ο δείκτης VIF του οποίου οι τιμές είναι ικανοποιητικές και δε δείχνουν σαφή ύπαρξη συγγραμμικότητας ($\text{VIF} < 4$). Τέλος, το μοντέλο εξετάζεται και ως προς την κανονικότητα των καταλοίπων της παλινδρόμησης και παράλληλα την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας που μπορεί να στρεβλώσει τα αποτελέσματα (κυρίως τους συντελεστές) της γραμμικής παλινδρόμησης.

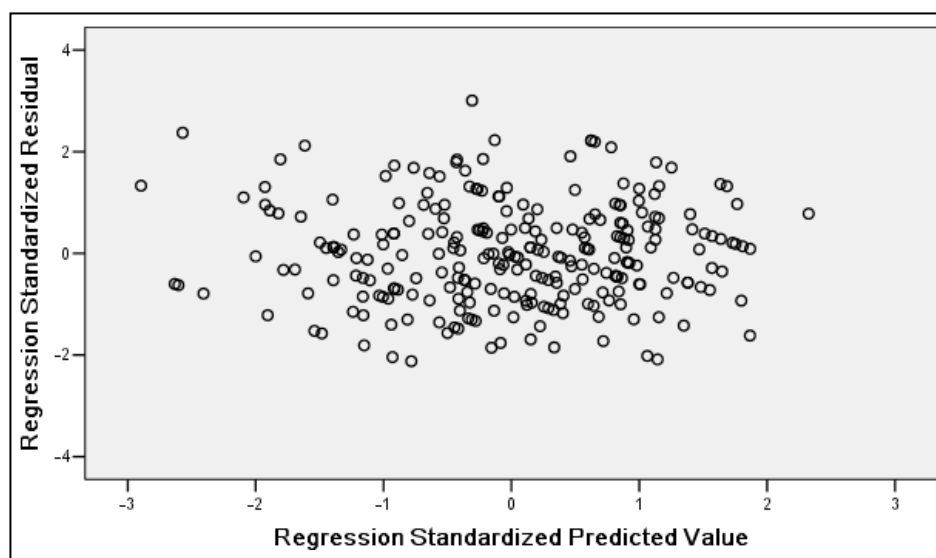
Στο Γράφημα 5.6 που ακολουθεί φαίνεται το ιστόγραμμα συχνοτήτων των καταλοίπων της παλινδρόμησης, με την ταυτόχρονη παρουσία και της καμπύλης της κανονικής κατανομής, από το οποίο μπορεί να φανεί αν τα κατάλοιπα ακολουθούν κανονική κατανομή πληρώντας έτσι μία από τις βασικές υποθέσεις της παλινδρόμησης.



Γράφημα 5.6. Ιστόγραμμα συχνοτήτων τυποποιημένων τιμών των καταλοίπων παλινδρόμησης (γενικό μοντέλο)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω ιστόγραμμα οι τιμές των καταλοίπων ακολουθούν την κανονική κατανομή χωρίς εμφανή σημάδια κύρτωσης ή στρέβλωσης.

Στο Γράφημα 5.7 που ακολουθεί φαίνεται το γράφημα για τον έλεγχο της ετεροσκεδαστικότητας στον άξονα Χ του οποίου βρίσκονται οι τυποποιημένες προβλεφθείσες τιμές της παλινδρόμησης ενώ στον άξονα Υ τα τυποποιημένα κατάλοιπα της παλινδρόμησης.



Γράφημα 5.7. Γράφημα τυποποιημένων τιμών για ανίχνευση ετεροσκεδαστικότητας του γενικού μοντέλου

Δεδομένου ότι τα σημεία τομής των τιμών των δύο αξόνων βρίσκονται τοποθετημένα υπό τη μορφή νέφους συγκεντρωμένου γύρω από την τιμή μηδέν του άξονα Χ, έχουμε σαφή ένδειξη ομοσκεδαστικότητας οπότε και καλύπτεται μία από τις βασικές υποθέσεις της παλινδρόμησης.

Η εξίσωση που εκφράζει τελικώς τη σχέση της εξαρτημένης με τους παλινδρομητές είναι:

$$\log Y = -3.302 - 2.146 \log(X_{1ελ} + 0,5) + 0.31 \log X_{1op} + 0.616 \log X_{2ελ} + 0.133 \log X_{2op} - 0.057 X_3 + 0.175 X_4 + 0.184 X_7$$

Από την παραπάνω εξίσωση προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις μεταξύ των παλινδρομητών και της εξαρτημένης μεταβλητής:

- Μία αύξηση του $X_{1ελ}+0,5$ κατά 1% θα προκαλέσει μείωση στο Y κατά 214,6% δηλαδή αναμένεται να υποτετραπλασιαστεί. Το συμπέρασμα είναι αναμενόμενο αφού είναι λογικό μια αύξηση του ποσοστού υπηρεσιών σε μία περιοχή να προκαλέσει σαφή μείωση στις εξερχόμενες ροές αφού η περιοχή αποκτά άλλη βαρύτητα και δεν απωθεί προς άλλες περιοχές τις μετακινήσεις.
- Μία αύξηση του X_{1op} κατά 1% θα προκαλέσει αύξηση στο Y κατά 31%. Είναι πράγματι αναμενόμενο μία αύξηση του ποσοστού δημοσίων υπηρεσιών που υπάρχει σε μία περιοχή να συνεπάγεται και αύξηση των μετακινήσεων για εξυπηρέτηση προς αυτήν.
- Μία αύξηση του $X_{2ελ}$ κατά 1% θα προκαλέσει μια σχετική αύξηση στο Y κατά 61,6% γεγονός που εξηγείται αφού αν αυξηθεί η απόσταση της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών τότε θα παρουσιαστεί μια αύξηση των μετακινήσεων προς άλλες περιοχές ίσως προς ανεύρεση κάποιας περιοχής πιο κοντινής στο χωρικό μέσο.
- Μία αύξηση του X_{2op} κατά 1% αναμένεται να προκαλέσει μια σχετική αύξηση του Y κατά 13,3% γεγονός που δεν εξηγείται απόλυτα με την κοινή λογική αφού αν έχουμε αύξηση της απόστασης της περιοχής προορισμού από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών δε συνεπάγεται και αύξηση των ροών προς τα εκεί. Όμως ο συντελεστής αυτός έχει περισσότερο νόημα αν συγκρίνουμε τους beta συντελεστές των δύο μεταβλητών $X_{2ελ}$ και X_{2op} ($0,499 > 0,121$) όπου όπως προλέχθηκε φαίνεται πως η απόσταση της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών επιδρά περισσότερο στις ροές από ότι η απόσταση της περιοχής προορισμού, γεγονός απόλυτα αναμενόμενο και λογικό.
- Μία αύξηση του X_3 κατά 1 μονάδα αναμένεται να μειώσει κατά 5,7% το Y δηλαδή μία αύξηση της απόστασης δύο περιοχών κατά 1 χιλιόμετρο προκαλεί μείωση των ροών μεταξύ τους γεγονός αναμενόμενο και λογικό.

- Μία αύξηση του $X_{4(2)}$ κατά 1 μονάδα προκαλεί σχετική αύξηση του Y κατά 17,5% δηλαδή αύξηση του ποσοστού των ατόμων ηλικίας 30-49 ετών στην περιοχή προέλευσης αυξάνει τις ροές που παράγονται από εκεί προς άλλες περιοχές. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι οι παραπάνω ηλικίες σχετίζονται άμεσα με την παραγωγή μετακινήσεων, κάτι που φαίνεται λογικό αφού άνθρωποι τέτοιας ηλικιακής κατηγορίας θεωρούνται ως το πιο ενεργό κομμάτι του πληθυσμού με πλήθος υποχρεώσεων που αναγκαστικά πρέπει να κινούνται προς υπηρεσίες για την εκπλήρωσή τους.
- Τέλος, μία αύξηση του X_7 κατά μία μονάδα αυξάνει το Y κατά 18,4% δηλαδή αύξηση του πλήθους των ατόμων σε μία περιοχή οι οποίοι κατέχουν αποκλειστικά και μόνο αυτοκίνητο ως μέσο μετακίνησης προκαλεί αύξηση των μετακινήσεων από την περιοχή αυτή προς άλλες. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο αφού πράγματι η κατοχή αυτοκινήτου αποτελεί μία βασική προϋπόθεση για τη μετακίνηση μέσα στην πόλη προς διάφορες δημόσιες υπηρεσίες δεδομένης και της κεντρικής θέσης των χωρικών μέσων των υπηρεσιών που καθιστά τη μετακίνηση από περιφερειακές περιοχές δύσκολη χωρίς τη χρήση οχήματος.

5.3.2. Παλινδρόμηση ομάδας μεταβλητών για υπηρεσίες με επιλογή (ΜΕ)

Έπειτα από την παλινδρόμηση μεταβλητών για μετακινήσεις προς όλες τις δημόσιες υπηρεσίες ακολουθεί ένα επιμέρους στάδιο όπου άλλη μία παλινδρόμηση πραγματοποιείται στην προσπάθεια να αναζητηθούν ακόμη πιο εξειδικευμένες σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια. Το ζητούμενο της παρούσας ανάλυσης είναι η εκτίμηση των ροών που πραγματοποιούνται μόνο προς τις υπηρεσίες ΜΕ της πόλης του Βόλου και με δεδομένο αυτό το γεγονός ορίζεται ως εξαρτημένη μεταβλητή το ποσοστό των ατόμων που κινούνται από κάθε περιοχή (προέλευση) προς μία άλλη (προορισμός) επί του συνόλου του πληθυσμού που κινείται με αφετηρία

τη συγκεκριμένη προέλευση. Η διαφορά με την παλινδρόμηση της γενικής ομάδας είναι πως οι ροές που συμμετέχουν πλέον στην παλινδρόμηση είναι μόνο προς υπηρεσίες ΜΕ. Στη συνέχεια ορίζονται και οι ανεξάρτητες μεταβλητές και αποδίδεται ο συμβολισμός τους:

Εξαρτημένη

Y = ποσοστό ατόμων (ροή) που κινούνται μόνο προς υπηρεσίες ΜΕ

Ανεξάρτητες

$X_{1ε\lambda ME}$ =ποσοστό υπηρεσιών ΜΕ που υπάρχουν στην περιοχή προέλευσης

$X_{2ε\lambda ME}$ =απόσταση σε μέτρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) του κεντροειδούς της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών ΜΕ όλης της πόλης

$X_{2ορ ME}$ = απόσταση σε μέτρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) του κεντροειδούς της περιοχής προορισμού από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών ΜΕ όλης της πόλης

X_3 =απόσταση σε χιλιόμετρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) της περιοχής προέλευσης από την περιοχή προορισμού

$X_{4(2)}$ =ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που είναι ηλικίας 30-49 ετών

$X_{5(2+3)}$ = ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που έχουν ετήσιο εισόδημα πάνω από 8.000 ευρώ

$X_{6(1+2)}$ = ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που είναι δημόσιοι ή ιδιωτικοί υπάλληλοι

X_7 =ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που έχει στην κατοχή του μόνο αυτοκίνητο

Είναι προφανές πως σε σχέση με το μοντέλο που προέκυψε από τη γενική ομάδα μεταβλητών το μοντέλο που προκύπτει για τις υπηρεσίες ΜΕ

περιλαμβάνει περισσότερες και ειδικά από αυτές που προκύπτουν από τα στοιχεία των ερωτηματολογίων. Η λογική άλλωστε της παλινδρόμησης των επιμέρους μεταβλητών για ξεχωριστή ομάδα υπηρεσιών είχε ακριβώς αυτό το σκοπό: να συμπεριληφθούν περισσότερες μεταβλητές που αφορούν στα χαρακτηριστικά του πληθυσμού κάθε περιοχής αφού είναι αναμενόμενο πως αν υπάρχει η δυνατότητα επιλογής κάποιας υπηρεσίας έναντι κάποιας άλλης τότε αυτή θα πρέπει να επηρεάζεται και από το γενικό προφίλ του πληθυσμού που κινείται. Είναι προφανές πως κάποιος δε θα επιλέξει μια υπηρεσία ΜΕ που βρίσκεται αρκετά μακριά από μια άλλη ΜΕ αν δεν κατέχει κάποιο όχημα για να μεταβεί εκεί ή αν δε διαθέτει ένα ικανοποιητικό εισόδημα που να του επιτρέπει να επιλέξει με άνεση να μεταβεί εκεί με ταξί.

Κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές παρόλο που δεν παρουσίαζαν πρόβλημα κανονικότητας και ενώ στο γενικό μοντέλο εμφανίζονται ως έχουν, στο επιμέρους μοντέλο των υπηρεσιών ΜΕ εμφανίζονται λογαριθμημένες δεδομένου ότι η προσαρμογή τους στο μοντέλο ήταν πολύ καλύτερη με αυτή τη μετατροπή (X_3 , $X_{4(2)}$, X_7). Οι μεταβλητές που λογαριθμήθηκαν και είχαν μηδενικές τιμές καταλήγουν πάλι σε παλινδρομητές με την προσθήκη του 0,5 στη μεταβλητή έτσι ώστε να ορίζεται ο λογάριθμός τους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης των μεταβλητών που αναφέρθηκαν παραπάνω όπως αυτά προέκυψαν από την επεξεργασία με το SPSS.

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F Change	df1	df2	Sig. F Change	Durbin-Watson
0,779	0,607	0,578	0,261	21,010	8	109	0,000	1,535

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	11,438	8	1,430	21,010	0,000
Residual	7,417	109	0,068		
Total	18,855	117			

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
constant	-4,359	0,438		-9,944	0,000		
$\log(X_{1\epsilon\text{AME}}+0.5)$	-2,850	0,863	-0,235	-3,303	0,001	0,711	1,406
$\log X_{2\epsilon\text{AME}}$	0,770	0,085	0,583	9,057	0,000	0,871	1,149
$\log X_{2\text{opME}}$	0,221	0,106	0,138	2,089	0,039	0,833	1,201
$\log(X_3+0.5)$	-0,086	0,031	-0,191	-2,793	0,006	0,775	1,290
$\log(X_{4(2)}+0.5)$	0,788	0,257	0,221	3,061	0,003	0,694	1,440
$\log(X_{5(2+3)}+0.5)$	-1,329	0,284	-0,326	-4,680	0,000	0,744	1,345
$\log(X_{6(1+2)}+0.5)$	0,638	0,288	0,154	2,217	0,029	0,747	1,339
$\log(X_7+0.5)$	-0,698	0,258	-0,175	-2,704	0,008	0,861	1,162

Πίνακας 5.3. Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με παλινδρομητές για τις δημόσιες υπηρεσίες με επιλογή (ME)

Τα βασικά αποτελέσματα της διαδικασίας πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3. και πιο συγκεκριμένα τα εξής: α. σύνοψη μοντέλου (model summary), β. ανάλυση διακύμανσης του μοντέλου (ANOVA) και γ. συντελεστές παλινδρόμησης (regression coefficients).

Ο πίνακας της σύνοψης του μοντέλου δίνει την τιμή του συντελεστή προσδιορισμού R^2 (R square) που στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει τιμή $R^2 = 0,607$ η οποία θεωρείται πολύ ικανοποιητική αφού είναι πολύ μεγαλύτερη του μηδενός και μάλιστα προσεγγίζει περισσότερο τη μονάδα. Επίσης, η μεγάλη τιμή του $F = 21,010$ δείχνει ότι το μοντέλο αυξάνει ικανοποιητικά την ικανότητά του ως προς την πρόβλεψη και φυσικά καταρρίπτεται η μηδενική υπόθεση της μη συσχέτισης της εξαρτημένης με τουλάχιστον έναν από τους παλινδρομητές αφού και το επίπεδο σημαντικότητας του τεστ (Sig.) είναι σχεδόν μηδενικό και $\text{Sig.} < 0,05$. Τέλος, δίνεται και η τιμή του δείκτη

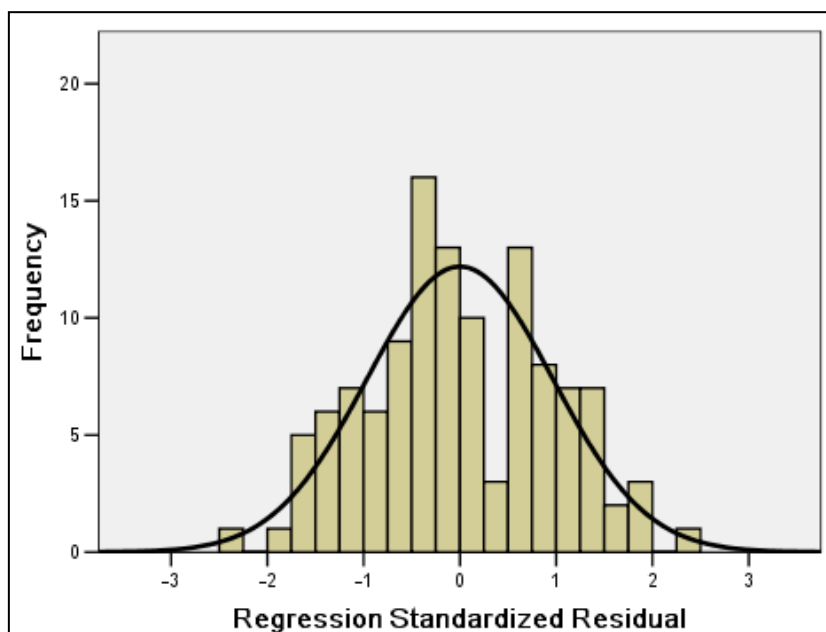
αυτοσυσχέτισης Durbin-Watson (1,535) η οποία δε δείχνει σαφή ύπαρξη αυτοσυσχέτισης αφού βρίσκεται κοντά στο 2.

Ο επόμενος πίνακας της ανάλυσης διακύμανσης δίνει επιπλέον τα αθροίσματα των τετραγώνων (sum of squares) καθώς και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square) τόσο των τιμών που προσαρμόζονται καλώς στη γραμμή παλινδρόμησης όσο και των τιμών των καταλοίπων (residuals), τιμές από τις οποίες προκύπτουν τόσο το R^2 όσο και το F.

