



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΟΥ

Διπλωματική Εργασία με θέμα

Εφαρμογή μοντέλων χωρικής παλινδρόμησης για την διερεύνηση της επίδρασης της περπατησιμότητας (walkability) στην ενοικίαση κατοικίας.

**Ευρήματα από τις κεντρικές περιοχές των πόλεων:
Μπέρμιγγαμ, Εδιμβούργο και Μπέλφαστ του Ηνωμένου Βασιλείου.**



Εκπόνηση: Νεοφύτου Ελπίδα
Επιβλέπων: Γεώργιος Ν. Φώτης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2021





Copyright © Νεοφύτου Ελπίδα, 2021
All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

(Υπογραφή)

© 2021 - Νεοφύτου Ελπίδα



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένας από τους βασικότερους παράγοντες του δομημένου περιβάλλοντος που επηρεάζουν την επιλογή των ανθρώπων για στέγαση είναι η περπατησιμότητα (walkability), όρος που υποδηλώνει τον βαθμό στον οποίο μία περιοχή είναι φιλική και ελκυστική ως προς τη μετακίνηση πεζή. Η περπατησιμότητα μπορεί ακόμα να επηρεάσει και τις τιμές των κατοικιών. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά κενά στο βαθμό στον οποίο οι ποιότητες του αστικού σχεδιασμού, ως προς την δημιουργία φιλικών δημόσιων χώρων για την μετακίνηση πεζή, επιδρούν στην τιμή ενοικίασης κατοικιών.

Αρκετές έρευνες έχουν γίνει με σκοπό να βρεθεί ο βαθμός επιρροής της περπατησιμότητας στις αξίες γης, χρησιμοποιώντας κυρίως δεδομένα μακρο-κλίμακας, ωστόσο καμία δεν έχει ακόμα ασχοληθεί με την διερεύνηση του προβλήματος αξιοποιώντας δεδομένα μικρής κλίμακας όπως διαβάσεις πεζών, συντήρηση πεζοδρομίων και κτηρίων, φωτισμός, παγκάκια, σκίαση κτλ. Η παρούσα μελέτη, στοχεύει στη διερεύνηση του αντικτύπου της αύξησης της περπατησιμότητας στις τιμές ενοικίασης στις Αγγλικές πόλεις, στη μικρή κλίμακα. Ο βαθμός περπατησιμότητας προσδιορίζεται ως η βασική ανεξάρτητη μεταβλητή, ενώ θα δοκιμαστεί η ακόλουθη υπόθεση: η περπατησιμότητα και οι αξίες ενοικίων κατοικιών μιας περιοχής έχουν θετική συσχέτιση.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της αξιολόγησης των υποδομών πεζής μετακίνησης με τη χρήση του εργαλείου ελέγχου οδικής υποδομής κίνησης πεζών, MAPS-Mini για την δημιουργία γεωχωρικής βάσης δεδομένων σε επίπεδο πεζοδρομίου. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφηκαν και αξιολογήθηκαν 17 μεταβλητές σχετικές με την περπατησιμότητα σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου (Ο.Τ). Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω της υπηρεσίας Google Street View και η αξιολόγηση αφορά 6.977 τμήματα. Με το πέρας της διαδικασίας προέκυψε ο βαθμός ελκυστικότητας για κάθε πλευρά του Ο.Τ ως προς την μετακίνηση πεζών αλλά και για το σύνολο της κάθε πόλης. Ακολούθησε η συγκέντρωση συνδυαστικών δεδομένων τιμών ενοικίων και κοινωνικο-οικονομικών δεικτών καθώς και η συνδυαστική χωρική και στατιστική ανάλυση με χρήση των μοντέλων πολλαπλής παλινδρόμησης OLS και GWR. Αναλυτικότερα, τα δεδομένα βαθμού περπατησιμότητας συνδυάστηκαν με μεμονωμένα ενοικιαζόμενα καταλύματα που περιλάμβαναν την πληροφορία της αξίας ενοικίου, για κάθε κέντρο πόλης. Συνολικά μελετήθηκαν πάνω από 1000 καταλύματα. Στο τέλος, η περπατησιμότητα και οι αξίες ενοικιαζόμενων καταλυμάτων, σε συνδυασμό με άλλες κοινωνικο-οικονομικές μεταβλητές, συσχετίστηκαν ώστε να ερευνηθεί η χωρική ετερογένεια των παραλλαγών στις αξίες ενοικίων κατοικίας.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο κέντρο των πόλεων του Μπέρμιγχαμ, του Εδιμβούργου και του Μπέλφαστ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η περπατησιμότητα δεν εμφάνισε χωρική ετερογένεια και ότι και στα τρία κέντρα πόλης είχε θετική συσχέτιση με τα ενοίκια. Τελικά, η αύξηση του βαθμού περπατησιμότητας κατά 10%, αυξάνει την αξία των ενοικίων κατά περίπου £1.0/βράδυ στο Μπέρμιγχαμ, £29/βράδυ στο Εδιμβούργο και £0.2/βράδυ στο Μπέλφαστ.

Τα ευρήματα αυτά καθώς και η μέθοδος είναι υποστηρικτική για λήπτες αποφάσεων και για ερευνητές ή επαγγελματίες που αντιμετωπίζουν τόσο ζητήματα ενεργητικής κινητικότητας όσο και στην ενοικίαση ακινήτων.

Λέξεις κλειδιά: Περπατησιμότητα, Προσβασιμότητα, Βιώσιμη Κινητικότητα, M.A.P.S-Mini, Αξία Γης, Αξίες Ενοικίων Κατοικίας, Χωρική Παλινδρόμηση, Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση, Χωρική Αυτοσυσχέτιση





ABSTRACT

One of the key factors in the built environment that influences people's residential choice is walkability, a term that indicates the extent to which an area is friendly for pedestrians. Walkability can also affect property values. However, there are many gaps in the extent to which the qualities of urban design, in terms of creating friendly public spaces for pedestrian movement, affect the price of renting houses.

Several studies have been conducted to determine the degree of impact of walkability on land values, using mainly macro-scale data, however none has yet addressed the problem using micro-scale data such as pedestrian crossings, sidewalk and building maintenance, lighting, benches, shading, etc. This study aims to investigate the impact of increasing walkability on rental prices in UK cities, on micro scale. Walkability is determined as the independent variable, while the following hypothesis will be tested: Do walkability and property values of an area have a positive correlation?

Methodologically, we employed a virtual street observation instrument, to assess pedestrian infrastructure deficiencies and street environment qualities, for each street and crossing-segment, separately, block-by-block. Particularly, we capitalized on a reliable walkability audit tool and the brief version of the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS-Mini). More specifically, 17 variables related to walkability at the building block level were recorded and evaluated. The data was collected through the Google Street View service and the evaluation concerns 6.977 sections. At the end of the process, there was generated the degree of attractiveness for each side of the building block in terms of pedestrian movement but also for each whole city. This was followed by the collection of combined data on rental prices and socio-economic indicators as well as the combined spatial and statistical analysis using the OLS and GWR multiple regression models. More specifically, the walkability data were combined with individual rental accommodations that included the property value information for each city center. In total, more than 1000 accommodations were studied. Finally, walkability and rental values, in combination with other socio-economic variables, were correlated to investigate the spatial heterogeneity of variants in residential rental values.

The study was conducted in downtown Birmingham, Edinburgh and Belfast. The results showed that walkability did not show spatial heterogeneity and that in all three city centers it had a positive correlation with rents. Finally, a 10% increase in walkability scores increases property values by approximately £1.0/night in Birmingham, £29/night in Edinburgh and £0.2/night in Belfast.

Research findings and methods of this work can support decision makers, researchers and professionals dealing with both active mobility issues and rental markets.

Keywords: Walkability, Accessibility, Sustainable Mobility, M.A.P.S-Mini, Land Value, Residential Rent Values, Spatial Regression, Geographically Weighted Regression, Spatial Autocorrelation





ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ.....	15
2.1 Βιώσιμη κινητικότητα.....	15
2.2 Μετακίνηση πεζή - Περπατησιμότητα (walkability).....	15
2.3 Περπατήσιμες πόλεις (walkable cities).....	18
2.3.1 Πλεονεκτήματα περπατήσιμων πόλεων.....	20
2.3.2 Μειονεκτήματα περπατήσιμων πόλεων.....	21
2.4 Περπατησιμότητα και αξίες ακινήτων.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	24
3.1 Συλλογή δεδομένων με χρήση τροποποιημένης μεθόδου Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS) - Mini έκδοση.....	25
3.1.1 Αναλυτική επεξήγηση μεταβλητών αξιολόγησης.....	27
3.2. Υπολογισμός βαθμού περπατησιμότητας (score) περιοχών μελέτης.....	48
3.3. Συσχέτιση βαθμού περπατησιμότητας και τιμών ενοικίων κατοικίας - Εφαρμογή μεθόδου πολλαπλής παλινδρόμησης.....	49
3.3.1 Συλλογή δεδομένων και επιλογή κατάλληλων μεταβλητών με διερευνητική παλινδρόμηση (Exploratory Regression).....	50
3.3.2 Μέθοδος Ordinary Least Squares (OLS) (Spatial Statistics).....	53
3.3.3 Δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης (Spatial Autocorrelation - Global Moran's I).....	56
3.3.4 Μέθοδος Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (Geographically Weighted Regression – GWR).....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	61
4.1. Περιοχές μελέτης.....	61
4.1.1. Μπέρμιγχαμ.....	61
4.1.2. Εδιμβούργο.....	66
4.1.3. Μπέλφαστ.....	69
4.2 Ανάλυση δεδομένων και αποτελέσματα.....	74
4.2.1 Αποτελέσματα μεταβλητών μεθόδου MAPS-mini για κάθε κέντρο πόλης.....	74
4.3 Διερεύνηση βαθμού συσχέτισης περπατησιμότητας και αξίας ενοικίων κατοικίας στις περιοχές μελέτης.....	82
4.3.1 Προεπεξεργασία δεδομένων πολλαπλής παλινδρόμησης.....	82



4.4 Αποτελέσματα πολλαπλής παλινδρόμησης για το κέντρο του Μπέρμιγχαμ	83
4.4.1 Εξαρτημένη και ανεξάρτητες μεταβλητές - Μπέρμιγχαμ	83
4.4.2 Αποτελέσματα μεθόδου OLS - Μπέρμιγχαμ.....	85
4.4.3 Αποτελέσματα μεθόδου GWR – Μπέρμιγχαμ	87
4.5 Αποτελέσματα πολλαπλής παλινδρόμησης για το κέντρο του Εδιμβούργου	91
4.5.1 Εξαρτημένη και ανεξάρτητες μεταβλητές - Εδιμβούργο	91
4.5.2 Αποτελέσματα μεθόδου OLS - Εδιμβούργο.....	93
4.5.3 Αποτελέσματα μεθόδου GWR - Εδιμβούργο.....	94
4.6 Αποτελέσματα πολλαπλής παλινδρόμησης για το κέντρο του Μπέλφαστ	99
4.6.1 Εξαρτημένη και ανεξάρτητες μεταβλητές - Μπέλφαστ.....	99
4.6.2 Αποτελέσματα μεθόδου OLS – Μπέλφαστ.....	101
4.6.3 Αποτελέσματα μεθόδου GWR – Μπέλφαστ.....	103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	107
Ευχαριστίες	112
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	114



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περπατησιμότητα ορίζεται ως ο βαθμός με τον οποίο ένα δομημένο περιβάλλον είναι φιλικό για τους ανθρώπους, αυξάνοντας τη βιωσιμότητα των πόλεων και τα οφέλη για την υγεία των κατοίκων (Wang and Yang 2019). Μελετητές από διάφορους τομείς, όπως πολεοδομικός σχεδιασμός, οικονομία ακινήτων, γεωγραφία, κοινωνικές επιστήμες και δημόσια υγεία, έχουν πραγματοποιήσει εμπειρικές μελέτες για να εξετάσουν τη σχέση μεταξύ της περπατησιμότητας και των τιμών στέγασης.

Μία από τις βασικότερες προτεραιότητες της αστικής πολιτικής σε μία γειτονιά είναι η ίση πρόσβαση σε τοποθεσίες, παροχές και υπηρεσίες (Bem et al 2016), καθώς όλοι οι άνθρωποι επιθυμούν ένα βιώσιμο περιβάλλον και εύκολη πρόσβαση σε ανέσεις. Οι Leinberger και Alfonzo (2013) διεξήγαγαν μια μελέτη περπατησιμότητας σε πόλη της Ουάσιγκτον. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τιμές ακινήτων σε γειτονιές με δυνατότητα πεζοπορίας στην περιοχή μελέτης, ήταν ακριβότερες κατά μέσο όρο από άλλες σε γειτονιές με μικρότερο βαθμό περπατησιμότητας. Συμπέραναν επίσης ότι οι αγοραστές έχουν προτιμήσεις για γειτονιές στις οποίες θα μπορούσαν να προσεγγιστούν διάφορες ανέσεις με τα πόδια. Από την άλλη ο Cortright μελέτησε 15 μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές και ανέφερε 12 πόλεις με θετική σχέση μεταξύ πεζοπορίας και τιμών στέγασης σε επίπεδο γειτονιάς (Winkelman S. Et al, 2010). Ο Yan S. et al (2011) υποστήριξε ότι οι συνολικές τιμές των κατοικιών μειώθηκαν περίπου κατά 0,5% όταν η απόσταση από ένα μίνι μάρκετ αυξήθηκε κατά 200 μ. και έτσι πρόβλεψε ότι οι τιμές των κατοικιών θα μειωθούν με την αυξανόμενη απόσταση από τα μίνι μάρκετ. Σύμφωνα με άλλες γεωγραφικές μελέτες που διεξάχθηκαν από τον Liang et al (2018), οι κοντινές, περπατήσιμες, εγκαταστάσεις και οι τοποθεσίες της κοινότητας συνδέονται στενά με την τιμή στέγασης. Ο ίδιος επισημαίνει ότι οι υπηρεσίες οι οποίες παρέχουν ανέσεις στις γειτονιές και βρίσκονται κοντά σε ένα σπίτι είναι πολύτιμες, διότι ωφελούν σε κοινωνικά και περιβαλλοντικά θέματα και αυξάνουν τις οικονομικές αξίες, συμπεριλαμβανομένης και της τιμής ακινήτου. Το ίδιο υποστηρίζουν και οι Zahirovich-Herbert και Gibler (2014), κατά τους οποίους η ενίσχυση των ευκολιών σε μια γειτονιά, όπως η νέα κατασκευή δημόσιων χώρων, προβλέπεται να αυξάνει την τιμή του ακινήτου και να προσφέρει νέα δυναμική στην περιοχή. Οι παραπάνω μελέτες αποδεικνύουν ότι οι κάτοικοι προτιμούν να ζουν σε γειτονιές με δυνατότητα πεζοπορίας και ότι υπάρχει ένα σημαντικό χάσμα τιμών στις τιμές μονάδας κατοικίας μεταξύ των περπατήσιμων περιοχών και των λιγότερο περπατήσιμων. Έτσι, εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η βελτίωση των εγκαταστάσεων περπατησιμότητας σε μία περιοχή, αφορά άμεσα και σε σημαντικό βαθμό την εξέλιξη των αξιών ακινήτων της.

Πάντα βέβαια, απαραίτητη είναι η αξιολόγηση αυτών των υπηρεσιών πριν τον σχεδιασμό για τη σωστή διανομή τους σε ολόκληρη την περιοχή και την τοποθέτησή τους με τρόπο που θα αποφέρει κέρδος. Σε περίπτωση αστικών αναπτυξιακών έργων, η εκπαίδευση, η κινητικότητα, η υγεία και η βιωσιμότητα έχουν θετικές επιπτώσεις στην κοινωνία, για αυτό είναι σημαντικό οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να μπορούν να προβλέπουν πώς επηρεάζονται οι τιμές της γης με τη βελτίωση αυτών των εγκαταστάσεων (Glumac et al. 2019). Όπως επισημαίνει ο Luttik (2000), οι αποφάσεις για τη χρήση γης πρέπει όχι μόνο να παρακινούνται από οικονομικά (και κοινωνικά) επιχειρήματα, αλλά πρέπει επίσης να περιλαμβάνουν και οικολογικά κίνητρα. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η αλληλεπίδραση μεταξύ κοινωνικοοικονομικών και οικολογικών παραγόντων. Τις τελευταίες δεκαετίες η προσιτή στέγαση και η επίτευξη βιωσιμότητας κίνησαν την προσοχή των υπευθύνων χάραξης πολιτικής παγκοσμίως (Adabre και Chan 2019). Οι σχεδιαστές και οι μελετητές στη γεωγραφία έδωσαν έμφαση στις εγκαταστάσεις στέγασης, εστιάζοντας στο κοινωνικο-δημογραφικό περιβάλλον. Ωστόσο, παραμένει άγνωστο εάν αυτές οι εγκαταστάσεις είναι προσβάσιμες σε κοντινή απόσταση (Woo et al. 2019). Σε κάθε περίπτωση, ακόμη δεν

έχει βρεθεί η τέλεια μέθοδος πρόσβασης σε ανέσεις μιας γειτονιάς με μετακίνηση πεζή και έχει γίνει πολύ λίγη δουλειά τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες σε όλο τον κόσμο (Aziz et al 2020). Αυτό, συχνά οφείλεται στο ότι οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων συγκρίνουν οικονομικούς παράγοντες, όπως η συνεισφορά στη φορολογική βάση και η απασχόληση ή η προστιθέμενη αξία στην τοπική οικονομία, έναντι της αξίας των περιβαλλοντικών παραγόντων (Luttik 2000).

Η επικείμενη διπλωματική εργασία εστιάζει στη συνεισφορά του βαθμού περπατησιμότητας στις αξίες ενοικιαζόμενων κατοικιών στις πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου. Το Τοπικό Αναπτυξιακό Πλαίσιο (Local Development Framework) είναι το αντίστοιχο σχέδιο που λειτουργείται από το Αγγλικό κράτος και σχετίζονται με τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τον σχεδιασμό των χρήσεων γης των οικισμών και της περιοχής που τους περιβάλλει. Περιλαμβάνει ποικίλα έγγραφα που δίνουν στις τοπικές αρχές τη δυνατότητα να διαχειριστούν την ανάπτυξη στην περιοχή τους και να μελετήσουν τους διάφορους παράγοντες κατά την εφαρμογή του, προσφέροντας πλήρη και ελέγξιμο πολεοδομικό σχεδιασμό (Τσιρωνάς 2011). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι το Ηνωμένο Βασίλειο διαθέτει εθνική στρατηγική για την ενίσχυση της πεζής μετακίνησης και της χρήσης ποδηλάτου. Κάποιοι από τους στόχους της στρατηγικής για το 2025, που αξίζει να αναφερθούν, είναι ο διπλασιασμός της χρήσης ποδηλάτου στις Αγγλικές πόλεις, η αύξηση της δραστηριότητας πεζοπορίας, η αύξηση του ποσοστού των παιδιών ηλικίας 5 έως 10 ετών που συνήθως περπατούν σχολείο (από 49% το 2014 σε 55% το 2025) καθώς και ευρύτερη αλλαγή στη συμπεριφορά του ταξιδιού. Το παραπάνω όραμα, τονίζει την σημαντικότητα της παρούσας έρευνας, η οποία θέτει το υπόβαθρο για την εφαρμογή του σχεδίου στην πράξη και την επίτευξη των στόχων για πιο βιώσιμες και ανθεκτικές πόλεις γύρω από τον πεζό και τον ποδηλάτη, στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Όσον αφορά την περπατησιμότητα στις Αγγλικές πόλεις, έρευνα που διεξάχθηκε από τους Sinnett et al. (2011) για την πόλη του Λονδίνου έδειξε ότι η συνεισφορά της στις αξίες ακινήτων ήταν καθοριστική. Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρουν, η τιμή πώλησης των διαμερισμάτων στο Λονδίνο ήταν σημαντικά μεγαλύτερη σε περιοχές με εγκαταστάσεις για μετακίνηση πεζή υψηλότερης ποιότητας. Ακόμη, βρήκαν ότι κάποια από τα στοιχεία που συνδέονταν περισσότερο με τις διαφορές στην τιμή πώλησης των διαμερισμάτων ήταν σχετικά με την ασφάλεια, τον φωτισμό, τη συντήρηση και την ποιότητα του περιβάλλοντος, την ποιότητα πεζοδρομίου καθώς και την ύπαρξη διαβάσεων παρουσία φωτεινού σηματοδότη. Επιπλέον, όπως επισημαίνεται, δώδεκα προγράμματα βελτίωσης του δημόσιου τομέα στο Λονδίνο συσχετίστηκαν με την αύξηση της τιμής πώλησης των κοντινών διαμερισμάτων κατά περίπου 7%, ενώ ο σχεδιασμός προγραμμάτων βελτίωσης του δημόσιου τομέα που έδωσαν έμφαση στην προτεραιότητα των πεζών, αύξησαν κατά περίπου 12% την τιμή πώλησης των διαμερισμάτων. Τέλος, οι πεζοί στο Λονδίνο ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν επιπλέον £14.78 έως £17.35 ετησίως στον Φόρο του Συμβουλίου, 17 έως 18 πένες ανά ταξίδι με τις δημόσιες συγκοινωνίες και £1.90 έως £2.02 την εβδομάδα στο ενοικίο τους για βελτιώσεις που σχετίζονται με την περπατησιμότητα στο περιβάλλον τους. Όλα τα παραπάνω αποδεικνύουν πως η συνεισφορά της περπατησιμότητας στην οικονομία έχει γίνει αντιληπτή στο Ηνωμένο Βασίλειο και έχουν γίνει κάποια βήματα στην βελτίωση του περπατήσιμου περιβάλλοντος με στόχο την βιωσιμότητα των πόλεων και την ενίσχυση των αξιών γης τους.

Στο πλαίσιο αυτό, στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι:

1. Η ποσοτικοποίηση και η χωρική ανάλυση της ελκυστικότητας του δημόσιου χώρου για τους πεζούς στα κέντρα πόλεων του Ηνωμένου Βασιλείου
2. Η διερεύνηση του βαθμού συσχέτισης της περπατησιμότητας και της αξίας ενοικιαζόμενων κατοικιών στα κέντρα πόλεων του Ηνωμένου Βασιλείου

Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος M.A.P.S - Mini (Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes – Mini (Sallis et al., 2015)), η οποία συνδυάζει χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος που συνδέονται με το βαθμό ενίσχυσης της φυσικής δραστηριότητας των κατοίκων, σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Ακόμη, για την συσχέτιση της περπατησιμότητας των κέντρων πόλεων με τις ενοικιαζόμενες τιμές των καταλυμάτων τους, εφαρμόστηκε η μέθοδος της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (GWR - Fotheringham et al, 1996), η οποία επιτρέπει τη βαθμονόμηση τοπικών μοντέλων, ώστε να μπορεί να εξεταστεί κατά πόσο η σχέση μίας εξαρτημένης και ενός συνόλου ανεξάρτητων μεταβλητών είναι σταθερή ή μεταβάλλεται στο χώρο.

Η εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά τη διεθνή βιβλιογραφική ανασκόπηση για έρευνες που αφορούν το γνωστικό αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρατίθεται αναλυτικά η διαδικασία της μεθοδολογίας που διεξάχθηκε για την επίτευξη των στόχων της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά περιγράφεται η διαδικασία συλλογής δεδομένων του δομημένου περιβάλλοντος μικρής κλίμακας (M.A.P.S - Mini) καθώς και μια αναλυτική παρουσίαση των μεταβλητών που καταγράφηκαν και αξιολογήθηκαν με το συγκεκριμένο εργαλείο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος υπολογισμού της συνολικής βαθμολογίας περπατησιμότητας για κάθε πόλη, σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Τέλος, περιγράφεται η διαδικασία υπολογισμού του βαθμού επιρροής της περπατησιμότητας στις αξίες ενοικιαζόμενων κατοικιών με χρήση μοντέλων πολλαπλής παλινδρόμησης, OLS και GWR, αλλά και χρήση του δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης Global Moran's I.

Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά την παράθεση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν μετά από την εφαρμογή της μεθοδολογίας του κεφαλαίου 3. Στο κεφάλαιο αυτό εμφανίζεται ο πίνακας με τη συνολική βαθμολογία περπατησιμότητας των κέντρων και η σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών, μεταξύ των πόλεων. Ακόμη, παρουσιάζονται οι πίνακες με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των μοντέλων πολλαπλών παλινδρομήσεων OLS και GWR, καθώς επίσης και οι αντίστοιχοι χάρτες και γραφήματα των καταλοίπων για κάθε μεταβλητή και για κάθε κέντρο πόλης, μαζί με τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων αυτών.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα της έρευνας και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική εξέλιξη, σχετική με το αντικείμενο της εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η εννοιολογική σημασία των βασικών γνωστικών αντικειμένων που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνταξη της εν λόγω διπλωματικής εργασίας, όπως αναφέρονται στο αντίστοιχο βιβλιογραφικό αρχείο που χρησιμοποιήθηκε.

2.1 Βιώσιμη κινητικότητα

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται από τον Σιόλα Α. 2015, ο σύγχρονος αστικός σχεδιασμός των Ευρωπαϊκών πόλεων ευνοεί σε πολλές περιπτώσεις τη χρήση του ιδιωτικού αυτοκινήτου (ΙΧ) ως προς άλλα μέσα μεταφοράς. Άμεση συνέπεια αποτελεί η επιδείνωση αστικών προβλημάτων όπως η έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση, το μεγάλο ποσοστό χρήσης ΙΧ έναντι του ποδηλάτου, της δημόσιας συγκοινωνίας και της πεζής μετακίνησης, η έλλειψη δημόσιων χώρων, η ηχορύπανση και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με ατμοσφαιρική ρύπανση. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι επίσης η ψυχοσωματική επιβάρυνση των πολιτών με τη δημιουργία θυλάκων κοινωνικού αποκλεισμού και την αποξένωση από τον κοινωνικό τους περίγυρο αλλά και η πρόκληση έμμεσων κοινωνικο-οικονομικών προβλημάτων όπως η κακή ποιότητα ζωής των ανθρώπων, η πτώση της αξίας της γης και η απομάκρυνση κατοίκων, επισκεπτών και επενδύσεων.

Η βιώσιμη αστική κινητικότητα έρχεται, λοιπόν, να μειώσει τις συνέπειες του κυκλοφοριακού σχεδιασμού έτσι ώστε η πόλη να μπορέσει να έχει μέλλον, στρέφοντας τα μέλη της σε έναν διαφορετικό τρόπο σκέψης και σχεδιασμού των μεταφορών. Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για την Αειφόρο Ανάπτυξη (World Business Council for Sustainable Development), η βιώσιμη αστική κινητικότητα εξυπηρετεί ποικίλες κοινωνικές ανάγκες για ελεύθερη μετακίνηση, προσβασιμότητα και επικοινωνία έχοντας ως βασικές συνιστώσες τις ανθρώπινες και περιβαλλοντικές απαιτήσεις και την διασφάλιση προοπτικών σήμερα και στο μέλλον. Πιο συγκεκριμένα, η βιώσιμη αστική κινητικότητα εξυπηρετεί αρχές όπως η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, η διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας, η εξυπηρέτηση των αναγκών για μετακίνηση του πληθυσμού, η δίκαιη οικονομική δραστηριότητα, η μείωση του κόστους μετακίνησης με την υποστήριξη της δημόσιας συγκοινωνίας, της πεζοπορίας και της ποδηλασίας, ο περιορισμός του κόστους υποδομών και τέλος η διασφάλιση της βιωσιμότητας του συστήματος μεταφορών με λύσεις μικρής ενεργειακής κατανάλωσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν γίνει σημαντικά βήματα τις τελευταίες δεκαετίες, όπου οι προτεραιότητες έχουν αλλάξει και το ζητούμενο για τις πόλεις είναι πλέον ο σχεδιασμός σε συνθήκες βιώσιμης κινητικότητας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ως μέλημα την προώθηση βιώσιμων πολιτικών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 1990, ενώ σημαντικός σταθμός αποτελεί ο Δεκέμβριος του 2013 όπου, στο πλαίσιο ανακοίνωσης για τους ευρωπαϊκούς θεσμούς, δημοσίευσε την πρόταση για Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) (A Concept for Sustainable Urban Mobility Plans) με στόχο την στροφή στην «προσπελασιμότητα», όρος που προσδίδει ανθρωποκεντρική διάσταση στο σχεδιασμό των μετακινήσεων του αστικού χώρου και της περιφέρειάς του (Σιόλας, 2015).

2.2 Μετακίνηση πεζή - Περπατησιμότητα (walkability)

Ως πεζός ορίζεται κάθε μετακινούμενος κατά μήκος μιας οδού, ή γενικότερα οποιασδήποτε υποδομής που προορίζεται για μετακίνηση πεζή, που διανύει την πλειοψηφία των μετακινήσεών του είτε με τα

πόδια, είτε με αμαξίδιο, είτε με κάποιον άλλο εξοπλισμό που απαιτεί ενέργεια από τον μετακινούμενο για να κινηθεί, εκτός του ποδηλάτου (Transport for London, 2004). Μελέτες έχουν δείξει πως οι γειτονιές φιλικές προς τους πεζούς μειώνουν την εξάρτηση από μηχανοκίνητα οχήματα, με αποτέλεσμα την εξασθένιση των απαιτήσεων για μη ανανεώσιμους πόρους και τη σημαντική μείωση των επιπέδων ρύπανσης των πόλεων (Handy et al., 2005; Howell et al., 2019; Smith et al., 2017).

Σύμφωνα με τον Βλαστό (2007), πολλά είναι τα κενά στις ευρύτερες γνώσεις ως προς αρκετές από τις παραμέτρους του περπατήματος όπως είναι:

- οι συμπεριφορές του πεζού κατά τη μετακίνηση (ταχύτητα, στάση κ.α.)
- οι μορφές υποδομών που προτιμά
- το πώς επηρεάζεται από τις χρήσεις γης αλλά και πώς συνδέεται με αυτές
- πότε είναι και πότε όχι φιλικό το αστικό τοπίο για τον πεζό
- τα κριτήρια επιλογής της πεζής μετακίνησης έναντι των υπόλοιπων μέσων μεταφοράς
- τα κριτήρια επιλογής κάθε διαδρομής από τον πεζό
- τι προσελκύει την προσοχή του και τι όχι
- τι τον ενθαρρύνει και τι τον αποθαρρύνει να περπατά

Το πιθανότερο είναι ότι οι απαντήσεις ποικίλουν σε κάθε τόπο γιατί οι άνθρωποι διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Ο όρος περπατησιμότητα, λοιπόν, είναι περίπλοκος και μπορεί να ερμηνευτεί με ποικίλους τρόπους έτσι ώστε να περιγράψει κανείς πόσο προσιτή είναι μια πόλη ή μια γειτονιά για τον πεζό. Πολλές ερμηνείες έχουν δοθεί για τον ορισμό της περπατησιμότητας, ωστόσο η επαρκέστερα προσαρμοσμένη στις ανάγκες της παρούσας εργασίας είναι αυτή που ορίζει την περπατησιμότητα ως τον βαθμό στον οποίο μια περιοχή είναι ελκυστική και φιλική προς την μετακίνηση πεζή (Μπαρτζώκας-Τσιόμπρας, 2013).

Μία ακόμη μελέτη, υποστηρίζει ότι σήμερα η περπατησιμότητα χρησιμοποιείται ευρέως για να υποδηλώσει τις συνθήκες του δομημένου περιβάλλοντος που βιώνουν οι πεζοί και είναι συνυφασμένη με έναν δείκτη μέτρων που συνδυάζουν την πυκνότητα κατοικιών, την πυκνότητα διασταυρώσεων και τον συνδυασμό προορισμών (Frank et al., 2010). Παρόμοια άποψη έχει και ο Forsyth (2015), ο οποίος υποστηρίζει πως η περπατησιμότητα είναι ένα σύνθετο δομημένο περιβάλλον και αναφέρεται στην ικανότητα της γειτονιάς να δημιουργεί προσβάσιμους, συμπαγείς, ασφαλείς και ελκυστικούς χώρους για περπάτημα. Από την άλλη πλευρά, ο Southworth (2005) αντιλήφθηκε την έννοια της περπατησιμότητας ως τη δυνατότητα του περιβάλλοντος χώρου να συνδέει τους ανθρώπους με διάφορους προορισμούς περπατώντας με ασφαλέστερο, άνετο και έγκαιρο τρόπο διατηρώντας ενεργό το οπτικό ενδιαφέρον του πεζού καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού. Τέλος, οι Karjalainen και Juholta (2019), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το περπατήσιμο περιβάλλον μπορεί να θεωρηθεί ως το έμφυτο συστατικό ενός ολοκληρωμένου συστήματος μεταφοράς για την παροχή επιλογών κινητικότητας που προωθούν την οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική βιωσιμότητα.

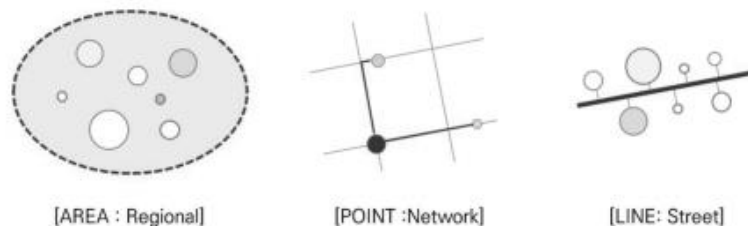
Όσον αφορά το μέτρο της περπατησιμότητας, αρκετές προσεγγίσεις έχουν δοθεί, ωστόσο δεν υπάρχει κάποια παγκόσμια συναίνεση για ένα καθολικό και τυπικό πρωτόκολλο σχετικά με αυτό (Brownson et al., 2009, Forsyth, 2015, Wang & Yang, 2019). Όπως αναφέρουν οι Bartzokas-Tsiompras και Photis (2020), υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες δεικτών περπατησιμότητας, το μακρο-επίπεδο με αντικειμενικούς δείκτες περπατησιμότητας, και το μικρο-επίπεδο με περισσότερο υποκειμενικά εργαλεία ελέγχου περπατησιμότητας μιας πόλης. Τα μέτρα της πρώτης κατηγορίας βοηθούν στην εξερεύνηση κοινοτήτων που εξαρτώνται από το αυτοκίνητο σε μια αστική περιοχή (Bartzokas-Tsiompras & Photis, 2017), ενώ οι

έλεγχοι περπατησιμότητας σε μικρό επίπεδο (Bartzokas-Tsiompras et al. 2020, Bartzokas-Tsiompras et al. 2021) επιτρέπουν την καταγραφή του επιπέδου «φιλικότητας» του τοπικού περιβάλλοντος μετακίνησης.

Από την άλλη, όπως αναφέρει ο Hoon Tae Park et al. (2019), ένας δείκτης βάδισης αντιπροσωπεύει το βαθμό στον οποίο ένα φυσικό περιβάλλον είναι κατάλληλο για περπάτημα. Για το σκοπό αυτό ορίζεται συνήθως από έναν μόνο αριθμό που περιλαμβάνει διάφορες μεταβλητές, οι οποίες μετρούνται από το εκάστοτε περιβάλλον. Το πρόβλημα που προκύπτει αφορά το ποιες από τις μεταβλητές, που συμβάλουν στη δυνατότητα βαδίσματος, πρέπει να συμπεριληφθούν αλλά και στον τρόπο με τον οποίο οι επιλεγμένες μεταβλητές συνδυάζονται σε έναν μόνο αριθμό. Για την πρώτη ερώτηση, το θεωρητικό πλαίσιο που πρότειναν οι Moudon και Lee (2003) αναφέρεται ως πρότυπο για επιλογές. Ουσιαστικά, κατηγοριοποίησαν τις κατασκευές ενός φυσικού περιβάλλοντος στα ακόλουθα τρία συστατικά.

- Περιοχή στην οποία τα ταξίδια λαμβάνουν χώρα
- Τοποθεσίες των διαδρομών με τα πόδια
- Διαδρομή που ακολουθείται (σε τμήματα)

Η κατηγοριοποίηση αυτή είναι γεωμετρική και επομένως ισχύει για οποιοδήποτε φυσικό περιβάλλον (Park et al., 2008). Οι Hoon Tae Park et al. (2019), τονίζοντας περισσότερο το πώς μετράται η περπατησιμότητα, ονόμασαν τρεις δείκτες βαδίσματος, έναν από κάθε κατηγορία, βγάζοντας έτσι τους ακόλουθους δείκτες μέτρησης περπατησιμότητας μιας περιοχής.



Εικόνα 2.1: Εννοιολογικό πλαίσιο για την κατηγοριοποίηση των δεικτών περπατησιμότητας (πηγή: <http://www.12sssbeijing.com/upload/file/1562663938.pdf>)

- 1) Περιφερειακός δείκτης περπατησιμότητας (Regional Walkability Index, RWI) : Μετράται με αναφορά την περιοχή στην οποία πραγματοποιούνται τα ταξίδια πεζών και εκπροσωπεί την περπατησιμότητα σε κλίμακα γειτονιάς
- 2) Δείκτης περπατησιμότητας δικτύου (Network Walkability Index, NWI) : Αφορά την προσβασιμότητα μιας περιοχής σε κοντινές ανέσεις
- 3) Δείκτης περπατησιμότητας στο δρόμο (Street Walkability Index, SWI) : Απαιτεί εξέταση μεταβλητών που μπορούν να ποσοτικοποιηθούν αντικειμενικά, όπως ο λόγος εγκατάστασης πεζοδρομίου, η κλίση, τα διαστήματα διάβασης πεζών και φωτεινών σηματοδοτών, το αστικό πράσινο κλπ, αλλά και εκείνα που απαιτούν υποκειμενική κρίση για τη γνώση των πεζών, όπως το ενδιαφέρον, η άνεση και αίσθηση ασφάλειας (Kim & Lee, 2016). Αυτές οι μεταβλητές μετρώνται πρώτα για μεμονωμένα τμήματα δρόμων ως μονάδες ανάλυσης και στη συνέχεια ανατίθενται σε μεμονωμένα κτίρια που έχουν πρόσοψη σε αυτά τμήματα. Επομένως, η κατασκευή κατά μήκος του ίδιου τμήματος δρόμου θα έχει την ίδια τιμή SWI.

2.3 Περπατήσιμες πόλεις (walkable cities)

Ακόμη και ο πιο φανατικός χρήστης αυτοκινήτου, κάποιες από τις μετακινήσεις του θα τις πραγματοποιήσει περπατώντας. Έτσι, γίνεται αντιληπτό πως ο σχεδιασμός για τους πεζούς είναι σχεδιασμός για όλους τους κατοίκους (Αραβαντινός Α.Ι. 2007). Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Walkable and Livable Communities, «Οι περπατήσιμες πόλεις έχουν ως επίκεντρο στο σχεδιασμό τον άνθρωπο και όχι το αυτοκίνητό του. Όταν σχεδιάζονται πόλεις γύρω από τον άνθρωπο δημιουργούνται χώροι οι οποίοι είναι κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά ζωντανά».

Όπως αναφέρεται στο Pedestrians First - Institute for Transportation and Development Policy (ITDP, 2020), υπάρχουν τρεις βασικοί αστικοί παράγοντες που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την περπατησιμότητα μιας πόλης και αυτοί είναι οι υποδομές, οι δραστηριότητες και οι προτεραιότητες. Πιο αναλυτικά, οι υποδομές αφορούν τον σχεδιασμό του δημόσιου χώρου της πόλης όπως πεζοδρόμια, διαβάσεις, σήματα κυκλοφορίας και υπηρεσίες διέλευσης που διευκολύνουν την πεζή κίνηση στο δίκτυο. Από την άλλη, οι δραστηριότητες αναφέρονται στα χαρακτηριστικά του ιδιωτικού αστικού χώρου τα οποία καθορίζουν τη θέση και τον προορισμό των κατοίκων. Τέλος, οι προτεραιότητες αναφέρονται στα σημεία του συστήματος μεταφοράς που προωθούν τους βιώσιμους τρόπους μετακίνησης έναντι της χρήσης ΙΧ, όπως π.χ. ένας δρόμος μόνο για αστική συγκοινωνία ή ένα πολύ ευρύ πεζοδρόμιο δίπλα σε στενή λωρίδα κυκλοφορίας.

Σύμφωνα με μία άλλη θεωρία, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Michael Southworth (2005), ο παράγοντας που επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό την απόφαση του ανθρώπου για πεζή μετακίνηση είναι η απόσταση από τους προορισμούς. Η ποιότητα του δικτύου είναι ένας εξίσου καθοριστικός παράγοντας και για αυτό είναι σημαντικό το δίκτυο μιας πόλης να περιλαμβάνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

1. Επαρκή συνδεσιμότητα του δικτύου τόσο σε επίπεδο γειτονιάς όσο και σε επίπεδο πόλης
2. Καλή σύνδεση με τα μέσα μαζικής μεταφοράς
3. Ποικιλία προτύπων χρήσεων γης, κυρίως όσον αφορά τις χρήσεις τοπικού χαρακτήρα
4. Ασφάλεια τόσο σε κυκλοφοριακό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο (κοινωνικό έγκλημα)
5. Ποιότητα των αστικών υποδομών στις οδούς, συμπεριλαμβανομένου του πλάτους πεζοδρομίου, της επιστρώσης, του τοπίου, της σήμανσης και του φωτισμού
6. Κατάλληλο περιεχόμενο διαδρομής με τρόπο που να ενεργοποιεί το οπτικό ενδιαφέρον του πεζού ως προς τον σχεδιασμό του δρόμου, το δομημένο περιβάλλον, τον χωρικό ορισμό, το τοπίο, και τη συνολική εξερευνησιμότητα της περιοχής.

Άξιο να σημειωθεί στην ενότητα αυτή είναι το διεθνούς εμβέλειας βιβλίο του Αμερικάνου πολεοδόμου Jeff Speck (2012), όπου επισημαίνει 10 τεχνικές σύμφωνα με τις οποίες μία πόλη μπορεί να γίνει πιο ελκυστική προς την μετακίνηση πεζή, όπως αυτές αναλύονται ακολούθως.

1. Περιορισμός των αυτοκινήτων
Η αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης συνεπάγεται και αύξηση των αυτοκινήτων στους δρόμους μαζί με τις συνέπειες που αυτό επιφέρει, όχι μόνο για τη συμφόρηση στους αυτοκινητοδρόμους αλλά κυρίως για τις γειτονιές και τα κέντρα. Προτείνει, λοιπόν, μία σειρά λύσεων όπως η δημιουργία αστικών διοδίων, πεζοδρομήσεις στα κέντρα πόλεων, αφαίρεση αυτοκινητοδρόμων από τις πόλεις κ.α.
2. Μίξη χρήσεων γης
Η εν λόγω έρευνα αποδεικνύει ότι οι περιοχές με ποικιλία χρήσεων γης δημιουργούν μεγαλύτερη κίνηση πεζών από τι υπόλοιπες και προτείνει πολιτικές που μπορούν να συνεισφέρουν σε αυτό.
3. Αφαίρεση χώρων στάθμευσης

Ο απεριόριστος αριθμός χώρων στάθμευσης, όπως αναφέρει, ενθαρρύνει την οδήγηση, κάτι που δεν είναι το ζητούμενο. Προτείνει, λοιπόν, την δημιουργία ενιαίου χώρου στάθμευσης ανά ομάδες κτηρίων αλλά και την αύξηση των τιμών χρέωσής τους, ιδίως όταν βρίσκονται παρά το κράσπεδο.

4. Λειτουργία δημόσιας συγκοινωνίας

Η περπατησιμότητα είναι αλληλένδετη με τη δημόσια συγκοινωνία καθώς η επιτυχία ενός συστήματος μεταφορών οφείλεται στην περπατησιμότητα μιας περιοχής. Χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα προς αποφυγή από το τραμ στην πόλη του Ντάλας, ο πολεοδόμος συνιστά την εστίαση στις οδούς διέλευσης των μέσων μαζικής μεταφοράς και την συνεχή βελτίωσή τους.

5. Προστασία των πεζών

Στο βήμα αυτό, ο Αμερικάνος πολεοδόμος προτείνει μία σειρά επεμβάσεων στο οδικό δίκτυο, όπως την ελάττωση του πλάτους των λωρίδων κυκλοφορίας και τη δημιουργία οδών διπλής κατεύθυνσης με στόχο τη μείωση της ταχύτητας των διερχόμενων οχημάτων και την προστασία του πεζού. Όπως υποστηρίζει, αν οι οδηγοί αισθάνονται ότι μπορεί να προκαλέσουν κάποιο ατύχημα, θα επιβραδύνουν ή θα αλλάξουν δρομολόγιο.

6. Χρήση ποδηλάτου

Το βήμα αυτό, αν και μικρό, έχει αποδειχθεί πως περιορίζει την ταχύτητα των διερχόμενων οχημάτων ενώ παράλληλα ενθαρρύνει τους κατοίκους να χρησιμοποιούν το ποδήλατο διατηρώντας καλή φυσική κατάσταση.

7. Κατάλληλος σχεδιασμός του αστικού χώρου

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται, εάν το πολεοδομικό σχέδιο είναι ορθό τότε οι άνθρωποι θα περπατήσουν σε οποιοδήποτε συνθήκες, ενώ παράλληλα τονίζεται ότι πολλές είναι οι φορές που το βήμα αυτό πραγματοποιείται λανθασμένα.

8. Αστική δεντροφύτευση

Ός προς το συγκεκριμένο θέμα, ο πολεοδόμος επισημαίνει ότι η συμβολή των δέντρων στην οδική ασφάλεια είναι μεγάλη, ενώ παράλληλα τονίζει τα πολυάριθμα δημόσια οφέλη που παρέχουν, όπως η δροσιά, οι μειωμένες εκπομπές ρύπων και η σκίαση, ενώ αντιτίθεται στην επιδίωξη κάποιων δημόσιων υπηρεσιών να τα περιορίσουν γιατί πιστεύουν ότι παρεμβαίνουν στην ορατότητα.

9. Δημιουργία φιλικών και καλαίσθητων όψεων κτιρίων

Σύμφωνα με την επικείμενη έρευνα, οι πεζοί πρέπει εκτός από το να αισθάνονται ασφαλείς και άνετοι, ταυτόχρονα να ψυχαγωγούνται. Εδώ, αναφέρεται στη θεωρία του Steve Mouzon η οποία υποστηρίζει ότι το πόσο μακριά θα περπατήσει ένας πεζός σχετίζεται με το τι θα συναντήσει στο δρόμο του.

10. Επιλογή κατάλληλων περιοχών

Στο τελευταίο βήμα, ο Jeff Speck τονίζει τη σημασία της ορθής επιλογής του μεγέθους και της περιοχής που θα πρέπει να επιλεγεί ως περπατήσιμο κέντρο και επισημαίνει πως πρέπει να δοθεί προσοχή στο κέντρο της πόλης καθώς και σε κοντινές οδούς, που μπορούν να συνδέσουν πεζοδρομημένες γειτονιές.

Κλείνοντας, απαραίτητο για τον ορθό σχεδιασμό των περπατήσιμων πόλεων κρίνεται να λαμβάνονται υπόψιν τα νήπια και τα παιδιά ηλικίας κάτω των 5 ετών διότι ένας τέτοιος σχεδιασμός ωφελεί ολόκληρο τον πληθυσμό. Όπως εξηγεί το ITDP (2020), τα μωρά και τα μικρά παιδιά είναι άτομα στις πόλεις που είναι ευαίσθητα σε ανθυγιεινά περιβάλλοντα, χρειάζονται επιπλέον χρόνο για να διασχίσουν δρόμους, καθαρό οξυγόνο για τη νευρολογική ανάπτυξή τους και κατάλληλες τεχνικές υποδομές για την ψυχική υγεία τους αλλά και την αίσθηση κοινότητας ως ενήλικες αργότερα. Χτίζοντας γειτονιές όπου οι καθημερινές ανάγκες βρίσκονται σε μικρή απόσταση με τα πόδια, όλοι επωφελούνται από άποψη χρόνου και χρήματος. Για το λόγο αυτό, οι πόλεις πρέπει να μπορούν να είναι περπατήσιμες σε βαθμό που όλοι, ακόμη και τα μικρότερα παιδιά, να μπορούν να τις απολαύσουν με ασφάλεια.

2.3.1 Πλεονεκτήματα περπατήσιμων πόλεων

Πολυποίκιλια είναι τα πλεονεκτήματα που προσφέρει μία περπατήσιμη πόλη στα μέλη της, πέραν της ψυχικής και σωματικής υγείας των πολιτών. Η μετακίνηση πεζή συνδέεται άμεσα με την καλή ποιότητα ζωής, ενώ παράλληλα προσφέρει περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Στην ενότητα αυτή παρατίθενται κάποια από τα κυριότερα θετικά αντίκτυπα των περπατήσιμων πόλεων.