Στον τρίτο πίνακα δίνονται τα χαρακτηριστικά των συντελεστών παλινδρόμησης όπως αυτά προέκυψαν για το συγκεκριμένο μοντέλο. Η στήλη των συντελεστών (unstandardized coefficients) δίνει τις τιμές των συντελεστών των παλινδρομητών καθώς και τη σταθερά (constant) της γραμμής παλινδρόμησης. Οι τυποποιημένοι συντελεστές (Beta) είναι οι συντελεστές που προκύπτουν αν τυποποιηθούν όλες οι συμμετέχουσες μεταβλητές και έπειτα ενταχθούν στην παλινδρόμηση οπότε ουσιαστικά απαλλάσσουν τον όλο σχολιασμό των τιμών από την ύπαρξη διαφορετικών μονάδων μέτρησης. Από τις τιμές των Beta φαίνεται πως η απόσταση της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών ΜΕ επιδρά περισσότερο στις ροές από ότι για παράδειγμα η απόσταση της περιοχής προορισμού ($0,583 > 0,138$).

Επίσης, δίνονται και τα επίπεδα σημαντικότητας των συντελεστών δείχνοντας ότι οι συντελεστές δε φαίνεται να έχουν προκύψει τυχαία αλλά είναι στατιστικά σημαντικοί (Sig.<0,05) καθώς και ο δείκτης VIF του οποίου οι τιμές είναι ικανοποιητικές και δε δείχνουν σαφή ύπαρξη συγγραμμικότητας ($VIF < 4$).

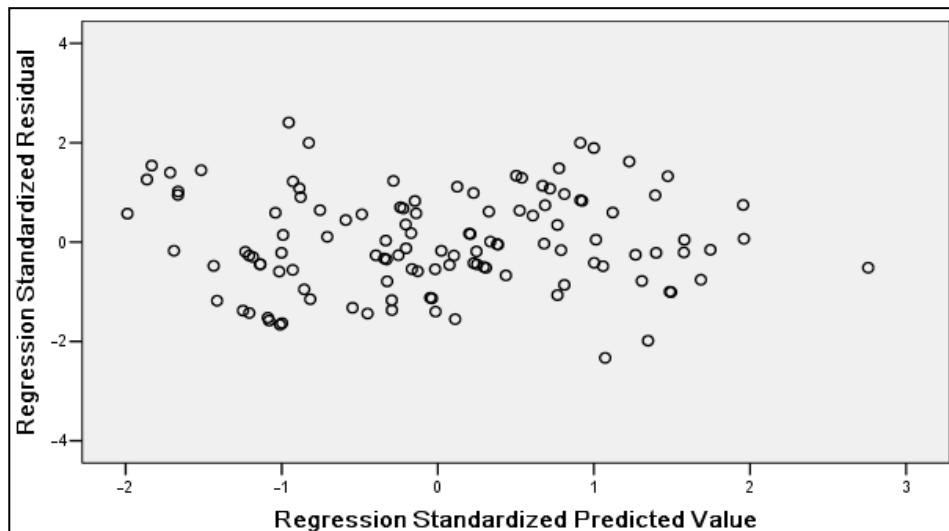
Τέλος, το μοντέλο εξετάζεται και ως προς τη κανονικότητα των τιμών των καταλοίπων της παλινδρόμησης και παράλληλα ως προς την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας που μπορεί να στρεβλώσει τα αποτελέσματα (κυρίως τους συντελεστές) της γραμμικής παλινδρόμησης. Στο Γράφημα 5.8 παρουσιάζεται το διάγραμμα κανονικής κατανομής των τιμών των καταλοίπων της παλινδρόμησης.



Γράφημα 5.8. Ιστόγραμμα συχνοτήτων τυποποιημένων τιμών των καταλοίπων παλινδρόμησης (μοντέλο υπηρεσιών ΜΕ)

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 5.8 οι τιμές των καταλοίπων ακολουθούν σχεδόν πιστά την κανονική κατανομή (καμπύλη γραμμή) με εξαίρεση μόνο ένα σύνολο τιμών ανάμεσα στο μηδέν και 1. Δεδομένου όμως ότι όλο το υπόλοιπο του διαγράμματος είναι ικανοποιητικό θεωρούμε ότι έχουμε κανονική κατανομή των καταλοίπων της παλινδρόμησης.

Στο Γράφημα 5.9 φαίνεται το γράφημα για τον έλεγχο της ετεροσκεδαστικότητας στον άξονα Χ του οποίου βρίσκονται οι τυποποιημένες προβλεφθείσες τιμές της παλινδρόμησης ενώ στον άξονα Υ τα τυποποιημένα κατάλοιπα της παλινδρόμησης.



Γράφημα 5.9. Γράφημα τυποποιημένων τιμών για ανίχνευση ετεροσκεδαστικότητας του μοντέλου για υπηρεσίες ΜΕ

Από το Γράφημα 5.9 φαίνεται ότι δεν υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα στο μοντέλο των υπηρεσιών ΜΕ αφού τα σημεία βρίσκονται υπό μορφή νέφους γύρω από την τιμή μηδέν.

Όπως προκύπτει από τον πίνακα με τις τιμές των συντελεστών (Πίνακας 4.3) η εξίσωση που εκφράζει τη σχέση της εξαρτημένης μεταβλητής με τους παλινδρομητές είναι:

$$\log Y = -4.359 - 2.850 \log(X_{1\epsilon\lambda ME} + 0.5) + 0.770 \log X_{2\epsilon\lambda ME} + 0.221 \log X_{2op ME} - 0.086 \log(X_3 + 0.5) + 0.788 \log(X_{4(2)} + 0.5) - 1.329 \log(X_{5(2+3)} + 0.5) + 0.638 \log(X_{6(1+2)} + 0.5) - 0.698 \log(X_7 + 0.5)$$

Η εξίσωση αυτή μπορεί να αποδώσει τις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στους παλινδρομητές αν υποθέσουμε ότι για κάθε μεταβολή σε έναν ανεξάρτητο παλινδρομητή μπορούμε να βρούμε τη σχετική αλλαγή του εξαρτημένου αν όλοι οι υπόλοιποι παλινδρομητές παραμένουν υποθετικά σταθεροί. Οι συσχετίσεις που προκύπτουν από την εξίσωση είναι οι εξής:

- Μία αύξηση του $(X_{1\epsilon\lambda ME} + 0.5)$ κατά 1% θα προκαλέσει μείωση του Y κατά 285% . Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο αφού αν μία περιοχή αυξήσει το πλήθος των υπηρεσιών της τότε οι ροές που θα φεύγουν από

αυτή θα μειωθούν εφόσον υπάρχουν περισσότερες υπηρεσίες εντός της περιοχής για την εξυπηρέτησή τους.

- Μία αύξηση του $X_{2εAME}$ κατά 1% θα προκαλέσει μια σχετική αύξηση στο Y κατά 77%. Αυτό σημαίνει πως μια αύξηση της απόστασης της περιοχής προέλευσης από το χωρικό υπηρεσιών ΜΕ θα προκαλέσει αύξηση στις ροές που ξεκινούν από την περιοχή αυτή ίσως για να μεταβούν κάπου πιο κοντά στο χωρικό μέσο.
- Μία αύξηση κατά 1% του X_{2opME} αναμένεται να προκαλέσει αύξηση του Y κατά 22,1% γεγονός που δεν αναμένεται αλλά συγκρίνοντας τους συντελεστές beta των δύο μεταβλητών $X_{2εAME}$ και X_{2opME} βλέπουμε ότι παρόλα αυτά η πρώτη μεταβλητή (απόσταση προέλευσης) έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση από ότι η απόσταση του προορισμού από το χωρικό μέσο.
- Μία αύξηση του $(X_3 + 0.5)$ κατά 1% αναμένεται να προκαλέσει μια σχετική μείωση του Y κατά 8,6% γεγονός που καταδεικνύει ότι η απόσταση του προορισμού από την προέλευση παίζει ρόλο στην επιλογή του μετακινούμενου και μάλιστα ανασταλτικό.
- Μία αύξηση του $(X_{4(2)} + 0.5)$ κατά 1% προκαλεί αύξηση του Y κατά 78,8% δηλαδή μία αύξηση του ποσοστού ατόμων ηλικίας 30-49 ετών σε μια περιοχή αναμένεται να αυξήσει σημαντικά τις μετακινήσεις από την περιοχή αυτή προς κάποια άλλη. Η εξήγηση είναι η ίδια όπως και για το γενικό μοντέλο όπου φαίνεται το πιο ενεργό κομμάτι του πληθυσμού να καθορίζει και τον κύριο όγκο των μετακινήσεων.
- Μία αύξηση του $(X_{5(2+3)} + 0.5)$ κατά 1% τότε αναμένεται μία σχετική μείωση του Y κατά 132,9%. Αυτό σημαίνει πως αν το ποσοστό πληθυσμού μιας περιοχής με ετήσιο εισόδημα πάνω από 8.000 ευρώ αυξηθεί θα προκληθεί μείωση των ροών που ξεκινούν από την περιοχή αυτή. Αυτή η σχέση δε μπορεί να εξηγηθεί άμεσα ως αίτιο-αιτιατό αλλά φαίνεται πως στην περίπτωση του συγκεκριμένου μοντέλου υπάρχει ως σχέση. Ίσως μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι αυξάνοντας άτομα με το παραπάνω ετήσιο εισόδημα μειώνεται ίσως και το ποσοστό

ατόμων με εισόδημα κάτω των 8.000 ευρώ (κατηγορία εισοδήματος 1 και 0). Στην κατηγορία αυτή λογικά ανήκουν φοιτητές αλλά και κάποιοι μαθητές οι οποίοι κινούνται σε μεγάλο βαθμό προς κάποιες ΜΕ όπως αθλητικά κέντρα και Κέντρα νεότητας οπότε ίσως η παραπάνω σχετική μείωση των ροών να οφείλεται στο ότι δε συμπεριλαμβάνεται στην κατηγορία εισοδήματος η ομάδα αυτή.

- Μία αύξηση του ($X_{6(1+2)} + 0.5$) κατά 1% αναμένεται να προκαλέσει μια σχετική αύξηση του Y κατά 63,8%. Αυτό σημαίνει πως αν αυξηθεί το ποσοστό δημοσίων και ιδιωτικών υπαλλήλων σε μια περιοχή προέλευσης θα αυξηθεί η ροή από τη συγκεκριμένη περιοχή προς υπηρεσίες ΜΕ. Δεν είναι σαφές αν πρόκειται για σχέση αιτίου-αιτιατού όμως είναι αλήθεια ότι από την εμπειρία των συνεντεύξεων προέκυψε ότι οι δημόσιοι και ιδιωτικοί υπάλληλοι κινούνταν κυρίως προς υπηρεσίες ΜΕ όπως π.χ. ταχυδρομεία. Ίσως λοιπόν αυτό το προφίλ των ατόμων να επηρεάζει τη σχέση αυτή με την αύξηση των ροών προς ΜΕ.
- Μία αύξηση του ($X_7 + 0.5$) κατά 1% αναμένεται να προκαλέσει μια σχετική μείωση του Y κατά 69,8% δηλαδή μια αύξηση του ποσοστού ατόμων που κατέχουν μόνο αυτοκίνητο μπορεί να μειώσει την παραγόμενη ροή προς υπηρεσίες ΜΕ. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι αρκετές από τις υπηρεσίες ΜΕ έχουν πρωινά ωράρια λειτουργίας όπου παρατηρούνται και οι πιο μεγάλοι φόρτοι στην πόλη του Βόλου οπότε και η χρήση αυτοκινήτου για μετακίνηση δεν είναι η βέλτιστη λύση.

5.3.3. Παλινδρόμηση ομάδας μεταβλητών για υπηρεσίες χωρίς επιλογή (ΧΕ)

Η επόμενη φάση περιλαμβάνει τη διαδικασία γραμμικής παλινδρόμησης των αντίστοιχων μεταβλητών για μετακινήσεις αποκλειστικά προς υπηρεσίες ΧΕ. Το μοντέλο αυτό αναμένεται να είναι λιγότερο σύνθετο από αυτό των υπηρεσιών ΜΕ δεδομένου ότι απουσιάζει η δυνατότητα επιλογής μιας υπηρεσίας και οι πολίτες κινούνται υποχρεωτικά προς κάποια

συγκεκριμένη υπηρεσία. Η μετακίνησή τους είναι εντέλει λιγότερο εξαρτώμενη από κάποια χαρακτηριστικά τους αλλά ίσως και από κάποια χαρακτηριστικά των περιοχών ως προς τις υπηρεσίες.

Οι παρατηρήσεις που συμμετέχουν στην παλινδρόμηση αφορούν πάλι σε ροές ατόμων από κάθε περιοχή προς μία άλλη με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση πρόκειται για μετακινήσεις προς άλλες περιοχές μόνο για υπηρεσίες ΧΕ. Στη συνέχεια ορίζονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές και η εξαρτημένη με την αρχική τους μορφή και ακολουθεί η μετατροπή τους, όπου ήταν αναγκαίο, στους τελικούς παλινδρομητές:

Εξαρτημένη

Y = ποσοστό ατόμων (ροή) που κινούνται μόνο προς υπηρεσίες ΧΕ

Ανεξάρτητες

$X_{1opΧΕ}$ = ποσοστό υπηρεσιών ΧΕ που υπάρχουν στην περιοχή προορισμού

$X_{2ελΧΕ}$ = απόσταση σε χιλιόμετρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) του κεντροειδούς της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών ΧΕ όλης της πόλης

X_3 = απόσταση σε χιλιόμετρα (κατά μήκος του οδικού δικτύου) της περιοχής προέλευσης από την περιοχή προορισμού

$X_{6(4)}$ = ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που είναι φοιτητές

X_7 = ποσοστό ατόμων επί του συνόλου του μετακινούμενου πληθυσμού της περιοχής προέλευσης που έχει στην κατοχή του μόνο αυτοκίνητο

Η εξαρτημένη μεταβλητή του ποσοστού των ροών έπρεπε πάλι να λογαριθμηθεί δεδομένου ότι δεν ακολουθούσε την κανονική κατανομή σε ικανοποιητικό βαθμό οπότε και κατέληξε στον παλινδρομητή $\log Y$. Με την ίδια λογική και η ανεξάρτητη μεταβλητή του ποσοστού υπηρεσιών στην περιοχή προορισμού έπρεπε να μετατραπεί και τελικώς κατέληξε στον παλινδρομητή $\log X_{1opΧΕ}$. Η μεταβλητή της απόστασης μεταξύ της προέλευσης και του προορισμού της μετακίνησης παρόλο που δεν εμφάνιζε πρόβλημα μη

κανονικότητας κατέληξε στον παλινδρομητή $\log(X_3 + 0,5)$ αφού με αυτή τη μετατροπή βελτιώθηκε αρκετά η συνεισφορά του στο μοντέλο. Οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές συμμετείχαν στην παλινδρόμηση όπως είχαν.

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης των παλινδρομητών για τις μετακινήσεις μόνο προς υπηρεσίες ΧΕ παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F Change	df1	df2	Sig. F Change	Durbin-Watson
0,675	0,456	0,439	0,248	26,789	5	160	0,000	1,677

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	8,235	5	1,647	26,789	0,000
Residual	9,837	160	0,061		
Total	18,072	165			

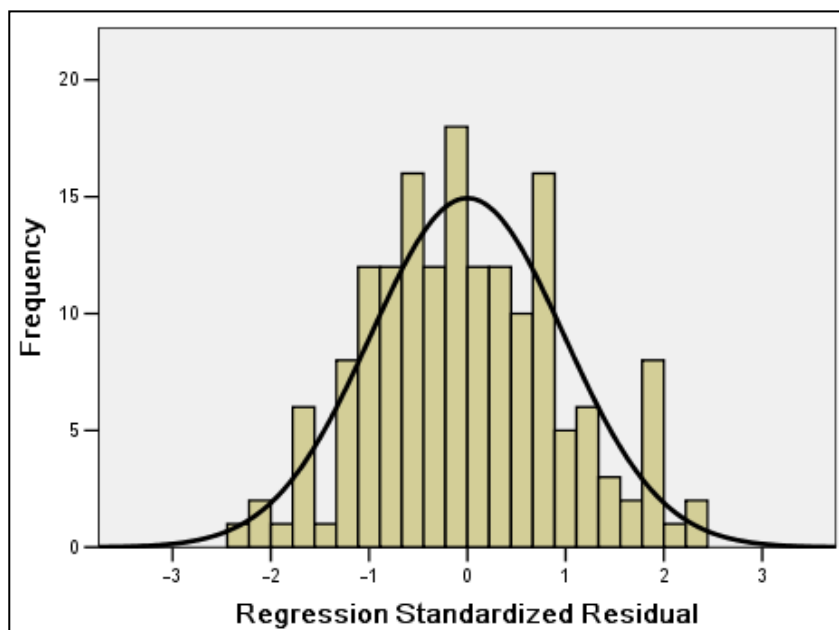
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	
constant	-1,149	0,100		-11,479	0,000		
$\log X_{1opΧΕ}$	0,219	0,089	0,152	2,474	0,014	0,904	1,106
$X_{2ελΧΕ}$	0,231	0,024	0,590	9,680	0,000	0,917	1,091
$\log(X_3 + 0,5)$	-0,195	0,091	-0,136	-2,155	0,033	0,849	1,178
$X_{6(4)}$	0,378	0,101	0,230	3,760	0,000	0,911	1,098
X_7	0,493	0,102	0,295	4,850	0,000	0,918	1,089

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με παλινδρομητές για τις δημόσιες υπηρεσίες χωρίς επιλογή (ΧΕ)

Στον Πίνακα 5.4 φαίνονται τα κυριότερα αποτελέσματα της παλινδρόμησης για τις μετακινήσεις μόνο προς υπηρεσίες ΧΕ. Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 έχει τιμή 0.456 που θεωρείται αρκετά ικανοποιητική σε συνδυασμό με το υψηλό F που δείχνει ότι το μοντέλο έχει αυξημένη ικανότητα ως προς την πρόβλεψη. Επίσης η τιμή του δείκτη αυτοσυσχέτισης Durbin-Watson (1,677) που βρίσκεται κοντά στο 2 δείχνει μη ύπαρξη αυτοσυσχέτισης. Δίνονται επίσης και τα αθροίσματα των οφασμάτων (sum of squares) της παλινδρόμησης, των καταλοίπων αλλά και συνολικά του μοντέλου από τα οποία προκύπτει και η τιμή του F.

Οι τιμές των συντελεστών της παλινδρόμησης φαίνονται επίσης στον Πίνακα 4.4 όπου όλα τα επίπεδα σημαντικότητας (Sig.) είναι μικρότερα του 0.05 άρα και οι συντελεστές που προέκυψαν είναι στατιστικά σημαντικοί. Με μια πρώτη ματιά στους συντελεστές beta είναι προφανές πως η απόσταση της περιοχής προέλευσης από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών ΧΕ έχει την πιο μεγάλη επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή (ροές) ενώ αμέσως επόμενη έρχεται η μεταβλητή που δείχνει το ποσοστό των ατόμων με κατοχή αποκλειστικά και μόνο αυτοκινήτου. Το διαφορετικό σε σχέση με το μοντέλο των υπηρεσιών ΜΕ είναι πως εκεί η συσχέτιση της X_7 με την εξαρτημένη ήταν αρνητική ενώ στο συγκεκριμένο μοντέλο των ΧΕ η συσχέτιση είναι θετική. Ίσως αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι δεδομένου ότι δεν παρέχει δυνατότητα επιλογής π.χ. της πιο κοντινής υπηρεσίας η μετακίνηση προς υπηρεσίες ΧΕ.

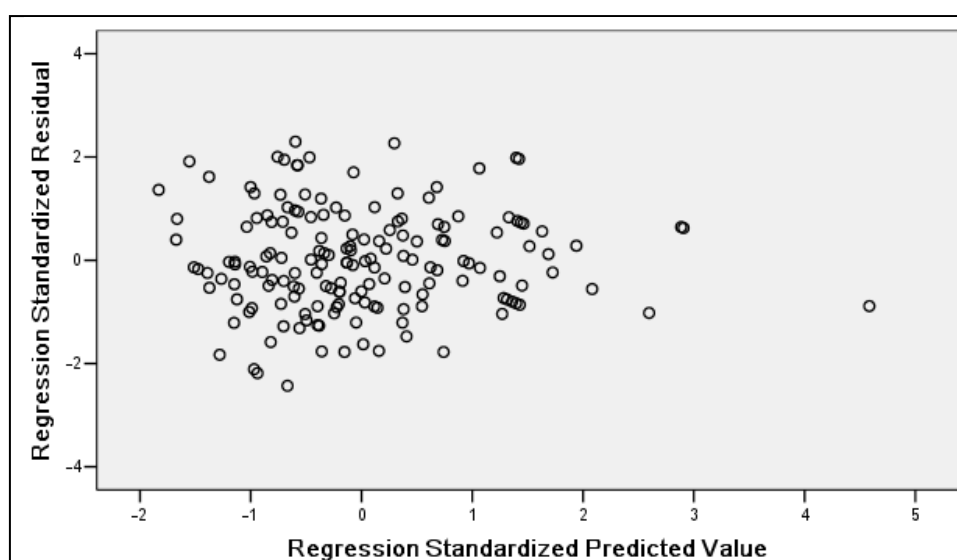
Στο Γράφημα 5.10 που ακολουθεί φαίνεται το ιστόγραμμα συχνοτήτων των τιμών των καταλοίπων της παλινδρόμησης. Αν οι τιμές των καταλοίπων ακολουθούν την κανονική κατανομή τότε πληρείται μία από τις βασικές υποθέσεις της παλινδρόμησης.



Γράφημα 5.10. Ιστόγραμμα συχνοτήτων τυποποιημένων τιμών των καταλοίπων παλινδρόμησης (μοντέλο υπηρεσιών ΧΕ)

Το ιστόγραμμα συχνοτήτων στο Γράφημα 5.10 δε δείχνει εμφανή σημάδια κύρτωσης ή στρέβλωσης οπότε παραδεχόμαστε ότι τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης για τις μετακινήσεις προς υπηρεσίες ΧΕ ακολουθούν κανονική κατανομή ικανοποιώντας μία από τις βασικές υποθέσεις της γραμμικής παλινδρόμησης.

Στο επόμενο Γράφημα 5.11 παρουσιάζεται το γράφημα για τον έλεγχο της ετεροσκεδαστικότητας στον άξονα Χ του οποίου βρίσκονται οι τυποποιημένες προβλεφθείσες τιμές της παλινδρόμησης ενώ στον άξονα Υ τα τυποποιημένα κατάλοιπα της παλινδρόμησης. Πρόκειται για έναν πρώτο τρόπο εξέτασης του μοντέλου για ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας που μπορεί να στρεβλώσει τα αποτελέσματα (κυρίως τους συντελεστές) της γραμμικής παλινδρόμησης.



Γράφημα 5.11. Γράφημα τυποποιημένων τιμών για ανίχνευση ετεροσκεδαστικότητας του μοντέλου για υπηρεσίες ΧΕ

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα οι περισσότερες τιμές βρίσκονται υπό τη μορφή νέφους γύρω από την τιμή μηδέν γεγονός που δείχνει μη ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας. Παρόλα αυτά υπάρχουν και κάποια σημεία προς τις θετικές τιμές του άξονα Χ που βρίσκονται εκτός του νέφους των υπόλοιπων σημείων αλλά επειδή πρόκειται για πολύ λίγα σημεία σε σχέση με το σύνολο δε λαμβάνονται υπόψη και γίνεται δεκτό ότι δεν υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα.

Τελικώς η εξίσωση του μοντέλου για μετακινήσεις προς υπηρεσίες ΧΕ διαμορφώνεται ως εξής:

$$\log Y = -1,149 + 0,219 \log X_{1opXE} + 0,231 X_{2ελXE} - 0,195 \log(X_3 + 0.5) + 0,378 X_{6(4)} + 0,493 X_7$$

Η εξίσωση του μοντέλου των μετακινήσεων για υπηρεσίες ΧΕ δείχνει μια σειρά σχέσεων μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των παλινδρομητών που τελικώς συμμετέχουν στο μοντέλο. Στη συνέχεια δίνεται η ερμηνεία των παραπάνω σχέσεων:

- Μία αύξηση του X_{1opXE} κατά 1% φαίνεται να προκαλεί σχετική αύξηση του Y κατά 21,9% δηλαδή μια αύξηση του ποσοστού υπηρεσιών ΧΕ σε μια περιοχή θα προκαλέσει αύξηση των μετακινήσεων που κατευθύνονται προς αυτήν. Πρόκειται για μία σχέση απόλυτα αναμενόμενη και κατανοητή αφού πράγματι αν αυξηθεί η προσφορά σε μια περιοχή θα συσσωρευτούν περισσότερες μετακινήσεις προς αυτήν.
- Μία αύξηση του $X_{2ελXE}$ κατά 1 μονάδα θα προκαλέσει σχετική αύξηση του Y κατά 23,1% δηλαδή αύξηση κατά 1 χιλιόμετρο της απόστασης μιας περιοχής από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών ΧΕ θα προκαλέσει αύξηση κατά 23,1% επί της μέσης τιμής των ποσοστών ατόμων που φεύγουν από την περιοχή αυτή. Πρόκειται για επίσης αναμενόμενη σχέση δεδομένου ότι η απομάκρυνση από το χωρικό μέσο των υπηρεσιών άρα και σχετική απομάκρυνση από όλες τις υπηρεσίες ΧΕ αναγκάζει τα περισσότερα άτομα που βρίσκονται στην περιοχή αυτή να αναζητήσουν άλλες περιοχές που βρίσκονται πιο κοντά στο χωρικό μέσο.
- Μία αύξηση κατά 1% στο $X_3 + 0.5$ αναμένεται να προκαλέσει σχετική μείωση του Y κατά 19,5% δηλαδή αύξηση της απόστασης μεταξύ δύο περιοχών αναμένεται να προκαλέσει μείωση των μετακινήσεων μεταξύ τους. Η σχέση αυτή είναι απολύτως λογική και τελικώς εμφανίστηκε και στα υπόλοιπα δύο μοντέλα που δημιουργήθηκαν.

- Μία αύξηση του $X_{6(4)}$ κατά 1 μονάδα θα προκαλέσει σχετική αύξηση του Y κατά 37,8% δηλαδή αύξηση του ποσοστού των φοιτητών σε μια περιοχή θα προκαλέσει αύξηση και των μετακινήσεων προς υπηρεσίες ΧΕ γεγονός αναμενόμενο αφού οι πανεπιστημιακές σχολές είναι υπηρεσίες ΧΕ.
- Μία αύξηση του X_7 κατά μία μονάδα αναμένεται να προκαλέσει σχετική αύξηση του Y κατά 49,3% γεγονός που εξηγείται και είναι αναμενόμενο. Οι υπηρεσίες ΧΕ είναι υπηρεσίες στις οποίες οι πολίτες κινούνται υποχρεωτικά χωρίς δυνατότητα επιλογής άρα και η χρήση του αυτοκινήτου για την εκεί μετάβαση σε πολλές περιπτώσεις θα είναι απαραίτητη αν πρόκειται για απομακρυσμένη υπηρεσία για παράδειγμα. Αύξηση λοιπόν του ποσοστού των ατόμων που κατέχουν αποκλειστικά και μόνο αυτοκίνητο είναι λογικό να προκαλέσει αύξηση των ατόμων που μετακινούνται προς υπηρεσίες ΧΕ.

Η δημιουργία των τριών μοντέλων για μετακινήσεις ατόμων προς όλες τις υπηρεσίες αλλά και πιο εξειδικευμένα για τις δύο κατηγορίες υπηρεσιών ΜΕ και ΧΕ είναι ο κύριος στόχος της παρούσας διατριβής δεδομένου ότι το ζητούμενο ήταν η αναζήτηση των παραγόντων που φαίνεται να επηρεάζουν ή και να διαμορφώνουν τελικώς το πρότυπο των μετακινήσεων των ατόμων εντός της πόλης του Βόλου.

Πέραν τούτου όμως και έχοντας ως δεδομένα τα στοιχεία του δείγματος του πληθυσμού των συνεντεύξεων πραγματοποιείται και μία επιπλέον διερεύνηση του ζητήματος της πρόβλεψης των ροών με τη χρήση γεωστατιστικής μεθόδου σύμφωνα με την οποία μπορούν να προβλεφθούν οι τιμές σημείων στο χώρο για τα οποία δεν υπάρχουν μετρήσεις εφαρμόζοντας έναν αλγόριθμο σε σημεία όπου υπάρχουν.

5.4. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΡΟΩΝ ΜΕ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ

Η διαδικασία παλινδρόμησης ουσιαστικά απέδωσε τρία μοντέλα βάσει των οποίων το ποσοστό ατόμων που κινείται από μία περιοχή σε μία άλλη μπορεί να προβλεφθεί εφόσον είναι γνωστές οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών που σχετίζονται τόσο με κοινωνικοοικονομικά στοιχεία του πληθυσμού όσο και με χωρικά χαρακτηριστικά των περιοχών υπό εξέταση. Θα μπορούσε λοιπόν να προβλεφθεί το σύνολο των ροών σε μία πόλη αν βάσει κάποιας απογραφής υπήρχαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία του πληθυσμού που εμφανίζονται στις εξισώσεις των μοντέλων. Δεδομένου όμως του γεγονότος ότι τα στοιχεία αυτά δεν είναι διαθέσιμα για όλον τον πληθυσμό, κάτι τέτοιο καθίσταται αδύνατο στη συγκεκριμένη στιγμή.

Παρόλα αυτά είναι δυνατή η προσέγγιση της εικόνας που διαμορφώνουν οι ροές αν με κάποιο τρόπο γίνει δυνατή η πρόβλεψη των ροών σε κάποια σημεία που βρίσκονται εκτός του δείγματος της συγκεκριμένης εφαρμογής. Με τη χρήση μιας γεωστατιστικής μεθόδου είναι δυνατόν να προβλεφθούν οι τιμές σε σημεία που δεν έχουν παρατηρήσεις θεωρώντας ως δεδομένα σημεία που έχουν τιμές. Δεδομένου ότι οι ροές καταγράφονται από περιοχή σε περιοχή με τη μορφή κάποιας γραμμής, θα πρέπει με κάποιον τρόπο και συγκεκριμένες παραδοχές να αποδοθούν οι τιμές των ροών σε σημεία και έπειτα με την εφαρμογή της γεωστατιστικής μεθόδου να γίνει πρόβλεψη για τα υπόλοιπα σημεία της περιοχής μελέτης που δεν έχουν τιμές.

Στη συνέχεια ακολουθεί η λεπτομερής περιγραφή της διαδικασίας πρόβλεψης των αθροιστικών ροών σε σημεία καθώς και της κατηγοριοποίησης του οδικού δικτύου βάσει των τιμών σε αυτά τα σημεία.

5.4.1. Προσδιορισμός ροών (ευθείες γραμμές)

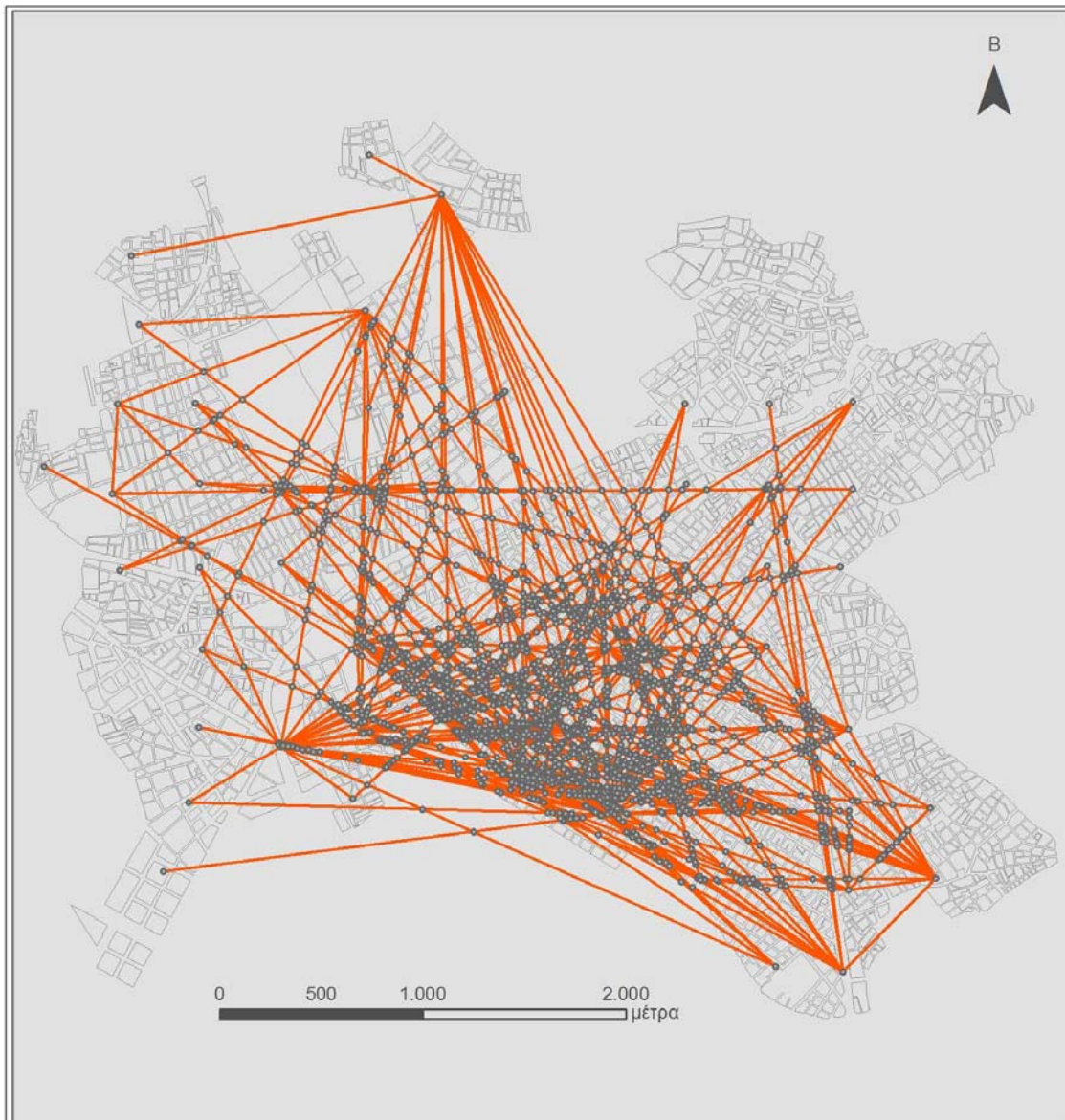
Οι ροές των ατόμων από περιοχή σε περιοχή μπορούν να απεικονιστούν είτε με τη μορφή ευθέων γραμμών είτε με τη μορφή συντομότερων διαδρομών κατά μήκος του οδικού δικτύου. Στη συγκεκριμένη

περίπτωση, επιλέγεται η απεικόνισή τους με τη μορφή γραμμών που ενώνουν τα κεντροειδή της περιοχής προέλευσης και προορισμού. Η συγκεκριμένη επιλογή επιτρέπει τον εντοπισμό πολλών σημείων τομής μεταξύ των διαφόρων γραμμών ροής στα οποία η τελική τιμή της ροής ή αλλιώς και φόρτου προκύπτει ουσιαστικά από το άθροισμα των συνολικών ροών που παρουσιάζουν οι γραμμές βάσει του δείγματος.

Αρχικώς, δημιουργήθηκε το ψηφιακό υπόβαθρο των γραμμών ροών ανάμεσα στις περιοχές και προς όλες τις δημόσιες υπηρεσίες ανεξαιρέτως με τη χρήση του εργαλείου 'Δημιουργία επιπέδου πίνακα κόστους προελεύσεων-προορισμών' ('Make OD cost matrix layer') των ΓΣΠ. Η διαδικασία αυτή κατέληξε σε ένα γραμμικό ψηφιακό υπόβαθρο όπου όλες οι δυνατές συνδέσεις μεταξύ των κεντροειδών των περιοχών έχουν καταγραφεί οπότε είναι απαραίτητη η εξαγωγή μόνο των ροών που πραγματοποιούνται βάσει των συνεντεύξεων. Ακολουθεί επομένως η επιλογή των συγκεκριμένων ροών βάσει σύνδεσης του πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών του υποβάθρου με πίνακα των καταγεγραμμένων ροών οπότε και προκύπτει το τελικό ψηφιακό υπόβαθρο των γραμμών ροών με 262 καταγεγραμμένες ροές.