Το περπάτημα αποτελεί τον πιο φυσικό, οικονομικό και ανεξάρτητο τρόπο μετακίνησης, καθώς μέσω της πεζής μετακίνησης ευνοούνται η ισότητα, η ανθεκτικότητα, η περιβαλλοντική και ανθρώπινη υγεία, η οικονομία και η κοινωνική συνδεσιμότητα. Σύμφωνα με το ITDP (2020), η περπατησιμότητα ευνοεί τους εξής τομείς:

- Ψυχική και σωματική υγεία - Σχετικά με την ψυχοσωματική υγεία του ανθρώπου, το περπάτημα ευνοεί την καρδιά, τους πνεύμονες, τα οστά και τους μυς και μειώνει τόσο το υπερβολικό σωματικό λίπος όσο και τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών. Ακόμη, συντελεί στη μείωση του άγχους και της κατάθλιψης, ενώ βελτιώνει την αυτοεκτίμηση, την ευτυχία και την ψυχολογική ευεξία. Τέλος, είναι γνωστό πως η έκθεση στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, οδηγεί σε υγιέστερα μυαλά. Ωστόσο, πέραν των άμεσων πλεονεκτημάτων στην υγεία του ανθρώπου, η ενισχυμένη πεζή μετακίνηση μιας πόλης ευνοεί και έμμεσα τους κατοίκους της καθώς ο κίνδυνος επικίνδυνων συγκρούσεων λόγω κυκλοφορίας είναι αρκετά μειωμένος.
- Κοινωνικοποίηση - Όσον αφορά το κοινωνικό κομμάτι, η πεζοπορία ευνοεί την κοινωνική αλληλεπίδραση των ανθρώπων, μειώνοντας αισθήματα μοναξιάς και αποξένωσης ενώ παράλληλα, έρευνες έχουν δείξει ότι η ενίσχυση της περπατησιμότητας μειώνει τα επίπεδα εγκληματικότητας μιας πόλης. Επιπροσθέτως, η ενίσχυση της περπατησιμότητας σε μία πόλη συντελεί στη μείωση των κοινωνικών ανισοτήτων, καθώς το περπάτημα είναι μέσο μετακίνησης τόσο για τα προνομιούχα όσο και για τα περιθωριοποιημένα μέλη της κοινωνίας, με μηδενικό κόστος μεταφοράς.
- Περιβαλλοντική ωφέλεια - Εκτός από τα παραπάνω, σημαντική είναι η επίδραση της περπατησιμότητας και στο φυσικό περιβάλλον καθώς το περπάτημα έχει τις λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από όλα τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς, με τα τελευταία να προκαλούν το 23% των εκπομπών CO₂ στον κόσμο.
- Οικονομικά οφέλη - Η οικονομία μιας περιοχής σχετίζεται άμεσα και με τον βαθμό περπατησιμότητας της, διότι οι τιμές γης ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο είναι πολύ υψηλότερες σε μία πόλη ευνοϊκή για τον πεζό. Ακόμη, η συντήρηση υπηρεσιών όπως πλακόστρωτοι δρόμοι, υπόνομοι και ηλεκτρικά καλώδια είναι λιγότερο δαπανηρή από άλλες όπως μεγάλοι αυτοκινητόδρομοι και το κόστος συντήρησης σε μια γειτονιά σχεδιασμένη για αυτοκίνητα συχνά δεν μπορεί να καλυφθεί εξαιτίας της αδυναμίας συγκέντρωσης χρημάτων σε φόρους.

Κλείνοντας, έρευνες έχουν δείξει πως ο πιο αξιόπιστος τρόπος μεταφοράς σε μία κρίση είναι η μετακίνηση πεζή. Αντίστοιχο παράδειγμα αποτελεί η πανδημία COVID-19, η οποία κατέδειξε τη σημασία της περπατησιμότητας στις πόλεις σε όλο τον κόσμο. Σε πόλεις όπου ευνοείται η μετακίνηση πεζή, ειδικά σε εκείνες με πεζοδρόμους αρκετά μεγάλους ώστε να διατηρείται η φυσική απόσταση από τους άλλους, οι άνθρωποι μπορούν να παρακολουθούν τις καθημερινές τους εργασίες πιο εύκολα και με ασφάλεια. Επιπροσθέτως, η δυνατότητα πεζοπορίας βοηθά τους κατοίκους να διαχειριστούν το άγχος των μέτρων κλειδώματος διασφαλίζοντας ασφαλή, υγιή και αξιόπιστη πρόσβαση στις ανάγκες τους, ενώ παράλληλα έχουν τη δυνατότητα ασφαλούς και κοινωνικά απομακρυσμένης άσκησης και αναψυχής, κάτι ιδιαίτερα

σημαντικό για τη διατήρηση της σωματικής και ψυχικής υγείας των πολιτών κατά τη διάρκεια μιας κρίσης (ITDP, 2020).

2.3.2 Μειονεκτήματα περπατήσιμων πόλεων

Παρά την πληθώρα θετικών επιδράσεων που προκαλεί ο σχεδιασμός μιας περπατήσιμης πόλης, έχουν καταγραφεί ορισμένα φαινόμενα που αποδεικνύουν την δημιουργία κοινωνικών επιπτώσεων μετά την αύξηση του βαθμού περπατησιμότητας σε μία πόλη. Αυτό συνήθως οφείλεται στη μίξη χρήσεων γης που δημιουργείται μετά από μία αντίστοιχη ανάπλαση, όπως φαίνεται και ακολούθως.

- Σε μία προσπάθεια για δημιουργία κοσμοπολίτικων, περπατήσιμων και βιώσιμων περιοχών, όπως αναφέρεται από τους Μπαρτζώκα-Τσιόμπρα et al. (2020), υπάρχει απόδειξη ότι ορισμένα περιβάλλοντα με τα πόδια κλιμάκωσαν τις χωρικές ανισότητες. Αποτέλεσμα αυτού είναι άτομα συγκεκριμένων φυλών ή ομάδων εθνικών μειονοτήτων να εκτοπιστούν σε περιοχές περισσότερο εξαρτώμενες από το αυτοκίνητο (Knight et al., 2018). Σε συνέχεια με αυτή τη διαπίστωση, οι γεωγράφοι Andrews et al. (2012) προειδοποίησαν ότι η έμφαση στην αισθητική σε μία έρευνα για το πεζικό περιβάλλον εντείνει τον διαχωρισμό των κοινωνικών τάξεων και ενισχύει τον κοινωνικό αποκλεισμό.
- Η ενίσχυση του βαθμού περπατησιμότητας σε μία πόλη, ορισμένες φορές και υπό συγκεκριμένες συνθήκες, μπορεί να προκαλέσει έξαρση της εγκληματικότητας λόγω της αύξησης των πεζών. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήγαγαν οι Foster et al. (2019) στο Μπρίσμπεϊν της Αυστραλίας, τα υψηλά επίπεδα εγκληματικότητας σχετίζονται με αυξημένες πιθανότητες πεζοπορίας και μάλιστα συνήθως συμβαίνουν κατά τη μεταφορά του πεζού. Όπως αναφέρουν οι Jinhyun Hong και Cynthia Chen (2014), αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι οι άνθρωποι που ζουν σε γειτονιές με καλή προσβασιμότητα και εγκαταστάσεις για μετακίνηση πεζή, τείνουν να αντιλαμβάνονται τις γειτονιές τους ασφαλέστερες, ενώ στην πραγματικότητα σε περιοχές υψηλής πυκνότητας πληθυσμού συμβαίνει το αντίθετο.
- Όσον αφορά την συσχέτιση περπατησιμότητας και αξίας ακινήτων, ως επί το πλείστον, είναι θετική ως προς τον κοινωνικο-οικονομικό τομέα. Ωστόσο, μετά από έρευνα των A. Zandiatashbar και S. Hamidi (2018), παρατηρήθηκε μια σημαντική αρνητική επίδραση της περπατησιμότητας και της πρόσβασης διαμετακόμισης στην παραγωγή μικρών ευάλωτων επιχειρήσεων. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η περπατησιμότητα και η πρόσβαση διαμετακόμισης αυξάνουν τις τιμές ιδιοκτησίας και έτσι τις καθιστούν απρόσιτες για μικρές εταιρείες, πλήττοντάς τες (Pivo & Fisher, 2011).
- Τέλος, οι παρεμβάσεις μικρής κλίμακας μπορεί να είναι αποτελεσματικές στη βελτίωση της εμπειρίας με τα πόδια αλλά όχι τόσο αποτελεσματικές στην αύξηση της δραστηριότητας με τα πόδια (P. Cambra & F. Moura, 2020). Κατόπιν αντίστοιχης μελέτης που έγινε στο Γκουάνγκτζου της Κίνας, μια τυπική πόλη υψηλής πυκνότητας, διαπιστώθηκε ότι, μεταξύ άλλων, η μεταβλητή της περπατησιμότητας έχει αρνητικές επιπτώσεις στο δείκτη μάζας σώματος. Με βάση αυτά τα ευρήματα προτείνεται ότι οι παρεμβάσεις θα πρέπει να εστιάζουν περισσότερο στις περιοχές όπου οι κάτοικοι περπατούν στην καθημερινή τους ρουτίνα (W. Yang et al, 2020).

Το συμπέρασμα, λοιπόν, που προκύπτει από τα παραπάνω υποδηλώνει την ανάγκη για συνεχή ενημέρωση, πριν τον σχεδιασμό, ως προς τον σημαντικό και περίπλοκο ρόλο που διαδραματίζουν οι κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες, ειδικά για τα άτομα κοινωνικού αποκλεισμού που συχνά αντιμετωπίζουν μεγαλύτερα εμπόδια στην ασφαλή και αξιοπρεπή πρόσβαση στους δημόσιους χώρους

(N. Iroz-Elardo et al. 2021). Επιπροσθέτως, πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν ότι ο ρόλος της περπατησιμότητας στην οικονομία δεν είναι συγκεκριμένος για μια χώρα, και οι παράγοντες όπως η ομαδοποίηση της βιομηχανίας, οι ποιοτικές ανέσεις, η πολυμορφία και η ανοχή διαδραματίζουν έναν κρίσιμο ρόλο αμοιβαία, σε διαφορετικές χώρες (Bakhshi et al., 2008; Müller et al., 2009; Rao & Dai, 2017; Shearmur, 2010).

2.4 Περπατησιμότητα και αξίες ακινήτων

Η αξία ακινήτου είναι ένα ετερογενές αγαθό και η τιμή αγοράς επηρεάζεται όχι μόνο από τα δομικά χαρακτηριστικά αλλά και από τα φυσικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος καθώς και από το επίπεδο προσβασιμότητας της περιοχής (Corderaetal, 2019). Ένα περπατήσιμο περιβάλλον, όπως έχει ήδη αναφερθεί, έχει πολλά οφέλη για την υγεία, την άμβλυση επιπτώσεων από περιβαλλοντικές πιέσεις και την αύξηση της κοινωνικής και οικονομικής ωφέλειας και έτσι, μπορεί να θεωρηθεί ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες στην επιλογή στέγασης των κατοίκων, επηρεάζοντας τις τιμές των κατοικιών (Kim E. J. et al, 2020).

Τόσο τα εμπειρικά στοιχεία όσο και εφαρμοσμένες μελέτες υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η αύξηση της περπατησιμότητας μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στις αξίες των ακινήτων. Όπως διαπίστωσαν οι Kim E. J. et al (2020), οι οποίοι εξέτασαν 5.986 συγκροτήματα διαμερισμάτων στη Σεούλ της Κορέας χρησιμοποιώντας μοντέλα χωρικής παλινδρόμησης, οι περιοχές με πιο περπατήσιμα περιβάλλοντα έχουν υψηλότερη τιμή στέγασης από εκείνες με λιγότερο περπατήσιμα. Αντίστοιχα, οι Boys Smith, N. et al (2017), διερεύνησαν τις σχέσεις μεταξύ κοινωνικής και οικονομικής αξίας και αστικής δομής σε έξι Βρετανικές πόλεις. Οι τελευταίοι συμπέραναν ότι το πράσινο επηρεάζει τις τιμές ακινήτων και συγκεκριμένα, το είδος του αστικού πράσινου (υψηλής ποιότητας) που βρίσκεται στο Λονδίνο μπορεί να προσθέσει 10.6% στην αξία της στέγασης. Επιπλέον, οι Diao M. & Ferreira Jr, J. (2010), εξετάζοντας τη σχέση μεταξύ του δομημένου περιβάλλοντος και των τιμών οικιστικής ιδιοκτησίας στη μητροπολιτική περιοχή της Βοστώνης μέσω μοντέλων χωρικής παλινδρόμησης, βρήκαν ότι οι τιμές ιδιοκτησίας σχετίζονται θετικά τόσο με την περπατησιμότητα όσο και με την προσβασιμότητα και την εγγύτητα στις δημόσιες συγκοινωνίες και τις θέσεις εργασίας. Συγκεκριμένα, ένα από τα ευρήματα της έρευνας ήταν ότι εάν η βαθμολογία περπατησιμότητας αυξηθεί κατά 0.971 μονάδες, η αξία του ακινήτου θα αυξηθεί περίπου στο 1.42% ή 5.340\$ για ένα σπίτι με τιμή 376.500\$. Τέλος, η Redfin News (2016), δημοσίευσε τα αποτελέσματα μιας μελέτης που διαπίστωσε ότι η τιμή ενός σπιτιού αυξήθηκε κατά μέσο όρο 3.250\$ ή 0.9%, με κάθε πόντο βαθμολογίας περπατησιμότητας που κέρδιζε, μελετώντας 14 μεγάλες περιοχές κοντά σε μετρό. Συγκεκριμένα ανέφερε «*Η αύξηση του βαθμού περπατησιμότητας (Walk Score) από 19 σε 20 είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής κατοικίας περίπου 181\$ κατά μέσο όρο σε όλες τις περιοχές. Από την άλλη πλευρά, η αλλαγή της βαθμολογίας περπατησιμότητας μιας τοποθεσίας από 79 σε 80 είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής κατοικίας άνω των 7.000\$. [...] Τα ασφάλιστρα των τιμών ανεβαίνουν ακόμη περισσότερο καθώς η Βαθμολογία Walk Score πλησιάζει στα 100, υποδηλώνοντας υψηλή ζήτηση σε σχέση με την προσφορά για σπίτια σε περιοχές με υψηλή βαθμολογία περπατησιμότητας*».

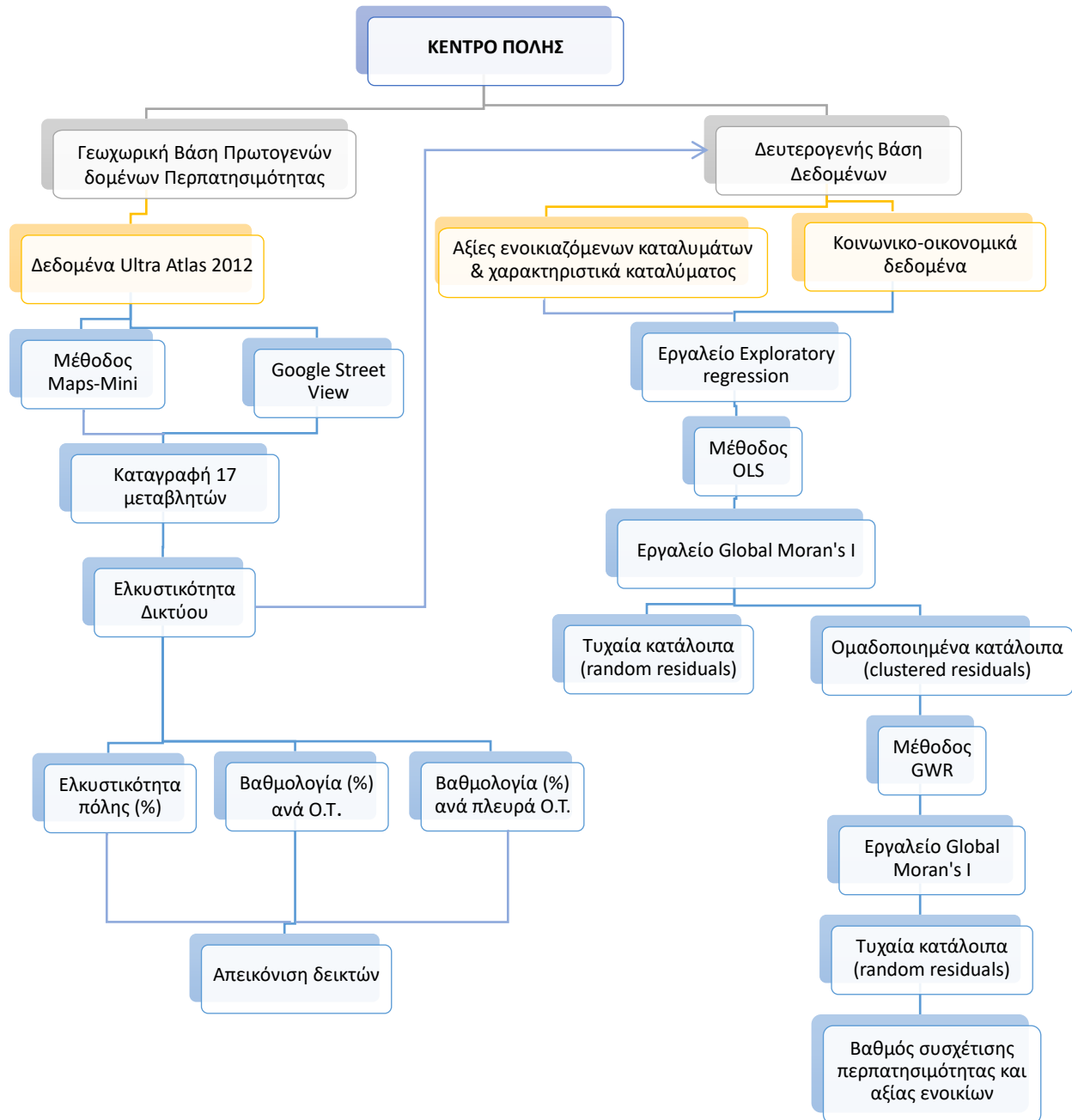
Από τις περισσότερες μελέτες, έχει προκύψει λοιπόν ότι η περπατησιμότητα στις γειτονίες μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στις τιμές των κατοικιών. Ωστόσο, έχουν υπάρξει και μελέτες που έχουν βρει ουδέτερα ακόμη και αρνητικά αποτελέσματα σε ορισμένες περιπτώσεις. Παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των Shen Y. και Karimi K. (2017), κατά τους οποίους οι ποικιλόμορφες χρήσεις γης σε επίπεδο περπατησιμότητας σε ανεπτυγμένα κέντρα πόλεων δεν αποτελεί προτίμηση επιλογής στέγασης. Μάλιστα, η ίδια έρευνα

έδειξε ότι η ανάπτυξη των εγκαταστάσεων περπατησιμότητας θα μπορούσε να είναι ένας επιβραδυντικός παράγοντας της αύξησης των τιμών των κατοικιών στις κινεζικές πόλεις. Ακόμη, οι Cortright J. et al (2009) απέδειξαν ότι σε 2 από τις 15 μητροπολιτικές περιοχές που μελέτησαν, συγκεκριμένα στο Las Vegas και το Bakersfield, η βαθμολογία περπατησιμότητας Walk Score είχε σημαντική αρνητική συσχέτιση με τις τιμές κατοικιών στην πρώτη, ενώ δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ τιμών ακινήτων και περπατησιμότητας στη δεύτερη. Σε κάθε περίπτωση όμως, όλες οι έρευνες είχαν κατά βάση ως αντικείμενο μελέτης την περπατησιμότητα σε επίπεδο μακρο-κλίμακας, χωρίς να εστιάζουν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αστικού σχεδιασμού μιας γειτονιάς. Συνεπώς, υπάρχει σημαντικό κενό στην διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με εμπειρικές μελέτες που πραγματεύονται την επίδραση του σχεδιασμού του δημόσιου χώρου στις τοπικές αξίες κατοικίας και ειδικότερα στις κεντρικότερες περιοχές των πόλεων (downtown areas).

Από όλα τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι οι περπατήσιμες γειτονιές τείνουν να προσφέρουν περισσότερη ευκολία, χαρακτήρα και πολιτισμό και η μετακίνηση πεζή δίνει στους κατοίκους την ευκαιρία να ζήσουν έναν πιο ενεργό, υγιή, φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο ζωής από ότι σε μια γειτονιά εξαρτώμενη από το αυτοκίνητο. Οι αγορές κατοικίας συνήθως αποκτούν θετική αξία όταν βρίσκονται σε περπατήσιμα περιβάλλοντα και σε κοντινή απόσταση από υπηρεσίες, σχολεία, πάρκα κλπ. Παρόλα αυτά, υπάρχουν και περιπτώσεις που οι αξίες γης δεν επηρεάζονται καθόλου ή επηρεάζονται αρνητικά από τον βαθμό περπατησιμότητας μιας περιοχής γεγονός που υποδηλώνει ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες που παίζουν ρόλο σε αυτό. Έτσι, απαιτείται επιπλέον έρευνα για να γνωρίζουμε πώς αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τις αξίες ακινήτων και τα ενοίκια μιας γειτονιάς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε σε τρία κέντρα πόλεων με σκοπό τον προσδιορισμό του βαθμού ελκυστικότητας του αστικού χώρου ως προς την μετακίνηση πεζή (walkability score) σε μικρή κλίμακα. Επιπλέον, παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον εντοπισμό του βαθμού συσχέτισης της περπατησιμότητας με τις τιμές ενοικιαζόμενων καταλυμάτων στις πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου.



Διάγραμμα 3. 1: Διαδικασία προσδιορισμού επιπέδων ελκυστικότητας για μετακίνηση πεζή και βαθμού συσχέτισης περπατησιμότητας και αξίας ακινήτων

3.1 Συλλογή δεδομένων με χρήση τροποποιημένης μεθόδου Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS) - Mini έκδοση

Το πρώτο στάδιο, της μεθοδολογίας αφορά τον προσδιορισμό του επιπέδου περπατησιμότητας της κάθε μίας από τις υπό μελέτη περιοχές. Πιο συγκεκριμένα, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS) – mini version, που αποτελεί τη σύντομη έκδοση της μεθόδου καταγραφής δεδομένων M.A.P.S, κατά την οποία τα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος (built environment) συνδέονται με το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας (physical activity) του πληθυσμού και υπολογίζεται η πιθανότητα να μετακινηθεί κάποιος με τα πόδια.

Η πλήρης μέθοδος MAPS εφαρμόστηκε πρώτη φορά το 2012 στο University of California στο San Diego, USA, από το Healthy Environments Research and Action Center (HERA) και τον καθηγητή James F. Sallis, διευθυντή του Active Living Research Center (ALR) (Cain et al. 2012, Millstein et al. 2013). Αναπτύχθηκε με στόχο τον μικροσκοπικό έλεγχο των πεζών οδών (MAPS) και την συλλογή δεδομένων σχετικά με τη δυνατότητα πεζής μετακίνησης στις γειτονιές. Καταγράφει περίπου 120 μεταβλητές, οι οποίες παρέχουν πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των υποδομών μετακίνησης πεζή όπως είναι η ύπαρξη πεζοδρομίων, ραμπών, διαβάσεων, πάρκων, σκίασης, φωτισμού και άλλα, καθώς και χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος όπως είναι η κατάσταση κτιρίων και πεζοδρομίων. Έως τώρα, έχουν αναπτυχθεί 3 εκδοχές της μεθοδολογίας MAPS, οι οποίες είναι η MAPS-Full, με βαθμό ανάλυσης 120 μεταβλητές, η MAPS-Abbreviated, με βαθμό ανάλυσης 60 μεταβλητές και η MAPS-Mini, με βαθμό ανάλυσης 15 μεταβλητές.

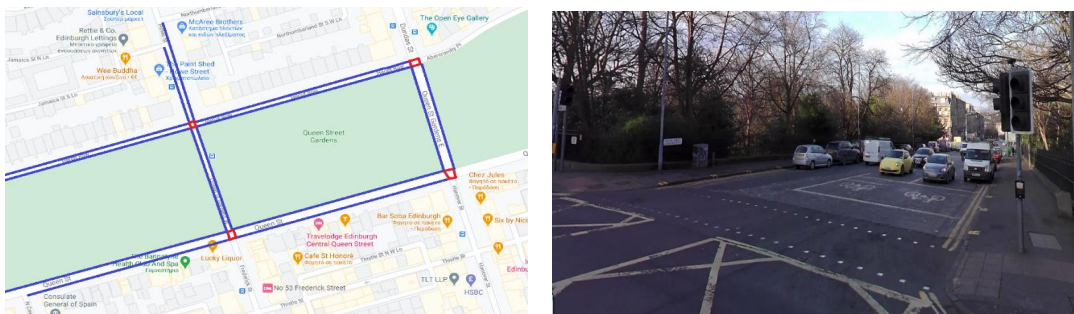
Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος MAPS-Mini η οποία, όπως προαναφέρθηκε, καταγράφει 15 μεταβλητές, μικρο και μακρο κλίμακας. Η μέθοδος αυτή, προτιμήθηκε διότι η αξιολόγηση είναι απλούστερη και λιγότερο χρονοβόρα, αλλά και εύκολη καθώς δεν απαιτείται ειδική εκπαίδευση της ομάδας συλλογής των δεδομένων. Επιπροσθέτως, έρευνες έχουν δείξει ότι η πλήρης μέθοδος MAPS δίνει αποτελέσματα που εμφανίζουν στατιστικά πολύ υψηλή θετική συσχέτιση ($r=0.94$), αλλά και ότι η αναβάθμιση των χαρακτηριστικών του αστικού χώρου, που λαμβάνει υπόψη της και η MAPS-mini έκδοση, μπορεί να οδηγήσει σε περίπου 250% υψηλότερο ποσοστό πεζής μετακίνησης σε μεγάλο ηλικιακό εύρος (Sallis et al. 2015).

Στη συγκεκριμένη έρευνα του ΕΜΠ, έχουν προστεθεί 2 επιπλέον μεταβλητές και επομένως η επικείμενη μελέτη θα αφορά συνολικά 17 μεταβλητές (C1_1, C1_2, C1_3 και S1 έως S14) καθώς και μία επιπλέον μεταβλητή που υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη πεζοδρόμου. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν ήδη διαθέσιμοι δείκτες προς σύγκριση και για αλλά κέντρα πόλης (Bartzokas-Tsiompras & Photis, 2021). Έτσι, αξιολογούνται 14 μεταβλητές για κάθε μία πλευρά του οικοδομικού τετραγώνου (segment) και έπειτα 3 μεταβλητές αναφορικά με τη σύνδεση του πεζοδρομίου με το αμέσως επόμενο (crossing). Η καταγραφή είναι απογραφική και στοχεύει στην αξιολόγηση του αστικού χώρου όλων των όψεων κάθε οικοδομικού τετραγώνου αλλά και όλων των συνδέσεων μεταξύ των πεζοδρομίων της περιοχής μελέτης. Η συλλογή των δεδομένων μπορεί να γίνει είτε με επιτόπια έρευνα της περιοχής μελέτης είτε διαδικτυακά, μέσω της υπηρεσίας Google Street View (Phillips et al. 2017). Προφανώς, στην συγκεκριμένη περίπτωση η έρευνα πεδίου ήταν αδύνατη με αποτέλεσμα η καταγραφή των τριών πόλεων να γίνει μέσω της υπηρεσίας Google Street View. Τα αποτελέσματα της μεθόδου είναι αξιοποιήσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε από την τοπική αυτοδιοίκηση για την βελτίωση των υποδομών πεζής μετακίνησης της πόλης και τον σχεδιασμό έργων αστικής ανάπτυξης ή ανάπτυξης, είτε από ομάδες πολιτών ή οργανώσεων σε θέματα ευαισθητοποίησης όσον αφορά την ενεργή μετακίνηση στην πόλη.

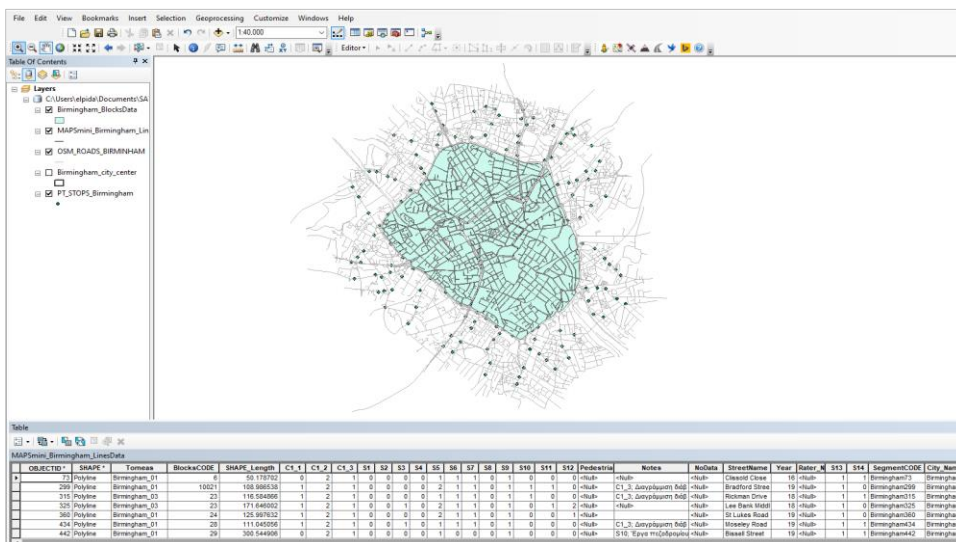
Προκειμένου να ξεκινήσει η καταγραφή των μεταβλητών, απαραίτητη προϋπόθεση αποτέλεσε η προετοιμασία των δεδομένων. Στο πρώτο στάδιο, για κάθε κέντρο πόλης, έγινε συλλογή των Ο.Τ. και των πλευρών τους (segments) από το European Urban Atlas 2012, καθώς επίσης και η λήψη βοηθητικών δεδομένων, που αφορούν την ονομασία και κατηγορία όλων των οδών και άλλα, από το Open Street View. Τα στοιχεία αυτά εισήχθησαν σε περιβάλλον GIS (ESRI, ArcGIS for Desktop v10.5, REDLANDS, CA) και ύστερα από μία διαδικασία τροποποιήσεων των αρχικών δεδομένων δημιουργήθηκε τελικά η γεωβάση-υπόβαθρο στην οποία στη συνέχεια έγινε η καταγραφή. Τα θεματικά επίπεδα που προέκυψαν για την κάθε μία πόλη και αποτέλεσαν και το υπόβαθρο αυτό, είναι τα ακόλουθα.

- Αρχείο με τα πολύγωνα των οικοδομικών τετραγώνων και τους κωδικούς τους (BlocksCODE)
- Κεντρικό αρχείο γραμμικών δεδομένων (Lines) όπου καταχωρούνται όλες τις εγγραφές για την κάθε μεταβλητή
- Βοηθητικό αρχείο (OpenStreetMap.org) γραμμικών δεδομένων με τα ονόματα των οδών και την κατηγορία του οδικού δικτύου (primary, secondary, pedestrian, cycleway etc.)
- Βοηθητικό αρχείο σημειακών δεδομένων με τις θέσεις στάσεων Μ.Μ.Μ (Google Transit, GTFS)

Όσον αφορά την διαδικασία καταγραφής, αρχικά με χρήση του εργαλείου “Bing & Google Maps” έγινε αντιστοίχιση της εκάστοτε πλευράς στο ArcGIS με την πραγματική της θέση στο Google Maps. Με τον τρόπο αυτό ελέγχθηκαν τυχόν χονδροειδή σφάλματα στο υπό μελέτη Ο.Τ. αλλά και προστέθηκαν ή αφαιρέθηκαν Ο.Τ. που δεν αντιστοιχούσαν στην πραγματική εικόνα. Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκε σύνδεση των πεζοδρομίων της περιοχής προς μελέτη στην γεωβάση, όπου έγινε φυσική προέκταση της οδού (crossing), με στόχο την αξιολόγησή τους. Κατόπιν, ο εν λόγω δρόμος ελέγχθηκε στο Street View (2019-2020) όσες φορές χρειαστεί ώστε να συλλεχθεί επαρκής πληροφορία για την πληκτρολόγηση των αποτελεσμάτων στα αντίστοιχα πεδία (Fields) στο ArcGIS. Σε περίπτωση αμφιβολίας για κάποια από τις μεταβλητές πληκτρολογήθηκε σχετική σημείωση στο πεδίο Notes, ενώ η διαδικασία επαναλήφθηκε για το επόμενο πεζοδρόμιο μέχρις ότου να συμπληρωθεί ολόκληρο το κέντρο της εκάστοτε πόλης, όπως φαίνεται στο παράδειγμα που ακολουθεί. Οι πόλεις στις οποίες εφαρμόστηκε η όλη διαδικασία περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4.



Εικόνα 3. 1: Παραδείγματα σύνδεσης πεζοδρομίων (crossing), Εδιμβούργο (πηγή: Google Maps)



Εικόνα 3. 2: Παράδειγμα διαμορφωμένου υποβάθρου στο ArcGIS, περίπτωση του Μπέρμιγγαμ

3.1.1 Αναλυτική επεξήγηση μεταβλητών αξιολόγησης

Κατηγορία S1: Κατηγορία χρήσεων γης

Η κατηγορία αυτή, υποδεικνύει την κυρίαρχη χρήση γης που επικρατεί στην εν λόγω πλευρά του Ο.Τ., σύμφωνα με την πλειοψηφία των κτηρίων εκεί. Αν τα περισσότερα κτήρια αντιστοιχούν σε ενεργές δραστηριότητες/χρήσεις όπως εμπόριο, ψυχαγωγία, εστίαση και άλλα, τότε η πλευρά παίρνει τιμή 1. Σε αντίθετη περίπτωση όπου η πλειοψηφία των κτηρίων είναι κυρίως κατοικία, βιομηχανία ή βιοτεχνία, κενός χώρος, χώρος στάθμευσης ή μη ενεργή όψη (όπως απλά τοίχος ή παράθυρα), τότε το S1 παίρνει τιμή 0. Τέλος, αν η όψη του Ο.Τ. αντιστοιχεί σε πάρκο ή πλατεία, τότε στο αντίστοιχο πεδίο S1 εξετάζεται εάν υπάρχει εντός της πλατείας ή του πάρκου κάποια δραστηριότητα όπως εκκλησία, μουσείο, καφέ, καθίσματα από παρακείμενο καφέ και άλλα. Εάν ναι τότε το S1 παίρνει τιμή 1, διαφορετικά εάν είναι μόνο ο εξοπλισμός του πάρκου/πλατείας, όπως παιδική χαρά, δέντρα και άλλα, τότε το S1 ισούται με 0.



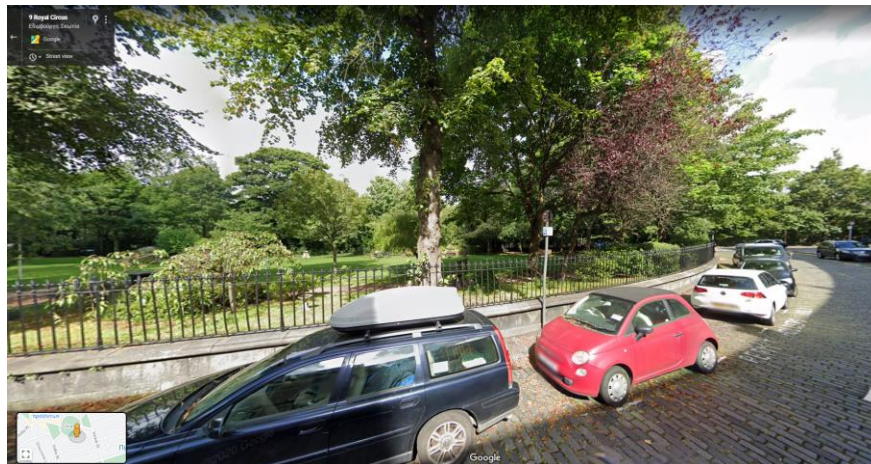
Εικόνα 3.3: Παράδειγμα χρήσης γης κατοικία όπου S1=0, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.4: Παράδειγμα χρήσης γης εμπόριο όπου $S1=1$, Μπέριμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S2: Αριθμός εισόδων σε πάρκο ή πλατεία

Όσον αφορά τη μεταβλητή αυτή, εάν στο υπό εξέταση τμήμα δεν υπάρχει πρόσβαση σε πάρκο ή πλατεία ή εάν η πρόσβαση από το πεζοδρόμιο στο πάρκο είναι αδύνατη, δηλαδή υπάρχει κάγκελο, τοίχος ή φράχτης ανάμεσα από το πεζοδρόμιο και το πάρκο, τότε παίρνει τιμή 0. Στην περίπτωση όπου υπάρχει 1 είσοδος, η τιμή που παίρνει η μεταβλητή ισούται με 1, ενώ σε περίπτωση 2 ή περισσότερων προσβάσεων η μεταβλητή παίρνει τιμή 2.



Εικόνα 3.5: Παράδειγμα τμήματος χωρίς είσοδο σε πάρκο όπου $S2=0$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.6: Παράδειγμα τμήματος με 1 είσοδο σε πάρκο όπου $S2=1$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.7: Παράδειγμα τμήματος με περισσότερες από 2 εισόδους σε πλατεία όπου $S2=2$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S3: Αριθμός στάσεων ή σταθμών MMM

Εάν δεν υπάρχει κάποια στάση/σταθμός MMM στο υπό εξέταση τόξο, αυτό θα πάρει τιμή 0. Σε περίπτωση όπου υπάρχει 1 στάση/σταθμός στην οδό, η εν λόγω μεταβλητή βαθμολογείται με 1 ενώ αν πάνω από 2 στάσεις/σταθμοί είναι εγκατεστημένες/οι στην οδό, η τιμή που παίρνει η S3 ισούται με 2. Αξίζει να αναφερθεί, ότι σε περίπτωση που η στάση είναι σε ξεχωριστό πεζοδρόμιο παράλληλα προς το υπό αξιολόγηση, θεωρείται ότι ανήκει στο πεζοδρόμιο όπου γίνεται η καταγραφή.



Εικόνα 3. 8: Παράδειγμα τμήματος χωρίς στάσεις MMM όπου $S3=0$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.9: Παράδειγμα τμήματος με 1 στάση MMM όπου $S3=1$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.10: Παράδειγμα τμήματος με περισσότερες από 2 στάσεις MMM όπου $S3=2$, Μπέμιנגχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S4: Ύπαρξη δημόσιων καθισμάτων

Η τιμή της μεταβλητής αυτής υποδηλώνει την ύπαρξη, τιμή 1, ή μη, τιμή 0, δημόσιων αστικών εξοπλισμών για στάση και ανάπαυση του πεζού. Στην περίπτωση αυτή, δεν προσμετρώνται καθίσματα και παγκάκια στάσεων λεωφορείου ή καρέκλες και εξοπλισμός από κέντρα εστίασης ή άλλου είδους ιδιωτικές επιχειρήσεις.



Εικόνα 3.11: Παράδειγμα τμήματος χωρίς δημόσια καθίσματα όπου $S4=0$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.12: Παράδειγμα τμήματος με δημόσια καθίσματα όπου $S4=1$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S5: Ένταση φωτιστικών σωμάτων

Σε μία οδό όπου δεν εντοπίζεται αστικός φωτισμός ούτε στο υπό εξέταση τόξο αλλά ούτε και στην απέναντι πλευρά του δρόμου, η S5 μηδενίζεται. Αντιθέτως, η S5 παίρνει 1 πόντο σε περίπτωση που στο τμήμα του δρόμου που μελετάται υπάρχει τουλάχιστον 1 φωτιστικό σώμα για να φωτιστεί επαρκώς η οδός και 2 πόντους σε περίπτωση μεγάλης πυκνότητας φωτιστικών σωμάτων όπως εντοπίζεται σε λεωφόρους ή μεγάλους εμπορικούς πεζόδρομους και πλατείες.



Εικόνα 3.13: Παράδειγμα τμήματος χωρίς φωτιστικά σώματα όπου $S5=0$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.14: Παράδειγμα τμήματος με επαρκή δημόσιο φωτισμό όπου $S5=1$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.15: Παράδειγμα τμήματος με έντονο δημόσιο φωτισμό όπου $S5=2$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S6: Κατάσταση κτιρίων

Η μεταβλητή αυτή αναφέρεται στο επίπεδο συντήρησης των κτιρίων της πόλης. Έτσι, στην περίπτωση όπου όλα τα κτήρια είναι σε καλή κατάσταση χωρίς φθορές ή ζημιές στις προσόψεις τους, η S6 παίρνει 1 βαθμό. Εάν στην πρόσοψη έστω και ενός κτηρίου του τόξου που μελετάται υπάρχει φθορά, η μεταβλητή παίρνει τιμή 0. Επίσης, αν σε κάποιο κτήριο του τμήματος που εξετάζεται γίνονται έργα ή η περιοχή είναι υπό ανάπλαση, τότε το τόξο παίρνει τιμή 0 ενώ παράλληλα αναγράφεται αντίστοιχη σημείωση στο πεδίο Notes στο ArcGIS. Τέλος, σε περιπτώσεις όπου το τόξο αντιστοιχεί σε πάρκο ή πλατεία εντός των οποίων δεν υπάρχει κάποιο κτήριο, η S6 ενισχύεται και πάλι με 1 βαθμό. Όμως, αν υπάρχει έστω και ένα κτήριο η βαθμολόγηση γίνεται με τα παραπάνω κριτήρια.



Εικόνα 3.16: Παράδειγμα τμήματος με φθορές στις όψεις των κτιρίων όπου S6=0, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.17: Παράδειγμα τμήματος όπου τα κτήρια βρίσκονται σε πολύ καλή κατάσταση όπου S6=1, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)

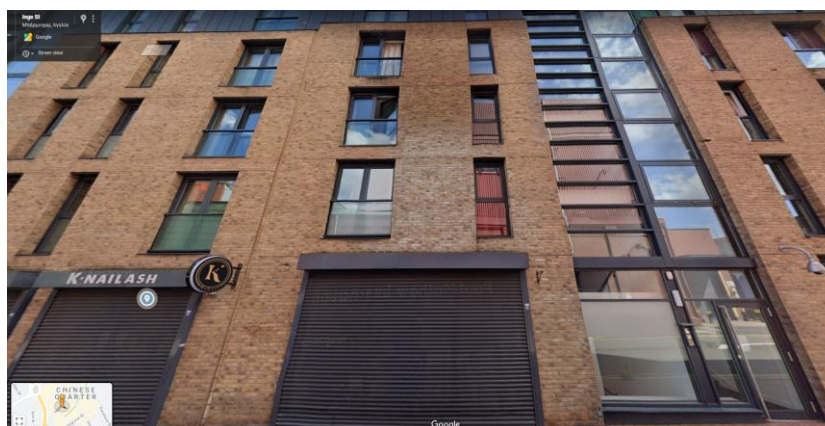
Κατηγορία S7: Γκράφιτι

Η εν λόγω μεταβλητή αφορά την ύπαρξη γκράφιτι στις όψεις των κτηρίων και βαθμολογείται με 1 βαθμό εάν στις όψεις των υπό εξέταση κτηρίων δεν υπάρχει κανένα γκράφιτι ή υπάρχει πολύ μικρό γκράφιτι ή γκράφιτι σε κατασκευές που δεν είναι μέρος των κτηρίων. Αντιθέτως, στο υπό εξέταση τμήμα μπαίνει τιμή 0 στην S7, εάν εντοπιστεί τουλάχιστον 1 γκράφιτι, ορατό με γυμνό μάτι, στις όψεις κτιρίων. Τέλος,

σε περιπτώσεις όπου το τόξο αντιστοιχεί σε πάρκο ή πλατεία, η βαθμολόγηση είναι αντίστοιχη με την μεταβλητή S6 στην ίδια περίπτωση.



Εικόνα 3.18: Παράδειγμα τμήματος όπου τα κτήρια είναι καλυμμένα από γκράφιτι όπου S7=0, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.19: Παράδειγμα τμήματος όπου τα κτήρια είναι καθαρά από γκράφιτι όπου S7=1, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S8: Ύπαρξη ποδηλατοδρόμου

Εάν δεν υπάρχει καμία εγκατάσταση ποδηλατοδρόμου επί της εξεταζόμενης οδού τότε η S8 ισούται με 0. Στην περίπτωση που εντοπίζεται ποδηλατολωρίδα, τότε η S8 παίρνει την τιμή 1 όταν στο τμήμα υπάρχει λωρίδα αποκλειστικής χρήσης για ποδήλατα με οριζόντια σήμανση στο οδόστρωμα και την τιμή 2 όταν ο ποδηλατόδρομος είναι ανεξάρτητος και διαχωρισμένος από το οδικό δίκτυο. Στην τελευταία περίπτωση, ο ποδηλατόδρομος μπορεί είτε να είναι πιο ανυψωμένος, είτε να διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες λωρίδες κυκλοφορίας με κατασκευές και διαχωριστικά όπως κολωνάκια, ή να είναι ενταγμένος σε πεζοδρομημένο ζώνη.



Εικόνα 3.20: Παράδειγμα τμήματος όπου υπάρχει ποδηλατολωρίδα όπου $S8=1$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.21: Παράδειγμα τμήματος με ποδηλατολωρίδα διαχωρισμένη από την κυκλοφορία όπου $S8=2$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.22: Παράδειγμα πεζοδρομημένου τμήματος όπου δύναται διέλευση ποδήλατου με $S8=2$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S9: Ύπαρξη πεζοδρομίου

Για την καταγραφή της μεταβλητής αυτής, δεν λαμβάνεται υπόψιν η κατάσταση του πεζοδρομίου δηλαδή η ποιότητα των υλικών ή του επιπέδου συντήρησης, παρά μόνο το εάν υπάρχει ή όχι κατασκευασμένο πεζοδρόμιο στο τόξο που μελετάται. Κατά αυτόν τον τρόπο, η S9 ισούται με 1 εάν υπάρχει πεζοδρόμιο, ενώ με 0 στην περίπτωση που δεν υπάρχει ή που πάνω από το 50% του μήκους του τμήματος δεν διαθέτει πεζοδρόμιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που η μεταβλητή πάρει τιμή 0, τότε όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές, δηλαδή οι S9 έως S14 μηδενίζονται. Τέλος, αν ο δρόμος είναι αμιγής πεζόδρομος ή ορισμένος με ρυθμιστική πινακίδα P-08, η μεταβλητή S9 παίρνει την τιμή 1 σε κάθε περίπτωση.



Εικόνα 3.23: Παράδειγμα απουσίας κατασκευασμένου πεζοδρομίου και στις δύο πλευρές όπου S9=0, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.24: Παράδειγμα τόξου με κατασκευασμένο πεζοδρόμιο όπου S9=1, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S10: Κατάσταση πεζοδρομίου

Μέσω της μεταβλητής αυτής, εξετάζεται ο βαθμός συντήρησης του πεζοδρομίου στο τμήμα που μελετάται. Όταν στο τόξο υπάρχει ελλιπής συντήρηση ή και φθορές σε κάποια σημεία ή σε όλο το πεζοδρόμιο τότε η S10 παίρνει τιμή 0 ειδικά αν, αν δεν έχει φθορές, και δεν υπάρχουν εμφανή σημεία επικίνδυνα για μετακίνηση πεζή τότε θεωρείται ότι βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα συντήρησης και παίρνει τιμή 1. Κλείνοντας, τιμή 0 μπαίνει και σε περίπτωση που στο μεγαλύτερο ή και σε όλο το μήκος του υπό εξέταση πεζοδρομίου γίνονται έργα ανάπλασης, με την αντίστοιχη πάντα σημείωση στο πεδίο Notes.



Εικόνα 3.25: Παράδειγμα τόξου με μη συντηρημένο πεζοδρόμιο όπου $S_{10}=0$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



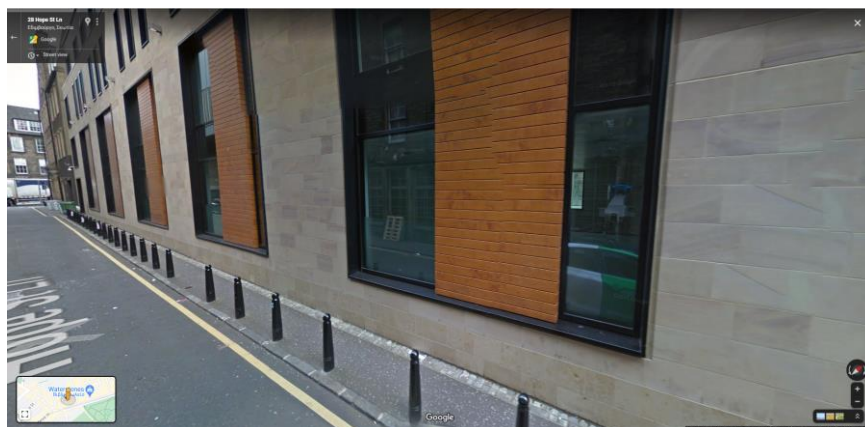
Εικόνα 3.26: Παράδειγμα τόξου με πεζοδρόμιο σε πολύ καλή κατάσταση όπου $S_{10}=1$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S11: Ύπαρξη διαχωριστικών πεζοδρομίου

Εάν στο εξεταζόμενο τόξο δεν υπάρχει αστικός εξοπλισμός όπως κολονάκια και άλλες τεχνικές κατασκευές (εκτός δέντρων και ποδηλατοδρόμων) που να διαχωρίζουν το πεζοδρόμιο από το οδικό δίκτυο προσφέροντας ασφαλή μετακίνηση στον πεζό, τότε το S11 παίρνει τιμή 0. Αντίθετα, εάν πάνω από το 50% του μήκους του εν λόγω πεζοδρομίου διαχωρίζεται από το οδόστρωμα και την υπόλοιπη κυκλοφορία, το S11 βαθμολογείται με 1 μονάδα. Σε κάθε περίπτωση καταγραφής αμιγούς πεζόδρομου ή δρόμου που απαγορεύεται η διέλευση μηχανοκίνητων οχημάτων, στην μεταβλητή S11 δίνεται η τιμή 1 καθώς οι πεζοί δεν έρχονται σε επαφή με την υπόλοιπη κυκλοφορία.