Στη συνέχεια, πρέπει να προκύψουν με κάποιο τρόπο όλα τα σημεία των τομών των γραμμών ροών έτσι ώστε να τους αποδοθούν οι τελικές αθροιστικές ροές. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένα κώδικας Visual Basic (βλ. υποκεφάλαιο 4.2.2) που εκτελείται στο πλαίσιο του προγράμματος ArcGIS και καταλήγει στη δημιουργία ενός σημειακού σχηματικού αρχείου με τα σημεία τομής των γραμμών ροής. Δεδομένου όμως ότι σε πολλές θέσεις τομής δημιουργείται ένα σημείο για κάθε τομή γραμμών οπότε προκύπτουν πολλά συμπίπτοντα σημεία, είναι απαραίτητη η χρήση ενός script (βλ. υποκεφάλαιο 4.2.2) για την απαλοιφή των σημείων που συμπίπτουν αφήνοντας σε κάθε θέση τομής ένα μόνο σημείο. Έπειτα, προστίθενται και τα σημεία των κεντροειδών των περιοχών προέλευσης-προορισμού και το τελικό ψηφιακό υπόβαθρο σημείων τομής των γραμμών είναι πλήρες ως προς τη γεωμετρία του αριθμώντας 3.941 σημεία.

Η εισαγωγή της πληροφορίας των αθροιστικών ροών ή φόρτων στα σημεία αυτά γίνεται στη συνέχεια με τη δημιουργία χωρικής σύνδεσης (join based on spatial location) μεταξύ του αρχείου των γραμμών ροών και των σημείων. Με αυτό τον τρόπο κάθε σημείο αποκτά αθροισμένα τα στοιχεία των γραμμών που διέρχονται από αυτό άρα και τις ροές ατόμων που ουσιαστικά αποδίδουν τους φόρτους αθροιστικά σε κάθε σημείο. Θεωρείται φυσικά ότι ισχύει η παραδοχή πως η ροή που απεικονίζεται από κάθε γραμμή είναι η ίδια στο σημείο αρχής και τέλους της και επιπλέον ότι στο σημείο τομής γραμμών η αθροιστική ροή του σημείου είναι ίση με το άθροισμα των ροών των γραμμών που διέρχονται από εκεί. Στο Χάρτη 5.7 που ακολουθεί φαίνεται το σύνολο των γραμμών ροής που προκύπτουν από τα στοιχεία των συνεντεύξεων καθώς και τα σημεία τομής τους.



ΓΡΑΜΜΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΡΟΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΑ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΡΟΩΝ

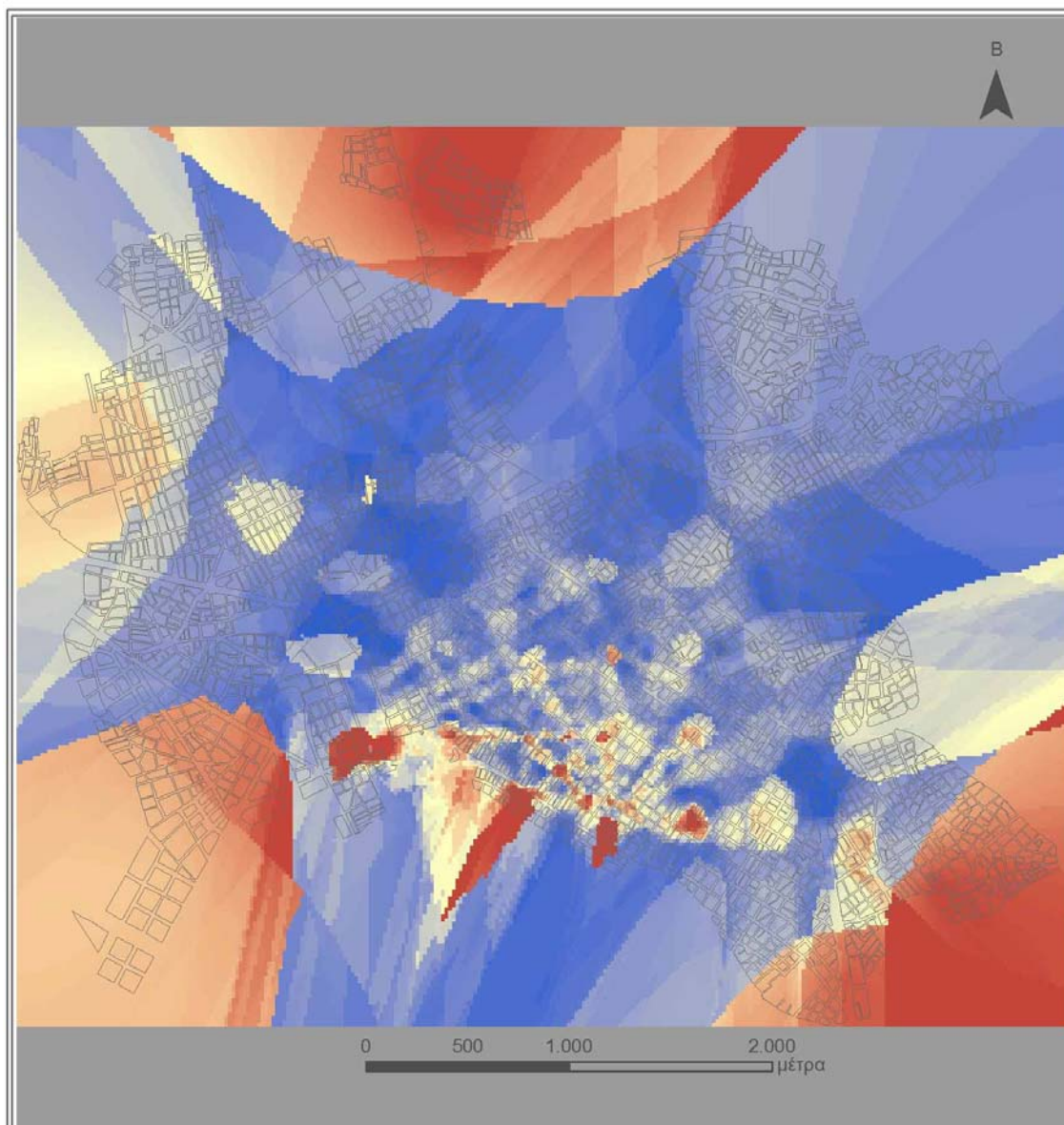
- γραμμή ροής ατόμων
- σημείο αθροιστικών ροών
- οικοδομικό τετράγωνο

Χάρτης 5.7. Γραμμές πραγματικών ροών ατόμων ανάμεσα σε περιοχές και σημεία αθροιστικών ροών - φόρτων

Όπως φαίνεται στον Χάρτη 5.7 η πυκνότητα των σημείων τομής είναι πολύ μεγάλη κυρίως στο εμπορικό κέντρο του Βόλου αλλά επίσης μεγάλη και στην ευρύτερη περιοχή κυρίως του Δήμου Βόλου. Ο Δήμος Ν. Ιωνίας δεν παρουσιάζει μεγάλη πυκνότητα σημείων αφού δεν υπάρχουν πολλές τομές διαδρομών. Λόγω της μεγάλης πυκνότητας των σημείων δεν είναι δυνατή η χρωματική διαβάθμιση των σημείων σύμφωνα με τους φόρτους που παρουσιάζουν. Παρόλα αυτά, δίνεται η πληροφορία από τον ερευνητή πως τουλάχιστον για τα σημεία όπου υπάρχουν συστεγασμένες υπηρεσίες όπως π.χ. οι πανεπιστημιακές σχολές, οι φόρτοι είναι αρκετά μεγάλοι ανεξάρτητα της μικρής πυκνότητας σημείων.

5.4.3. Πρόβλεψη φόρτων με δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής

Έχοντας ως δεδομένο το χωρικό πρότυπο των σημείων τομής των ροών με τους φόρτους που τα συνοδεύουν είναι δυνατή η πρόβλεψη των τιμών των φόρτων και σε σημεία για τα οποία δεν υπάρχουν παρατηρήσεις. Με τη χρήση μιας γεωστατιστικής μεθόδου, του κοινού kriging, είναι δυνατή η πρόβλεψη των φόρτων σε όλη την περιοχή μελέτης. Για το σκοπό αυτό, γίνεται χρήση της μεθόδου μέσω της εργαλειοθήκης του προγράμματος ArcGIS σύμφωνα με την οποία εφαρμόζεται ένας αλγόριθμος ο οποίος με βάση τις γνωστές τιμές των δεδομένων σημείων προβλέπει τις τιμές σε σημεία που δεν έχουν τιμές. Το αποτέλεσμα είναι σε μορφή ψηφιδωτού αρχείου (raster) στο οποίο κάθε κελί έχει μία τιμή όπως αυτή προβλέπεται από τον αλγόριθμο. Στον Χάρτη 5.8 φαίνεται το ψηφιδωτό αρχείο με τις προβλεπόμενες τιμές φόρτων.



**ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΦΟΡΤΩΝ ΑΠΟ ΡΟΕΣ ΑΤΟΜΩΝ
ΜΕ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ (ΜΕΘΟΔΟΣ KRIGING)**

οικοδομικά τετράγωνα

Προβλεπόμενος φόρτος

16 άτομα

2 άτομα

Χάρτης 5.8. Πρόβλεψη φόρτων από ροές ατόμων με δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής (μέθοδος κοινού kriging)

Όπως φαίνεται από το Χάρτη 5.8, οι μεγαλύτερες τιμές φόρτων προβλέπονται κυρίως στο κέντρο της πόλης του Βόλου αλλά και σε περιοχές στα άκρα της πόλης όπως για παράδειγμα στο βόρειο τμήμα της γύρω από τα πανεπιστημιακά τμήματα όπως και στο νοτιοδυτικό τμήμα όπου βρίσκεται η πολυτεχνική σχολή. Πράγματι, σε αυτά τα σημεία δεδομένης της ύπαρξης των πανεπιστημιακών σχολών, οι καταγεγραμμένες ροές είναι όντως αυξημένες. Επίσης, και στο νοτιοανατολικό τμήμα της πόλης παρατηρούνται υψηλοί προβλεπόμενοι φόρτοι που οφείλονται στην ύπαρξη πολλών αθλητικών εγκαταστάσεων αλλά και το νοσοκομείο. Η κατάσταση στο κέντρο του Δήμου Ν. Ιωνίας παρουσιάζεται πιο ήπια με εξαίρεση τις περιοχές γύρω από υπηρεσίες που εμφανίζουν σχετικά μέσους φόρτους.

Η δημιουργία του ψηφιδωτού αρχείου με τους προβλεπόμενους φόρτους για την περιοχή μελέτης οδηγεί στη συνέχεια σε ένα σύνολο από προσεγγίσεις του φαινομένου όπως έχει προβλεφθεί μέσω της μεθόδου kriging. Οι προβλεπόμενες τιμές αποδίδονται και σε επίπεδο οδικού δικτύου δίνοντας τη δυνατότητα για περαιτέρω ανάλυση του χωρικού φαινομένου των μετακινήσεων μέσα στην πόλη μέσα από μία σειρά εργαλείων χωρικής ανάλυσης που εφαρμόζονται στο πλαίσιο του προγράμματος ArcGIS.

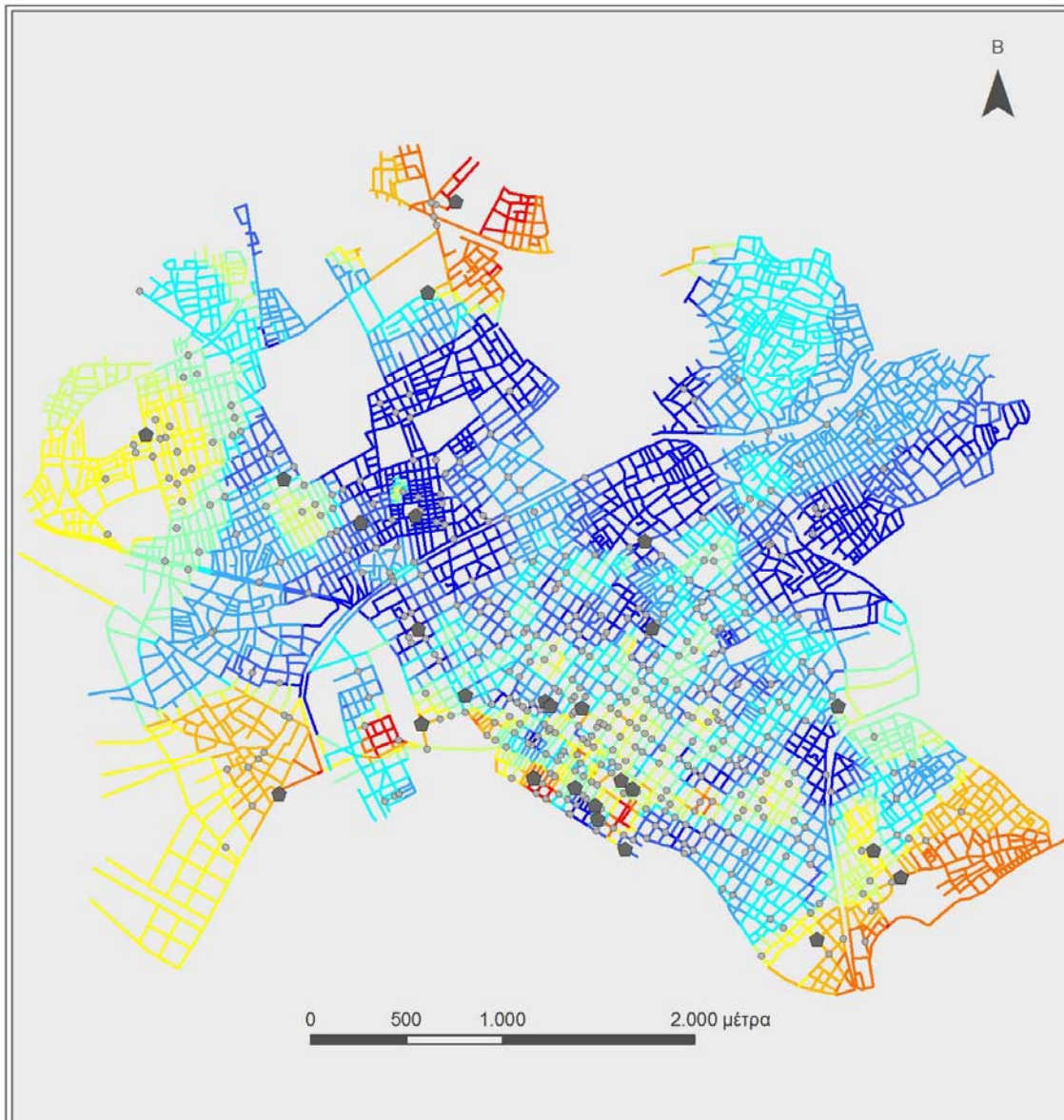
5.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΦΟΡΤΩΝ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η διαδικασία πρόβλεψης φόρτων για όλη την περιοχή μελέτης κατέληξε στη δημιουργία ενός αρχείου raster στο οποίο οι τιμές των προβλεπόμενων φόρτων έχουν αποδοθεί σε μικρά κελιά. Το επόμενο βήμα για την αξιοποίηση αυτής της πρόβλεψης είναι η απόδοση των τιμών φόρτων σε οντότητες της περιοχής μελέτης έτσι ώστε να μπορούν στη συνέχεια να εφαρμοστούν τα διάφορα εργαλεία χωρικής ανάλυσης. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή επιλέγεται η απόδοση των φόρτων στα τόξα του υπάρχοντος οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης μέσω της διαδικασίας σύνδεσης πινάκων βάσει της χωρικής θέσης.

Αρχικά, γίνεται η μετατροπή του ψηφιδωτού αρχείου σε διανυσματικό με τη μορφή σχηματικού αρχείου (shapefile) το οποίο

περιλαμβάνει ως οντότητες τα πολύγωνα που προέκυψαν από το ψηφιδωτό αρχείο με την πληροφορία της τιμής φόρτου που τους αντιστοιχεί. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα με τη χρήση της εργαλειοθήκης του ArcGIS και συγκεκριμένα του εργαλείου 'Raster to Polygon' (Conversion tools) οπότε και προκύπτει ένα πολυγωνικό σχηματικό αρχείο που περιλαμβάνει και την πληροφορία του φόρτου για κάθε πολύγωνο. Στη συνέχεια, το συγκεκριμένο πολυγωνικό σχηματικό αρχείο συνδέεται βάσει της χωρικής θέσης των οντοτήτων με το αρχείο του οδικού δικτύου οπότε προκύπτει ένα νέο σχηματικό αρχείο οδικού δικτύου τα τόξα του οποίου έχουν ως επιπλέον πληροφορία το μέσο φόρτο που παρατηρείται στα πολύγωνα που τα τέμνουν. Με βάση αυτό το εμπλουτισμένο αρχείο του οδικού δικτύου γίνονται στη συνέχεια οι επόμενες προσεγγίσεις χωρικής ανάλυσης του ζητήματος των μετακινήσεων στην πόλη του Βόλου.

Στον Χάρτη 5.9 που ακολουθεί φαίνεται το οδικό δίκτυο με χρωματική διαβάθμιση σύμφωνα με τους φόρτους που προβλέπονται για κάθε τόξο του με τη μορφή του ποσοστού επί της μέγιστης προβλεπόμενης τιμής στην περιοχή μελέτης.



ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΦΟΡΤΩΝ ΣΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ (KRIGING)

προβλεπόμενη ροή επί του οδικού δικτύου (% της μέγιστης ροής)

17.5 - 21.3%	36.8 - 42.7%	◆ δημόσιες υπηρεσίες
21.4 - 24.7%	42.8 - 52.3%	○ σημεία άμεσων προελεύσεων ατόμων
24.8 - 28%	52.4 - 58%	
28.1 - 31.8%	58.1 - 78.7%	
31.9 - 36.7%	78.8 - 100%	

Χάρτης 5.9. Πρόβλεψη φόρτων (% της μέγιστης προβλεπόμενης τιμής) στα τόξα του οδικού βάσει της επιφάνειας παρεμβολής (kriging)

Στον Χάρτη 5.9 φαίνεται με μία πρώτη ματιά πως οι μεγαλύτεροι φόρτοι επιβαρύνουν το οδικό δίκτυο στο εμπορικό κέντρο του Βόλου συμπεριλαμβανομένης και της παραλιακής περιοχής καθώς και το κομμάτι που βρίσκεται μπροστά από την ιχθυαγορά, στην είσοδο της πόλης από τα νοτιοδυτικά. Γνωρίζοντας κανείς την κυκλοφοριακή κατάσταση στην πόλη του Βόλου, πράγματι αυτά τα δύο σημεία που μόλις επισημάνθηκαν συγκεντρώνουν τη μεγαλύτερη κυκλοφορία και άρα κυκλοφοριακό φόρτο. Ένα άλλο κομμάτι του οδικού δικτύου που προβλέπεται να έχει ιδιαίτερο φόρτο είναι στο βόρειο τμήμα της πόλης, στην περιοχή Φυτόκου, όπου στεγάζονται και τα τμήματα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών. Ο αυξημένος φόρτος στο τμήμα αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι πράγματι καθημερινώς κινείται ένας μεγάλος αριθμός ατόμων προς τις συγκεκριμένες κτιριακές εγκαταστάσεις είτε πρόκειται για φοιτητές είτε για προσωπικό σε συνδυασμό με τη μικρή απόσταση από την υπηρεσία της εφορίας Νέας Ιωνίας (νότια του πανεπιστημίου) η οποία επίσης συγκεντρώνει καθημερινώς μεγάλο αριθμό επισκεπτών.