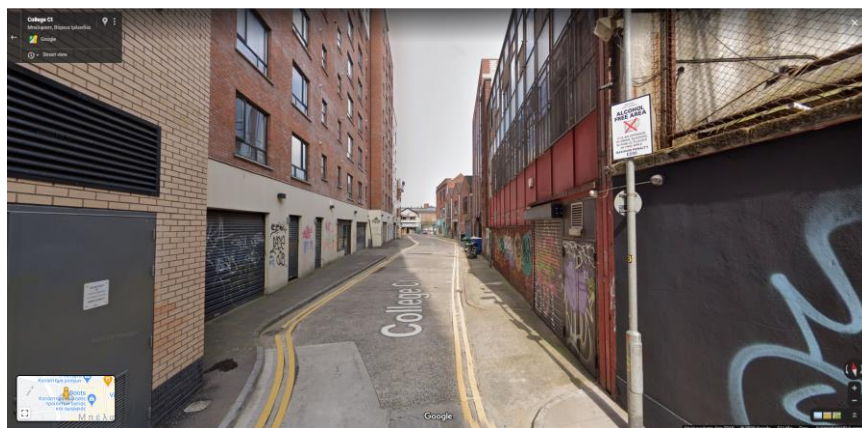
Εικόνα 3.27: Παράδειγμα τόξου χωρίς διαχωριστικά πεζοδρομίου όπου $S11=0$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)



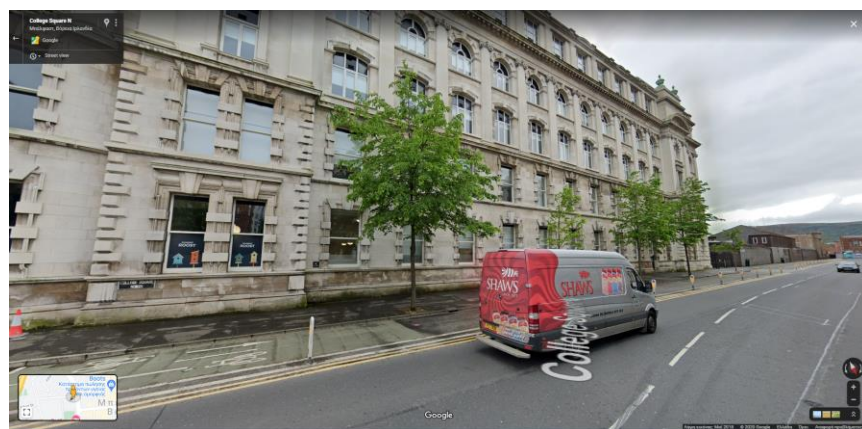
Εικόνα 3.28: Παράδειγμα τόξου με κολωνάκια όπου $S11=1$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S12: Ποσοστό σκίασης/κάλυψης πεζοδρομίου

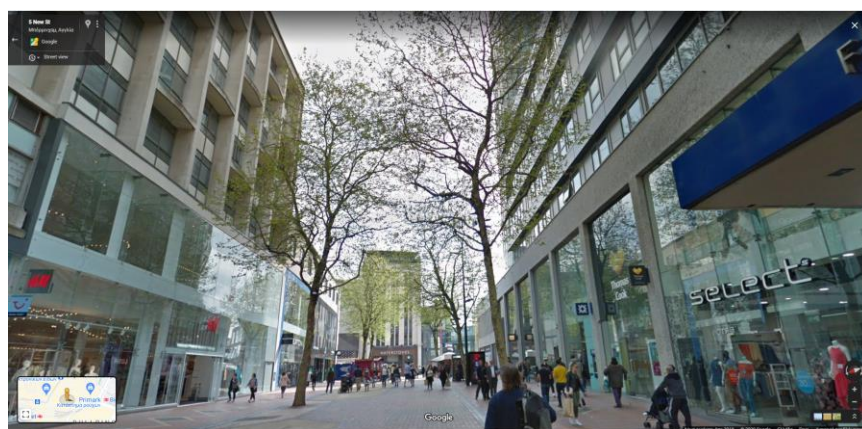
Η μεταβλητή αυτή υποδηλώνει το ποσοστό σκίασης/κάλυψης που προσφέρει το εκάστοτε πεζοδρόμιο του υπό επεξεργασία τόξου, η οποία μπορεί να προέρχεται είτε από δέντρα είτε από άλλες μόνιμες αστικές κατασκευές. Πιο συγκεκριμένα, η S12 παίρνει τιμή 0 αν λιγότερο από το $\frac{1}{4}$ του μήκους της οδού είναι υπό σκιά/κάλυψη, τιμή 1 εάν το $\frac{1}{4}$ έως $\frac{3}{4}$ του μήκους της οδού έχει παράλληλη δεντροφύτευση ή άλλες κατασκευές, όπως υπόστεγα και στοές, που να παρέχουν σκίαση στον πεζό και τιμή 2 όταν πάνω από τα $\frac{3}{4}$ του μήκους της οδού σκιάζει/καλύπτει τον πεζό.



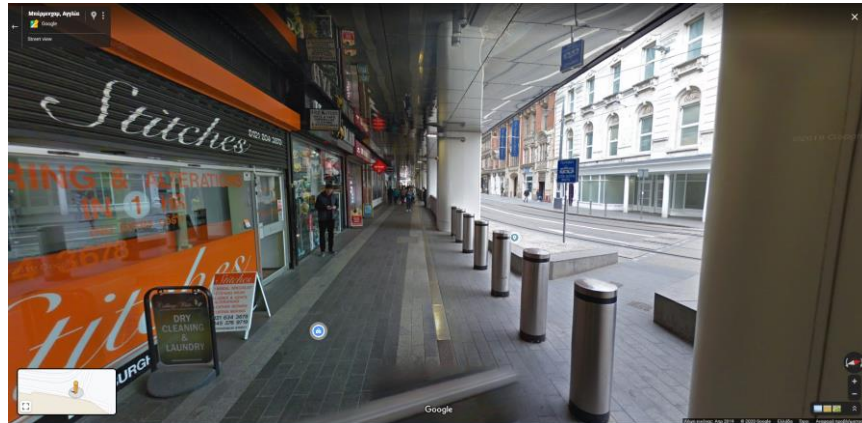
Εικόνα 3.29: Παράδειγμα τόξου χωρίς σκίαση/κάλυψη πεζοδρομίου όπου $S_{12}=0$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.30: Παράδειγμα τόξου με ύπαρξη σκίασης/κάλυψης πεζοδρομίου 25%-75% όπου $S_{12}=1$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.31: Παράδειγμα τόξου με ύπαρξη σκίασης/κάλυψης πεζοδρομίου 76%-100% όπου $S_{12}=2$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.32: Παράδειγμα τόξου με σκίαση/κάλυψη πεζοδρομίου από υπόστεγο σε ποσοστό 76%-100% όπου $S_{12}=2$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S13: Πλάτος πεζοδρομίου

Στην περίπτωση που στο υπό εξέταση τμήμα δεν υπάρχει πεζοδρόμιο ή στο υφιστάμενο πεζοδρόμιο δεν μπορούν να περπατήσουν ταυτόχρονα και άνετα περισσότεροι από 3 άνθρωποι, η S13 μηδενίζεται. Επίσης, το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση που το πλάτος πεζοδρομίου είναι μεγάλο και έστω σε ένα σημείο του δεν μπορούν να περπατήσουν παράλληλα και ταυτόχρονα μέχρι 3 πεζοί. Στην αντίθετη περίπτωση που το βάδισμα περισσότερων από 3 ατόμων, παράλληλα, ταυτόχρονα και με άνεση, επιτρέπεται σε όλο το μήκος του πεζοδρομίου τότε η S13 παίρνει τιμή 1.



Εικόνα 3.33: Παράδειγμα τμήματος με πολύ μικρά πεζοδρόμια όπου $S_{13}=0$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.34: Παράδειγμα τμήματος με πολύ μεγάλα πεζοδρόμια όπου $S_{13}=1$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία S_{14} : Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας

Η εν λόγω μεταβλητή, αφορά τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας που εντοπίζονται από την μία πλευρά του τμήματος που καταγράφεται μέχρι την πλευρά του τμήματος στο ακριβώς απέναντι Ο.Τ. Πιο συγκεκριμένα, εάν στο υπό αξιολόγηση τμήμα δεν υπάρχει πεζοδρόμιο, ή εάν υπάρχουν περισσότερες από 4 λωρίδες κυκλοφορίας αυτοκινήτων τότε μπαίνει η τιμή 0 στην S_{14} . Στην περίπτωση που η οδός έχει 2 έως 3 λωρίδες κυκλοφορίας αυτοκινήτων, η S_{14} αξιολογείται με τιμή 1 και τέλος, σε περιπτώσεις στις οποίες ο δρόμος έχει 1 λωρίδα κυκλοφορίας ή είναι πεζοδρομημένος η μεταβλητή παίρνει τιμή 2. Για την καταγραφή της παρούσας μεταβλητής δεν λαμβάνονται υπόψιν λωρίδες αποκλειστικής χρήσης ποδηλάτου καθώς και σημασμένες λωρίδες για στάθμευση οχημάτων.



Εικόνα 3.35: Παράδειγμα τμήματος με περισσότερες από 4 λωρίδες κυκλοφορίας όπου $S_{14}=0$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.36: Παράδειγμα τμήματος με 2 λωρίδες κυκλοφορίας όπου $S_{14}=1$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.37: Παράδειγμα τμήματος με 1 λωρίδα κυκλοφορίας όπου $S_{14}=2$, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.38: Παράδειγμα πεζοδρομημένου τμήματος όπου $S_{14}=2$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία C1_1: Ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης

Η μεταβλητή αυτή φορά την σύνδεση των Ο.Τ. (crossing) και αξιολογείται με την ύπαρξη ή μη φωτεινού σηματοδότη (πεζοφάναρου) στη σύνδεση των πεζοδρομίων. Έτσι, αν η σύνδεση που αξιολογείται δεν έχει φωτεινό σηματοδότη τότε στη C1_1 μπαίνει τιμή 0, αντιθέτως μπαίνει τιμή 1.



Εικόνα 3.39: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων απουσία φαναριού όπου C1_1=0, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.40: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων παρουσία φαναριού όπου C1_1=1, Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία C1_2: Αριθμός ραμπών

Η επικείμενη μεταβλητή αφορά την σύνδεση των Ο.Τ. (crossing) και αξιολογείται με την ύπαρξη ραμπών μεταξύ των πεζοδρομίων που συνδέονται με το εάν κάποιος άνθρωπος με καροτσάκι μπορεί να διασχίσει την διάβαση με άνεση και χωρίς δυσκολία. Στην περίπτωση που δεν έχουν κατασκευαστεί ράμπες σε κανένα από τα δύο πεζοδρόμια όπου αξιολογείται η συνδεσιμότητα, η μεταβλητή παίρνει τιμή 0. Εάν στη σύνδεση των πεζοδρομίων υπάρχει μία ράμπα ή το πεζοδρόμιο και ο δρόμος είναι στο ίδιο επίπεδο αλλά μόνο στη 1 εκ των δύο πλευρών, η C1_2 βαθμολογείται με 1, ενώ αν αυτό συμβαίνει και στις 2 πλευρές η μεταβλητή βαθμολογείται με 2.



Εικόνα 3.41: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων απουσία ραμπών όπου $C1_2=0$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.42: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων με ύπαρξη μίας ράμπας όπου $C1_2=1$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.43: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων παρουσία δύο ραμπών όπου $C1_2=2$, Μπέρμινγχαμ (πηγή: Google Street View)

Κατηγορία $C1_3$: Ύπαρξη διαγράμμισης διάβασης

Η μεταβλητή αυτή αφορά και πάλι την σύνδεση των Ο.Τ. (crossing) και βαθμολογείται με 0 όταν στην σύνδεση των υπό αξιολόγηση πεζοδρομίων δεν υπάρχει διάβαση και με 1, όταν υπάρχει. Σημαντικό ρόλο

σε αυτή τη μεταβλητή παίζει η οριζόντια σήμανση που χρησιμοποιεί κάθε χώρα για να διαγράμμισει την διάβαση πεζών.



Εικόνα 3.44: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων απουσία διάβασης πεζών όπου $C1_3=0$, Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.45: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων παρουσία διάβασης πεζών όπου $C1_3=1$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)



Εικόνα 3.46: Παράδειγμα σύνδεσης πεζοδρομίων με διάβαση τύπου Π όπου $C1_3=1$, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)

Όσον αφορά τις 3 τελευταίες μεταβλητές, σημειώνεται ότι όταν η σύνδεση αφορά μετακίνηση σε μέρος όπου ο πεζός δεν έρχεται σε επαφή με την κυκλοφορία οχημάτων, όπως όταν από πεζοδρόμιο βαδίζει σε κομμάτι πεζόδρομου και συνεχίζει πάλι σε πεζοδρόμιο, τότε οι τιμές και στις 3 μεταβλητές θα είναι Null.



Εικόνα 3.47: Παράδειγμα σύνδεσης χωρίς επαφή με την κυκλοφορία όπου C1_1, C1_2, C1_3= Null, Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται συνοπτικά όλες οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή και αξιολόγηση των 3 περιοχών μελέτης μαζί με την περιγραφή της κάθε μίας, όπως αυτές δίνονται από το αρχείο MAPS-mini.

Μεταβλητή	Τιμή	Περιγραφή
S1: Κατηγορία χρήσεων γης	0	Κυρίως τυφλή/μη ενεργή όψη
	1	Κυρίως ενεργές χρήσεις/δραστηριότητες
S2: Πάρκα και πλατείες	0	Δεν υπάρχει πρόσβαση
	1	Υπάρχει μία πρόσβαση
	2	Υπάρχουν τουλάχιστον δύο προσβάσεις
S3: Στάση/σταθμός ΜΜΜ	0	Δεν υπάρχει στάση/σταθμός
	1	Υπάρχει μία στάση/σταθμός
	2	Υπάρχουν τουλάχιστον δύο στάσεις/σταθμοί
S4: Καθίσματα	0	Δεν υπάρχουν καθίσματα
	1	Υπάρχει τουλάχιστον ένα κάθισμα
S5: Φωτισμός	0	Δεν υπάρχει φωτιστικό σώμα



	1	Υπάρχει τουλάχιστον ένα φωτιστικό σώμα
	2	Υπάρχει έντονος φωτισμός
S6: Κατάσταση κτιρίων	0	Κακή κατάσταση
	1	Καλή κατάσταση
S7: Γκράφιτι	0	Υπάρχουν γκράφιτι
	1	Τα κτίρια είναι καθαρά από γκράφιτι
S8: Ποδηλατόδρομος	0	Χωρίς ποδηλατόδρομο
	1	Ποδηλατολωρίδα χωρίς φυσικό διαχωρισμό
	2	Ποδηλατολωρίδα διαχωρισμένη από την κυκλοφορία
S9: Πεζοδρόμιο	0	Χωρίς πεζοδρόμιο
	1	Υπάρχει πεζοδρόμιο
S10: Συντήρηση πεζοδρομίου	0	Προβληματικό πεζοδρόμιο
	1	Συντηρημένο πεζοδρόμιο
S11: Διαχωρισμός πεζοδρομίου	0	Χωρίς διαχωρισμό ή δεν υπάρχει πεζοδρόμιο
	1	Υπάρχει διαχωρισμός πεζοδρομίου
S12: Σκίαση/κάλυψη πεζοδρομίου	0	Χωρίς κάλυψη ή δεν υπάρχει πεζοδρόμιο
	1	Κάλυψη σε ποσοστό 26%-75%
	2	Κάλυψη σε ποσοστό 76%-100%
S13: Πλάτος πεζοδρομίου	0	Κανονικό πλάτος ή μικρό ή χωρίς πεζοδρόμιο
	1	Μεγάλο πλάτος πεζοδρομίου
S14: Λωρίδες κυκλοφορίας αυτοκινήτων	0	Περισσότερες από 4 λωρίδες κυκλοφορίας ή δεν υπάρχει πεζοδρόμιο
	1	2 έως 4 λωρίδες κυκλοφορίας
	2	Πεζόδρομος ή 1 λωρίδα κυκλοφορίας
C1_1: Φωτεινός σηματοδότης	0	Χωρίς φωτεινό σηματοδότη
	1	Διάβαση με φωτεινούς σηματοδότες για πεζούς
C1_2: Ράμπες	0	Σύνδεση πεζοδρομίων χωρίς ράμπες

	1	Σύνδεση πεζοδρομίων με 1 ράμπα στη 1 πλευρά
	2	Σύνδεση πεζοδρομίων με 2 ράμπες και στις 2 πλευρές
C1_3: Διαγράμμιση διάβασης	0	Διάβαση χωρίς διαγράμμιση
	1	Διάβαση με διαγράμμιση

Πίνακας 3. 1: Πίνακας παράθεσης των 17 μεταβλητών τροποποιημένης μεθόδου MAPS-mini

3.2. Υπολογισμός βαθμού περπατησιμότητας (score) περιοχών μελέτης

Στην ενότητα αυτή, αναλύεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε μέχρις ότου προκύψουν οι τελικοί βαθμοί περπατησιμότητας (walkability scores) για τα κέντρα των πόλεων. Όλη η διαδικασία του υπολογισμού των σύνθετων σκορ ξεκινάει από την στιγμή που έχει ολοκληρωθεί η συλλογή δεδομένων και έχουν πραγματοποιηθεί όλες τις διορθώσεις στο δίκτυο πεζής μετακίνησης που έχει δημιουργηθεί από την καταγραφή και έχει ελεγχθεί κάθε στήλη για τιμές εκτός κωδικοποίησης ή για τυχόν σφάλματα. Όπως προαναφέρθηκε, το περιβάλλον επεξεργασίας, καταγραφής και διαχείρισης δεδομένων ήταν το esri ArcGIS 10.5, το οποίο διαθέτει πληθώρα βιβλιοθηκών και εργαλείων που συνέβαλλαν στην διευκόλυνση της διαδικασίας υπολογισμού της βαθμολογίας. Με τον τρόπο αυτό, έπειτα από χρήση μίας σειράς εργαλείων του “MAPS-mini tools”, αρχικά προστέθηκε μία νέα στήλη με αποτελέσματα για τον συνολικό μέσο όρο βαθμολογίας περπατησιμότητας (Walkability_score). Στο επόμενο στάδιο δημιουργήθηκε ένας πίνακας (attribute table) με το συνολικό μήκος των τόξων ανά μεταβλητή και απάντηση που είχε καταγραφεί από τον μελετητή και τέλος προέκυψε ο συγκεντρωτικός πίνακας με τα ποσοστά της κάθε μεταβλητής για την εκάστοτε περιοχή.

Ο μέσος όρος περπατησιμότητας υπολογίστηκε τόσο σε επίπεδο τόξου/πλευράς Ο.Τ. όσο και σε επίπεδο ολόκληρου Ο.Τ. και τελικά ολόκληρης της περιοχής μελέτης. Ο υπολογισμός του μέσου όρου περπατησιμότητας για ένα τόξο προκύπτει από το πηλίκο του αθροίσματος των τιμών αξιολόγησης της κάθε μεταβλητής προς τον συνολικό αριθμό των μέγιστων βαθμών που μπορεί να συγκεντρώσει κάθε τμήμα που μελετάται, όπως φαίνεται και ακολούθως.

$$\text{Score Περπατησιμότητας (\%)} = \frac{(S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9+S10+S11+S12+S13+S14)+(C1_1+C1_2+C1_3)}{(1+2+2+1+2+1+1+2+1+1+1+2+1+2)+(1+2+1)=24}$$

Σημαντική είναι επίσης και η σύγκριση των αστικών κέντρων μεταξύ τους με βάση τον βαθμό ελκυστικότητας της κάθε πόλης ως προς τον πεζό. Για τον σκοπό αυτό υπολογίστηκε ένας ακόμη δείκτης (S_i) ο οποίος αφορά ολόκληρη την εξεταζόμενη περιοχή για κάθε ξεχωριστή τιμή όλων των μεταβλητών και είναι ίσος με το πηλίκο του συνολικού μήκους των τόξων με την εκάστοτε τιμή της μεταβλητής προς το συνολικό μήκος όλων των πλευρών ΟΤ που έχουν πάρει τιμή στην S_i . Έτσι, για την μεταβλητή S_1 η οποία παίρνει τιμές 0 και 1 οι δείκτες στην επικείμενη περίπτωση είναι οι ακόλουθοι.

- Για $S_1=0$

$$S_i = \frac{\text{Άθροισμα μήκους τμημάτων με τιμή 0}}{\text{Συνολικό μήκος όλων των τμημάτων με τιμή στην } S_1}$$

- Για $S1=1$

$$S_i = \frac{\text{Άθροισμα μήκους τμημάτων με τιμή 1}}{\text{Συνολικό μήκος όλων των τμημάτων με τιμή στην S1}}$$

Με βάση τους παραπάνω δείκτες, τελικά υπολογίστηκε ο συνολικός βαθμός περπατησιμότητας ως το πηλίκο του αθροίσματος των γινομένων των ποσοστών των παραπάνω δεικτών δια του μέγιστου αριθμού βαθμών που μπορεί να πάρει μια μεταβλητή, που είναι το 24. Ακολούθως φαίνεται το πηλίκο αυτό, το οποίο υπολογίστηκε για κάθε κέντρο πόλης.

Συνολική βαθμολογία περπατησιμότητας (%) =

$$\frac{\text{Ποσοστό}(S1 = 0) * 0 + \text{Ποσοστό}(S1 = 1) * 1 + \dots + \text{Ποσοστό}(C1_3 = 0) * 0 + \text{Ποσοστό}(C1_3 = 1) * 1}{24}$$

Για τον υπολογισμό της παραπάνω βαθμολογίας χρησιμοποιήθηκαν όλες οι μεταβλητές για το σύνολο του δικτύου μετακίνησης, ανεξάρτητα αν είναι εφικτή ή όχι η μετακίνηση πεζή. Το αποτέλεσμα του πηλίκου αυτού αποτελεί ένα δείκτη ελκυστικότητας της πόλης τόσο για τους πεζούς όσο και για τους χρήστες αναπηρικού αμαξιδίου.

3.3. Συσχέτιση βαθμού περπατησιμότητας και τιμών ενοικίων κατοικίας - Εφαρμογή μεθόδου πολλαπλής παλινδρόμησης

Η διαδικασία της παλινδρόμησης χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση σχέσεων μεταξύ δύο ή περισσότερων χαρακτηριστικών. Ο εντοπισμός και η μέτρηση των σχέσεων επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση του τι συμβαίνει σε ένα μέρος, την πρόβλεψη πού είναι πιθανό να συμβεί κάτι ή την εξέταση των αιτιών για τις οποίες συμβαίνουν κάποιες καταστάσεις. Όταν πραγματοποιούνται μετρήσεις ταυτόχρονα για τρεις ή περισσότερες μεταβλητές από τις οποίες η μία λέμε ότι είναι εξαρτημένη (Y) από τη δράση των λοιπών (X_i), τότε αναφερόμαστε στην πολλαπλή παλινδρόμηση. Στην περίπτωση αυτή ισχύουν κάποιες προϋποθέσεις για την εξαρτημένη μεταβλητή Y , οι οποίες είναι οι τιμές της να είναι τυχαίες, να έχουν κανονική κατανομή και να βρίσκονται σε αντιστοιχία με τους παρατηρούμενους συνδυασμούς των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών. Επιπλέον, οι επαναληπτικές μετρήσεις της Y σε συνδυασμό με τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών (X_i), θα πρέπει επίσης, να έχουν κανονική κατανομή και κοινή διακύμανση (Πετρίδης 2015)

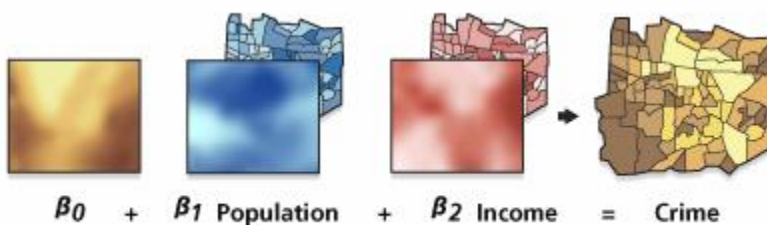
Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση χαρακτηρίζεται από την ακόλουθη γραμμική σχέση:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_mX_m \quad \text{ή} \quad Y = a + \sum b_iX_i$$

Στη συγκεκριμένη σχέση, ο μερικός συντελεστής b_1 εκφράζει το μέγεθος μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής Y , όταν μεταβάλλεται η ανεξάρτητη μεταβλητή X_1 κατά μία μονάδα, ενώ παράλληλα οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές X_i διατηρούνται σταθερές στην τιμή του μέσου όρου τους. Παρόμοια, ο συντελεστής b_2 εκφράζει το βαθμό μεταβολής της Y , όταν μεταβάλλεται μόνο η X_2 κοκ.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, προκειμένου να συσχετιστούν η περπατησιμότητα με τις αξίες ενοικίων κατοικίας κάθε πόλης, σκόπιμη ήταν η δημιουργία τέτοιων γραμμικών εξισώσεων που να περιλαμβάνουν τόσο τις τιμές ενοικίασης κάθε πόλης ως εξαρτημένη μεταβλητή (δηλαδή τιμή

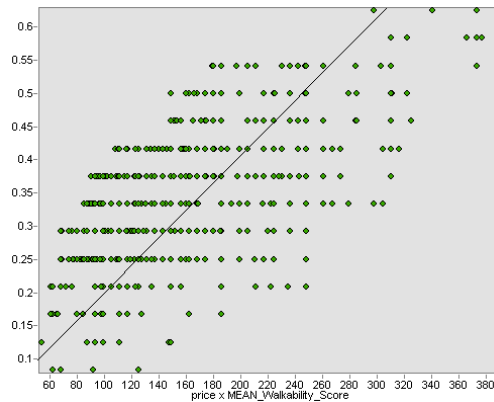
προς πρόβλεψη), όσο και τον βαθμό περπατησιμότητας σε κάθε μία από αυτές, μεταξύ άλλων ανεξάρτητων μεταβλητών. Ακόμη, η μοντελοποίηση της παραπάνω συσχέτισης ήταν απαραίτητη έτσι ώστε να βρεθεί η χωρική σχέση των δύο αυτών στοιχείων. Για τον σκοπό αυτό, με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS (ESRI, ArcGIS for Desktop v10.5, REDLANDS, CA), εφαρμόστηκε μία μέθοδος πολλαπλής παλινδρόμησης, συγκεκριμένα η μέθοδος της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης, η οποία δημιουργεί ένα τοπικό μοντέλο της μεταβλητής προς πρόβλεψη, προσαρμόζοντας μια εξίσωση παλινδρόμησης για κάθε οντότητα στο σύνολο των δεδομένων. Η διαδικασία που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται αναλυτικά στις ενότητες που ακολουθούν.



Εικόνα 3.48: Παράδειγμα οπτικοποίησης μεθόδου GWR (πηγή: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/geographically-weighted-regression.htm>)

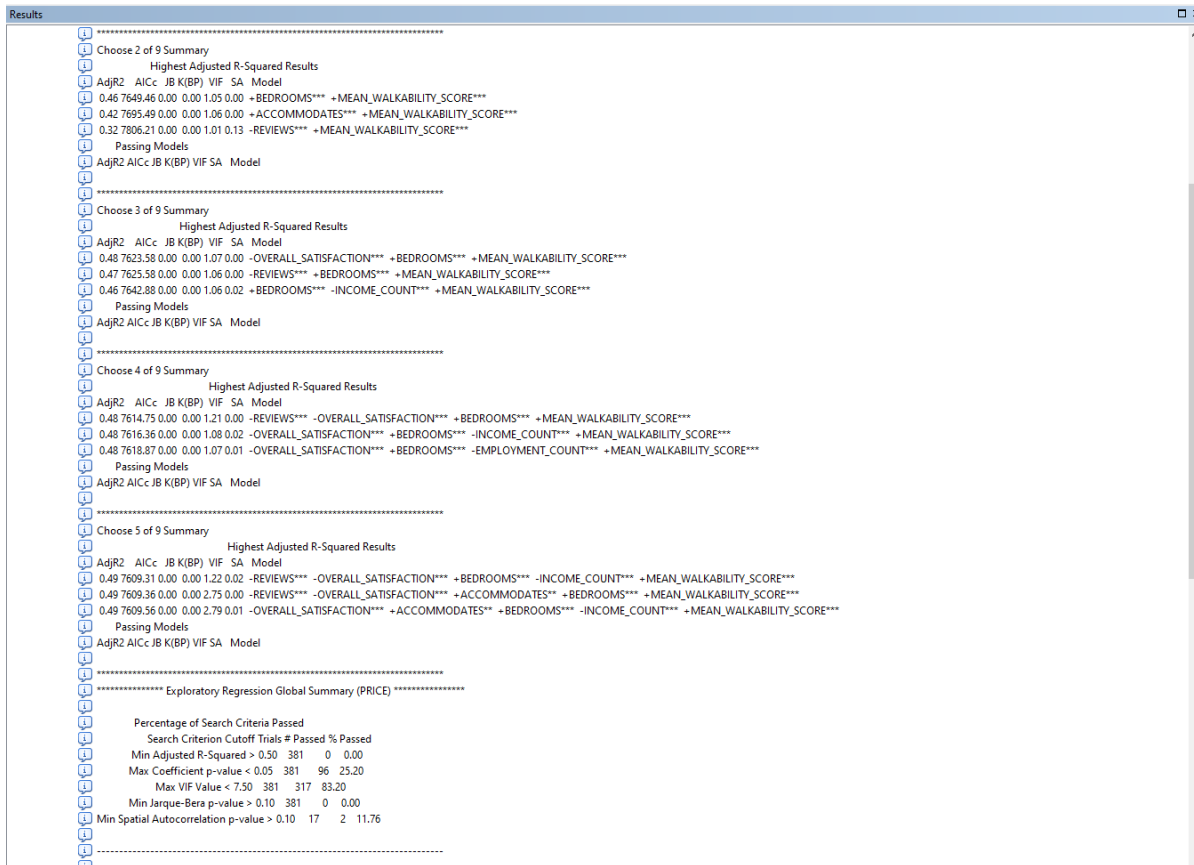
3.3.1 Συλλογή δεδομένων και επιλογή κατάλληλων μεταβλητών με διερευνητική παλινδρόμηση (Exploratory Regression)

Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας, απαραίτητο ήταν να βρεθεί ένα πλήθος πιθανών μεταβλητών, ώστε κάποιες ή και όλες εκ των οποίων να αποτελέσουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές της παλινδρόμησης. Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής, συλλέχθηκαν σημειακά τα δεδομένα των αξιών ενοικίων κατοικίας με εξαρτημένη μεταβλητή την τιμή ενοικίου κάθε κατοικίας, ενώ ανεξάρτητες μεταβλητές αποτέλεσαν ο βαθμός περπατησιμότητας καθώς επίσης και ένα πλήθος κοινωνικο-οικονομικών μεταβλητών αλλά και μεταβλητών που χαρακτηρίζουν το εκάστοτε ακίνητο. Όλες οι μεταβλητές, εκτός της περπατησιμότητας, συλλέχθηκαν από διαδικτυακές πηγές ανοιχτών δεδομένων. Από την άλλη, η μεταβλητή που αφορά το βαθμό περπατησιμότητας κάθε σημειακής οντότητας, υπολογίστηκε από τον μέσο όρο των score περπατησιμότητας των τόνων που βρίσκονταν σε απόσταση 100 μέτρων από το σημείο. Έτσι, τελικά όλα τα σημεία είχαν μέσα τους την πληροφορία των ίδιων μεταβλητών, που όλες σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την μεταβλητή της αξίας ενοικίου και κάποιες εκ των οποίων είχαν γραμμική σχέση με αυτή (Εικόνα 3.49). Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εμφανίζουν γραμμική σχέση με την εξαρτημένη, είναι οι επικρατέστερες και εκείνες που, σε συνδυασμό με άλλες, θα δημιουργήσουν το βέλτιστο μοντέλο.



Εικόνα 3.49: Παράδειγμα γραμμικής σχέσης τιμής νοικίου κατοικίας και περπατησιμότητας στο ArcGIS

Το μεγάλο πλήθος πιθανών επεξηγηματικών μεταβλητών που προκύπτει μετά τη συλλογή δεδομένων, δημιουργεί δυσκολία στην επιλογή εκείνων που θα συντελέσουν στην εύρεση του καθορισμένου μοντέλου, ειδικά όταν υπάρχουν πολλές πιθανές επεξηγηματικές μεταβλητές που μπορεί να είναι σημαντικοί παράγοντες ως προς την εξαρτημένη μεταβλητή. Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα αυτό, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Exploratory Regression, το οποίο αποτελεί ένα εργαλείο εκμείευσης δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, δοκιμάζει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς επεξηγηματικών μεταβλητών για να καταλήξει στα μοντέλα με τουλάχιστον τον ελάχιστο αριθμό επεξηγηματικών μεταβλητών και όχι περισσότερο από τον μέγιστο αριθμό επεξηγηματικών μεταβλητών. Με τον τρόπο αυτό, αξιολογώντας όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των υποψήφιας επεξηγηματικών μεταβλητών, αυξάνει σημαντικά τις πιθανότητές του να βρεθεί το βέλτιστο πιθανό μοντέλο αναζητώντας παράλληλα τα μοντέλα που πληρούν όλες τις απαιτήσεις και τις παραδοχές της μεθόδου OLS, που είναι και το επόμενο στάδιο της διαδικασίας (Ενότητα 3.3.2). Αναλυτικότερα, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του Exploratory Regression είναι της μορφής που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3.50: Παράδειγμα αποτελεσμάτων διαδικασίας Exploratory Regression στο λογισμικό ArcMap

Τα κυριότερα κριτήρια επιλογής του καταλληλότερου συνδυασμού είναι τα εξής.

- ✓ Το προσαρμοσμένο R^2 (Adjusted R^2) πρέπει να υπερβαίνει το όριο του προκαθορισμένου. Γενικότερα, ένα καλό μοντέλο εμφανίζει Adj R^2 κοντά στην τιμή 1, ενώ ένα λιγότερο καλό κοντά στην τιμή 0.
- ✓ Οι τιμές του συντελεστή p για όλες τις επεξηγηματικές μεταβλητές, πρέπει να είναι μικρότερες από τις προκαθορισμένες
- ✓ Οι τιμές συντελεστή πληθωρισμού (VIF), για όλες τις επεξηγηματικές μεταβλητές, πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο χαμηλές. Η βιβλιογραφία υποστηρίζει αποδεκτά όρια τόσο μεταξύ των τιμών 5 και 10 αλλά και κάτω από 5. Σε περίπτωση που κάποια μεταβλητή ξεπερνά την τιμή 10, τότε υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας
- ✓ Η τιμή p Jarque-Bera, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την προκαθορισμένη
- ✓ Τέλος, ο αριθμός αστερίσκων (*) δίπλα από κάθε μεταβλητή αποτελεί ένα εξίσου σημαντικό κριτήριο καθώς τρία αστέρια συνεπάγονται στατιστικά σημαντικές μεταβλητές με επίπεδο σημαντικότητας 1% (όπως αυτό ορίζεται από το ArcGIS)

3.3.2 Μέθοδος Ordinary Least Squares (OLS) (Spatial Statistics)

Το μοντέλο OLS είναι μια μέθοδος γραμμικής παλινδρόμησης (Chatterjee S. & Hadi A. S., 2012). Έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε πολλά ερευνητικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα καθώς επίσης και σε ποικίλες δημογραφικές μελέτες. Συγκεκριμένα, ένα μοντέλο OLS εκφράζεται ως:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^p (\beta_i x_i) + \varepsilon$$

Όπου y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, το β_0 είναι η τιμή της τομής της ευθείας με τον y άξονα, i είναι ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών, β_i είναι ο συντελεστής της ανεξάρτητης μεταβλητής x_i και ε είναι το τυχαίο σφάλμα. Ωστόσο, πρέπει να ελεγχθούν ορισμένες υποθέσεις μοντελοποίησης έτσι ώστε να επικυρωθεί η ορθότητα της μεθόδου OLS.

Εφόσον έγινε η επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού μεταβλητών σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζει η διερευνητική παλινδρόμηση, ακολούθησε η χρήση του εργαλείου Ordinary Least Squares (OLS), το οποίο εκτελεί καθολική γραμμική παλινδρόμηση για τη μοντελοποίηση της εξαρτημένης μεταβλητής ως προς τις σχέσεις της με ένα σύνολο επεξηγηματικών μεταβλητών. Η κύρια έξοδος για αυτό το εργαλείο είναι ένα αρχείο αναφοράς το οποίο διαθέτει συντελεστές πληροφοριών, διαγνωστικά και γραφήματα που βοηθούν στην αξιολόγηση του μοντέλου. Τα αποτελέσματα από την παλινδρόμηση OLS είναι αξιόπιστα μόνο εάν τα δεδομένα και το μοντέλο παλινδρόμησης ικανοποιούν όλες τις παραδοχές που απαιτούνται εγγενώς από αυτήν τη μέθοδο. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της μεθόδου, σε συνδυασμό με τον τρόπο αξιολόγησής τους.

1. Η πρώτη σελίδα της αναφοράς παρέχει πληροφορίες για κάθε επεξηγηματική μεταβλητή. Στην σελίδα αυτή, γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι.
 - ✓ Ελέγχεται εάν οι συντελεστές για κάθε επεξηγηματική μεταβλητή έχουν το αναμενόμενο σύμβολο (+/-) και λογικό βαθμό συσχέτισης (Coefficient) με την εξαρτημένη μεταβλητή (Intercept).
 - ✓ Ελέγχονται οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές σε επίπεδο 1%. Αυτοί έχουν έναν αστερίσκο δίπλα στις τιμές p για τις στήλες πιθανότητας (Probability) και ισχυρών πιθανοτήτων (Robust Probabilities).
 - ✓ Ελέγχεται η στήλη t-Statistic, όπου οι τιμές πρέπει να είναι πάνω από 1.96 και κάτω από -1.96
 - ✓ Τέλος, με τη βοήθεια του δείκτη VIF, όπως προαναφέρθηκε, γίνεται έλεγχος εάν κάποιες από τις επεξηγηματικές μεταβλητές είναι περιττές, δηλαδή εάν παρουσιάζουν προβληματική πολυσυγγραμμικότητα.

Summary of OLS Results - Model Variables

Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]
Intercept	17.744733	7.678406	2.310992	0.021100*	7.889149	2.249258	0.024783*	-----
OVERALL_SATI	-4.536723	0.810579	-5.596894	0.000000*	0.860661	-5.271209	0.000000*	1.019959
ACCOMMODATES	3.804957	1.280835	2.970684	0.003079*	1.511357	2.517576	0.012022*	2.789570
BEDROOMS	20.499755	2.981653	6.875299	0.000000*	3.945481	5.195756	0.000001*	2.751682
INCOME_COUNT	-0.098790	0.028899	-3.418457	0.000680*	0.029361	-3.364659	0.000822*	1.025354
MEAN_WALKABI	298.092256	18.579522	16.044130	0.000000*	20.642868	14.440447	0.000000*	1.086666

Εικόνα 3.51: Παράδειγμα αποτελεσμάτων 1^{ης} σελίδας παραγόμενου αρχείου της OLS

2. Η επόμενη ενότητα στο αρχείο αναφοράς εξόδου παραθέτει αποτελέσματα από τους διαγνωστικούς ελέγχους OLS. Αυτή η σελίδα περιλαμβάνει επίσης σημειώσεις για την ερμηνεία του κάθε δείκτη, καθώς κάθε έλεγχος είναι σημαντικός. Στη συγκεκριμένη σελίδα ελέγχονται οι τιμές του Adjusted R², όπως ακριβώς στη διαδικασία του exploratory regression, καθώς επίσης και οι τιμές των υπόλοιπων δεικτών να είναι εντός των ορίων που προβλέπει το μοντέλο. Εάν το μοντέλο αποτύχει σε ένα από αυτά τα διαγνωστικά, απαραίτητη είναι η αναπαραγωγή της διαδικασίας OLS αντικαθιστώντας κάποιες από τις μεταβλητές ή δοκιμάζοντας εκ νέου με καινούργιες.

OLS Diagnostics

Input Features:	Edinburgh_property_poin	Dependent Variable:	PRICE
Number of Observations:	725	Akaike's Information Criterion (AICc) [d]:	7609.556124
Multiple R-Squared [d]:	0.490959	Adjusted R-Squared [d]:	0.487419
Joint F-Statistic [e]:	138.692120	Prob(>F), (5,719) degrees of freedom:	0.000000*
Joint Wald Statistic [e]:	594.331638	Prob(>chi-squared), (5) degrees of freedom:	0.000000*
Koenker (BP) Statistic [f]:	41.824720	Prob(>chi-squared), (5) degrees of freedom:	0.000000*
Jarque-Bera Statistic [g]:	104.618300	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.000000*

Notes on Interpretation

* An asterisk next to a number indicates a statistically significant p-value ($p < 0.01$).

[a] Coefficient: Represents the strength and type of relationship between each explanatory variable and the dependent variable.

[b] Probability and Robust Probability (Robust_Pr): Asterisk (*) indicates a coefficient is statistically significant ($p < 0.01$); if the Koenker (BP) Statistic [f] is statistically significant, use the Robust Probability column (Robust_Pr) to determine coefficient significance.

[c] Variance Inflation Factor (VIF): Large Variance Inflation Factor (VIF) values (> 7.5) indicate redundancy among explanatory variables.

[d] R-Squared and Akaike's Information Criterion (AICc): Measures of model fit/performance.

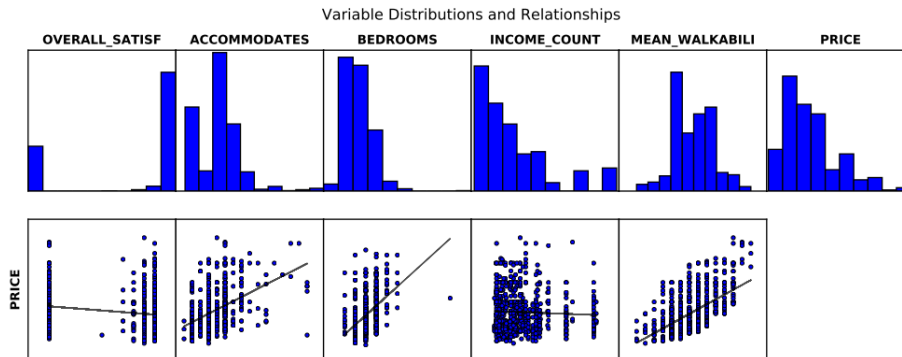
[e] Joint F and Wald Statistics: Asterisk (*) indicates overall model significance ($p < 0.01$); if the Koenker (BP) Statistic [f] is statistically significant, use the Wald Statistic to determine overall model significance.

[f] Koenker (BP) Statistic: When this test is statistically significant ($p < 0.01$), the relationships modeled are not consistent (either due to non-stationarity or heteroskedasticity). You should rely on the Robust Probabilities (Robust_Pr) to determine coefficient significance and on the Wald Statistic to determine overall model significance.

[g] Jarque-Bera Statistic: When this test is statistically significant ($p < 0.01$) model predictions are biased (the residuals are not normally distributed).

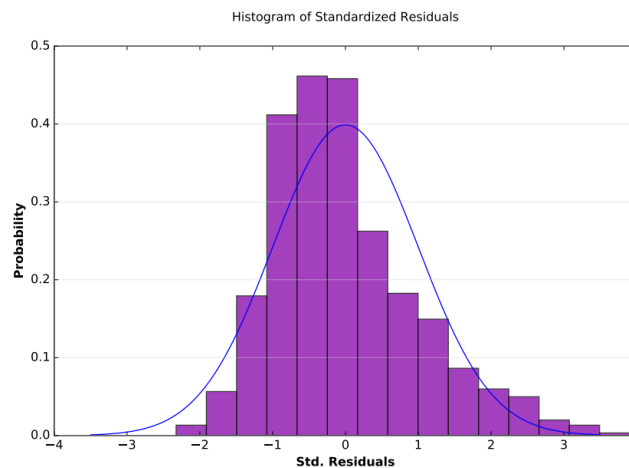
Εικόνα 3.52: Παράδειγμα αποτελεσμάτων 2^{ης} σελίδας παραγόμενου αρχείου της OLS

3. Η τρίτη ενότητα του αρχείου αναφοράς εξόδου περιλαμβάνει ιστογράμματα (Histograms) που δείχνουν την κατανομή κάθε μεταβλητής στο μοντέλο αλλά και δείγματα (Scatterplots) που δείχνουν τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και κάθε εξηγηματικής μεταβλητής. Τα ιστογράμματα δείχνουν πώς κατανέμεται κάθε μεταβλητή, ενώ τα δείγματα δείχνουν ποιες από τις μεταβλητές είναι οι καλύτεροι προγνωστικοί παράγοντες, εμφανίζοντας τις σχέσεις ως διαγώνιες με την κατεύθυνση της κλίσης να δείχνει εάν η σχέση είναι θετική ή αρνητική.



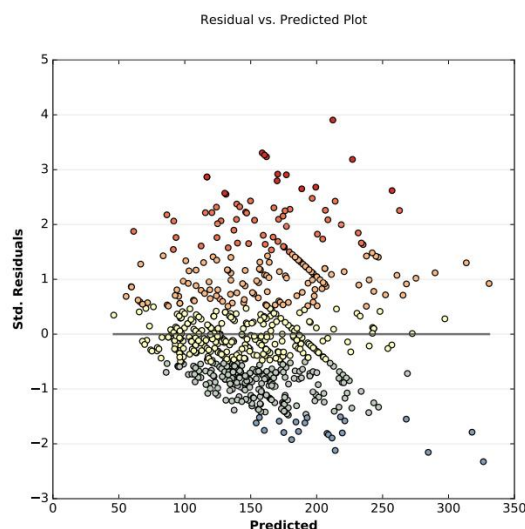
Εικόνα 3.53: Παράδειγμα αποτελεσμάτων 3^{ης} σελίδας παραγόμενου αρχείου της OLS

4. Η τέταρτη ενότητα του αρχείου αναφοράς εξόδου παρουσιάζει ένα ιστόγραμμα του μοντέλου over and under predictions. Οι ράβδοι του ιστογράμματος δείχνουν την πραγματική κατανομή και η μπλε γραμμή που τοποθετείται πάνω από το ιστόγραμμα δείχνει το σχήμα που θα είχε το ιστόγραμμα εάν τα υπολείμματα (Residuals), στην πραγματικότητα, ήταν κανονικά κατανεμημένα. Στην ιδανική περίπτωση, το ιστόγραμμα των υπολειμμάτων θα ταιριάζει με την κανονική καμπύλη. Εάν το ιστόγραμμα φαίνεται πολύ διαφορετικό από την κανονική καμπύλη, αυτό σημαίνει ότι μπορεί το μοντέλο να προκατειλημμένο.

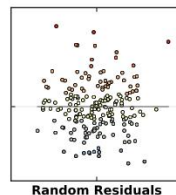


Εικόνα 3.54: Παράδειγμα αποτελεσμάτων 4^{ης} σελίδας παραγόμενου αρχείου της OLS

5. Το γράφημα στην ενότητα 5 του αρχείου αναφοράς εξόδου, υποδηλώνει εάν υπάρχει πρόβλημα με την ετεροσκεδαστικότητα, δηλαδή εάν οι σχέσεις που διαμορφώνονται διαφέρουν σε σχέση με το μέγεθος της εξαρτημένης μεταβλητής. Αναλυτικότερα, αυτό το γράφημα σκέδασης παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ υπολειμμάτων μοντέλου και προβλεπόμενων τιμών. Για ένα σωστά καθορισμένο μοντέλο, αυτό το scatterplot θα έχει μικρή δομή και θα φαίνεται τυχαία (όπως φαίνεται στο μικρό γράφημα). Ο τύπος της δομής μπορεί να είναι μια πολύτιμη ένδειξη για να καταλάβει κάποιος τι συμβαίνει.



This is a graph of residuals (model over and under predictions) in relation to predicted dependent variable values. For a properly specified model, this scatterplot will have little structure, and look random (see graph on the right). If there is a structure to this plot, the type of structure may be a valuable clue to help you figure out what's going on.



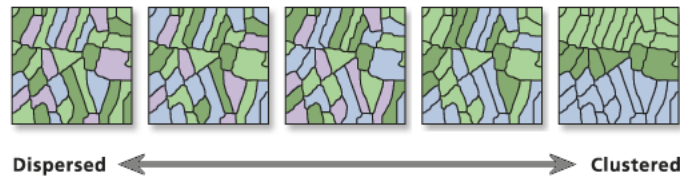
Εικόνα 3.55: Παράδειγμα αποτελεσμάτων 5ης σελίδας παραγόμενου αρχείου της OLS

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της OLS, προέκυψε τελικά ένα πιθανό βέλτιστο μοντέλο παλινδρόμησης το οποίο αποτελείται από την εξαρτημένη μεταβλητή και ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών που πληρούν όλες τις προϋποθέσεις. Αξίζει να αναφερθεί ότι το αποτέλεσμα που προέκυψε από την OLS αφορά όλες τις παρατηρήσεις και όχι κάθε μία από αυτές ξεχωριστά.