Στο δυτικό τμήμα του Δήμου Νέας Ιωνίας και γύρω από το Κέντρο Ανοικτής Προστασίας Ηλικιωμένων προβλέπεται φόρτος που προσεγγίζει τη μέση παρατηρούμενη τιμή σε όλη την περιοχή μελέτης και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνθρωποι που επισκέπτονται τη συγκεκριμένη υπηρεσία έρχονται από σημεία που βρίσκονται στη γύρω περιοχή και σε κοντινή απόσταση. Οι ηλικιωμένοι άνθρωποι δεν είναι διατεθειμένοι να διανύσουν μεγάλη απόσταση για να μεταβούν σε ένα χώρο όπως είναι το ΚΑΠΗ και φυσικά επιλέγουν αυτό που είναι πιο κοντά στην οικεία τους για την εξυπηρέτησή τους.

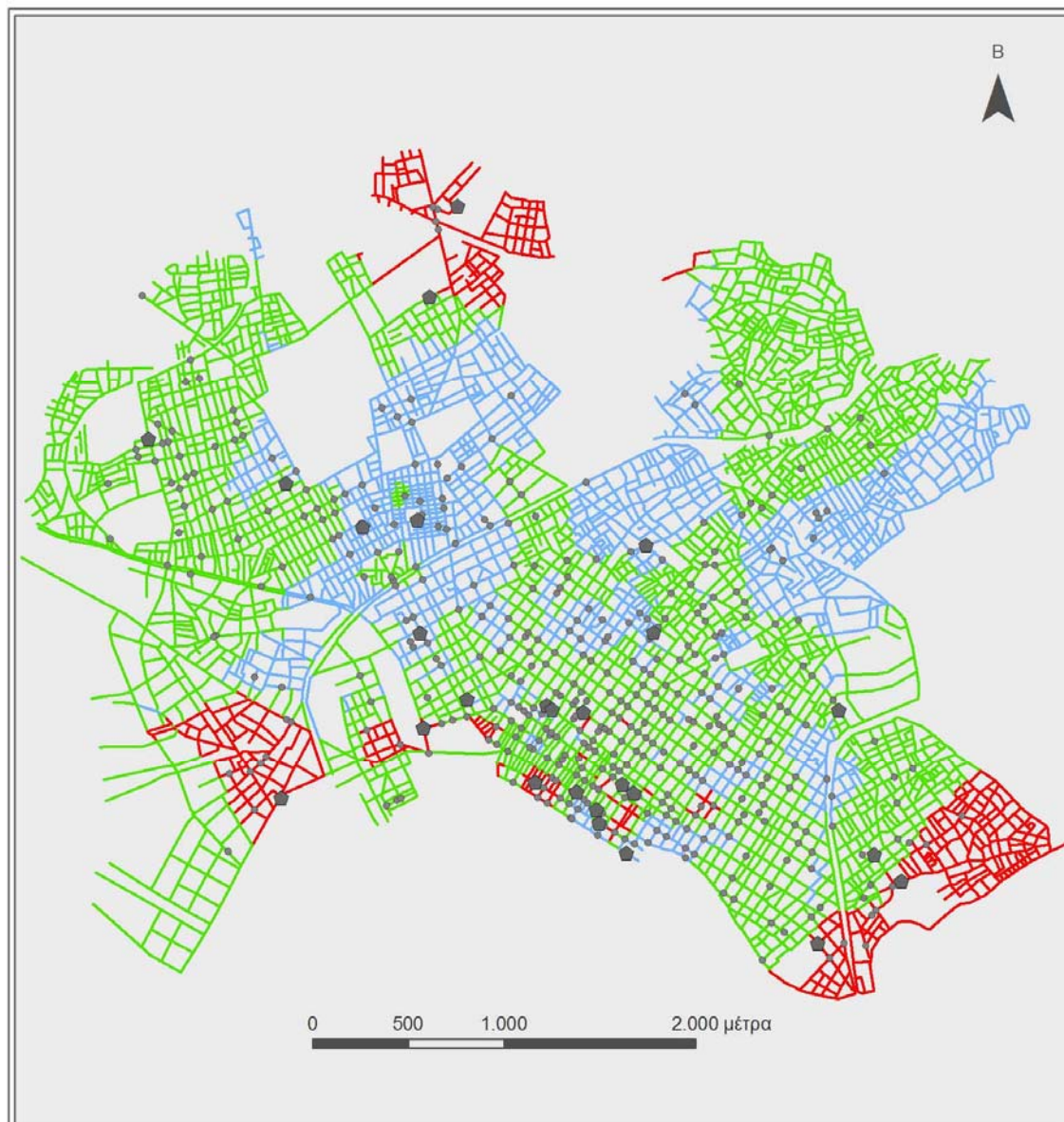
Ο αυξημένος φόρτος που προβλέπεται επίσης για την Πολυτεχνική Σχολή στο Πεδίον του Άρεως (νοτιοδυτικά της πόλης) είναι επίσης αναμενόμενος δεδομένου ότι πλήθος ατόμων κινείται καθημερινά προς το σημείο αυτό. Μάλιστα όπως φαίνεται και από τον Χάρτη 5.7 οι περισσότερες διαδρομές με προορισμό την Πολυτεχνική Σχολή διέρχονται από το σημείο

που προηγουμένως σχολιάστηκε (χρωματισμένο με κόκκινο, δεξιά του πανεπιστημίου) εξηγώντας ίσως επιπλέον και το μεγάλο φόρτο στο συγκεκριμένο σημείο. Τέλος, οι αυξημένοι σχετικά φόρτοι που προβλέπονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης μπορούν να εξηγηθούν αν λάβει κανείς υπόψη του ότι οι ροές ατόμων είναι αυξημένες δεδομένου ότι στην περιοχή αυτή βρίσκονται το νοσοκομείο της πόλης καθώς και μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις (Δημοτικό Στάδιο και Κολυμβητήριο).

Στη συνέχεια ακολουθεί κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου βάσει των φόρτων που προβλέπονται για τα τόξα του διακρίνοντάς το σε τρεις ομάδες ποσοστικών φόρτων επί της μέγιστης προβλεπόμενης τιμής.

5.5.1. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει των φόρτων

Για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων πρόβλεψης φόρτων για τα τόξα του οδικού δικτύου γίνεται μία νέα κατηγοριοποίηση των ποσοστικών τιμών φόρτων που προβλέπονται για το οδικό δίκτυο σε τρεις ομάδες ποσοστών επί της μέγιστης απόλυτης προβλεπόμενης τιμής. Με αυτόν τον τρόπο, το οδικό δίκτυο κατηγοριοποιείται σε χαμηλά, μεσαία και υψηλά ποσοστά φόρτων κατά μήκος του. Η πρώτη ομάδα των χαμηλών ποσοστών περιλαμβάνει τόξα με ποσοστιαίο φόρτο μέχρι 25%, η επόμενη ομάδα μέχρι 50% και πάνω από 50% είναι οι ποσοστιαίοι φόρτοι της ομάδας των υψηλών ποσοστών. Στο Χάρτη 5.10 που ακολουθεί φαίνεται η νέα κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου.



ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΦΟΡΤΩΝ ΣΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ (KRIGING)

προβλεπόμενος φόρτος επί του οδικού δικτύου
(% της μέγιστης τιμής)

- έως 25%
- 25.1 - 50%
- 50.1 - 100%

- δημόσιες υπηρεσίες
- σημεία άμεσων προελεύσεων ατόμων

Χάρτης 5.10. Προβλεπόμενοι φόρτοι στα τόξα του οδικού δικτύου (% επί της μέγιστης τιμής) με χρήση επιφάνειας παρεμβολής (kriging)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Χάρτη 5.10, το μεγαλύτερο τμήμα του οδικού δικτύου (57,9% του συνολικού μήκους του) προβλέπεται με μεσαίους σχετικά φόρτους ανήκοντας στη δεύτερη ομάδα των μεσαίων ποσοστιαίων φόρτων ενώ το μόνο το 11,4% ανήκει στην ομάδα υψηλών ποσοστιαίων φόρτων. Βέβαια, ένα επίσης σημαντικό ποσοστό του μήκους του οδικού δικτύου (28,9%) ανήκει στην ομάδα των χαμηλών φόρτων εμφανίζοντας προβλεπόμενες τιμές κοντά στο 25% της μέγιστης παρατηρούμενης. Μία πρώτη Η παραπάνω κατηγοριοποίηση γίνεται παράλληλα με άλλες δύο κατηγοριοποιήσεις του οδικού δικτύου που ακολουθούν και που παρουσιάζονται τελικώς συνδυαστικά σε πίνακες.

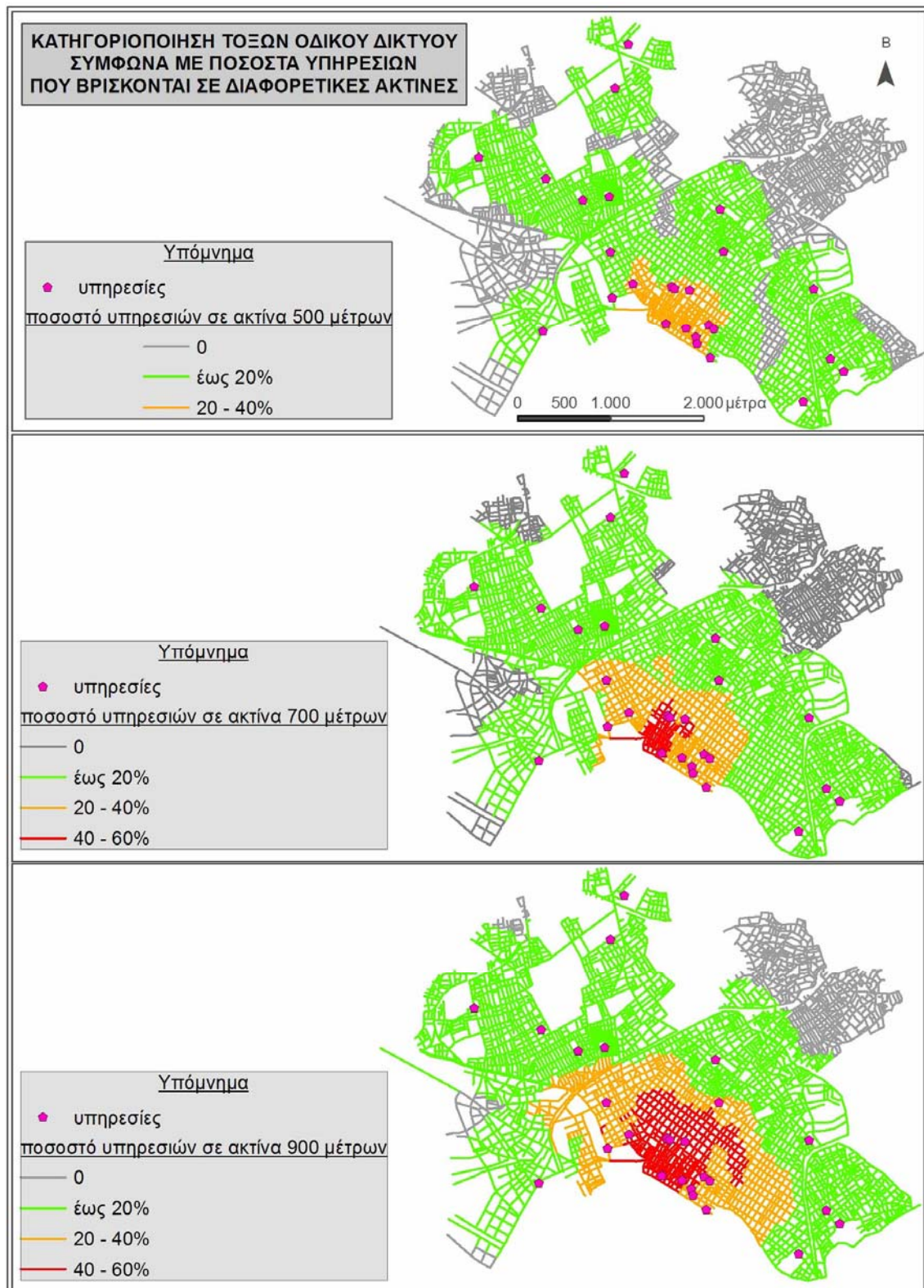
5.5.2. Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου βάσει ζωνών επιρροής

Έπειτα από την κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου βάσει των ποσοστιαίων φόρτων, ακολουθούν δύο διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις βάσει ζωνών επιρροής που δημιουργούνται γύρω από κάθε τόξο του οδικού δικτύου. Συγκεκριμένα, γύρω από κάθε τόξο δημιουργούνται τρεις ζώνες επιρροής με διαφορετικές ακτίνες 500, 700 και 900 μέτρων αντίστοιχα. Οι συγκεκριμένες ακτίνες επιλέγονται με τη λογική ότι τα 500 μέτρα θεωρούνται οριακά αρκετά για να διανυθούν με τα πόδια, τα 700 μέτρα είναι μία ενδιάμεση κατάσταση στην οποία κάποιος δύσκολα κινείται με τα πόδια αλλά ενδεχομένως επιλέγει κάποιο άλλο μέσο όπως ποδήλατο και τα 900 μέτρα είναι μία απόσταση που μάλλον αναγκάζει κάποιον να κινηθεί ίσως και με μηχανοκίνητο όχημα. Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, η επιλογή των παραπάνω ακτινών θεωρείται ότι καλύπτουν όλες τις δυνατές επιλογές μετακίνησης των πολιτών και ερευνώνται κάθε φορά οι αλλαγές στις διαφορετικές ζώνες επιρροής.

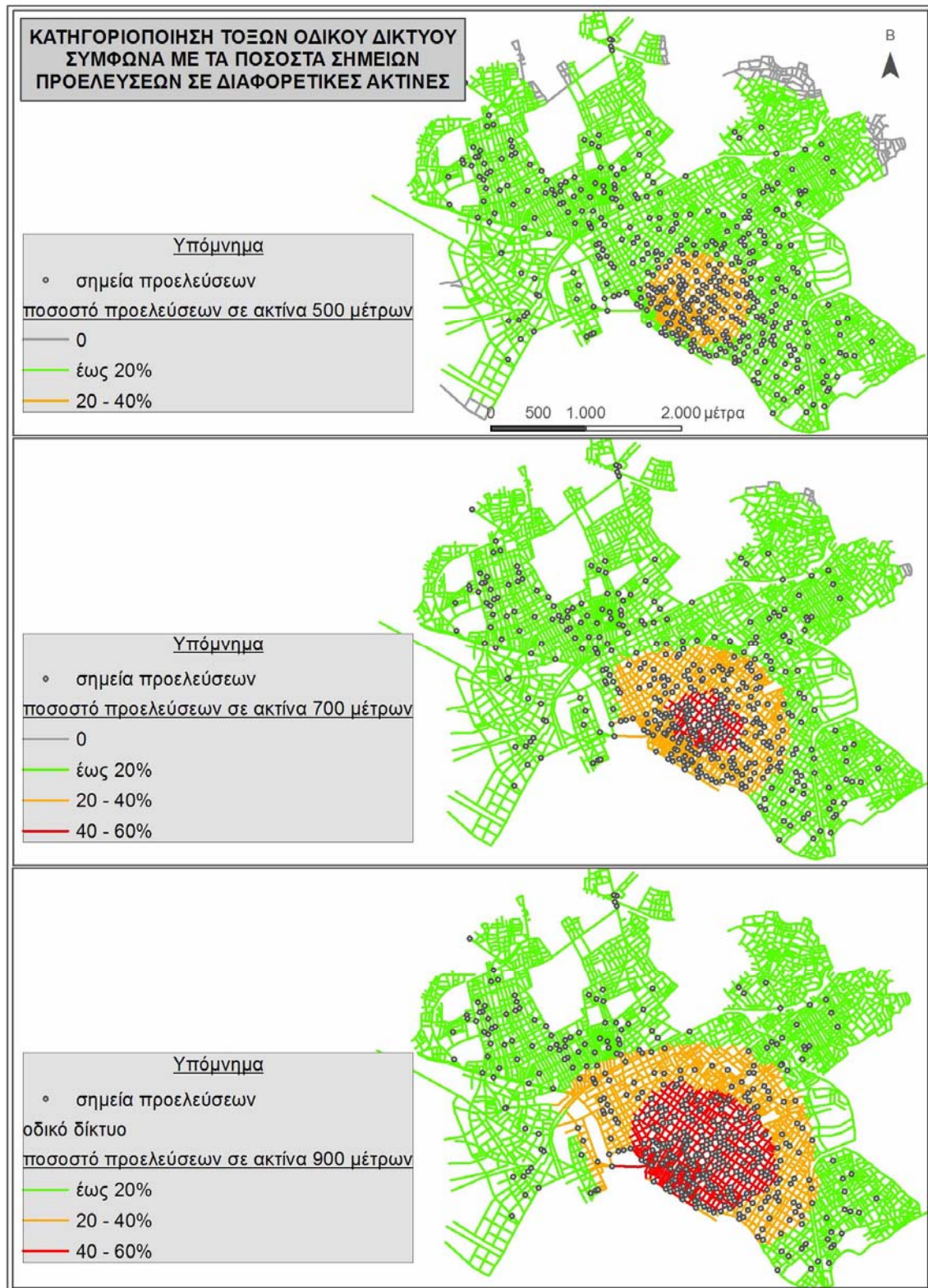
Για τη δημιουργία του σχηματικού αρχείου με τις ζώνες επιρροής, εφαρμόζεται το εργαλείο 'Multiple Ring Buffer' από την εργαλειοθήκη του προγράμματος ArcGIS. Στη συνέχεια, αφού δημιουργηθούν οι ζώνες επιρροής, ακολουθεί η σύνδεση πινάκων των σχηματικών αρχείων των ζωνών και των υπηρεσιών και προελεύσεων βάσει της χωρικής θέσης οπότε για κάθε

ζώνη επιρροής είναι πλέον γνωστό πόσες υπηρεσίες και πόσα σημεία προελεύσεων βρίσκονται εντός. Στη συνέχεια, με απλή σύνδεση πινάκων η πληροφορία περνά από τις ζώνες επιρροής στα τόξα του οδικού δικτύου οπότε το σχηματικό αρχείο του οδικού δικτύου εμπλουτίζεται με τη νέα αυτή πληροφορία.

Για κάθε τόξο, είναι λοιπόν γνωστό το πλήθος και τελικώς το ποσοστό των υπηρεσιών και των άμεσων προελεύσεων των καταγραμμένων ροών που βρίσκονται στις διάφορες ακτίνες επιρροής του. Ακολουθεί μία κατηγοριοποίηση των ποσοστών σε τρεις ισοπληθείς ομάδες οπότε το οδικό δίκτυο χαρτογραφείται και βάσει αυτών των νέων κατηγοριοποιήσεων. Στους Χάρτες 5.11 και 5.12 που ακολουθούν απεικονίζεται το οδικό δίκτυο με χρωματική διαβάθμιση που συμφωνεί με την εκάστοτε κατηγοριοποίηση.



Χάρτης 5.11. Κατηγοριοποίηση τόξων οδικού δικτύου σύμφωνα με τα ποσοστά υπηρεσιών που βρίσκονται σε ακτίνες 500, 700 και 900 μέτρων



Χάρτης 5.12. Κατηγοριοποίηση τόξων οδικού δικτύου σύμφωνα με τα ποσοστά σημείων προελεύσεων που βρίσκονται σε ακτίνες 500, 700 και 900 μέτρων

Στο Χάρτη 5.11 που αποτελείται ουσιαστικά από τρεις επιμέρους χάρτες, έναν για κάθε ακτίνα ζώνης επιρροής, είναι εμφανές πως τα τόξα που ανήκουν στη μεσαία κατηγορία ποσοστών υπηρεσιών (20-40%) βρίσκονται συγκεντρωμένα στο εμπορικό κέντρο του Βόλου, γεγονός αναμενόμενο δεδομένου ότι στη συγκεκριμένη περιοχή η πυκνότητα των υπό μελέτη υπηρεσιών είναι μεγάλη. Στην πρώτη κατηγορία των χαμηλών ποσοστών όπου περιλαμβάνονται και τα μηδενικά ποσοστά, ανήκουν όλα τα υπόλοιπα τόξα. Κάτι αξιοσημείωτο αποτελεί το κομμάτι με μηδενική ύπαρξη υπηρεσιών στα 500 μέτρα που βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης και ανάμεσα από περιοχές με τόξα που έχουν ποσοστά υπηρεσιών 20-40%. Πρόκειται για μία περιοχή που προβλέπεται ακάλυπτη από απόψεως εξυπηρέτησης των συγκεκριμένων υπό μελέτη υπηρεσιών, τουλάχιστον για την ακτίνα των 500 μέτρων. Στην ίδια μοίρα φαίνεται να βρίσκονται και άλλες περιοχές (δυτικά και βόρεια) που οριακά φαίνεται να μην εξυπηρετούνται από υπηρεσίες σε κοντινή απόσταση.

Στον επόμενο επιμέρους χάρτη των ποσοστών υπηρεσιών σε ακτίνα 700 μέτρων αυτή τη φορά, η εικόνα όπως είναι αναμενόμενο αλλάζει αισθητά με την εμφάνιση κατ' αρχήν και τρίτης ομάδας ποσοστών υπηρεσιών 40-60%. Ένα μικρό κομμάτι της κεντρικής περιοχής του Βόλου ανήκει στην κατηγορία αυτή ενώ το τμήμα των τόξων που ανήκει στη μεσαία ομάδα ποσοστών επεκτείνεται σε σχέση με το χάρτη των 500 μέτρων. Όπως είναι επίσης αναμενόμενο, οι περιοχές με μηδενική εξυπηρέτηση από υπηρεσίες βρίσκονται πλέον μόνο περιμετρικά στην περιοχή μελέτη χωρίς την εικόνα της ύπαρξης μικρών μη εξυπηρετούμενων περιοχών μέσα στις περιοχές των χαμηλών ποσοστών.

Στον τρίτο επιμέρους χάρτη του Χάρτη 5.11, το τμήμα με μηδενική εξυπηρέτηση ακόμα και σε ακτίνα 900 μέτρων γύρω από τα τόξα είναι αυτό στη βορειοανατολική πλευρά της περιοχής μελέτης η οποία πράγματι απέχει πολύ από το γενικό χωρικό πρότυπο των υπό μελέτη υπηρεσιών. Πλέον, σχεδόν όλο το κομμάτι του εμπορικού κέντρου της πόλης έχει ενταχθεί στην ομάδα των υψηλών ποσοστών υπηρεσιών (40-60%) και η ομάδα των μεσαίων

ποσοστών έχει επεκταθεί περαιτέρω όπως είναι αναμενόμενο. Το αξιοσημείο είναι πως σχεδόν όλος ο Δήμος Ν. Ιωνίας έχει ενταχθεί στην ομάδα των χαμηλών ποσοστών χωρίς σχεδόν καθόλου τμήματα μηδενικής εξυπηρέτησης ενώ ένα μικρό κομμάτι του στα νότια όριά του παρουσιάζει μεσαία ποσοστά υπηρεσιών (20-40%).

Η επόμενη κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου (Χάρτης 5.12) που έγινε βάσει των ποσοστών σημείων προελεύσεων που βρίσκονται σε διαφορετικές ακτίνες απεικονίζεται επίσης σε τρεις επιμέρους χάρτες, έναν για κάθε ακτίνα ζωνών επιρροής. Στο χάρτη όπου απεικονίζονται τα ποσοστά των σημείων προελεύσεων σε ακτίνα 500 μέτρων από κάθε τόξο, είναι προφανές ότι η μεγαλύτερη πυκνότητα σημείων εμφανίζεται για τα τόξα της κεντρικής περιοχής του Βόλου. Η περιοχή αυτή έχει αρκετά μεγάλο κομμάτι κατοικημένο αλλά περιλαμβάνει και πλήθος γραφείων και υπηρεσιών που αποτελούν επίσης μεγάλο κομμάτι των άμεσων προελεύσεων. Πολλοί από τους ερωτώμενους άλλωστε δήλωσαν ως άμεση προέλευση άλλο σημείο πλην της κατοικίας τους. Σχεδόν όλα τα υπόλοιπα τόξα παρουσιάζουν ομοιόμορφη κατανομή των προελεύσεων ανήκοντας στην ομάδα ανήκοντας στην ομάδα των χαμηλών ποσοστών, με εξαίρεση μόνο κάποια λίγα στα βόρεια, νοτιοδυτικά και βορειοανατολικά της πόλης που δεν έχουν σημεία προελεύσεων.

Στον επόμενο χάρτη των ποσοστών προελεύσεων σε ακτίνα 700 μέτρων, όπως είναι αναμενόμενο πάλι η εικόνα αλλάζει αφού σχεδόν εξαφανίζονται τα τόξα με μηδενικά ποσοστά προελεύσεων. Εμφανίζεται όμως η ομάδα υψηλών ποσοστών προελεύσεων περιλαμβάνοντας τόξα που βρίσκονται στο κέντρο της πόλης αρκετά πάνω από την ακτογραμμή του λιμανιού. Επιπλέον, η ομάδα των μεσαίων ποσοστών επεκτείνει τα όριά της περιλαμβάνοντας και τόξα που βρίσκονται πέραν του εμπορικού κέντρου της πόλης. Τα υπόλοιπα τόξα παραμένουν στην ομάδα των χαμηλών ποσοστών (έως 20%) παρουσιάζοντας μια σχετική ομοιομορφία στο μεγαλύτερο μέρος της πόλης περιλαμβάνοντας όλο το Δήμο Ν. Ιωνίας.

Στον τρίτο επιμέρους χάρτη των ποσοστών προελεύσεων εμφανίζονται τα ποσοστά σημείων σε ακτίνα 900 μέτρων. Ακόμη και σε αυτή τη μεγάλη απόσταση, ο Δήμος Ν. Ιωνίας παραμένει στο μεγαλύτερο μέρος του με χαμηλά ποσοστά σημείων προελεύσεων (μέχρι 20%) έχοντας μόνο ένα μικρό μέρος των τόξων του στα νότια όριά του στη μεσαία ομάδα ποσοστών. Μεγάλο μέρος πλέον του κεντρικά του Δήμου Βόλου παρουσιάζει μεγάλα ποσοστά προελεύσεων όπως είναι αναμενόμενο και η ομάδα των μεσαίων προχωρά και επεκτείνεται κι άλλο γύρω της.

5.5.3. Συνδυαστικοί πίνακες κατηγοριοποίησης οδικού δικτύου

Οι τρεις κατηγοριοποιήσεις του οδικού δικτύου βάσει των προβλεπόμενων φόρτων, των ποσοστών υπηρεσιών και των ποσοστών σημείων προελεύσεων σε διαφορετικές ακτίνες καταλήγουν σε συμπεράσματα σχετικά με το φαινόμενο των μετακινήσεων των πολιτών προς τις δημόσιες υπηρεσίες του Βόλου έτσι όπως αυτό προβλέπεται μέσω της διαδικασίας του kriging. Η συγκέντρωση των συμπερασμάτων αυτών σε δύο συνδυαστικούς πίνακες που δημιουργούνται στη συνέχεια, δίνει μία ακόμη πιο συνοπτική εικόνα του φαινομένου με παράλληλη ποσοτικοποίηση των διαφόρων αποτελεσμάτων. Με τον τρόπο αυτό, προκύπτουν ποσοστά μήκους του οδικού δικτύου που εμφανίζουν ταυτόχρονα κάποιες ιδιότητες σύμφωνα με τις τρεις κατηγοριοποιήσεις.

Δημιουργείται τελικώς ένας συνδυαστικός πίνακας των ποσοστών φόρτων με τα ποσοστά υπηρεσιών σε ζώνες επιρροής γύρω από τα τόξα καθώς και ένας αντίστοιχος συνδυαστικός πίνακας με τα ποσοστά των σημείων άμεσων προελεύσεων. Στους επόμενους πίνακες (Πίνακας 5.5 και 5.6) φαίνονται τα συνδυαστικά αποτελέσματα που μόλις περιγράφηκαν.

	ποσοστό μήκους οδικού δικτύου ανά ομάδες ποσοστών υπηρεσιών σε ακτίνα γύρω από κάθε τόξο οδικού δικτύου								
	500μ.			700μ.			900μ.		
ποσοστά προβλεπόμενου φόρτου (% μέγιστης τιμής)	χαμηλά	μεσαία	υψηλά	χαμηλά	μεσαία	υψηλά	χαμηλά	μεσαία	υψηλά
χαμηλά	28,2%	0,7%	0%	26,3%	2,3%	0,3%	21,9%	5,9%	1,1%
μεσαία	55,1%	4,6%	0%	50,4%	7,6%	1,7%	43,4%	9,7%	6,6%
υψηλά	10,7%	0,8%	0%	10,4%	0,7%	0,3%	9,9%	0,8%	0,7%

Πίνακας 5.5. Ποσοστά μήκους οδικού δικτύου ανά ομάδες ποσοστών υπηρεσιών που βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές ακτίνες (500, 700 και 900 μέτρων) και ποσοστιαίων φόρτων

	ποσοστό μήκους οδικού δικτύου ανά ομάδες ποσοστών σημείων προελεύσεων σε ακτίνα γύρω από κάθε τόξο οδικού δικτύου								
	500μ.			700μ.			900μ.		
ποσοστά προβλεπόμενου φόρτου (% μέγιστης τιμής)	χαμηλά	μεσαία	υψηλά	χαμηλά	μεσαία	υψηλά	χαμηλά	μεσαία	υψηλά
χαμηλά	28%	0,8%	0%	24%	4,8%	0,2%	18,3%	7,3%	3,3%
μεσαία	53,4%	6,3%	0%	46,2%	10,4%	3,1%	38,4%	11,3%	10%
υψηλά	11%	0,4%	0%	10,4%	0,9%	0,1%	10,1%	0,3%	1%

Πίνακας 5.6. Ποσοστά μήκους οδικού δικτύου ανά ομάδες ποσοστών σημείων προελεύσεων που βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές ακτίνες (500, 700 και 900 μέτρων) και ποσοστιαίων φόρτων

Στον Πίνακα 5.5 είναι προφανές πως για τις ζώνες επιρροής των 500 μέτρων γύρω από τα τόξα του οδικού δικτύου, στο μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου (55,1% του συνολικού μήκους) προβλέπονται μεσαίοι ποσοστιαίοι φόρτοι (μέχρι 50% του μέγιστου προβλεπόμενου για την περιοχή μελέτης) ενώ το ποσοστό υπηρεσιών γύρω από τα συγκεκριμένα τόξα είναι χαμηλό (έως 20% των υπηρεσιών). Βέβαια, ένα επίσης σημαντικό τμήμα του οδικού δικτύου (28,2%) προβλέπεται με χαμηλούς φόρτους και χαμηλά ποσοστά υπηρεσιών στη συγκεκριμένα ακτίνα. Πρόκειται για ένα αποτέλεσμα που δείχνει ότι οι μεγάλοι φόρτοι (μεσαίοι και υψηλοί) δεν προκαλούνται απαραίτητα σε περιοχές με υψηλά ποσοστά υπηρεσιών αλλά προβλέπονται και για περιοχές με χαμηλά ποσοστά υπηρεσιών. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι φόρτοι εμφανίζονται και σε ενδιάμεσα σημεία των διαδρομών όπου πράγματι μπορεί να μην υπάρχουν πολλές υπηρεσίες. Για τη συγκεκριμένη ακτίνα, απουσιάζουν πλήρως τα υψηλά ποσοστά υπηρεσιών,

ενώ στα μεσαία ανήκει ένα πολύ μικρό μέρος του οδικού δικτύου (0,7 και 0,8%) τόσο για χαμηλούς όσο και μεσαίους ποσοστιαίους φόρτους ενώ οι μεσαίοι ποσοστιαίοι φόρτοι συμβαδίζουν με τα ποσοστά υπηρεσιών σε μεγάλο τμήμα του οδικού δικτύου (4,6%).

Στις ζώνες επιρροής 700 μέτρων στον Πίνακα 5.5, ακολουθεί σχεδόν η ίδια λογική με την ακτίνα των 500 μέτρων, εμφανίζοντας μεγάλο μέρος τους οδικού δικτύου (50,4%) να ανήκει πάλι στην ομάδα των μεσαίων φόρτων και χαμηλών ποσοστών υπηρεσιών ενώ το 26,3% στην ομάδα χαμηλών φόρτων και χαμηλών ποσοστών υπηρεσιών. Η ομάδα με χαμηλά ποσοστά σε υπηρεσίες και υψηλούς φόρτους παραμένει στα ίδια επίπεδα (10,4%) επιβεβαιώνοντας ισχυρά τη διατύπωση για την ακτίνα 500 μέτρων σχετικά με τη γένεση φόρτων ενδιάμεσα των διαδρομών ακόμη και σε περιοχές με πολύ χαμηλά ποσοστά υπηρεσιών. Λόγω της αύξησης της ακτίνας, εμφανίζεται πλέον και η ομάδα των υψηλών ποσοστών υπηρεσιών χωρίς όμως μεγάλη συμμετοχή δεδομένου ότι όντως πρόκειται για μικρό μήκος δικτύου με αυτή την ιδιότητα (βλ. κόκκινα τόξα οδικού δικτύου στον Χάρτη 5.10).

Η ίδια λογική ακολουθείται στα αποτελέσματα των ζωνών επιρροής 900 μέτρων, με τη διαφορά ότι πλέον η ομάδα των υψηλών ποσοστών υπηρεσιών και μεσαίων ποσοστιαίων φόρτων περιλαμβάνει αρκετά μεγάλο τμήμα του οδικού δικτύου (6,6%). Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο, αφού η αύξηση της ακτίνας έχει ως επακόλουθο το ευρύτερο τμήμα του κέντρου της πόλης να χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά υπηρεσιών ενώ προβλέπεται σχεδόν σε όλη την έκτασή του με μεσαίους ποσοστιαίους φόρτους. Επιπλέον, αύξηση έχει γίνει και στην ομάδα των τόξων με μεσαία ποσοστά υπηρεσιών και χαμηλούς φόρτους (5,9%) όπου πρόκειται για μέρος του οδικού δικτύου που βρίσκεται στα νότια όρια του Δήμου Νέας Ιωνίας και σε κάποιες μικρές περιοχές διάσπαρτες στην ευρύτερη κεντρική περιοχή του Βόλου.

Στον Πίνακα 5.6 φαίνονται τα ποσοστά μήκους οδικού δικτύου ανά ομάδες ποσοστών σημείων άμεσης προέλευσης σε τρεις ακτίνες (500, 700 και 900 μέτρων) και ποσοστιαίων φόρτων. Για τις ζώνες επιρροής 500 μέτρων, το 53,4% του οδικού δικτύου προβλέπεται με μεσαίους ποσοστιαίους φόρτους

αλλά εμφανίζει χαμηλά ποσοστά προελεύσεων. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι οι φόρτοι έχουν προβλεφθεί με τη μέθοδο kriging βάσει των σημείων προελεύσεων και των τομών των γραμμών ροής οπότε είναι φυσικό ακόμη και σε περιοχές με χαμηλά ποσοστά προελεύσεων (τουλάχιστον μέχρι κάποια ακτίνα) να προβλέπονται φόρτοι που φτάνουν μέχρι και το 50% της μέγιστης προβλεπόμενης τιμής. Ακόμη όμως και το οδικό δίκτυο που εμφανίζει χαμηλά ποσοστά προελεύσεων και χαμηλούς φόρτους (28%) είναι επίσης αναμενόμενο δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος του δικτύου έχει χαμηλά ποσοστά προελεύσεων οι οποίες φαίνονται να κατανέμονται ομοιόμορφα στην περιοχή μελέτης (πλην της περιοχής του κέντρου όπου αυξάνεται η πυκνότητά τους).