3.3.3 Δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης (Spatial Autocorrelation - Global Moran's I)

Το εργαλείο Spatial Autocorrelation (Global Moran's I (Anselin, L., 2010)), μετρά τη χωρική αυτοσυσχέτιση με βάση ταυτόχρονα τις τοποθεσίες και τις τιμές χαρακτηριστικών. Αφού τρέξει, επιστρέφει τις εξής πέντε τιμές δεικτών, Moran's I Index, Expected Index, Variance, z-score και p-value, οι οποίες μεταβιβάζονται ως παράγωγες τιμές εξόδου για πιθανή χρήση σε μοντέλα ή σενάρια. Επιπλέον, παράγεται και ένα αρχείο αναφοράς με γραφική περίληψη των αποτελεσμάτων. Λαμβάνοντας υπόψη ένα σύνολο χαρακτηριστικών με ένα συσχετισμένο χαρακτηριστικό, αυτό το εργαλείο αξιολογεί εάν το μοτίβο που

εκφράζεται είναι ομαδοποιημένο (clustered), διασκορπισμένο (dispersed) ή τυχαίο (random). Αυτό καθορίζεται από τις τιμές που προκύπτουν για τον δείκτη Moran's I Index, οι οποίες κυμαίνονται σε μία κλίμακα από -1 έως 1. Έτσι, αντίστοιχα οι θετικές τιμές αντιπροσωπεύουν τη θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, δηλαδή ότι όμοιες τιμές μιας μεταβλητής παρουσιάζουν συγκέντρωση στον χώρο (ομαδοποιημένο πρότυπο) ενώ οι αρνητικές τιμές δηλώνουν αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση, ότι δηλαδή διαφορετικές τιμές τείνουν να βρίσκονται σε γειτονικά σημεία (ομοιόμορφο πρότυπο). Η μηδενική τιμή του δείκτη δεν αντιπροσωπεύει καμία χωρική αυτοσυσχέτιση καθώς φανερώνει ένα τυχαίο πρότυπο.



Εικόνα 3.56: Οπτικοποίηση Spatial Autocorrelation, διασκορπισμένο πρότυπο (αριστερά), ομαδοποιημένο πρότυπο (δεξιά)
(πηγή: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/spatial-autocorrelation.htm>)

Ο μαθηματικός τύπος που χρησιμοποιείται σήμερα για τον υπολογισμό του δείκτη Moran's I είναι ο ακόλουθος, όπου n ο αριθμός των χωρικών παρατηρήσεων και w_{ij} τα βάρη με βάση την χωρική εγγύτητα.

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_i \sum_j w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις τα χωρικά δεδομένα τείνουν να έχουν θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, όπως ορίζει ο πρώτος νόμος της γεωγραφίας του Tobler, ενώ η αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση είναι πιο σπάνια (Καλογήρου Σ., 2015).

Μία από τις βασικότερες προϋποθέσεις της γραμμικής παλινδρόμησης είναι τα αποτελέσματα των κατάλοιπων (residuals) να είναι τυχαία κατανομημένα. Συνεπώς, σε συνέχεια με το προηγούμενο στάδιο, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο αυτό στα κατάλοιπα του πιθανού μοντέλου που προέκυψε από την OLS διαδικασία, έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν αυτά έχουν ομαδοποιημένη, τυχαία ή διασκορπισμένη κατανομή. Όπως προαναφέρθηκε, αυτά στις περισσότερες των περιπτώσεων εμφανίζουν ομαδοποιημένο πρότυπο, επομένως είτε πρέπει να δοκιμαστεί άλλος συνδυασμός μεταβλητών είτε να χρησιμοποιηθεί ένα άλλο μοντέλο που να βελτιώνει τα αποτελέσματα, δίνοντας τυχαία κατανομή στα υπόλοιπα. Στην προκειμένη περίπτωση, ακολουθήθηκε το δεύτερο σενάριο όπου εφαρμόστηκε το μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης (GWR), τα χαρακτηριστικά του οποίου παρατίθενται αναλυτικά στην επόμενη ενότητα. Αν η κατανομή των κατάλοιπων της OLS είναι εξαρχής ομαδοποιημένη, τότε είναι και πάλι σκόπιμο να εφαρμοστεί η μέθοδος GWR έτσι ώστε να βελτιωθούν τα αποτελέσματα, κατά το δυνατό, ακόμη περισσότερο.

3.3.4 Μέθοδος Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (Geographically Weighted Regression – GWR)

Η ιδέα και η μεθοδολογία της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (Geographically Weighted Regression – GWR (Fotheringham et al, 1996)) πρωτοεμφανίστηκε σε άρθρο με συγγραφείς τους Καθηγητές Fotheringham, Charlton και Brunsdon, το οποίο δημοσιεύτηκε το 1996. Πρόκειται για μια σύγχρονη μέθοδο χωρικής ανάλυσης η οποία επιτρέπει τη βαθμονόμηση τοπικών μοντέλων, επεκτείνοντας το παραδοσιακό πλαίσιο παλινδρόμησης και υποστηρίζοντας την εκτίμηση τοπικών παραμέτρων ώστε να μπορεί να εξεταστεί κατά πόσο η σχέση μίας εξαρτημένης και ενός συνόλου ανεξάρτητων μεταβλητών είναι σταθερή ή μεταβάλλεται στο χώρο. Λαμβάνει διεθνούς επιστημονικής αναγνώρισης καθώς αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο ανίχνευσης χωρικά μεταβαλλόμενων σχέσεων στα χωρικά δεδομένα, αλλά και διότι είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη μέθοδος. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνική GWR επιτρέπει τη βαθμονόμηση ενός τοπικού μοντέλου εκτιμώντας τοπικές παραμέτρους για κάθε μεταβλητή. Αυτό συμβαίνει ορίζοντας και βαθμονομώντας ένα ξεχωριστό μοντέλο γύρω από κάθε παρατήρηση i με γεωγραφικές συντεταγμένες (u_i, v_i) . Σε αυτό το μοντέλο είτε όλες είτε μερικές από τις παρατηρήσεις του ολικού μοντέλου είναι σταθμισμένες με μία μέθοδο στάθμισης που είναι συνήθως συνάρτηση της απόστασης από το i . Ως τοπικό μοντέλο ορίζεται το σύνολο αυτών των ξεχωριστών μοντέλων που είναι συνήθως τόσα όσες και οι παρατηρήσεις του ολικού μοντέλου.

Το εργαλείο GWR συνήθως βελτιώνει το OLS μοντέλο και δημιουργεί καλύτερα αποτελέσματα για τον συγκεκριμένο συνδυασμό μεταβλητών. Αφού τρέξει, παράγει έναν πίνακα με τις διαγνωστικές τιμές της συνοπτικής αναφοράς εκτέλεσης του εργαλείου, ο οποίος αξιολογείται συγκριτικά με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της OLS για να διαπιστωθεί αν όντως το μοντέλο βελτιώθηκε. Ο εξαγόμενος πίνακας της GWR έχει τη μορφή του πίνακα της εικόνας 3.57 και οι δείκτες που ελέγχονται και συγκρίνονται με τα αποτελέσματα της OLS απαριθμούνται ακολούθως.

OBJECTID *	VARNAME	VARIABLE	DEFINITION
1	Neighbors	319	
2	ResidualSquares	1351712.527356	
3	EffectiveNumber	41.054326	
4	Sigma	44.456101	
5	AICc	7585.35817	
6	R2	0.542991	
7	R2Adjusted	0.516227	
8	Dependent Field	0	price
9	Explanatory Field	1	overall_satisfaction
10	Explanatory Field	2	accommodates
11	Explanatory Field	3	bedrooms
12	Explanatory Field	4	income_count
13	Explanatory Field	5	MEAN_Walkability_Score

Εικόνα 3. 57: Παράδειγμα εξαγόμενου πίνακα supp της GWR στο ArcGIS

- ✓ Αρχικά, μελετάται ο δείκτης Neighbors, ο οποίος δηλώνει πόσους «γείτονες» έχει υπολογίσει το μοντέλο σε κάθε παρατήρηση και ελέγχει τον βαθμό εξομάλυνσης του μοντέλου
- ✓ Έπειτα, ελέγχεται ο δείκτης AICc, ο οποίος αποτελεί ένα μέτρο απόδοσης μοντέλου και είναι χρήσιμος για τη σύγκριση διαφορετικών μοντέλων παλινδρόμησης. Στην προκειμένη περίπτωση για να είναι το μοντέλο της GWR αποδοτικότερο από της OLS, πρέπει ο συγκεκριμένος δείκτης να είναι μικρότερος στην πρώτη μέθοδο (GWR) από ότι στη δεύτερη (OLS)

- ✓ Τέλος, εξετάζεται ο δείκτης AdjustedR². Όταν ο δείκτης AdjR² εμφανίζεται μεγαλύτερος στην GWR σε σχέση με αυτόν της OLS, αυτό σημαίνει πως το μοντέλο έχει βελτιωθεί. Γενικά, για να είναι αποδεκτό ένα μοντέλο, πρέπει ο δείκτης AdjR² στην GWR να είναι πάνω από 0.5

Όσον αφορά τους υπόλοιπους δείκτες, αυτοί βοηθούν στην γενική αξιολόγηση του μοντέλου και συνοπτικά είναι οι εξής:

- ResidualSquares: Αυτό είναι το άθροισμα των τετραγώνων υπολειμμάτων στο μοντέλο και όσο μικρότερο είναι αυτό το μέτρο, τόσο πιο κοντά είναι η εφαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα. Αυτή η τιμή χρησιμοποιείται σε διάφορα άλλα διαγνωστικά μέτρα.
- EffectiveNumber: Αντικατοπτρίζει μια αντιστάθμιση μεταξύ της διακύμανσης των προσαρμοσμένων τιμών και της κλίσης στις εκτιμήσεις του συντελεστή (coefficients). Σχετίζεται με την επιλογή του εύρους ζώνης.
- Sigma: Αφορά την εκτιμώμενη τυπική απόκλιση για τα υπολείμματα (residuals) και οι μικρότερες τιμές αυτού του δείκτη προτιμώνται. Χρησιμοποιείται για υπολογισμούς AICc.
- R²: Το R-Squared (R²) είναι ένα μέτρο που δείχνει την προσαρμογή του μοντέλου. Η τιμή του κυμαίνεται από 0,0 έως 1,0, με τις υψηλότερες τιμές να προτιμώνται. Μπορεί να ερμηνευθεί ως το ποσοστό της εξαρτώμενης μεταβλητής διακύμανσης που λαμβάνεται υπόψη από το μοντέλο παλινδρόμησης.

Εκτός από τον πίνακα αυτό, με την εφαρμογή της GWR παράγεται επίσης ένα αρχείο εξόδου με την χωρική κατανομή των καταλοίπων της GWR, με πεδία τις παρατηρούμενες και προβλεπόμενες τιμές y , τον αριθμό συνθήκης (Cond), το Local R², τους εξηγηματικούς συντελεστές μεταβλητών (Coefficient) και τα τυπικά σφάλματα (Standard Error) για κάθε μία παρατήρηση.

Cond#	Local R2	Predicted	Coefficient Intercept	Coefficient #1 overall_satisfactio	Coefficient #2 accommoda	Coefficient #3 bedro	Coefficient #4 Incom	Coefficient #5 MEAN_Walkability	Residual	Standard Error	Standard Er	Standard Error Coefficient #1	Standard Error Coefficient #2	Standard Error Coefficient #3	Stanc
15.1067	0.530741	130.047713	-20.747692	-4.078905	3.479949	14.195743	-0.06306	438.95536	-37.047713	43.464928	17.027173	1.62917	2.654161	5.546327	
14.9368	0.533324	289.893932	-19.7785	-4.954225	3.429466	15.696213	-0.052334	426.90257	76.141418	41.738174	16.689746	1.590734	2.548034	5.479487	
14.8633	0.538475	104.743706	-20.308402	-5.007354	3.228591	10.072919	-0.018194	414.336886	6.256294	43.591683	17.242396	1.595275	2.550487	5.737919	
15.2828	0.536809	189.735265	-19.511794	-4.791839	3.488081	12.842123	-0.081443	445.967031	50.264725	43.103475	17.141128	1.642616	2.653946	5.444056	
14.8320	0.577531	172.615954	-18.412149	-5.058406	3.375668	16.833613	-0.043635	415.781182	44.364346	42.918886	16.448546	1.561313	2.444069	5.407315	
15.3715	0.584708	144.343695	-19.282834	-4.75849	3.489099	12.403109	-0.08937	448.236185	11.658095	42.625234	17.249685	1.648883	2.652287	5.404946	
15.3835	0.583417	144.300638	-19.141169	-4.752548	3.478556	12.344088	-0.087522	448.333733	85.689382	42.818616	17.237691	1.646307	2.639813	5.373779	
14.8029	0.578173	196.843975	-18.099192	-5.097097	3.342321	17.180028	-0.041047	413.719444	-6.643975	43.050207	16.499066	1.557487	2.443211	5.436684	
15.0944	0.56571	161.580524	-18.762623	-4.920340	3.496884	13.996834	-0.061809	439.786133	-34.593524	42.904027	17.595280	1.675009	2.789104	5.903303	
15.0776	0.596321	150.938211	-18.795946	-4.934439	3.473586	14.262439	-0.058628	438.594045	-27.938211	43.28735	17.643663	1.675536	2.802158	5.941381	
15.1470	0.593773	193.353659	-17.727338	-4.899354	3.571198	13.079954	-0.074113	443.22758	-12.353659	41.427355	17.547515	1.682192	2.805381	5.838427	
15.0654	0.596628	113.944276	-17.777489	-4.95670	3.490109	14.047067	-0.06377	438.731659	11.055724	42.19349	17.628412	1.678948	2.811177	5.954154	
14.8893	0.599196	183.655714	-18.028118	-5.052235	3.187093	17.252477	-0.036854	422.944708	-72.655714	43.832159	17.975596	1.690071	2.752571	6.110617	
14.7582	0.577968	206.534216	-18.458844	-5.090742	3.09670	19.652396	-0.018863	397.295524	-26.534216	42.80439	16.881488	1.551631	2.377888	5.556823	
15.1982	0.592499	165.897235	-18.956795	-4.888829	3.638149	12.389179	-0.081928	445.707937	-66.897235	43.01658	17.597392	1.692873	2.819446	5.813986	

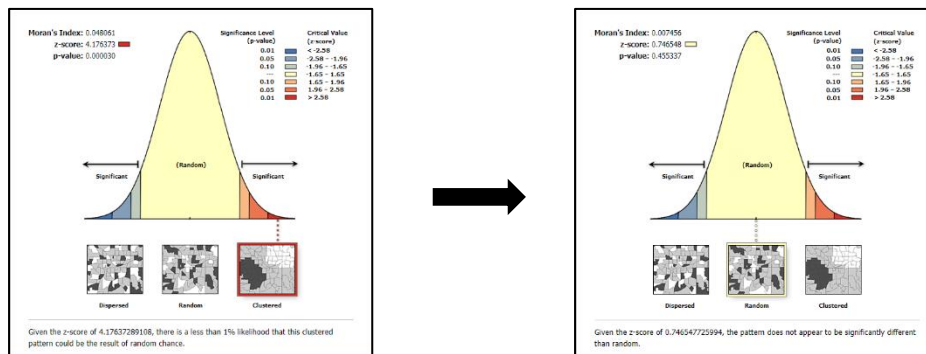
Εικόνα 3. 58: Παράδειγμα εξαγόμενου πίνακα των residuals της GWR στο ArcGIS

Από αυτόν τον πίνακα, εύκολα μπορούν να προκύψουν οι δείκτες t-Statistic κάθε μίας παρατήρησης ως αποτέλεσμα του πηλίκου της τιμής του Coefficient μίας μεταβλητής προς το Standard Error της ίδιας μεταβλητής. Για παράδειγμα, το t-Statistic κάθε παρατήρησης του Coefficient #1 είναι:

$$t\text{-Statistic \#1} = \frac{\text{Coefficient \#1}}{\text{Standard Error Coefficient \#1}}$$

Ο μέσος όρος όλων των τιμών t-Statistic #1 των παρατηρήσεων, αποτελεί τον δείκτη t-Statistic της μεταβλητής 1, ο οποίος στη συνέχεια εύκολα μπορεί να συγκριθεί με τον αντίστοιχο δείκτη της OLS για την ίδια μεταβλητή.

Στα πλαίσια της εργασίας, αφού έγινε έλεγχος των παραπάνω δεικτών, σύγκριση με τους αντίστοιχους δείκτες της OLS και αποφάνθηκε ότι, σύμφωνα με αυτούς, το μοντέλο GWR βελτιώνεται, χρησιμοποιήθηκε ξανά ο δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης (Global Moran's I) έτσι ώστε να ελεγχθεί αν τα κατάλοιπα παρουσίαζαν τυχαία κατανομή. Σε περίπτωση που αυτό συνέβαινε, το μοντέλο ήταν αποδεκτό ενώ σε αντίθετη περίπτωση όλη η διαδικασία επαναλαμβανόταν από την αρχή έως ότου βρεθεί το μοντέλο εκείνο που πληροί όλες τις προϋποθέσεις των OLS και GWR.



Εικόνα 3. 59: Παράδειγμα βελτίωσης των residuals από ομαδοποιημένα στην OLS (αριστερά) σε τυχαία στην GWR (δεξιά), οπτικοποίηση του δείκτη Global Moran's I

Τα αποτελέσματα των διαδικασιών που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 3, παρουσιάζονται λεπτομερώς στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.1. Περιοχές μελέτης

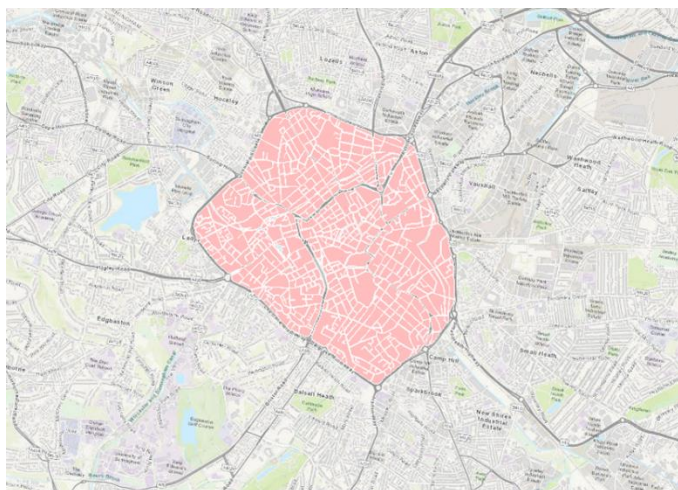
Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε παραπάνω εφαρμόστηκε τελικά στα κέντρα Ευρωπαϊκών πόλεων Μπέρμιγχαμ, Εδιμβούργο και Μπέλφαστ, με στόχο τη διερεύνηση του βαθμού συσχέτισης της περπατησιμότητας και των τιμών ενοικίων κατοικίας στις πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου. Η γεωγραφική κατανομή των πόλεων που υπέστησαν μελέτη φαίνεται στον ακόλουθο χάρτη.



Εικόνα 4. 1: Γεωγραφική κατανομή περιοχών μελέτης (πηγή: Google Earth)

4.1.1. Μπέρμιγχαμ

Το Μπέρμιγχαμ (Birmingham) αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Αγγλίας και πρόκειται για έναν μητροπολιτικό δήμο στα West Midlands του Ηνωμένου Βασιλείου. Απέχοντας περίπου 160 km από το Λονδίνο, το Μπέρμιγχαμ θεωρείται το κοινωνικό, πολιτιστικό, οικονομικό και εμπορικό κέντρο των Midlands. Το Μπέρμιγχαμ βρίσκεται στο κέντρο της περιοχής West Midlands στο οροπέδιο του Μπέρμιγχαμ. Πρόκειται για μία περιοχή σχετικά υψηλού υψομέτρου καθώς κυμαίνεται μεταξύ 500 και 1000 ποδιών (150 και 300 μέτρων) πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, ενώ την πόλη διαρρέουν μικρά κυρίως ποτάμια όπως ο ποταμός Tame και οι παραπόταμοί του Rea και Cole.



Εικόνα 4. 2: Κέντρο πόλης Μπέρμιγχαμ

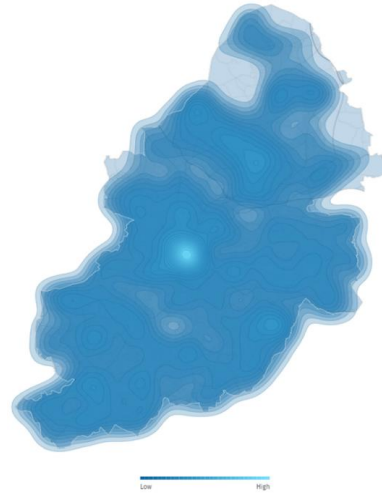
Ο πληθυσμός του Μπέρμιγχαμ, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2015 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, καταγράφηκε περίπου στους 2.5 εκατομμύρια κατοίκους. Παλαιότερα απογραφικά δεδομένα έδειξαν μία γενική μείωση του πληθυσμού από το 1982 έως το 2002, ενώ η μεγαλύτερη αύξηση πληθυσμού στην πόλη σημειώθηκε από το 2004 έως το 2005 με ποσοστό 0.9%, υψηλότερο από το 0.6% για το σύνολο του Ηνωμένου Βασιλείου.

Όσον αφορά το σύστημα μεταφορών, το Μπέρμιγχαμ αποτελείται από ένα δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, σιδηροδρόμων και καναλιών καθώς και το αεροδρόμιο του Μπέρμιγχαμ που αποτελεί και το 7ο πιο πολυσύχναστο αεροδρόμιο του Ηνωμένου Βασιλείου. Σύμφωνα με έρευνα που έγινε από το International Transport Forum (2019), προέκυψε ότι η δομή της πόλης, η απόδοση της, το δίκτυο μεταφορών της καθώς και η κατανομή των προορισμών επηρεάζουν όλους της δείκτες προσβασιμότητας. Έτσι, ενώ οι μητροπολιτικές περιοχές της Βιέννης στην Αυστρία και τα West Midlands γύρω από την πόλη του Μπέρμιγχαμ στο Ηνωμένο Βασίλειο, έχουν παρόμοιο μέγεθος και παρόμοια απόδοση προσβασιμότητας σε απόλυτους αριθμούς, διαφέρουν κατά πολύ στην κατανομή της καθώς η Βιέννη διαθέτει μονοκεντρικό σύστημα και είναι πιο πυκνοκατοικημένη, ενώ το West Midlands αποτελείται από πολλές πόλεις. Ως εκ τούτου, το West Midlands διαθέτει μακρύτερο οδικό δίκτυο υψηλής χωρητικότητας με μεγαλύτερη πύκνωση στο κέντρο της πόλης και έτσι, η μέση νόμιμη ταχύτητα οδήγησης στα West Midlands είναι 5 km / h υψηλότερη από τη Βιέννη.

Ειδικότερα για το κομμάτι των δημόσιων συγκοινωνιών, η πόλη διαθέτει δίκτυο τρένων, 19 γραμμές λεωφορείων και μία γραμμή τραμ. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κάλυψη της πόλης από τα μέσα μαζικής μεταφοράς (public transport coverage) αγγίζει το 91%, καθιστώντας το Μπέρμιγχαμ ως την 6η από άλλες 38 πόλεις του κόσμου σε πυκνότητα στάσεων. Επίσης, το 84% των μετακινήσεων γίνεται με λεωφορεία, λόγω της σημαντικής παροχής υπηρεσιών που διαθέτουν και των μεγάλων εκτάσεων που καλύπτουν με τα δρομολόγιά τους, εξυπηρετώντας όλες τις περιοχές της πόλης, κάτι που αποδεικνύεται και στις εικόνες 4.4.1 και 4.4.2.

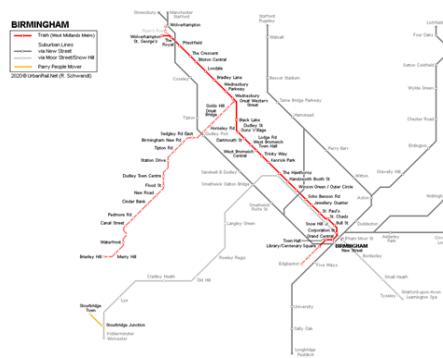


Εικόνα 4. 4.1: Χάρτης συχνότητας λεωφορείων τις καθημερινές (πηγή: <https://urbanmobilityindex.here.com/city/birmingham>)



Εικόνα 4. 4.2: Χάρτης κάλυψης της πόλης από τη δημόσια συγκοινωνία (πηγή: <https://urbanmobilityindex.here.com/city/birmingham>)

Προς το παρόν δεν υπάρχει υπόγειο σύστημα μετρό στο Μπέρμιγχαμ παρά της συζητήσεις που έχουν γίνει, λόγω της προτεραιότητας που δίνεται στην επέκταση του δικτύου τραμ. Ωστόσο, διαθέτει τη γραμμή τραμ West Midlands Metro, η οποία εκτείνεται μεταξύ του Birmingham New Street και του Wolverhampton, περνώντας από το κέντρο της πόλης. Τέλος, σημαντική είναι και η ύπαρξη δικτύου θαλάσσιων λεωφορείων που διασχίζουν τα κανάλια της πόλης εξυπηρετώντας, κατά κύριο, λόγο τουριστικούς σκοπούς.

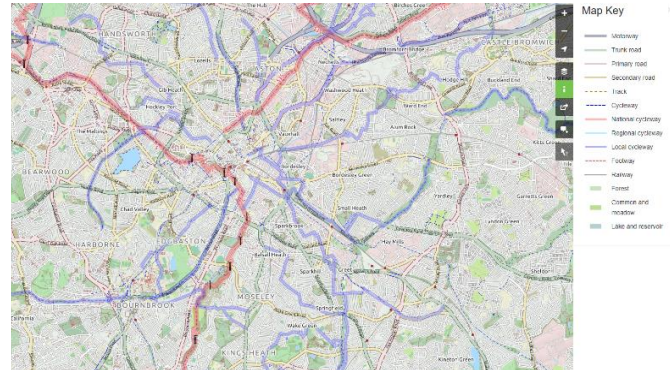


Εικόνα 4. 5: Γραμμή τραμ κέντρο Μπέρμιγχαμ (πηγή: <http://www.urbanrail.net/eu/uk/bir/birmingham.htm>)

Σχετικά με την βιώσιμη κινητικότητα της πόλης, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ο δείκτης κυκλοφοριακής συμφόρησης (traffic congestion index) είναι 5.9/10, όντας η 25^η από άλλες 38 πόλεις του κόσμου με το χαμηλότερο δείκτη. Τα ποδήλατα και μοτοποδήλατα γίνονται όλο και πιο δημοφιλή, ενώ παρόλο που δεν υπάρχουν πολλοί χώροι στάθμευσης ποδηλάτου, έχουν δημιουργηθεί αρκετοί ποδηλατόδρομοι στο κέντρο της πόλης καθώς και δεκάδες σημεία-στάσεις φόρτισης ποδηλάτων.

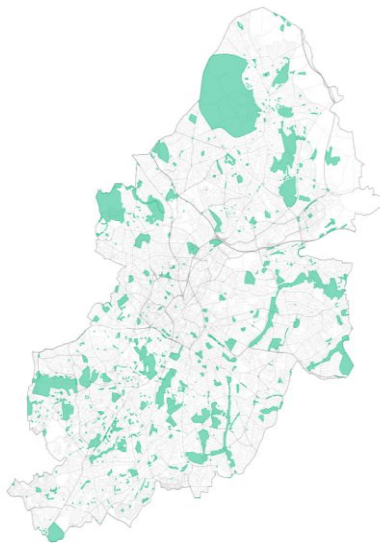


Εικόνα 4. 6: Χάρτης σταθμών φόρτισης ποδηλάτων
(πηγή: <https://urbanmobilityindex.here.com/city/birmingham>)



Εικόνα 4.7: Χάρτης δικτύου ποδηλατοδρόμων κέντρο Μπέρμιγχαμ
(πηγή: open street map)

Το 13% της πόλης καλύπτεται από πράσινες περιοχές όπως πάρκα, λίμνες και δασότοπους βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα και την ευημερία των πολιτών ενθαρρύνοντας βιώσιμες μορφές μετακίνησης όπως το ποδήλατο και το περπάτημα. Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με ευρήματα της εταιρίας Urban Mobility Index (2018) το Μπέρμιγχαμ είναι η 26^η από 38 συνολικά πόλεις του κόσμου με τη μεγαλύτερη κάλυψη σε πράσινο, όπως φαίνεται ακολούθως.



Εικόνα 4. 8: Χάρτης κάλυψης πράσινων περιοχών (πηγή: <https://urbanmobilityindex.here.com/city/birmingham>)

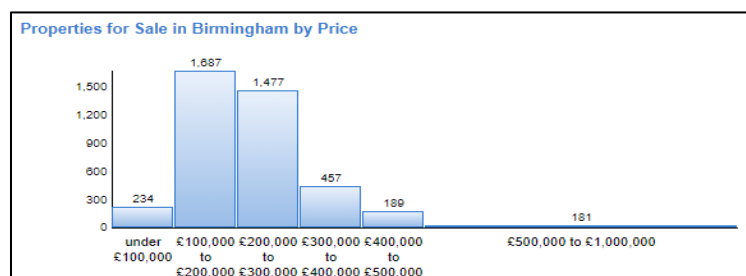
Σημαντική στη βιώσιμη κινητικότητα της πόλης, είναι επίσης και η ύπαρξη μεγάλων πεζοδρομημένων εκτάσεων στο κέντρο της, όπως είναι οι δρόμοι New Street, Corporation Street και High Street, αλλά και πεζόδρομοι και μονοπάτια γύρω από το κέντρο του Μπέρμιγχαμ που ενισχύουν τον βαθμό περπατησιμότητας της πόλης. Μάλιστα, σύμφωνα με έρευνα που διεξάχθηκε από το Living Streets to

2017, το 49% των πολιτών δήλωσαν ότι νιώθουν ασφαλείς να περπατούν στο κέντρο της πόλης, το 61% δήλωσε ότι τα πεζοδρόμια βρίσκονται σε καλή κατάσταση, ενώ το 68% ότι η κατάσταση των δρόμων είναι καλή.



Εικόνα 4. 9: Χάρτης απεικόνισης πεζοδρομημένων διαδρομών στο κέντρο του Μπέρμιγχαμ (πηγή: <https://metroalliance.co.uk/pedestrian-maps-to-help-people-get-around-birmingham-city-centre/>)

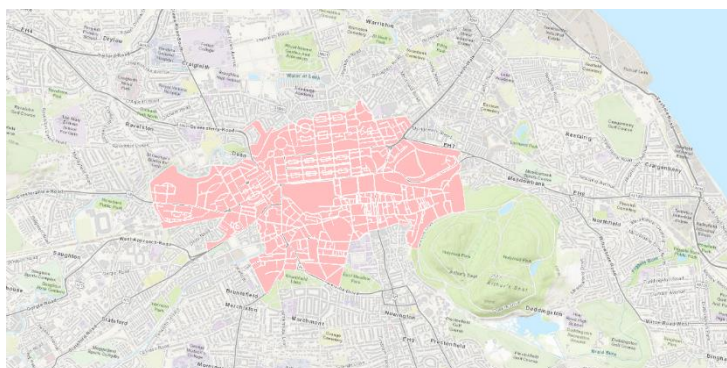
Σχετικά με τις αξίες ακινήτων που επικρατούν αυτή τη στιγμή, η αγορά ακινήτων στο Ηνωμένο Βασίλειο έχει δει πρόσφατα ζήτηση άνευ προηγουμένου, με στατιστικά να αποδεικνύουν πως η αγορά ακινήτων του Μπέρμιγχαμ είναι ένα από τα καλύτερα επενδυτικά περιουσιακά στοιχεία του Ηνωμένου Βασιλείου, εκτός του Λονδίνου, καθώς τα επίπεδα συναλλαγών και οι τιμές των κατοικιών αυξάνονται όλο και περισσότερο. Αξίζει να αναφερθεί ότι η πόλη σημείωσε αύξηση 16% από το 2016, η υψηλότερη στη χώρα έως τώρα, με προβλέψεις να δείχνουν ότι οι τιμές κατοικιών και των τιμών ενοικίασης στο Μπέρμιγχαμ θα παραμείνουν σταθερές το 2021, ενώ το 2022 οι τιμές των κατοικιών αναμένεται να αυξηθούν κατά 4% και η αξία ενοικίασης κατά 3,5%. Επιπλέον, μελέτες δείχνουν ότι οι τιμές των κατοικιών του Μπέρμιγχαμ θα αυξηθούν περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη πόλη τα επόμενα πέντε χρόνια, με το αναπτυσσόμενο επιχειρηματικό τοπίο να κάνει την πόλη πιο ελκυστική για τη ζωή, την εργασία και την επένδυση, αφού πιθανότατα θα συνεχίσει να είναι μια από τις πιο πολύτιμες αγορές ακινήτων με τον αριθμό των κατοικιών και της ζήτησης να αυξάνεται. Βέβαια, όπως αναφέρει μελέτη της Property Index (2020), τα επίπεδα τιμών στο Μπέρμιγχαμ ήταν χαμηλότερα κατά 10% - 30% από την εθνική μέση τιμή, γεγονός που υποδηλώνει πως παρά το ότι η πόλη είναι σημαντική για την οικονομία της χώρας, δεν είναι το πιο ελκυστικό μέρος για να ζήσει κάποιος.



Εικόνα 4.10: Ακίνητα προς πώληση στο Μπέρμιγχαμ ανά τιμή (πηγή: <https://www.home.co.uk/guides/house-prices.htm?location=birmingham>)

4.1.2. Εδιμβούργο

Το Εδιμβούργο είναι η πρωτεύουσα της Σκωτίας και η 2^η μεγαλύτερη πόλη της. Βρίσκεται στη Νοτιοανατολική Σκωτία και συγκεκριμένα στη νότια ακτή του Firth of Forth. Αποστραγγίζεται από το ποτάμι που ονομάζεται Water of Leith δημιουργώντας ένα μικτής χρήσης μονοπάτι (Water of Leith Walkway) που ακολουθεί την πορεία του ποταμού για 19,6 χιλιόμετρα. Εκτός από την ακτογραμμή του Firth of Forth, το Εδιμβούργο περιβάλλεται από μια πράσινη ζώνη η οποία ορίστηκε το 1957 και εκτείνεται από το Dalmeny στα δυτικά έως το Preston Grange στα ανατολικά με μέσο πλάτος 3,2 χιλιόμετρα. Οι κύριοι στόχοι της πράσινης ζώνης ήταν να περιοριστεί η εξωτερική επέκταση της πόλης και να αποφευχθεί η συσσώρευση των αστικών περιοχών, καθιστώντας την περιοχή ένα βιώσιμο και φιλικό περιβάλλον για της πολίτες.



Εικόνα 4. 11: Κέντρο πόλης Εδιμβούργου



Εικόνα 4. 12: Η πράσινη ζώνη που περιβάλλει το Εδιμβούργο (πηγή: Google maps)

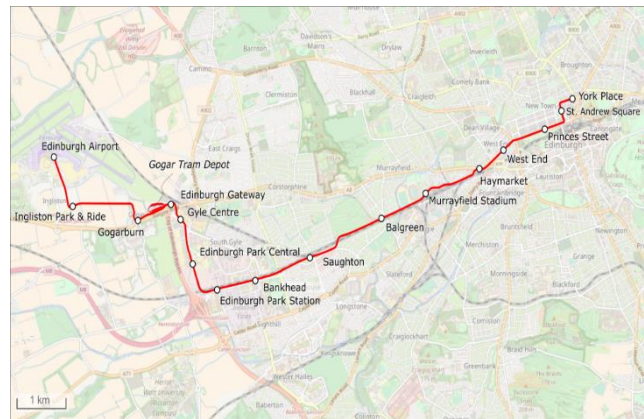
Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη απογραφική καταγραφή από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το 2015 το Εδιμβούργο είχε πληθυσμό 465.556 κατοίκους, με μεγάλο ποσοστό εξ αυτών να είναι νεαροί ενήλικες. Το 1995 η Παλιά και οι Νέες Πόλεις του Εδιμβούργου καταγράφηκαν ως Μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO . Συνεπώς, λόγω του έντονου πολιτισμικού ενδιαφέροντος που διαθέτει, αποτελεί την 2^η πιο τουριστική πόλη του Ηνωμένου Βασιλείου μετά το Λονδίνο, με τον τουρισμό να είναι σημαντικό στοιχείο της οικονομίας της πόλης.

Σχετικά με τη δημόσια συγκοινωνία του, το Εδιμβούργο διαθέτει πλούσιο συγκοινωνιακό δίκτυο, κάτι που αποδείχθηκε και στη μελέτη που έγινε από το International Transport Forum (2019). Η τελευταία έδειξε πως η κάλυψη της δημόσιας συγκοινωνίας του Εδιμβούργου είναι 99.2% για την μητροπολιτική

ζώνη (FUA), 99.9% για το αστικό κέντρο (city) και 98.23% για την περιαστική ζώνη (commuting zones). Πιο συγκεκριμένα, κύριο μέσο μαζικής μεταφοράς είναι το λεωφορείο, με μεγάλη πύκνωση στάσεων σε όλη την πόλη και διαδρομές τόσο εντός του κέντρου όσο και στα προάστια όλο το 24ωρο. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι 5 κύριοι διάδρομοι λεωφορείων που περνούν από το κέντρο της πόλης, κλείνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας με εντολή κανονισμού κυκλοφορίας απαγορεύοντας στη γενική κυκλοφορία τη χρήση αυτών των λωρίδων και περιορίζοντας τη χρήση σε λεωφορεία, ταξί και ποδήλατα. Πέρα από τα λεωφορεία, το Εδιμβούργο διαθέτει της μία γραμμή τραμ 16 σταθμών που ξεκινά από το αεροδρόμιο του Εδιμβούργου μέχρι τον τρέχοντα τερματικό στο York Place του κέντρου της πόλης. Υπάρχουν, ωστόσο, και μακροπρόθεσμες προτάσεις που προβλέπουν την επέκταση του τραμ, χωρίς ακόμη να έχει οριστικοποιηθεί κάποια από αυτές.



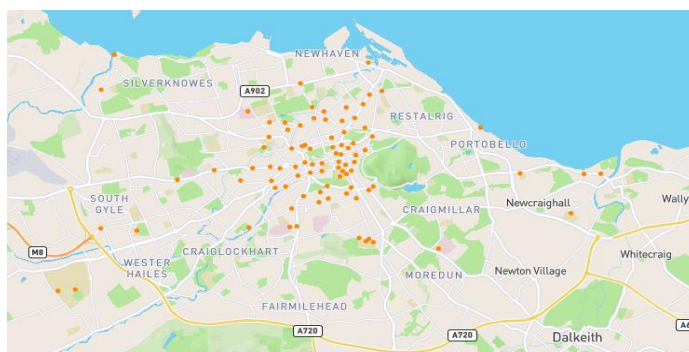
Εικόνα 4. 13:Χάρτης διαδρομών λεωφορείων Εδιμβούργο
(πηγή: <https://fromthewhitehouse.com/going-out/how-to-use-public-transport-edinburgh-bus/>)



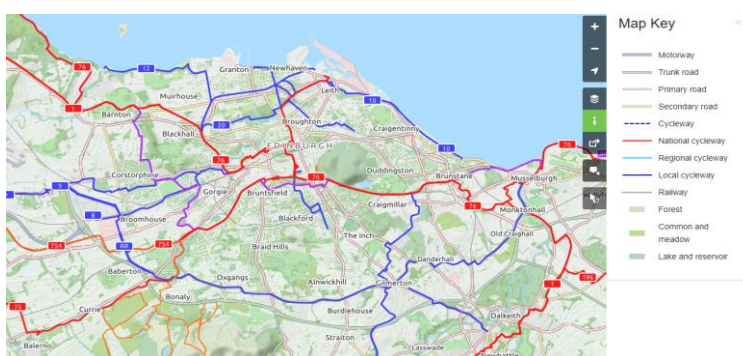
Εικόνα 4. 14: Χάρτης γραμμής τραμ Εδιμβούργο
(πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Edinburgh_Trams#/media/File:Edinburgh_Trams_Map.png)

Τέλος, από το 2002 το Εδιμβούργο διαθέτει ένα μικρό σιδηροδρομικό προαστιακό δίκτυο το οποίο λειτουργεί στον άξονα Ανατολής-Δύσης καλύπτοντας όλη την πόλη.

Σύμφωνα με της δείκτες που προέκυψαν από το Πλαίσιο Αστικής Πρόσβασης (Urban Access Framework, 2018), η προσβασιμότητα του Εδιμβούργου είναι ευνοϊκή τόσο για τον πεζό όσο και για τον ποδηλάτη ενώ λιγότερο ευνοϊκή εμφανίζεται για τον οδηγό. Πιο συγκεκριμένα, σε επίπεδο πόλης (city core), ο δείκτης απόδοσης μεταφοράς (average transport performance) με πεζή μετακίνηση προέκυψε 0.78 ενώ με ποδηλασία 0.48, σε αντίθεση με τον δείκτη απόδοσης μεταφοράς με οδήγηση ο οποίος έχει μόλις την τιμή 0.12. Οι παραπάνω δείκτες αποδεικνύουν ότι έχουν γίνει βήματα βιώσιμης κινητικότητας στην πόλη ένα εκ των οποίων είναι η αναβάθμιση μονοπατιών και δημιουργία ποδηλατοδρόμων καθώς και η εγκατάσταση περισσότερων από 197 σταθμών προμήθειας ποδηλάτων, με στόχο την ενθάρρυνση των πολιτών για ποδηλασία. Από το 1999, το ποσοστό των ταξιδιών στην πόλη του Εδιμβούργου με ποδήλατο έχει αυξηθεί κατά 1/8, ωστόσο τα ταξίδια με ποδήλατο εξακολουθούν να αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 2% όλων των ταξιδιών των κατοίκων του Εδιμβούργου, με τη χρήση ποδηλάτων χαμηλότερη από ότι σε της της ευρωπαϊκές πόλεις. Προς το παρόν, υπάρχουν περίπου 75 km ποδηλατόδρομοι εκτός οδικού δικτύου και περίπου άλλα τόσα εντός οδικού δικτύου στην πόλη.

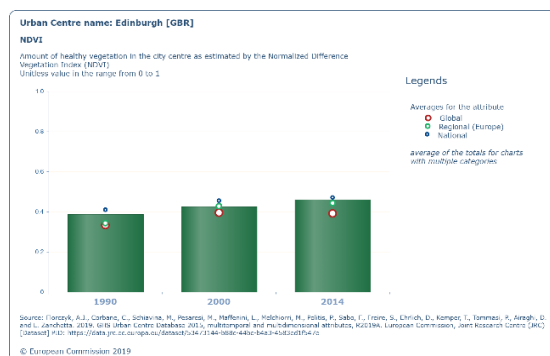


Εικόνα 4. 15: Σταθμοί προμήθειας ποδηλάτων στο κέντρο του Εδιμβούργου (πηγή: <https://edinburghcyclehire.com/stations/parking>)



Εικόνα 4.16: Δίκτυο ποδηλατοδρόμων Εδιμβούργου (πηγή: open street map)

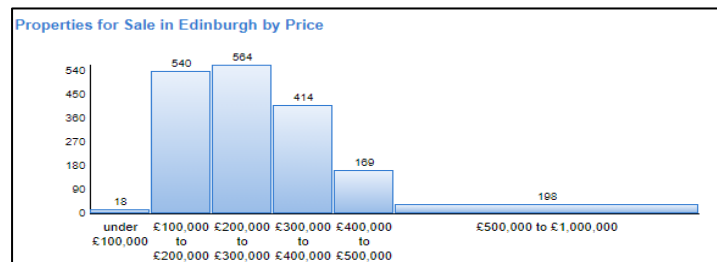
Το Εδιμβούργο δεν διαθέτει πολλούς πεζοδρόμους, παρά μόνο τον μεγάλης έκτασης πλακοστρωμένο κεντρικό δρόμο High Street που είναι ένα τμήμα του Royal Mile και αποτελεί και έναν από της κύριους τουριστικούς δρόμους του Εδιμβούργου. Οδηγεί στο κάστρο και διαθέτει πολλά εμπορικά καταστήματα, χώρους αναψυχής και υπηρεσίες. Ακόμη, η πόλη διαθέτει και κάποιους ακόμα μικρούς πεζόδρομους, ένας εκ των οποίων είναι ο Rose με κύριες χρήσεις την εστίαση και τη διασκέδαση. Το παραπάνω πρόβλημα, έχει προκαλέσει αρκετές φορές την αντίδραση των πολιτών με αιτήματα την δημιουργία νέων πεζοδρόμων και την ενίσχυση της περπατησιμότητας της πόλης. Ως προς την αστική βλάστηση, όπως αναφέρεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αξιολογημένο είναι το ποσό υγιούς βλάστησης στο κέντρο της πόλης, το οποίο εκτιμάται από τον δείκτη βλάστησης Normalized Difference (NDVI, τιμή χωρίς μονάδα στο εύρος από 0 έως 1) και αγγίζει το 0.46 το 2014, διατηρώντας μία αυξανόμενη πορεία από το 1990.



Εικόνα 4.17: Διακύμανση δείκτη NDVI, Εδιμβούργο (πηγή: <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/ucdb2018visual.php>)

Το οδικό δίκτυο της πόλης περιλαμβάνει πολλές ακτινικές διαδρομές που οδηγούν προς και έξω από την πόλη. Ένα συχνό πρόβλημα που δημιουργείται είναι η κυκλοφοριακή συμφόρηση εντός και γύρω από το Εδιμβούργο, με μέτρα να έχουν ληφθεί για την αποτροπή του όπως είναι η δημιουργία μεγάλων χώρων στάθμευσης οχημάτων, η βελτίωση των παροχών των μέσων μαζικής μεταφοράς καθώς και η πρόταση για καθιέρωση διοδίων κατά την είσοδο των οδηγών στην πόλη, ένα μέτρο που απορρίφθηκε ύστερα από δημοψήφισμα.

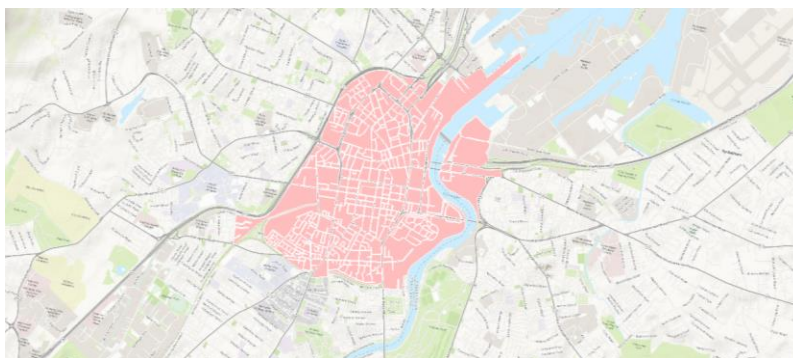
Τέλος, σχετικά με τη μέση τιμή πώλησης ακινήτων στο Εδιμβούργο, σημειώνεται αύξηση της τάξεως του 6.2% σε ετήσια βάση, ενώ αναφέρεται σχετικά ισχυρή ζήτηση για σπίτια στην πόλη. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι ιδιοκτησίες στο Εδιμβούργο είναι, κατά μέσο όρο, από τις πιο ακριβές της Σκωτίας, κάτι που οφείλεται κυρίως στη δημοτικότητά του ως τόπο διαμονής. Στην έρευνα παγκόσμιας ποιότητας ζωής της Deutsche Bank το 2017, το Εδιμβούργο κατέλαβε τη δεύτερη θέση στον κόσμο. Αυτό, ωστόσο, δεν σημαίνει ότι δεν είναι καλό μέρος για τους επενδυτές ακινήτων καθώς υπάρχουν ακόμα καλές αγορές.



Εικόνα 4.18: Ακίνητα προς πώληση στο Εδιμβούργο ανά τιμή
(πηγή: https://www.home.co.uk/guides/house_prices.htm?location=edinburgh)

4.1.3. Μπέλφαστ

Το Μπέλφαστ είναι η πρωτεύουσα της Βόρειας Ιρλανδίας, και η 12η μεγαλύτερη πόλη στο Ηνωμένο Βασίλειο, ενώ είναι η δεύτερη μεγαλύτερη στο νησί της Ιρλανδίας. Βρίσκεται στο δυτικό άκρο του Μπέλφαστ Λους, στις εκβολές του ποταμού Λαγκάν στην ανατολική ακτή και πλαισιώνεται από μια σειρά λόφων στα βόρεια και βορειοδυτικά. Η ιδανική του τοποθεσία ευνοεί τη ναυπηγική βιομηχανία καθώς διαθέτει λιμάνι με εμπορικές και βιομηχανικές αποβάθρες, αποτελώντας τη μεγαλύτερη πύλη τόσο για την εισαγωγή όσο και για την εξαγωγή αγαθών στη Βόρεια Ιρλανδία, που δέχεται 6.000 πλοία και μισό εκατομμύριο εμπορευματικές μονάδες ετησίως. Επιπροσθέτως, το λιμάνι του Μπέλφαστ είναι το πιο πολυσύχναστο λιμάνι στο νησί της Ιρλανδίας με περισσότερους από 1,2 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως. Το Μπέλφαστ παραμένει διαχωρισμένο από τείχη, κοινώς γνωστά ως ειρηνευτικές γραμμές (peace lines), που ανεγέρθηκαν από τον βρετανικό στρατό μετά τον Αύγουστο του 1969, τα οποία εξακολουθούν να χωρίζουν 14 περιφέρειες στο κέντρο της πόλης.

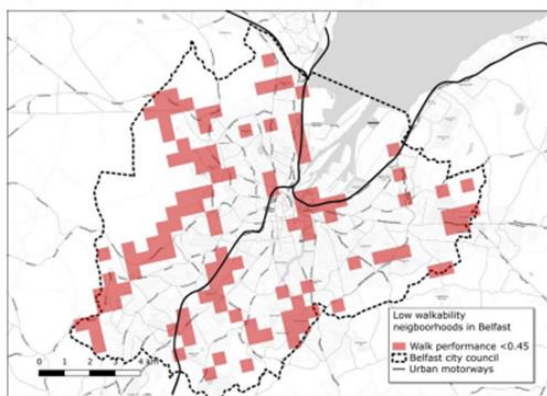


Εικόνα 4.19: Κέντρο πόλης Μπέλφαστ

Ο αστικός πληθυσμός του Μπέλφαστ είναι 457.659 κάτοικοι και σύμφωνα με την κατηγορία ανάπτυξης του ΟΗΕ, ανήκει στις πιο ανεπτυγμένες περιοχές της Ευρώπης (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2015).

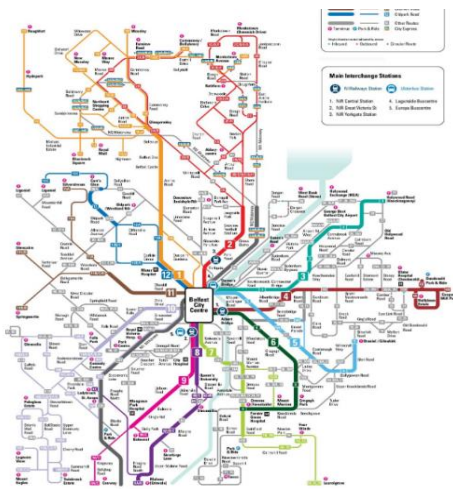
Ως προς το δίκτυο μεταφορών, η πόλη διαθέτει οδικές, αεροπορικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες υπηρεσίες. Ωστόσο, περισσότερο δημοφιλής είναι η χρήση οχήματος με μια έρευνα του 2005, για το πώς ταξιδεύουν οι άνθρωποι στη Βόρεια Ιρλανδία, να δείχνει ότι στο Μπέλφαστ το 77% όλων των ταξιδιών πραγματοποιήθηκε με αυτοκίνητο, το 11% με τις δημόσιες συγκοινωνίες και μόλις το 6% με τα πόδια. Πράγματι, όπως αναφέρεται και στο International Transport Forum (2019), το Μπέλφαστ έχει τη χειρότερη απόδοση όσον αφορά το περπάτημα συγκριτικά με 121 άλλες Ευρωπαϊκές πόλεις. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται πρώτον στο ότι οι προαστιακές περιοχές είναι οργανωμένες γύρω από μεγάλους αυτοκινητόδρομους που είχαν σχεδιαστεί ώστε να μειωθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση, δεύτερον στον ανεπαρκή αριθμό πεζογεφυρών που διασχίζουν τον κύριο ποταμό της πόλης και τρίτον στα φυσικά εμπόδια που δημιουργούν αρκετοί σημαντικοί βιομηχανικοί χώροι, συμπεριλαμβανομένων μερικών γύρω από το λιμάνι, τα οποία αναγκάζουν τους πεζούς να κάνουν σημαντικές παρακάμψεις για να φτάσουν στον τελικό προορισμό τους. Άξιο προσοχής είναι ότι στο Μπέλφαστ, ένα άτομο μπορεί να φτάσει μόνο πέντε σχολεία περπατώντας, όταν ο μέσος όρος της ευρωπαϊκής ζώνης μετακίνησης είναι 28 σχολεία.

Figure 23. Neighbourhoods with low walking performance in Belfast

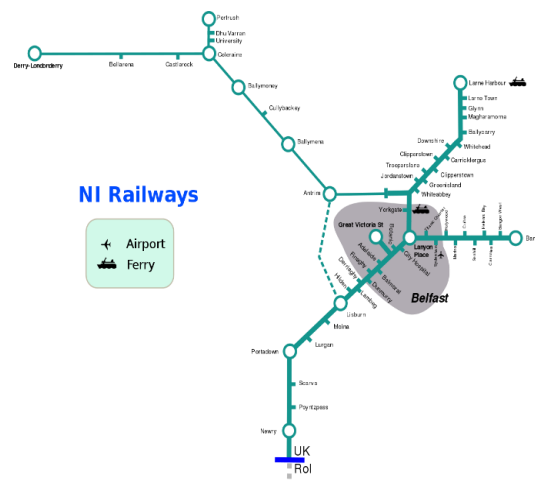


Εικόνα 4.20: Περιοχές με χαμηλή απόδοση περπατησιμότητας, Μπέλφαστ
(πηγή: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/accessibility-proximity-transport-performance_2.pdf)

Συνεχίζοντας με τις δημόσιες συγκοινωνίες, τα λεωφορεία παρέχουν υπηρεσίες που εστιάζουν στη σύνδεση κατοικημένων περιοχών με το κέντρο της πόλης και σε δώδεκα ποιοτικούς διαδρόμους λεωφορείων που εκτελούνται κατά μήκος κύριων ακτινικών δρόμων, με αποτέλεσμα την κακή σύνδεση μεταξύ διαφορετικών προαστιακών περιοχών. Το σιδηροδρομικό δίκτυο αποτελείται από 3 γραμμές ενώ παρέχει προαστιακές υπηρεσίες. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το International Transport Forum (2019) έδειξε ότι μόνο το 13% των μαθητών γυμνασίου μπορούν να φτάσουν στο σχολείο τους μέσα σε 30 λεπτά με τη δημόσια συγκοινωνία στο Μπέλφαστ ενώ ένα άτομο που ζει στην περιαστική ζώνη μπορεί να φτάσει κατά μέσο όρο μόνο έξι σχολεία, κάτι που συναντάται μόνο στο 10% όλων των ευρωπαϊκών πόλεων με δημόσια συγκοινωνία. Αναλυτικότερα, η κάλυψη της δημόσιας συγκοινωνίας του Μπέλφαστ είναι 51.7% για την μητροπολιτική ζώνη (FUA), 79.0% για το αστικό κέντρο (city) και 22.9% για την περιαστική ζώνη (commuting zones), ποσοστά που αποδεικνύουν την ελλιπή συγκοινωνιακή υποστήριξη στα προάστια και την πώλωση των υπηρεσιών στο κέντρο της πόλης.

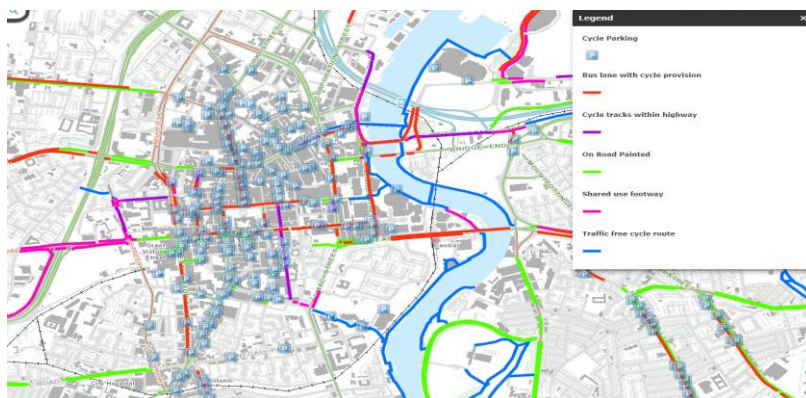


Εικόνα 4.21: Δίκτυο λεωφορείων Μπέλφαστ (πηγή: <http://ontheworldmap.com/uk/city/belfast/belfast-bus-map.html>)



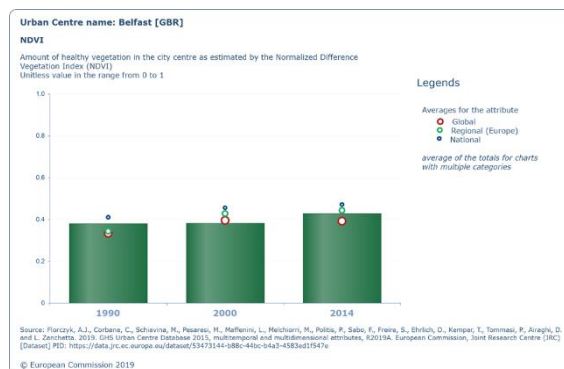
Εικόνα 4.22: Δίκτυο σιδηροδρομικών γραμμών Βόρειας Ιρλανδίας (πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Belfast_suburban_rail#/media/File:NI Railways Map.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Belfast_suburban_rail#/media/File:NI_Railways_Map.svg))

Μελετώντας το Μπέλφαστ ως προς την βιώσιμη κινητικότητα της πόλης, όπως φαίνεται και στο Πλαίσιο Αστικής Πρόσβασης (Urban Access Framework, 2018), η προσβασιμότητα του Μπέλφαστ είναι ευνοϊκότερη για τον ποδηλάτη σε επίπεδο περιαστικής ζώνης (commuting zone), με δείκτη απόδοσης μεταφοράς 0.43 παρά σε επίπεδο πόλης (city core) όπου ο δείκτης έχει τιμή 0.36 ενώ σε κάθε περίπτωση η τιμή αυτή είναι αρκετά χαμηλότερη από άλλες Ευρωπαϊκές πόλεις. Μάλιστα, ύστερα από έρευνα που διεξάχθηκε, το 36% των πολιτών δήλωσαν ότι το Μπέλφαστ είναι μια καλή πόλη για ποδηλασία ενώ το 75% των πολιτών δήλωσε ότι η ασφάλεια της πόλης ως προς την ποδηλασία πρέπει να βελτιωθεί. Τέλος, αν και δεν υπάρχουν πολλοί σηματοδοτημένοι ποδηλατόδρομοι στην πόλη καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό εξ αυτών είναι λωρίδες λεωφορείου με προτεραιότητα ποδηλάτων, έχουν δημιουργηθεί δεκάδες δημόσιοι χώροι στάθμευσης ποδηλάτων καλύπτοντας ολόκληρο το κέντρο πόλης.



Εικόνα 4.23: Χάρτης ποδηλατοδρόμων και χώρων στάθμευσης ποδηλάτων, κέντρο Μπέλφαστ (πηγή: <https://dfi-ni.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=20156f3224654b56a23d86e21e323c17>)

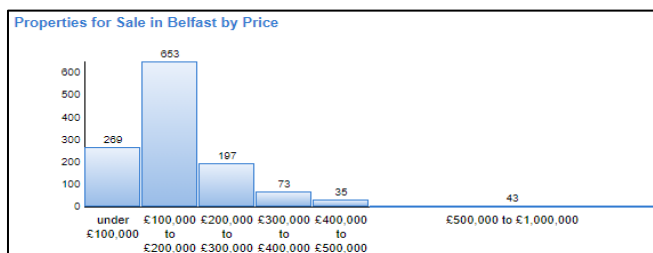
Επιπλέον, έχουν γίνει αρκετά βήματα για την ενίσχυση του πράσινου της πόλης όπως η δημιουργία μεγάλων πάρκων με πολυάριθμα δέντρα, καθίσματα και διαδρομές πεζοπορίας αλλά και βοτανικών κήπων που φιλοξενούν άφθονη τοπική άγρια φύση. Πιο συγκεκριμένα, το Μπέλφαστ διαθέτει πάνω από 40 δημόσια πάρκα και το ποσό υγιούς βλάστησης NDVI στο κέντρο της πόλης, όπως αναφέρεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, υπολογίστηκε 0.43 το 2014, ενώ αυξήθηκε κατά πολύ μεταξύ του διαστήματος 2000 έως 2014.



Εικόνα 4.24: Διακύμανση δείκτη NDVI, Μπέλφαστ (πηγή: <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/ucdb2018visual.php>)

Ακόμη, το Μπέλφαστ διαθέτει αρκετούς πεζόδρομους οι οποίοι είναι κατά κύριο λόγο συσσωρευμένοι στο κέντρο της πόλης, με το μεγαλύτερο ποσοστό εξ αυτών να είναι ορισμένοι με ρυθμιστική πινακίδα P-8. Οι πεζόδρομοι αυτοί παρέχουν πρόσβαση σε μεγάλο αριθμό εμπορικών καταστημάτων και χώρων αναψυχής ενώ, σε μικρότερο βαθμό, σε υπηρεσίες και γραφεία. Επιπροσθέτως, πεζοδρομημένο είναι και το κομμάτι γύρω από τον ποταμό που διασχίζει την πόλη, όπου έχει γίνει αστική ανάπτυξη και έχουν δημιουργηθεί κάποια γραμμικά πάρκα, ξενοδοχεία και υπηρεσίες που εξυπηρετούν το λιμάνι. Αρκετά έργα ανάπτυξης συμβαίνουν έως και σήμερα με στόχο την πεζοδρόμηση νέων τμημάτων στο κεντρικό Μπέλφαστ, κάτι που ενισχύθηκε ακόμη περισσότερο εν μέσω της πανδημίας του κορονοϊού, για την αύξηση της ασφάλειας των διαδρομών για περπάτημα και ποδηλασία και την ενίσχυση της κοινωνικής αποστασιοποίησης των κατοίκων.

Τέλος, όσον αφορά το κομμάτι των αξιών ακινήτων, η Βόρεια Ιρλανδία προσφέρει μερικές από τις καλύτερες αποδόσεις ενοικίασης στο Ηνωμένο Βασίλειο και με τον αυξανόμενο ρόλο του Μπέλφαστ ως τεχνολογικού κόμβου, η επαρχία είναι πιθανό να γίνει ακόμη πιο δημοφιλής στο μέλλον. Οι τιμές των κατοικιών στο Μπέλφαστ έχουν αυξηθεί κατά 4% τον τελευταίο χρόνο, ενώ ο ιστότοπος Zoopla.uk δήλωσε ότι η πόλη είχε έναν από τους ταχύτερους ρυθμούς αύξησης των τιμών κατοικίας στο Ηνωμένο Βασίλειο και παραμένει μία οικονομικά αποδοτική πόλη για πολλούς επενδυτές ακινήτων στο μέλλον.



Εικόνα 4.25: Ακίνητα προς πώληση στο Μπέλφαστ ανά τιμή
(πηγή: https://www.home.co.uk/guides/house_prices.htm?location=belfast)

Σχετικά με την οικονομία της χώρας ως σύνολο, η ζήτηση στην αγορά ακινήτων στο Ηνωμένο Βασίλειο ήταν σχετικά υποτονική κατά τη διάρκεια του 2019, με άνοδο στο τέλος του έτους. Ωστόσο, εκτός του Λονδίνου, ήταν ένα έτος ανάπτυξης για τις Αγγλικές περιφέρειες. Αυτό οφείλεται στην ταχύτερη μείωση της προσφοράς από τη ζήτηση, διατηρώντας τις τιμές σταθερές, παρά τα χαμηλά επίπεδα δραστηριότητας. Το Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), ανέμενε αύξηση των τιμών πώλησης και ενοικίασης ως συνέπεια της ανισορροπίας μεταξύ αυξανόμενης ζήτησης και μειωμένης προσφοράς. Πριν την πανδημία του κορονοϊού οι προβλέψεις τους έδειχναν περίπου 2% αύξηση στις ενοικιάσεις για το 2020, με αναμενόμενη αύξηση της τάξεως του 3% ετησίως για τα επόμενα πέντε χρόνια (Property Index 2020).

4.2 Ανάλυση δεδομένων και αποτελέσματα

Στην ενότητα αυτή, αναλύονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας που περιεγράφηκε στο 3^ο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας τόσο για τον βαθμό περπατησιμότητας όσο και για την σχέση της περπατησιμότητας με τις τιμές ενοικίων κατοικίας για την κάθε πόλη.

4.2.1 Αποτελέσματα μεταβλητών μεθόδου MAPS-mini για κάθε κέντρο πόλης

Στα πλαίσια διεξαγωγής της διπλωματικής εργασίας, αξιολογήθηκαν και καταγράφηκαν συνολικά 3.080 τμήματα (πλευρές Ο.Τ) και 473 Ο.Τ. για το Μπέρμιγχαμ, 2.183 τμήματα (πλευρές Ο.Τ) και 353 Ο.Τ. για το Εδιμβούργο και 1.714 τμήματα (πλευρές Ο.Τ) και 286 Ο.Τ. για το Μπέλφαστ.

Αφού ολοκληρώθηκε η καταγραφή των δεδομένων και για τις τρεις πόλεις, σειρά είχε η ποσοτικοποίηση των τιμών κάθε μεταβλητής για κάθε μία πόλη, αλλά και το συνολικό score περπατησιμότητας κάθε κέντρου, έτσι ώστε να καταστεί εφικτή η μεταξύ τους σύγκριση. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διαδικασία αυτή.

Μεταβλητή	Τιμή	Περιγραφή	Μπέρμιγχαμ	Εδιμβούργο	Μπέλφαστ
S1: Κατηγορία χρήσεων γης	0	Κυρίως τυφλή/μη ενεργή όψη	93.43%	84.99%	87.76%
	1	Κυρίως ενεργές χρήσεις/δραστηριότητες	6.57%	15.01%	12.24%
S2: Πάρκα και πλατείες	0	Δεν υπάρχει πρόσβαση	93.77%	89.43%	95.45%
	1	Υπάρχει μία πρόσβαση	2.54%	4.45%	2.37%
	2	Υπάρχουν τουλάχιστον δύο προσβάσεις	3.70%	6.12%	2.18%
S3: Στάση/σταθμός ΜΜΜ	0	Δεν υπάρχει στάση/σταθμός	88.69%	83.29%	89.90%
	1	Υπάρχει μία στάση/σταθμός	8.48%	13.73%	8.66%
	2	Υπάρχουν τουλάχιστον δύο στάσεις/σταθμοί	2.82%	2.98%	1.44%
S4: Καθίσματα	0	Δεν υπάρχουν καθίσματα	91.97%	87.16%	92.77%
	1	Υπάρχει τουλάχιστον ένα κάθισμα	8.03%	12.84%	7.23%
S5: Φωτισμός	0	Δεν υπάρχει φωτιστικό σώμα	0.41%	0.47%	0.05%
	1	Υπάρχει τουλάχιστον ένα φωτιστικό σώμα	75.32%	70.23%	71.22%
	2	Υπάρχει έντονος φωτισμός	24.27%	29.30%	28.73%
S6: Κατάσταση κτιρίων	0	Κακή κατάσταση	19.67%	48.72%	53.15%
	1	Καλή κατάσταση	80.33%	51.28%	46.85%

S7: Γκράφιτι	0	Υπάρχουν γκράφιτι	15.08%	3.67%	16.32%
	1	Τα κτίρια είναι καθαρά από γκράφιτι	84.92%	96.33%	83.68%
S8: Ποδηλατόδρομος	0	Χωρίς ποδηλατόδρομο	90.05%	89.58%	93.33%
	1	Ποδηλατολωρίδα χωρίς φυσικό διαχωρισμό	1.25%	4.70%	1.91%
	2	Ποδηλατολωρίδα διαχωρισμένη από την κυκλοφορία	8.70%	5.72%	4.75%
S9: Πεζοδρόμιο	0	Χωρίς πεζοδρόμιο	2.66%	14.93%	10.58%
	1	Υπάρχει πεζοδρόμιο	97.34%	85.07%	89.42%
S10: Συντήρηση πεζοδρομίου	0	Προβληματικό πεζοδρόμιο	64.17%	41.26%	75.45%
	1	Συντηρημένο πεζοδρόμιο	35.83%	58.74%	24.55%
S11: Διαχωρισμός πεζοδρομίου	0	Χωρίς διαχωρισμό ή δεν υπάρχει πεζοδρόμιο	78.09%	79.79%	83.51%
	1	Υπάρχει διαχωρισμός πεζοδρομίου	21.91%	20.21%	16.49%
S12: Σκίαση/κάλυψη πεζοδρομίου	0	Χωρίς κάλυψη ή δεν υπάρχει πεζοδρόμιο	79.70%	79.54%	65.87%
	1	Κάλυψη σε ποσοστό 26%-75%	11.63%	6.83%	12.63%
	2	Κάλυψη σε ποσοστό 76%-100%	8.67%	13.64%	21.49%
S13: Πλάτος πεζοδρομίου	0	Κανονικό πλάτος ή μικρό ή χωρίς πεζοδρόμιο	25.42%	59.55%	55.90%
	1	Μεγάλο πλάτος πεζοδρομίου	74.58%	40.45%	44.10%
S14: Λωρίδες κυκλοφορίας αυτοκινήτων	0	Περισσότερες από 4 λωρίδες κυκλοφορίας ή δεν υπάρχει πεζοδρόμιο	14.63%	23.48%	26.00%
	1	2 έως 4 λωρίδες κυκλοφορίας	59.29%	49.51%	51.47%
	2	Πεζόδρομος ή 1 λωρίδα κυκλοφορίας	26.09%	27.01%	22.53%
C1_1: Φωτεινός σηματοδότης	0	Χωρίς φωτεινό σηματοδότη	88.02%	70.83%	67.83%
	1	Διάβαση με φωτεινούς σηματοδότες για πεζούς	11.98%	29.17%	32.17%
C1_2: Ράμπες	0	Σύνδεση πεζοδρομίων χωρίς ράμπες	18.27%	17.26%	16.59%
	1	Σύνδεση πεζοδρομίων με 1 ράμπα στη 1 πλευρά	10.88%	7.17%	2.37%
	2	Σύνδεση πεζοδρομίων με 2 ράμπες και στις 2 πλευρές	70.85%	75.57%	81.04%
	0	Διάβαση χωρίς διαγράμμιση	83.50%	68.72%	66.92%

C1_3: Διαγράμμιση διάβασης	1	Διάβαση με διαγράμμιση	16.50%	31.28%	33.08%
Συνολικό score ελκυστικότητας μετακίνησης πεζή			37.39%	38.23%	36.03%

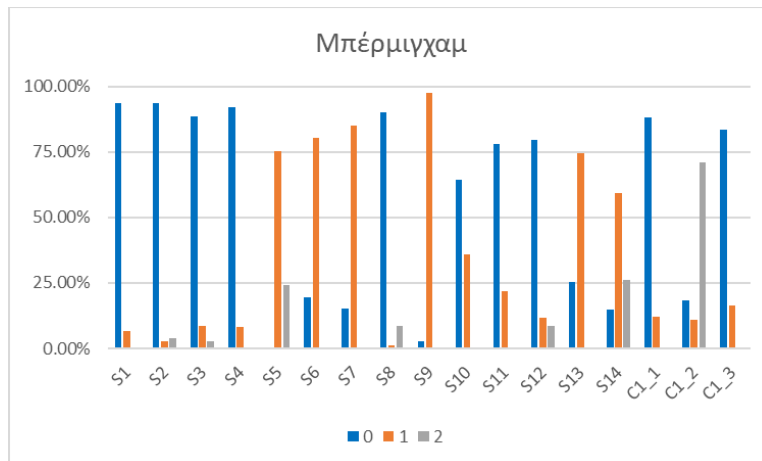
Πίνακας 4. 1: Ποσοστά τιμών μεταβλητών και συνολικά score κάθε κέντρου πόλης

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, γίνεται αντιληπτό ότι οι τρεις πόλεις είναι πολύ κοντά όσον αφορά την ελκυστικότητά τους για μετακίνηση πεζή, με το Εδιμβούργο να εμφανίζει το καλύτερο score συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Πιο αναλυτικά, τα ποσοστά μεταβλητών με τις μεγαλύτερες διαφορές τα οποία αξίζει να αναφερθούν είναι τα ακόλουθα.

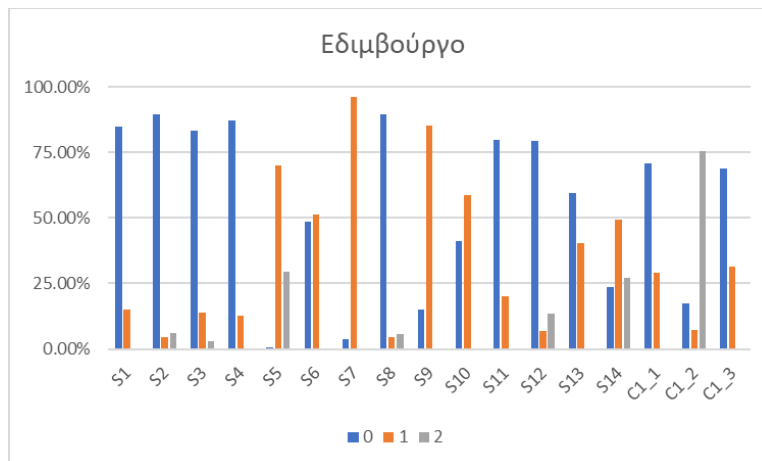
- I. Το Μπέρμιγχαμ παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό ενεργών χρήσεων γης από τις υπόλοιπες πόλεις, με μόλις το 6.57% του συνολικού μήκους των πλευρών των ΟΤ του κέντρου να αντιστοιχεί σε τόξα με χρήσεις όπως εμπόριο, ψυχαγωγία εστίαση κ.α. Βέβαια, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ενώ το Εδιμβούργο διαθέτει το μεγαλύτερο ποσοστό ενεργών χρήσεων γης, αυτό είναι και πάλι μικρό, της τάξεως του 15.1%, ποσοστά που υποδηλώνουν την ύπαρξη πυρήνων και στα τρία υπό μελέτη κέντρα αλλά και τη μεγάλη αντίθεση χρήσεων γης που επικρατούν σε αυτά.
- II. Άξιο σχολιασμού είναι το πολύ μικρό ποσοστό έλλειψης φωτιστικών σωμάτων στο κέντρο του Μπέλφαστ, με μόλις το 0.05% των συνολικών οδών του να μην περιλαμβάνει φωτισμό. Η ίδια παράμετρος φαίνεται να ισχύει και στις άλλες δύο πόλεις σε ποσοστά μεγαλύτερα αλλά εξίσου μικρά.
- III. Το επίπεδο συντήρησης των κτηρίων φαίνεται να πλεονεκτεί στην περιοχή του Μπέρμιγχαμ, όπου το 80.33% του κέντρου του περιλαμβάνει κτήρια σε καλή κατάσταση. Αντίθετα, το Μπέλφαστ παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό μη συντηρημένων κτηρίων, το οποίο αγγίζει το 53.15%, κάτι που μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι μεγάλο μέρος του κέντρου της πόλης βρίσκεται υπό ανάπλαση.
- IV. Το Εδιμβούργο εμφανίζει το μικρότερο ποσοστό (3.67%) βανδαλισμού των κτηρίων του με γκράφιτι, κάτι που το καθιστά πρώτο στην κατάταξη των πόλεων με κτήρια που είναι καθαρά από γκράφιτι. Στον αντίποδα, το Μπέρμιγχαμ και το Μπέλφαστ παρουσιάζουν και πάλι υψηλά ποσοστά κτηρίων χωρίς γκράφιτι, χαμηλότερα ωστόσο από το Εδιμβούργο, με ποσοστά 84.92% και 83.68% αντίστοιχα.
- V. Όσον αφορά την ύπαρξη ή μη ποδηλατοδρόμων, το συμπέρασμα που προκύπτει από τα παραπάνω αποτελέσματα, είναι ότι και οι τρεις πόλεις έχουν σημαντικά υψηλό ποσοστό έλλειψης ποδηλατοδρόμων με πάνω από το 89% των δρόμων του κέντρου και στις τρεις περιπτώσεις να μην διαθέτει εγκαταστάσεις για κίνηση ποδηλάτων.
- VI. Η πολιτεία του Μπέρμιγχαμ, φαίνεται να έχει μεριμνήσει για την κατασκευή πεζοδρομίων στο κέντρο, με αποτέλεσμα μόνο το 2.66% των συνολικών δρόμων του να μη διαθέτει πεζοδρόμιο (μεταβλητή S9), σε αντίθεση με το Εδιμβούργο, που έχοντας ποσοστό 14.93% μη πεζοδρομημένων οδών, έρχεται στην τελευταία θέση. Παρόλα αυτά, το 64.17% των πεζοδρομίων του κέντρου του Μπέρμιγχαμ, δεν είναι συντηρημένα (μεταβλητή S10) κατατάσσοντας το στην 2^η θέση, με την 1^η θέση να καταλαμβάνει το Εδιμβούργο το οποίο έχει τα λιγότερα προβληματικά πεζοδρόμια με ποσοστό 41.26%.

- VII. Σχετικά με την σκίαση των πεζοδρομίων, φαίνεται ότι και οι τρεις πόλεις έχουν μικρά ποσοστά κάλυψης από δέντρα. Ωστόσο, η πόλη με το μεγαλύτερο ποσοστό σε σκίαση είναι το Μπέλφαστ, εφόσον 21.49 % του συνόλου της παρουσιάζεται να παρέχει στο μεγαλύτερο μήκος του πεζοδρομίου σκίαση για τους πεζούς.
- VIII. Το Μπέρμιγχαμ είναι η πόλη με το μεγαλύτερο ποσοστό πεζοδρομίων με μεγάλο πλάτος, αφού στο 74.58% αυτών μπορούν να περπατήσουν ταυτόχρονα και άνετα περισσότεροι από 3 άνθρωποι. Το Εδιμβούργο και το Μπέλφαστ έχουν μικρότερο αριθμό πεζοδρομίων με μεγάλο πλάτος, σε ποσοστά 40.45% και 44.10% αντίστοιχα.
- IX. Μία από τις σημαντικότερες μεταβλητές αξιολόγησης είναι ο βαθμός ελκυστικότητας της πόλης προς άτομα-χρήστες αναπηρικού αμαξιδίου. Όπως γίνεται φανερό και στις τρεις πόλεις, μεγάλο ποσοστό συνδέσεων των πεζοδρομίων (crossing) έχουν και από τις δύο μεριές ράμπες καθιστώντας τα πεζοδρόμια λειτουργικά προς τα άτομα με κινητικά προβλήματα. Αναλυτικότερα, με σειρά κατάταξης από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο ποσοστό, το 81.04% των πεζοδρομίων του Μπέλφαστ, το 75.57% των πεζοδρομίων του Εδιμβούργου και το 70.85% των πεζοδρομίων του Μπέρμιγχαμ διαθέτει σύνδεση με 2 ράμπες και στις 2 πλευρές.
- X. Τέλος, μόλις το 16.50% των συνδέσεων των πεζοδρομίων του Μπέρμιγχαμ διαθέτουν διάβαση με διαγράμμιση, όντας τελευταίο στην κατάταξη συγκριτικά με τις άλλες δύο πόλεις, στις οποίες το 31.28% (Εδιμβούργο) και το 33.08% (Μπέλφαστ) των πεζοδρομίων τους ενώνονται με διαγράμμιση.

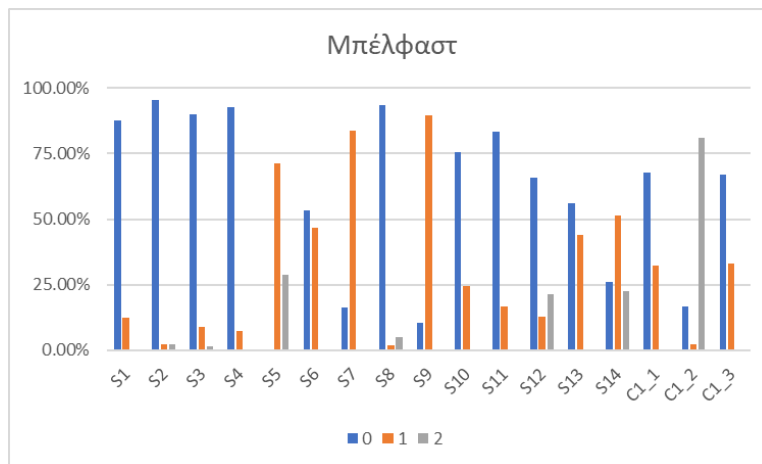
Παρακάτω παρουσιάζονται τα γραφήματα με τα ποσοστά των τιμών που μπορεί να λάβουν οι μεταβλητές για κάθε αστικό κέντρο.



Γράφημα 4. 1: Ποσοστό κάθε τιμής κάθε μεταβλητής για το κέντρο του Μπέρμιγχαμ

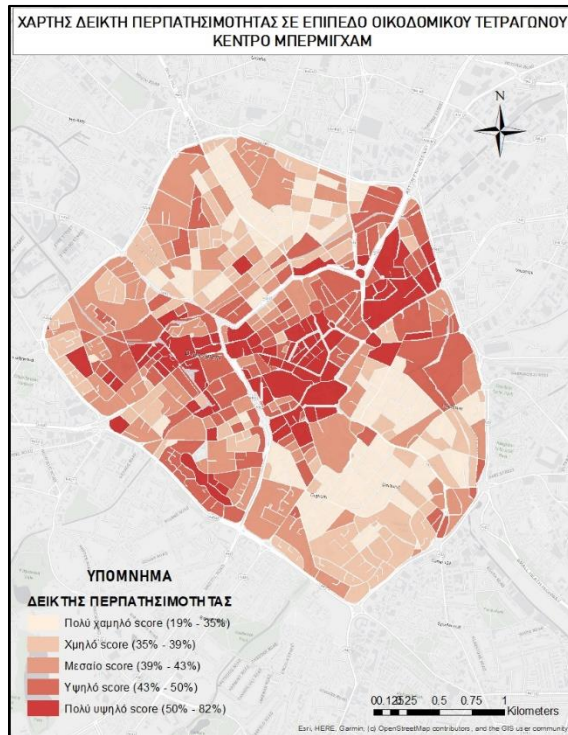


Γράφημα 4. 2: Ποσοστό κάθε τιμής κάθε μεταβλητής για το κέντρο του Εδιμβούργου

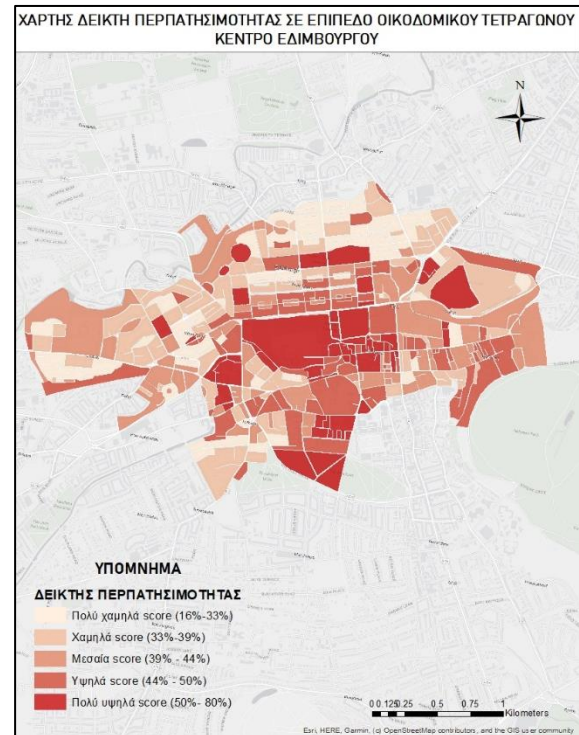


Γράφημα 4. 3: Ποσοστό κάθε τιμής κάθε μεταβλητής για το κέντρο του Μπέλφαστ

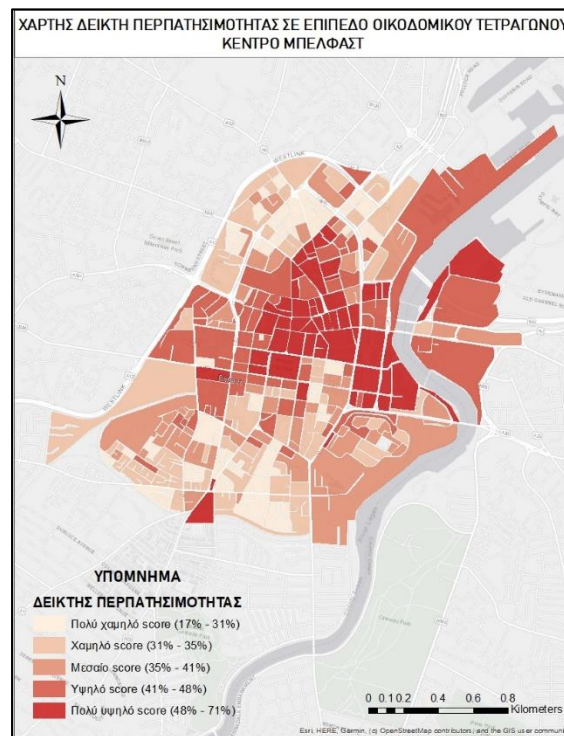
Έπειτα από την εφαρμογή όσον αναφέρονται στο κεφάλαιο 3, ο δείκτης περπατησιμότητας σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου για το κάθε κέντρο πόλης προέκυψε χωρικά όπως παρουσιάζεται στους χάρτες που ακολουθούν.



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 4.26: (α) Χωρική κατανομή βαθμού περπατησιμότητας στο Μπέρμιγχαμ, (β) Χωρική κατανομή βαθμού περπατησιμότητας στο Εδιμβούργο, (γ) Χωρική κατανομή βαθμού περπατησιμότητας στο Μπέλφαστ

Όπως φαίνεται στους παραπάνω χάρτες και στις τρεις περιπτώσεις, παρατηρείται συγκέντρωση υψηλών τιμών περπατησιμότητας κυρίως στους πυρήνες των περιοχών που αποτελούν και τα αστικά κέντρα τους. Εκεί συγκεντρώνεται πλήθος πεζοδρόμων και ενεργών χρήσεων γης όπως εμπόριο, εστίαση και ψυχαγωγία. Στην περίπτωση του Μπέρμιγχαμ οι χρήσεις γης με πολύ υψηλά score περπατησιμότητας καλύπτουν περίπου το 21.14% της πόλης, στο Εδιμβούργο το 19.55% και στο Μπέλφαστ το 19.23%.

Πιο αναλυτικά, ξεκινώντας με την περιοχή του Μπέρμιγχαμ και όπως παρατηρείται από την χωρική κατανομή των δεικτών περπατησιμότητας, παρουσιάζεται υψηλή αντίθεση στη διακύμανση των βαθμολογιών μέσα στο κέντρο και γύρω από αυτό. Όπως φαίνεται, οι υψηλότερες τιμές περπατησιμότητας εμφανίζονται στην περιοχή City Center γύρω από τον καθεδρικό ναό St. Philips, τον σιδηροδρομικό σταθμό Birmingham New Street και τους μεγάλους εμπορικούς δρόμους Corporation Street και High Street. Ακόμη, υψηλή περπατησιμότητα εμφανίζει η περιοχή Theatreland στα αριστερά του κέντρου, όπου βρίσκεται και το πάρκο City Center Gardens, αλλά και η περιοχή γύρω από τα πανεπιστήμια του Μπέρμιγχαμ, δεξιά του κέντρου. Τέλος, τα οικοδομικά τετράγωνα κατά μήκος των ποταμών που διασχίζουν την πόλη, όπου επιτρέπεται μόνο η διέλευση πεζών και ποδηλάτων, παρουσιάζουν κι αυτά, ως επί το πλείστον, από μεσαία έως πολύ υψηλά επίπεδα περπατησιμότητας. Στον αντίποδα, οι γειτονιές Digbeth, Deritend και Bordesley νότια του κέντρου, με τις χαμηλότερες τιμές περπατησιμότητας, αποτελούνται κυρίως από μη ενεργές χρήσεις γης όπως βιομηχανικές χρήσεις, πάρκινγκ και εγκαταλελειμμένα κτήρια δημιουργώντας ένα περιβάλλον απρόσιτο για τον πεζό, ενώ οι γειτονιές Jewellery Quarter και Newtown βόρεια του κέντρου, με επίσης χαμηλά score περπατησιμότητας, αποτελούνται κυρίως από χρήσεις όπως κατοικίες, γραφεία και μη ενεργές όψεις. Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται αυτή η πολύ μεγάλη αντίθεση μεταξύ κέντρου και γύρω περιοχής για το αστικό κέντρο του Μπέρμιγχαμ.



(α)



(β)

Εικόνα 4.27: Περιοχές με υψηλή βαθμολογία περπατησιμότητας (α) και χαμηλή βαθμολογία περπατησιμότητας (β), Μπέρμιγχαμ (πηγή: Google Street View)

Συνεχίζοντας με την περιοχή του Εδιμβούργου, όπως φαίνεται και στον αντίστοιχο χάρτη, το νότιο κομμάτι της πόλης, φαίνεται να είναι πιο περπατήσιμο από το βόρειο. Πιο συγκεκριμένα, την υψηλότερη βαθμολογία περπατησιμότητας τη συναντάμε στην Παλιά Πόλη του Εδιμβούργου, που είναι και η πιο τουριστική περιοχή της πόλης. Υψηλό δείκτη περπατησιμότητας εμφανίζουν, λοιπόν, οι περιοχές γύρω από το Κάστρο του Εδιμβούργου, τον καθεδρικό ναό Αγίου Αιγιδίου (St Giles' Cathedral), τον εμπορικό πεζόδρομο High Street και το Διεθνές Συνεδριακό Κέντρο του Εδιμβούργου (Edinburgh International Conference Centre). Ακόμη, σημαντικός βαθμός περπατησιμότητας εμφανίζεται στην περιοχή νότια του κέντρου και γύρω από το μεγάλο πάρκο The Meadows, καθώς επίσης και κοντά σε πανεπιστήμια, κολλέγια και σχολεία. Τέλος, τα χαμηλότερα score για πεζή μετακίνηση παρατηρούνται στην περιοχή της Νέας

Πόλης με κυρίαρχες χρήσεις γης τις κατοικίες. Ωστόσο, ακόμη και σε αυτές τις περιοχές χωροθετούνται πάρκα που επιτρέπουν ένα καλύτερο περιβάλλον για τον πεζό. Σε γενικές γραμμές το μεγαλύτερο μέρος του Εδιμβούργου φαίνεται να κυμαίνεται από μεσαίες έως πολύ υψηλές βαθμολογίες περπατησιμότητας, με τα ποσοστά οικοδομικών τετραγώνων με πολύ χαμηλές βαθμολογίες να είναι μικρά.



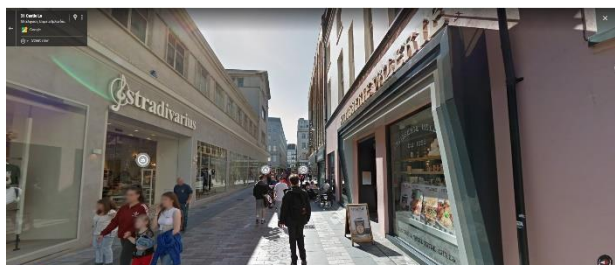
(α)



(β)

Εικόνα 4.28: Περιοχές με υψηλή βαθμολογία περπατησιμότητας (α) και χαμηλή βαθμολογία περπατησιμότητας (β), Εδιμβούργο (πηγή: Google Street View)

Καταλήγοντας με την πόλη του Μπέλφαστ, όπως γίνεται αντιληπτό πρόκειται για μία πόλη η οποία μοιάζει βαθμολογικά με την πόλη του Μπέρμιγχαμ, παρουσιάζοντας αντιθέσεις μεταξύ του πυρήνα και της γύρω περιοχής. Αναλυτικότερα, το αστικό κέντρο φαίνεται να παρουσιάζει πολύ υψηλές βαθμολογίες περπατησιμότητας ιδιαίτερα γύρω από το Δημαρχείο του Μπέλφαστ (Belfast City Hall) που αποτελεί και το κεντρικότερο κτήριο της πόλης. Ακόμη, υψηλές τιμές περπατησιμότητας παρουσιάζουν τα οικοδομικά τετράγωνα της περιοχής Cathedral Quarter που περιλαμβάνει πληθώρα εμπορικών καταστημάτων και κέντρων διασκέδασης και εστίασης και ιδιαίτερα γύρω από το ιστορικό αξιοθέατο Cathedral Quarter Belfast. Η περιοχή κατά μήκος του ποταμού Λάγκαν, έχοντας υποστεί πρόσφατα αστική ανάπλαση, διαθέτουν επίσης καλά επίπεδα περπατησιμότητας. Αυτές με τους υψηλότερους δείκτες βρίσκονται γύρω από το ιστορικό αξιοθέατο Albert Memorial Clock στην πλατεία Queen's Square και κοντά στον σιδηροδρομικό σταθμό Belfast Central Railway Station, αλλά και κοντά σε ορισμένα γραμμικά πάρκα που πρόσφατα έχουν δημιουργηθεί. Τέλος, χαμηλότεροι δείκτες περπατησιμότητας παρατηρούνται βόρεια και νότια του αστικού κέντρου όπου επικρατούν κυρίως κατοικίες, εγκαταλελειμμένα κτήρια και μη ενεργές όψεις. Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί ότι μεγάλο μέρος της πόλης βρίσκεται υπό ανάπλαση και επομένως οι γειτονίες με πολύ χαμηλούς δείκτες περπατησιμότητας ενδέχεται να ανέβουν βαθμολογικά τα επόμενα έτη.



(α)



(β)

Εικόνα 4.29: Περιοχές με υψηλή βαθμολογία περπατησιμότητας (α) και χαμηλή βαθμολογία περπατησιμότητας (β), Μπέλφαστ (πηγή: Google Street View)

4.3 Διερεύνηση βαθμού συσχέτισης περπατησιμότητας και αξίας ενοικίων κατοικίας στις περιοχές μελέτης

Στην ενότητα που ακολουθεί πρόκειται να αναλυθεί η διαδικασία συλλογής των δεδομένων που αφορούν τις αξίες ενοικίων κάθε αστικού κέντρου. Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι να αξιοποιηθούν οι αξίες αυτές για να προκύψει τελικά το ποσό της μέσης αύξησης των τιμών των ενοικίων της κάθε πόλης να αυξηθεί κατά 10% η περπατησιμότητα της εκάστοτε περιοχής.

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3, η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται μέσω των μοντέλων πολλαπλής παλινδρόμησης OLS και GWR και της οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων που αυτά δίνουν, με τη βοήθεια του δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης (Global Moran's I). Τελικά, η μεθοδολογία εξάγει το βέλτιστο μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης και τον συνδυασμό εκείνων των ανεξάρτητων μεταβλητών που συσχετίζονται με την εξαρτημένη μεταβλητή, δίνοντας τον αντίστοιχο βαθμό συσχέτισής τους.

Η επιλογή για διερεύνηση αυτής της σχέσης έγινε εφόσον επιτακτική ανάγκη στον αστικό σχεδιασμό αποτελεί η βιωσιμότητα των πόλεων. Η απόδειξη της θετικής σχέσης μεταξύ των τιμών ενοικίασης καταλύματος και της περπατησιμότητας καθιστά απαραίτητη τη βελτίωση των υποδομών πεζής μετακίνησης σε μία πόλη, καθώς ενισχύει την οικονομία του δήμου προσφέροντας παράλληλα πληθώρα θετικών αντίκτυπων στους κατοίκους και στο περιβάλλον που ζουν. Με τον τρόπο αυτό, ενισχύεται η ανθρωποκεντρική διάσταση του σχεδιασμού των πόλεων και εξυπηρετούνται ποικίλες κοινωνικές ανάγκες για ελεύθερη μετακίνηση, προσβασιμότητα και επικοινωνία αλλά και οικονομικές ανάγκες για την περεταίρω εξέλιξη της πόλης.

4.3.1 Προεπεξεργασία δεδομένων πολλαπλής παλινδρόμησης

Προκειμένου να διαπιστωθεί πως επηρεάζει η περπατησιμότητα τις τιμές των ενοικίων σε οικονομικά μεγέθη, χρειάστηκε να συλλεχθούν χωρικά δεδομένα σε σημειακή μορφή, τα οποία αφορούν πραγματικά ακίνητα για κάθε κέντρο πόλης. Τα δεδομένα αυτά έπρεπε να περιλαμβάνουν τόσο την πληροφορία της τιμής ενοικίασης κάθε καταλύματος όσο και άλλες πληροφορίες σχετικές με το κατάλυμα. Ακόμη, απαραίτητη ήταν η συλλογή κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων που να σχετίζονται με την πληροφορία της αξίας της κατοικίας ώστε να μπορεί να δουλέψει το μοντέλο παλινδρόμησης.

Τα δεδομένα των ενοικίων των κατοικιών και τα κοινωνικο-οικονομικά δεδομένα κάθε κέντρου πόλης προέρχονται από διαφορετικές πηγές το κάθε ένα.

- Όσον αφορά την πόλη του Μπέρμιγχαμ τα δεδομένα συλλέχθηκαν από ιστοσελίδα της εταιρίας Zoopla. Τα δεδομένα αυτά αφορούν όλα τα ενοικιαζόμενα καταλύματα της εταιρίας, για τη χρονολογία του 2021. Περιλαμβάνουν την τιμή ενοικίασης κάθε καταλύματος σε λίρες ανά εβδομάδα καθώς επίσης και ποσοτικές πληροφορίες σχετικές με το κάθε δωμάτιο, όπως αριθμός υπνοδωματίων, αριθμός μπάνιων και αριθμός σαλονιών. Τελικά συγκεντρώθηκαν 242 κτήρια (πηγή: <https://www.zoopla.co.uk/>).
- Για την πόλη του Εδιμβούργου τα δεδομένα συλλέχθηκαν από ιστοσελίδα της εταιρίας Airbnb με ονομασία 'Airbnb Data Collection: City Maps'. Τα συγκεκριμένα δεδομένα αφορούν όλα τα ενοικιαζόμενα καταλύματα της εταιρίας, για τη χρονολογία του 2015 και περιλαμβάνουν την τιμή ενοικίασης κάθε καταλύματος σε λίρες ανά βράδυ καθώς και ποσοτικές πληροφορίες σχετικές με το

κάθε δωμάτιο, όπως αριθμός υπνοδωματίων, αριθμός μπάνιων, κριτική επισκεπτών και άλλα. Τελικά συγκεντρώθηκαν 725 σημειακά δεδομένα (πηγή: <http://tomslee.net/airbnb-data>).