Στις ζώνες επιρροής των 700 μέτρων το μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου πάλι εμφανίζεται στην ομάδα των χαμηλών ποσοστών προελεύσεων και μεσαίων φόρτων (46,2%) και η λογική που επικράτησε για την ακτίνα 500 μέτρων ισχύει και τώρα με το 24% να ανήκει σε χαμηλούς φόρτους και χαμηλά ποσοστά προελεύσεων. Αυτό που αλλάζει αισθητά είναι το τμήμα του οδικού δικτύου με μεσαία ποσοστά προελεύσεων και μεσαίους φόρτους (10,4%) αλλά και αυτό με χαμηλούς φόρτους (4,8%) τα οποία εμφανίζονται κατά πολύ μεγαλύτερα από ότι για ακτίνα 500 μέτρων. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι η περιοχή των μεσαίων ποσοστών προελεύσεων αυξάνεται και επεκτείνεται πλέον και εκτός του κέντρου της πόλης όπου τα ποσοστά φόρτων είναι ως επί το πλείστον χαμηλά και μεσαία.

Η εικόνα είναι επίσης αναμενόμενη στις ζώνες επιρροής των 900 μέτρων όπου τα ποσοστά του οδικού δικτύου με μεσαία και υψηλά ποσοστά προελεύσεων αυξάνονται λόγω αύξησης και της ακτίνας επιρροής. Το ποσοστό οδικού δικτύου με χαμηλά ποσοστά προελεύσεων και μεσαίους ποσοστιαίους φόρτους έχει μειωθεί περαιτέρω γεγονός αναμενόμενο δεδομένου ότι λόγω αύξησης της ακτίνας η περιοχή με χαμηλά ποσοστά προελεύσεων συρρικνώνεται. Παρόλα αυτά, η ομάδα τόξων με εσαία ποσοστά προελεύσεων και χαμηλούς φόρτους δεν αυξάνεται όσο θα αναμενόταν (σε σχέση με την αύξηση από 500 σε 700 μ.) και φτάνει μέχρι το 7,3% του οδικού

δικτύου. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αύξηση μεν της περιοχής με μεσαία ποσοστά υπηρεσιών λόγω αύξησης της ακτίνας αλλά σε περιοχή γύρω από το κέντρο της πόλης όπου οι φόρτοι είναι σε μεγάλο τμήμα χαμηλοί. Ακόμη, το ποσοστό οδικού δικτύου που παρουσιάζει υψηλά ποσοστά προελεύσεων και μεσαίους φόρτους εμφανίζεται ιδιαίτερα αυξημένο (10%) δεδομένου ότι στη συγκεκριμένη ακτίνα μεγάλα ποσοστά υπηρεσιών παρατηρούνται σε μεγαλύτερο πλέον τμήμα του εμπορικού κέντρου της πόλης όπου πέραν κάποιων μεμονωμένων τμημάτων με υψηλούς φόρτους, τα υπόλοιπα τόξα εμφανίζουν μεσαίους φόρτους.

Συνοψίζοντας, μπορεί να ειπωθεί πως φαίνεται οι προβλεπόμενοι φόρτοι να παρουσιάζουν μία εικόνα που διαμορφώνεται σίγουρα βάσει κάποιων πολυσύχναστων υπηρεσιών όπως είναι οι πανεπιστημιακές σχολές ή κάποιες αθλητικές εγκαταστάσεις καθώς και το νοσοκομείο της πόλης αλλά διαμορφώνεται και βάσει των ενδιάμεσων σημείων διαδρομών. Για παράδειγμα, ο αυξημένος φόρτος που παρατηρείται δεξιά της πολυτεχνικής σχολής στον Χάρτη 5.9 δεν εξηγείται από την πυκνότητα των υπηρεσιών εκεί αλλά από το γεγονός ότι εκεί βρίσκεται κεντρικός δρόμος απ' όπου διέρχονται πολλές διαδρομές για υπηρεσίες σε άλλα σημεία. Το ίδιο φαίνεται να ισχύει και για τα σημεία προελεύσεων των πολιτών όπως αυτά καταγράφηκαν στις συνεντεύξεις. Είναι σχετικά ομοιόμορφα κατανεμημένα στην περιοχή μελέτης με εξαίρεση μόνον την κεντρική περιοχή της πόλης όπου είναι περισσότερο πυκνά. Η πρόβλεψη των φόρτων δε φαίνεται να συμβαδίζει πάντα με το πλήθος των προελεύσεων που βρίσκονται σε κάποια ακτίνα από το οδικό δίκτυο και αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η πρόβλεψη των φόρτων έχει γίνει βάσει των τομών των διαδρομών και των κεντροειδών των περιοχών προελεύσεων και προορισμού.

Στη συνέχεια ακολουθεί και η κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών βάσει των σχετικών φόρτων που προβλέπονται για τις διαδρομές προς αυτές με σημείο προέλευσης το χωρικό μέσο όλου του πληθυσμού της πόλης.

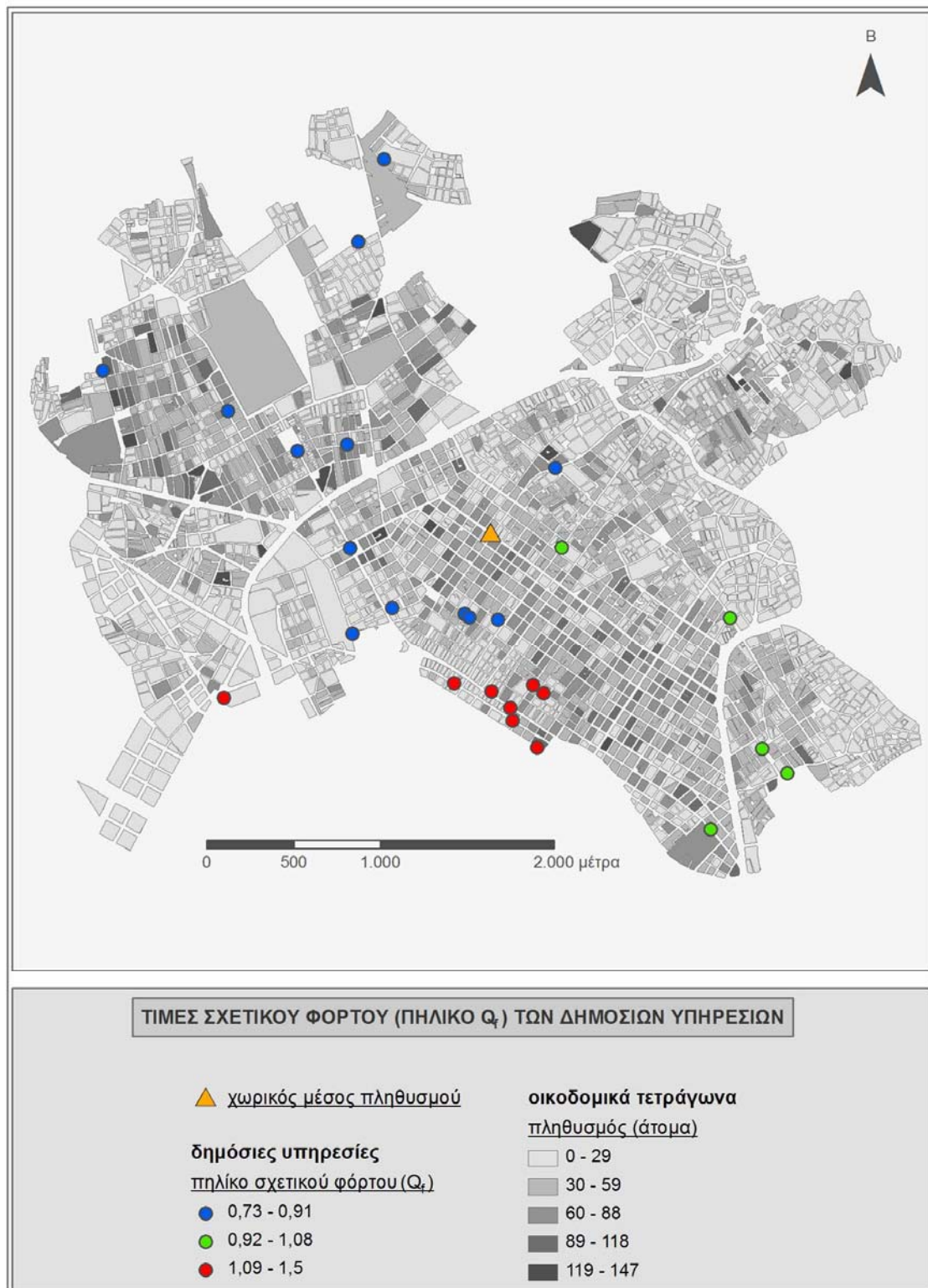
5.5.4. Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών βάσει σχετικών φόρτων

Η πρόβλεψη των σχετικών φόρτων για την περιοχή μελέτης έχει ήδη δώσει μια σειρά από αναλύσεις μέσα από την κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου σύμφωνα με τους προβλεπόμενους φόρτους. Η εικόνα που προβλέπεται για το οδικό δίκτυο μπορεί να επηρεάσει και την εικόνα των δημοσίων υπηρεσιών μέσα από την ανάλυση των σχετικών φόρτων που προβλέπονται για τις συντομότερες διαδρομές προς κάθε υπηρεσία με σημείο προέλευσης το χωρικό μέσο του πληθυσμού της πόλης. Συγκεκριμένα, για κάθε υπηρεσία εντοπίζεται η συντομότερη διαδρομή κατά μήκος του δικτύου με τη χρήση του εργαλείου 'Make Route Layer' θεωρώντας ως σημείο αρχής της διαδρομής το σημείο του χωρικού μέσου όλου του πληθυσμού της πόλης σύμφωνα με την απογραφή πληθυσμού της ΕΣΥΕ το 1991. Κατόπιν, υπολογίζεται το άθροισμα των φόρτων των τόξων κάθε τέτοιας διαδρομής f_s και διαιρείται με το μήκος της d_s . Το πηλίκο αυτό συμβολίζεται ως Q_s και στη συνέχεια διαιρείται με το πηλίκο Q_t που ισούται με το άθροισμα των φόρτων των συντομότερων διαδρομών f_t όλων των υπηρεσιών δια το συνολικού μήκους d_t επίσης όλων αυτών των διαδρομών.

Η παρακάτω εξίσωση αποδίδει πλήρως το πηλίκο Q_f :

$$Q_f = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{f_s}{d_s} / \frac{f_t}{d_t}$$

Οι τιμές του πηλίκου που είναι μικρότερες της μονάδας δηλώνουν ότι η υπηρεσία έχει σχετικά μικρότερο φόρτο ανά μονάδα μήκους στη συντομότερη διαδρομή από το χωρικό μέσο του πληθυσμού ενώ τιμές κοντά στη μονάδα δείχνουν ότι ο φόρτος είναι πλησίον του μέσου φόρτου που παρατηρείται για όλες τις υπηρεσίες. Τιμές του Q_f μεγαλύτερες από τη μονάδα δηλώνουν πως η υπηρεσία παρουσιάζει σχετικά μεγαλύτερο φόρτο από τον μέσο προβλεπόμενο προς το χωρικό μέσο του πληθυσμού. Στο Χάρτη 5.13 φαίνονται οι δημόσιες υπηρεσίες και οι τιμές του πηλίκου Q_f .



Χάρτη 5.13. Τιμές σχετικού φόρτου (πηλίκo Q_r) των δημοσίων υπηρεσιών

Στον Χάρτη 5.13 απεικονίζονται οι δημόσιες υπηρεσίες χρωματισμένες σύμφωνα με την τιμή του σχετικού φόρτου που προβλέπεται να παρουσιάζεται στη συντομότερη διαδρομή μέχρις αυτές με προέλευση το σημείο του χωρικού μέσου. Φαίνεται πως η πλειοψηφία των υπηρεσιών παρουσιάζει χαμηλές τιμές του πηλίκου Q_f άρα και σχετικά χαμηλότερο φόρτο από το συνολικό προβλεπόμενο για την περιοχή μελέτης. Μάλιστα σχεδόν οι μισές από αυτές βρίσκονται στο Δήμο Νέας Ιωνίας και αποτελούν ουσιαστικά το σύνολο των υπό μελέτη υπηρεσιών όλου του Δήμου. Η Σχολή Γεωπονικών Επιστημών στην περιοχή του Φυτόκου στο βορειότερο όριο της περιοχής μελέτης, έχει χαμηλό σχετικό φόρτο παρόλο που σε απόλυτες τιμές τα τόξα της γύρω περιοχής εμφανίζουν τους μεγαλύτερους φόρτους (βλ. Χάρτη 5.9). Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το μήκος της διαδρομής από το χωρικό μέσο είναι αρκετά μεγάλο κατανέμοντας έτσι σε μεγαλύτερη μήκος το μεγάλο φόρτο και άρα μειώνοντας τον παρονομαστή του πηλίκου Q_f μειώνοντας έτσι την τιμή του. Το ίδιο ισχύει και για το ΚΑΠΗ στα δυτικά του Δήμου Νέας Ιωνίας στο οποίο επίσης η πρόβλεψη δίνει αρκετά μεγάλους φόρτους οι οποίοι αντισταθμίζονται τελικώς από το μεγάλο μήκος της διαδρομής από το χωρικό μέσο μέχρι εκεί. Οι υπόλοιπες υπηρεσίες με χαμηλές τιμές πηλίκου που βρίσκονται στο Δήμο Βόλου είναι σαφώς πιο κοντά στο χωρικό μέσο αλλά οι τιμές τους παραμένουν χαμηλές δεδομένου ότι οι συντομότερες διαδρομές αναμένονται αν περνούν από περιοχές με τους χαμηλότερους φόρτους.

Δεν ισχύει το ίδιο όμως και για τις υπηρεσίες που βρίσκονται κοντά στην παραλία της πόλης οι οποίες εμφανίζουν αυξημένους σχετικούς φόρτους. Η αρκετά κοντινή τους θέση σε σχέση με το χωρικό μέσο καθώς και οι αυξημένοι φόρτοι που προβλέπονται για το εμπορικό κέντρο από το οποίο πρέπει να περνούν οι συντομότερες διαδρομές αυξάνει σημαντικά και την τιμή του πηλίκου. Η μόνη εξαίρεση είναι η Πολυτεχνική Σχολή η οποία παρόλο που βρίσκεται αρκετά μακριά από το χωρικό μέσο του πληθυσμού και θα ήταν αναμενόμενη μια σχετικά μειωμένη τιμή του πηλίκου λόγω μεγάλου παρονομαστή, παρουσιάζει επίσης μεγάλη τιμή του Q_f . Το γεγονός αυτό

πρέπει να οφείλεται στις μεγάλες τιμές προβλεπόμενου φόρτου σε σημεία από τα οποία αναγκαστικά διέρχεται η συντομότερη διαδρομή όπως είναι η περιοχή δεξιά της σχολής και του χειμάρρου Κραυσίδωνα.

Τέλος, οι υπηρεσίες που εμφανίζουν μια εικόνα σχετικού φόρτου με τιμές κοντά στη μονάδα άρα και φόρτους ανά μήκος κοντά στη μέση προβλεπόμενη κατάσταση είναι οι τέσσερις υπηρεσίες που βρίσκονται προς το ανατολικό κομμάτι της περιοχής μελέτης μεταξύ των οποίων και το νοσοκομείο (νοτιοανατολικά). Παρόλο που το νοσοκομείο βρίσκεται αρκετά μακριά από το χωρικό μέσο του πληθυσμού, δεν έχει εμφανίσει χαμηλές τιμές σχετικού φόρτου προφανώς λόγω του αυξημένου φόρτου που προβλέπεται και για τη γύρω περιοχή του αλλά και για τις περιοχές από τις οποίες πρέπει να διέρχεται η συντομότερη διαδρομή. Βέβαια, η τιμή του είναι ικανοποιητική δεδομένου ότι τουλάχιστον παρουσιάζει ένα σχετικό φόρτο κοντά στον μέσο προβλεπόμενο. Η ίδια κατάσταση φαίνεται να ισχύει και για τις αθλητικές εγκαταστάσεις δεξιά του νοσοκομείου όπου οι φόρτοι προβλέπονται αρκετά υψηλοί. Παρόλα αυτά, το πράσινο σημείο δεξιά του χωρικού μέσου (Γυμναστικός Σύλλογος Βόλου) οριακά εμφανίζει σχετικό φόρτο πιο αυξημένο από τις γύρω υπηρεσίες που φαίνονται να απέχουν το ίδιο από το χωρικό μέσο. Αυτό μπορεί να οφείλεται τόσο σε μία οριακή μείωση της απόστασής του από το χωρικό μέσο σε σχέση με τις άλλες κοντινές υπηρεσίες όσο και σε μια σχετική αύξηση του φόρτου της συγκεκριμένης συντομότερης διαδρομής σε σχέση με τις άλλες.

Το επόμενο και τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει μία σύνοψη των συμπερασμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας στην πόλη του Βόλου αλλά και μια σειρά από ερευνητικές διόδους που προκύπτουν ως έναυσμα από την παρούσα διατριβή για περαιτέρω έρευνα.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο στόχος της παρούσας διατριβής είναι η μελέτη των καθημερινών μετακινήσεων των πολιτών προς τις δημόσιες υπηρεσίες μέσα από μία σειρά αναλύσεων που βασίζονται τόσο στη στατιστική ανάλυση όσο και στη χωρική ανάλυση του φαινομένου. Η χρήση νέων σύγχρονων εργαλείων και μεθόδων όπως είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, στατιστικά πακέτα ανάλυσης δεδομένων αλλά και γεωστατιστικές μέθοδοι που εφαρμόζονται για την πρόβλεψη τιμών σε σημεία του χώρου όπου απουσιάζουν μετρήσεις καθιστούν το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο ιδιαίτερα ευέλικτο και ενδιαφέρον ως προς την εφαρμογή του.