- Για την πόλη του Μπέλφαστ, λόγω δυσκολίας εύρεσης των συγκεκριμένων δεδομένων, αυτά συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές, με πολλά από αυτά να ψηφιοποιηθούν και χειροκίνητα. Τα συγκεκριμένα δεδομένα αφορούν τουριστικά καταλύματα των εταιριών Airbnb, Booking και Gites.fr της χρονολογίας 2020 και περιλαμβάνουν την τιμή ενοικίασης κάθε καταλύματος σε λίρες ανά βράδυ καθώς και ποσοτικές πληροφορίες σχετικές με το κάθε δωμάτιο, όπως αριθμός υπνοδωματίων, αριθμός μπάνιων, αριθμός κρεβατιών και αριθμός σαλονιών. Τελικά συγκεντρώθηκαν 140 σημειακά δεδομένα (πηγές: <https://www.booking.com/index.el.html>, <https://www.airbnb.co.uk/>, [Recherche Holiday houses Belfast \(gites.fr\)](https://www.gites.fr/)).

Προχωρώντας με τη συλλογή των κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων, αυτά συλλέχθηκαν από ανοιχτές πηγές πληροφοριών, κυρίως κρατικές, για κάθε πόλη ξεχωριστά.

- Για το Μπέρμιγχαμ συλλέχθηκαν από το Κέντρο Έρευνας Δεδομένων Καταναλωτών (Consumer Data Reserch Center) για το έτος 2019 (πηγή: <https://maps.cdrc.ac.uk/#/geodemographics/imde2019/default/BTTTTFT/10/-0.1500/51.5200/>)
- Για την πόλη του Εδιμβούργου συλλέχθηκαν από την ιστοσελίδα 'Scottish Index of Multiple Deprivation 2020' για το έτος 2020 (πηγή: <https://simd.scot/#/simd2020/BTTTTFT/13/-3.2129/55.9432/>)
- Τέλος, για την πόλη του Μπέλφαστ συλλέχθηκαν από την ιστοσελίδα 'Open Data Portal / Detail Data' για το έτος 2020 (πηγή: <https://data.nicva.org/dataset/ni-multiple-deprivation-measure-2010-super-output-areas-soa>)

Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή των δεδομένων, ακολούθησε η διαδικασία της ένωσης των σημειακών δεδομένων τόσο με την κοινωνικο-οικονομική πληροφορία όσο και με την πληροφορία του μέσου βαθμού περπατησιμότητας, για κάθε κέντρο πόλης. Αυτό έγινε έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα σημειακό αρχείο τύπου shapefile το οποίο να περιλαμβάνει όλες τις μεταβλητές που χρειάζονται για να ξεκινήσει η διαδικασία της παλινδρόμησης, στην οποία η εξαρτημένη μεταβλητή θα είναι η τιμή του εκάστοτε ενοικιαζόμενου καταλύματος και οι ανεξάρτητες θα είναι η περπατησιμότητα και κάποιες από τις υπόλοιπες μεταβλητές οι οποίες σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τις αξίες ενοικίου.

4.4 Αποτελέσματα πολλαπλής παλινδρόμησης για το κέντρο του Μπέρμιγχαμ

4.4.1 Εξαρτημένη και ανεξάρτητες μεταβλητές - Μπέρμιγχαμ

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο κεφάλαιο 3 έδειξε ότι οι μεταβλητές που συνθέτουν το βέλτιστο μοντέλο GWR και σχετίζονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο με την τιμή ενοικίασης είναι:

- Περπατησιμότητα: Μέσος όρος βαθμολογίας περπατησιμότητας σε ακτίνα 100μ.
- Δωμάτια: Ο αριθμός δωματίων του καταλύματος
- Μπάνια: Ο αριθμός μπάνιων του καταλύματος

- Εισόδημα¹: Το ετήσιο εισόδημα των κατοίκων (κλίμακα 1-10, κατάταξη σε επίπεδο γειτονιάς)
- Εργαζόμενοι²: Το πλήθος των εργαζομένων (κατάταξη σε επίπεδο γειτονιάς)
(<https://data.cdrc.ac.uk/dataset/index-multiple-deprivation-imd/resource/english-imd-2019>)

Όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα συντελεστών συσχέτισης (Πίνακας 4.2), όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν μέτρια έως καλή θετική ή αρνητική συσχέτιση Pearson με τον δείκτη της τιμής ενοικίασης (εξαρτημένη μεταβλητή). Η πιο δυνατή θετική συσχέτιση ωστόσο, είναι αυτή της τιμής ενοικιαζόμενης κατοικίας με τον αριθμό δωματίων, του ύψους $r=0.638$, ενώ η ασθενέστερη θετική σχέση επισημάνθηκε με την περπατησιμότητα, όπου $r = 0.306$. Αρνητικές σχέσεις διακρίνονται μεταξύ της τιμής ενοικίου και των μεταβλητών εισόδημα και εργαζόμενοι, οι οποίες όπως φαίνεται είναι σχετικά χαμηλές.

Μεταβλητή	Τιμή	Περπατησιμότητα	Δωμάτια	Μπάνια	Εισόδημα	Εργαζόμενοι
Τιμή	1.000					
Περπατησιμότητα	0.306	1.000				
Δωμάτια	0.638	0.094	1.000			
Μπάνια	0.570	0.145	0.544	1.000		
Εισόδημα	-0.184	0.031	-0.274	-0.228	1.000	
Εργαζόμενοι	-0.201	0.054	-0.229	-0.187	0.945	1.000

Πίνακας 4.2: Πίνακας συντελεστών συσχέτισης (Pearson (r) Correlation Matrix), Μπέρμιγχαμ

Η εικόνα 4.30 δείχνει τη χωρική κατανομή των υψηλών και χαμηλών τιμών των αξιών ενοικίου και της περπατησιμότητας για την πόλη του Μπέρμιγχαμ. Όπως φαίνεται από τον χάρτη τιμών ενοικίασης, το ανατολικό ημισφαίριο της περιοχής καλύπτεται, ως επί το πλείστον, από πολύ χαμηλές τιμές γεγονός που οφείλεται στην φύση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, αφού στις περιοχές αυτές δεν υπήρχαν ή υπήρχαν ελάχιστα ενοικιαζόμενα καταλύματα. Όσον αφορά το δυτικό ημισφαίριο, όπου χωροθετούνται και τα περισσότερα ενοικιαζόμενα καταλύματα της πόλης, οι υψηλότερες τιμές ενοικίων συναντώνται στο κέντρο της πόλης γύρω από τον σιδηροδρομικό σταθμό Birmingham New Street και γύρω από τον κεντρικό δρόμο Suffolk Street Queensway. Ακόμη υψηλές τιμές ενοικίασης παρατηρούνται στη γειτονιά Gas Street Basin κυρίως γύρω από το κανάλι Birmingham Canal Old Line. Χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται κοντά στη γειτονιά Theatreland και συγκεκριμένα κοντά στην εκκλησία New Meeting Church και τέλος η περιοχή Jewellery Quarter, στα βόρεια της πόλης με χρήση γης κατοικίες, παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές ενοικιαζόμενων καταλυμάτων.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται τα στατιστικά μεγέθη των τιμών ενοικίασης που επικρατούν στην πόλη του Μπέρμιγχαμ και αφορούν την τιμή ενοικίασης σε λίρες ανά εβδομάδα.

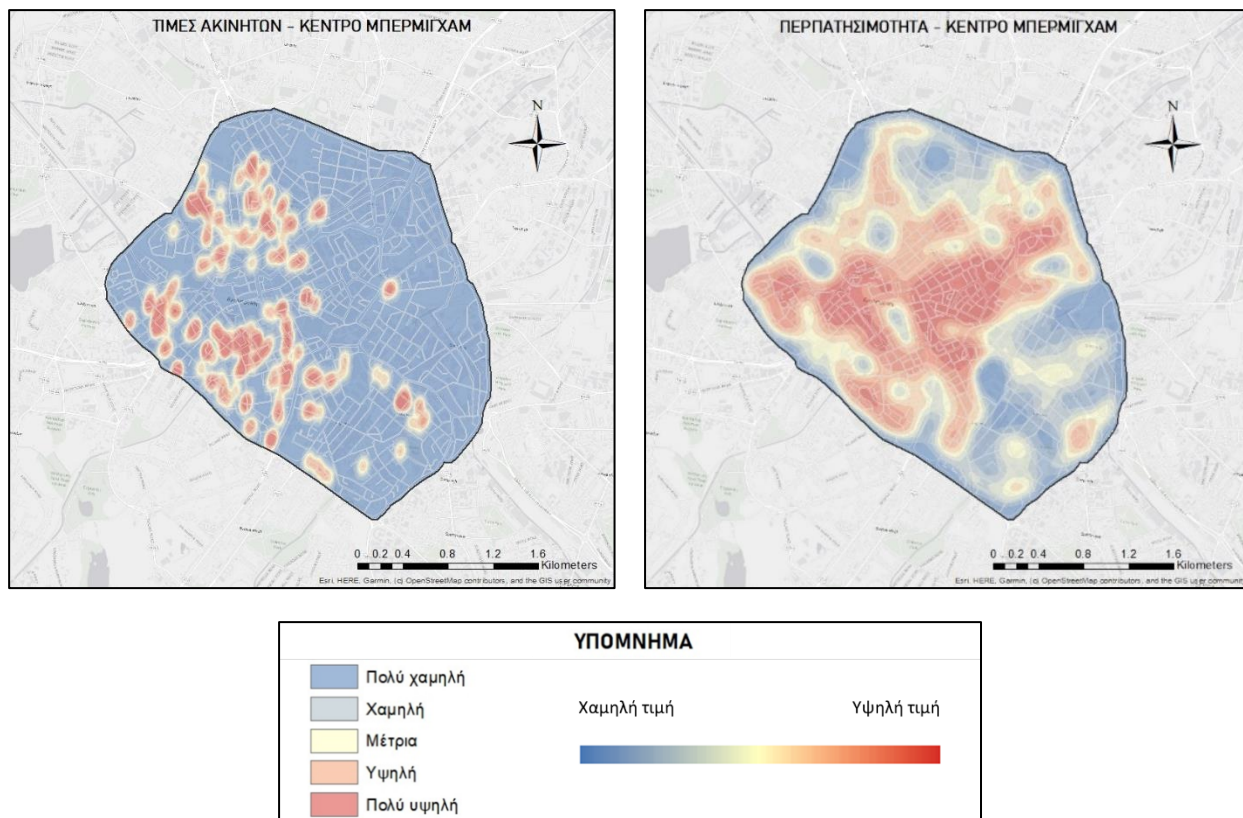
Στατιστικά μεγέθη	Τιμή ενοικίου κατοικίας
Ελάχιστη τιμή	£117 /βδομάδα
Μέγιστη τιμή	£243 /βδομάδα
Μέση τιμή	£165 /βδομάδα

Πίνακας 4.3: Στατιστικά μεγέθη τιμών ενοικίασης κατοικίας, Μπέρμιγχαμ

¹ Income Decile (where 1 is most deprived 10% of LSOAs)

² Employment Rank (where 1 is most deprived)

Συγκρίνοντας τη χωροθέτηση των υψηλότερων τιμών ενοικίασης και των υψηλότερων τιμών περπατησιμότητας, η μεγαλύτερη αντίθεση παρατηρείται στο ανατολικό ημισφαίριο όπου, όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν γειτονιές με υψηλούς δείκτες περπατησιμότητας, ωστόσο δεν υπάρχουν εκμεταλλεύσιμα προς ενοικίαση ακίνητα. Παρόλα αυτά, στις περισσότερες των περιπτώσεων φαίνεται πως οι περιοχές με υψηλές τιμές ενοικίασης καταλύματος συμπίπτουν με περιοχές υψηλού δείκτη περπατησιμότητας, όπως ο πολυσύχναστος σιδηροδρομικός σταθμός στο κέντρο της πόλης, τα μονοπάτια δίπλα στα κανάλια της περιοχής και οι γειτονιές με εκπαιδευτικά ιδρύματα και κατοικίες. Εδώ, αξίζει να σημειωθεί ότι η περιοχή Jewellery Quarter εμφανίζει χαμηλότερες τιμές αξίες γης όπως και τιμές περπατησιμότητας, αλλά υψηλή πυκνότητα ενοικιαζόμενων καταλυμάτων, γεγονός που μπορεί να δικαιολογηθεί από την πληθώρα κατοικιών που υφίστανται σε εκείνη τη ζώνη. Τέλος, μία αντίθεση που παρατηρείται στο νότιο ημισφαίριο και στις πιο απομακρυσμένες από το κέντρο γειτονιές, είναι ότι ενώ επικρατούν χαμηλές τιμές περπατησιμότητας, υπάρχει ένα μικρό ποσοστό κατοικιών με υψηλές τιμές ενοικίασης (όπως στη γειτονιά Deritend) τα οποία χωροθετούνται κυρίως γύρω από πάρκα, εκπαιδευτικά ιδρύματα και κάποια μικρά κέντρα αναψυχής.



Εικόνα 4.30: Τιμές ενοικίασης κατοικίας και περπατησιμότητας για την πόλη του Μπέρμιγχαμ

4.4.2 Αποτελέσματα μεθόδου OLS - Μπέρμιγχαμ

Το μοντέλο OLS εξήγησε περίπου το 54.41% (Προσαρμοσμένο R^2) της διακύμανσης της μέσης τιμής των αξιών ενοικίασης στο κέντρο του Μπέρμιγχαμ, όπως φαίνεται και στον πίνακα 4.4. Τέσσερις εκ των πέντε διερευνητικών μεταβλητών, δηλαδή η περπατησιμότητα ($\beta=74.868620$), ο αριθμός δωματίων καταλύματος ($\beta=25.679196$), ο αριθμός μπάνιων καταλύματος ($\beta=18.146684$) και το ετήσιο εισόδημα

($\beta=4.219919$), κατέδειξαν θετική και ισχυρή στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή, με την περπατησιμότητα να είναι η ισχυρότερη εξ αυτών. Από την άλλη, η μεταβλητή του αριθμού των εργαζομένων εμφάνισε στατιστικά σημαντική αρνητική σχέση με τις αξίες ενοικίασης κατοικίας, ωστόσο αδύναμη. Έτσι, φαίνεται ότι η πραγματική σχέση μεταξύ της τιμής ενοικίου και των ανεξάρτητων μεταβλητών διαφέρει από αυτή που αναφέρεται στην απλή ανάλυση συντελεστών συσχέτισης (Πίνακας 4.2). Αυτό είναι ένα γνωστό ζήτημα στη στατιστική (MacKinnon et al., 2000), σύμφωνα με το οποίο οι προσεγγίσεις της απλής συσχέτισης και της παλινδρόμησης μπορεί να διαφέρουν, δημιουργώντας σύγχυση.

Προσαρμοσμένο R ²	Δείκτης AICc	Δείκτης Koenker (BP) Statistic	Δείκτης Joint F-Statistic	Δείκτης Joint Wald Statistic	Δείκτης Jarque-Bera Statistic
0.5441	2111.542395	15.0958*	58.5307*	250.0412*	5.9576

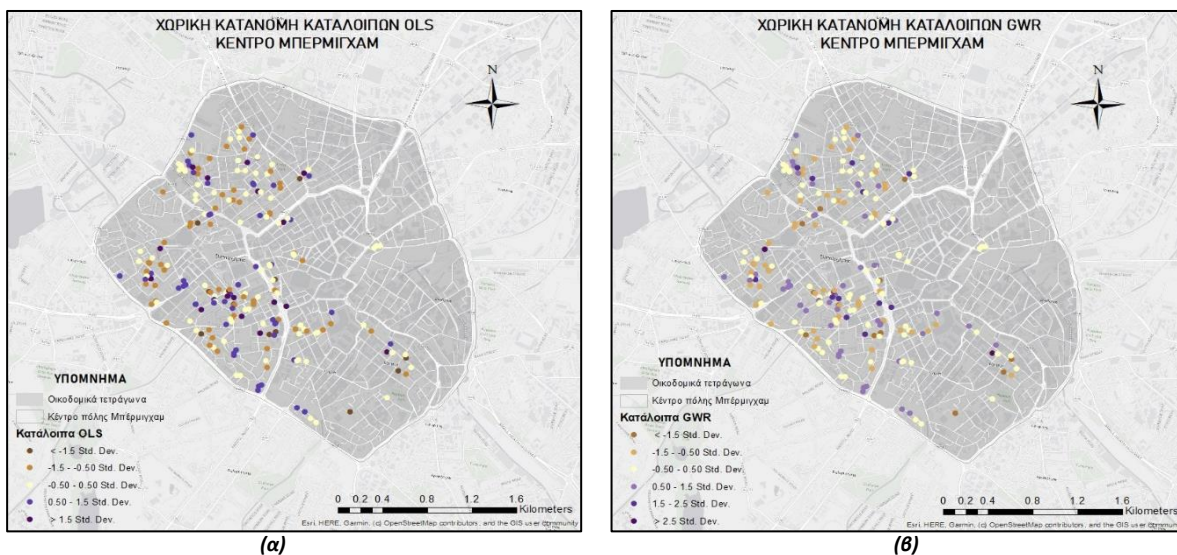
(*) Στατιστικά σημαντική τιμή p ($p < 0.01$)

Πίνακας 4.4: Διαγνωστικά OLS, Μπέρμιγχαμ

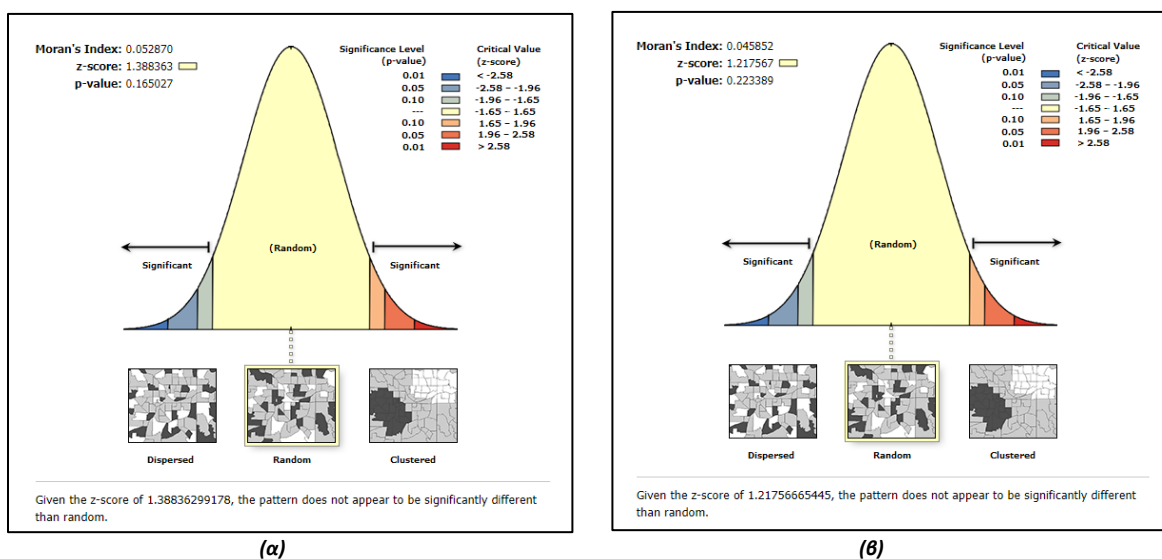
Μεταβλητή	Συντελεστής β	Τυπικό σφάλμα	Δείκτης t-Statistic	Δείκτης Robust Probabilities
Τιμή	95.629270	7.364042	12.985976	0.000000*
Περπατησιμότητα	74.868620	14.287608	5.240109	0.000005*
Δωμάτια	25.679196	2.871457	8.942915	0.000000*
Μπάνια	18.146684	3.230849	5.616692	0.000000*
Εισόδημα	4.219919	1.143516	3.690303	0.000129*
Εργαζόμενοι	-0.001221	0.000313	-3.905765	0.000049*

Πίνακας 4.5: Σύνοψη αποτελεσμάτων OLS (Εξαρτημένη μεταβλητή = Τιμή ενοικίου ανά εβδομάδα), Μπέρμιγχαμ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.5, η σχέση μεταξύ του βαθμού περπατησιμότητας και των ενοικίων δηλώνει πως, με την προϋπόθεση ότι όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, για 100% αύξηση της περπατησιμότητας ο δείκτης της αξίας ενοικίου (0-1) θα αυξηθεί κατά £74.8686/εβδομάδα. Λαμβάνοντας υπόψιν το γεγονός ότι οι υπόλοιπες τιμές εμφανίζουν πολύ χαμηλότερη συσχέτιση, αυτό το αποτέλεσμα γίνεται εξαιρετικά σημαντικό για τον αστικό σχεδιασμό, καθώς τονίζει τα οφέλη της περπατησιμότητας στην εξέλιξη των αξιών γης. Σε γενικές γραμμές, το μοντέλο OLS ήταν στατιστικά σημαντικό, αφού οι δείκτες Joint Wald και F-Statistic έδωσαν τιμή $p < 0.01$. Ακόμη, οι μοντελοποιημένες σχέσεις δεν ήταν σταθερές, δεδομένου ότι ο δείκτης Koenker (BP) Statistic ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < 0.01$). Τέλος, ο δείκτης Jarque-Bera Statistic, με $p > 0.01$, έδειξε πως τα κατάλοιπα ήταν κανονικά κατανομημένα και ως εκ τούτου οι προβλέψεις του OLS δεν ήταν μεροληπτικές, με αποτέλεσμα το μοντέλο του OLS να αμφισβητείται. Επομένως, ένα εναλλακτικό μοντέλο ή κάποιες άλλες διερευνητικές μεταβλητές θα πρέπει να εξετασθούν. Τέλος, με τη βοήθεια του δείκτη Global Moran's I (Εικόνα 4.32), αποδείχθηκε ότι τα κατάλοιπα είχαν τυχαία κατανομή στο χώρο ($I = 0.05$, βαθμολογία $z = 1.39$, τιμή $p > 0.01$), που σημαίνει ότι τα κατάλοιπα OLS δεν εμφανίζουν καμία χωρική αυτοσυσχέτιση (Εικόνα 4.31).



Εικόνα 4.31: (α) Χάρτης καταλοίπων OLS, (β) Χάρτης καταλοίπων GWR στο κέντρο του Μπέρμιγχαμ



Εικόνα 4.32: Οπτικοποίηση δείκτη Global Moran's I καταλοίπων OLS (α) και GWR (β)

4.4.3 Αποτελέσματα μεθόδου GWR – Μπέρμιγχαμ

Παρόλο που τα OLS κατάλοιπα δεν εμφάνιζαν χωρική αυτοσυσχέτιση, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο GWR με την προοπτική της εξαγωγής ακόμη πιο βελτιωμένων αποτελεσμάτων. Πράγματι, ο Πίνακας 4.6 αναφέρει ότι η προσαρμοσμένη τιμή R^2 του GWR μοντέλου ήταν 0.5455 και υψηλότερη από την αντίστοιχη τιμή του OLS (0.5441). Κατά συνέπεια, το μοντέλο GWR συγκριτικά με το μοντέλο OLS, εξήγησε σε σημαντικότερο βαθμό τη διακύμανση της μέσης τιμής των αξιών ενοικίασης καταλυμάτων για το κέντρο του Μπέρμιγχαμ και επομένως, είχε καλύτερη προσαρμοστικότητα.

Επιπροσθέτως, μελετώντας την τιμή AICc του μοντέλου OLS (Πίνακας 4.4) και GWR (Πίνακας 4.6) προέκυψε ότι ο δείκτης μειώθηκε κατά περίπου 0.05 μονάδες. Τα υπολείμματα του μοντέλου απεικονίζονται στην Εικόνα 4.30 (β) όπως επίσης και τα αποτελέσματα της οπτικοποίησης του Global

Moran's I στην Εικόνα 4.32. Με βάση αυτά, το μοντέλο GWR φαίνεται να είναι καλύτερο από το αντίστοιχο OLS, καθώς, όχι μόνο έδειξε ένα τυχαίο μοτίβο στη χωρική κατανομή των καταλοίπων του αλλά έδωσε τιμή δείκτη Moran's I κοντά στο 0 και βαθμολογία z σχεδόν 1. Το τελευταίο, δηλώνει πως το αποτέλεσμα δεν είναι στατιστικά σημαντικό (τιμή $p > 0.01$) και επομένως, εύλογα προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μέθοδος GWR βελτίωσε την προβλεπόμενη απόδοση του μοντέλου.

	Δείκτης Neighbors	Δείκτης Sigma	Δείκτης AICc	Δείκτης R ²	Προσαρμοσμένο R ²
GWR	242	18.632905	2111.49691	0.566265	0.545456

Πίνακας 4.6: Διαγνωστικά GWR, Μπέρμιγχαμ

Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία τοπικών τιμών R² που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7 καθώς και σε έναν από τους παρακάτω χάρτες (Εικόνα 4.33, ζ), ερμηνεύουν την απόδοση του εφαρμοζόμενου τοπικού μοντέλου παλινδρόμησης. Έτσι, τα αποτελέσματα πλησιέστερα στο 1 δείχνουν μια τοπική εξίσωση τέλει εφαρμογής. Οι τοπικές τιμές R² κυμαίνονταν μεταξύ 0.55 και 0.59 με μέση τιμή στο 0.57, κάτι που υποδηλώνει ότι σε όλες τις περιοχές της πόλης, όπου υπήρχαν ακίνητα προς ενοικίαση, οι τιμές του τοπικού δείκτη R² ήταν πάνω από 0.5. Δεδομένου αυτού, το τοπικό μοντέλο παρουσίασε μια καλή προσαρμογή σε όλες αυτές τις γειτονιές, με την καλύτερη προσαρμογή κοντά στο κέντρο της πόλης.

	Μέσος Όρος (Μ.Ο)	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή
Τοπικό R²	0.570070194	0.550845527	0.592454719

Πίνακας 4.7: Διακύμανση δείκτη τοπικού R² (Local R²), μοντέλο GWR, Μπέρμιγχαμ

Μεταβλητή	Συντελεστής β (Μ.Ο.)	Τυπικό σφάλμα (Μ.Ο.)	Δείκτης t-Statistic (Μ.Ο.)	Χαμηλότερο t-statistic	Υψηλότερο t-statistic
Τιμή	94.45038284	8.082488117	11.74889161	9.736523055	12.62121958
Περπατησιμότητα	71.95670544	15.7685638	4.555697103	3.795145054	5.190046747
Δωμάτια	27.37601641	3.217628138	8.550406403	6.135114926	9.300014939
Μπάνια	18.3858922	3.604452519	5.108850187	4.64074267	5.379629726
Εισόδημα	4.372228018	1.28383788	3.45364222	2.428460124	3.831497086
Εργαζόμενοι	-0.001274712	0.000353336	-3.656184924	-4.011310229	-2.765577025

Πίνακας 4.8: Συνοπτικά στατιστικά στοιχεία των εκτιμώμενων συντελεστών GWR (Εξαρτώμενη μεταβλητή = Τιμή ενοικίου ανά εβδομάδα), Μπέρμιγχαμ

Ο Πίνακας 4.8, δείχνει τα συνοπτικά στατιστικά στοιχεία των εκτιμώμενων συντελεστών του μοντέλου GWR και ο Πίνακας 4.9 παρουσιάζει το ποσοστό των δεικτών t-statistic με στατιστικά σημαντικούς συντελεστές ανά μεταβλητή. Στη συνέχεια, οι χάρτες της Εικόνας 4.33 δείχνουν τους στατιστικά σημαντικούς συντελεστές συσχέτισης επίσης για κάθε μεταβλητή. Έτσι, το σκούρο μπλε χρώμα απεικονίζει την ισχυρότερη θετική σχέση μεταξύ των μεταβλητών, ενώ το κίτρινο χρώμα δείχνει είτε ισχυρές αρνητικές σχέσεις ή αδύναμες θετικές σχέσεις. Αρχικά, βρέθηκε ότι όλες οι διερευνητικές μεταβλητές δεν εμφάνισαν χωρική ετερογένεια δηλαδή, στις γειτονιές του Μπέρμιγχαμ, όλοι οι συντελεστές ήταν είτε 100% αρνητικοί είτε 100% θετικοί. Πιο συγκεκριμένα, όλες οι μεταβλητές (Τιμή, Περπατησιμότητα, Δωμάτια, Μπάνια, Εισόδημα) παρουσίασαν θετική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή στο σύνολό τους, εκτός της μεταβλητής των εργαζομένων (Εργαζόμενοι) που εμφάνισε πλήρη

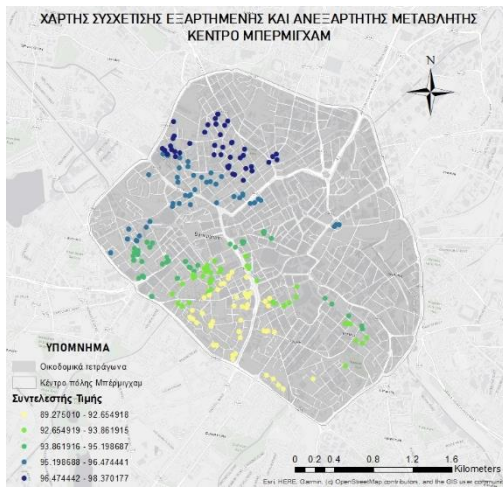
αρνητική σχέση με την τιμή ενοικίου. Σε σύγκριση με τα αποτελέσματα του μοντέλου της OLS, οι μέσες τιμές των συντελεστών είχαν την ίδια θετική ή αρνητική σχέση με τις τιμές ενοικίασης των κατοικιών και ο βαθμός συσχέτισης των ανεξάρτητων με την εξαρτημένη μεταβλητή παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητος. Τα ευρήματα των δεικτών t-statistics, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.9, έδειξαν ότι όλες οι μεταβλητές εμφάνισαν στατιστικά σημαντικούς συντελεστές συσχέτισης, καθώς καμία μεταβλητή δεν έδωσε τιμή t-value μεταξύ του διαστήματος -1.95 και 1.95.

Όσον αφορά τους συντελεστές της μεταβλητής της περπατησιμότητας, το σύνολο (100%) των τιμών τους παρουσίασαν θετική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή των αξιών ενοικίασης. Αναλυτικότερα, οι γειτονίες με τους χαμηλότερους συντελεστές συσχέτισης βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της πόλης (Jewellery Quarter), ενώ τις υψηλότερες τιμές συσχέτισης εμφάνισαν οι γειτονίες κοντά στο κέντρο (City Center) και νότια του κέντρου (Deritend και Gay Village). Η θετική αυτή συσχέτιση δυνατότητας βάδισης και ενοικίων που παρουσιάζονται σε όλες τις γειτονίες του Μπέρμιγχαμ αποδεικνύει ότι μία μελλοντική βελτίωση των επιπέδων βάδισης σε ολόκληρο το κέντρο, θα αύξανε σε μεγάλο βαθμό τις αξίες γης του Μπέρμιγχαμ και θα ενίσχυε τόσο την βιωσιμότητα της πόλης όσο και την οικονομία της. Επιπροσθέτως, το γεγονός ότι οι ισχυρότερες συσχετίσεις περπατησιμότητας και τιμής ενοικίασης παρουσιάζονται στις νοτιότερες και πιο απομακρυσμένες γειτονίες του κέντρου, οι οποίες είναι υποβαθμισμένες περιπατητικά και χρήζουν αστικής ανάπτυξης, συνεπάγεται την σίγουρη αύξηση των τιμών των ενοικιαζόμενων καταλυμάτων σε μία μελλοντική βελτίωση των εγκαταστάσεων περπατησιμότητας εκεί. Τελικά, μία αύξηση της περπατησιμότητας της τάξεως του 10%, θα επιφέρει αύξηση £7.2/εβδομάδα ή £1.02/βράδυ στην τιμή κάθε ενοικιαζόμενου καταλύματος.

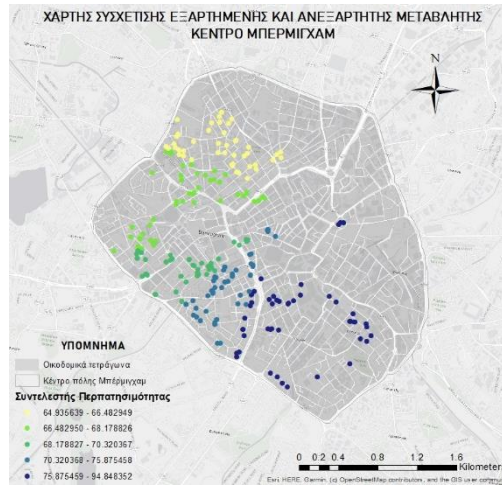
Μεταβλητή	Δείκτες t-statistics GWR (%)		
	Αρνητική σχέση Τιμή t-value < -1.95	Μη στατιστικά σημαντική -1.95 > τιμή t-value < 1.95	Θετική σχέση Τιμή t-value > 1.95
Τιμή	0.00%	0.00%	100.00%
Περπατησιμότητα	0.00%	0.00%	100.00%
Δωμάτια	0.00%	0.00%	100.00%
Μπάνια	0.00%	0.00%	100.00%
Εισόδημα	0.00%	0.00%	100.00%
Εργαζόμενοι	100.00%	0.00%	0.00%

Πίνακας 4.9: Ποσοστά σημαντικά σημαντικών (και μη) συντελεστών συσχέτισης GWR για κάθε μεταβλητή, Μπέρμιγχαμ

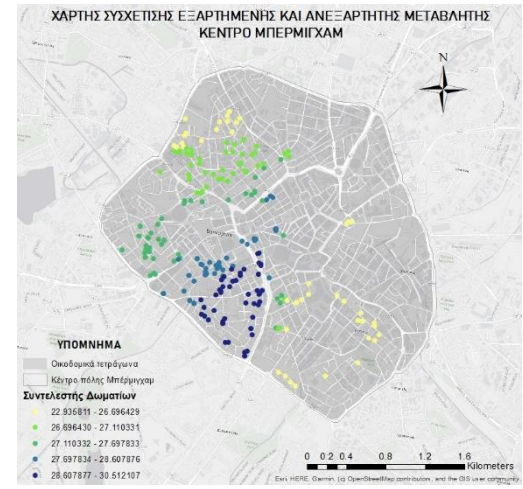
Η σχέση του ενοικίου με τον αριθμό δωματίων ήταν επίσης στατιστικά σημαντική και θετική, με τις ψηλότερες τιμές να εμφανίζονται κοντά στο κέντρο της πόλης (City Center και Gas Street Basin) και τις χαμηλότερες στο Jewellery Quarter και τις περιοχές Deritend και Gay Village. Η σχέση της τιμής ενοικίασης με τον αριθμό μπάνιων εμφάνισε υψηλές θετικές σχέσεις στις περιοχές City Center, Jewellery Quarter και Bordesley με τις χαμηλότερες σχέσεις στο Ladywood, ενώ αντίθετα η συσχέτιση τιμής ενοικίασης με το ετήσιο εισόδημα παρουσίασε υψηλές θετικές σχέσεις γύρω από το Ladywood και χαμηλότερες θετικές σχέσεις στις περιοχές City Center, Jewellery Quarter και Bordesley. Τέλος, η σχέση αξιών ενοικίων και πλήθους εργαζομένων ήταν η μοναδική στατιστικά σημαντική, αρνητική συσχέτιση με τις μεγαλύτερες αρνητικές σχέσεις να επικρατούν στο Jewellery Quarter και στο Newtown και τις μικρότερες στα Deritend και Gay Village. Στην τελευταία οι συντελεστές ήταν σχεδόν μηδενικοί, πράγμα που μεταφράζεται σε μια πολύ αδύναμη σχέση με τις τιμές ενοικίων.



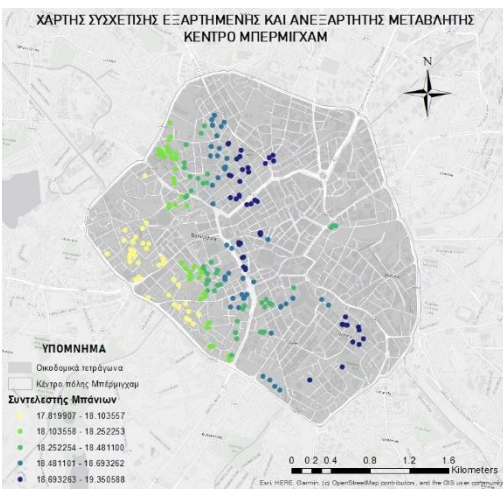
(α)



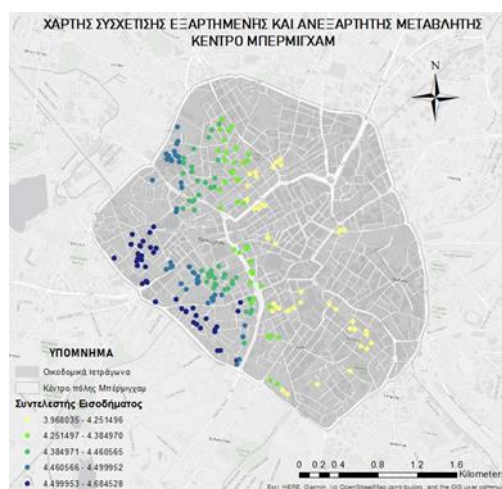
(β)



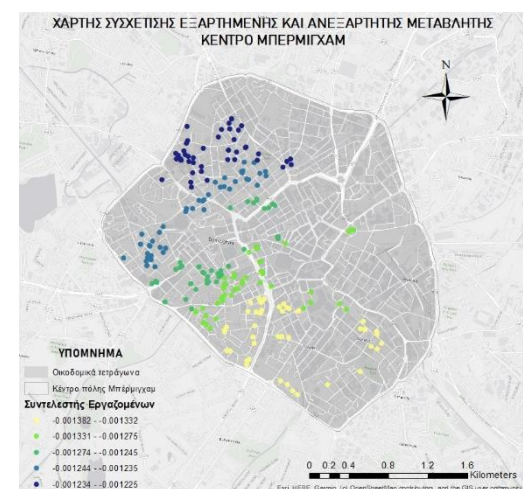
(γ)



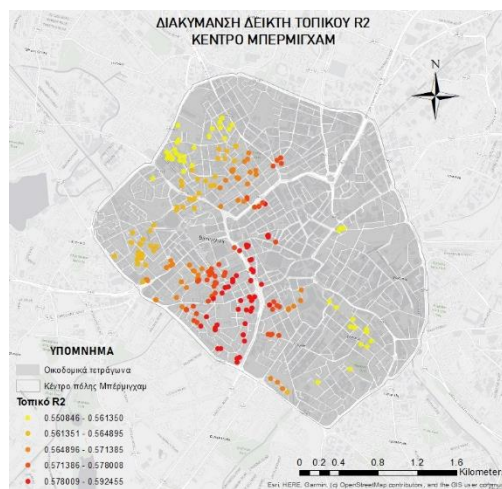
(δ)



(ε)



(στ)



(ζ)

Εικόνα 4.33: (α) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών τιμής, (β) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών περιπατησιμότητας, (γ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών δωματίων, (δ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών μπάνιων, (ε) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών εισοδημάτων, (στ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών εργαζομένων, (ζ) Χάρτης αποτελεσμάτων τοπικού δείκτη R^2 στο GWR

4.5 Αποτελέσματα πολλαπλής παλινδρόμησης για το κέντρο του Εδιμβούργου

4.5.1 Εξαρτημένη και ανεξάρτητες μεταβλητές - Εδιμβούργο

Και πάλι ακολουθήθηκε η διαδικασία που περιεγράφηκε στο κεφάλαιο 3, αυτή τη φορά για το κέντρο του Εδιμβούργου, η οποία έδειξε ότι οι μεταβλητές που συνθέτουν το βέλτιστο μοντέλο GWR και σχετίζονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο με την μεταβλητή τιμής ενοικιαζόμενων καταλυμάτων είναι:

- Περπατησιμότητα: Μέσος όρος βαθμολογίας περπατησιμότητας σε ακτίνα 100μ.
- Δωμάτια: Ο αριθμός δωματίων του καταλύματος
- Κρεβάτια: Ο αριθμός κρεβατιών του καταλύματος
- Ικανοποίηση: Βαθμολογία ικανοποίησης των επισκεπτών του καταλύματος (κλίμακα 1-5)
- Φτώχεια³: Πλήθος ατόμων που ζουν στη φτώχεια (επίπεδο γειτονιάς)

(<https://www.gov.scot/publications/scottish-index-of-multiple-deprivation-2020v2-indicator-data/>)

Ακολούθως παρουσιάζεται ο πίνακας συντελεστών συσχέτισης (Πίνακας 4.10). Όπως φαίνεται, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν χαμηλή, μέτρια ή και καλή θετική ή αρνητική συσχέτιση Pearson με την εξαρτημένη μεταβλητή. Η πιο δυνατή θετική συσχέτιση παρουσιάζεται μεταξύ της τιμής ενοικίου με την περπατησιμότητα, του ύψους $r=0.553$, ενώ η ασθενέστερη θετική σχέση παρατηρήθηκε με την μεταβλητή των κρεβατιών, ύψους $r=0.464$. Οι αρνητικές σχέσεις είναι αυτές μεταξύ της τιμής ενοικίου και των μεταβλητών Ικανοποίηση και Φτώχεια, οι οποίες όπως φαίνεται είναι χαμηλές.

Μεταβλητή	Τιμή	Περπατησιμότητα	Δωμάτια	Κρεβάτια	Ικανοποίηση	Φτώχεια
Τιμή	1.000					
Περπατησιμότητα	0.553	1.000				
Δωμάτια	0.504	0.225	1.000			
Κρεβάτια	0.464	0.241	0.794	1.000		
Ικανοποίηση	-0.174	-0.104	0.039	0.064	1.000	
Φτώχεια	-0.048	0.082	-0.015	0.071	-0.020	1.000

Πίνακας 4.10: Πίνακας συντελεστών συσχέτισης (Pearson (r) Correlation Matrix), Εδιμβούργο

Η εικόνα 4.34 δείχνει τη χωρική κατανομή των υψηλών και χαμηλών τιμών των ενοικιαζόμενων καταλυμάτων και της περπατησιμότητας του κέντρου του Εδιμβούργου. Μελετώντας τον χάρτη τιμών ενοικίασης, γίνεται αντιληπτό ότι σχεδόν ολόκληρη η πόλη καλύπτεται από ενοικιαζόμενα καταλύματα, με τις υψηλότερες τιμές να συγκεντρώνονται γύρω από την περιοχή του κέντρου. Συγκεκριμένα, πολύ ψηλά ενοίκια εμφανίζονται στην Παλιά Πόλη, γύρω από τον κεντρικό εμπορικό πεζόδρομο High Street, περιμετρικά της περιοχής του κάστρου του Εδιμβούργου καθώς και νότια του κάστρου όπου χωροθετούνται πολυάριθμα τουριστικά καταλύματα, αξιοθέατα και εκπαιδευτικά ιδρύματα. Ακόμη, υψηλές τιμές καταλυμάτων παρατηρούνται και στη Νέα Πόλη του Εδιμβούργου, κυρίως κοντά στο μεγάλο γραμμικό πάρκο Queen Street Gardens αλλά και βορειότερα, σε περιοχές με κύρια χρήση γης την κατοικία όπου λαμβάνουν χώρα πάρκα (όπως το King George V Park και το Circus Place) και διάφορα κέντρα αναψυχής. Χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται δυτικά της πόλης στις γειτονιές West End, Coates και Haymarket αλλά και στα ανατολικά στη γειτονιά Holyrood, κοντά στο Μουσείο τοπικής ιστορίας του Εδιμβούργου αλλά και κοντά στον λόφο Calton Hill.

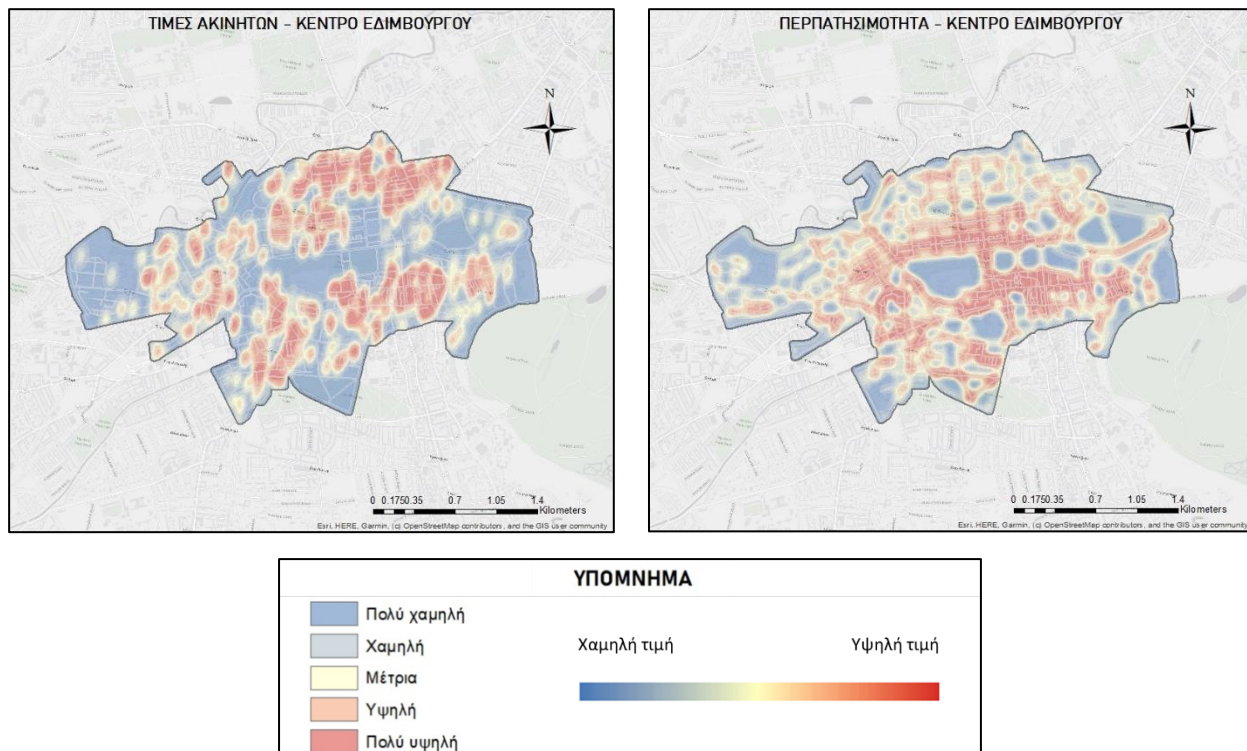
³ Number of people who are income deprived

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται τα στατιστικά μεγέθη των τιμών ενοικίασης καταλύματος που επικρατούν στην πόλη του Εδιμβούργου και αφορούν την τιμή ενοικίασης σε λίρες ανά βράδυ.

Στατιστικά μεγέθη	Τιμή ενοικίου κατοικίας
Ελάχιστη τιμή	£54 /βράδυ
Μέγιστη τιμή	£391 /βράδυ
Μέση τιμή	£153.4 /βράδυ

Πίνακας 4.11: Στατιστικά μεγέθη τιμών ενοικίασης κατοικίας, Εδιμβούργου

Συγκρίνοντας τη χωροθέτηση των υψηλότερων τιμών ενοικίασης και των υψηλότερων τιμών περπατησιμότητας, φαίνεται ότι, κατά κύριο λόγο, αυτές συμπίπτουν. Η μεγαλύτερη αντίθεση παρατηρείται στην περιοχή της Νέας Πόλης στο βόρειο ημισφαίριο όπου οι δείκτες περπατησιμότητας είναι μέτριοι προς χαμηλοί, ωστόσο υπάρχει μεγάλο ποσοστό ακινήτων προς ενοικίαση με πολύ υψηλές αξίες, γεγονός που πιθανότατα οφείλεται στην πληθώρα κατοικιών που βρίσκονται εκεί αλλά και στα πολυάριθμα πάρκα που χωροθετούνται στην περιοχή. Αντίθεση επίσης παρατηρείται κοντά στην πλατεία St Andrew Square, όπου ενώ οι δείκτες περπατησιμότητας είναι αυξημένοι δεν υπάρχουν καταλύματα προς ενοικίαση στην περιοχή αυτή. Παρόλα αυτά, οι γειτονίες με υψηλές τιμές ενοικίου συμπίπτουν με περιοχές υψηλού δείκτη περπατησιμότητας, όπως είναι η Παλιά Πόλη και κυρίως οι ζώνες γύρω από τον πεζόδρομο High Street, το κάστρο του Εδιμβούργου, τον σιδηροδρομικό σταθμό Edinburgh Waverley και άλλων τοπωνυμίων του κέντρου. Οι γειτονίες West End, Coates και Haymarket (στα δυτικά του κέντρου) αλλά και Holyrood (στα ανατολικά του κέντρου), όπως προαναφέρθηκε, εμφανίζουν τόσο χαμηλότερες τιμές αξίες γης όσο και χαμηλότερες τιμές περπατησιμότητας.



Εικόνα 4.34: Τιμές ενοικίασης κατοικίας και περπατησιμότητας για την πόλη του Εδιμβούργου

4.5.2 Αποτελέσματα μεθόδου OLS - Εδιμβούργο

Το μοντέλο OLS εξήγησε περίπου το 48.74% (Προσαρμοσμένο R^2) της διακύμανσης της μέσης τιμής των αξιών ενοικίασης κατοικίας στο κέντρο του Εδιμβούργου (Πίνακα 4.12). Τρεις διερευνητικές μεταβλητές, δηλαδή η περπατησιμότητα ($\beta=298.092256$), ο αριθμός δωματίων καταλύματος ($\beta=20.499755$) και ο αριθμός κρεβατιών καταλύματος ($\beta=3.804957$) εμφάνισαν θετική και ισχυρή στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή, με τον βαθμό περπατησιμότητας να είναι η ισχυρότερη εξ αυτών. Στον αντίποδα, η μεταβλητές της ικανοποίησης των επισκεπτών και της φτώχειας, κατέδειξαν στατιστικά σημαντική αρνητική σχέση με τις τιμές ενοικίου, με την πρώτη ($\beta=-4.536723$) να είναι ισχυρότερη από τη δεύτερη ($\beta=-0.098790$) που ήταν σχεδόν μηδενική. Και πάλι εδώ, παρατηρείται η διαφορά της πραγματικής σχέσης μεταξύ της αξίας ενοικίων κατοικιών και των ανεξάρτητων μεταβλητών και εκείνης της απλής ανάλυσης συντελεστών συσχέτισης Pearson (Πίνακας 4.10).

Προσαρμοσμένο R^2	Δείκτης AICc	Δείκτης Koenker (BP) Statistic	Δείκτης Joint F-Statistic	Δείκτης Joint Wald Statistic	Δείκτης Jarque-Bera Statistic
0.487419	7609.556124	41.824720*	138.692120*	594.331638*	104.618300*

(*) Στατιστικά σημαντική τιμή ρ ($\rho < 0.01$)

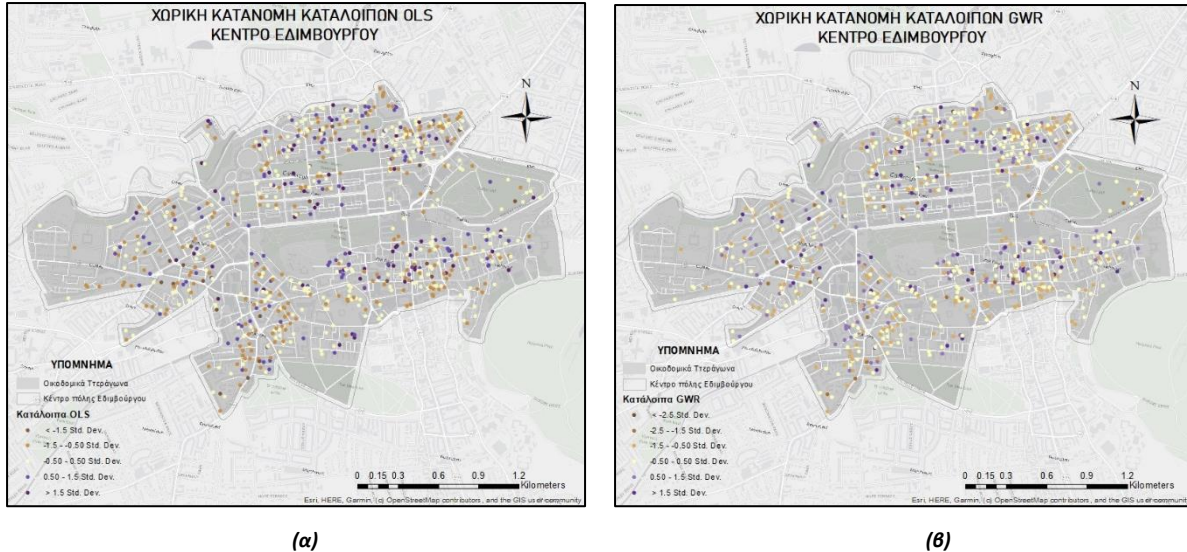
Πίνακας 4.12: Διαγνωστικά OLS, Εδιμβούργο

Μεταβλητή	Συντελεστής β	Τυπικό σφάλμα	Δείκτης t-Statistic	Δείκτης Robust Probabilities
Τιμή	17.744733	7.678406	2.310992	0.024783*
Περπατησιμότητα	298.092256	18.579522	16.044130	0.000000*
Δωμάτια	20.499755	2.981653	6.875299	0.000001*
Κρεβάτια	3.804957	1.280835	2.970684	0.012022*
Ικανοποίηση	-4.536723	0.810579	-5.596894	0.000000*
Φτώχεια	-0.098790	0.028899	-3.418457	0.000822*

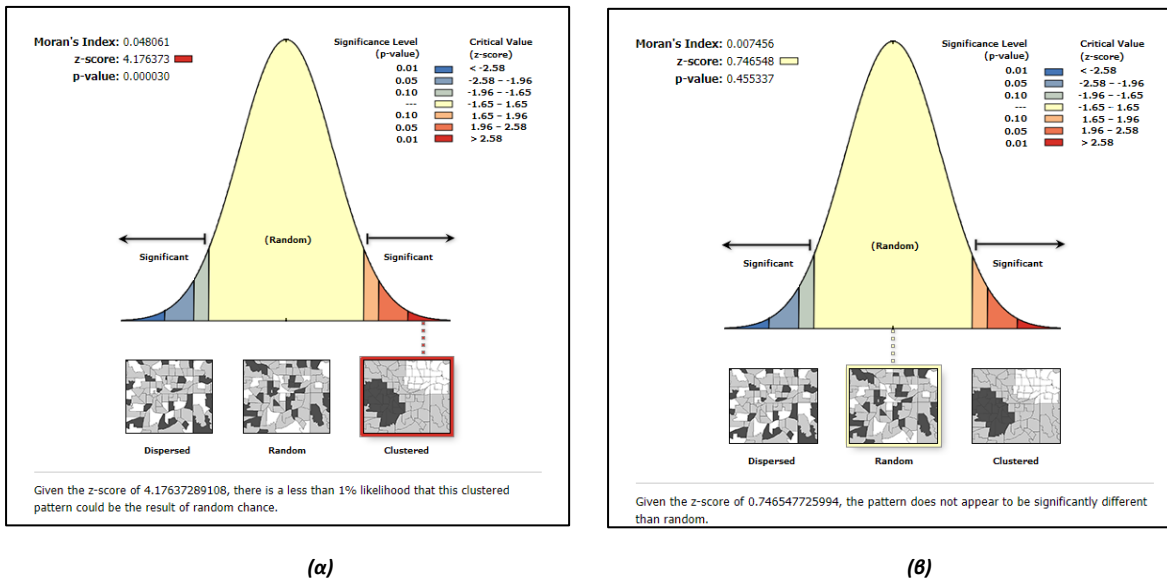
Πίνακας 4.13: Σύνοψη αποτελεσμάτων OLS (Εξαρτημένη μεταβλητή = Τιμή ενοικίου ανά βράδυ), Εδιμβούργο

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.13 και συγκεκριμένα τη σχέση του βαθμού περπατησιμότητας και των ενοικιαζόμενων αξιών, υπό την προϋπόθεση ότι όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, για 100% αύξηση της περπατησιμότητας ο δείκτης της αξίας ενοικίων (0-1) θα αυξηθεί κατά £298.092256/βράδυ, γεγονός που δηλώνει εκτόξευση τιμών ενοικιαζόμενων καταλυμάτων σε μία πιθανή ανάπλαση του κέντρου του Εδιμβούργου. Μάλιστα, επειδή οι υπόλοιπες τιμές εμφανίζουν πολύ χαμηλότερη συσχέτιση, φαίνονται ξεκάθαρα τα πλεονεκτήματα της βελτίωσης των εγκαταστάσεων περπατησιμότητας στην αύξηση των αξιών γης. Όπως για την πόλη του Μπέρμιγχαμ, έτσι και για την πόλη του Εδιμβούργου το μοντέλο OLS ήταν στατιστικά σημαντικό (Joint Wald και F-Statistic με $p < 0,01$). Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι οι μοντελοποιημένες σχέσεις δεν ήταν σταθερές, δεδομένου ότι ο δείκτης Koenker (BP) Statistic ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < 0,01$) και ότι τα κατάλοιπα δεν ήταν κανονικά κατανομημένα (δείκτης Jarque-Bera Statistic, με $p < 0,01$) και ως εκ τούτου οι προβλέψεις του OLS μοντέλου ήταν ασυνεπείς. Τέλος, με τη βοήθεια του δείκτη Global Moran's I (Εικόνα 4.35), αποδείχθηκε ότι τα υπολείμματα είχαν ομαδοποιημένη κατανομή στο χώρο ($I = 0.048061$, βαθμολογία $z = 4.176373$, τιμή $p < 0,01$), που σημαίνει ότι τα κατάλοιπα OLS παρουσίαζαν χωρική αυτοσυσχέτιση (Εικόνα 4.36,α) και

επομένως έπρεπε και πάλι να χρησιμοποιηθεί είτε ένα εναλλακτικό μοντέλο είτε κάποιες άλλες διερευνητικές μεταβλητές.



Εικόνα 4.35: (α) Χάρτης καταλοίπων OLS, (β) Χάρτης καταλοίπων GWR στο κέντρο του Εδιμβούργου



Εικόνα 4.36: Οπτικοποίηση δείκτη Global Moran's I καταλοίπων OLS (α) και GWR (β)

4.5.3 Αποτελέσματα μεθόδου GWR - Εδιμβούργο

Αφού το μοντέλο OLS δεν ήταν επαρκές, καθώς τα αποτελέσματα εμφάνιζαν χωρική αυτοσυσχέτιση, σκόπιμο θεωρήθηκε να εξετασθεί αν το GWR μοντέλο θα καταγράψει χωρική ετερογένεια και μη σταθερότητα των δεδομένων. Όπως αποδεικνύεται και από τον Πίνακα 4.14, η προσαρμοσμένη τιμή R^2 του GWR μοντέλου (0.516227) ήταν αρκετά βελτιωμένη από την αντίστοιχη

του OLS μοντέλου (0.487419), γεγονός που δηλώνει ότι το GWR εξήγησε σε πολύ σημαντικότερο βαθμό τη διακύμανση της μέσης τιμής των ενοικίων για το κέντρο του Εδιμβούργου και επομένως, είχε καλύτερη προσαρμοστικότητα από το μοντέλο OLS. Εκτός αυτού, μελετώντας την τιμή AICc του μοντέλου OLS (Πίνακας 4.12) και GWR (Πίνακας 4.14) προκύπτει ότι ο δείκτης μειώθηκε σημαντικά και μάλιστα κατά 24.20 μονάδες, ενώ από την οπτικοποίηση του δείκτη Global Moran's I (Εικόνα 4.35) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα του μοντέλου GWR έχουν πλέον τυχαία κατανομή στο χώρο. Σύμφωνα με την ίδια εικόνα, η τιμή του δείκτη Moran's I είναι πολύ κοντά στο 0 και βαθμολογία z πολύ κοντά στο 1, κάτι που δείχνει ότι το αποτέλεσμα δεν είναι στατιστικά σημαντικό (τιμή $p > 0.01$) και επομένως, η μέθοδος GWR βελτίωσε καταλυτικά την προβλεπόμενη απόδοση του μοντέλου.

	Δείκτης Neighbors	Δείκτης Sigma	Δείκτης AICc	Δείκτης R ²	Προσαρμοσμένο R ²
GWR	319	44.456101	7585.35817	0.542991	0.516227

Πίνακας 4.14: Διαγνωστικά GWR, Εδιμβούργο

Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του τοπικού δείκτη R² που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.15 καθώς και στην Εικόνα 4.37, ζ, ερμηνεύουν την απόδοση του εφαρμοζόμενου τοπικού μοντέλου παλινδρόμησης, με αποτελέσματα πλησιέστερα στο 1 να δείχνουν μια τοπική εξίσωση τέλει εφαρμογής. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.15, οι τοπικές τιμές R² κυμαίνονταν μεταξύ 0.42 και 0.60 με μέση τιμή στο 0.51, με το 54% των τιμών τοπικού δείκτη R² να είναι πάνω από 0.5. Το ποσοστό αυτό υποδηλώνει ότι στις περισσότερες περιοχές της πόλης, όπου υπήρχαν ακίνητα προς ενοικίαση, το τοπικό μοντέλο παρουσίασε καλή προσαρμογή. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.37, ζ, η καλύτερη προσαρμογή του μοντέλου ήταν στο κέντρο της πόλης (Παλιά Πόλη) καθώς επίσης και στο βόρειο τμήμα της Νέας Πόλης, ενώ η χειρότερη, με τιμές 0.42 έως 0.49, ήταν στις γειτονιές Holyrood και Southside ανατολικά και Haymarket δυτικά.

	Μέσος Όρος (Μ.Ο)	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή
Τοπικό R ²	0.505987675	0.42091999	0.599195756

Πίνακας 4.15: Διακύμανση δείκτη τοπικού R² (Local R²), μοντέλο GWR, Εδιμβούργο

Μεταβλητή	Συντελεστής β (Μ.Ο.)	Τυπικό σφάλμα (Μ.Ο.)	Δείκτης t-Statistic (Μ.Ο.)	Χαμηλότερο t-statistic	Υψηλότερο t-statistic
Τιμή	19.83391219	15.18806371	1.35783707	-1.21850474	2.716147516
Περπατησιμότητα	288.0262371	35.31144839	8.22586854	5.889859684	12.57724002
Δωμάτια	20.59553942	5.984581162	3.466243231	1.254088067	5.302264185
Κρεβάτια	4.198637955	2.590855805	1.573298018	0.745456307	3.439489177
Ικανοποίηση	-4.425228426	1.568068452	-2.824149885	-4.93103726	-1.67809555
Φτώχεια	-0.096713129	0.085210602	-1.4277046	-3.62171552	0.490209796

Πίνακας 4.16: Συνοπτικά στατιστικά στοιχεία των εκτιμώμενων συντελεστών GWR (Εξαρτώμενη μεταβλητή = Τιμή ενοικίου ανά βράδυ), Εδιμβούργο

Ο Πίνακας 4.16, δείχνει τα συνοπτικά στατιστικά στοιχεία των εκτιμώμενων συντελεστών του μοντέλου GWR και ο Πίνακας 4.17 παρουσιάζει το ποσοστό των δεικτών t-statistic με στατιστικά σημαντικούς συντελεστές ανά μεταβλητή. Έπειτα, η Εικόνα 4.37 παρουσιάζει τους στατιστικά σημαντικούς συντελεστές

συσχέτισης επίσης για κάθε μεταβλητή, όπου με σκούρο μπλε χρώμα απεικονίζονται οι ισχυρότερες θετικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών, ενώ με κίτρινο οι ισχυρές αρνητικές ή αδύναμες θετικές σχέσεις. Όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα, οι διερευνητικές μεταβλητές δεν εμφάνισαν χωρική ετερογένεια και έτσι όλοι οι συντελεστές ήταν είτε θετικοί είτε αρνητικοί. Αναλυτικότερα, οι μεταβλητές Τιμή, Περπατησιμότητα, Δωμάτια και Κρεβάτια εμφάνισαν θετική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή ενώ, από την άλλη μεριά, οι μεταβλητές Ικανοποίηση και Φτώχεια είχαν αρνητική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή. Συγκρίνοντας με τα αποτελέσματα του μοντέλου της OLS, είδαμε ότι οι μέσες τιμές των συντελεστών είχαν την ίδια θετική ή αρνητική σχέση με την τιμή ενοικίου καθώς και ότι ο βαθμός συσχέτισης των ανεξάρτητων με την εξαρτημένη μεταβλητή παρέμεινε σχεδόν ο ίδιος. Τα ευρήματα των δεικτών t-statistics, (Πίνακας 4.17), έδειξαν ότι η μόνη διερευνητική μεταβλητή με στατιστικά σημαντικούς όλους τους συντελεστές συσχέτισης ήταν η Περπατησιμότητα (100% θετική συσχέτιση), καθώς οι υπόλοιπες μεταβλητές έδωσαν ένα ποσοστό συντελεστών μη στατιστικά σημαντικών ($-1.95 > t\text{-value} < 1.95$).

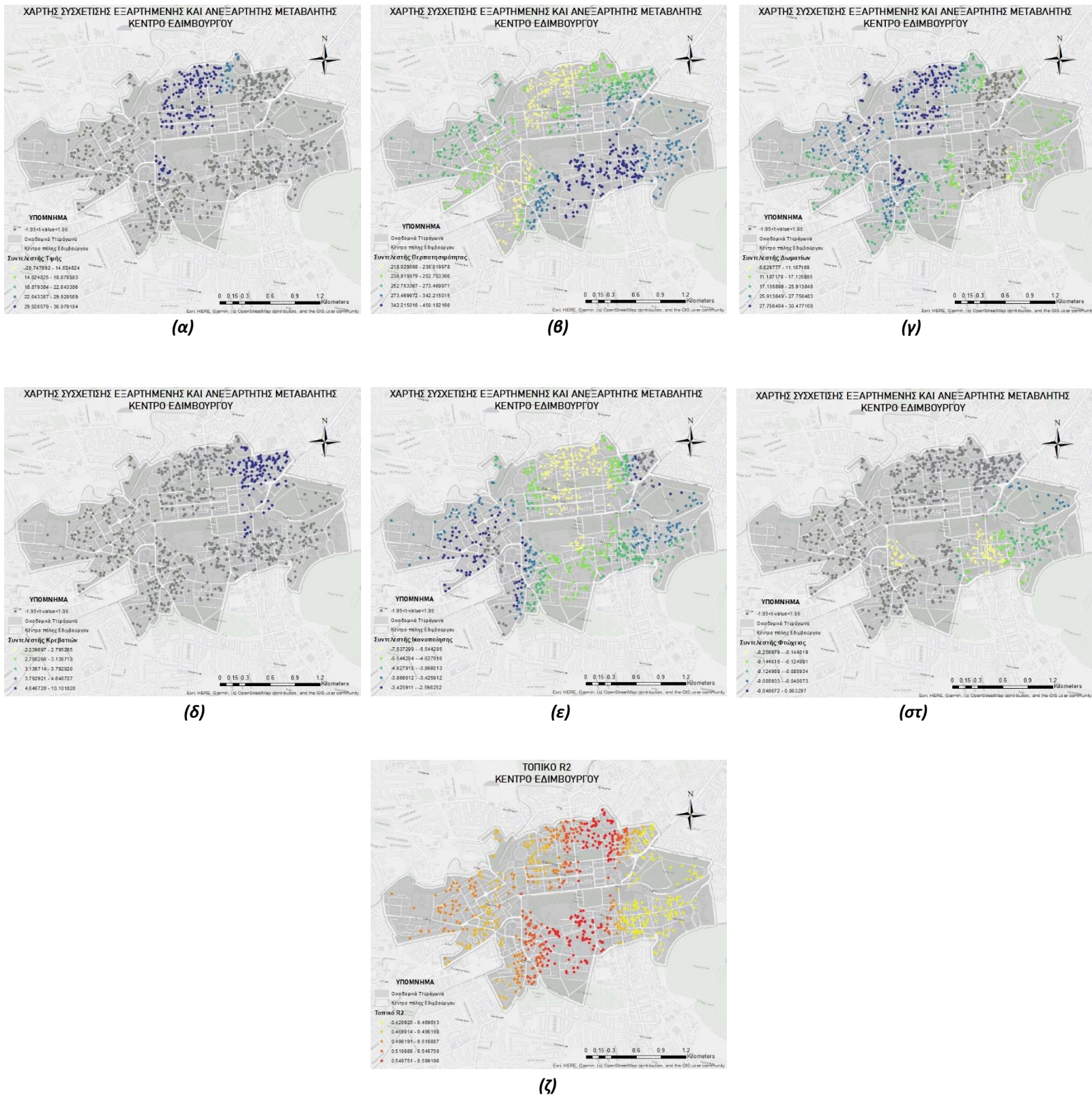
Σχετικά με την Περπατησιμότητα, το σύνολο (100%) των τιμών των συντελεστών της παρουσίασαν θετική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή. Οι χαμηλότεροι συντελεστές συσχέτισης (Εικόνα 4.37, β) χωροθετούνται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους στην περιοχή της Νέας πόλης και συγκεκριμένα κοντά στο Circus Place, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό εξ αυτών παρατηρείται στην γειτονιά Lochrin. Υψηλότερες τιμές συσχέτισης εμφάνισαν οι γειτονιές κοντά στο κέντρο της Παλιάς Πόλης και συγκεκριμένα γύρω από τον κεντρικό εμπορικό πεζόδρομο High Street, τον καθεδρικό ναό St Giles' Cathedral και το Εθνικό Μουσείο της Σκωτίας. Η θετική συσχέτιση περπατησιμότητας και τιμών ενοικίασης που παρουσιάζονται σε όλες τις γειτονιές του Εδιμβούργου αποδεικνύει πως, όπως ακριβώς και στο Μπέρμιγχαμ, κάποια μελλοντική βελτίωση των επιπέδων πεζοπορίας στην πόλη, θα αύξανε σε μεγάλο βαθμό τις αξίες γης του Εδιμβούργου, μάλιστα ακόμη μεγαλύτερο από ότι στο Μπέρμιγχαμ. Ακόμη, το γεγονός ότι η μεταβλητή της περπατησιμότητας είναι η μόνη που εμφανίζει τόσο μεγάλη στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τις αξίες ενοικίων κατοικιών, αποδεικνύει για άλλη μια φορά τη σημασία της στην εξασφάλιση της βιωσιμότητας της πόλης. Τελικά, μία αύξηση της περπατησιμότητας της τάξεως του 10%, θα επιφέρει αύξηση περίπου £29/βράδυ στην τιμή κάθε ενοικιαζόμενου καταλύματος, ποσό σημαντικό ώστε να παρακινήσει τις αρμόδιες αρχές για περεταίρω βελτίωση των εγκαταστάσεων περπατησιμότητας στο κέντρο του Εδιμβούργου.

Μεταβλητή	Δείκτες t-statistics GWR (%)		
	Αρνητική σχέση Τιμή t-value < -1.95	Μη στατιστικά σημαντική -1.95 > τιμή t-value < 1.95	Θετική σχέση Τιμή t-value > 1.95
Τιμή	0.00%	77.38%	22.62%
Περπατησιμότητα	0.00%	0.00%	100.00%
Δωμάτια	0.00%	22.90%	77.10%
Κρεβάτια	0.00%	83.03%	16.97%
Ικανοποίηση	92.28%	7.72%	0.00%
Φτώχεια	26.90%	73.10%	0.00%

Πίνακας 4.17: Ποσοστά σημαντικά σημαντικών (και μη) συντελεστών συσχέτισης GWR για κάθε μεταβλητή, Εδιμβούργο

Όσον αφορά τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως φαίνεται σε όλες προέκυψε ένα ποσοστό μη στατιστικά σημαντικό. Πιο αναλυτικά, η συσχέτιση της τιμής ενοικίασης κατοικίας και των αριθμών δωματίων ήταν θετική και στατιστικά σημαντική ($p < 0.05$) στο 77.10%. Οι ισχυρότερες θετικές συσχετίσεις εμφανίστηκαν κυρίως στο δυτικό κομμάτι της Νέας Πόλης αλλά και κοντά στο Κάστρο του Εδιμβούργου, ενώ οι χαμηλότερες βρεθήκαν γύρω από τον λόφο Calton Hill αλλά και στη γειτονιά Holygood. Μόλις το

16.97% των συντελεστών της μεταβλητής που αφορά τον αριθμό κρεβατιών παρουσίασε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την αξία καταλύματος, με τις υψηλότερες εξ αυτών να συγκεντρώνονται και πάλι στο ανατολικό τμήμα της Νέας Πόλης, κοντά στα διοικητικά όρια με την γειτονιά Bonnington. Συνεχίζοντας με τις μεταβλητές Ικανοποίηση και Φτώχεια, όπως διαπιστώνεται ήταν οι μόνες που εμφάνισαν αρνητική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή αύξηση των τιμών ενοικίων οδηγεί σε μείωση της φτώχειας με τις υπόλοιπες μεταβλητές να είναι σταθερές, αποτελώντας ένα ενδιαφέρον εύρημα. Όσον αφορά την ικανοποίηση των επισκεπτών, σχεδόν στο σύνολό της η μεταβλητή ήταν στατιστικά σημαντική (92.28%) με μόλις το 7.72% να είναι μη στατιστικά σημαντικό, ποσοστό οριακά αμελητέο. Οι υψηλότερες αρνητικές σχέσεις εντοπίστηκαν μακριά από το κέντρο, στην περιμετρική ζώνη του, συγκεκριμένα στο Haymarket του Εδιμβούργου, αλλά και ένα ποσοστό βρέθηκε κοντά στα διοικητικά όρια με την Παλιά Πόλη, που υποδηλώνει ότι σε αυτές τις γειτονιές οι κριτικές των καταλυμάτων βρέθηκε να μειώνουν σε σημαντικό βαθμό την τιμή των ενοικίων. Χαμηλότερες αρνητικές σχέσεις, από την άλλη, παρατηρήθηκαν ως επί το πλείστον στη Νέα Πόλη, αλλά και γύρω από το κέντρο της Παλιάς Πόλης. Τέλος, στο δείκτη Φτώχειας μόνο το 26.90% της συσχέτισης είναι αρνητικό και στατιστικά σημαντικό, με τις ασθενέστερες αρνητικές συσχετίσεις να συγκεντρώνονται γύρω από τον κεντρικό πεζόδρομο High Street και κοντά στο Κάστρο. Τέλος, για τις τρεις τελευταίες μεταβλητές, οι συντελεστές συσχέτισης ήταν πολύ μικροί (Πίνακας 4.16), για την Φτώχεια δε, σχεδόν μηδενικοί, πράγμα που μεταφράζεται σε πολύ αδύναμες σχέσεις με την αξία ενοικίασης κατοικιών.



Εικόνα 4.37: (α) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών τιμής, (β) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών περπατησιμότητας, (γ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών δωματίων, (δ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών κρεβατιών, (ε) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών ικανοποίησης, (στ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών φτώχειας, (ζ) Χάρτης αποτελεσμάτων τοπικού δείκτη R² στο GWR

4.6 Αποτελέσματα πολλαπλής παλινδρόμησης για το κέντρο του Μπέλφαστ

4.6.1 Εξαρτημένη και ανεξάρτητες μεταβλητές - Μπέλφαστ

Το καλύτερο μοντέλο GWR για την πόλη του Μπέλφαστ, έδωσαν πέντε μεταβλητές των οποίων χρειάστηκε να υπολογιστεί πρώτα ο λογάριθμος, καθώς σε αυτή τη μορφή έδωσαν συνδυαστικά τα βέλτιστα αποτελέσματα. Οι λογαριθμημένες αυτές ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν:

- Περπατησιμότητα: Ο λογάριθμος του μέσου όρου βαθμολογίας περπατησιμότητας σε ακτίνα 100μ.
- Δωμάτια: Ο λογάριθμος του αριθμού δωματίων του καταλύματος
- Κρεβάτια: Ο λογάριθμος του αριθμού κρεβατιών του καταλύματος
- Απόσταση MMM: Ο λογάριθμος της απόστασης του καταλύματος από κάποια στάση δημόσιας συγκοινωνίας
- Επιδοτούμενοι⁴: Ο λογάριθμος του ποσοστού του ενεργού πληθυσμού που λαμβάνει κοινωνικά επιδόματα (επίπεδο γειτονιάς) ([NI MDM 2010 - Employment Domain Scores and Ranks \(CSV\) | Detail Data \(nicva.org\)](#))

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι και η εξαρτημένη μεταβλητή λογαριθμίστηκε προκειμένου το μοντέλο να είναι ομοιόμορφο και επομένως, για την περίπτωση του Μπέλφαστ, αυτή ήταν ο λογάριθμος της τιμής των καταλυμάτων της πόλης (Τιμή). Έτσι, προκειμένου να βρεθούν οι πραγματικές συσχετίσεις, ο λογάριθμος αφαιρέθηκε στην πορεία (υπολογισμός $\exp(x)$).

Όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα συντελεστών συσχέτισης (Πίνακας 4.18), όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν θετική συσχέτιση Pearson με την εξαρτημένη μεταβλητή της τιμής ενοικιαζόμενων καταλυμάτων, ωστόσο όχι αρκετά ισχυρή. Η πιο δυνατή συσχέτιση είναι αυτή της τιμής ενοικίου με τον αριθμό κρεβατιών, του ύψους $r=0.513$, ενώ η ασθενέστερη σχέση εντοπίστηκε με τον αριθμό δωματίων, της τάξεως $r = 0.044$. Παρόλα αυτά, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η πραγματική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών πολλές φορές διαφέρει από αυτή που αναφέρεται στην απλή ανάλυση συντελεστών συσχέτισης Pearson, κάτι που όπως φαίνεται ακολούθως συμβαίνει και σε αυτή την περίπτωση.

Μεταβλητή	Τιμή	Περπατησιμότητα	Δωμάτια	Κρεβάτια	Απόσταση MMM	Επιδοτούμενοι
Τιμή	1					
Περπατησιμότητα	0.237952	1				
Δωμάτια	0.044782	-0.18281	1			
Κρεβάτια	0.513202	-0.03849	0.567404	1		
Απόσταση MMM	0.352561	0.058642	0.008892	0.155772	1	
Επιδοτούμενοι	0.396776	0.041188	0.068836	0.214127	0.054294	1

Πίνακας 4.18: Πίνακας συντελεστών συσχέτισης (Pearson (r) Correlation Matrix), Μπέλφαστ

⁴ The proportion of working age adults (males aged 18-64 years and females aged 18-59 years) in receipt of at least one of the following employment related benefits –Job Seekers Allowance, Incapacity Benefit, Severe Disablement Allowance, Carer’s Allowance, Employment and Support Allowance, or those participating in the Steps to Work or New Deal programs.

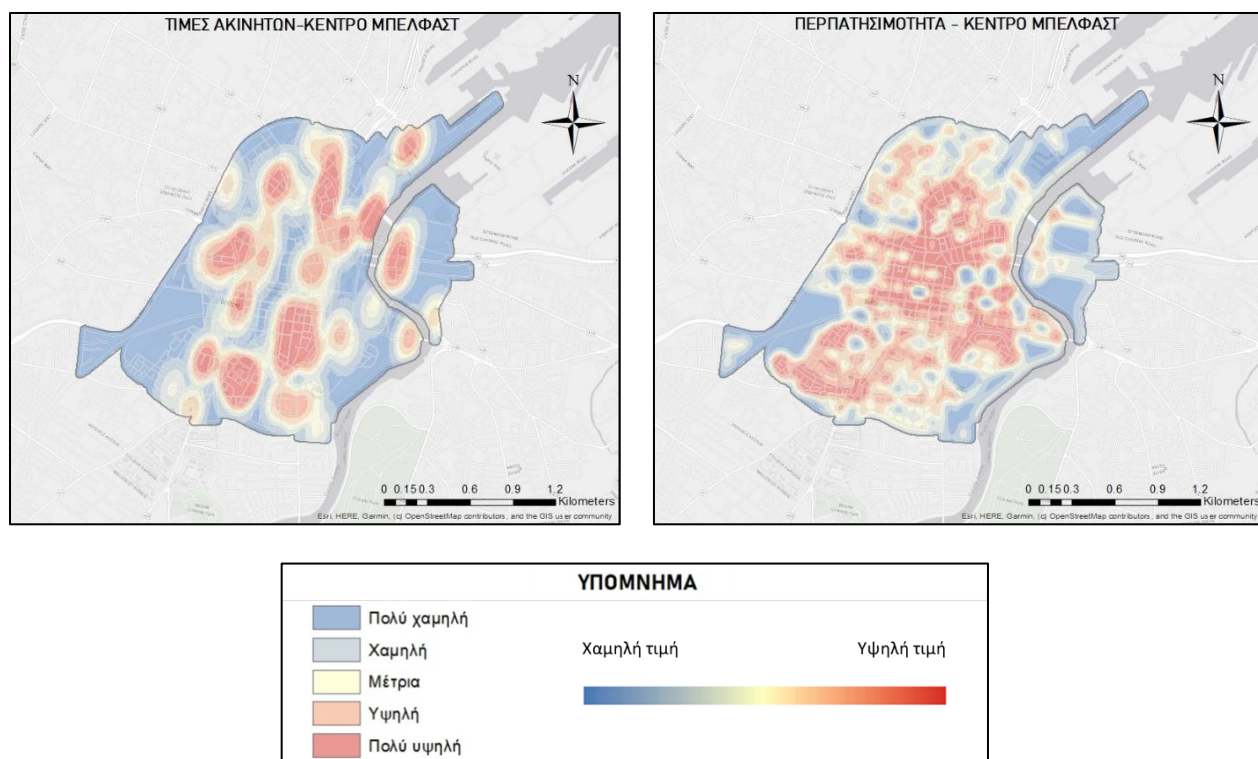
Στην εικόνα 4.38 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των υψηλών και χαμηλών τιμών των αξιών ενοικίασης και της περπατησιμότητας του κέντρου του Μπέλφαστ. Όπως φαίνεται στον χάρτη τιμών ενοικίων, το μεγαλύτερο τμήμα της πόλης καλύπτεται από ενοικιαζόμενα καταλύματα. Υψηλότερες τιμές φαίνεται να χωροθετούνται κοντά στο κέντρο και πιο συγκεκριμένα περιμετρικά του δημαρχείου του Μπέλφαστ (Belfast City Hall), αλλά και βόρεια του κέντρου στις γειτονιές Cathedral Quarter και Smithfield and Union, καθώς και νότια του κέντρου, κοντά στην πλατεία Bankmore Square όπου χωροθετούνται κατοικίες κατά κόρον. Τέλος, ιδιαίτερα υψηλά ενοίκια εντοπίζονται γύρω από τον σιδηροδρομικό σταθμό Great Victoria Street και κατά μήκος του ποταμού Λάγκαν, κυρίως κοντά στην μεγάλη πεζογέφυρα Lagan Weir Footbridge, στο ιστορικό αξιοθέατο Albert Memorial Clock και στο Sailortown. Ακόμη, μέτριες τιμές εμφανίζονται κοντά στο μεγάλο ξενοδοχείο Radisson Blu Hotel και στο δημοτικό κέντρο Markets Community Centre όπου χωροθετούνται αρκετά εκπαιδευτικά ιδρύματα. Οι χαμηλές τιμές βρίσκονται στο νοτιοδυτικό τμήμα της πόλης που αποτελεί και το πιο απρόσιτο για τον πεζό περιβάλλον αλλά και στην περιοχή κοντά στα διοικητικά όρια με την γειτονιά Holyland, με τις τιμές να είναι λίγο προσαυξημένες κοντά στον σιδηροδρομικό σταθμό Botanic Train Station.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται τα στατιστικά μεγέθη των τιμών ενοικιαζόμενων καταλυμάτων που επικρατούν στην πόλη του Μπέλφαστ και αφορούν την τιμή ενοικίασης σε λίρες ανά βράδυ.

Στατιστικά μεγέθη	Τιμή ενοικίου κατοικίας
Ελάχιστη τιμή	£10 /βράδυ
Μέγιστη τιμή	£386 /βράδυ
Μέση τιμή	£77.8 /βράδυ

Πίνακας 4.19: Στατιστικά μεγέθη τιμών ενοικίασης κατοικίας, Μπέλφαστ

Ύστερα από τη σύγκριση των υψηλότερων τιμών ενοικίασης και των υψηλότερων τιμών περπατησιμότητας, φαίνεται ότι η κατανομή τους στο χώρο συμπίπτει, χωρίς να υπάρχουν μεγάλες αντιθέσεις. Και στους δύο χάρτες της Εικόνας 4.38, οι υψηλότερες τιμές ενοικίων όπως και περπατησιμότητας συγκεντρώνονται στο κέντρο της πόλης στις περιοχές γύρω από το Δημαρχείο του Μπέλφαστ (Belfast City Hall), αλλά και σε γειτονιές όπως το Cathedral Quarter όπου χωροθετούνται χρήσεις γης όπως εμπόριο και εστίαση. Κατά μήκος του ποταμού Λάγκαν βλέπουμε επίσης μέτριες προς υψηλές βαθμολογίες περπατησιμότητας οι οποίες συμπίπτουν με τις υψηλές αξίες ενοικίασης κατοικίας στην περιοχή αυτή, ιδιαίτερα γύρω από τον σιδηροδρομικό σταθμό Belfast Central Railway Station και την πλατεία Queen's Square, ωστόσο η περιοχή βρίσκεται υπό ανάπλαση και επομένως αναμένεται περεταίρω αύξηση των δεικτών στο μέλλον. Και στις δύο περιπτώσεις οι χαμηλότεροι δείκτες συγκεντρώνονται στο δυτικό τμήμα της πόλης κατά μήκος των ορίων του κέντρου, όπου εμφανίζονται μέτριες έως πολύ χαμηλές βαθμολογίες περπατησιμότητας και αξιών γης, όπου οι χρήσεις γης είναι κυρίως ανενεργές (όπως βιομηχανίες, πάρκινγκ και εγκαταλελειμμένα κτήρια) αλλά και κατοικίες, με τις χαμηλότερες να εντοπίζονται νοτιοδυτικά του κέντρου.



Εικόνα 4.38: Τιμές ενοικίασης κατοικίας και περπατησιμότητας για την πόλη του Μπέλφαστ

4.6.2 Αποτελέσματα μεθόδου OLS – Μπέλφαστ

Τα αποτελέσματα του μοντέλου OLS εξήγησαν περίπου το 50.3% (Προσαρμοσμένο R^2) της διακύμανσης της μέσης τιμής των αξιών ενοικίασης κατοικίας στο κέντρο του Μπέλφαστ (Πίνακα 4.20). Τέσσερις εκ των πέντε διερευνητικών μεταβλητών, δηλαδή η περπατησιμότητα ($\beta=1.804064$), ο αριθμός κρεβατιών καταλύματος ($\beta=1.255725$), η απόσταση του καταλύματος από κάποια στάση ΜΜΜ ($\beta=318.377550$) και το ποσοστό του ενεργού πληθυσμού που λαμβάνει κοινωνικά επιδόματα ($\beta=0.198781$), κατέδειξαν θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή, με την απόσταση από τα ΜΜΜ να είναι η ισχυρότερη εξ αυτών και την περπατησιμότητα να είναι η αμέσως επόμενη. Από την άλλη πλευρά, η μεταβλητή του αριθμού των δωματίων του καταλύματος ($\beta=-0.731671$) εμφάνισε στατιστικά σημαντική αρνητική σχέση με τις τιμές ενοικίων, η οποία όμως ήταν αρκετά αδύναμη.

Προσαρμοσμένο R^2	Δείκτης AICc	Δείκτης Koenker (BP) Statistic	Δείκτης Joint F-Statistic	Δείκτης Joint Wald Statistic	Δείκτης Jarque-Bera Statistic
0.502866	248.654465	11.575627*	29.120580*	184.542881*	0.318086

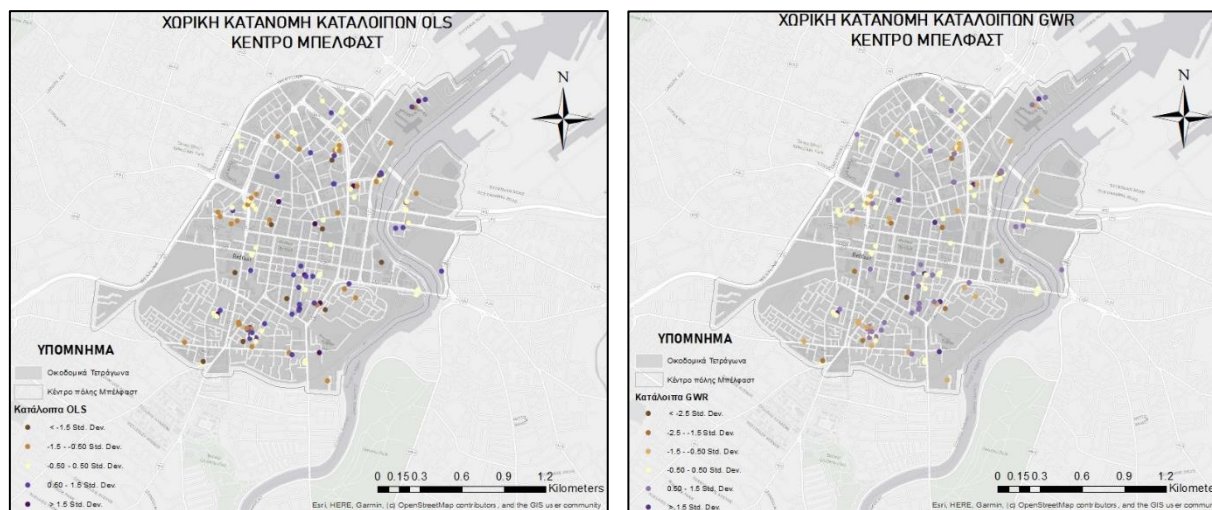
(*) Στατιστικά σημαντική τιμή p ($p < 0.01$)

Πίνακας 4.20: Διαγνωστικά OLS, Μπέλφαστ

Μεταβλητή	Συντελεστής β	Τυπικό σφάλμα	Δείκτης t-Statistic	Δείκτης Robust Probabilities
Τιμή	1.151643	0.332771	3.460766	0.000284*
Περπατησιμότητα	1.804064	0.594231	3.035966	0.004142*
Δωμάτια	-0.731671	0.201570	-3.629855	0.005738*
Κρεβάτια	1.255725	0.164244	7.645470	0.000000*
Απόσταση MMM	318.377550	81.045723	3.928370	0.000235*
Επιδοτούμενοι	0.198781	0.045061	4.411365	0.000005*

Πίνακας 4.21: Σύνοψη αποτελεσμάτων OLS (Εξαρτημένη μεταβλητή = Τιμή ενοικίου ανά βράδυ), Μπέλφαστ

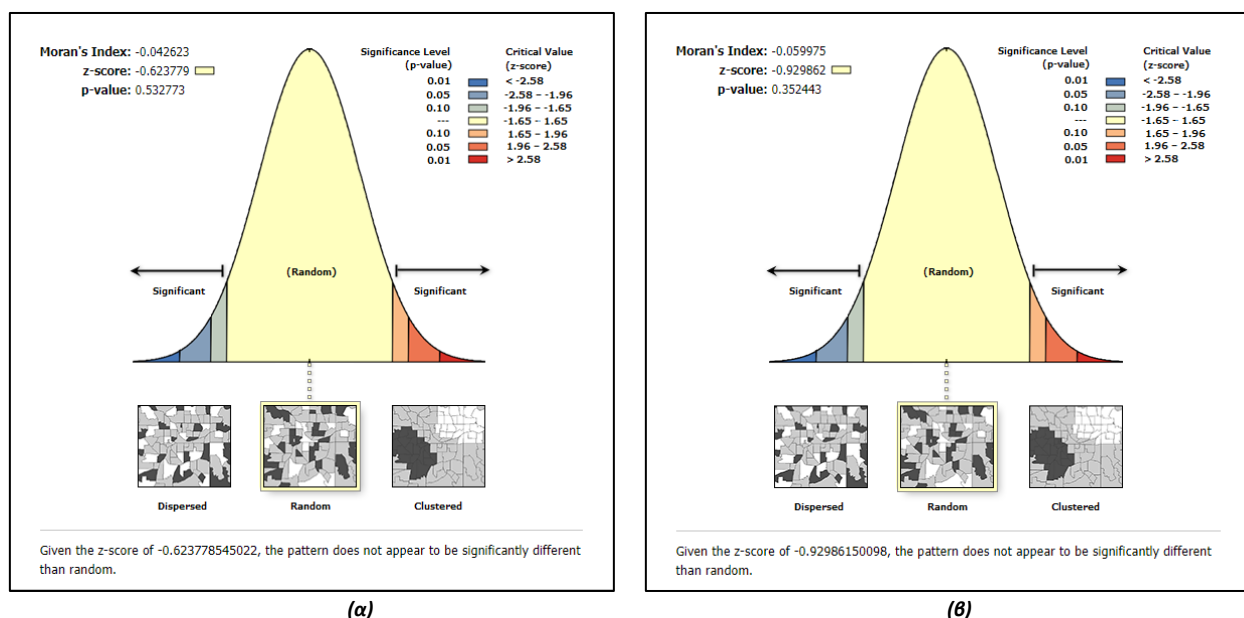
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.21, η συσχέτιση του δείκτη περπατησιμότητας και των τιμών ενοικιαζόμενων καταλυμάτων δηλώνει πως, με την προϋπόθεση ότι όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, για 100% αύξηση της περπατησιμότητας ο δείκτης της αξίας ενοικίου (0-1) θα αυξηθεί κατά £1.8041/βράδυ, δηλαδή θα υπάρξει μία μικρή αλλά σημαντική αύξηση των τιμών των καταλυμάτων της περιοχής. Γενικά, το μοντέλο OLS, όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, ήταν στατιστικά σημαντικό, καθώς οι δείκτες Joint Wald και F-Statistic έδωσαν τιμή $p < 0.01$ και οι μοντελοποιημένες σχέσεις δεν ήταν σταθερές, κάτι που αποδεικνύεται από την τιμή του δείκτη Koenker (BP) Statistic, ο οποίος ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < 0,01$). Από την άλλη, ο δείκτης Jarque-Bera Statistic, με $p > 0.01$, έδειξε πως τα κατάλοιπα ήταν κανονικά κατανομημένα και το μοντέλο δεν ήταν μεροληπτικό ως προς τις προβλέψεις του, με αποτέλεσμα το μοντέλο του OLS να αμφισβητείται και να απαιτείται και σε αυτή την περίπτωση χρήση εναλλακτικού μοντέλου για την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων. Τέλος, με την οπτικοποίηση του δείκτη Global Moran's I (Εικόνα 4.39), καταλήξαμε στο ότι τα κατάλοιπα είχαν τυχαία κατανομή στο χώρο ($I = -0.04$, βαθμολογία $z = -0.62$, τιμή $p > 0.01$) και άρα δεν εμφανίζουν καμία χωρική αυτοσυσχέτιση (Εικόνα 4.40).



(α)

(β)

Εικόνα 4.39: (α) Χάρτης καταλοίπων OLS, (β) Χάρτης καταλοίπων GWR στο κέντρο του Μπέλφαστ



Εικόνα 4.40: Οπτικοποίηση δείκτη Global Moran's I καταλοίπων OLS (α) και GWR (β)

4.6.3 Αποτελέσματα μεθόδου GWR – Μπέλφαστ

Βλέποντας τις παραπάνω εικόνες, γίνεται αντιληπτό ότι τα OLS κατάλοιπα δεν εμφάνισαν χωρική αυτοσυσχέτιση και είχαν τυχαία κατανομή στο χώρο. Ωστόσο, όπως και στην περίπτωση του Μπέρμιχαμ, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο GWR με την προοπτική της εξαγωγής ακόμη πιο βελτιωμένων αποτελεσμάτων. Στον Πίνακα 4.22 αναφέρεται ότι η προσαρμοσμένη τιμή R^2 του GWR μοντέλου ήταν της τάξεως του 0.5085 και υψηλότερη από την αντίστοιχη τιμή του OLS (0.5029) και επομένως θεωρείται ότι το μοντέλο GWR συγκριτικά με το μοντέλο OLS, εξήγησε σε καλύτερο βαθμό τη διακύμανση της μέσης τιμής των ενοικίων για το κέντρο του Μπέλφαστ. Βέβαια, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο μοντέλων φαίνεται ότι αυτά είναι πολύ κοντινά και επομένως η διαφορά τους είναι σχεδόν αμελητέα. Έτσι, μελετώντας την τιμή του δείκτη AICc του μοντέλου OLS (Πίνακας 4.20) και την αντίστοιχη τιμή του δείκτη στο GWR (Πίνακας 4.22) προέκυψε ότι στο τελευταίο ο δείκτης αυξήθηκε κατά περίπου 0.3 μονάδες αντί να μειωθεί όπως ήταν αναμενόμενο. Ωστόσο, ο δείκτης αυτός είναι απλώς ένα μέτρο σύγκρισης των δύο μοντέλων και επειδή η προσαρμοστικότητα του GWR ήταν καλύτερη από του OLS, καταλήξαμε στο ότι το μοντέλο GWR ήταν το βέλτιστο. Τέλος, με βάση τα αποτελέσματα των GWR καταλοίπων (Εικόνα 4.39,β και Εικόνα 4.40, β), το μοντέλο έδωσε τυχαίο μοτίβο στη χωρική κατανομή των καταλοίπων του αλλά και τιμή δείκτη Moran's I κοντά στο 0 και βαθμολογία z σχεδόν 1, οδηγώντας μας έτσι στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος GWR βελτίωσε την προβλεπόμενη απόδοση του μοντέλου.