Έχοντας ως δεδομένα τα στοιχεία ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν μέσα από συνεντεύξεις επί τόπου στις υπηρεσίες, διαμορφώνονται τρία γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης της ροής ατόμων από μία περιοχή αφετηρίας σε μία περιοχή προορισμού μέσω της διαδικασίας της γραμμικής παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα μοντέλο που αφορά στις μετακινήσεις των πολιτών προς όλες τις υπηρεσίες ανεξαιρέτως και ένα μοντέλο για κάθε μία κατηγορία υπηρεσιών, με δυνατότητα και χωρίς δυνατότητα επιλογής τους. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που καθορίζουν τη ροή ατόμων προκύπτουν τόσο από τα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των συνεντεύξεων (ηλικία, κατοχή αυτοκινήτου κ.α.) όσο και από τα χωρικά χαρακτηριστικά των περιοχών (μεταξύ τους απόσταση, απόσταση από χωρικό μέσο υπηρεσιών κ.α.).

Επιπλέον, γίνεται και μία πρόβλεψη των αθροιστικών ροών ατόμων ή φόρτων σε όλη την περιοχή μελέτης με δεδομένες τις τιμές των αθροιστικών ροών στα σημεία τομής των γραμμών ροής και στα σημεία προέλευσης και προορισμού όπως προέκυψαν από τις καταγεγραμμένες μετακινήσεις. Η δημιουργία επιφάνειας παρεμβολής (μέθοδος kriging) καταλήγει στην πρόβλεψη των φόρτων σε όλη την περιοχή μελέτης και στη συνέχεια η πληροφορία αποδίδεται επιπλέον στα τόξα του οδικού δικτύου που κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τις προβλεπόμενες αθροιστικές ροές.

Εντοπίζονται επίσης και τα ποσοστά υπηρεσιών και προελεύσεων που βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές ακτίνες γύρω από τα τόξα του οδικού δικτύου και τα αποτελέσματα εμφανίζονται συνδυαστικά με την κατηγοριοποίηση των αθροιστικών ροών οπότε προκύπτουν ομάδες τμημάτων του οδικού δικτύου που εμφανίζουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά από τα οποία προκύπτουν συμπεράσματα για την προβλεπόμενη εικόνα της πόλης. Τέλος, υπολογίζονται και οι σχετικοί φόρτοι (Q_f) των υπηρεσιών βάσει των φόρτων ανά μονάδα μήκους που προβλέπονται στις συντομότερες διαδρομές προς αυτές από το χωρικό μέσο του πληθυσμού διαιρεμένων με το μέσο συνολικό αντίστοιχο φόρτο για όλες τις υπηρεσίες και στη συνέχεια, ακολουθεί μία κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών σύμφωνα με τις τιμές του Q_f .

Μέσα από τις παραπάνω αναλύσεις προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τη γένεση των μετακινήσεων όσο και για την πρόβλεψή τους. Οι παράγοντες που συσχετίζονται με τη ροή ατόμων αναδεικνύονται μέσα από τη διαμόρφωση των τριών μοντέλων όπου για παράδειγμα προκύπτει πως, για το γενικό μοντέλο, το ποσοστό υπηρεσιών που υπάρχει σε μία περιοχή έχει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό των ατόμων που φεύγουν από αυτή. Αυτό δείχνει πόσο έντονα μπορεί να επηρεάσει μία πιο ομοιόμορφη κατανομή των υπηρεσιών εξυπηρετώντας σε μικρή απόσταση πολίτες που δεν είναι απαραίτητο να μεταβούν σε άλλη περιοχή για την εξυπηρέτησή τους. Στο ίδιο συμπέρασμα συνηγορεί και το γεγονός ότι η απόσταση μεταξύ προέλευσης και προορισμού επηρεάζει αρνητικά το ποσοστό ατόμων που μετακινούνται μεταξύ των συγκεκριμένων περιοχών.

Επιπλέον, τα συνδυαστικά αποτελέσματα κατηγοριοποίησης του δικτύου δείχνουν πως σε πολλές περιπτώσεις εμφανίζονται αθροιστικές ροές ατόμων σε περιοχές που δεν έχουν ούτε πολλές υπηρεσίες ούτε σημεία προελεύσεων και αυτό δηλώνει πως η γένεση των φόρτων μπορεί να προκαλείται ακόμη και σε ενδιάμεσα σημεία διαδρομών λόγω διέλευσης πολλών μετακινήσεων από τα συγκεκριμένα σημεία. Επίσης, οι σχετικοί φόρτοι που προβλέπονται για τις υπηρεσίες δείχνουν πως οι περισσότερες

υπηρεσίες στο κέντρο του Βόλου εμφανίζουν υψηλούς σχετικούς φόρτους σε σημεία όπου και ο πραγματικός κυκλοφοριακός φόρτος είναι αυξημένος εντοπίζοντας ένα βασικό πρόβλημα της πόλης. Αντίθετα, οι υπηρεσίες του Δήμου Νέας Ιωνίας εμφανίζουν χαμηλούς σχετικούς φόρτους.

Από όλα τα παραπάνω που αναφέρθηκαν, καθίσταται σαφής η συνεισφορά του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου στην έρευνα χωρικών φαινομένων που άπτονται της χωροθέτησης υπηρεσιών και των παραγόμενων μετακινήσεων των πολιτών προς αυτές. Η πρωτοτυπία της παρούσας μεθοδολογίας έγκειται στο γεγονός ότι παρέχεται η δυνατότητα πρόβλεψης των ροών ατόμων σε δύο διαφορετικά επίπεδα.

Στο πρώτο δίνεται η δυνατότητα πρόβλεψης των ροών ατόμων ανάμεσα σε δύο περιοχές μέσω των τριών υποδειγμάτων που έχουν δομηθεί βάσει των δεδομένων που έχουν προκύψει από τις συνεντεύξεις με ερωτηματολόγια. Έχοντας ως γνωστά συγκεκριμένα στοιχεία, τόσο κοινωνικοοικονομικά όσο και χωρικά, μιας περιοχής αφετηρίας και μιας περιοχής προορισμού όπου βρίσκεται μία ή περισσότερες υπηρεσίες είναι δυνατόν να προβλεφθεί σύμφωνα με τα υποδείγματα που δημιουργήθηκαν η ροή των ατόμων που θα κινηθούν προς την περιοχή προορισμού για την εξυπηρέτησή τους.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, δίνεται η δυνατότητα πρόβλεψης των αθροιστικών ροών ατόμων που μπορεί να προκύψουν από τις μετακινήσεις των πολιτών προς υπηρεσίες των οποίων η θέση είναι δεδομένη και άρα παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο χωρικό πρότυπο. Με αυτή τη λογική προκύπτει μια εποπτική εικόνα της περιοχής μελέτης όσον αφορά τις προβλεπόμενες τιμές των αθροιστικών ροών σε κάθε σημείο της ενώ επιπλέον οι τιμές αυτές αποδίδονται στη συνέχεια και στο οδικό δίκτυο παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο μία εικόνα των προβλεπόμενων αθροιστικών ροών-φόρτων κατά μήκος των οδικών αξόνων της περιοχής μελέτης.

Σε μία περαιτέρω ανάλυση της κατάστασης, είναι δυνατόν να προβλεφθούν οι ροές μέσω των τριών μοντέλων που θα προκύψουν αν στο χωρικό πρότυπο των υπό μελέτη υπηρεσιών γίνουν αλλαγές είτε πραγματικές

είτε σε επίπεδο σχεδιασμού με τη δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων. Αυτό θα μπορούσε να σημαίνει την προσθήκη άλλης μίας υπηρεσίας σε κάποιο υποψήφιο σημείο για εγκατάσταση ή ακόμη και περισσότερων σε διάφορες θέσεις μέσα στον αστικό ιστό. Η νέα κατάσταση με τα νέα δεδομένα θα προκαλέσει τη γένεση διαφορετικών μετακινήσεων τόσο ως προς το πλήθος όσο και ως προς τις περιοχές αφετηρίας και προορισμού. Οι νέες ροές που θα προκύψουν μπορούν να δώσουν μία εικόνα τόσο των ροών όσο και των αθροιστικών ροών - φόρτων που θα προκαλέσουν οι νέες ροές δίνοντας έτσι τη δυνατότητα για σύγκριση αλλά και αξιολόγηση της νέας κατάστασης.

Δίνεται με αυτόν τον τρόπο η δυνατότητα για δόμηση σεναρίων και εναλλακτικών δράσεων σχετικά με το σχεδιασμό του δικτύου των δημοσίων υπηρεσιών παρέχοντας ένα χρήσιμο εργαλείο στους ιθύνοντες των διαφόρων προγραμματικών δράσεων σχετικά με τη χωροθέτηση υπηρεσιών στην περιοχή μελέτης. Η εποπτική εικόνα της περιοχής σε συνδυασμό με την πρόβλεψη των φόρτων που προβλέπονται για κάθε πιθανό σενάριο μπορεί να οδηγήσει σε μία πιο ορθή και εμπειριστατωμένη επιλογή σχετικά με το σχεδιασμό του δικτύου δημοσίων υπηρεσιών.

Επιπλέον, είναι δυνατόν η παρούσα μεθοδολογία να εξειδικευτεί για συγκεκριμένες μετακινήσεις πολιτών προς συγκεκριμένες υπηρεσίες όπως για παράδειγμα είναι τα σχολεία και να προκύψουν διαφορετικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις μετακινήσεις προς τη συγκεκριμένη υπηρεσία εκπαίδευσης. Γενικότερα, η εφαρμογή του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου σε συγκεκριμένη κατηγορία υπηρεσιών είναι αναμενόμενο να αναδείξει και διαφορετικές πλευρές του ζητήματος των μετακινήσεων των πολιτών εντοπίζοντας κάθε φορά και κάποιους άλλους παράγοντες που διαμορφώνουν τη γένεση του προτύπου των μετακινήσεων των ατόμων προς τις εκάστοτε υπηρεσίες.

Κάτι παρόμοιο είναι δυνατόν να γίνει και με εξειδίκευση των στοιχείων ως προς ένα συγκεκριμένο μεταφορικό μέσο εντοπίζοντας τις μετακινήσεις που γίνονται για παράδειγμα μόνο με ποδήλατο ή μόνο με μέσα μαζικής μεταφοράς. Είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον να προσεγγιστεί η μελέτη

των μετακινήσεων προς υπηρεσίες μόνο με μέσα μεταφοράς που προωθούνται στο πλαίσιο «πράσινων μέτρων» που στόχο έχουν να βελτιώσουν την ποιότητα του περιβάλλοντος στις πόλεις. Με αυτή τη λογική μπορούν να προκύψουν εκ νέου παράγοντες που επηρεάζουν τη μετακίνηση και την επιλογή των πολιτών ως προς τις υπηρεσίες και φυσικά να παραχθούν εξειδικευμένες εικόνες των φόρτων που προβλέπονται αντίστοιχα στην περιοχή μελέτης βοηθώντας ακόμη και στη βελτίωση του δικτύου των αστικών λεωφορείων ή των ποδηλατοδρόμων της πόλης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Athanasidou, F., Photis, Y.N. (2006) Evaluation of Public Service Networks Efficiency and Accessibility Levels in Urban Areas, proceedings of the 46th Congress of European Regional Science Association, 30th August to 3rd September 2006 - Volos, Greece

Athanasidou, F., Photis, Y.N. (2004) Combinatorial locational analysis of public services in metropolitan areas. Case study in the city of Volos, Greece, proceedings of the 44th Congress of European Regional Science Association, 25th to 29th August 2004 - Porto, Portugal

Fischer, M. (2000) Spatial interaction models and the role of Geographic Information Systems, in Fotheringham, A.S., Wegener, M. (eds.) *Spatial Interaction Models and GIS. New potential and new models*, London: Taylor & Francis, pp. 33-43

Galton, F. (1885). Regression toward mediocrity in heredity stature. *Journal of the Anthropological Institute*, 15:246-263

Gauss, C.F. (1809) *Theoria Motus Corporum Coelestium in Sectionibus Conicis Solem Ambientum*.

Guoqiang, S. (2002) Measuring Accessibility of Housing to Public-Community Facilities Using Geographical Information Systems, *Review of Urban and Regional Development Studies* 14(3):217-234

Hägerstrand, T. (1970) What about people in regional science?, *Papers of the Regional Science Association*, 24: 7-21

Hakimi, S.L., Labbé, M., Schmeichel, E.F. (1999) Locations on time-varying networks, *Networks*, 34(4):250-257

Handy, S.L., Niemeier, D.A. (1997) Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives, *Environment and Planning A*, 29:1175-1194

Hanson, S., Schwab, M. (1987) Accessibility and intraurban travel, *Environment and Planning A*, 19:735-748

Huisman, O., Forer, P., Albrecht, J. (1997) A Geometric Model of Urban Accessibility presented at *AURISA 97-The 25th Annual Conference of the Australian Urban and Regional Information Systems Association*, 19-21 November-Christchurch, New Zealand

Jones, C. (1997) *Geographical Information Systems and Computer Cartography*, Essex: Longman

Κουτσόπουλος, Κ., Ανδρουλακάκης, Ν. (2003) *Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με χρήση του λογισμικού ArcGIS*, Αθήνα: Παπασωτηρίου

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

Kitamura, R., Lam, T.N., Hioki, M. (1983) Stochastic simulation of the temporal and spatial interactions in urban travel, proceedings of the *15th conference on Winter simulation*, Vol.1, Arlington, Virginia, United States

Kwan, M.-P. (2002) Bringing time back in: a study on the influence of travel time variations and facility opening hours on individual accessibility, *The Professional Geographer*, 54 (2): 226-240

Kwan, M.-P. (2003) Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications, *Journal of Geographical Systems*, 5:129-138

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 facility, presented at the *82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, 03-4332, Washington. DC

Legendre, A.M.(1805) *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes*

Levine, J. (1998) Rethinking accessibility and jobs-housing balance, *Journal of the American Planning Association*, 64(2):133-149

Martin, D. (1991) *Geographic Information Systems and their Socioeconomic applications*, New York: Routledge

Newsome, T.H., Walcott, W.A., Smith, P.D. (1998) Urban activity spaces: Illustrations and application of a conceptual model for integrating the time and space dimensions, *Transportation* 25: 357-377

Pallant, J. (2007) *SPSS Survival Manual: A step-by-step guide to data analysis using SPSS for Windows (Version 15) (3rd edition)*, Crows Nest: Allen & Unwin

Rawlings, J.O., Pantula, S.G., Dickey, D.A. (1998) *Applied Regression Analysis: A Research Tool* (2nd edition), Springer

Rosero-Bixby, L. (2004) Spatial access to health care in Costa Rica and its equity: a GIS based study, *Social Science & Medicine* 58(7):1271-1284

Roy, J.R., Thill, J.-C. (2004) Spatial interaction modelling, *Papers in Regional Science*, 83:339-361

Talen, E. (1997) The social equity of urban service distribution: an exploration of park access in Pueblo, Colorado and Macon, Georgia, *Urban Geography* 18 (6):521-541

Talen, E. (1998) Visualising Fairness. Equity maps for planners, *Journal of the American Planning Association* 64 (1):22-38

Talen, E. (2002) Pedestrian access as a measure of urban quality, *Planning Practice & Research* 17(3):257-278

Ullman, E.L. (1956) The role of transportation and the bases for interaction in Thomas, W.Jr. (ed.) *Man's role in changing the face of the earth*, University of Chicago Press

Φώτης Γ. Ν. (2009) *Ποσοτική Χωρική Ανάλυση*, Εκδόσεις Γκοβόστη

Wooldridge J. (2009) *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (4th edition), Cincinnati, OH: South-Western College Publishing

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΩΝ

Ερωτηματολόγιο

α/α	
Ημερομηνία	
Ώρα	
Θέση	

1. Φύλο

1. ΑΝΔΡΑΣ
2. ΓΥΝΑΙΚΑ

2. Ποια είναι η ηλικία σας;

1. 15-29 ετών
2. 30-49
3. 50-69
4. 70+

3. Ποιο είναι το επάγγελμά σας;

1. Δημόσιος υπάλληλος
2. Ιδιωτικός υπάλληλος
3. Ελεύθερος επαγγελματίας
4. Φοιτητής
5. Άλλο.....

4. Ποια είναι η διεύθυνση κατοικίας (ή κοντινότερη συμβολή οδών).....

5. Σε ποια από τις παρακάτω ομάδες κατατάσσετε το ετήσιο εισόδημά σας;

1. μέχρι 8.000 €
2. 8.000-18.000 €

3. πάνω από 18.000 €

6. Ποια από τα παρακάτω οχήματα διαθέτετε (απαντήστε με Ναι ή Όχι);

1. αυτοκίνητο
2. μηχανοκίνητο δίκυκλο
3. ποδήλατο
4. Άλλο.....

7. Ποιον τρόπο επιλέγετε συνήθως για να μεταβείτε στις δημόσιες υπηρεσίες;

1. αυτοκίνητο
2. μηχανοκίνητο δίκυκλο
3. ποδήλατο
4. TAXI
5. λεωφορείο
6. πεζή

8. Ποιον τρόπο επιλέγετε συνήθως για να έρθετε στη συγκεκριμένη υπηρεσία;

1. αυτοκίνητο
2. μηχανοκίνητο δίκυκλο
3. ποδήλατο
4. TAXI
5. λεωφορείο
6. πεζή

9. Από πού ξεκινήσατε για να έρθετε εδώ;

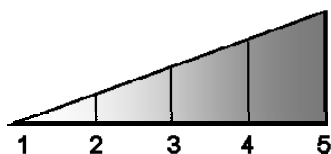
1. κατοικία
2. εργασία (κ' ὄ/νση)
3. Άλλο (κ' ὄ/νση).....

10. Τι ώρα ξεκινήσατε για να έρθετε εδώ και τι ώρα φτάσατε;

11. Πόσο συχνά επισκέπτεστε κατά μέσο όρο δημόσιες υπηρεσίες εβδομαδιαίως;

1. έως 1 φορά
2. 2-3 φορές
3. πάνω από 3 φορές

12. Βαθμολογήστε την πρόσβαση με κλίμακα από 1 (πολύ δύσκολη) έως 5 (πολύ εύκολη):



- α. της συγκεκριμένης υπηρεσίας
- β. των δημοσίων υπηρεσιών γενικότερα

13. Ποια από τα παρακάτω μέτρα μπορούν να εφαρμοστούν για τη βελτίωση της πρόσβασης των δημοσίων υπηρεσιών.

- Τροποποίηση ή προσθήκη **στάσεων** αστικών συγκοινωνιών
- Τροποποίηση ή προσθήκη **γραμμών** αστικών συγκοινωνιών
- Δημιουργία χώρων στάθμευσης
- Αλλαγή της θέσης των δημοσίων υπηρεσιών