	Δείκτης Neighbors	Δείκτης Sigma	Δείκτης AICc	Δείκτης R^2	Προσαρμοσμένο R^2
GWR	140	0.566797	248.990657	0.547349	0.508539

Πίνακας 4.22: Διαγνωστικά GWR, Μπέλφαστ

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.23, οι τοπικές τιμές R^2 κυμαίνονταν μεταξύ 0.39 και 0.56 με μέση τιμή στο 0.46. Το ποσοστό των τιμών τοπικού δείκτη R^2 που είναι πάνω από 0.5 αγγίζει το 51.4%, τιμή που

υποδηλώνει ότι το τοπικό μοντέλο παρουσίασε καλή προσαρμογή σε πάνω από τις μισές περιοχές της πόλης. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.41, ζ, όπου εμφανίζεται η χωρική κατανομή του τοπικού δείκτη R^2 , η καλύτερη προσαρμογή του μοντέλου ήταν στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της πόλης δηλαδή κοντά στο Δημαρχείο Belfast City Hall και τις γειτονιές Cathedral Quarter και Smithfield and Union αντίστοιχα. Αντίθετα, λιγότερο καλή προσαρμογή, με τιμές 0.39 έως 0.46, εμφάνισε νότια του κέντρου κοντά στην καθολική εκκλησία St Malachy's Catholic Church και στο δημοτικό κέντρο Markets Community Centre.

	Μέσος Όρος (Μ.Ο)	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή
Τοπικό R^2	0.461977191	0.388955222	0.557304991

Πίνακας 4.23: Διακύμανση δείκτη τοπικού R^2 (Local R^2), μοντέλο GWR, Μπέλφαστ

Μεταβλητή	Συντελεστής β (Μ.Ο.)	Τυπικό σφάλμα (Μ.Ο.)	Δείκτης t-Statistic (Μ.Ο.)	Χαμηλότερο t-statistic	Υψηλότερο t-statistic
Τιμή	1.288234569	0.381507393	3.26718786	2.529492166	3.83495857
Περπατησιμότητα	1.743139595	0.666364163	2.615510536	1.959931402	3.013165821
Δωμάτια	-0.761943069	0.223454864	-3.416059997	-3.897879438	-2.755349732
Κρεβάτια	1.259865227	0.181419492	6.947854418	6.357514755	7.409076182
Απόσταση MMM	280.4210547	90.62570099	3.094764801	1.904333538	4.081270458
Επιδοτούμενοι	0.206090483	0.048680479	4.247324439	2.329443274	4.80597338

Πίνακας 4.24: Συνοπτικά στατιστικά στοιχεία των εκτιμώμενων συντελεστών GWR (Εξαρτώμενη μεταβλητή = Τιμή ενοικίου ανά βράδυ), Μπέλφαστ

Ο Πίνακας 4.24, δείχνει τα συνοπτικά στατιστικά στοιχεία των εκτιμώμενων συντελεστών του μοντέλου GWR, ο Πίνακας 4.25 παρουσιάζει το ποσοστό των δεικτών t-statistic με στατιστικά σημαντικούς συντελεστές ανά μεταβλητή και οι χάρτες της Εικόνας 4.33 δείχνουν τους στατιστικά σημαντικούς συντελεστές συσχέτισης επίσης για κάθε μεταβλητή. Και εδώ, το σκούρο μπλε χρώμα αντιστοιχίζεται στην ισχυρότερη θετική σχέση μεταξύ των μεταβλητών, ενώ το κίτρινο χρώμα αντιστοιχίζεται στις ισχυρές αρνητικές ή αδύναμες θετικές σχέσεις. Και στην περίπτωση του Μπέλφαστ, καμία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές δεν εμφάνισε χωρική ετερογένεια. Αναλυτικότερα, οι μεταβλητές Τιμή, Περπατησιμότητα, Κρεβάτια, Απόσταση MMM και Επιδοτούμενοι παρουσίασαν θετική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ η μεταβλητή Δωμάτια είχε αρνητική συσχέτιση, ωστόσο αρκετά αδύναμη. Σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της OLS, οι μέσες τιμές των συντελεστών είχαν την ίδια θετική ή αρνητική σχέση με τις τιμές ενοικίασης και ο βαθμός συσχέτισης των ανεξάρτητων με την εξαρτημένη μεταβλητή ήταν παρόμοιος. Μελετώντας τους δείκτες t-statistics του Πίνακα 4.25, όλες οι μεταβλητές, εκτός της Απόστασης του εκάστοτε καταλύματος από στάση MMM, εμφάνισαν στατιστικά σημαντικούς θετικούς ή αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης στο σύνολό τους (100%), ενώ η τελευταία είχε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση σε ποσοστό πολύ υψηλό (95.71%).

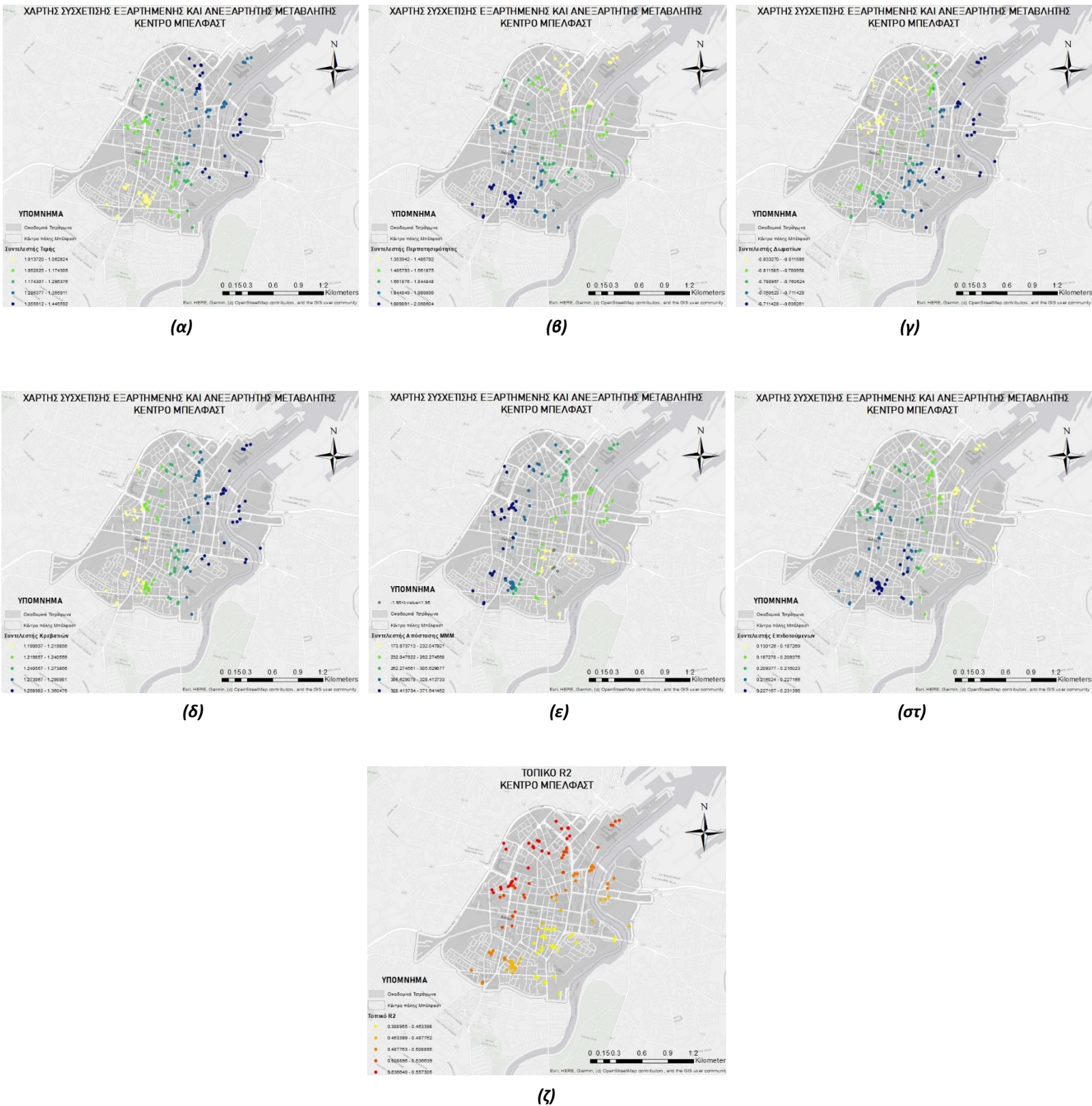
Όσον αφορά τους συντελεστές της μεταβλητής Περπατησιμότητα, στο σύνολό τους παρουσίασαν θετική στατιστικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή των τιμών ενοικίασης. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.41, β, οι γειτονιές με τους χαμηλότερους συντελεστές συσχέτισης βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της πόλης (Smithfieldand Union και Sailortown), ενώ αυτές με τις υψηλότερες τιμές συσχέτισης βρίσκονται στο νότιο τμήμα της πόλης (κοντά στην πλατεία Bankmore

Square). Στην περιοχή του κέντρου και κοντά στο Δημαρχείο του Μπέλφαστ επικρατούν κυρίως μέτριοι προς υψηλοί συντελεστές συσχέτισης. Η θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση περπατησιμότητας και ενοικίου που εντοπίζεται σε όλες τις γειτονίες του Μπέλφαστ, δείχνει πως και σε αυτή την πόλη του Ηνωμένου Βασιλείου, μία βελτίωση των επιπέδων βάδισης στο μέλλον, θα αύξανε, σε μικρότερο μεν βαθμό συγκριτικά με τις άλλες δύο, τις αξίες γης του κέντρου ενισχύοντας ωστόσο την ανθεκτικότητα της πόλης αλλά και την οικονομία της. Ειδικά για την πόλη του Μπέλφαστ μία τέτοια ανάπλαση είναι πολύ σημαντική καθώς, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η πόλη, στην υφιστάμενη κατάστασή της, έχει τη χαμηλότερη απόδοση περπατησιμότητας συγκριτικά με 121 άλλες Ευρωπαϊκές πόλεις. Συνεπώς, σύμφωνα με τα όσα έδειξε η παρούσα μελέτη, βελτιώνοντας τον βαθμό περπατησιμότητας της πόλης θα ευνοηθεί τόσο η προσβασιμότητά της, καθιστώντας την ένα φιλικότερο περιβάλλον για τους πεζούς, όσο και η οικονομική αποδοτικότητά της για επενδυτές ακινήτων στο μέλλον. Τέλος, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.24, μία αύξηση του βαθμού πεζής μετακίνησης της τάξεως του 10%, θα επιφέρει αύξηση £0.17/βράδυ στην τιμή κάθε ενοικιαζόμενου καταλύματος, ποσό όχι και τόσο μικρό αν αναλογιστεί κανείς τη μεγάλη σημασία που αυτό έχει για την βιωσιμότητα της πόλης του Μπέλφαστ.

Μεταβλητή	Δείκτες t-statistics GWR (%)		
	Αρνητική σχέση Τιμή t-value < -1.95	Μη στατιστικά σημαντική -1.95 > τιμή t-value < 1.95	Θετική σχέση Τιμή t-value > 1.95
Τιμή	0.00%	0.00%	100.00%
Περπατησιμότητα	0.00%	0.00%	100.00%
Δωμάτια	100.00%	0.00%	0.00%
Κρεβάτια	0.00%	0.00%	100.00%
Απόσταση MMM	0.00%	4.29%	95.71%
Επιδοτούμενοι	0.00%	0.00%	100.00%

Πίνακας 4.25: Ποσοστά σημαντικά σημαντικών (και μη) συντελεστών συσχέτισης GWR για κάθε μεταβλητή, Μπέλφαστ

Συνεχίζοντας με τη συσχέτιση της τιμής ενοικίασης με τον αριθμό δωματίων, η τελευταία ήταν επίσης στατιστικά σημαντική και αρνητική στο σύνολό της, αλλά η συσχέτιση ήταν πολύ αδύναμη, σχεδόν μηδενική. Υψηλότερες τιμές εντοπίστηκαν κατά μήκος του ποταμού Λάγκαν και χαμηλότερες κοντά στο εκπαιδευτικό ίδρυμα Royal Belfast Academical Institution αλλά και στην περιοχή Smithfield and Union. Η σχέση του ενοικίου με τον αριθμό κρεβατιών ήταν επίσης στατιστικά σημαντική και θετική στο σύνολό της, με τη χωροθέτηση των υψηλών τιμών να είναι και εδώ κατά μήκος του ποταμού Λάγκαν και με τις χαμηλότερες σχέσεις να εκτείνονται κατά μήκος τους μεγάλου αυτοκινητόδρομου Great Victoria Street στο νοτιοδυτικό τμήμα του κέντρου. Συγκριτικά με τις μεταβλητές που εξετάστηκαν για το κέντρο του Μπέλφαστ, φαίνεται ότι η απόσταση από στάσεις MMM διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των τιμών ενοικίων του κέντρου, αφού η σχέση της με την εξαρτημένη μεταβλητή είναι $\beta=280.4210547$ με το 4.29% του συντελεστή να μην είναι στατιστικά σημαντικό. Έτσι, οι υψηλότερες τιμές συσχέτισης χωροθετήθηκαν στο δυτικό τμήμα της πόλης και κοντά στο κέντρο (κατά μήκος τους αυτοκινητόδρομου Great Victoria Street), ενώ οι χαμηλότερες και οι μη στατιστικά σημαντικές συγκεντρώθηκαν κοντά στον κεντρικό σταθμό της πυροσβεστικής του Μπέλφαστ (Central Fire Station). Τέλος, η σχέση αξιών ενοικιαζόμενων κατοικιών και ποσοστού επιδοτούμενου πληθυσμού παρουσίασε 100% θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση, ωστόσο πολύ αδύναμη. Οι χαμηλότερες τιμές εντοπίστηκαν κατά μήκος του ποταμού Λάγκαν, ενώ οι υψηλότερες κοντά στο θέατρο Accidental Theatre και σε μικρότερες πυκνότητές κοντά στην πλατεία Bankmore Square, νότια του κέντρου.



Εικόνα 4.41: (α) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών τιμής, (β) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών περπατησιμότητας, (γ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών δωματιών, (δ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών κρεβατιών, (ε) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών ικανοποίησης, (στ) Χάρτης αποτελεσμάτων GWR συντελεστών φτώχειας, (ζ) Χάρτης αποτελεσμάτων τοπικού δείκτη R² στο GWR

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ορίστηκε η διερεύνηση της επίδρασης της περπατησιμότητας στις τιμές ενοικιαζόμενων καταλυμάτων στις πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου και πιο συγκεκριμένα στα κέντρα του Μπέρμιγχαμ, του Εδιμβούργου και του Μπέλφαστ, στη μικρή κλίμακα.

Ύστερα από την αξιολόγηση του δομημένου περιβάλλοντος των παραπάνω κέντρων και την καταγραφή 17 μεταβλητών, χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη μέθοδο MAPS-Mini, υπολογίστηκαν οι βαθμολογίες περπατησιμότητας των πόλεων σε επίπεδο πεζοδρομίου και σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου αλλά και συνολικά σε επίπεδο κέντρου πόλης. Έπειτα, με τα δεδομένα αυτά, έγινε σύγκριση τόσο των διαφόρων γειτονιών του εκάστοτε κέντρου πόλης όσο και των υπό μελέτη κέντρων μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το κέντρο εκείνο με τον υψηλότερο βαθμό περπατησιμότητας ήταν αυτό του Εδιμβούργου, με ποσοστό περπατησιμότητας της τάξεως του 38.23%. Ακολούθησε το κέντρο του Μπέρμιγχαμ με ποσοστό 37.39% και τέλος το κέντρο του Μπέλφαστ με ποσοστό περπατησιμότητας 36.03%. Οι μεταβλητές που συνέβαλαν καθοριστικά στη διαφορά αυτή ήταν η μεταβλητή κατηγορίας χρήσεων γης (S1), η μεταβλητή συντήρησης των κτηρίων (μεταβλητή S6), η μεταβλητή βανδαλισμού κτηρίων από γκράφιτι (μεταβλητή S6) και τέλος η μεταβλητή του επιπέδου συντήρησης των πεζοδρομίων (μεταβλητή S10). Σε γενικές γραμμές ωστόσο, οι τρεις πόλεις εμφάνισαν πολύ κοντινά αποτελέσματα ως προς τις υποδομές τους για μετακίνηση πεζή, σχετικά χαμηλά ωστόσο σε σχέση με κάποια άλλα νούμερα που υπάρχουν διαθέσιμα από αντίστοιχες διπλωματικές εργασίες του τομέα, όπως του κέντρου πόλης του Μάλμε με βαθμό περπατησιμότητας 48.48%, του κέντρου πόλης της Κοπεγχάγης με βαθμό περπατησιμότητας 54.16% ή του κέντρου πόλης του Λονδίνου με συνολικό βαθμό περπατησιμότητας 42.42%.

Έπειτα εφαρμόστηκε το μοντέλο χωρικής παλινδρόμησης για να διερευνηθεί η σχέση της περπατησιμότητας με την αξία ενοικίων σε κάθε κέντρο πόλης. Σύμφωνα με τη διαδικασία αυτή, αρχικά πραγματοποιήθηκε διερευνητική παλινδρόμηση για την επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού διερευνητικών μεταβλητών, έπειτα ακολούθησε η μέθοδος γραμμικής πολλαπλής παλινδρόμησης OLS για τη μοντελοποίηση της εξαρτημένης μεταβλητής ως προς τις σχέσεις της με τις εξηγηματικές μεταβλητές καθώς επίσης και οπτικοποίηση των καταλοίπων του μοντέλου με τη βοήθεια του δείκτη Global Moran's I και τέλος, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος GWR προκειμένου να βελτιώσει το OLS μοντέλο και να δημιουργήσει καλύτερα αποτελέσματα για τον συγκεκριμένο συνδυασμό μεταβλητών, κάτι που επιβεβαιώθηκε και πάλι μέσω του δείκτη Global Moran's I. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και στις τρεις περιπτώσεις η συσχέτιση αυτή είναι θετική στο σύνολό της και έτσι αυξάνοντας τον βαθμό περπατησιμότητας μιας πόλης, αυξάνονται και οι αξίες γης της. Συνεπώς, εάν το σκορ του δείκτη αυξάνεται κατά 10% και όλες οι άλλες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, το ενοίκιο των καταλυμάτων αυξάνεται κατά περίπου £1.0/βράδυ στο Μπέρμιγχαμ, £29/βράδυ στο Εδιμβούργο και £0.2/βράδυ στο Μπέλφαστ, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης GWR.

Από μεθοδολογική άποψη, και στις τρεις περιπτώσεις τα αποτελέσματα συσχέτισης Pearson ήταν εντελώς διαφορετικά από αυτά που προέκυψαν τελικά στο μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Επιπλέον, σε κάθε πόλη, η παλινδρόμηση του μοντέλου GWR ξεπέρασε το μοντέλο OLS, το οποίο εξήγαγε αμφισβητούμενα αποτελέσματα και μάλιστα, στην περίπτωση του Εδιμβούργου έδωσε χωρικά ομαδοποιημένα κατάλοιπα. Συγκεκριμένα, η μέθοδος GWR εξήγησε περίπου το 54.5% της διακύμανσης στα δεδομένα αξίας ενοικιαζόμενων καταλυμάτων για την πόλη του Μπέρμιγχαμ, το 51.6%

της διακύμανσης για την πόλη του Εδιμβούργου και το 50.9% της διακύμανσης για την πόλη του Μπέλφαστ. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση η μέση ισχύς των συντελεστών παρέμεινε σχεδόν ίδια σε σχέση με τα αποτελέσματα του μοντέλου OLS. Τέλος, το μοντέλο GWR δεν έδειξε χωρική ετερογένεια σε καμία από τις μεταβλητές των τριών πόλεων, ενώ η μεταβλητή της περπατησιμότητας παρέμεινε στατιστικά σημαντική και θετική στο σύνολό της σε κάθε ένα από τα εκάστοτε κέντρα πόλεων.

Τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης είναι σύμφωνα και με άλλες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στην Βόρεια Αμερική, αφού οι Gilderbloom et al (2015), εξετάζοντας 170 γειτονιές σε μια μεσαίου μεγέθους πόλη για να δουν αν η περπατησιμότητα επηρεάζει τη βιωσιμότητα της γειτονιάς, βρήκαν ότι η περπατησιμότητα έχει θετικό αντίκτυπο όχι μόνο στην αποτίμηση στέγασης αλλά και στο έγκλημα και τον κοινωνικό αποκλεισμό. Ακόμη, σε αναφορά της εταιρίας αθλητικών ειδών Nike, επισημαίνεται ότι σε έρευνα που έγινε σε 15 πόλεις των Η.Π.Α. βρέθηκε ότι τα σπίτια που ήταν εγκατεστημένα σε πιο περπατήσιμες γειτονιές κόστιζαν από 4.000\$ έως 34.000\$ παραπάνω από άλλα σε λιγότερο περπατήσιμες γειτονιές. Το ίδιο άρθρο αναφέρει ότι οι ακίνητα σε γειτονιές με βαθμολογία περπατησιμότητας (Walk Score ranking) 80 κόστιζαν 54% περισσότερο από ακίνητα σε γειτονιές με βαθμολογία περπατησιμότητας 20. Ωστόσο, μέχρι σήμερα, δεν υπάρχουν αρκετά εμπειρικά στοιχεία από το Ηνωμένο Βασίλειο και την Ευρώπη που να ασπάζονται τα θετικά αντίκτυπα της περπατήσιμης πόλης στις αξίες γης και για τον σκοπό αυτό, τα ευρήματά της επικείμενης έρευνας παρέχουν νέες πληροφορίες που θα πρέπει να προβληματίσουν τους ερευνητές πολεοδομίας και σχεδιασμού μεταφορών στις πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου και τις Ευρωπαϊκές πόλεις, εφόσον η αστική μορφή που μπορεί να περπατηθεί σχετίζεται άμεσα και θετικά με τις αξίες γης.

Ένα πολύ ενδιαφέρον εύρημα της επικείμενης μελέτης, είναι η πολύ εντυπωσιακή διαφορά του Εδιμβούργου στην τιμή. Αυτό, επειδή αναφερόμαστε σε τιμές ενοικίασης καταλυμάτων, ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι η πόλη είναι περισσότερο τουριστική από τις άλλες δύο υπό μελέτη περιοχές (touristification, Renau L. 2018). Επομένως, στην περίπτωση που η πόλη επενδύσει σε ένα καλύτερο αστικό σχεδιασμό ο οποίος φτιάχνει πιο ελκυστικό δημόσιο χώρο, τότε θα αποτελέσει σημαντικό παράγοντα ενίσχυσης της αγοράς ακινήτων οικονομικά. Ωστόσο, αυτό πιθανό να ελλοχεύει κινδύνους δημιουργίας αστικού εξευγενισμού (gentrification, Moos M. 2015), με αποτέλεσμα άνθρωποι αδύναμων κοινωνικά στρωμάτων να εκδιώχνονται προς τα προάστια.

Άλλο ένα από τα ευρήματα της παρούσας διπλωματικής είναι η καθοριστική συμβολή των κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων στη διακύμανση αξιών γης, καθώς και στις τρεις περιπτώσεις πολλαπλής παλινδρόμησης τουλάχιστον μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν κάποιος κοινωνικο-οικονομικός δείκτης της εκάστοτε περιοχής μελέτης. Ξεκινώντας με την περιοχή του Μπέρμιγχαμ, η μελέτη έδειξε ότι αύξηση των τιμών ενοικίασης έχει την τάση να αυξάνει το ετήσιο εισόδημα των κατοίκων και να μειώνει σε μικρό βαθμό το πλήθος των εργαζομένων της περιοχής. Επομένως, η βελτίωση των υποδομών και του περιβάλλοντος του δημοσίου χώρου δεν αποφέρει όπως φαίνεται καθοδικά οικονομικά οφέλη γιατί ενώ πραγματοποιείται αύξηση των εισοδημάτων οι θέσεις εργασίας δεν έχουν την ίδια τάση, κάτι που δημιουργεί την υπόνοια ύπαρξης ανισοτήτων στα άτομα που ζουν στο κέντρο. Αυτό πιθανόν είναι θέμα σχεδιασμού γιατί οι δημόσιες αρχές δεν έχουν επενδύσει αρκετά σε μίξη χρήσεων γης οι οποίες συμβάλουν στην μείωση των αποστάσεων και γενικότερα σε πιο βιώσιμες γειτονιές από την πλευρά των αστικών μεταφορών, κάτι που αποδεικνύεται και από το ποσοστό ενεργών χρήσεων γης (7% του συνολικού μήκους τόξων του κέντρου) της πόλης. Έπειτα, όσον αφορά την πόλη του Εδιμβούργου, βρέθηκε ότι η αξία ενοικίασης καταλύματος και ο δείκτης φτώχειας έχουν αρνητική συσχέτιση, δηλαδή αύξηση των τιμών ενοικίασης δημιουργεί μείωση της φτώχειας στο κέντρο της πόλης. Η συγκεκριμένη

σχέση φαίνεται λογική, διότι ενδεχομένως αυτή η σχέση να είναι το αποτέλεσμα διαδικασίας εκτοπισμού. Έτσι, οι φτωχότερες κοινωνικές ομάδες πιθανότητα μετακινούνται σε περιοχές εκτός του κέντρου, καθώς η αγορά του κέντρου είναι πολύ ακριβή σε σχέση με τα εισοδήματά τους. Καταλήγοντας με την πόλη του Μπέλφαστ, βρέθηκε ότι τα άτομα που λαμβάνουν κάποιο κοινωνικό επίδομα αυξάνονται με μία πιθανή αύξηση των τιμών ενοικίασης. Έτσι, η ενίσχυση των αξιών γης της πόλης φαίνεται να έχει την τάση να προσελκύει άτομα από διάφορες κοινωνικές ομάδες (όπως εργαζόμενους, άτομα που λαμβάνουν επιδόματα ανικανότητας ή επίδομα σοβαρής αναπηρίας) που πιθανότατα οφείλεται στο ότι τα άτομα αυτά δεν μπορούν να φύγουν μακριά από το κέντρο επειδή όσο πιο πολύ απομακρύνονται τόσο πιο εξαρτημένοι από το αυτοκίνητο είναι, καθώς η περιοχή δεν έχει υψηλές πυκνότητες και εναλλακτικές επιλογές με MMM και στάσεις (International Transport Forum, 2019). Όλα τα παραπάνω βέβαια, αποτελούν εύρημα της παρούσας μελέτης και θα ήταν σκόπιμο να εξεταστούν σε μελλοντική ερευνά που θα ασχοληθεί με τα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά όλης της μητροπολιτικής περιοχής του εκάστοτε κέντρου για να διαπιστωθεί εάν όντως ισχύουν.

Τέλος, όπως προέκυψε από τη μελέτη αυτή, πολύ σημαντικό ρόλο στη διακύμανση των τιμών ενοικίασης (θετικό ή αρνητικό) και στις τρεις πόλεις έπαιξαν τα δομικά χαρακτηριστικά του καταλύματος όπως ο αριθμός υπνοδωματίων και κρεβατιών ή ο αριθμός μπάνιων που διαθέτει. Το συγκεκριμένο εύρημα συμφωνεί και με άλλες έρευνες που έχουν γίνει για την εύρεση του βαθμού συσχέτισης της περπατησιμότητας και των αξιών ακινήτων όπως αυτή του Yinger (2009) και των Cortright et al (2009) οι οποίοι μελέτησαν τα πολλά διαφορετικά χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην αξία ενός σπιτιού. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ο εξαιρετικά σημαντικός και υψηλός βαθμός συσχέτισης των αξιών ενοικιαζόμενων κατοικιών με την απόστασή τους από κάποια στάση MMM στην πόλη του Μπέλφαστ. Αυτό το εύρημα είναι ενδιαφέρον καθώς στα αλλά δύο κέντρα που αναλύθηκαν, η περπατησιμότητα εμφάνιζε πάντα τον υψηλότερο με διαφορά συντελεστή, ωστόσο στα προηγούμενα μοντέλα η απόσταση από MMM στην διερευνητική και προκαταρκτική ανάλυση δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική συσχέτιση για να ενταχθεί στο μοντέλο. Παρόμοια ευρήματα παρουσίασαν στις μελέτες τους τόσο οι Diao et al (2010) που διαπίστωσαν ότι οι τιμές των ακινήτων συνδέονται θετικά με την προσβασιμότητα στις δημόσιες συγκοινωνίες όσο και οι Bowes et al (2001) οι οποίοι, εξετάζοντας το αντίκτυπο της εγγύτητας στις δημόσιες συγκοινωνίες στις αξίες ιδιοκτησίας, βρήκαν ότι τα ακίνητα που βρίσκονται μεταξύ ενός και τριών μιλίων από έναν σταθμό έχουν σημαντικά υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με εκείνα που βρίσκονται πιο μακριά.

Παρόλο που τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας τονίζουν την σημαντική συσχέτιση περπατησιμότητας και αξιών ενοικίασης για την βιωσιμότητα μιας πόλης, όπως φαίνεται και από τα παραπάνω ευρήματα, υπάρχει λόγος ανησυχίας εμφάνισης προβλημάτων στον κοινωνικό κυρίως τομέα, λόγω του κινδύνου δημιουργίας έντονης κοινωνικής διαστρωμάτωσης και εξευγενισμού στις πόλεις. Επιπλέον, η πιθανότητα απομάκρυνσης ατόμων φτωχότερων κοινωνικών ομάδων από το κέντρο προς τα προάστια είναι μεγάλη σε περιπτώσεις αύξησης των αξιών γης στο κέντρο, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ανισοτήτων. Επομένως, απαραίτητο κρίνεται ο αστικός σχεδιασμός να συνοδεύεται τόσο με την εκτίμηση κοινωνικών επιπτώσεων όσο και με τη λήψη κοινωνικών μέτρων για την ύπαρξη περισσότερο βιώσιμων αποτελεσμάτων.

Δεδομένου λοιπόν ότι ο σχεδιασμός κάθε πόλης αποτελεί συνάρτηση κοινωνικοοικονομικών συνθηκών, πολιτικών καταστάσεων και γενικών συγκυριών που επικρατούν στον χώρο αυτό, οι λειτουργίες της πόλης πρέπει να υπηρετούν το ίδιο την ανάπτυξή της και την ποιότητα ζωής των πολιτών της. Επομένως, για την ανάπτυξη κάθε πόλης απαιτείται η βελτίωση των τεχνικών υποδομών, ώστε να προστατεύεται

και να ενισχύεται τόσο το φυσικό όσο και ανθρωπογενές περιβάλλον με βασικό στόχο του σχεδιασμού την ορθή λειτουργία της πόλης βασιζόμενη κυρίως στη δημόσια συγκοινωνία της, θέτοντας στο στόχαστρο τον πεζό. Οι αστικές παρεμβάσεις μπορούν να αναδείξουν ακόμη και τις πιο υποβαθμισμένες περιοχές, να προσελκύσουν νέες βιώσιμες οικονομικές δραστηριότητες και να ενισχύσουν τις μικρές επιχειρήσεις στηρίζοντας παράλληλα τις ευπαθείς κοινωνικές ομάδες, αποκαθιστώντας την ενότητα της πόλης (Αραβαντινός, 2007).

Αυτή η μελέτη προωθεί την ιδέα ότι η πρακτική σχεδιασμού, βασισμένη στη διερεύνηση του δείκτη περπατησιμότητας και προσβασιμότητας μετακίνησης πεζής, μπορεί να δημιουργήσει βιώσιμες, ανθεκτικές και οικονομικά ανεπτυγμένες πόλεις, αυξάνοντας τις αξίες γης τους. Στις πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου και τις Ευρωπαϊκές πόλεις, αν και η ιδέα αυτή δεν έχει ακόμη επιτευχθεί πλήρως, υπάρχει αρκετό περιθώριο για βελτιώσεις πολιτικής.

Στο τέλος, η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επικεντρωθεί:

- ✓ Στην ανάλυση άλλων αστικών κοινωνικοοικονομικών δεικτών (όπως ο δείκτης φτώχειας) και στο πως αυτοί επηρεάζονται από το μοτίβο της περπατησιμότητας μιας πόλης. Ακόμη, θα μπορούσε να ερευνηθεί ο ρόλος της πεζής μετακίνησης στην ενίσχυση μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων, να βρεθεί το πλάνο της μελλοντικής ζήτησης από επενδυτές ή η ενδεχόμενη αλλαγή των χρήσεων γης από την ενίσχυση της περπατησιμότητας και των αξιών ενοικίασης κατοικίας στην πόλη αυτή.
- ✓ Επιπροσθέτως, η ίδια εργασία είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί για το σύνολο της έκτασης της εκάστοτε πόλης και όχι αποκλειστικά για το κέντρο, όπως έγινε στην παρούσα εργασία.
- ✓ Τέλος, η καταγραφή των μεταβλητών θα μπορούσε να επιτευχθεί με φυσική παρουσία του μελετητή στο ύπαιθρο και επιτόπια καταγραφή των δεδομένων, κάτι το οποίο θα ενίσχυε την ακρίβεια του αποτελέσματος και θα παρουσίαζε λεπτομερώς την υφιστάμενη κατάσταση, εν αντιθέσει με την καταγραφή μέσω της υπηρεσίας Google Street View, με το ενδεχόμενο οι φωτογραφίες να είναι παλαιότερες ή να αποκρύπτονται βασικά χαρακτηριστικά της περιοχής.



Ευχαριστίες

Με το πέρας της επικείμενης Διπλωματικής Εργασίας σηματοδοτείται η ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γεώργιο Ν. Φώτη, Καθηγητή της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π., ο οποίος με εμπιστεύτηκε αναθέτοντάς μου το θέμα της διπλωματικής αυτής εργασίας καθοδηγώντας με σε όλη την διάρκεια της εκπόνησής της και συμβουλευόντάς με σε ποικίλα ζητήματα.

Επιπροσθέτως, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον κ. Αλέξανδρο Μπαρτζώκα-Τσιόμπρα, Υποψήφιο Διδάκτορα της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π. για την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε και το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας που δημιούργησε, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ανταποκρινόμενος άμεσα και σε οποιαδήποτε ώρα της ημέρας σε ό,τι ζήτημα πρόκυπτε.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην αδελφή μου και την οικογένεια μου, οι οποίοι με στήριξαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου, αλλά και στους φίλους μου που μου συμπαραστάθηκαν όλον αυτό τον καιρό.

Νεοφύτου Ελπίδα

Αθήνα, Φεβρουάριος 2021

Βιβλιογραφικές αναφορές

Ελληνική βιβλιογραφία

Αραβαβαντινός Ι. Αθανάσιος, 2007. Πολεοδομικός σχεδιασμός. Για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία, Β' έκδοση αναθεωρημένη

Βλαστός, Θ., Περπερίδου, Δ., 'Σχεδιασμός με στόχο την εξυπηρέτηση πεζή μετακινήσεων', "Τεχνικά Χρονικά –Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ", τεύχος 3, Σεπτ.-Δεκ. 2007, Σειρά Ι (Θέματα Πολ. Μηχ. και Αγρ. Τοπογρ. Μηχ.)

Καλογήρου, Σ. 2015. Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση. Χωρική ανάλυση. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ. 5.

Μπαρτζώκας-Τσιόμπρας Αλέξανδρος, 2013. Walkandthecity. Ανάπτυξη και Εφαρμογή ενός Συνδυαστικού Δείκτη "περπατησιμότητας" (walkability) σε Περιβάλλον GIS. Μελέτη Περίπτωσης: Πολεοδομικό Συγκρότημα Βόλου. Διπλωματική Εργασία, Π.Μ.Σ. "Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση Περιβάλλοντος", Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας . Βόλος.

Πετρίδης, Δ. 2015. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο Πετρίδης, Δ. 2015. Ανάλυση πολυμεταβλητών τεχνικών. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ. 2.

Σιόλας Άγγελος, 2015. Μέθοδοι, εφαρμογές και εργαλεία πολεοδομικού σχεδιασμού [ηλεκτρ. Βιβλίο] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Τσακίρη Δέσποινα, 2019. Πόλεις φιλικές για τους πεζούς. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Τσιρωνάς Πολυμένης, 2011. Πολεοδομικός σχεδιασμός στην Ελλάδα και την Αγγλία: το γενικό πολεοδομικό σχέδιο και το τοπικό αναπτυξιακό πλαίσιο στο "μικροσκόπιο". Ερευνητική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Adabre, M. A., & Chan, A. P. C. (2019). Critical success factors (CSFs) for sustainable affordable housing. *Building and Environment*, 156, 203–214.

Andrews G.J., E.Hall, B.Evans, R.Colls, Moving beyond walkability: on the potential of health geography, *Soc. Sci. Med.*, 75(11)(2012), pp.1925-1932

Anselin L. (2010). Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115.

Aziz A, Mushahid A. M. & Dawood M. The impact of neighborhood services on land values: an estimation through the hedonic pricing model, *GeoJournal* (2020)

Bakhshi H., McVittie E., Simmie J., Creating Innovation: Do the creative industries support innovation in the wider economy? (2008)

Bartzokas-Tsiompras A., Photis N., Does neighborhood walkability affect ethnic diversity in Berlin? Insights from a spatial modeling approach. *European Journal of Geography* vol.11(1), pp.163–187, 2020



Bartzokas-Tsiompras, A., Photis, Y.N. Measuring rapid transit accessibility and equity in migrant communities across 17 European cities (2019) *International Journal of Transport Development and Integration*, 3 (3), pp. 245-258. DOI: 10.2495/TDI-V3-N3-245-258

Bartzokas-Tsiompras, A., et al. (2021). Addressing Street Network Accessibility Inequities for Wheelchair Users in Fifteen European City Centers, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1278, pp.1022-1031.

Bartzokas-Tsiompras, A., & Photis, Y. N. (2021). Microscale walkability indicators for fifty-nine European downtown neighbourhoods [Data set]. Mendeley.

Bartzokas-Tsiompras, A. & Photis, Y.N. (2021). Utilizing OpenStreetMap data to measure and compare pedestrian street lengths in 992 cities around the world.

Bem, A., Ucieklak-Jeż, P., & Siedlecki, R. (2016). The spatial differentiation of the availability of health care in Polish regions. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 220, 12–20.

Boys Smith N., Venerandi A. & Toms, K. (2017) *Beyond Location, A Study into the Links Between Specific Components of the Built Environment and Value*, London, Create Streets

Bowes, D. R., & Ihlanfeldt, K. R. (2001). Identifying the impacts of rail transit stations on residential property values. *Journal of Urban Economics*, 50(1), 1-25.

Brownson, R.C. et al. (2009). Measuring the Built Environment for Physical Activity. State of the Science. *American Journal of Preventive Medicine*, 36(4 SUPPL.), S99-S123.e12.

Cambra P. & Moura F. How does walkability change relate to walking behavior change? Effects of a street improvement in pedestrian volumes and walking experience, *Journal of Transport & Health*, Volume 16, March 2020, 100797

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219.

Chatterjee, S., & Hadi, A. S. (2012). *Regression analysis by example (Fifth edition)*. Wiley.

Cordera R. Coppola P. L. dell'Olio, Ibeasa A (2019). The impact of accessibility by public transport on real estate values: A comparison between the cities of Rome and Santander. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Volume 125, July 2019, Pages 308-319

Cortright Joe, Impresa, Inc. *Walking the Walk: How Walkability Raises Home Values in U.S. Cities for CEOs for Cities* August 2009

Diao M., & Ferreira Jr, J. (2010). Residential property values and the built environment: Empirical study in the Boston, Massachusetts, metropolitan area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2174), 138-147.

Ellis, G., Hunter, R., Tully, M. A., Donnelly, M., Kelleher, L., & Kee, F. (2016). Connectivity and physical activity: Using footpath networks to measure the walkability of built environments. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(1), 130–151.

Eun Jung Kim & Hyunjung Kim, 2020. "Neighborhood Walkability and Housing Prices: A Correlation Study," *Sustainability*, MDPI, Open Access Journal, vol. 12(2), pages 1-1, January.



- Forsyth, A. (2015). What is a walkable place? The walkability debate in urban design. *Urban Design International*, 20(4), 274-292.
- Fotheringham S, Charlton M, Brunsdon C (1996) Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity
- Frank, L.D, Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J., & Saelens, B. E. (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 117–125.
- Frank, Lawrence D., Sallis, J. F., Conway, T. L., Chapman, J. E., Saelens, B. E., & Bachman, W. (2006). Many Pathways from Land Use to Health: Associations between Neighborhood Walkability and Active Transportation, Body Mass Index, and Air Quality. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 75–87.
- Frank, L. D., Greenwald, M. J., Winkelman, S., Chapman, J., & Kavage, S. (2010). Carbonless footprints: Promoting health and climate stabilization through active transportation. *Preventive Medicine*, 50, S99–S105.
- Frank L.D., Sallis J.F., Saelens B.E., Leary, L.K. Cain, T.L. Conway, et al. The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study, *Br. J. Sports Med.*, 44 (13) (2010), pp. 924-933
- Gilderbloom I. J., Riggs W.W. Mearesc L. W. (2015) Does walkability matter? An examination of walkability's impact on housing values, foreclosures and crime. *Cities*, Volume 42, Part A, February 2015, Pages 13-24
- Glumac B., Herrera-Gomez M., & Licheron, J. (2019). A hedonic urban land price index. *Land Use Policy*, 81, 802–812.
- Hair, J. F. Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. & Black, W. C. (1995). *Multivariate Data Analysis* (3rd ed). New York: Macmillan.
- Handy S., Cao X., Mokhtarian P. Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California, *Transp. Res. Part D: Transp. Environ.*, 10 (2005), pp. 427-444
- Hong J., Chen, C., 2014. The role of the built environment on perceived safety from crime and walking: examining direct and indirect impacts. *Transportation* 41 (6), 1171–1185.
- Hoon Tae Park, Jung Ho Shin, Sang Jin Han (2019), ASSESSING WALKABILITY PREMIUM FOR RESIDENTIAL LAND VALUE IN URBAN REGENERATION AREA, A CASE OF SEOUL STATION AREA. *Proceedings of the 12th Space Syntax Symposium*, 214
- Howell N.A., Tu J.V., Moineddin R., H. Chen, A. Chu, P. Hystad et al. Interaction between neighborhood walkability and traffic-related air pollution on hypertension and diabetes: the CANHEART cohort, *Environ. Int.*, 132 (2019), Article 104799
- Iroz-Elardo N. et al. (2021). Measuring perceptions of social environments for walking: A scoping review of walkability surveys. *Health & Place*, Volume 67, 102468P.
- Karjalainen L.E. and Juhola S., Framework for assessing public transportation sustainability in planning and policy-making, *Sustainability*, 11 (2019), p. 1028
- Kim, S.N & Lee, S.M (2016), Development of Evaluation System for Street-Based Pedestrian Environments, *Architecture & Urban Research Institute*.
- Knight, J. et al. (2018). Walkable and resurgent for whom? The uneven geographies of walkability in Buffalo, NY. *Applied Geography*, 92,1-11



- Leinberger & Alfonzo Washington, Role of Walkability in Driving Home Values. *Leadersh. Manag. Eng.* 2013, 13, 123–130.
- Liang, X., Liu, Y., Qiu, T., Jing, Y., & Fang, F. (2018). The effects of locational factors on the housing prices of residential communities: The case of Ningbo, China. *Habitat International*, 81, 1–11.
- Luttik J., The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands, *Landscape and Urban Planning* 48 (2000) 161-167. Alterra, Green World Research, P.O. Box 125, 6700 AC Wageningen, Netherlands
- Marshall, J. D., Brauer, M., & Frank, L. D. (2009). Healthy neighborhoods: Walkability and air pollution. *Environmental Health Perspectives*, 117(11), 1752–1759.
- MacKinnon, D.P. et al. (2000). Equivalence of the Mediation, Confounding and Suppression Effect. *Prevention Science*, 1(4), 173-181.
- Moos M., From gentrification to youthification? The increasing importance of young age in delineating high-density living. Volume: 53 issue: 14, page(s): 2903-2920, First Published September 16, 2015
- Moudon, A. V., & Lee, C. (2003). Walking and bicycling: an evaluation of environmental audit instruments. *American Journal of Health Promotion*, 18(1), 21–37.
- Müller K., C. Rammer, J. Trüby. The role of creative industries in industrial innovation *Innovations*, 11 (2) (2009), pp. 148-168
- Park, S.H., Choi, Y.M. & Seo, H.L. (2008). Measuring walkability in urban residential neighborhoods: development of walkability indicators, Seoul, Korea, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 24(1)
- Pivo G., Fisher J.D. The walkability premium in commercial real estate investments, *Real Estate Economics*, 39 (2) (2011), pp. 185-219
- Ramakreshnan L., Saun Fong C., et al. Motivations and built environment factors associated with campus walkability in the tropical settings, *Science of The Total Environment*, Volume 749, 20 December 2020, 141457
- Rao Y., Dai D. Creative class concentrations in Shanghai, China: What is the role of neighborhood social tolerance and life quality supportive conditions? *Social Indicators Research*, 132 (3) (2017), pp. 1237-1246
- Renau L. D. R., Touristification, Sharing Economies and the New Geography of Urban Conflicts
- Ringle, Christian M., Wende, Sven, & Becker, Jan-Michael. (2015). *SmartPLS 3*. Bönningstedt: SmartPLS
- Shearmur R.. Scale, distance, and embeddedness: Knowledge-intensive business services location and growth in Canada, *Knowledge-Intensive Business Services: Geography and Innovation* (2010), pp. 43-74
- Sallis, J. F., Bull, F., Burdett, R., Frank, L. D., Griffiths, P., Giles-Corti, B., & Stevenson, M. (2016). Use of science to guide city planning policy and practice: How to achieve healthy and sustainable future cities. *The Lancet*, 388(10062), 2936–2947.

Sallis, J. F., Cerin, E., Conway, T. L., Adams, M. A., Frank, L. D., Pratt, M., Salvo, D., Schipperijn, J., Smith, G., Cain, K. L., Davey, R., Kerr, J., Lai, P.-C., Mitáš, J., Reis, R., Sarmiento, O. L., Schofield, G., Troelsen, J., Van Dyck, D., ... Owen, N. (2016). Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: A cross-sectional study. *The Lancet*, 387(10034), 2207–2217.

Southworth, M. (2005). Designing the walkable city. *Journal of Urban Planning and Development* Vol. 131, Issue 4 (December 2005)

Shen Y., Karimi, K. (2017) "The economic value of streets: mix-scale spatio-functional interaction and housing price patterns". *Applied Geography*, 79, 187-202

Speck, J. (2018). *Walkability City Rules: 101 Steps to Making Beer Places*
Smith M., Hosking J., Woodward A., Witten K., MacMillan A., Field A., et al. Systematic literature review of built environment effects on physical activity and active transport—an update and new findings on health equity *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 14 (2017), p. 158

Thornton, C. M., Conway, T. L., Cain, K. L., Gavand, K. A., Saelens, B. E., Frank, L. D., Geremia, C. M., Glanz, K., King, A. C., & Sallis, J. F. (2016). Disparities in pedestrian streetscape environments by income and race/ethnicity. *SSM - Population Health*, 2, 206–216.

Wang, H., & Yang, Y. (2019). Neighbourhood walkability: A review and bibliometric analysis. *Cities*, 93, 43-61

Winkelman S.; Bishins A.; Kooshian C. Planning for economic and environmental resilience. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2010, 44, 575–586.

Woo, A., Yu, C.-Y., & Lee, S. (2019). Neighborhood walkability for subsidized households: Revisiting neighborhood environments of Housing Choice Voucher and Low-Income Housing Tax Credit households.

Xia Z. et al. Assessing Neighborhood Walkability Based on Usage Characteristics of Amenities under Chinese Metropolises Context, *Sustainability* 2018, 10(11), 3879

Yanget W. al. 03 May 2020, An examination of the impact of neighborhood walking environments on the likelihood of residents of dense urban areas becoming overweight or obese

Yan S, Liu H, Hu L, Wu Q. Quantitative Study of Micro Factors Influencing Urban Residential Land Price: A Case Study of Nanjing City. *Sci. Technol. Manag. Land Resour.* 2011, 28, 7–14. (In Chinese)

Yinger, J. (2009). *Hedonic Markets and Explicit Demands: Bid-Function Envelopes for Public Services, Neighborhood Amenities and Commuting Costs* (Working Paper No. 114). Syracuse, NY: Maxwell School of Citizenship and Public Affairs

Zahirovich-Herbert, V., & Gibler, K. M. (2014). The effect of new residential construction on housing prices. *Journal of Housing Economics*, 26, 1–18.

Zandiatashbar A. & S. Hamidi. Impacts of transit and walking amenities on robust local knowledge economy, *Cities*, Volume 81, November 2018, Pages 161-171



Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

<https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/ucdb2018visual.php>

<https://pedestriansfirst.itdp.org/about>

<https://urbanmobilityindex.here.com/city/birmingham>

https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/accessibility-proximity-transport-performance_2.pdf

https://stats.oecd.org/index.aspx?datasetcode=ITF_ACCESS

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/presse/deloitte-property-index-2020.pdf>

https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5034/1/02_chapter_5.pdf

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-exploratory-regression-works.htm>

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/ordinary-least-squares.htm>

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-ols-regression-works.htm>

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/spatial-autocorrelation.htm>

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/h-how-spatial-autocorrelation-moran-s-i-spatial-st.htm>

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/interpreting-gwr-results.htm>

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/geographically-weighted-regression.htm>

https://participatoryplanning.ca/sites/default/files/upload/document/tool/designed_to_move_.pdf

<https://www.livingstreets.org.uk/media/1394/2011-making-the-case-full-report.pdf>

<https://www.redfin.com/news/how-much-is-a-point-of-walk-score-worth/>

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/918442/cycling-walking-investment-strategy.pdf